

UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA

Núcleo de Ciências Exatas e da Terra Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente -PGDRA

Efeito das variáveis ambientais sobre as assembléias de palmeiras na ESEC Cuniã — Interflúvio Madeira-Purus, Rondônia, Brasil.

Susamar Pansini



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA

Núcleo de Ciências Exatas e da Terra Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente -PGDRA

Efeito das variáveis ambientais sobre as assembléias de palmeiras na ESEC Cuniã — Interflúvio Madeira-Purus, Rondônia, Brasil.

Susamar Pansini

Orientador: Prof. Dr. Angelo Gilberto Manzatto

Dissertação de mestrado apresentada junto ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, Área de Concentração em Ecologia de Comunidades, para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente.

Porto Velho- RO 2011

FICHA CATALOGRÁFICA

BIBLIOTECA PROF. ROBERTO DUARTE PIRES

Pansini, Susamar.

P196e

Efeito das variáveis ambientais sobre as assembléias de palmeiras na ESEC.Cuniã – Interflúvio Madeira-Purus, Rondônia, Brasil. / Susamar Pansini. Porto Velho, Rondônia, 2011.

116f.: il.

Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) – Núcleo de Ciências Exatas e da Terra (NCET), Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente (PGDRA), Fundação Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, Rondônia, 2011.

Orientador: Prof. Dr. Ângelo Gilberto Manzatto.

1. Variáveis Ambientais. 2. Palmeiras. 3. Amazônia Ocidental. I. Título.

CDU: 573(811.1)

SUSAMAR PANSINI

Efeito das variáveis ambientais sobre as assembléias de palmeiras na ESEC Cuniã — Interflúvio Madeira-Purus, Rondônia, Brasil.

	Comissão Examinadora	
	Dr. Angelo Gilberto Manzatto (Orientador)	
	Universidade Federal de Rondônia-UNIR	
	Prof ^a . Dr ^a . Mariangela Soares Azevedo Universidade Federal de Rondônia-UNIR	
	Prof. Dr. Marcelo Vergotti Universidade Federal de Rondônia-UNIR	
Porto Velho	16 de Dezembro de 2011.	
Resultado	APROVADA	

DEDICATÓRIA

A minha família e amigos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me ouvir e estar do meu lado em todos os momentos da

minha vida.

A minha família, pelo amor incondicional, compreensão e apoio em cada etapa.

Aos meus amigos e amigas pelos momentos bons e também não tão bons assim

durante seis anos longe de casa. A Gabriela pelo apoio e companheirismo, a Marília

Mussy e Leidiane pela amizade e parceria, principalmente nos últimos anos. A Diane

pela sincera amizade.

Aos amigos do laboratório de Biogeoquímica Ambiental Wolfigang Cristian

Pffeifer, em especial ao professor Wanderley Rodrigues Bastos, pela oportunidade e

constante aprendizado.

Ao meu mestre amigo e orientador Angelo Gilberto Manzatto, pela paciência

disposição e dedicação.

A equipe de campo que com persistência e determinação ajudaram no cansativo

processo de levantamento e coleta de dados: Adeilsa, Diane, Camila e Tiago.

A Universidade Federal de Rondônia e ao programa de Mestrado em

Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente.

Ao Programa de Pesquisa em Biodiversidade e ao Instituto Cenbam pelo apoio

financeiro.

A todos que apesar de não terem os nomes citados aqui fizeram de alguma forma

parte desta importante conquista na minha vida.

Meus sinceros e verdadeiros: MUITO OBRIGADA

RESUMO

A heterogeneidade ambiental influencia na composição das espécies nas regiões tropicais e, ao longo do tempo, tem acarretado variações temporais e espaciais nas assembléias de palmeiras nas formações florestais da região Amazônica. As palmeiras são um grupo particularmente importante uma vez que ocorre em todas as formações vegetais da região e possuem grande valor econômico e ecológico. Para detectar o efeito das variáveis ambientais sobre as assembléias de palmeiras em 30 parcelas permanentes na Estação Ecológica do Cuniã, Porto Velho, Rondônia foi realizado o levantamento florístico da família Arecaceae e relacionado a composição e distribuição das espécies com gradientes de profundidade de serrapilheira, altitude, granulometria, macro e micro nutrientes do solo. Para o levantamento das espécies foram medidas duas faixas, uma de 1,50 m por 250 m e outra de 10,5 m por 250 m. Na primeira faixa foram amostrados indivíduos com altura igual ou maior a 1 m ou DAP (diâmetro a altura do peito) igual ou maior a 1 cm. Na segunda faixa, foram amostradas palmeiras com DAP igual ou superior a 10 cm. Nas espécies acaules foi anotado o número de folhas. Para altura foi medido o tamanho da maior folha. A espessura da serrapilheira foi medida ao longo do eixo principal da parcela, a cada dois metros um bastão foi forçado através da camada de folhas, tomando o devido cuidado para não compactá-las, até atingir a superfície do solo. A medida obtida foi considerada como a profundidade de serrapilheira no ponto amostrado. Para dados de solo foi coletada uma amostra composta por parcela, e analisado dados de granulometria (teor de Silte, Areia e Argila) bases trocáveis (Ca²⁺, Mg e K, Fe, Al, pH, K, P e Zn. Os dados do solo foram usados para análises de correlações entre estrutura física da área e os padrões de distribuição das espécies. Para Correlação com o gradiente de variação topográfica foi usada a Análise de Escalonamento Multidimensional (NMDS) e para correlação entre as demais variáveis ambientais foi usada a Análise de Componentes Principais (PCA) e Análise de Correlação Canônica para verificar o grau de correlação entre as espécies e as características do ambiente. Foram amostrados 5322 indivíduos e catalogadas 25 espécies. As espécies mais abundantes foram Lepidocaryum tenue Mart. (3669), Astrocaryum gynacanthum Mart. (413) e Attalea speciosa Mart. Ex Spreng. (237). Os resultados obtidos pela NMDS mostram que a composição de palmeiras se diferenciou gradiente ambiental que abrange variações microtopográficas demonstrando que há oportunidade de segregação de nichos. Essa tendência de substituição de espécies indica altos níveis de diversidade e sugere a atuação de processos interferindo nos padrões regionais. As análises de agrupamento, assim como as de correlação com os gradientes ambientais mostrou a formação de 3 grupos distintos, onde algumas variáveis mostraram maior correlação, isso sugere que a variação na composição do solo assim como as variações microtopográficas e de profundidade de serrapilheira estão atuando de forma positiva no padrão de distribuição das espécies de palmeiras no local. Tais resultados evidenciam a importância da heterogeneidade ambiental na distribuição de espécies de palmeiras no Interfluvio Madeira-Purus. Esses mecanismos podem estar determinando sua distribuição na região Sul Ocidental Amazônica e devem ser considerados no planejamento da conservação visando o uso de recursos e o desenvolvimento regional.

Palavra chave- Variáveis Ambientais, palmeiras, Amazônia Ocidental

ABSTRACT

The environmental heterogeneity influences the species composition in tropical regions and, over time, has led to temporal and spatial variations in the assemblies of palm trees in forested areas of the Amazon region. The palms are a particularly important since it occurs in all types of vegetation in the region and have great economic and ecological value. To detect the effect of environmental variables on assemblies of palm trees in 30 permanent plots in Cuniã Ecological Station, Porto Velho, Rondônia floristic survey was carried out in the Arecaceae family and related to composition and distribution of species with litter depth gradients, altitude, grain size and macro and micro nutrients in the soil. For the survey of the species were measured two tracks, one of 1.50 m by 250 m and another of 10.5 m by 250 m. In the first group were sampled individuals with height equal to or greater than 1 m or DAP (diameter at breast height) equal to or greater than 1 cm. In the second track, palm trees with DAP were sampled less than 10 cm. Acaulescent species was noted in the number of leaves. Height was measured to the size of the largest leaf. The thickness of the litter was measured along the main axis of the plot, each two meters a rod was forced through the layer of leaves, taking care not to compress them, until it reaches the soil surface. The measurement obtained was considered as the depth of litter in the sampled point. For soil data was collected one composite sample per plot, and analyzed data on particle size (silt content, sand and clay) exchangeable bases (Ca ²⁺, Mg ²⁺ and K +), Fe, Al, pH, K, P and Zn. The soil data were used for analysis of correlations between the physical structure of the area and the distribution patterns of species. For correlation with the gradient of topographic variation was used multidimensional scaling (NMDS) and correlation among the other environmental variables was used Principal Component Analysis (PCA) and canonical correlation analysis to assess the degree of correlation between species and environmental characteristics. 5322 individuals were sampled and cataloged 25 species. The most abundant species were Lepidocaryum tenue Mart. (3669), Astrocaryum gynacanthum Mart. (413) and Attalea speciosa Mart. Ex Spreng. (237). The results obtained by NMDS showed that the composition of palms differed along the environmental gradient that encompasses variations microtopography showing that there is opportunity segregation of niches. This trend of replacement of species indicates high levels of diversity and suggests the action of interfering processes in regional standards. Cluster analysis, as well as the correlation with environmental gradients showed the formation of three distinct groups, where some variables showed a higher correlation, this suggests that the variation in soil composition as well as variations microtopography and depth of litter are acting positively in the distribution pattern of the species of palm trees on site. These results highlight the importance of heterogeneity in the distribution of palm species in Madeira-Purus interfluve. These mechanisms may determine their distribution in the South West Amazon and should be considered in conservation planning aimed at the use of resources and regional development.

Keywords- Environmental variables, palm, Western Amazon

LISTA DE FIGURAS

Figura 01- Estação Ecológica do Cuniã - ESEC Cuniã - localizada na BR 319 no
sentido Porto Velho – Humaitá. Em destaque a Grade Padrão do Programa de Pesquisa
em Biodiversidade (PPBio) instalada em um trecho da Estação Ecológica no município
de Porto Velho, Rondônia, Brasil
Figura 02- Modelo de grade padrão para inventários bióticos e abióticos proposto pelo
Programa de Pesquisa em Biodiversidade - PPBio instalada na Estação Ecológica do
Cuniã localizada na BR 319 no sentido Porto Velho - Humaitá, Rondônia,
Brasil.(Adaptado de: Magnusson & Martins, 2005)
Figura 03- Faixas de amostragem usadas para o levantamento florístico em 30 parcelas
na ESEC Cuniã, Porto Velho, Rondônia
Figura 04- Espécie Lepidocaryum tênue Mart. (Caranaí), encontrada na Estação
Ecológica do Cuniã, Porto Velho, Rondônia. (foto. Susamar Pansini)
Figura 05- Espécie Astrocaryum gynacanthum Mart. (Mumbaca), encontrada na
Estação Ecológica do Cuniã, Porto Velho, Rondônia. (foto. Pansini, S.)
Figura 06- Espécie Attalea speciosa Mart. Ex. Spreng. (Babaçu), encontrada na Estação
Ecológica do Cuniã, Porto Velho, Rondônia. (foto. Pansini, S.)
Figura 07- Espécie Oenocarpus minor Mart. (Bacabinha), encontrada na Estação
Ecológica do Cuniã, Porto Velho, Rondônia. (foto. Pansini, S.)
Figura 08- Espécie Oenocarpus Bataua Mart. (Bacaba), encontrada na Estação
Ecológica do Cuniã, Porto Velho, Rondônia. (foto. Pansini S.)
Figura 09- Densidade relativa de espécies de palmeiras ao longo do gradiente de
espessura de Serrapilheira em 30 parcelas do Interflúvio Madeira-Purus, Amazônia
central, Brasil
Figura 10- Densidade relativa de espécies de palmeiras ao longo do gradiente de
espessura de Serrapilheira no Interflúvio Madeira-Purus, Amazônia central, Brasil. (a)
ordenação para espécies de dossel, (b) ordenação para espécies de sub-bosque 65
Figura 11 - Ordenação da assembléia de palmeiras (representada por dois eixos de
ordenação NMDS). O tamanho dos pontos é proporcional em, (A) espessura média de
Serrapilheira por parcela dados qualitativos (presença/ausência). (B) espessura média de
Serranilheira por parcela, dados quantitativos (densidade)

Figura 12 - Ordenação das espécies do Dossel (representada por dois eixos de	•
ordenação NMDS). O tamanho dos pontos é proporcional em, (A) espessura média de	•
Serrapilheira por parcela dados qualitativos (presença/ausência). (B) espessura média de	•
Serrapilheira por parcela, dados quantitativos (densidade)	3
Figura 13 - Ordenação das espécies do Sub-bosque (representada por dois eixos de	•
ordenação NMDS). O tamanho dos pontos é proporcional em, (A) espessura média de)
Serrapilheira por parcela, dados qualitativos (presença/ausência). (B) espessura média	ì
de Serrapilheira por parcela, dados quantitativos (densidade))
Figura 14 - Diagrama de NMDS da assembléia de palmeiras na Estação Ecológica do)
Cuniã, Porto Velho, Rondônia	2
Figura 15 – Análise de componentes principais (ACP) mostrando relação entre variáveis	3
granulométricas (silte, areia e argila), altitude, cátions trocáveis e serrapilheira para a	ı
assembléia de palmeiras no interflúvio Madeira-Purus, Estação ecológica do Cuniã,	,
Porto Velho, Rondônia	ļ
Figura 16 - Ordenação composição quantitativa da assembléia da palmeiras	S
(representada por dois eixos de ordenação NMDS). O tamanho dos pontos é	5
proporcional em,) Teor de Areia por parcela, dados qualitativos (presença/ausência). (B))
teor médio de Areia por parcela, dados quantitativos (densidade)	7
Figura 17 - Ordenação das espécies do Dossel (representada por dois eixos de	•
ordenação NMDS). O tamanho dos pontos é proporcional em, (A) Teor de Areia por	r
parcela, com dados qualitativos (presença/ausência). (B) teor médio de Areia por	r
parcela, dados quantitativos (densidade)	3
Figura 18 - Ordenação das espécies do Sub-bosque (representada por dois eixos de	•
ordenação NMDS). O tamanho dos pontos é proporcional em, (A) Teor de Areia por	r
parcela, com dados qualitativos (presença/ausência). (B) teor médio de Areia por	r
parcela, dados quantitativos (densidade))
Figura 19 - Ordenação da assembléia de palmeiras (representada por dois eixos de	•
ordenação NMDS). O tamanho dos pontos é proporcional em, (A) Teor médio de Silte	•
por parcela, com dados qualitativos (presença/ausência). (B) teor médio de Sile por	r
parcela, dados quantitativos (densidade))
Figura 20 - Ordenação das espécies do Dossel (representada por dois eixos de	•
ordenação NMDS). O tamanho dos pontos é proporcional em, (A) Teor de Silte por	r

parcela, com dados qualitativos (presença/ausência). (B) teor médio de Silte por parcela,
dados quantitativos (densidade)
Figura 21 - Ordenação das espécies do Sub-bosque (representada por dois eixos de
ordenação NMDS). O tamanho dos pontos é proporcional em, (A) Teor médio de Silte
por parcela, com dados qualitativos (presença/ausência). (B) teor médio de Silte por
parcela, dados quantitativos (densidade)
Figura 22 - Ordenação da assembléia de palmeiras (representada por dois eixos de
ordenação NMDS). O tamanho dos pontos é proporcional em, (A) Teor médio de Argila
por parcela, com dados de presença/ausência. (B) teor médio de Argila por parcela,
dados quantitativos (densidade)
Figura 23 - Ordenação das 30 parcelas quanto à composição quantitativa de espécies do
Dossel (representada por dois eixos de ordenação NMDS). O tamanho dos pontos é
proporcional em, (A) Teor médio de Argila em cada parcela, com dados de
presença/ausência. (B) ao teor médio de Argila em cada parcela, dados de densidade. 84
Figura 24 - Ordenação das 30 parcelas quanto à composição quantitativa de espécies do
Sub-bosque (representada por dois eixos de ordenação NMDS). O tamanho dos pontos $\acute{\text{e}}$
proporcional em, (A) Teor médio de Argila em cada parcela, com dados de
presença/ausência. (B) ao teor médio de Argila em cada parcela, dados de densidade. 85
Figura 25 - Resultado da Análise de Correlação Canônica, para dados ambientais e de
densidade da assembléia de palmeiras na Estação Ecológica do Cuniã, Porto Velho,
Rondônia
Figura 26 - Resultados da CCA para a assembléia de palmeiras de palmeiras no
interflúvio Madeira-Purus, Estação ecológica do Cuniã, Porto Velho, Rondônia. A)
Espécies de Sub-bosque e em B) espécies de Dossel

LISTA DE TABELA

Tabela.1. Resultados das análises química e física do solo
Tabela. 2. Espécies encontrada em 30 parcelas na Estação Ecológica do Cuniã, Porto
Velho-RO
Tabela. 3. Resultados da Análise de componentes principais (ACP) com os autovalores
e variância explicadas para os 3 primeiros eixos
Tabela. 4. Médias e desvio padrão das variáveis ambientais medidas nas 30 parcelas da
Estação Ecológica do Cuniã, Amazônia Central. (amplitude de variação entre
parênteses). Para espessura de serrapilheira pontual foram usados todos os valores de
espessura de serrapilheira medidos, independentemente da parcela, e para espessura
média foram consideradas as médias das 30 parcelas
Tabela .5. Resultado da Análise de correspondência Canônica (ACC), aplicado 30
parcelas permanentes usando dados de densidade das espécies por parcela e as variáveis
ambientais de granulometria e nutrientes do solo

LISTA DE SIGLAS

PPBIOPrograma de Pesquisa em Biodiversidade
NMDSAnálise de escalonamento Multidimensional não métrico.
ACPAnálise de Componentes Principais
ACCAnálise de Correlação Canônica
ESECEstação Ecológica
GICJGestão Integrada Cuniã-Jacundá
DAPDiâmetro a Altura do Peito
CTCCapacidade de Troca Catiônica
RAPELDPesquisas ecológicas de longa duração com uso de
inventários rápidos para avaliação da complementariedade biótica e uso da terra na
Amazônia.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	. 15
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	. 18
3.	OBJETIVOS	. 25
3.1-	OBJETIVO GERAL	. 25
3.2-	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	. 25
4.	MATERIAL E MÉTODOS	. 26
4.1-	Área de Estudo	. 26
4.2.	DELINEAMENTO AMOSTRAL- INVENTÁRIO FLORÍSTICO/ESTRUTURAL	. 27
4.3.	COLETAS DE DADOS AMBIENTAIS SOLO	. 30
4.4.	METODOLOGIAS PARA PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DE SOLO: ANÁLISE	
GRA	NULOMÉTRICA (SILTE, AREIA E ARGILA), PH, MG, AL, P, K, S, NA, FE, ZN, MN, CU	, N.
	31	
	4.4.1. Análise Granulométrica	. 31
	4.4.3. Extração Com Solução De Kcl 1n: Cálcio, Magnésio e Alumínio	
	Trocável	. 36
	4.4.4. Determinação De Alumínio Trocável (Al ³⁺)	. 39
	4.4.5. Determinação De Acidez Efetiva (Al $^{3+}$ + H^{+})	41
	4.4.6. Extração Com Solução Mehlich 1: Fósforo, Potássio, Sódio e	
	micronutrientes: Ferro, Zinco, Manganês e Cobre	42
	4.4.7. Determinação de Nitrogênio Total - Método Kjeldahl Digestão	
	Sulfúrica - Método da Destilação	. 48
4.5.	COLETA DE DADOS AMBIENTAIS - SERRAPILHEIRA	. 54
4.6.	Análise dos Dados	. 54
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	. 57
5.1.	Abundância e Composição Florística	. 57
5.2.	RELAÇÃO ENTRE A DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES E RESPOSTAS AC)
GR	ADIENTE DE ESPESSURA DA SERRAPILHEIRA	. 63
5 3	RELAÇÕES ENTRE AMBIENTE E COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA	. 71

5.4.	RELAÇÕES ENTRE AMBIENTE E COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA – TEXTURA DO SOLO 75		
5.5.	RELAÇÃO GRADIENTES AMBIENTAIS ATRAVÉS DA ANÁLISE DE CORRELAÇÃO		
CANĈ	NICA-ACC.		
6.	CONCLUSÕES		
REFERÊNCIAS93			
APÊ	NDICE 109		
1- Es	PÉCIES DE PALMEIRAS (ARECACEAE) ENCONTRADAS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DO		
CUNL	ã, Porto Velho, Rondônia110		

1. INTRODUÇÃO

As florestas tropicais abrigam a maior parte da diversidade biológica do planeta, e neste contexto a região Amazônica se destaca por concentrar 60% destas áreas. A biodiversidade destes locais é resultado da heterogeneidade ambiental determinando variações na sua composição, estrutura e nos padrões distributivos das espécies.

A região do Interflúvio Madeira-Purus reúne variações e gradientes ambientais que a distinguem das demais áreas da Amazônia central. Em particular, o regime pluviométrico e o relevo da região, pouco variável, com mudanças de altitude muito sutis ao longo do interflúvio.

Na região de Manaus, onde os estudos na Amazônia brasileira se concentram, essas áreas são reconhecidas como ambientes hidrológicamente definidos (ver Ribeiro *et al.* 1999). O relevo caracteriza-se pela presença de vales dissecados originários do terciário (Bravard & Righi 1989) com terrenos aplainados (platôs), colinas de topos arredondados e vales amplos (baixios) circundados por vertentes íngremes, retas e convexas, de dezenas de metros de extensão.

Estes padrões de compartimentações geomorfológicos (platôs, vertentes e baixios) determinam topossequências com características de solo muito bem definidas, com domínio de textura argilosa nas áreas de platôs e textura fortemente arenosa nas áreas de baixio. Nesse caso, relações indiretas entre hidrologia e vegetação permitem prever a estrutura espacial e composição da vegetação em diversas escalas.

As planícies amazônicas são regiões pouco conhecidas e relativamente bem preservadas (Souza, 2007). Contudo, o recente processo de repavimentação tem propiciado um aumento das demandas para a região em diferentes níveis e intensidade. O acelerado processo de mudança do uso da terra, têm resultado na substituição da vegetação natural por áreas de cultivo agrícola e pecuária acarretando uma rápida perda da biodiversidade.

Este processo tem sido mais intenso nas áreas ao longo da Rodovia Manaus-Porto Velho (BR 319) que é o único acesso às florestas de terra-firme na região.

A intensificação do processo de ocupação de novas fronteiras para a região do interflúvio reforçam a necessidade de pesquisas que permitam um conhecimento mais acurado de seus recursos naturais, objetivando de tal forma subsídios para o uso e

manejo, sem, contudo atender e propor ações mitigadoras que diminuam o impacto no processo de reabertura da rodovia.

Neste contexto, as espécies de palmeiras podem propiciar importante alternativa economicamente viável para o desenvolvimento sustentável para a região. Muitos frutos e óleos das espécies de palmeiras poderiam gerar produtos, como alimentos, fibras para artesanato, palhas para construção civil e biocombustíveis (Kahn & de Granville, 1992).

Um dos grandes desafios para o planejamento do uso destes recursos não madeireiros esta na correta localização espacial e quantidade por hectare disponível das espécies de palmeiras a serem exploradas racionalmente. Muito embora, pouquíssimas informações estão disponíveis sobre os padrões de distribuição e abundância em florestas densas e abertas, esse conhecimento e fundamental para a estimativa de disponibilidade de diferentes recursos florestais (Vormisto, 2002).

A construção e a repavimentação de rodovias e estradas na Amazônia têm propiciado intenso debate nos últimos anos. A questão principal esta centrada na sua importância para o desenvolvimento econômico regional (Perz *et al.*, 2007), por outro lado, estão entre os principais fatores indutores do desmatamento e da degradação ambiental (p. ex., Pfaff, 1999; Kaimovitz & Angelsen, 1998; Alves, 2002; Soares-Filho *et al.*, 2006).

Ainda é importante destacar um mosaico diversificado de tipologias florestais que constitui a paisagem da região, constituído por florestas densas e abertas com diferentes tipos de dominância, campinas, campinaras e cerrados (Bispo *et. al.*, 2009).

Os processos determinantes na construção dos empreendimentos e as interrelações entre os atores agravam a complexidade da região, e tornam menos eficazes as políticas públicas imediatistas ou que enfoquem apenas questões específicas, sejam elas de caráter conservacionista ou desenvolvimentista.

Uma abordagem integrada que procure enfocar os principais agentes e processos na cadeia produtiva seria possível para minorar os efeitos de desmatamento e nortear o desenvolvimento sustentável da região.

O presente trabalho se propõe, portanto a responder algumas questões referentes aos padrões de distribuição de espécies de palmeiras em um trecho do interflúvio Madeira-Purus como: (1) Quais são os efeitos edáficos e da interface serrapilheira-solo na composição das assembléias de palmeiras em meso-escala em uma floresta de terrafirme na planície do interflúvio Madeira-Purus? (2) As espécies de palmeiras possuem

distribuição restrita ao longo dos gradientes ambientais? (3) A resposta ao fator ambiental mais importante pode ser associada ao porte das espécies? (4) Os efeitos relativos dos fatores ambientais sobre a comunidade são diferentes se considerados a distribuição das espécies de sub-bosque e dossel?

A resposta a estas questões pode ampliar o conhecimento da distribuição do grupo de palmeiras na região do Interflúvio Madeira-Purus. Auxiliar na condução de futuros planos de preservação em áreas de conservação e subsidiar políticas públicas do Estado de Rondônia, no que se refere a tomada de decisões visando à recuperação dessas importantes áreas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A heterogeneidade ambiental é um fator determinante na estrutura das comunidades biológicas acarretando variações que atuam na estrutura e dinâmica das florestas tropicais.

Estudos sugerem a existência de grupos de plantas indicadoras de padrões distributivos por meio de abordagens realizadas em meso-escalas (Carvalho, 2006; Zuquin, 2006; Costa, 2008). Em especial grupos do estrato herbáceo, como Pteridófitas, Marantaceaes e Araceaes que funcionam como filtros ecológicos atuando nas condições ambientais no processo de germinação e estabelecimento de plântulas influenciando na composição e estrutura do dossel (George & Bazzaz 1999; Harms *et al.*, 2004).

Por outro lado, apesar dos estudos recentes (ex. Zuquin, 2006; Costa, 2008) a maior parte dos grupos de plantas estudados na Amazônia central ainda carecem de maiores informações e abordagens complementares e integradoras.

Este quadro se reflete principalmente nas áreas das planícies amazônicas que constituem cerca de 11% do total da bacia amazônica (Brasil, 1978). Grande parte desta região é ocupada pelos interflúvios dos rios Juruá-Madeira-Purus onde existem poucos estudos e muitas áreas são praticamente desconhecidas.

Atualmente, o interesse em documentar e compreender a estrutura espacial e a composição de espécies de plantas nas áreas de terras baixas da Amazônia tem aumentado consideravelmente (Tuomisto *et al.*, 2003).

É importante destacar que nestas planícies, processos e gradientes hidrológicos regionalizados influenciam em grande parte a composição, estrutura, dinâmica e os padrões distributivos das espécies (Bernardes, 2007; Sousa, 2007; Bispo *et al.*, 2009). Muito embora, os processos básicos sejam comuns a todos os ecossistemas, variáveis geomorfométricas locais e gradientes ambientais determinam em grande parte suas relações com a vegetação (Bispo *et al.*, 2009).

Na Amazônia central a heterogeneidade das condições do solo está ligada a topografia exercendo forte influencia sobre a composição, estrutura e nos padrões de diversidade das florestas (Bernardes, 2007; Costa *et al.*, 2008; Zuquin, 2006).

Estudos têm demonstrado que variáveis topográficas estão correlacionadas positivamente com a textura do solo (Bernardes, 2007; Sousa, 2007; Bispo *et al.*, 2009;

Costa *et al.*, 2008) e atuam como as principais causas nos padrões distributivos das espécies vegetais, tanto em escala local bem como na escala regional.

As assembléias de palmeiras nestes ambientes hidrologicamente definidos (sensu Ribeiro *et al.*, 1999) seguem toposequências caracterizadas pelas condições hidromórficas do solo (Bispo *et al.*, 2009). Essas compartimentações geomorfológicas (platô, vertente e baixio) caracterizam toposequências onde gradientes texturais se destacam de acordo com as características do solo. Nas áreas de platô dominam as texturas argilosas, e nos baixios textura arenosas congruentes com igarapés.

Essas características permitem abordagens indiretas na relação entre gradientes hidrológicos. Por outro lado, gradientes de inundação e sedimentação localizados em florestas inundadas (várzeas) indicam que a topografia pode definir a riqueza e distribuição de espécies vegetais.

Portanto, estes estudos indicam que a densidade de palmeiras tende a variar de acordo com as condições de drenagem (Peres, 1994), além de acumularem biomassa de forma diferenciada num mesmo tipo de vegetação (Castilho *et al.*, 1996) indicando que as estimativas das variações espaciais na biomassa florestal são importante componente para o manejo destas áreas.

É importante salientar que as planícies amazônicas possuem gradientes hidrológicos e edáficos que diferem daqueles descritos para a Amazônia central. Dentre algumas características ambientais importantes que devem ser salientadas para a região destaca-se um interessante gradiente climático entre Manaus e Porto Velho. A duração da estação de menor pluviosidade varia de 1 a 5 meses ao longo do ano, apresentando precipitações em torno de 100mm. O regime hidrológico é dependente da precipitação local, com corpos d'água sazonais e lençol freático superficial.

O padrão de precipitação e ausência de toposequências definidas confere ao longo do interflúvio muitos canais de escoamento da água e poças temporárias formadas pela ação de chuvas locais.

Estas características ecológicas determinam para a região gradientes hidrológicos e edáficos peculiares a serem estudados. Diversos autores (Zalewski *et al.*, 1997; Costa *et al.*, 1997) têm destacado que relações hídricas indiretas nem sempre permitem entendimento integrado na relação solo-hidrologia-vegetação, sobretudo a influência de escalas mais finas que atuam nos padrões de diversos grupos de plantas

onde predominam micro-relevos onde a altitude varia muito pouco (Silvertwon *et al.*, 1999) necessitam de maiores investigações.

Neste sentido estudos têm sido realizados com enfoque na investigação das relações entre gradientes ambientais como, solo, topografia e a distribuição de grupos de espécies ao longo do Interflúvio (Carvalho, 2006; Sousa, 2007; Raupp, 2010). Os resultados mostram que existe relação entre os gradientes e a distribuição das espécies.

Os efeitos dos fatores ambientais influenciam na composição, estrutura e dinâmica das formações florestais amazônicas tem sido foco de diferentes trabalhos realizados nos últimos anos (Gentry, 1988; Vormisto *et al.*, 2000; Tuomisto *et al.*, 2003, Silva *et al.*, 2007; Machado *et al.*, 2009; Botrel *et al.*, 2002, Raupp, 2010). No entanto, ainda, são necessários estudos mais detalhados que visam interpretações robustas sobre o comportamento e distribuição das espécies.

Na Amazônia central, a substituição de espécies tem sido relacionada a gradientes de solo e topografia (Kinupp & Magnusson, 2005; Costa *et al.*, 2005; Costa, 2006). No entanto a região do interflúvio Madeira-Purus é composta por planícies levemente onduladas com pouca variação topográfica.

Apesar da importância, estudos têm mostrado que os fatores edáficos e topográficos explicam somente uma pequena porção da variação florística e, mesmo quando considerado o efeito da distância geográfica, grande parte da variação na estrutura da comunidade carece de maiores investigações (Duivenvoorten *et al.*, 2002; Normand *et al.*, 2006; Tuomisto *et al.*, 2003; Vormisto *et al.*, 2004). Sendo assim, é possível que outros fatores importantes na determinação da estrutura das comunidades ainda não tenham sido considerados.

Segundo Rodrigues (1992) os fatores ambientais a serem diretamente considerados na investigação da distribuição de espécies em regiões tropicais, envolve as variações topográficas e edáficas, acrescido do regime sazonal, resultando na influência de textura e umidade do solo, a disponibilidade de água e deposição de serrapilheira. A importância destas variáveis tem sido registrada em diversas áreas da região amazônica (Rodrigues, 1992; Mazer, 1996; Oliveira Filho *et al.*, 1997).

A heterogeneidade das florestas tropicais produzida pela variação em seus vários componentes de estrutura é crucial para manter a alta diversidade de espécies, por proporcionar uma grande variedade de nichos ecológicos que produzem uma infinidade de gradientes ambientais e ecológicos (Grubb 1977; Ricklefs, 1976; Svenning 2001).

Entre os componentes da estrutura que têm sido considerados em recentes estudos pelo efeito na heterogeneidade espacial de florestas em escala local, está o acúmulo e deposição de serrapilheira (Molofosky & Augspurger, 1992; Cintra, 1997; Cintra *et al.*, 2005).

A serrapilheira possui papel fundamental na ciclagem de nutrientes, sendo constituída por materiais vegetais recém depositados na superfície do solo, como: folhas, troncos, cascas, gravetos, flores ou inflorescências, frutos, sementes, restos de animais (Cianciaruso *et al.*, 2006). Sob diferentes estágios de decomposição, representa uma forma de entrada e posterior incremento da matéria orgânica do solo, contribuindo significativamente para a manutenção do sistema, além de criar micro-climas criando condições favoráveis ou limitantes ao desenvolvimento das espécies.

Além de estar diretamente relacionado com a disponibilidade de matéria orgânica para as plantas, uma vez que grande parte da matéria orgânica disponível vem da deposição e rápida liberação dos elementos minerais mediante a decomposição da serrapilheira e reabsorção através da rede de raízes superficiais (Stark, 1971; Stark & Jordan, 1978).

A quantidade de serrapilheira no solo pode estar relacionada com a taxa de germinação de algumas espécies. Segundo Koebernick (1971), entre os muitos fatores que podem afetar a germinação de sementes de palmeiras estão: temperatura, tipo de substrato, umidade e aeração do solo. Estes por sua vez podem ser alterados pela quantidade de serrapilheira, uma vez que a camada de restos orgânicos no solo é capaz de criar micro-climas com temperatura e luminosidades variados além de atuar na retenção da umidade de solo de acordo com a profundidade da camada de folhas.

A quantidade de serrapilheira no solo e a disponibilidade de matéria orgânica para a vegetação estão intimamente ligadas uma vez que a segunda é resultado da decomposição da primeira. No entanto a quantidade de nutrientes depende também da velocidade em que ocorrem os processos de decomposição e biodisponibilização dos materiais ao solo e da capacidade das plantas de absorvê-los.

Estudos (Vitousek & Reiners, 1975; Cuevas & Klinge, 1986; Vitousek & Stanford 1986; Grubb, 1989) sugerem que os ciclos de nutrientes em florestas tropicais variam com o tipo de solo, clima e localização geográfica. A manutenção desses ciclos "abertos" ou "fechados" de cátions básicos depende da mineralogia do material de origem, da intensidade do intemperismo das admissões atmosféricas (Cunha, *et al.*,

1999). Como princípio geral, as florestas com solos muito pobres apresentam pouca fuga de cátions de base (Medina & Cuevas, 1989), ao passo que os solos férteis apresentam perdas maiores.

Devido às baixas taxas de nutrientes, mas o eficiente processo de ciclagem as árvores amazônicas desenvolveram raízes superficiais que permitem uma melhor absorção dos nutrientes que estão na parte superficial do solo (Cuevas & Klinge, 1986; Vitousek & Stanford 1986; Grubb, 1989). Essas estruturas são usadas também para ajudar na captação e armazenamento da água, aumentar a superfície de trocas gasosas, e alimentação (Cuevas & Klinge, 1986; Vitousek & Stanford 1986).

Portanto, a quantidade de serrapilheira pode não afetar diretamente a ocorrência das espécies, mas altera condições ambientais e com isso pode influenciar a interação entre populações com diferentes sensitividades à sua acumulação, afetando a estrutura da comunidade (Costa, 2007). Estudos mostram que a serrapilheira apresenta efeito geralmente negativo sobre a vegetação, porém a magnitude do efeito varia com a quantidade de serrapilheira e a espécie estudada, entre outros fatores (Facelli & Pickett, 1991; Xiong & Nilsson, 1999).

Além da serrapilheira, outro fator que está relacionado à distribuição das espécies vegetais na floresta e tem afinidade com da dinâmica de disponibilização e retenção de nutrientes e textura do solo (Facelli & Pickett, 1991). A variabilidade das condições do solo na Amazônia é frequentemente ligada à topografia e exerce uma notável influência sobre a composição, a estrutura e os padrões de diversidade da floresta (Lescure & Boulet, 1985; Pelissier *et al.*, 2001).

A topografia da Amazônia Central é fortemente correlacionada com a textura do solo (Chaveul, *et al.*, 1987), e estes fatores são os maiores condicionantes da distribuição de espécies vegetais e da estrutura de suas comunidades, em escalas local e regional (Sollins, 1988; Lieberman *et al.*, 1985; Kubota *et al.*, 2004). A comunidade de palmeiras, por exemplo, se distribui em três zonas de acordo com as condições hidromórficas do solo: solos bem drenados (platô, topo, vertente), solos pobremente drenados (zona de transição) e solos sazonalmente inundados (igarapés).

Desse modo, foi verificado que a distribuição de diferentes espécies de palmeiras está fortemente relacionada ao tipo de solo, cuja distribuição depende da situação topográfica local (Kahn & Castro, 1985), o condicionamento não se restringe à distribuição de tipos vegetacionais, cerca de 30% das variações espaciais nas

estimativas de biomassa de árvores estão relacionadas às características do solo e à topografia (Laurence *et al.*, 1999; Castilho *et al.*, 2006). Adicionalmente, nas florestas de várzea a topografia pode definir a riqueza e distribuição de espécies vegetais ao longo do gradiente de inundação e sedimentação (Wittman *et al.*, 2004).

Diante da reconhecida riqueza e diversidade das florestas Amazônicas as palmeiras se destacam pela sua amplitude e presença em diversas tipologias florestais sendo, portanto, um grupo chave para estudos de composição e dinâmica das florestas da região principalmente nas áreas de interflúvio. Ainda, em determinadas áreas são predominantes e/ou monodominantes (Veloso, 1991).

A região Amazônica abriga aproximadamente 50% dos gêneros e 30% das espécies de palmeiras Neotropicais (Henderson *et al.*, 1995). Em termos de distribuição da vegetação as chamadas florestas dominadas por palmeiras (Veloso, 1991) cobrem cerca de 20% da área de floresta da Amazônia Brasileira (IBGE, 1997).

Florestas tropicais apresentam uma variação vertical ao longo dos estratos vegetais, sendo que as palmeiras podem ser encontradas tanto no dossel (com mais de 8 metros de altura), como no sub-bosque (espécies acaules e de menor porte), (Costa *et al.*, 2008; Raupp, 2010). Estes estratos florestais possuem diferenças em composição de espécies, relações competitivas, restrições ambientais, perturbações antrópicas ou naturais (Souza & Souza, 2004) que criam condições diferenciadas contribuindo para a variabilidade das espécies. Os diversos gradientes ambientais como solo topografia e serrapilheira também atuam de forma específica nos diferentes estratos da floresta.

A investigação da relação do porte das espécies de palmeiras com gradientes de espessura de serrapilheira (Svenning, 2001; Cintra *et al.*, 2005; Sousa, 2007), condições edáficas (Vormisto *et al.*, 2000; Vormisto *et al.*, 2004) e topografia (Svenning, 1999; Kahn, 1987; Vormisto *et al.*, 2000; Vormisto *et al.*, 2004), tem sido amplamente documentada na literatura.

Trabalhos realizados em diferentes comunidades de palmeiras evidenciam que a resposta destes gradientes edáficos e topográficos esteja associada ao porte da planta (Svenning, 1999; Ruokolainen & Vormisto, 2000; Vormisto *et al.*, 2000). Diferenças entre os organismos afetam a escala relativa de investigação, porque variações que são relevantes para espécies de sub-bosque podem não ser essenciais para espécies de dossel (Wiens, 1989). Assim mesmo dentro da comunidade as espécies podem responder de maneira diferenciada quanto a um mesmo gradiente.

Sousa (2007) encontrou correlação positiva entre o porte das espécies de palmeiras e a espessura da serrapilheira no baixo interflúvio Madeira-Purus. No entanto ainda é incerto se a serrapilheira tem relação direta com a distribuição das espécies de palmeiras ou se este fator pode estar associado a outros gradientes como textura do solo.

Assim entender os padrões de distribuição e comportamentos das espécies de palmeiras da Amazônia é fundamental tendo em vista a importância do grupo dentro das formações vegetais da região do Interflúvio Madeira-Purus.

A expressiva diversidade, o grande valor ecológico, além da relevância do ponto de vista econômico e social, as palmeiras tem atraído a atenção sobre diversos aspectos da sua distribuição e valoração ecológica e serviços ambientais (sensu Svening, 2001) uma vez que suas espécies são amplamente usadas na alimentação, confecção de artesanatos ou como recursos para construção de moradias, principalmente por comunidades tradicionais da Amazônia

3. OBJETIVOS

3.1- OBJETIVO GERAL

Investigar os efeitos das variáveis ambientais sobre as assembléias de palmeiras na Estação Ecológica do Cuniã - Interflúvio Madeira-Purus .

3.2- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar os efeitos edáficos e da espessura de serrapilheira sobre a composição das assembléias de palmeiras em meso-escala em uma floresta de terra-firme na planície do interflúvio Madeira-Purus.
- Verificar as espécies de palmeiras que possuem distribuição restrita ao longo dos gradientes ambientais e se a resposta ao fator ambiental mais importante pode ser associada ao porte das espécies.
- Verificar os efeitos relativos dos fatores ambientais sobre a comunidade são diferentes se considerados a distribuição das espécies de sub-bosque e dossel.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1- ÁREA DE ESTUDO

Este estudo foi conduzido na Estação Ecológica do Cuniã – ESEC Cuniã (figura 1), que é uma unidade de conservação de proteção integral, na qual é admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, através de pesquisa científica e visitação para fins educativos.

A ESEC Cuniã, criada pelo Decreto Federal de 27 de setembro de 2001, está localizada ao norte do Estado de Rondônia, no município de Porto Velho. A sua área total é de 125.849,23 hectares, divididos em duas áreas distintas, adjacentes à Resex Cuniã.

O acesso ao lado leste é realizado por via fluvial através do Rio Madeira, sentido Porto Velho - Manaus, até o Distrito de Nazaré. Já, o acesso ao lado oeste da unidade ocorre pela BR-319, sentido Porto Velho - Humaitá-AM, possibilitando o deslocamento à área de terra firme (http://ppbio.inpa.gov.br/Port/inventarios/cunia/).

O acesso pela via fluvial permite integração às comunidades ribeirinhas Pau D´Arco e Belém. A utilização do rio Madeira para deslocamento favorece acesso aos lagos e igarapés da unidade, em especial ao igarapé Aponiã, igarapé Capitari e o Lagos Peixe boi, Barraquinha e Pau D´Arco (http://ppbio.inpa.gov.br/Port/inventarios/cunia/).

A ESEC Cuniã, juntamente com a Reserva Extrativista do Lago do Cuniã e a Floresta Nacional de Jacundá fazem parte da Gestão Integrada Cuniã-Jacundá (GICJ).

A geomorfologia da região é caracterizada pela presença de grandes interflúvios tabulares com topografia plana e altitudes variando entre 60 e 90 metros, possui uma extensa rede de igarapés que cortam a reserva (http://ppbio.inpa.gov.br/Port/inventarios/cunia/).

A vegetação caracteriza-se por área de transição entre as florestas densas, abertas e áreas de campinaranas. O termo Campinarana geralmente é usado para vegetação que se desenvolve sobre solos arenosos extremamente pobres (oligotróficos), na maioria dos casos hidromórficos, e ricos em ácido húmico. No entanto o termo engloba um complexo mosaico de formações não florestais, porém não savânicas, com ocorrência esporádica, mas freqüente em toda a região Amazônica (Pires, 1974; Pires &

Prance, 1985; Richards, 1996). As áreas de Campinarana geralmente apresentam subbosque com árvores pequenas e finas e com escassez de espécies arbóreas o que contrasta com a maioria das florestas Amazônicas. Este tipo de vegetação exibe uma tendência pronunciada de dominância por uma ou poucas espécies (Anderson, 1981).

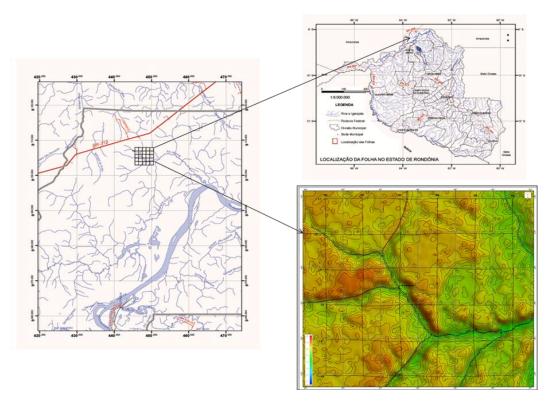


Figura 01- Estação Ecológica do Cuniã - ESEC Cuniã - localizada na BR 319 no sentido Porto Velho - Humaitá. Em destaque a Grade Padrão do Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio) instalada em um trecho da Estação Ecológica no município de Porto Velho, Rondônia, Brasil.

4.2. DELINEAMENTO AMOSTRAL- INVENTÁRIO FLORÍSTICO/ESTRUTURAL.

O delineamento amostral seguiu as recomendações do Programa de Pesquisa em Biodiversidade – PPBIO que tem estabelecido inventários e coletas padronizadas seguindo o método RAPELD (Magnusson *et al.* 2005).

As principais características do método consistem na amostragem utilizando grade padrão em área de 25 km² onde foram instaladas 12 trilhas de 5 km de comprimento, seis (6) no sentido norte-sul e seis (6) no sentido leste-oeste (figura 2),

adjacente as trilhas foram instaladas 30 parcelas permanentes de 250 m com largura variável, orientadas no sentido norte-sul (Magnusson *et al.* 2005).

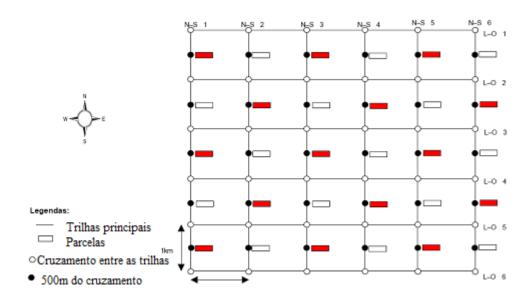


Figura 02- Modelo de grade padrão para inventários bióticos e abióticos proposto pelo Programa de Pesquisa em Biodiversidade - PPBio instalada na Estação Ecológica do Cuniã localizada na BR 319 no sentido Porto Velho – Humaitá, Rondônia, Brasil.(Adaptado de: Magnusson & Martins, 2005).

Os protocolos de amostragem padronizados e integrados espacialmente, usando infraestrutura modular de trilhas e parcelas permitem amostragem não tendenciosa da distribuição, abundância, biomassa e biogeografia das espécies (Magnusson *et al.* 2005).

As parcelas do PPBio não são quadradas ou retangulares como recomendado em inventários florestais tradicionais, ao contrário, elas levam em consideração o fato de que o relevo é determinante na composição da vegetação, portanto, seguem curvas de nível, onde a altitude é mantida constante ao longo da parcela, conforme esta segue a curva de nível (Magnusson & Martins, 2005).

As parcelas são longas (250 m) e estreitas (a largura varia de acordo com o grupo a ser amostrado), de modo que a variação interna de altitude é minimizada. Como o solo, o nível de inundação e outras variáveis importantes covariam com a altitude, a variação interna nestes fatores também é minimizada com este desenho proposto pelo PPBio.

Este delineamento amostral adotado permite ainda, integrar dados obtidos com outras áreas de estudos já estabelecidas pelo PPBio (http://ppbio.inpa.gov.br) a fim de relacionar a estrutura da vegetação.

Com especial referencia ao estudo centrado nas assembléias de palmeiras, a amostragem foi realizada em duas faixas. A primeira faixa de 1,50 m por 250 m, com a amostragem de todos os indivíduos com altura igual ou maior a 1 m, ou DAP igual ou maior a 1 cm. Nas espécies acaules foi anotado o número de folhas de cada planta. Para altura foi medido o tamanho da maior folha. Na segunda faixa de 10,50 m por 250 m, foram amostradas as plantas com DAP igual ou superior a 10 cm. O esquema de amostragem do levantamento florístico das palmeiras pode ser observado na figura 03.

Para cada parcela foi criado número de morfotipos e realizada coleta de material para posterior confirmação de identificação das espécies, além da coleta fez-se registro fotográfico de cada amostra para facilitar a identificação.

A identificação das espécies foi feita a partir da consulta de literaturas especializadas e por meio de chaves de identificação. A identificação foi feita até o menor nível taxonômico possível. As espécies que não puderam ser identificadas serão posteriormente enviadas para especialista.

O material botânico coletado foi herborizado e depositado no herbário da Universidade Federal de Rondônia. Todas as plantas amostradas foram plaqueadas.

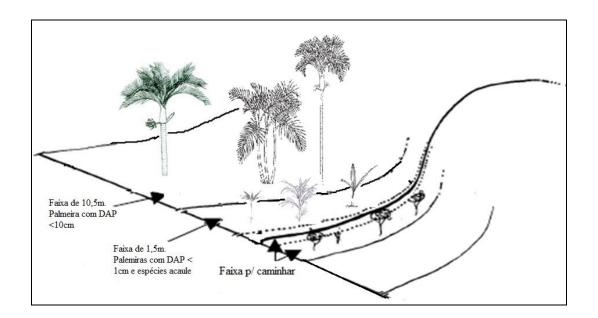


Figura 03- Faixas de amostragem usadas para o levantamento florístico em 30 parcelas na ESEC Cuniã, Porto Velho, Rondônia.

4.3. COLETAS DE DADOS AMBIENTAIS SOLO

As amostras de solo foram coletadas na profundidade de 0-10 cm, em intervalos de 50 m ao longo dos 250m da linha central de cada parcela. Cada amostra foi coletada com o auxílio de uma pá de aço inoxidável, depois de removida a camada de serrapilheira e homogeneizada formando uma amostra composta contendo aproximadamente 500 gramas e acondicionadas em um único saco plástico.

As análises foram conduzidas no Laboratório Temático de Solos e Plantas do INPA. O solo foi seco em estufa, depois destorroado e peneirado em malha de 2 mm. As amostras foram submetidas a análises físicas de granulometria (porcentagem de silte, areia grossa, areia fina e argila) e químicas de pH e dos macronutrientes (C,N, P, bases trocáveis de K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺) e micronutrientes (Fe, Zn e Mn) essenciais. A leitura do pH foi realizada em água. Para a determinação do cálcio (Ca) e magnésio (Mg) foi utilizada a solução extratora de KCl mol.L⁻¹, e para a análise do fósforo, potássio e micronutrientes utilizou-se a solução de duplo ácido (Mehlich 1). A determinação do carbono orgânico foi realizada pelo método Walkley & Black, e o nitrogênio total pelo método Kjeldahl. Todos os métodos utilizados foram seguidos de acordo com o manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes da EMBRAPA (1999) e estão descritos no apêndice 01.

Bases trocáveis ou capacidade de troca de cátions (CTC) é a capacidade que tem um so lo de reter ou liberar nutrientes para serem absorvidos e aproveitados pelas plantas. A quantidade de cátions (alumínio, hidrogênio, cálcio, magnésio e potássio) que o solo é capaz de reter é muito variável. Trata-se propriamente de um fenômeno de retenção de íons e moléculas da solução do solo armazenados na superfície das partículas sólidas e ocasionalmente podem passar para a solução do solo.e dai são absorvidos pelas plantas (EMBRAPA 1997).

4.4. METODOLOGIAS PARA PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DE SOLO: ANÁLISE GRANULOMÉTRICA (SILTE, AREIA E ARGILA), pH, Mg, Al, P, K, S, Na, Fe, Zn, Mn, Cu, N.

4.4.1. Análise Granulométrica

Dispersão Total

Princípio: Baseia-se na velocidade de queda das partículas que compõem o solo. Fixa-se o tempo para o deslocamento vertical na suspensão do solo com água, após a adição de um dispersante químico (pirofosfato de sódio). A matéria orgânica é oxidada por aquecimento com peróxido de hidrogênio que destrói o excedente por ebulição. Pipeta-se um volume de 20 mL da suspensão, para determinação da argila que após seca em estufa é pesada. As frações grosseiras (areia fina e grossa) são separadas por tamisação (peneiras), secas em estufa e pesadas para obtenção dos respectivos percentuais. O silte corresponde ao complemento dos percentuais para 100 %, sendo este obtido por diferença das outras frações em relação à amostra original.

Procedimento

- 1. Determinação do teor de umidade
 - Pesar a cápsula de alumínio, anotar o peso;
 - Tarar a balança com a cápsula de alumínio;
- Pesar exatamente 10 g de TFSA e colocar na estufa a 105°C durante 24 horas:
 - Retirar da estufa e colocar no dessecador para esfriar;
 - Pesar a cápsula de alumínio e solo seco, anotar o valor.
- 2. Pré-tratamento, eliminação da Matéria Orgânica (M.O.)
 - Pesar em erlenmayer 10 g de TFSA;
 - Adicionar 10 mL de Peróxido de Hidrogênio na amostra;
 - Deixar reagindo por uma noite;
- Quando cessar a reação (queima da matéria orgânica), adicionar
 100 mL de água destilada e levar para estufa à 105°C para eliminar o peróxido de hidrogênio;
 - Deixar na estufa por 4 horas;

• Deixar esfriar.

3. Dispersão

- Em cada amostra pipetar 20 mL do dispersante Pirofosfato de Sódio;
 - Completar o volume para 200 mL;
 - Agitar e deixar em contato com o pirofosfato por uma noite.
- No dia seguinte: Agitar no mixer por 15 minutos para solos argilosos e 5 para solos arenosos.

4. Separação das frações de areia

4.1. Areia Total

- Passar a amostra pela peneira de malha 0.053 mm;
- OBS.: A amostra que passou através da peneira deve ser armazenada em proveta de 1000 mL, para continuar o processo da granulometria para argila e silte.
 - Lavar a areia retida na peneira com bastante água destilada;
- Passar a areia retida na peneira para uma placa de pétri devidamente numerada;
 - Colocar a areia para secar em estufa a 105°C por 24 horas;
 - Retirar da estufa e colocar pra esfriar em dessecador;
 - Em seguida pesar e anotar o valor da areia total.

4.2. Areia Grossa

- Após o termino do processo da areia total;
- Passar pela peneira de malha de 0,212 mm;
- Pesar o conteúdo de areia (grossa) retida na peneira e anotar o valor.

4.3. Areia Fina

• Obtém-se o valor da areia fina por diferença de peso entre areia total e areia grossa.

5. Determinação da Argila

• Após ter colocado a amostra na proveta de 1000 mL;

- Completar com água destilada o volume da proveta para 1000 mL;
- Fazer uma prova em branco: adicionar em proveta de 1000 mL,
 20 mL do dispersante (Pirofosfato de sódio) e completar com água destilada até
 1000 mL;
 - Medir a temperatura da prova em branco e anotar;
- Agitam-se todas as amostras 40 vezes com bastão de madeira,
 anotando a hora na bancada no final da agitação;
- Conferir na tabela o tempo necessário para queda de 5 cm de partículas de 20μm;
- Introduzir a pipeta de 20 mL na proveta até uma profundidade de 5 cm, pipetar 20 mL de cada amostra, incluindo a prova em branco;
 - Transferir para becker de 50 mL;
 - Colocar para secar em estufa a 105°C por 24 horas;
 - Retirar da estufa e colocar pra esfriar em dessecador;
 - Em seguida pesar e anotar o valor do becker mais a argila;
 - Lavar o becker e colocar para secar em estufa a 105°C;
 - Retirar o becker da estufa e colocar pra esfriar em dessecador;
 - Em seguida pesar o becker vazio e anotar o valor.

6. Determinação do silte

- O silte é determinado pela diferença entre argila e areia.
- 7. Frações silte e argila usando o método da pipeta
- 7.1. Frações silte fino e argila
- Anotar a hora quando a sedimentação das frações siltes finos e argila será realizada;
- Introduzir a pipeta de 100 mL na proveta até uma profundidade de 10 cm, pipetar 100 mL de cada amostra, incluindo a prova em branco;
- Transferir a amostra pipetada (100 mL) para bécker de 250 mL e colocar pra secar em estufa a 105° C por 24 horas;
 - Retirar da estufa e colocar pra esfriar em dessecador;
- Em seguida pesar o béquer mais a argila e o silte fino, e anotar o valor;

- Lavar o béquer e colocar para secar em estufa a 105°C;
- Retirar o béquer da estufa e colocar pra esfriar em dessecador;
- Em seguida pesar o béquer vazio e anotar o valor;

6.2. Fração argila

• Conferir na tabela o tempo necessário para a queda de 10 cm de partículas de 2µm e realizar todo procedimento acima indicado para as frações siltes finos e argila.

6.3. Silte Grosso

- Passar o restante do material que ficou na proveta em peneira de 20µm e colocar em placa de petri numerada;
 - Colocar pra secar em estufa a 105°C durante 24 horas;
 - Retirar da estufa e colocar pra esfriar em dessecador;
 - Em seguida pesar amostra e anotar o valor do silte grosso.

Cálculos

Teor de Umidade: para dar os resultados de granulometria em função da Terra Seca em Estufa = TSE

$$\%U = \frac{PU - PS}{PS} \times 100$$

Areia Grossa

$$\% AreiaGrossa = \frac{MAG}{PS} \times 100$$

Areia Fina

$$\% AreiaFina = \frac{MAF}{PS} \times 100$$

Argila

Silte

%Silte = 100 - % Argila - % Areia Grossa - % Areia Fina

Ou

%Silte = 100 - % Argila - % Areia Total

Onde:

%U = Porcentagem de Umidade

PU = Peso Úmido

PS = Peso Seco

MAG = Massa de areia grossa

MAF = Massa de areia fina

PB = Branco (prova em branco)

1000 = Volume da proveta (1000 mL)

100 = porcentagem (%)

20 = Alíquota que foi pipetado volume total da proveta (1000 mL)

Preparação Da Solução

- 1. Solução de pirofosfato de sódio: para l litro de solução
 - Pesar 50 g de Pirofosfato de sódio;
- Transferir para balão volumétrico de 1 litro e completar com água destilada.

•

4.4.2. Métodos Analíticos

DETERMINAÇÃO DE pH EM ÁGUA E KCI

Princípio: A reação de uma solução (ácida, neutra ou alcalina) é conhecida pela determinação da concentração efetiva de íons H⁺ nessa solução, por meio de eletrodo combinado, imerso em suspensão solo: água na proporção de 1: 2,5 mL. Essa atividade é conhecida como Potencial de Hidrogênio - pH, sua escala varia de 0 a 14.

рН	Estado do Solo
Abaixo de 4.5	Excessivamente ácido
De 5.3 a 5.8	Muito ácido
De 5.3 a 5.8	Ácido
De 5.9 a 6.4	Pouco ácido
De 6.5 a 7.1	Praticamente neutro
De 7.2 a 8.0	Alcalino

pH EM ÁGUA

- Nota: Calibrar o phgametro meia hora antes de iniciar as leituras.
- Pesar 10 g de TFSA em Becker de 50 mL;
- Adicionar 25 mL de água destilada;
- Agitar individualmente a mistura com bastão de vidro por 1 minuto;
 - Deixar em repouso por 1 hora;
- Agitar novamente cada amostra com bastão de vidro, mergulhar o eletrodo na mesma e efetuar a leitura do pH.

pH EM KCl

- Após efetuar a última leitura de pH em água adicionar 1,86g) de KCl em cada amostra;
- Agitar a mistura com bastão de vidro, individualmente, por 1 minuto;
 - Deixar em repouso por 10 minutos;
- Sem agitar as amostras, mergulhar o eletrodo na suspensão e efetuar a leitura do pH.

4.4.3. Extração Com Solução De Kcl 1n: Cálcio, Magnésio e Alumínio Trocável

Princípio: O Ca⁺², Mg⁺² e Al³⁺ trocáveis são extraídos por KCl mol.L⁻¹. O Al³⁺ trocável, titulando-se numa fração do extrato com NaOH 0,025 N, na presença de azul de bromotimol como indicador. Em outra fração do extrato o Ca⁺² e Mg⁺² são determinados por Espectrofotometria de Absorção Atômica – EAA.

Extração

- Pesar 5 gramas de TFSA em vidros específicos;
- Adicionar 50 mL da solução extratora, usando uma proveta;
- Agitar em agitador horizontal;
- Se for filtrar, agitar por 15 min (300 rpm);
- Usando Papel Filtro Quanty JP42 Faixa Azul (15 cm Ø e 8 μm) filtrar em frasco limpo;
 - Se não for filtrar, agitar por 5 min (250 rpm) e deixar decantar até o dia seguinte, esta decantação deve ser feita entre 12 e 14 horas (recomenda-se fazer este processo sempre no final da tarde às 17:00 horas);
 - Pipetar o sobrenadante e armazená-lo em frasco limpo (se trabalhar em série não exceder o tempo de 2 horas para pipetar o sobrenadante).

Determinação: Cálcio E Magnésio

- Importante: Informar ao analista a procedência do material, para que o mesmo possa indicar-lhe o quanto será necessário diluir;
 - Retido o extrato das amostras, prepará-las para leitura na EAA;
- Exemplo para diluição: o volume final deve ser completado com Lantânio 0,1%.

$$Vtotal (mL) = V1 (mL) + V2 (mL)$$

$$V1 (mL) = Vtotal (mL)$$

D

Onde:

Vtotal(mL) = volume final

D = indica a quantidade de vezes que deseja diluir

V1 (mL) = indica a quantidade que deve pipetar da amostra

V2 (mL) = indica a quantidade que deve pipetar de lantânio

<u>Cálculos</u>

$$Ca^{++} (cmol/kg) = (AMOSTRA*DILUIÇÃO-BRANCO)*50*100$$

$$(1000*PESO SOLO*40,08) / 2$$

$$Ca^{++} (mg/kg) = Ca^{++} (cmol/kg)*200,4$$

$$Mg^{++} (cmol/kg) = (AMOSTRA*DILUIÇÃO-BRANCO)*50*100$$

Onde:

Amostra (extrato) = leitura da amostra feita pela absorção atômica;

Diluição = quantas vezes a amostra foi diluída;

 $Mg^{++} (mg/kg) = Mg^{++} (cmol/kg)*121,56$

Branco (solução extratora) = leitura do branco feita pela absorção atômica;

(1000*PESO SOLO*24,213) / 2

50 = volume (mL) da solução extratora;

100 = para expressar a unidade de miliequivalência (cmol de carga);

1000 = para expressar a unidade de kilogramas;

Peso do solo = gramas de TFSA;

40,08 = número atômico do elemento;

2 = valência do elemento.

Preparo De Soluções

- 1. Solução extratora de KCl mol.L⁻¹ para l litro de solução.
 - Pesar 74,55 gramas de KCl;
- Transferir para balão volumétrico de 1 litro e completar com água destilada.
- 2. Solução de Oxido Lantânio (La₂O₃) 10 % : para 1 litro de solução.
 - Em um becker pesar 117 gramas de La₂O₃;
- Adicionar aos poucos HCl concentrado até dissolver completamente;

- Passar para balão e completar com água destilada até 1 litro.
- 3. Solução de Oxido Lantânio (La₂O₃) 0,5 % : para 1 litro de solução.
 - Em um becker pesar 5,85 gramas de La₂O₃;
- Adicionar aos poucos HCl concentrado até dissolver completamente;
 - Passar para balão e completar com água destilada até 1 litro.
- 4. Solução de Oxido Lantânio (La₂O₃) 0,5 % : para 1 litro de solução, partindo da solução de Oxido Lantânio (La₂O₃) 10 %:
 - Em um balão de 1 litro pipetar 10 mL da solução La₂O₃ 10 %;
 - Completar com água destilada até 1 litro.

4.4.4. Determinação De Alumínio Trocável (Al³⁺)

Princípio: Método volumétrico por titulação com hidróxido de sódio (NaOH) 0,025 N, após a extração do alumínio do solo por KCl mol.L⁻¹:.

Padronização do NaOH 0,025N

- Medir 10 mL de HCl 0,025N em um becker (triplicatas);
- Adicionar 3 gotas do indicador azul de bromotimol;
- Titular com NaOH 0,025N;
- Registrar o volume gasto, que não pode ser menos que 10 mL e nem mais que 10,8 mL;
 - Tirar à média dos valores encontrados e aplicar na fórmula:
- 0,025 N (HCl) x 10 mL de HCl ÷ pelo volume consumido de NaOH = normalidade do NaOH.
- OBS. O volume gasto não pode ser acima de 10,8 mL, pois implica para uma normalidade muito baixa, o que dificulta na viragem da coloração que acontece ao longo do processo. A normalidade aceita para se trabalhar é de 0,025 N até 0,023 N.

Procedimento

- Pipetar 25mL do extrato usando pipeta volumétrica, transferir para erlenmayer de 125mL;
 - Adicionar 3 gotas do indicador de azul de bromotimol 1g/L;
 - Titular com solução de NaOH 0,025N;
- A viragem se encerra quando se verifica uma leve mudança do amarelo para o verde;
- Verificar o número de milímetros (volume) gastos na titulação e anotar (Al^{+3}) .

<u>Cálculos</u>

```
FATOR = 0.025 N \times 50 mL \times 100
```

25 mL x 5g

 Al^{+3} (cmol_c Kg⁻¹) = Amostra – Branco x Fator

Onde:

0.025 N = normalidade do NaOH;

50 mL = volume da solução extratora;

 $100 = para \ expressar \ a \ unidade \ de \ miliequivalência \ (cmol_c \ Kg^{-1} \ de \ carga);$

25 mL = volume da solução extratora a ser titulado;

5g = Peso do solo = gramas de TFSA;

Amostra = volume em mL gasto de NaOH na titulação

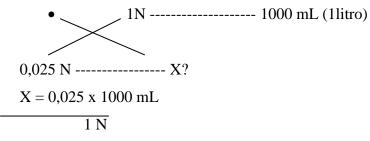
Branco = solução extratora

Fator =

Preparo De Soluções

- 1. Solução de Hidróxido de sódio (NaOH) 0,025 N: para 1 litro de solução.
- Medir com pipeta graduada 25 mL de NaOH mol.L⁻¹ (se encontra na geladeira);
 - Diluir em balão de 1 litro com água destilada.

LEMBRETE: exemplo de diluição - NaOH mol.L⁻¹



 $X = 25 \text{ mL de NaOH mol.L}^{-1}$ para 1 litro

- 2. Solução indicadora de Azul de Bromotimol 1,00 g/L⁻¹: para 100 mL de solução.
 - Pesar 0,1 gramas do indicador e colocar em gral;
 - Adicionar 1.6 mL de NaOH 0,1M;
 - Triturar bem até a mistura ficar azul-esverdeada;
 - Nota: Se a cor permanecer âmbar, apesar de bem triturada, nesse caso adicionar mais algumas gotas de solução de NaOH 0,1M e a cor azulesverdeada aparecerá;
 - Transferir para balão aferido de 100 mL, lavando bem o gral com água destilada com o auxílio de uma pisseta;
 - Completar o volume com água destilada;
 - Guardar em frasco escuro.

4.4.5. Determinação De Acidez Efetiva (Al $^{3+}$ + H^+)

Princípio: Mesmo com métodos titulométricos também é possível separar do extrato de KCl os teores de Al ³⁺ + H⁺. Após a titulação do extrato de KCl mol.L⁻¹ com NaOH 0,025 mol.L⁻¹, é necessário adicionar uma solução de fluoreto de sódio (NaF 1M), pois, o íon fluoreto forma um complexo estável com o Al ³⁺, denominado de fluoraluminoto, liberando hidroxila para o meio, que é retrotitulada com uma solução padronizada de HCl 0,025 mol.L⁻¹.

Procedimento

- Após o ultimo passo do alumínio trocável, utilizando a mesma amostra para dar continuidade no procedimento para acidez efetiva (Al ³⁺ + H⁺);
 - Adicionar gota a gota a solução de HCl 0,025 N até ficar incolor;
- Pipetar 2 mL de NaF para que a amostra volte a coloração amarelo;
- Titular com a solução de HCl 0,025 N, a reação se encerra quando a amostra ficar completamente incolor;
- Verificar o número de milímetros (volume) gastos na titulação e anotar $(H^{\scriptscriptstyle +})$.

Cálculos

Verificar formula no computador do LTSP.

Preparo De Soluções

- 1. Solução de Fluoreto de sódio (NaF) 1 M: para 1 litro de solução.
 - Pesar 42 g de fluoreto de sódio;
 - Diluir com água destilada até completar 1 litro.
- 2. Solução de Ácido clorídrico (HCl) 0,025 N: para 1 litro de solução.
 - Medir com pipeta graduada 25 mL de HCl mol.L⁻¹;
 - Diluir em balão de 1 litro com água destilada.

4.4.6. Extração Com Solução Mehlich 1: Fósforo, Potássio, Sódio e micronutrientes: Ferro, Zinco, Manganês e Cobre

Princípio: A solução extratora de Mehlich I, também chamada de solução de duplo-ácido ou Carolina do Norte, é constituída por uma mistura de HCl 0,05 M +

H₂SO₄ 0,0125 M. O emprego dessa solução como extratora de fósforo, potássio, sódio e micronutrientes do solo (Ferro, Zinco, Manganês e Cobre), baseia-se na solubilização desses elementos pelo efeito de pH, entre 2 e 3, sendo o papel do Cl⁻ o de restringir o processo de reabsorção dos fosfatos recém extraídos. A relação solo: extrato sugerido é de 1:10 mL.

Extração

- Pesar 5 gramas de TFSA em frasco de vidro específico;
- Adicionar 50 mL de solução extratora, usando uma proveta;
- Agitar em agitador horizontal;
- Se for filtrar, agitar por 15 minutos (300 rpm);
- Usando Papel Filtro Quanty JP42 Faixa Azul (15 cm Ø e 8 μm) filtrar as amostras em frasco limpo;
- Se não for filtrar, agitar por 5 minutos (250rpm) e deixar decantar até o dia seguinte, esta decantação deve ser feita entre 12 e 14 horas (recomenda-se fazer este processo sempre no final da tarde às 17:00 horas);
- Pipetar o sobrenadante e armazená-lo em frasco limpo (se trabalhar em série não exceder o tempo de 2 horas para pipetar o sobrenadante);
- Retido o extrato das amostras, prepará-las para leitura em absorção atômica.

Determinação: Sódio, Zinco, Manganês E Cobre

A leitura é feita diretamente do material extraído, determinados por Espectrofotometria de Absorção Atômica – EAA.

Determinação: Ferro E Potássio

- Importante: Antes de proceder às diluições para Fe e K, informe ao analista o procedimento do seu material (solo), para que este possa lhe dizer o quanto você deve diluir.
 - Para leitura com diluição de 10 vezes;
 - Pipetar em tubo de ensaio 1 mL da amostra extraída;

- 9 mL de água destilada e agitar;
- Ler na EAA.

Cálculos

$$+ (cmol/kg) = (AMOSTRA*DILUIÇAO-BRANCO)*30*100$$
$$1000*PESO SOLO*39,102$$

$$K+ (mg/kg) = K (cmol/kg)*391$$

$$Zn (mg/kg) = (AMOSTRA*DILUIÇÃO-BRANCO)*50*1000$$

$$1000/5$$

$$Mn (mg/kg) = (AMOSTRA*DILUIÇÃO-BRANCO)*50*1000$$

$$1000/5$$

$$Fe (mg/kg) = (AMOSTRA*DILUIÇÃO-BRANCO)*50*1000$$

$$1000/5$$

Onde:

Amostra (extrato) = leitura da amostra feita pela absorção atômica;

Diluição = quantas vezes a amostra foi diluída;

Branco (solução extratora) = leitura do branco feita pela absorção atômica;

50 = volume (mL) da solução extratora;

100 = para expressar a unidade de miliequivalência (cmol de carga);

1000 = para expressar a unidade de kilogramas;

Peso do solo ou 5 = peso (gramas) de TFSA;

40,08 = número atômico do elemento;

2 = valência do elemento.

Determinação De Fósforo Disponível

Princípio: A leitura é feita diretamente do material extraído com duplo-ácido (HCl 0,05 M + H₂SO₄ 0,0125 M), determinado por calorimetria no Espectrofotômetro usando molibidato de amônio e ácido ascórbico a 3%.

Procedimento

- Importante: Ligar o espectrofotômetro 30 minutos antes de iniciar a leitura, para evitar oscilação e ter uma leitura estável.
- Pipetar 5 mL da amostra (material extraído com solução de duploácido) em tubos de ensaio;
- Fazer a curva padrão de fósforo são concentrações conhecidas, os pontos das concentrações mais usados são: 0 (água destilada); 0,1; 0,3; 0,6; 0,9 e 1,2 ppm de fósforo, pipetar 5 mL de cada concentração;.
 - Pipetar 1 mL de molibidato de amônio;
 - Adicionar 1 mL de vitamina C 3% (ácido ascórbico);
- Agitar e deixar em repouso por 30 minutos para desenvolvimento da coloração, a qual indica a presença de P (fósforo) na amostra;
- Ler em espectrofotômetro usando um comprimento de onda 660 nm;
- Nota: Se durante o processo de leitura a amostra apresentar um valor de concentração acima do último ponto da curva, diluir esta amostra.

Procedimento de diluição: seguir a operação matemática abaixo para fazer qualquer diluição.

$$V_1$$
 (mL) = V_{final} (mL)

D

$$V_2 (mL) = V_{final} (mL) - V1 (mL)$$

Onde:

Volume final = quantidade da amostra mais solução extratora de duplo ácido (5 mL)

D = indica a quantidade de vezes que deseja diluir

 V_1 (mL) = indica quanto deve pipetar da amostra

V₂ (mL) = indica quanto deve pipetar de solução extratora de duplo ácido.

Procedimento de leitura das amostras

- Selecionar 660 nm (nanômetros);
- Zerar o aparelho com água destilada;
- Fazer a leitura das amostras começando com a água (0), a curva, o

branco, o solo padrão e as amostras.

CÁLCULOS

$$P\left(\mu g/mL\right) = (AMOSTRA - INTERCEPÇÃO)$$

$$INCLINAÇÃO*DILUIÇÃO - CURVA$$

$$P (mg/kg) = P (\mu g/mL) * 50 / PESO DO SOLO$$

Onde:

Amostra (extrato) = leitura da amostra feita pelo espectrofotômetro;

Intercepção = é a divisão da curva padrão do eixo X (pontos da curva) multiplicado pelo eixo Y (absorbância da curva);

Inclinação = é o contrario da intercepção, divide o eixo Y pelo X;

Diluição = quantas vezes a amostra foi diluída;

Branco (solução extratora) = leitura do branco feita pela absorção atômica;

Curva padrão = branco, pontos da curva, absorbância da curva;

50 = volume (mL) da solução extratora;

Peso do solo = peso (gramas) de TFSA;

Preparo De Soluções

1. Solução extratora de Duplo ácido: HCl 2 mol. L^{-1} e H_2SO_4 mol. L^{-1} : soluções preparadas separadamente.

Solução Mãe de Ácido Clorídrico (HCl) 2 mol.L⁻¹: para 1 litro de solução.

- Medir em proveta 170 mL de HCl concentrado;
- Transferir para balão volumétrico de 1 litro;
- Completar com água destilada.

Solução Mãe de Ácido Sulfúrico (H₂SO₄) mol.L⁻¹: para 1 litro de solução.

- Medir em proveta 30 mL de H₂SO₄ concentrado;
- Transferir para balão volumétrico de 1 litro;
- Completar com água destilada.
- 2. Solução extratora de Duplo ácido: *Solução filha* = $HCl 0.05 mol.L^{-1} + H_2SO_4 0.025 mol.L^{-1}$: para 1 litro de solução.
 - Nota: usar pipeta VOLUMÉTRICA.
 - Em um balão volumétrico de 1 litro pipetar 25 mL de HCl 2 mol.L⁻¹;
 - Adicionar 25 mL de H₂SO₄ mol.L⁻¹;
 - Completar com água destilada.
 - 3. Solução Sulfomolibidica: para 1 litro de solução.
 - Pesar 1 grama de Subcarbonato de bismuto ((BiO)2CO₃) e dissolver com aproximadamente 300 mL de água destilada em balão volumétrico de 1 litro;
 - Adicionar cuidadosamente 138 mL de ácido sulfúrico (H₂SO₄) concentrado;
 - Ao cessar a reação o sal de bismuto deve estar completamente dissolvido;
 - Pesar 20 gramas de molibidato de amônio (MoNH₄) e dissolver em \pm 200 mL de água destilada;
 - Juntar as duas soluções e completar o volume para 1 litro.
 - 4. Solução de Ácido ascórbico 3%: para 100 mL de solução.
 - Pesar 3 gramas de ácido ascórbico
 - Dissolver com água destilada em balão volumétrico de 100 mL.
 - 5. Solução para curva de FÓSFORO:

Solução Estoque de 100 ppm de fósforo: para 250 mL de solução.

- Pesar 1,098 gramas de KH₂PO₄ (Fosfato Ácido de Potássio);
- Dissolver em um balão de 250 mL com solução extratora de duplo ácido.

Soluções das curvas de fósforo de 0,1; 0,3; 0,6; 0,9; 1,2: para 100 mL de solução.

- Pipetar com pipeta automática 0,1 da solução concentrada de 100 ppm;
- Diluir em balão de 100 mL e completar com solução extratora de duplo ácido;
 - Fazer o mesmo processo para as curvas de 0,3; 0,6; 0,9; e 1,2.

4.4.7. Determinação de Nitrogênio Total - Método Kjeldahl Digestão Sulfúrica - Método da Destilação

Princípio: O nitrogênio em solos tropicais está praticamente ligado à matéria orgânica. A determinação do N total mais difundido foi desenvolvida por Kjeldahl em 1883, nome dado ao método. Este método fundamenta-se na conversão do N em sulfato de amônio por meio de uma digestão com uma mistura de sulfato de cobre, ácido sulfúrico e selenito de sódio. Posteriormente, em meio alcalino, o sulfato de amônio convertido da matéria orgânica libera amônia (NH⁴⁺) que, em câmara de difusão, é complexada em solução de ácido bórico contendo indicador misto, sendo a dosagem deste por meio da quantificação de NO⁻³ liberada pela destilação do digerido. Finalmente, o N é determinado por acidimetria (ácido sulfúrico ou clorídrico). Assim o método processa-se em duas etapas: digestão sulfúrica e destilação seguida de titulação.

Preparo Das Amostras De Solo

• Moer, aproximadamente 10 gramas de TFSA em moinho apropriado ou em grau de porcelana e passar todo o material por peneira 0,2 mm (60mesh).

IMPORTANTE: O preparo destas amostras (digestão) e das soluções deve ser feito em capela (com exaustor + circulador de água) própria para este tipo de trabalho, e usar todo o material de proteção adequado, pois ao aquecer o ácido sulfúrico libera gás tóxico. Aplique as regras de uso da capela ao realizar este trabalho.

Digestão

- Pesar 0,5 gramas da TFSA em papel manteiga, e transferir para tubos de digestão;
- Usando o dispensador, adicionar 5 mL da solução digestora nas amostras, branco e padrão;
- Fazer um branco (5 mL da solução digestora), por cada bloco digestor;
 - Colocar os tubos de digestão no bloco digestor e ligá-lo;
- Iniciar a digestão com uma temperatura de 50^o C, alcançando a temperatura desejada (50^o C), aguarda-se 20 minutos;
- Após os 20 minutos, aumentar gradativamente a temperatura para 100^{0} C, e aguardar os 20 minutos;
- Seguir esse processo aumentando a temperatura gradativamente de 50^{0} C em 50^{0} C, aguardando sempre os 20 minutos entre eles, até atingir a temperatura final de 350° C.
- A digestão estará pronta quando do tubo digestor estiver saindo densos fumos brancos e o extrato apresentar-se incolor, e o volume final chegar a mais ou menos 1 mL.

NOTA: A solução digestora tem a sua coloração verde menta, mudará de cor tornando-se escura quando estiver no processo de digestão. A digestão estará completa quando a solução voltar à sua cor de origem (verde menta).

Destilação

- Após esfriar o extrato (amostra);
- Diluir a amostra com 20 mL de água destilada medida em proveta no mesmo tudo que se encontra a mesma;
 - Transferir o extrato (amostra) para o balão de destilação;
 - Adicionar 15 mL de Hidróxido de Sódio (NaOH) 40%;
 - Levar ao destilador:
- Colocar em um becker de 100 mL, 10 mL de Ácido Bórico (H₃BO₃) solução receptora e levar ao condensador do destilador;

- A destilação se completa quando o volume do becker chegar a 60 mL de uma solução com coloração verde menta ou marrom.
- OBS: A coloração verde menta indica que há nitrogênio na amostra.

Titulação

- Usando bureta digital ou graduada, titular com ácido sulfúrico a 0,01 N;
 - A amostra deverá ficar com a coloração rósea permanente;
- Anotar o volume de ácido sulfúrico que foi consumido pela amostra.

<u>Cálculo</u>

Os valores do nitrogênio total são calculados conforme a equação:

N total (g/Kg) =
$$(AMOSTRA-BRANCO)*TITULO H_2SO_4*14*1000$$

PESO do Solo

Onde:

Amostra = volume de H₂SO₄ gasto na titulação da amostra;

Branco = volume de H₂SO₄ gasto na titulação do branco;

Titulo do H_2SO_4 = concentração real do ácido sulfúrico (mol.L⁻¹);

14 = peso equivalente de N (14) dividido por 10 (conversão de unidade);

1000 = para expressar a unidade de kilogramas;

Peso do solo = gramas de TFSA.

Preparo De Soluções

IMPORTANTE: Sempre colocar o ácido na água, nunca o contrário.

1. Solução Digestora: para 1 litro de solução.

NOTA: A solução digestora tem a sua coloração verde menta.

Primeiro passo:

• Dissolver em um becker de 2 litros contendo 500 mL de água destilada, mexendo sempre com um bastão de vidro até dissolver totalmente cada reagente:

- 0,25 g de Na₂SeO₃ (Selenito de Sódio);
- 11.25g de CuSO₄5H₂O (Sulfato de Cobre);
- 47.50g de Na₂SO₄ (Sulfato de Sódio).

Segundo passo:

- Dissolver em um becker de 1 litro contendo 500 mL de ácido sulfúrico:
- 1,25 gramas de ácido salicílico, mexendo devagar com um bastão de vidro até dissolvê-lo completamente;
 - Após preparar as duas soluções misturar as mesmas;
- Colocando devagar a solução de ácido sulfúrico na solução de água destilada;
 - Deixar esfriar;
 - Colocar a solução no DISPENSADOR (calibrar para 5 mL).
- Importante: a solução tem que ficar com uma coloração verde menta.
- 2. Solução indicadora "receptora" de Ácido Bórico: para 1 litro de solução.
 - Pesar 20g de H₃BO₃ (Ácido Bórico);
 - Diluir em 700 mL de água morna;
 - Deixar esfriar:
 - Colocar em um balão de 1 litro;

OBS.: No balão já deve conter:

- 200 mL de água destilada;
- 20 mL do Indicador Misto (colocar com a pipeta volumétrica);
- Agora é só completar o volume do balão para 1 litro com água destilada.
- 3. Indicador misto: para 100 mL de solução.
 - 0,066 mg de vermelho de metila;
 - 0,099 mg de verde de bromocresol;
 - Diluir em 100 mL de álcool etílico.
- 4. Solução de NaOH 40% (Hidróxido de sódio): para 1 litro de solução.
 - Pesar 400 gramas de NaOH;

- Diluir em um balão de um litro com água destilada;
- Armazenar em frasco de plástico.
- Nota: Não completar com a água destilada no balão de uma só vez, porque a solução esquenta, e quando ela esfriar baixa de volume. Assim sendo, é necessário completar com água novamente até a solução ficar estável.
- 5. Solução de $H_2SO_4\,0,01\,$ mol. L^{-1} : para 1 litro de solução.
- $\bullet \qquad \text{Pipetar 10 mL de H_2SO_4 mol.L^{-1}$, e completar para 1 litro com \'agua destilada.}$

Tabela.1. Resultados das análises química e física do solo.

	Química do solo							Física do solo				
			KCl 1N			Duplo Ácido			Granulometria			
Identificação da amostra	pН		Ca	Mg	Al	K	P	Fe	Zn	Areia	Silte	Argila
Amostra	H2O	KCl		cmo	lc.kg		m	g/Kg	5		%	
LO-1 / 500	3,73	3,92	0,04	0,07	4,61	0,06	16,17	143	0,7	48,27	26,73	25,00
1500	3,93	3,82	0,03	0,05	3,28	0,05	4,40	109	0,5	54,83	27,17	18,00
2500	3,61	3,68	0,03	0,06	3,74	0,05	4,49	147	0,7	46,87	35,13	18,00
3500	3,76	3,70	0,04	0,07	3,99	0,06	4,75	143	0,9	49,29	31,21	19,50
4500	3,89	3,81	0,06	0,22	3,03	0,10	4,20	495	0,7	19,70	61,30	19,00
LO-2 / 500	3,97	3,81	0,02	0,05	2,47	0,04	5,10	95	0,4	70,93	15,57	13,50
1500	3,73	3,65	0,02	0,04	2,57	0,04	4,03	80	0,4	75,32	11,18	13,50
2500	3,75	3,80	0,03	0,05	3,25	0,04	5,21	80	0,6	66,94	18,56	14,50
3500	3,70	3,80	0,02	0,07	3,82	0,04	4,92	126	0,5	49,86	33,64	16,50
4500	4,02	3,81	0,06	0,35	2,50	0,10	8,17	318	0,9	43,00	41,00	16,00
LO-3 / 500	3,66	3,56	0,04	0,10	3,45	0,06	6,08	183	0,5	53,64	28,36	18,00
1500	3,70	3,52	0,05	0,12	3,72	0,06	5,33	253	0,6	55,20	26,80	18,00
2500	3,82	3,73	0,03	0,05	2,99	0,04	5,36	105	0,2	67,46	16,54	16,00
3500	3,75	3,70	0,03	0,10	3,78	0,07	7,73	127	0,3	52,71	30,79	16,50
4500	3,68	3,77	0,03	0,17	4,73	0,08	6,05	369	0,6	16,36	61,64	22,00
LO-4 / 500	3,92	3,75	0,02	0,04	1,05	0,03	4,46	83	0,0	77,64	16,36	6,00
1500	3,58	3,62	0,02	0,06	4,66	0,04	4,03	188	0,0	27,52	51,48	21,00
2500	3,72	3,61	0,08	0,21	4,70	0,10	4,52	320	0,0	24,78	39,72	35,50
3500	3,60	3,60	0,03	0,10	4,93	0,07	4,78	251	0,0	35,20	44,30	20,50
4500	3,71	3,73	0,03	0,16	3,92	0,08	5,27	360	0,1	20,02	61,48	18,50
LO-5 / 500	3,58	3,61	0,03	0,09	5,10	0,07	5,01	215	0,5	12,35	63,15	24,50
1500	3,58	3,57	0,02	0,08	5,24	0,06	5,39	220	0,8	37,30	38,70	24,00
2500	3,77	3,64	0,02	0,03	1,14	0,03	6,43	86	0,6	78,47	5,03	16,50
3500	4,03	3,26	0,03	0,04	0,74	0,04	5,13	79	0,8	75,62	19,38	5,00
4500	4,20	3,71	0,08	0,30	2,64	0,12	14,14	150	3,2	19,02	63,48	17,50
LO-6 / 500	3,50	3,56	0,03	0,08	6,24	0,06	7,12	235	0,8	24,64	51,86	23,50
1500	3,55	3,45	0,04	0,09	5,92	0,07	6,28	223	0,8	36,84	37,16	26,00
2500	3,60	3,58	0,03	0,08	3,77	0,06	6,60	161	0,6	57,43	24,57	18,00
3500	3,92	3,69	0,05	0,11	2,37	0,09	6,49	324	0,9	51,30	37,20	11,50
4500	3,44	3,43	0,04	0,10	6,47	0,06	8,25	184	4,0	33,28	40,72	26,00

4.5. COLETA DE DADOS AMBIENTAIS - SERRAPILHEIRA

A espessura da serrapilheira foi medida ao longo do eixo principal da parcela, a cada dois metros. Um bastão de metal graduado de dois milímetros de diâmetro foi forçado através da camada de folhas, tomando o devido cuidado para não compactá-las, até atingir a superfície do solo. As folhas de palmeiras foram consideradas nas medições.

A média das distâncias entre o solo e a camada superior de folhas de todos os pontos foi considerada o valor de espessura da serrapilheira para a parcela.

4.6. ANÁLISE DOS DADOS

Os dados de campo foram digitados em planilhas Excel e a partir desta foi construído dois arquivos de dados, um com dados das espécies do dossel (espécies com até 25m de altura) e outro com dados das espécies do sub-bosque (espécies com até 8 metros de altura).

Para os dados ambientais de solo, foi gerada uma matriz de dados e aplicada à transformação logarítmica para diminuir a amplitude de variação entre as variáveis estudadas. Para as variáveis granulométricas (silte, areia e argila) expressas em porcentagem foi aplicada a transformação arco seno da raiz quadrada seguindo a equação proposta por (Zar, 1999);

Para a transformação dos dados granulométricos foi usada a equação:

$$X' = \sqrt{x+0.5}$$

Para os demais dados foi usada a equação:

$$X'=\log(x+1)$$
.

Após a transformação, análises multivariadas foram empregadas para interpretação dos dados.

O programa R (version 2.10. 2009) foi usado para ordenação simples direta das espécies em função do gradiente de espessura de serrapilheira. As ordenações foram realizadas para a assembléia de palmeiras, posteriormente para as espécies do dossel e do sub-bosque.

A dimensionalidade da composição de espécies de palmeiras foi reduzida por escalonamento multidimencional não-métrico (NMDS) com o auxílio do software PC-

ORD (Mccune & Mefford, 1999). O NMDS reduz as informações de um elevado número de atributos (espécies), até um pequeno número de variáveis ou eixos, que ordenam os pontos amostrais baseados numa distância estatística ajustada a partir das distâncias originais (Mccunne & Grace, 2002).

Os resultados obtidos com os dois primeiros eixos de NMDS foram usados como variáveis dependentes nos testes inferenciais do efeito das variáveis ambientais. A ordenação foi feita para os dados de textura do solo e espessura de serrapilheira para a assembléia de palmeiras, espécies do dossel e do sub-bosque.

Abordagens complementares foram efetuadas visando identificar padrões na ordenação das assembléias. A primeira baseada em dados quantitativos (abundância relativa ou número de indivíduos das espécies) e outra usando dados qualitativos (presença e ausência das espécies). As duas formas foram usadas para se verificar a variabilidade no padrão de resposta levando em consideração apenas a ocorrência das espécies ou suas abundâncias.

As ordenações de dados quantitativos tendem a revelar padrões apresentados pelas espécies mais abundantes, uma vez que estas representam uma grande contribuição para as distâncias entre objetos (parcelas). As ordenações baseadas em dados qualitativos tendem a capturar os padrões das espécies raras, pois as espécies mais abundantes geralmente estão presentes na maioria das parcelas e, por isso, contribuem pouco para a distância entre elas (Carvalho, 2006).

Com relação às variáveis ambientais foi utilizada a Análise de Componentes Principais (ACP) com o auxilio do software XLSTAT 7.5 (Addinsoft, 2004) para verificar a contribuição das variáveis ao longo do gradiente ambiental. A ACP ordenou as variáveis ambientais granulométricas (teor de Silte, Areia e Argila) bases trocáveis (Ca², Mg²e K²), Fe, Al, pH, K, P e Zn, e espessura da serrapilheira.

A análise de correlação canônica (ACC) visando compreender o gradiente direto da distribuição das assembléias de palmeiras foi realizada com auxílio do software PC-ORD (Mccune & Mefford, 1999). As análises foram feitas tanto para a assembléia de palmeiras, bem como para as espécies do dossel e do sub-bosque. Para cada conjunto de espécies as análises foram feitas repetidamente e eliminando-se as variáveis que apresentaram correlação muito baixa, até obter o melhor padrão emergente de estruturação da comunidade.

Esta ferramenta possibilita otimizar as correlações entre o grupo de variáveis ambientais e a assembléia de palmeiras ao longo de gradientes ambientais. Para esta análise foi utilizada uma matriz de dados quantitativos das espécies (densidade de cada espécie por parcela) e a matriz de variáveis ambientais (ter Braak, 1986).

A análise foi feita com todas as variáveis ambientais obtidas dos dados de solo, serrapilheira e altitude. A ACC calcula a correlação entre as variáveis e as espécies com objetivo de agrupar as variáveis com maiores valores permitindo melhor detecção no padrão de ordenação das assembléias bióticas. As variáveis que apresentaram baixos valores nas correlações foram excluídas e uma nova análise foi realizada obtendo os valores de correlações mais significativas entre os dados abióticos e bióticos (ter Braak, 1986).

A ACC é usada para detectar padrões de variação nos dados das espécies que podem ser "melhor" explicados através da correlação com as variáveis ambientais observadas, numa interação entre fatores bióticos e abióticos (ter Braak, 1995).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. ABUNDÂNCIA E COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA

Foram amostrados 5316 indivíduos distribuídos em 27 espécies. As espécies mais abundantes foram *Lepidocaryum tênue* Mart., *Astrocaryum gynacanthum* Mart., *Attalea speciosa* Mart. Ex. Spreng., *Oenocarpus bataua* Mart e *Oenocarpus minor* Mart. (Tabela 1). *Lepidocaryum tênue* Mart. foi a espécie com maior valor de abundância e frequência em 75% das parcelas, chegando a apresentar mais de 400 individuos em algumas parcelas.

Das 27 espécies encontradas 6 são de grande porte (até 25 metros de altura), Astrocaryum aculeatum G. Mey., Attalea speciosa Mart. Ex Spreng., Euterpe precatória Mart., Maximiliana maripa (Aubl.) Drude, Oenocarpus bataua Mart e Socratea exorrhiza (Mart.) H. Wendl. As demais espécies são consideradas de pequeno a médio porte segundo Henderson (1995). Das 27 espécies encontradas na área 19 foram identificadas a nível especifico e 9 a nível de gênero. A espécie com menor distribuição foi Astrocaryum acaule Mart. registrada em apenas uma parcela.

Tabela. 2. Espécies encontrada em 30 parcelas na Estação Ecológica do Cuniã, Porto Velho-RO.

ESPÉCIE	Nº de indivíduos		
Astrocaryum acaule Mart.	2		
Astrocaryum aculeatum G. Mey.	19		
Astrocaryum gynacanthum Mart.	416		
Attalea microcarpa Mart.	138		
Attalea speciosa Mart. Ex Spreng.	235		
Bactris acanthocarpa Mart.	27		
Bactris acanthocarpa Mart. Var. exscapa Barb. Rodr.	30		
Bactris acanthocarpa var. trailiana (Barb. Rodr.) A.J. Hend.	31		
Bactris bifida Mart.	1		
Bactris marajá Mart.	6		
Bactris sp.	36		

Bactris sp1	13			
Bactris sp2	2			
Euterpe precatória Mart.	36			
Geonoma acaulis Mart.	4			
Geonoma maxima Kunth var. maxima cf.	2			
Geonoma maxima var. chelidonura.	7			
Geonoma sp.	135			
Geonoma sp1	10			
Geonoma sp2	11			
Lepidocaryum tenue Mart.	3662			
Maximiliana maripa (Aubl.) Drude	43			
Oenocarpus bataua Mart	224			
Oenocarpus minor Mart	183			
Oenocarpus sp. Mart.	15			
Oenocarpus sp2 Mart.	3			
Socratea exorrhiza (Mart.) H. Wendl.	25			
Total	5316			

Na Amazônia Central as palmeiras apresentam padrões de riqueza com valores que giram em torno de 29 a 45 espécies em florestas de terra firme, cujas comunidades podem ser influenciadas por mudanças espaciais em componentes da paisagem e estrutura da floresta (Cintra *et al.*, 2005; Costa *et al.*, 2008).

As assembléias de palmeiras catalogados neste estudo registraram padrões semelhantes, tal fator reforça que as palmeiras encontradas na região estão de acordo com demais estudos realizados na Amazônia central e, evidenciam a forte presença do grupo nas diversas tipologias florestais que compreendem a região do Interflúvio do Madeira-Purus.

A dominância da espécie *Lepidocaryum tênue* Mart. (Figura 4), é determinada pelas características de desenvolvimento reprodutivo e clonal que se distribui por meio de estolões de até 2 de comprimento (Galeano, 1992; Kahn & Mejía, 1987) Cada indivíduo tem muitos caules de até 6 m de altura e 4 cm de diâmetro. Concentra-se nas áreas de sub-bosque principalmente em áreas bem drenadas (Kahn & Granville, 1992)

mas cresce também em solos mal drenados, que são temporariamente alagados (Kahn & Mejía, 1987, Kahn & Granville, 1992), tais características contribuem para o sucesso da espécie na área e refletem seus parâmetros populacionais.

As folhas resistentes são utilizadas por comunidades tradicionais na construção de casas, no entanto o aumento na exploração dos recursos da espécie tem gerado preocupação quanto a capacidade de regeneração natural.

Navarro *et al.*, (2011) realizou estudo de impacto da utilização de folhas de *Lepidocaryum tenue* Mart. na Colômbia, o trabalho mostra que apesar das características de desenvolvimento a utilização em larga escala do recurso pode comprometer a longo prazo a regeneração e reprodução da espécie.



Figura 04- Espécie *Lepidocaryum tênue* Mart. (Caranaí), encontrada na Estação Ecológica do Cuniã, Porto Velho, Rondônia. (foto. Susamar Pansini).

Astrocaryum gynacanthum Mart. (mumbaca) registrou ocorrência em 70% das unidades amostrais, sendo a segunda espécie mais abundante na área (Figura 05). O trabalho de Miranda *et al.*, (2004) em um hectare de floresta de transição entre campina, campinarana e floresta primária registrou valores similares ocorrendo cerca de 75% das sub-parcelas amostradas.

O eficiente mecanismo de dispersão da Mumbaca contribui para o sucesso da espécie como uma das palmeiras mais disseminada em toda a floresta Amazônica, comprovado por revisões de literatura (Miranda & Rabelo, 2008). Predominando no

sub-bosque da floresta primária, também ocorre em pastagens abandonadas e florestas de capoeira. Resistente ao corte e ao fogo a espécie possui frutos muito apreciados por animais roedores, os quais são responsáveis pela sua dispersão.





Figura 05- Espécie Astrocaryum *gynacanthum* Mart. (Mumbaca), encontrada na Estação Ecológica do Cuniã, Porto Velho, Rondônia. (foto. Pansini, S.)

Attalea speciosa Mart. Ex. Spreng. (Figura 06), conhecido popularmente por Babaçu, apresentou a terceira maior abundância na área. É uma espécie que habita tanto regiões mais secas com sazonalidade bem evidente (Maranhão, Ceará e Piauí), quanto aquelas com alta umidade durante quase todo o ano (Rondônia e Acre) (Ferreira, 2008). Entretanto é mais abundante em áreas perturbadas pela ação do homem.

Na Bolívia (Balslev & Moraes, 1989; Moraes, 1989), pode ser encontrada em áreas eventualmente inundadas. No estado de Rondônia é muito presente em áreas de pastagens devido sua alta taxa de germinação que é facilitada pela ação do fogo. As altas temperaturas ajudam na quebra de dormência do fruto facilitando a germinação da planta.

No ambiente natural sua dispersão é provavelmente realizada, a pequenas distâncias, por mamíferos roedores como Pacas (*Agouti paca*) e Cutia (*Dasyprocta punctata*), e a longas distâncias pelo homem e macaco; a água também pode representar uma das formas de dispersão (Anderson, 1983).

A abundância natural da espécie, sua agressividade na colonização de áreas principalmente as que possuem algum tipo de alteração podem ser um dos fatores que justifiquem a dominância desta espécie nas áreas em que ocorrem. No entanto outros

fatores devem ser levados em consideração em especial na observação de áreas florestadas.

Com estudo de impacto da palmeira babaçu na distribuição espacial das leguminosas em uma capoeira (Almeida, 2009) registrou uma associação positiva entre o babaçu e as leguminosas estudadas podendo haver então uma interação onde um dos grupos esta exercendo o papel de facilitador do crescimento do outro. Esta palmeira pode estar sendo beneficiada pela disponibilidade de nitrogênio no solo, uma vez que as leguminosas ao seu redor são fixadoras biológicas deste nutriente. Assim a ocorrência da espécie pode estar relacionada a associação de vários fatores que vão além das características físicas do ambiente.



Figura 06- Espécie *Attalea speciosa* Mart. Ex. Spreng. (Babaçu), encontrada na Estação Ecológica do Cuniã, Porto Velho, Rondônia. (foto. Pansini, S.)

Oenocarpus bataua Mart e *Oenocarpus minor* Mart. apresentaram distribuição bem uniforme na área ocorrendo em quase todas as parcelas porém com ampla variação nas freqüências e abundância entre parcelas.

Oenocarpus minor Mart. vulgarmente conhecida por bacabinha (Figura 07) apresenta-se como uma palmeira de caule cespitoso, formando touceiras de dois a oito metros de altura, alcançando notável espessura de caule (Pesce, 1941), habitando o subbosque da floresta de terra firme e campo aberto, em solos argilosos ácidos e bem drenados. Tais características justificam as diferenças nas freqüências da espécie nas diversas parcelas devido a variação na vegetação local que vai desde campinarana a áreas mais fechadas de floresta Ombrófila. No entanto outros fatores podem estar relacionados com a freqüência e abundância da espécie.



Figura 07- Espécie *Oenocarpus minor* Mart. (Bacabinha), encontrada na Estação Ecológica do Cuniã, Porto Velho, Rondônia. (foto. Pansini, S.)

A espécie *Oenocarpus bataua* Mart. (Figura 08) é muito freqüente e abundante nas florestas de baixio, entretanto ocorre em florestas de platô de solos argilosos bem drenados onde são encontrados algumas plântulas (mas raramente indivíduos jovens e adultos), a espécie cresce bem em solos arenosos mal drenados e de baixa altitude e desenvolve-se bem também em áreas mais abertas (Miranda & Rabelo, 2008). Tais características estão de acordo com o padrão de distribuição da espécie na área, uma vez que a freqüência e abundância da espécie foram maiores em parcelas mais abertas onde o solo é menos drenado e com maior porcentagem de areia.



Figura 08- Espécie Oenocarpus *Bataua* Mart. (Bacaba), encontrada na Estação Ecológica do Cuniã, Porto Velho, Rondônia. (foto. Pansini S.)

As espécies dos gêneros Geonoma e Bactris apresentaram distribuição restrita a algumas parcelas da área onde a drenagem do terreno e a ocorrência de igarapés é mais próxima, exceto a espécie *Bactris acanthocarpa* que apresentou ampla distribuição, porém com baixa frequência e abundância em toda a área. Este padrão de distribuição deve-se em parte a preferência de muitas espécies destes gêneros por áreas mais úmidas ou alagadas.

5.2. RELAÇÃO ENTRE A DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES E RESPOSTAS AO GRADIENTE DE ESPESSURA DA SERRAPILHEIRA.

O conjunto serrapilheira-solo não só representa uma fonte de carbono e energia para os organismos do solo, mas também o habitat onde todas as ações dos organismos ocorrem, garantindo a sua sobrevivência e reprodução. A serrapilheira é a porção mais dinâmica desse conjunto e, possivelmente, a mais variável não só entre ecossistemas, mas também dentro de um mesmo ecossistema (Correia & Andrade, 1999).

Vários fatores afetam a quantidade de resíduos que irão formar a serrapilheira, entre eles destacam-se: o clima, o solo, as características genéticas das plantas, a idade e a densidade de plantas. Em escala mais ampla, a produtividade vegetal é determinada pela distribuição de chuvas, que exerce forte influência sobre a disponibilidade de água no solo e, por conseguinte, sobre a disponibilidade de nutrientes (Correia & Andrade, 1999).

Estudos comprovam a relação entre a quantidade de folhas no solo e a distribuição das espécies (Molofosky & Augspurger, 1992; Benitez-Malvido, 1999; Garcia-Guzman & Benitez-Malvido, 2003; Vasquez-Yanes *et al.*, 1990).

A distribuição da serrapilheira dentro das parcelas foi bastante heterogênea, concordando com estudos anteriores (Cintra *et al.*, 2005; Molofosky & Augspurger, 1992; Sousa, 2007). A média de profundidade variou de 2,67 a 27,71 cm entre parcelas, no entanto há grandes diferenças dentro de uma mesma parcela havendo uma extensa variação na profundidade de serrapilheira com amplitude de variação de 0 a 65 cm de camada de folhas.

Os resultados da ordenação simples direta quanto à espessura da serrapilheira quando observado para toda a comunidade não mostra forte ordenação entre a distribuição das espécies e a profundidade de serrapilheira no solo (Figura 09). No

entanto quando feitas as ordenações considerando as espécies do dossel e do sub-bosque a resposta ao gradiente foi diferenciada.

A resposta das espécies de Dossel (figura 10a) quanto a espessura da serrapilheira no solo foi mais baixa que as espécies de pequeno porte do sub-bosque (Figura 10b), indicando que as espécies de menor porte têm uma resposta mais acentuada quanto a espessura de serrapilheira no solo evidenciando que variáveis em micro-escala favorecem o estabelecimento, crescimento e reprodução das palmeiras de sub-bosque na região do Interflúvio do Madeira-Purus.

A variação na interface serrapilheira-solo estão correlacionadas positivamente nas assembléias de palmeiras no sub-bosque influenciados pelos microhabitats gerados, os quais favorecem o desenvolvimento de determinadas populações de palmeiras e impedem a colonização de outras no local.

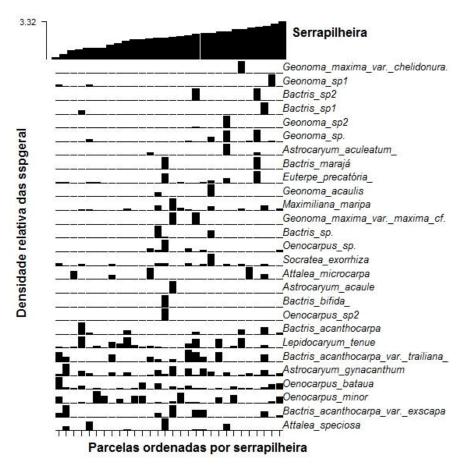


Figura 09- Densidade relativa de espécies de palmeiras ao longo do gradiente de espessura de Serrapilheira em 30 parcelas do Interflúvio Madeira-Purus, Amazônia central, Brasil.

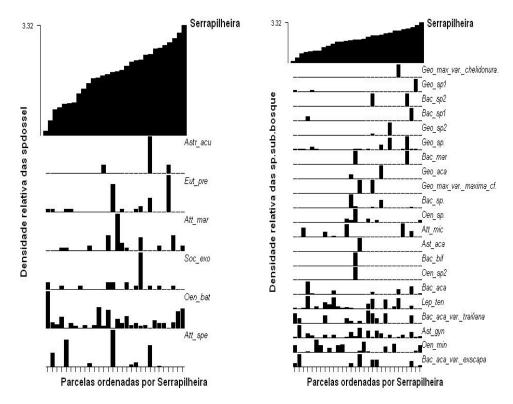


Figura 10- Densidade relativa de espécies de palmeiras ao longo do gradiente de espessura de Serrapilheira no Interflúvio Madeira-Purus, Amazônia central, Brasil. (a) ordenação para espécies de dossel, (b) ordenação para espécies de sub-bosque.

Diversas hipóteses estão relacionadas ao efeito da serrapilheira nas variações e condições ambientais adversas (Sousa 2007). A amplitude de profundidade da serrapilheira pode manter condições micro-climáticas favoráveis à germinação e sobrevivência de plântulas (Vásquez-Yanes *et al.*, 1990); a camada de serrapilheira pode funcionar como barreira física impedindo a fixação das plântulas (Sydes & Grime, 1981); a decomposição de serrapilheira pode aumentar a fertilidade do solo (Facelli & Pickett, 1991) e a sua queda pode causar danos às plântulas (Gilman *et al.*, 2003).

Adicionalmente, o efeito de serrapilheira também foi relacionado a interações bióticas, com evidências de que a camada de serrapilheira pode afetar os níveis de herbívora (Benitez-Malvido, 1999; Garcia-Guzman & Benitez-Malvido, 2003) e infecção por patógenos (Garcia-Guzman & Benitez-Malvido, 2003), ou dificultar a detecção de sementes por roedores (Cintra & Terborgh, 2000).

Nas assembléias de palmeiras a detecção por sementes é de importância crucial uma vez que os padrões distributivos das espécies estão diretamente relacionadas com a ação de dispersores.

A partir da análise da composição florística não é possível inferir quais das hipóteses anteriormente citadas podem estar relacionadas ao estabelecimento do padrão observado.

As espécies *Oenocarpus bataua* Mart., *Astrocaryum gynacanthum*, *Oenocarpus minor* Mart., *Bactris acanthocarpa* e *Lepidocaryum tenue* Mart. tiveram ampla distribuição na áreas estando freqüentes em quase todas as parcelas mostrando que não possuem grande relação com a espessura da serrapilheira, já espécies de pequeno porte ocorrentes nos sub-bosques como as do gênero Geonoma e Bactris tiveram pouca ou nenhuma ocorrência em áreas com maior espessura da serrapilheira.

A ordenação da comunidade de palmeiras por NMDS em duas dimensões apresentou resultado semelhante à ordenação simples direta, confirmando a influência do gradiente na distribuição das espécies de palmeiras na área.

A figura 11 apresenta os resultados da ordenação por NMDS para todas as espécies de palmeiras. A figura 12 demonstra os resultados para a ordenação por NMDS apenas para as espécies do Dossel e a figura 13 a ordenação para as espécies do Subbosque.

Os resultados encontrados tanto para ordenação direta como para indireta mostram que a resposta das espécies a espessura de serrapilheira é positiva para as espécies de pequeno porte e indivíduos jovens.

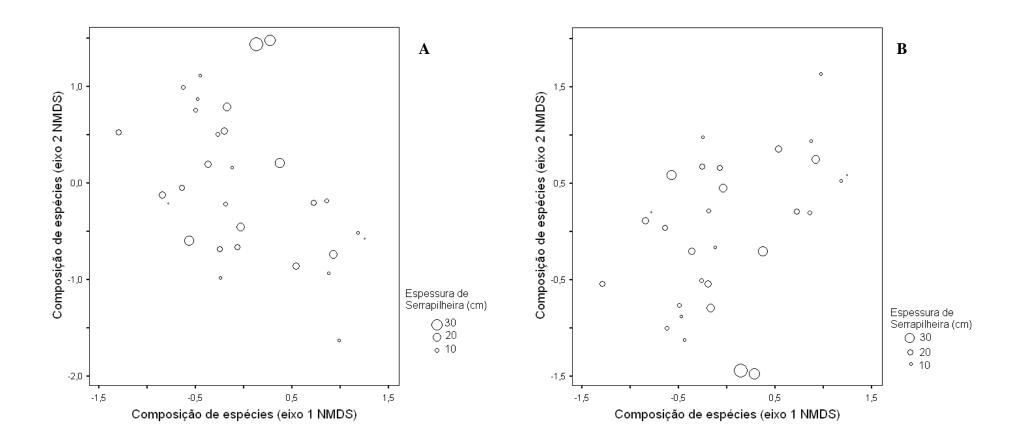


Figura 11 - Ordenação da assembléia de palmeiras (representada por dois eixos de ordenação NMDS). O tamanho dos pontos é proporcional em, (A) espessura média de Serrapilheira por parcela dados qualitativos (presença/ausência). (B) espessura média de Serrapilheira por parcela, dados quantitativos (densidade).

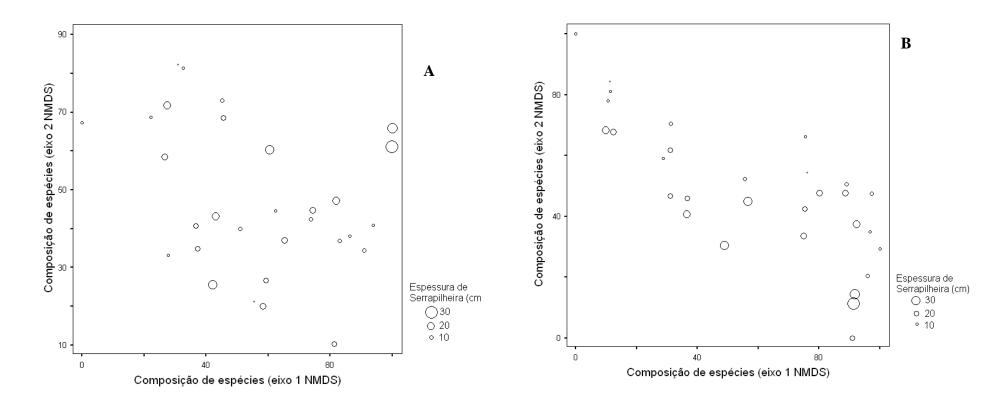


Figura 12 - Ordenação das espécies do Dossel (representada por dois eixos de ordenação NMDS). O tamanho dos pontos é proporcional em, (A) espessura média de Serrapilheira por parcela dados qualitativos (presença/ausência). (B) espessura média de Serrapilheira por parcela, dados quantitativos (densidade).

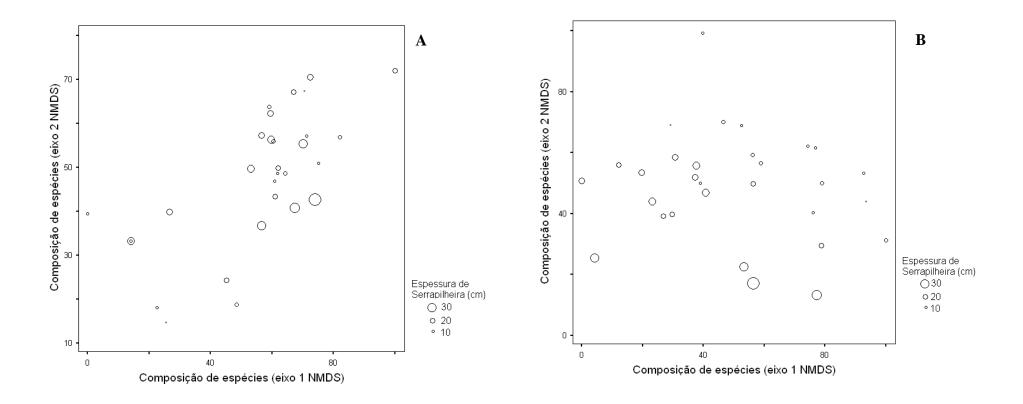


Figura 13 - Ordenação das espécies do Sub-bosque (representada por dois eixos de ordenação NMDS). O tamanho dos pontos é proporcional em, (A) espessura média de Serrapilheira por parcela, dados qualitativos (presença/ausência). (B) espessura média de Serrapilheira por parcela, dados quantitativos (densidade).

Os resultados indicam que as espécies do sub-bosque apresentam maior correlação com a espessura da serrapilheira que as espécies do dossel. Estudos relacionam profundidade da serrapilheira com a abundância, densidade (Cintra *et al.*, 2005) e a reprodução (Pinero & Sarukahn 1982) de algumas espécies de palmeiras.

Resultados semelhantes foram encontrados também por (Sousa, 2007; Freitas, 2009) ambos desenvolvidos na região do baixo interflúvio Madeira-Purus onde foram encontradas relações positivas entre a profundidade da serrapilheira e a distribuição principalmente das espécies de pequeno porte e indivíduos jovens. Mas, apesar desta influência ser bem acentuada ao nível de espécie, sua relação na comunidade não esta bem definida.

A variação na resposta das espécies com a espessura da serrapilheira sugere um papel importante na manutenção da heterogeneidade ambiental e consequêntemente da diversidade local. O padrão apresentado fortalece a hipótese de que esta variável interfere na estrutura da comunidade de palmeiras.

A ordenação das espécies do dossel apresentou estruturação apenas para dados de abundância. O que sugere que quando levado em consideração apenas a ocorrência destas espécies na área não é possível identificar como estas respondem ao gradiente de espessura de serrapilheira.

Uma hipótese para o padrão apresentado pela comunidade do dossel aponta para a interferência da variável na estrutura destas espécies numa escala mais fina, uma vez, que apesar dos indivíduos adultos não terem apresentado restrição quanto a quantidade de folhiço no solo, a influência em indivíduos jovens é mais acentuada. Isso indica que, em uma maior escala de tempo a quantidade de serrapilheira no solo tem influência em todas as espécies de palmeiras da região do interflúvio. Apesar de ser mais acentuada nas fazes iniciais do desenvolvimento para espécies de grande porte que chegam ao dossel na fase adulta.

Portanto a relação entre o tamanho dos indivíduos de uma espécie e a sua resposta ao gradiente de espessura de serrapilheira foi positiva concordando com os resultados encontrados por Souza, (2007). Em maiores espessuras de serrapilheira, foram observadas comunidades de palmeiras mais altas, sugerindo que a quantidade de serrapilheira afeta não só a composição de espécies como também a estrutura florestal. A espessura da serrapilheira pode apresentar efeitos diretos e indiretos sobre a

distribuição de espécies, composição da comunidade e estrutura da floresta e, por isso, é possível que influencie outros grupos de plantas ou animais na área de estudo.

5.3. RELAÇÕES ENTRE AMBIENTE E COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA

A ordenação da comunidade de palmeiras por NMDS em duas dimensões captou 61% da variação na composição para dados quantitativos e 56 % para dados qualitativos (figura 14).

O processo de ordenação das assembléias de palmeiras revelou que o padrão distributivo está relacionado em grande parte com as variações ao longo do gradiente textural, incorporando variações microambientais em escalas mais finas representadas pela interface serrapilheira-solo.

A variabilidade nos atributos edáficos resulta na variação nas condições de disponibilidade de nutrientes favorecendo mudanças na estrutura interna da floresta, as quais permitem que condições ecológicas adversas atuem na seletividade das espécies.

Muito embora, a composição de espécies seja reflexo do efeito das variáveis ambientais possivelmente outras variáveis podem influenciar na abundância das populações de palmeiras, em especial as do sub-bosque, mais sujeitas às alterações micro-ambientais.

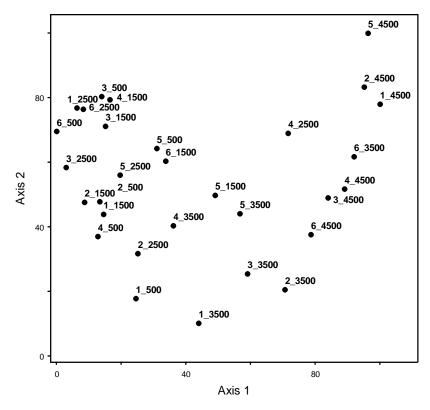


Figura 14 - Diagrama de NMDS da assembléia de palmeiras na Estação Ecológica do Cuniã, Porto Velho, Rondônia.

O padrão de distribuição sugere que a topografia, ligada a drenagem do terreno e a disponibilidade de água no solo, são algumas das variáveis que atuam ao longo do gradiente textural.

As variações topográficas na Amazônia central apresentam toposequencias definadas. Por outro lado, a variações micro-topográficas registradas na região do Interfluvio do Madeira-Purus favorecem a ocorrência de inundação temporária em vários trechos e a formação de igarapés sazonais que contribuem para as alterações no regime hidrológico resultando em micro-habitats que podem estar favorecendo ou limitando a ocorrência das espécies.

Os igarapés sob influência dos regimes sazonais e de precipitações locais têm importante papel na estruturação das assembléias de palmeiras. No entanto, é possível que outras variáveis precisem ser levadas em consideração como profundidade desses corpos d'água, período de residência no solo e sua integração entre a interface solohidrologia-vegetação.

Ainda de acordo com outros autores (Gandolfi 2000; Tuomisto & Ruokulainen 1994), a declividade da superfície do solo produz uma variedade de situações

ambientais, tais como: gradientes de umidade no solo entre o topo e a base da vertente; favorecimento o transporte de partículas de solo ao longo do perfil; interferência na organização vertical do dossel, ocasionando variações nos ângulos de penetração e distribuição de luz no interior de florestas; promoção da aparente elevação da copa de indivíduos menores e mais jovens de áreas superiores, de modo que alcancem mais rápido o dossel em áreas de declividade acentuada; variação no tempo de incidência de radiação durante o ano (mais nas áreas elevadas que nas inferiores) e geração de aspecto de degraus no estrato arbóreo.

Todos estes aspectos contribuem para a criação de microclimas na área que terão influência direta na formação e composição da vegetação local. Portanto, a variação topográfica que permite a formação de áreas inundadas por determinados períodos do ano, permite o surgimento de diversos outros gradientes menores que podem atuar de forma diferenciada nas espécies locais.

A influência das variações micro-topográficas foi registrada também por Silvertown *et al.* (1999) onde observaram que mesmo na ausência de variação topográfica acentuada, ocorre diferenciação de nichos ao longo de um gradiente de condições ambientais.

De modo geral, o solo sob floresta de terra firme na Amazônia é caracterizado por baixa fertilidade química, sendo a sustentação da floresta garantida pela ciclagem, praticamente fechada, de nutrientes, aliada às condições de calor, alta umidade e alta diversidade biológica (Ferreira *et al.*, 2002). Apesar destas características a dinâmica entre solo e vegetação contribui para a enorme e heterogeneidade ambiental da região resultando de diversas fitofisionomias vegetais em consequência de diversos fatores entre os quais as características físicas e químicas dos solos são de grande relevância.

Sabe-se que os fatores ambientais e biológicos influenciam a distribuição das espécies de plantas nos ambientes, e que esta pode ser positiva, facilitando a colonização, desenvolvimento e permanência da espécie, ou negativa, na forma de inibição ou limitação da espécie na área.

Os resultados da Análise de Correspondência Principal - ACP (Figura 15) realizado com dados do solo, mostraram que há relação dos gradientes ambientais com a estrutura da assembléia de palmeiras. A análise revelou que 63,76% de variação para o primeiro eixo, mostrando que existe uma significativa influência das variáveis no

padrão de estrutura e distribuição das espécies de palmeiras na área. Os autovalores e variância acumuladas dos 3 primeiros eixo da ACP estão representados na tabela 2.

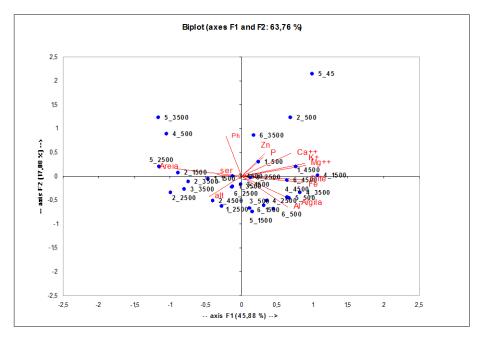


Figura 15 – Análise de componentes principais (ACP) mostrando relação entre variáveis granulométricas (silte, areia e argila), altitude, cátions trocáveis e serrapilheira para a assembléia de palmeiras no interflúvio Madeira-Purus, Estação ecológica do Cuniã, Porto Velho, Rondônia.

Tabela. 3. Resultados da Análise de componentes principais (ACP) com os autovalores e variância explicadas para os 3 primeiros eixos.

		Variância	Variância
EIXO	AUTOVALOR	explicada (%)	acumulada (%)
1	8,630	47,942	47,942
2	3,145	17,473	65,416
3	1,728	9,601	75,016

O padrão de distribuição apresentado pela ACP é similar ao mostrado através da NMDS, reforçando a hipótese de que as características do solo podem estar associadas as micro-variações topográficas. A associação entre solo, topografia e água também foram encontradas por outros estudos realizados na região do interflúvio Madeira-Purus (Sousa, 2007; Costa, *et al.*, 2008), no entanto ainda é pouco conhecido como a associação entre estes gradientes atua nas espécies e em que escala, mostrando

necessidade de maiores estudos sobre a influência destes fatores na distribuição da vegetação ao longo do interflúvio.

5.4. RELAÇÕES ENTRE AMBIENTE E COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA – TEXTURA DO SOLO

As médias e desvios padrão e amplitude de variação da cada gradiente estão apresentadas na tabela 03.

Tabela. 4. Médias e desvio padrão das variáveis ambientais medidas nas 30 parcelas da Estação Ecológica do Cuniã, Amazônia Central. (amplitude de variação entre parênteses). Para espessura de serrapilheira pontual foram usados todos os valores de espessura de serrapilheira medidos, independentemente da parcela, e para espessura média foram consideradas as médias das 30 parcelas.

	Variável Ambiental	Média (amplitude de variação)	
	Teor de argila (%)	18,6±5,98 (5 - 35,5)	
Textura do solo	Teor de Silte (%)	35,34±16,49 (5,03 - 63,48)	
	Teor de areia (%)	40,06 ± 19,97 (12,35 -78,47)	
Cátions	Ca ²⁺ (cmol.kg)	0,04±0,02 (0,02 - 0,09)	
trocáveis	Mg ²⁺ (cmol.kg)	0,10±0,07 (0,03 - 0,32)	
Hocaveis	K ⁺ (cmol.kl)	0,06±0,02 (0,02 - 0,12)	
Serrapilheira	Pontual	11,19±8,28 (0 - 65)	
(cm)	Média por parcela	11,18±6,24 (2,67 - 27,71)	

A amplitude de variação de cátions trocáveis e espessura de serrapilheira foram semelhantes ao encontrado por Sousa (2007). Quanto a textura do solo, o teor de silte, areia e argila são compatíveis com características de solos da Amazônia. No entanto, ao contrário de Sousa (2007), que registrou uma maior contribuição para o teor de silte, os resultados mostram maior contribuição do teor de areia seguido de silte. A menor contribuição foi dada pelo teor de argila que variou em sua contribuição relativa entre as parcelas.

Os resultados da ordenação feita com os dois primeiros eixos da NMDS para os gradientes de textura do solo também apresentaram maior ordenação para Areia e Silte.

Os resultados obtidos para toda a comunidade, para as espécies de dossel e subbosque estão representadas (Figuras 16 a 24).

A ordenação apresentada pelo componente de porcentagem de areia pode estar relacionada com a disponibilidade de água no solo. Solos arenosos tendem a escoar a água mais rapidamente que solos argilosos, assim o teor de Areia no solo pode estar influenciando na permanência e o escoamento de nutrientes no solo e consequêntemente alterando a disponibilidade destes para as plantas.

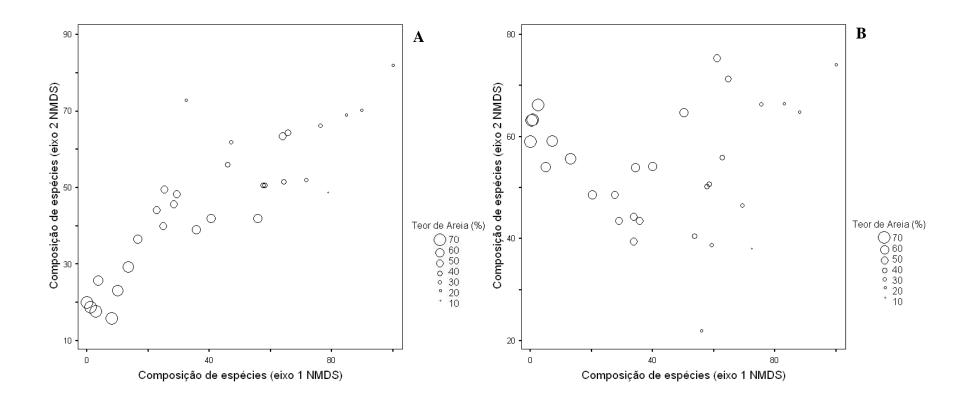


Figura 16 - Ordenação composição quantitativa da assembléia da palmeiras (representada por dois eixos de ordenação NMDS). O tamanho dos pontos é proporcional em,) Teor de Areia por parcela, dados qualitativos (presença/ausência). (B) teor médio de Areia por parcela, dados quantitativos (densidade).

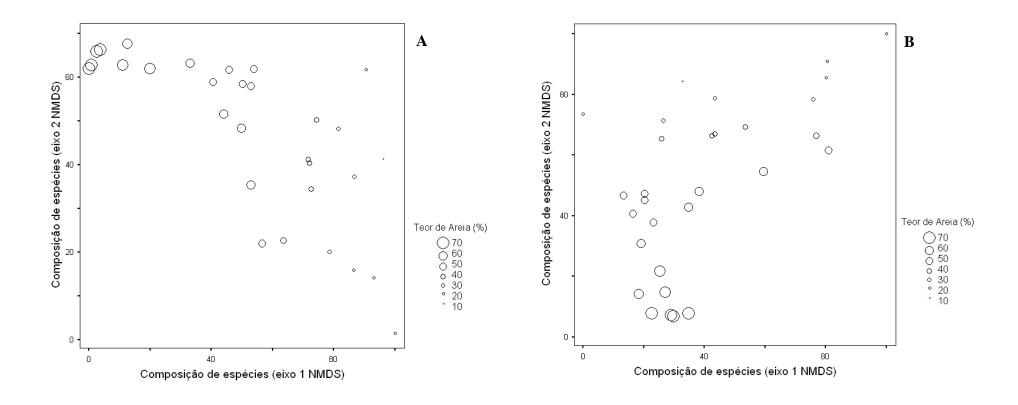


Figura 17 - Ordenação das espécies do Dossel (representada por dois eixos de ordenação NMDS). O tamanho dos pontos é proporcional em, (A) Teor de Areia por parcela, com dados qualitativos (presença/ausência). (B) teor médio de Areia por parcela, dados quantitativos (densidade).

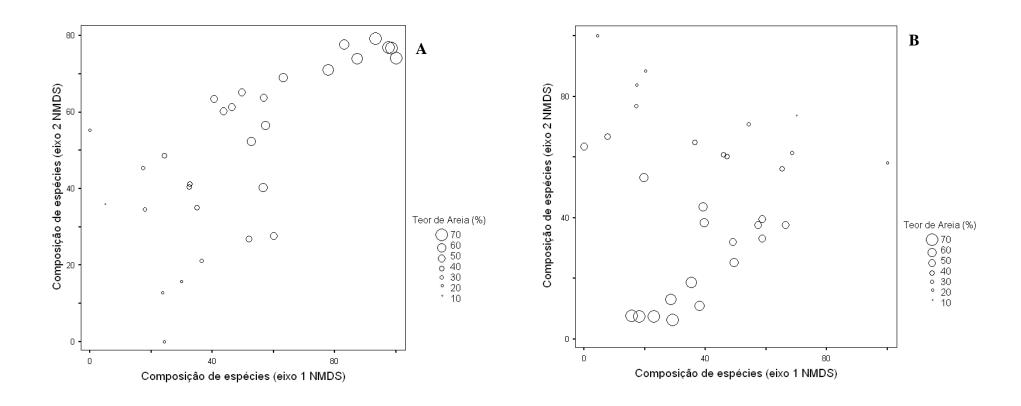


Figura 18 – Ordenação das espécies do Sub-bosque (representada por dois eixos de ordenação NMDS). O tamanho dos pontos é proporcional em, (A) Teor de Areia por parcela, com dados qualitativos (presença/ausência). (B) teor médio de Areia por parcela, dados quantitativos (densidade).

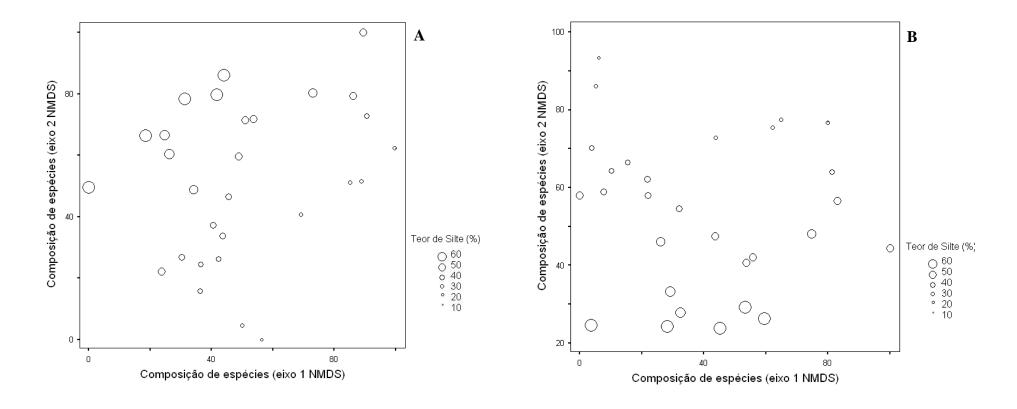


Figura 19 - Ordenação da assembléia de palmeiras (representada por dois eixos de ordenação NMDS). O tamanho dos pontos é proporcional em, (A) Teor médio de Silte por parcela, com dados qualitativos (presença/ausência). (B) teor médio de Sile por parcela, dados quantitativos (densidade).

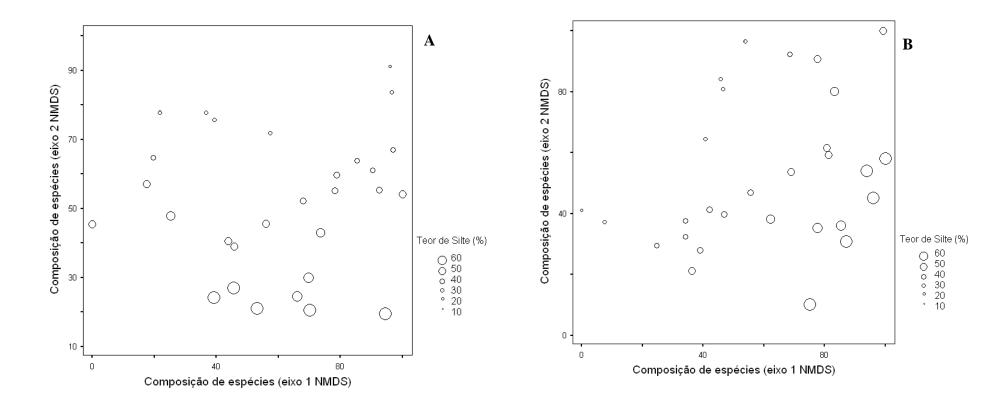


Figura 20 - Ordenação das espécies do Dossel (representada por dois eixos de ordenação NMDS). O tamanho dos pontos é proporcional em, (A) Teor de Silte por parcela, com dados qualitativos (presença/ausência). (B) teor médio de Silte por parcela, dados quantitativos (densidade).

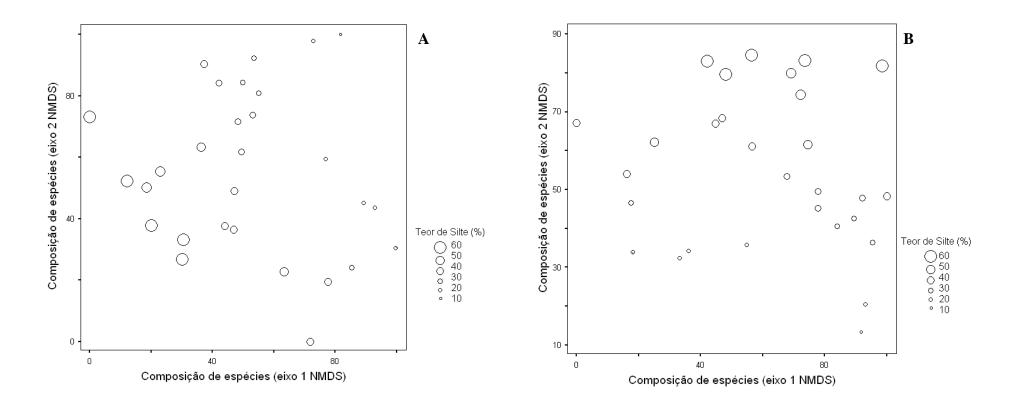


Figura 21 - Ordenação das espécies do Sub-bosque (representada por dois eixos de ordenação NMDS). O tamanho dos pontos é proporcional em, (A) Teor médio de Silte por parcela, com dados qualitativos (presença/ausência). (B) teor médio de Silte por parcela, dados quantitativos (densidade).

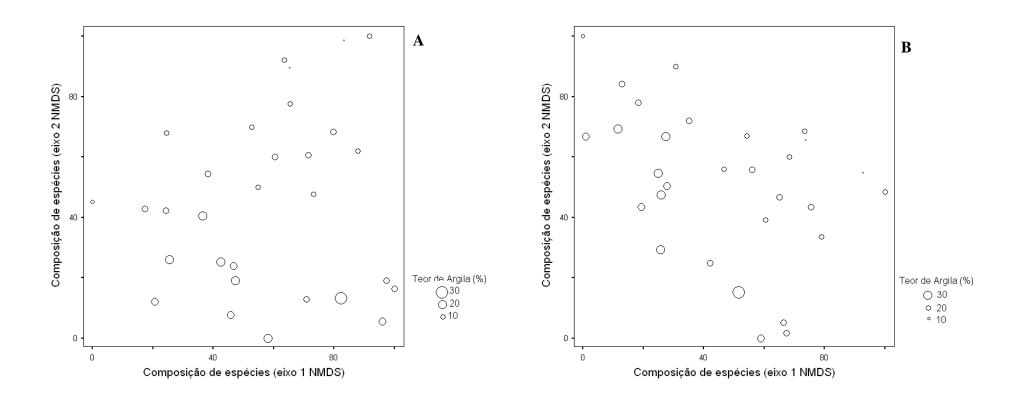


Figura 22 - Ordenação da assembléia de palmeiras (representada por dois eixos de ordenação NMDS). O tamanho dos pontos é proporcional em, (A) Teor médio de Argila por parcela, com dados de presença/ausência. (B) teor médio de Argila por parcela, dados quantitativos (densidade).

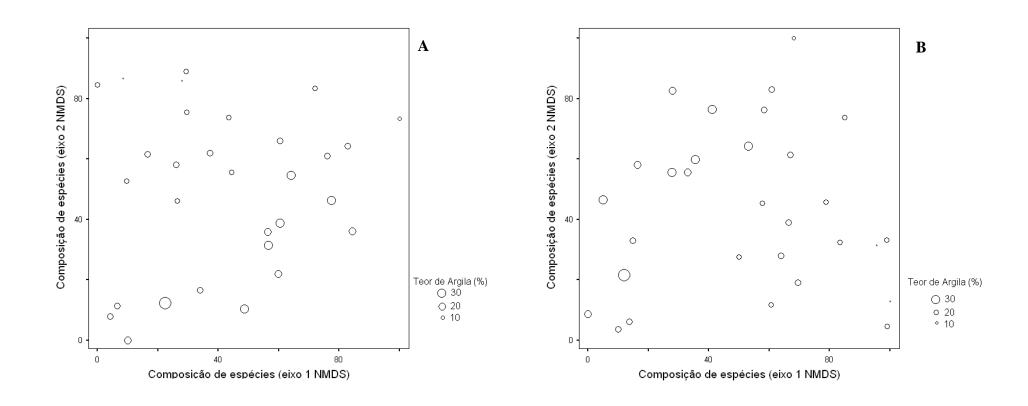


Figura 23 - Ordenação das 30 parcelas quanto à composição quantitativa de espécies do Dossel (representada por dois eixos de ordenação NMDS). O tamanho dos pontos é proporcional em, (A) Teor médio de Argila em cada parcela, com dados de presença/ausência. (B) ao teor médio de Argila em cada parcela, dados de densidade.

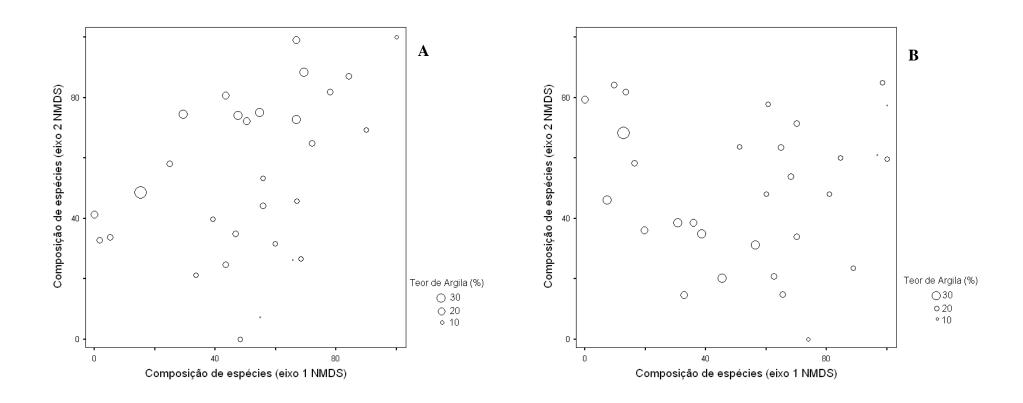


Figura 24 - Ordenação das 30 parcelas quanto à composição quantitativa de espécies do Sub-bosque (representada por dois eixos de ordenação NMDS). O tamanho dos pontos é proporcional em, (A) Teor médio de Argila em cada parcela, com dados de presença/ausência. (B) ao teor médio de Argila em cada parcela, dados de densidade.

A resposta diferenciada entre dossel e sub-bosque tanto para espessura de serrapilheira como para textura do solo, apontam para uma restrição das espécies ao longo de alguns gradientes assim como uma forte associação com o porte das espécies encontradas. Tais resultados confirmam que os efeitos relativos dos fatores ambientais sobre a comunidade são diferentes se considerados a distribuição das espécies de sub-bosque e dossel.

5.5. RELAÇÃO GRADIENTES AMBIENTAIS ATRAVÉS DA ANÁLISE DE CORRELAÇÃO CANÔNICA-ACC.

Os resultados da análise de Correlação Canônica para textura do solo, nutrientes, espessura de serrapilheira e altitude, mostram que as características físicas e químicas do solo estão contribuindo na estrutura e variações internas nas assembléias de palmeiras por meio de formação de grupos de correlações apontando particularidades quanto as características do terreno e a distribuição das espécies (figura 25).

A tabela 04 mostra os resultados dos autovalores para os 3 primeiros eixos da ACC e a porcentagem de variância nos três eixos. A porcentagem de variância explicada foi de 44%. Este valor é considerado significativo se comparado com outros estudos como, por exemplo, Hamaguchi (2009), confirmando a importância dos gradientes observados na estruturação das assembléias de palmeiras.

Para a assembléia de palmeiras as maiores correlações foram registradas por Areia, Silte, Cálcio, Magnésio, Potássio e Ferro e os menores valores foram obtidos pela espessura da serrapilheira, Alumínio, Argila, Fósforo e Zinco. Porém apesar dos baixos valores encontrados para algumas variáveis na assembléia de palmeiras, resultados encontrados por Sousa (2007) e Costa *et al.* (2008) na região do baixo Interflúvio Madeira-Purus, indicam a atuação de gradientes em micro- escala influenciando a estrutura das assembléias com forte correlação quanto ao porte das espécies ou grupos do sub-bosque.

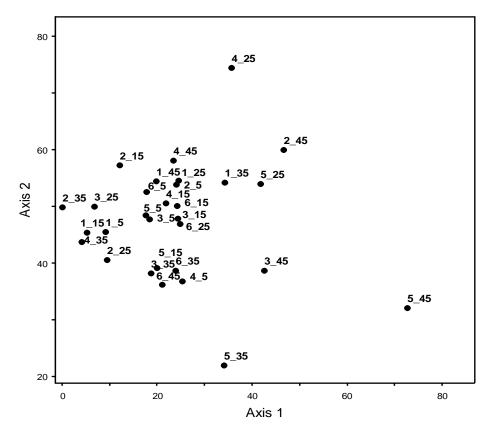


Figura 25 - Resultado da Análise de Correlação Canônica, para dados ambientais e de densidade da assembléia de palmeiras na Estação Ecológica do Cuniã, Porto Velho, Rondônia.

Tabela .5. Resultado da Análise de correspondência Canônica (ACC), aplicado 30 parcelas permanentes usando dados de densidade das espécies por parcela e as variáveis ambientais de granulometria e nutrientes do solo.

		Variância	Variância	
EIXO	AUTOVALOR	explicada (%)	acumulada (%)	p
1	0.653	24.8	24.8	0.0100
2	0.304	11.6	36.4	0.0300
3	0.205	7.8	44.2	0.2300

Os resultados obtidos para as espécies do sub-bosque e do dossel estão ilustrados na figura 26. Os gráficos indicam que analisados em micro-escala alguns gradientes atuam de forma diferenciada de acordo com o porte da espécie.

Os gradientes de espessura de serrapilheira e textura do solo apresentaram maiores correlações para as espécies do sub-bosque. Tal padrão reforça o resultado apresentado pela ordenação das espécies (Figura 14) assim como o encontrado por

Souza (2007) no baixo Interflúvio Madeira-Purus próximo a Manaus onde as espécies de menor porte e indivíduos jovens apresentaram maiores correlações com a espessura de serrapilheira do que as espécies de maior porte.

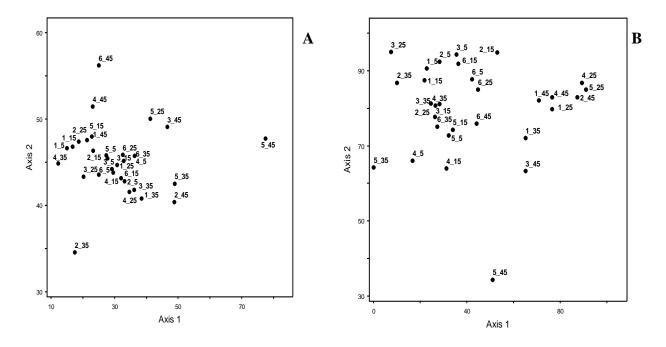


Figura 26 - Resultados da CCA para a assembléia de palmeiras de palmeiras no interflúvio Madeira-Purus, Estação ecológica do Cuniã, Porto Velho, Rondônia. A) Espécies de Sub-bosque e em B) espécies de Dossel.

As variáveis com maior correlação para as espécies do dossel foram Silte, Cálcio Fósforo e Magnésio, as menores correlações foram apresentadas por Ferro, espessura de serrapilheira e Fósforo.

O Dossel (Figura 26b), apresentou formação de 2 grupos. O menor grupo é formado por parcelas localizadas na parte leste da área de amostragem onde foram registrados maiores elevações do terreno, são parcelas mais úmidas e com vegetação mais fechada e apresentaram os menores valores de correlação com os nutrientes analisados, sugerindo a influência de outros fatores. Estes podem, como indicado pela NMDS, estar ligado às micro-variações ambientais. Neste grupo concentraram-se espécies como *Alttalea speciosa* Mart. Ex Spreng. O segundo grupo abrange apresentou ampla variação na correlação com as variáveis.

Todos os elementos analisados neste trabalho são considerados essenciais ao crescimento vegetal, porém micronutrientes como o Ferro são necessários em uantidades muito pequenas pelas plantas enquanto que os macronutrientes (P, K, Ca e Mg) são requeridos em grandes quantidades.

No entanto o requerimento pode ser variável entre as espécies o que contribui para a formação de grupos uma vez que cada nutriente pode estar atuando em escala diferenciada entre as unidades amostrais tanto pela quantidade disponível no solo como pela capacidade de assimilação das espécies presentes em cada unidade.

Para as espécies de sub-bosque assim como no dossel houve formação de dois grupos de parcelas (Figura 26a). No entanto enquanto no dossel a espessura da serrapilheira apresentou baixa correlação, o sub-bosque registrou um dos maiores valores de correlação para esta variável.

Entre os nutrientes o Cálcio mostrou correlação similar tanto para o dossel como para o sub-bosque, podendo ser explicado pela importância deste nutriente no desenvolvimento de plantas independente do porte ou estágio de desenvolvimento. Além do Cálcio os nutrientes com maior correlação na comunidade do sub-bosque foram Alumínio, Potássio e Magnésio.

De forma geral a formação dos grupos do sub-bosque e dossel foi composta pelas mesmas unidades amostrais, a distinção está na variabilidade da correlação com as variáveis ambientais, comprovando que os nutrientes disponíveis no solo, assim como a textura e espessura da serrapilheira atuam de forma diferenciada entre as espécies do dossel e do sub-bosque.

Quanto à textura do solo, diferente do dossel que apresentou maior correlação com o teor de silte a comunidade do sub-bosque mostrou maior correlação com o teor de argila.

A textura do solo apresentou padrão de correlações similares ao obtidos pela ordenação por NMDS. O teor de areia apresentou correlação similar para o sub-bosque e dossel sendo significativa para as duas assembléias. O teor de Silte apresentou maior correlação com as espécies do Dossel, enquanto Argila obteve maior correlação com o sub-bosque.

Os teores de silte e areia podem estar relacionados com a proximidade de corpus d'água e variações micro-topográficas que podem estar atuando nos processos de disponibilização ou carregamento de nutrientes nas unidades amostrais. A correlação

dos teores de argila com o sub-bosque pode estar relacionada com a capacidade de retenção de água e nutrientes nos trechos onde o solo é mais argiloso

A variabilidade na correlação das variáveis texturais está relacionada com a compartimentação geomorfológica do solo. Para a Amazônia Central as compartimentações geomorfológicas determinam topossequências com características de solo muito bem definidas, com domínio de textura argilosa nas áreas de platôs e textura fortemente arenosa nas áreas de baixio. Nesse caso, relações indiretas entre hidrologia e vegetação permitem prever a estrutura espacial e composição da vegetação em diversas escalas.

Porém a área amostrada registra uma baixa variação geomorfológica e topográfica, indicando mudanças muito sutis nas características texturais resultando na variabilidade das correlações entre o dossel e o sub-bosque.

Todos os padrões encontrados neste estudo indicam relações positivas entre as variáveis ambientais e os padrões estruturais das assembléias de palmeiras.

Os dados de granulometria mostraram correlação positiva em todas as análises aplicadas, no entanto é possível que variáveis texturais tenham maior influência na estruturação da comunidade quando associada a outros gradientes. A influência direta exercida pela granulometria nos processos de retenção de água e nutrientes no solo, reforçam a forte correlação entre composição do solo e os padrões de estrutura das assembléias de palmeiras.

Segundo Ferreira, (2007) parâmetros físicos e químicos do solo importantes para o crescimento de plantas são controlados primariamente pela textura, que determina a superfície específica das partículas.

A textura expressa à distribuição percentual das classes de tamanho das partículas primárias e é determinada pela análise granulométrica (Camargo *et al.*, 1986). A estrutura do solo é condicionada principalmente pela textura do solo, sendo um parâmetro fundamental na inferência do potencial de compactação, disponibilidade de água, aeração, condutividade do solo ao ar, à água e ao calor, infiltração e da redistribuição de água e quantidade de nutrientes disponíveis (Prevedello, 1996).

A variabilidade entre os grupos formados pela correlação canônica e pela análise de componentes principais para os nutrientes analisados reforça a hipótese da ocorrência de micro-habitats resultando em condições ambientais diversas que exercem influência nos padrões de distribuição das assembléias de palmeiras. Alternativamente as variações

micro-climáticas locais, as espécies e suas capacidades competitivas podem diferir em suas respostas às condições ambientais.

A correlação entre as espécies aponta para uma forte correlação entre a dominância de *Lepdocaryum tênue* Mart., e a distribuição das demais espécies. Em unidades amostrais em que há dominância desta espécie a freqüência de outras espécies decai indicando que *Lepidocaryum tênue* Mart. possui mecanismo de inibição da ocupação local por outras espécies. Este fator pode ser explicado tanto pelas características do ambiente, como apresentado pelos gráficos de correlação que mostram a variabilidade da correlação das variáveis ambientais, como pelo alto valor competitivo desta espécie na forma de limitação de espaço para outras espécies.

Os resultados encontrados evidenciam que a formação de comunidades vegetais é determinada pelo conjunto de relações e interações entre as espécies e variáveis ambientais. Na assembléia de palmeiras da Estação Ecológica do Cuniã a heterogeneidade ambiental atua de forma positiva contribuindo para a diversidade palmeiras.

Outros estudos são necessários para ampliar o conhecimento das assembléias de palmeiras na região, permitindo extrapolar os dados para a conservação de áreas de preservação ou de extrativismo.

A definição dos padrões de distribuição das espécies de palmeiras na Amazônia também pode servir como indicadores para a elaboração de projetos de ampliação do cultivo das espécies de interesse econômico como o babaçu (*Attalea speciosa* Mart.) e o Açaí (*Euterpe precatória* Mart.) já bastante usados na região. Contribuindo assim para o desenvolvimento da regional.

6. CONCLUSÕES

A relação entre o porte das espécies e a sua resposta ao gradiente de espessura de serrapilheira é positivo. A amplitude de variação na espessura de serrapilheira atua seletivamente em palmeiras do sub-bosque e do dossel, sugerindo que a quantidade de serrapilheira afeta a composição e o padrão distributivo das especies.

A espessura da serrapilheira pode apresentar também efeitos diretos e indiretos sobre a distribuição das espécies, afetando sua composição e variações na estrutura, por isso, é possível que influencie outros grupos de plantas ou animais na área de estudo.

Os fatores edáficos afetaram positivamente a estrutura das assembléias de palmeiras. O teor de Areia apresentou forte influencia em toda a assembléia sendo fortemente correlacionada tanto para espécies do sub-bosque como do dossel. O teor de silte foi mais significativo para o dossel enquanto o teor de argila apresentou maior influencia no sub-bosque.

A forte influencia do teor de areia sugere relação com a baixa variação topográfica do terreno que difere das demais áreas da Amazônia central onde a mudança topográfica é mais acentuada e os solos são mais argilosos, indicando que na ausência de uma toposequência definida outros fatores estão determinando a estrutura da comunidade.

Para a assembléia de palmeiras a textura do solo foi mais importante do que a fertilidade na determinação da ocorrência das espécies, no entanto, a resposta a alguns nutrientes foi significativa quando observado o porte sugerindo a ocorrência de microhabitats influenciando na estrutura dos grupos do sub-bosque e dossel.

As espécies de palmeiras não possuem distribuição restrita ao longo dos gradientes, no entanto, grande parte da estrutura da assembléia é influenciada pela variabilidade dos gradientes ambientais indicando que as mudanças em escala fina ao longo do gradiente não é capaz de impedir a colonização das espécies no local, mas pode afetar suas frequências e abundâncias.

As respostas das variáveis ambientais estão positivamente relacionadas ao porte das espécies uma vez que tanto as variáveis edáficas de textura e fertilidade do solo como a espessura de serrapilheira foram mais evidentes para as espécies do sub-bosque do que para as espécies do dossel, reforçando a hipótese de que a distribuição das espécies de palmeiras no interflúvio Madeira-Purus é determinada em grande parte pelas variáveis ambientais.

REFERÊNCIAS

ADDINSOFT, 2004. Xlstat for excel, version 7.5. Addinsoft, New York.

ANDERSON, A. B. 1981. White sand vegetation of Brazilian Amazonia. Biotropica 13:199-210.

ANDERSON, A.B.; MAY, P.M.A. A palmeira de Muitas vidas. Ciência Hoje. Rio de Janeiro, v.4,p. 58-64, 1985.

ALENCAR, A.; NEPSTAD, D.C.; MCGRATH, D.; MOUTINHO, P.; PACHECO, P.; CARMEN VERA DIAZ, M. DEL; SOARES FILHO, B. 2004. Desmatamento na Amazônia: indo além da emergência crônica. Belém: IPAM. 85 p.

BASLEV, H. y MORAES, M. 1989. Sinópsis de la Palmeras de Bolivia. La Paz, Bolivia. Botanical Institute Aarthus University y Herbario Nacional de Bolivia.

BEGON, M; TOWNSEND, C. R; HARPER, J. L.; 2007. Ecologia: de Indivíduos a Ecossistemas. Tradução Adriano Sanches Melo ...[et al.]. -4ed.-Editora Artmed, 752p.:il.;28cm.

BENITEZ-MALVIDO, J. 1999. Litter cover variability affects seedling performance and herbivory. *Biotopica*, 31(4): 598-606.

BERNARDES, CAROLINA. 2007. Influencia da heterogeneidade Ambiental e da distancia geográfica na composição em floretas de terra firme no Interflúvio Madeira-Purus, Amazonia Central. Dissertação de Mestrado. INPA/UFAM.

BISPO, P. da C.; VALERIANO, M. de M.; KUPLICH, T. M., 2009. Variáveis geomorfométricas locais e sua relação com a vegetação da região do interflúvio Madeira-Purus (AM-RO). vol. 39 (1) 81 – 90.

BOTREL, R. T; FILHO, A. RY T. O; RODRIGUES, L. A; CURI, N. 2002. Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutura da comunidade arbóreo-arbustiva de uma floresta estacional semidecidual em Ingaí, MG. Revista Brasil. Bot., V.25, n.2, p.195-213, jun.

BRASIL 1978 Projeto RADAMBRASIL. Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra, Rio de Janeiro.

CAMARGO, O. A. de; MONIZ, A.C.; JORGE, J.A.; VALADARES, J.M.A.S. 1986. Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agronômico de Campinas. Campinas: Instituto Agronômico, (Boletim Técnico, 106) 94p.

CAMPBELL, D.C. 1994. Scale and patterns of community structure in Amazonian forests. *In*: P.J. Edwars.; R.M. May.; N.R. Webb. (eds.). *Large-scale Ecology and Conservation Biology*. Blackwell Scientific Publications, Oxford. pp. 179-198.

CAMPBELL, D.D.; DALY, D.C.; PRANCE, G.T.; MACIEL, U.N. 1986. Quantitative ecological inventory of terra firm and varzea tropical forest on the rio Xingu, Brazilian, Amazon. *Brittonia*, 38:369-393.

CARVALHO, F. A., 2006. Diversidade beta no interflúvio Madeira-Purus: determinantes da estrutura das comunidades de Marantaceae, Araceae e Pteridófitas ao longo da BR 319, Amazonas, Brasil / Carvalho F. A. – Manaus, 87p.:il. Dissertação (Mestrado) – INPA/UFAM

CARVALHO, A. L., FERREIRA, E. J. L., LIMA, J. M. T., Comparações Florísticas e Estruturais Em comunidades de Palmeiras em fragmentos de Floresta Primaria e secundaria da Área de Proteção Ambiental Raimundo Irineu Serra – Rio Branco, Acre, Brasil.VOL. 40(4): 657-666. 2010.

CARVALHO, J. L. N. 2006. Conversão do Cerrado para fins agrícolas na Amazônia e seus impactos no solo e no meio ambiente. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba-SP. 95pp

CASTILHO, C.V; MAGNUSSON, W. E.; ARAÚJO, R. N. O.; LUIZÃO, R. C.; LUIZÃO, F. J.; LIMA, A. P.; HIGUCHI, N. 2006. Variation in aboveground tree live biomass in a central Amazonian forest: effects of soil and topography. *Forest Ecology and Management*, 234(1-3): 85-96.

CHAUVEL, A.; LUCAS, Y.; BOULET, R. 1987. On the genesis of the soil mantle of the region of Manaus, Central Amazonia, Brazil. *Experientia*, 43(2): 234–241.

CASTRO, G. C. de. 2008. Carbono orgânico nas frações granulométricas e húmicas em solos de diferentes texturas sob floresta da região noroeste mato-grossense. Dissertação (mestrado) — Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Engenharia Florestal, Pós-graduação em Ciências Florestais e Ambiental. 45p.

CLINEBELL, R. R.; PHILLIPS, O.L.; GENTRY, A. H.; STARK, N.; ZUURING, H. 1995. Prediction of neotropical tree and liana species richness from soil and climatic data. *Biodiversity and Conservation*, 4:56-90.

CIANCIARUSO, M.V, PIRES, J. S. R.; DELITTI, W. B. C.; SILVA, E. F. L. P. 2006. Produção de Serrapilheira e decomposição de material foliar em um cerradão na estação ecológica do Jataí, município de Luiz Antonio, SP, Brasil. Acta Botânica Brasílica, São Paulo vol. 20, n.1 p 49-59.

CINTRA, R. 1997. Leaf Litter effects on seed and seedling predation of the palm *Astrocaryum murumuru* and the legume tree *Dipteryx micrantha* in Amazonian forests. *Journal of Tropical Ecology*, 13: 709-725.

CINTRA, R.; XIMENES, A. D. C.; GONDIM, F.R.; KROPF, M.S. 2005. Forest spatial heterogeneity and palm richness, abundance and community composition in Terra Firme forest, Central Amazon. *Revista Brasileira de Botânica*, 28 (1): 75-84.

CINTRA, R.; TERBORGH, J. 2000. Forest microspacial heterogeneity and seed and seedling survival of the palm *Astrocaryum murumuru* and the legume *Dipteryx micrantha* in an Amazonian Forest. *Ecotropica*, 6: 77-88.

CONCEIÇÃO, P. C.; AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J; SPAGNOLLO, E. 2005. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. R. bras. Ci. do Solo. Viçosa-MG., v.29, n.5, p. 777-788.

CORREIA, M. E. F.; ANDRADE, A. G. Formação de serrapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. 1999 (Eds.). Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Gênesis,. 490 p.

COSTA. F. R. C, GUILLAUMET, J. L., LIMA, A.P.; PEREIRA, O. S. 2008. Gradients witthin gradients: the mesoscale distribution patterns of plam in a central Amazonian forest. Jornal of Vegetation Science, 20:69-78.

COSTA, F. R. C. 2006. Mesoscale gradients of herb richness and abundance in Central Amazonia. *Biotropica*, 38(6): 711-717.

COSTA, F. R. C.; MAGNUSSON, W. E; LUIZÃO, R. C. 2005. Mesoscale distribution patterns of Amazonian understory herbs in relation to topografy, soil and watersheds. *Journal of Ecology*, 93: 863-878.

COSTA, F. R. C., 1997. Efeitos do corte seletivo de madeira sobre a composição da comunidade de herbáceas terrestres em uma floresta de terra-firme da Amazônia Central. In: Simpósio Internacional 'Bases Científicas para o Manejo Florestal da Amazônia', 1997, Manaus. Projeto BIONTE - Relatório Final. Manaus : INPA/DFID,. p. 325-326

CUEVAS, E. KLINGE, H. 1986. Bana: Biomass, mutrient content, litterfall, and decomposition. IVIC volume, San Carlos do Rio Negro Project.

CUNHA, H. B; OLIVEIRA, J. A. D; VICTORIA, R. L. 1999. Balanço dos Nutrientes Ca +2, Mg+2, Na+, K+ e NO3 - em uma Bacia de Primeira Ordem com Vegetação Natural na Amazônia Central. Acta Amazonica 29(1):33-41.

DUIVENVOORDEN, J. F.; SVENNING, J-C; WRIGHT, S. J. 2002. Beta diversity in tropical forests. *Science*, 295: 636-637.

EDMAR JOSÉ KIEHL.1979. Manual de Edafologia – Relações Solo-Planta..Editora Agronômica Ceres, São Paulo. 262p.

EMBRAPA, 1999. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes, Brasília. 370p.

EMBRAPA. 1997. Manual de Métodos de Análises de Solo. Centro Nacional de Pesquisas de Solos – CNPS. @a. edição revisada atualizada, Rio de Janeiro. 212p.

FACELLI, J. M; PICKETT, S. T. A. 1991. Plant litter: its dynamics and effects on plant community structure. *Botanical Review*, 57: 1-32.

FEARNSIDE P.M; GRAÇA P.M.L.A., 2006. Brazil's Manaus-Porto Velho highway and the potential impact of linking the arc of deforestation to central Amazonia. Environmental Management, 38, 705-716

FREITAS, C. G., 2009. O papel da profundidade da liteira e abertura de copa na estruturação da comunidade de palmeiras (Arecaceae) em uma área de floresta próximo a Br - 319, amazonas, Brasil. Anais do III Congresso Latino Americano De Ecologia, 10 a 13 de setembro de 2009, São Lourenço – MG.

FERREIRA, S. J. F.; LUIZÃO, F. J; MELLO-IVO, W; ROSS, S. M.; BIOT, Y. 2002. Propriedades físicas do solo após extração seletiva de madeira na Amazônia Central. Acta Amazônica 32(3):449-6466.

FERREIRA, L.V.; PRANCE, G.T. 1998. Species richness and floristic composition in four hectares in the Jaú National Park in upland forests in Central Amazonia. *Biodiversity and Conservation*, 7:1349-1364.

FERREIRA, E. J. L. 2005. Manual to the palms of Acre, Brazil. (http://www.nybg.org/bsci/acre/www1/manual_palmeira.html). Acesso: 10/05/2011(in Portuguese).

FERREIRA, I. C. DE M. 2007. Associações entre solos e remanescentes de vegetação nativa em Campinas /Ivan Carlos de Moraes Ferreira. Campinas, 107 pg.

GALEANO, G. 1992. Las Palmas de la Región de Araracuara. Tropenbos-Colombia. Bogotá.

GARCIA-GUZMAN, G. & BENITEZ-MALVIDO, J. 2003. Effect of litter on the incidence of leaf-fungal pathogens and herbivory in seedlings of the tropical tree *Nectandra ambigens*. *Journal of Tropical Ecology*, 19:171–177.

GENTRY, A.H. 1988. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 75:1-34.

GEORGE, L. O. & BAZZAZ, F.A. 1999. The fern understory as an ecological filter: emergence and establishment of canopy-tree seedlings. *Ecology*, 80 (3):833-845

GILMAN, L. N.; WRIGHT, S. D. & OGDEN, J. 2003. Response of forest tree seedlings to simulated litterfall damage. *Plant Ecology*, 169: 53–60.

GONÇALVES N. C., Caracterização Mineralógica e da Matéria Orgânica do Latossolos Brasileiros e Vegetação Nativa. Tese de doutorado. Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo. Universidade Federal do Rio grande do Sul Porto Alegre (RS) Brasil. 2002, 113 p.

GUILLAUMET, J.L. 1987. Some structural and floristic aspects of the forest. *Experientia*, 43:241-251.

GRUBB, P.J. 1989. The role of mineral nutrients in the tropics: a plant ecologist's view. In Proctor, J, (ed). Mineral nutrients in tropical forest and savanna ecosystems. Oxford: Blackwell Scientfic Publications, p. 417-439.

GRUBB, P.J. 1977. The maintenance of species-richness in plant communities: The importance of the regeneration nicho. Biological Review, 52: 107 -145.

HAMAGUCHI, JINNY OHANA, 2009. Estrutura e Composição das Espécies Arbóreas e Arbustivas de uma Floresta de Igapó no lago Tupé, Manaus. AM. Dissertação de Mestrado. INPA/UFAM, Manaus. 68p.

HARMS, K. E.; POWERS, J.S. & MONTGOMERY, R.A. 2004. Variation in small sapling density, understory cover, and resource avaibility in four neotropical forests. *Biotropica*, 36 (1):40-51

HENDERSON, A., G. GALEANO & R. BERNAL. 1995. A Field Guide to the Palms of the Americas. Princeton University Press.

HENDERSON, A. 1995. The Palms of the Amazon. Oxford University Press, New York.

IBGE. 1997. *Recursos naturais e meio ambiente: uma visão do Brasil*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2. ed. 208 p.

KAHN, F. AND DE GRANVILLE, J.-J. 1992. *Palm in Forest Ecosystems of Amazonia*. Ecological Studies vol 95. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg.

KAHN, F. AND MEJÍA, K. 1987. Notes on the biology, ecology, and use of a small amazonian palm: *Lepidocaryum tessmannii*. *Principes* 31: 14-19.

KAHN, F.; CASTRO, A. 1985. The palm community in forest of Central Amazon, Brazil. *Biotropica*, 17(3): 210-216.

KAIMOWITZ D. & A. ANGELSEN (1998). Economic models of tropical deforestation: a review. Jakarta, Center for International Forestry Research.

KINUPP, V. F. & MAGNUSSON, W. E. 2005. Spatial patterns in the understorey shrub genus *Psychotria* in central Amazonia: effects of distance and topography. *Journal of Tropical Ecology*, 21: 1-12.

KIEHL. E. J. 1979. Manual de Edafologia – Relações Solo-Planta. Editora Agronômica Ceres, São Paulo –262p.

KUBOTA, Y.; MURATA, H.; KIKUZAWA, K. 2004. Effects of topographic heterogeneity on tree species richness and stand dynamics in a subtropical forest in Okinawa Island, southern Japan. *Journal of Ecology*, 92(2): 230-240.

LAURANCE, W.F.; FEARNSIDE, P.M.; LAURANCE, S.G.; DELAMONICA, P.; LOVEJOY, T.E.; RANKIN-DE-MERONA, J.M.; CHAMBERS, J.; GASCON, C.1999. Relationship between soils and Amazon forest biomass: a landscape-scale study. *Forest Ecology and Management*, 118(1-3): 127-138.

LESCURE, J. P.; BOULET. 1985. Relationships between soil and vegetation in a tropical rain forest in French Guiana. *Biotropica*, 17(2): 155-164.

LIEBERMAN, M.; LIEBERMAN, D.; HARTSHORN, G.S.; PERALTA, R. 1985. Small-scale altitudinal variation in lowland wet tropical forest vegetation. *Journal of Ecology*, 73(2): 505-516.

MACHADO L. E. G.; NUNES E. D; ROMÃO P. A. Análise da influência da topografia na variação sazonal de fitofisionomias na bacia do Rio Veríssimo – GO Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 2817-2822.

MAGNUSSON, W. E.; LIMA, A.P.; LUIZÃO, R. C.; LUIZÃO, F. J.; COSTA, F. R. C.; CASTILHO, C. V.; KINUPP, V. F. 2005. RAPELD: uma modificação do método

de Gentry para inventários de biodiversidade em sítios para pesquisa ecológica de longa duração. *Biota Neotropica*, 5(2):1-6.

MCCUNE, B. & GRACE, J.B. 2002. *Analysis of ecological communities*. MjM Software Design, USA. 300p.

MCCUNE, B.; MEFFORD, M.J. 1999. PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data. MjM software, USA.

MAZER, S.J. 1996. Floristic composition, soil quality, litter accumulation, and decomposition in terra firme and floodplain habitats near Pakitza, Peru. In Manu/ The biodiversity of southeastern Peru (D.E. Wilson & A. Sandoval, eds.). Smithsonian Institution, Washington D.C., p.89-125.

MEDINA, E.; CUEVAS, E. 1989. Pstterns of nutrient accumulation and release in Amazonian forest of the upper Rio Negro Brasil. In Proctor, J, (ed). Mineral nutrients in tropical forest and savanna ecosystems. Oxford: Blackwell Scientfic Publications, p. 217-240.

MIRANDA, I. P. A.; RABELO, A.; BUENO, C. R.; BARBOSA, E. M.; RIBEIRO, M. N. S. 2001. Frutos de palmeiras da Amazônia. Manaus, Ministério de Ciência e Tecnologia, Instituto Nacional de pesquisa da Amazônia.

MIRANDA, I. P. A; RBELO, A. 2008. Guia de identificação das Palmeiras de Porto de Trombetas-PA. Editora da Universidade Federal do Amazonas, Instituto nacional de Pesquisas na Amazônia. 365p.

MOLOFSKY, J.; AUGSPURGER, C.K. 1992. The effect of leaf litter on early seedling establishment in a tropical forest. *Ecology*, 73 (1): 68-77.

NAVARRO, J. A., GALEANO, G. and BERNAL, R. 2011. Impact of leaf harvest on populations of *Lepidocaryum tenue*, an Amazonian understory palm used for thatching.

Tropical Conservation Science Vol. 4 (1):25-38. Available online: www.tropicalconservationscience.org.

NELSON, W. L.; MEHLICH, A.; WINTERS, E. 1953. The development, evaluation and use of soil tests for phosphorus availability. In: Pierre, W.H., Norman, A.F. (Eds.). *Soil and Fertilizers, Phosphorus in Crop Nutrition. Aponany Monographs*. Academic Press, New York, p. 153–188.

NORMAND, S., VORMISTO, J., SVENNING, J.-C., GRÁNDEZ, C. & BALSLEV, H. 2006. Geographical and environmental controls of palm beta diversity in paleo-riverine terrace forests in Amazonian Peru. *Plant Ecology* 186: 161-176. doi:10.1007/s11258-006-9120-9

OLIVEIRA-FILHO, A. T., CURI, N., VILELA, E. A. & CARVALHO, D. A. 1997. Tree species distribution along soil catenas in a riverside semideciduous forest in southeastern Brazil. Flora 192:47-64.

PERZ, S. G; CALDAS, M. M; ARINA, E; WALKER, R. J. 2007. Socio-spatial processes of unofficial road-building in the Amazon: socioeconomic and biophysical explanations. Development and Change, 38: 529–551.

PESCE, C. 1941. *Oleaginosas da Amazônia*. Oficinas Gráficas da Revista Veterinária, Belém.

PERES C. 1994. Composition, density and fruiting phenology of arborescent palm in an Amazonian Terra Firme forest. Biotropica, 26, 285-294

PFAFF, A. 1999. What Drives Deforestation in the Brazilian Amazon? Evidence from Satellite and Socioeconomic Data. Journal of Environmental Economics and Management, vol. 37:26-43.

PINERO, D.; SARUKHÁN, J. 1982. Reproductive behavior and its individual variability in a tropical palm, *Astrocaryum mexicanum. Journal of Ecology*, v.70, p.461-472.

PIRES, J. M. 1974. Tipos de vegetação da Amazônia. Brasil Florestal, 5(17): 48-58.

PIRES, J. M. & G. T. PRANCE, 1985. The vegetation types of the Brazilian Amazon. In *Key Environments: Amazonia* (G.T. Prance & T. E. Lovejoy, eds.), pp. 109-145. Pergamon Press, Oxford.

PELISSIER, P.; DRAY, S.; SABATIER, D. 2001. Within-plot relatinships between tree species occorrences and hydrological soil constraints: na exemple in French Guiana investigated trough canonical correlation analysis. *Plant Ecology*, 162(2):143-156.

R Development Core Team. 2009. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL http://www.R-project.org.

PREVEDELLO, C. L.1996. Física do solo com problemas resolvidos. Curitiba: alesward-discovery. 446p.

RAUPP S. V. 2010. Distribuição Abundância e Fenologia Reprodutiva de Palmeiras em uma Floresta de Terra Firme da Amazônia Central. Tese de Doutorado Instituto Nacional de Pesquisas na Amazônia. Manaus, AM.

RIBEIRO, J. E. L. S; HOPKINS, M. J. G, A; VICENTINI, C. A; SOTHERS, M. A. S. COSTA, J. M; BRITO, M. A. D; SOUZA, L. H. P; MARTINS, L. G; LOHMANN, P. A. C. L; ASSUNÇÃO, E. C; PEREIRA, C. F; SILVA, M. R; MESQUITA, E L. C. PROCÓPIO. 1999. Flora da Reserva 72 Ducke: Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme da Amazônia Central. INPA/DFID, Manaus, Brasil.

RICHARDS, P.W. 1996. The Tropical Rain Forest. 2 ed. Cambridge, Cambridge University Press, 575 p.

RICKLEFS, R.E. 1976. Environmental heterogeneity and plant species diversity: a hypothesis. The *American Naturalist*, 111: 376-381.

RODRIGUES, R. R. 1992. Análise de um remanescente de vegetação natural as margens do rio Passa Cinco, Ipeúna. SP. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

RUOKOLAINEN, K; VORMISTO, J. 2000. The most widespread Amazonian palms tend to be tall and habitat generalist. *Basic and Applied Ecology*, 1: 97-108.

SCARIOT, ALDICIR. 1998. Consequências da fragmentação da floresta na comunidade de palmeiras na Amazônia central. Centro Nacional de Recursos Genéticos - CENARGEM/ EMBRAPA, SÉRIE TÉCNICA IPEFv. 12, n. 32, p. 71-86.

SILVA R. J. F.; E POTIGUARA, R. C. V. 2008. Aplicações taxonômicas da anatomia foliar de espécies amazônicas de *Oenocarpus* Mart. (Arecaceae)1 Acta bot. bras. 22(4): 999-1014.

SILVERTOWN J; DODD M. E; GOWING, D. J. G; MOUNTFORD J. O. 1999 Hydrologically defined niches reveal a basis for species richness in plant communities. Nature, 400, 61-63

SYDES, C; GRIME, P. J. 1981. Effects of Tree Leaf Litter on Herbaceous Vegetation in Deciduous Woodland: I. Field Investigations. *Journal of Ecology*, 69(1): 237-248.

STARK, N. 1971. Nutrient cycling I. Nutrient distribution in some amazonian soils. *Tropical Ecology*, v. 12, n. 1, p. 24-50.

STARK, N.; JORDAN, C. F., 1978. Nutrient retention in the root mat of an amazonian rain forest. *Ecology*, v. 59, n. 4, p. 434-437.

SVENNING, J.-C. 2001. On the role of microenvironmental heterogeneity in the ecology and diversification of neotropical rain-forest palms (Arecaceae). *The Botanical Review*, 67 (1): 1-53.

SVENNING, J.-C. 1999. Microhabitat specialization in a species-rich palm community in Amazonian Ecuador. *Journal of Ecology*, 87: 55-65.

SOLLINS, P.1988. Factors influencing species composition in tropical lowland rain forest: does soil matter? *Ecology*, 79 (1): 23-30.

SOARES-FILHO, B. S; NEPSTAD, D; CURRAN, L; VOLL, E.; CERQUEIRA, G.; GARCIA, R. A.; RAMOS, C. A.; MCDONALD, A; LEFEBVRE, P., SCHLESINGER, P. 2006. Modeling conservation in the Amazon basin. Nature, v. 440, p. 520-523.

SOUSA, T. E. L. DE. 2007. Distribuição de palmeiras (Arecaceae) ao longo de gradientes ambientais no baixo Interflúvio Madeira-Purus, Brasil / Thaise Emilio Lopes de Sousa – Manaus: INPA/UFAM. 33 f. II. Dissertação (mestrado) – INPA/UFAM, Manaus.

SOUZA, D. R; SOUZA, A. L. 2004. Estratificação Vertical em Floresta densa de terra firme não explorada, Amazônia Oriental. Revista Árvore 28(5):691-698.

TERBORGH, J. 1986. Keystone plant resources in the tropical forest. In: SOULE, M.E., ed. *Conservation biology: the science of scarcity and diversity*. New York: Sinauer. p. 330-344.

TER BRAAK, C. J. F. 1986. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. Ecology 67:1167-1179.

TER BRAAK, C. J. F. 1995. Ordination. Pp.91-173. In: Jongman, R.H.G.; ter Braak, C.J.F.; & van Tongeren, O.F.R. (eds.). Data analysis in community and landscape ecology. Cambrigde, Cambridde University Press.

TER BRAAK, C. J. F. 1986. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. Ecology 67: 1167-1179.

TER STEEGE, H.; SABATIER, D.; CASTELLANOS, H.; ANDEL, T.V.; DUIVENVOORDEN, J.; OLIVEIRA, A.A.; RENSKE, E.; LILWAH, R.; MAAS, P.; MORI S. 2000. A regional perspective: Analysis of Amazonian floristic composition and diversity that includes a Guyana Shield. *In*: H. ter Steege (ed.). *Plant Diversity in Guyana: Whit recommendations for a National Protected Areas Strategy*. The Tropenbos Foundation, Wageningen. pp. 19-32.

TUOMISTO, H.; RUOKOLAINEN, K.; AGUILAS, M. & SARMIENTO, A. 2003. Floristic patterns along a 43 km long transect in Amazonian rain Forest. *Journal of Ecology*, 91: 743-756.

TUOMISTO, H; RUOKOLAINEN, K; KALLIOLA, R; LINNA, A; DANJOY, W; RODRIGUEZ, Z. 1995. Dissecting Amazonian biodiversity. *Science*, 269: 63-66.

TUOMISTO, H; RUOKOLAINEN, K; YLI-HALLA, M. 2003 Dispersal, environment, and floristic variation of western Amazonian forests. *Science*, 299: 241-244.

TUOMISTO, H; RUOKOLAINEN, K, KALLIOLA, R., LINNA, A., DANJOY, W; RODRIGUEZ, Z. 1995. Dissecting Amazonian biodiversity. *Science*, 269:63-66.

TONGNON, A. A; J. L. I; DEMATTÊ, J. A. M. 2002. Teor e distribuição da matéria orgânica em latossolos das regiões da floresta Amazônica e dos Cerrados do Brasil central. Piracicaba, SP. Scientia Agricola.

VALENCIA, R.; BALSLEV, H.; PAZ Y MINO, G.C. 1994. High tree alpha-diversity in Amazonian Ecuador. *Biodiversity and Conservation*, 3:21-28.

VAN RAIJ, B; QUAGGIO, J. A; CANTARELLA H. E OUTROS Análise química do solo para fins de fertilidade.. Campinas, Fundação Cargill, 1987. 170 p.

VÁSQUEZ-YANES, C., OROZCO-SEGOVIA, A.; RINCÓN, E.; SÁNCHEZ-CORONADO, M. E.; HUANTE, P., TOLEDO, J. R. & BARRADAS, V. L.1990. Light beneath litter in a tropical forest: effect on seed germination. *Ecology*, 71:1952-1958.

VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. 1991. Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal. IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, Rio de Janeiro. 123p.

VITOUSEK, P.M.; REINERS, W.A.1975. Ecosystem succession and nutrient retention: A BioScience 25:376-381.

VITOUSEK, P.M.; STANFORD JR, R.L. 1986. Nutrient cycling in moist tropical forest. Ann. Rev. Ecology System., 17:137-167.

VORMISTO, J.; PHILLIPS, O.L.; RUOKOLAINEN, K.; TUOMISTO, H.; VÁSQUEZ, R. 2000. A comparison of fine-scale distribution patterns of four plant groups in an Amazonian rainforest. *Ecography*, 23: 349-359.

VORMISTO J. 2002. Palms as rainforest resources: how evenly are they distributed in Peruvian Amazonia. Biodiversity and Conservation, 11, 1025-1045

VORMISTO, J; TUOMISTO, H.; OKSANEN, J. 2004. Palm distribution patterns in Amazonian rainforests: What the role of topographic variation? *Journal of Vegetation Science*, 15: 485-494.

VORMISTO, J.; SVENNING, J.-C.; HALL, P.; BALSLEV, H. 2004. Diversity and dominance in palm (Arecaceae) communities in *terra firme* forests in westen Amazon basin. *Journal of Ecology*, 92: 577-588.

XIONG, S & NILSSON, C. 1999. The effect of plant litter on vegetation: a metaanalysis. *Journal of Ecology*, 87: 984-994.

ZAR, JH, 1999. Biostatistical Analysis. Prentice Hall, New Jersey, 663 pp.

ZALEWSKI M., JANAUER G.A. & JOLANKAI G. 1997. Ecohydrology: a new paradigm for the sustainable use of aquatic resources. In: IHP-V Technical Documents in Hydrology. UNESCO.

ZUQUIM, Gabriela. 2006. Diversidade Beta da Comunidade de Pteridófitas de Florestas de Terra-Firme da Amazônia Central. 11 x 52 pp. Dissertação (mestrado) – INPA/UFAM, Manaus.

WITTMAN, F.; JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F. 2004. The varzea forests in Amazônia: flooding and the highly dynamic geomorphology interact with natural forest sucession. *Forest Ecology and Management*, 196(2-3): 199-212.

WRITGTH, S. J. 2002. Plant density in tropical forest: a review of mwchanisms of species coexistence. Oecologia, 130:1-14.

WILKINSON, L. 1998. Systat: the system for statistics. SYSTAT Inc., Evanston, Ilinois.

WIENS, J. A. 1989. Spatial scaling in ecology. Functional Ecology, 3:385–397.

APÊNDICE

1- ESPÉCIES DE PALMEIRAS (ARECACEAE) ENCONTRADAS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DO CUNIÃ, PORTO VELHO, RONDÔNIA.

Bactris bifida Mart.



Bactris acanthocarpa Mart.





Bactris sp1



Bactris sp 2



Attalea microcarpa Mart.



Geonoma acaulis Mart.

