

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM**  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA**

**AVALIAÇÃO DE ANÉIS DE CRESCIMENTO DE ESPÉCIES  
FLORESTAIS DE TERRA-FIRME NO MUNICÍPIO DE NOVO  
ARIPUANÃ – AM**

**AKIRA TANAKA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do convênio INPA/UFAM, como parte dos requisitos para obtenção do título de doutorado em Ecologia.

**Manaus – AM**

**2005**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM**  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA**

**AVALIAÇÃO DE ANÉIS DE CRESCIMENTO DE ESPÉCIES  
FLORESTAIS DE TERRA-FIRME NO MUNICÍPIO DE NOVO  
ARIPUANÃ – AM**

**AKIRA TANAKA**

**ORIENTADOR: NIRO HIGUCHI, Ph.D.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do convênio INPA/UFAM, como parte dos requisitos para obtenção do título de doutorado em Ecologia.

**Manaus – AM**

**2005**

Tanaka, Akira

Avaliação de anéis de crescimento de espécies florestais de terra-firme  
no município de Novo Aripuanã – AM

Manaus: INPA/ UFAM, 2005.

178p.il.

Tese de Doutorado

1. Anéis de Crescimento 2. Vaso 3. Clareira natural 4. Sistema de  
enriquecimento 5. Amazônia

Sinopse:

Estudo sobre efeito de clareira natural e artificial na largura de anéis de crescimento e área de vasos de espécies florestais de floresta primária de terra-firme do município de Novo Aripuanã (AM) na região da Amazônia Central, e caracterizada a floresta por fitossociologia, microclima, solo.

## DEDICATÓRIA

Dedico,

ao mestres da minha vida, Dr.Daisaku Ikeda

e ao professor da Amazônia, Sr.Masao Nagaoka

e aos meus pais que concordaram a minha luta na Amazônia

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao INPA maior Instituto de pesquisa que oferece oportunidade para criar valores humanos além de cumprir pesquisa científica,

Agradeço a FAPEAM pelo financiamento por mais de um ano, e pelo significado da existência da fundação pelo desenvolvimento da região Norte,

Agradeço pela CNPq que financiou durante dois anos a minha pesquisa,

Agradeço muito ao Dr.Niro Higuchi pela orientação e diálogo que compartilhamos,

Agradeço imensamente pelo apoio de conselho científico aos muitos companheiros do INPA, principalmente, Dra.Sueli Costa, Dr.Jorge Freitas, Dr.Roland Vetter, Dra. Claudete Guerreiro,

Agradeço ao Dr. Akio Tsuchiya por total apoio e orientação científica e moral,

Agradeço ao Dr. Shinjiro Sato, por ajuda de bibliografia e incentivo,

Agradeço ao Leonor, Anderson, Cândida, Ugo, Ana, Alyna pela ajuda técnica da análise dos dados que estendeu muito,

Agradeço aos amigos Jomber Chota, Pedro Santos, Noemia, Sandra, Romilda e Charles pelo apoio de coração dos amigos,

Agradeço aos amigos do interior, Manuel, Junior, Louro, pelo acompanhamento de trabalho no campo,

Agradeço ao Sr. Dionisio Coelho, Everaldo, Sabá, Dr.Eduardo pela ajuda de identificação botânica

Agradeço ao Edvaldo, Mario Jonas, Orlando, Mosanei pelo apoio para concluir análise química e física do solo,

Agradeço de coração ao Sr. Massao Nagaoka em memória, por fonte inspirador de todos meus trabalhos e desculpando não terminei antes dele partir.

Agradeço ao Sr. Kiyoshi Nagaoka e sua família pelo apoio total, sem medir esforço,

Agradeço bastante ao Sr. Terumasa Hiroi, pelo firme incentivo à obtenção deste título,

Agradeço imensamente ao Dr. Daisaku Ikeda, pelos vários incentivos calorosos que me encorajou todos os dias.

Obrigado Pai (em memória), Mãe e Irmã pelo apoio de coração, sempre gratos.

<b>ÍNDICE</b>	<b>Pág</b>
DEDICATÓRIA.....	iv
AGRADECIMENTOS.....	v
SUMÁRIO.....	vi
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	xi
LISTA DE FIGURAS.....	xii
LISTA DE TABELAS.....	xv
ANEXOS.....	xvii
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVO.....</b>	<b>5</b>
2.1. Objetivo geral.....	5
2.2. Objetivo específico.....	5
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>6</b>
3.1. Caracterização de clareira.....	6
3.2. Clareira e condição edáfica.....	7
3.3. Microclima na clareira.....	10
3.4. Fitossociologia da floresta de terra-firme.....	13
3.5. Anéis de crescimento e anatomia de madeira.....	15
3.6. Vasos e transporte da água no xilema.....	17
3.7. Incremento das árvores nos trópicos.....	20
3.8. Crescimento das árvores no sistema de enriquecimento.....	23
<b>4. MATERIAL E MÉTODO.....</b>	<b>24</b>
4.1. Localização da área do estudo.....	24
4.2. Estudo 1— Dinâmica e característica da clareira.....	25
4.2.1. Instalação das parcelas.....	25
4.2.2. O tamanho das clareiras.....	28
4.2.3. Divisão de posição em volta das clareiras.....	29
4.2.4. O tipo de formação das clareiras.....	29
4.2.5. Precipitação.....	29
4.2.6. Monitoramento de micro meteorologia nas clareiras.....	30
4.2.7. Análise química e física do solo nas clareiras.....	32
4.2.8. Delineamento estatístico.....	33
4.3. Estudo 2 — Caracterização fitossociológica.....	34
4.3.1. Fitossociologia da floresta.....	34
4.3.2. Análise multivariada.....	36
4.3.3. Delineamento estatístico.....	37
4.4. Estudo 3 — A comparação de crescimento das árvores em clareira por leitura de anéis de crescimento e área de vasos.....	37

4.4.1. Coleta de amostras e procedimentos para leitura.....	38
4.4.2. Incisão de cambio — Janela de Mariaux.....	39
4.4.3. Observação de largura de anéis / área de vasos com variáveis ambientais.....	40
4.4.4. Delineamento estatístico.....	42
4.5. Estudo 4 — Aplicação de leitura de anéis de crescimento no sistema de enriquecimento..	43
4.5.1. Observação de anéis de crescimento / área de vasos.....	43
4.5.2. Delineamento estatístico.....	44
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO: ESTUDO 1 — DINÂMICA E CARACTERÍSTICA DA CLAREIRA.....</b>	<b>45</b>
5.1. Aspecto da clareira – pré-existente e nova.....	45
5.2. Condição edáfica.....	48
5.2.1.As clareiras e condição edáfica - análise química do solo .....	49
5.2.2. A formação de clareiras e condição edáfica – análise física do solo.....	53
5.2.3.Umidade do solo.....	55
5.3. A condição microclimática das clareiras.....	58
5.3.1. A radiação PAR e temperatura.....	58
5.3.2. A razão de Bowen nas clareiras naturais novas.....	61
<b>6. ESTUDO 2 — CARACTERIZAÇÃO FITOSSOCIOLÓGICA.....</b>	<b>64</b>
6.1. Composição florística.....	64
6.2. Estrutura da floresta.....	70
6.3. Estabelecimento de árvores nas clareiras naturais.....	75
6.3.1. As espécies mais abundantes com fatores abióticos: clareira, solo.....	76
6.3.2. As espécies menos abundantes com fatores abióticos: clareira, solo.....	81
<b>7. ESTUDO 3 — A COMPARAÇÃO DE CRESCIMENTO DAS ÁRVORES EM CLAREIRA POR LEITURA DE ANÉIS DE CRESCIMENTO E ÁREA DE VASOS.....</b>	<b>87</b>
7.1.Observação macroscópica da madeira e crescimento das árvores.....	87
7.2. Classificação de camada de crescimento.....	92
7.3. Oito espécies mais abundantes e descrição macroscópica.....	98
7.4. Anéis de crescimento na floresta fechada.....	105
7.5. Anéis de crescimento e formação da clareira — resultados por comunidade.....	106
7.6. Área de vasos e formação da clareira — resultados por comunidade.....	112
7.7. Resposta à clareira das oito espécies mais abundantes.....	117
7.7.1 Comparação temporal de anéis e vasos pós formação das clareiras.....	117
7.7.2 Interpretação de comportamento das oito espécies e classificação.....	125
7.8. Interpretação do comportamento das espécies em relação à clareira – grupo ecológico / sinúsia.....	133
7.9. Clareira e largura de anéis/ área de vasos – espécies em comunidade e representantes..	138
<b>8. ESTUDO 4 — APLICAÇÃO DA LEITURA DE ANÉIS DE CRESCIMENTO AO SISTEMA DE ENRIQUECIMENTO.....</b>	<b>142</b>
8.1. Anéis de crescimento e abertura da linha de enriquecimento (5m).....	142

8.2. Área de vasos e abertura da linha de enriquecimento (5m).....	146
<b>9. A formação das clareiras e comportamento das espécies florestais .....</b>	<b>148</b>
9.1. Classificação das espécies por resposta à clareira.....	148
9.2. Água no solo, influência de clareira nos nutrientes — diferença de crescimento das árvores.....	153
9.3. Formação das clareiras e floresta local.....	156
<b>10. CONCLUSÃO.....</b>	<b>159</b>
<b>11. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>162</b>
<b>12. ANEXOS.....</b>	<b>179</b>



## RESUMO

O efeito de clareiras naturais e artificiais nos anéis de crescimento e na área de vasos na seção transversal de espécies florestais foi estudado numa área de floresta primária de terra-firme no município de Novo Aripuanã (AM) (S 5°18' W, 60°04'). O propósito deste estudo foi contribuir para o entendimento da dinâmica da floresta primária na Amazônia Central no tocante aos fatores de clareira (15 pré-existentes: > 4 anos / 15 novas: ≤ 1ano), condição edáfica, microclimática e competição entre árvores vizinhas para enriquecer o campo de manejo florestal sustentável. A fitossociologia em volta das clareiras naturais foi estudada para compreender o efeito das clareiras naturais. A clareira artificial foi parcela para sistema de enriquecimento em linha estabelecida em 1996. Os anéis florestais e a área de vasos das espécies de DAP ≥ 5cm, ao nível de comunidade e de oito espécies representativas quantitativamente, foram observados em visão macroscópica e imagem digital. Para determinação da periodicidade cambial, foi aplicada incisão no câmbio vascular (janela de Mariaux) durante um ciclo. Em 79% das espécies (179 espécies.) coletadas, foram visíveis os anéis de crescimento com e sem lente (x 10). Baseando-se em quatro tipos de anéis de crescimento, verificou-se que 72 % das espécies formam anéis de crescimento pela diferenciação de fibra. A média de largura dos anéis de 115 espécies (n = 384), antes e depois de abertura das clareiras foi 1,77 (± 0,04) mm.ano<sup>-1</sup> (α=0,05) e 2,46 (± 0,05) mm.ano<sup>-1</sup>, respectivamente (P = < 0,001). A média da área de vaso de 148 espécies (n = 399) aumentou de 0,062 (± 0,002) para 0,071 (± 0,004) mm<sup>2</sup>.mm<sup>-2</sup>.ano<sup>-1</sup> (α = 0,05) depois da abertura (P = < 0,001). A magnitude da resposta foi evidente, principalmente nos indivíduos menores. A mesma tendência foi vista na borda da linha de enriquecimento, na largura dos anéis (P = < 0,001) e na área de vaso (P = < 0,05). A mesma diferença de anéis e da área de vaso foi nítida nas clareiras maiores. A dinâmica da floresta local foi considerada elevada, possuindo baixo tempo de renovação (73-119 anos), e sua diversidade florística foi considerada alta (706 morfoespécies com DAP ≥ 5 cm / 1,9 ha). Diferentes valores de fluxo do calor e umidade do solo foram medidos em três tamanhos de clareira: Grande > Médio > Pequeno. Observou-se também maior concentração de macro e micronutrientes (N-total, C-total, Mg, Mn e Al) nas clareiras grandes e novas. Estas

combinações de fatores abióticos em clareiras influenciam o desenvolvimento das árvores menores e a manutenção da diversidade local.

Palavras-chave: anel de crescimento, vaso, clareira natural, sistema de enriquecimento,

## ABSTRACT

The effect of natural and artificial gaps on tree growth rings and vessel area in transverse section of trees was evaluated in primary *terra-firme* forest in the municipality of Novo Aripuanã (AM) (S 5°18', W 60°04'). The objective of this study is to contribute to the understanding of primary forest dynamics in Central Amazonia, through the study of the factors of gap (15 pre-existing gaps: > 4years / 15 new gaps: ≤ 1year), soil condition, microclimate and a competition among neighbor trees, in order to give support to sustainable forest management in the area. The phytosociology around the natural gaps was studied to understand the natural gap effect. The artificial gap was a plot for enrichment planting system area established in 1996. The growth rings and vessel area of tree species (DBH ≥ 5cm) at the community level and eight quantitatively representative species were studied macro and microscopically, with digital imagery. To determine cambial periodicity, incision in the vascular cambium (Mariaux window) was applied during one circle. In 79% of the the species sampled (179 species), growth rings were visible with and without the use of a lens (x 10). Based on four types of growth rings, 72 % of the species formed growth rings by fiber differentiation in the ring. The mean ring width of 115 species (n = 384) before and after gap opening was 1,77 (± 0,04) mm.year<sup>-1</sup> (α = 0,05) and 2,46 (± 0,05) mm.year<sup>-1</sup>, respectively (P = < 0,001). For the mean vessel area of 148 species (n = 399) increased from 0,062 (± 0,002) to 0,071 (± 0,004) mm<sup>2</sup>.mm<sup>-2</sup>.year<sup>-1</sup> (α = 0,05), after the gap opened (P = < 0,001). The magnitude of the response was evident, mainly in smaller individuals. The same tendency was observed in the border of the enrichment line for growth ring width (P = < 0,001) and vessel area (P = < 0,05). The same difference of growth rings and vessel area was also clear in large gaps. The local forest dynamics was considered high, with a short turnover (73–119 years) and a high diversity (706) morphospecies / DBH ≥ 5cm / 1,9 ha). Different values of heat flux and soil humidity were measured in gaps of different sizes: large > medium > small. Greater concentrations of macro and micronutrientes (N-total, C-total, Mg, Mn, and Al) were also measured in large, new gaps. These combinations of abiotic factors in gaps influence the development of small trees, and the maintenance of local diversity.

Keywords: growth ring, vessel, natural gap, enrichment system.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Balanço de radiação e de calor entre atmosfera e terra.....	11
<b>Figura 2.</b> A localização da área do estudo no município de Novo Aripuanã –AM .....	24
<b>Figura 3.</b> Esquema de instalação das parcelas com clareiras pré-existentes.....	26
<b>Figura 4.</b> Mapa de distribuição das clareiras naturais (parcelas).....	27
<b>Figura 5.</b> A delimitação das posições em volta da clareira.....	29
<b>Figura 6.</b> Esquema de instalação de sensores em clareira. ....	31
<b>Figura 7.</b> a) amostra coletada por trado, b) estabilizada na base de madeira, c) lixadeira de mesa ..	38
<b>Figura 8.</b> Esquema de processamento de imagem para cálculo de área de vasos.....	39
<b>Figura 9.</b> Marcação de câmbio: Janela de Mariaux aplicado no fuste de árvore.....	40
<b>Figura 10.</b> Distribuição de amostras para análise — anéis de crescimento e área de vasos.....	41
<b>Figura 11.</b> Esquema de definição da borda.....	44
<b>Figura 12:</b> Número de clareiras naturais e pré-existentes formadas entre 1992 a 1999 nas 15 parcelas na floresta primária de terra-firme no município de Novo Aripuanã (AM).....	46
<b>Figura 13.</b> Granulometria do solo entre três tamanhos de clareiras.....	53
<b>Figura 14.</b> Regressão entre estrutura do solo e tamanho das clareiras naturais.....	54
<b>Figura 15.</b> A relação entre estrutura da floresta e do solo.....	54
<b>Figura 16.</b> Umidade do solo nas clareiras .....	56
<b>Figura 17.</b> Radiação fotossinteticamente ativa nos três tamanhos das clareiras, e entre estações....	58
<b>Figura 18.</b> Temperatura do solo na estação seca/chuva.....	59
<b>Figura 19.</b> Razão de Bowen comparada entre dia claro/ chuvoso entre estação seca/ chuvosa nos três tamanhos das clareiras. ....	61
<b>Figura 20.</b> Número das espécies encontradas por cada classe diamétrica.....	68
<b>Figura 21.</b> A distribuição das espécies encontradas entre 15 parcelas de clareiras com três tamanhos diferentes.....	69
<b>Figura 22.</b> Distribuição de indivíduos por classe diamétrica para inventários feitos na floresta primária do Município de Novo Aripuanã – AM.....	71
<b>Figura 23.</b> Divisão de grupo classificado por altura das árvores encontradas.....	71
<b>Figura 24.</b> Comparação de biomassa por hectare, por indivíduo e número de indivíduos/ hectare em classe diamétrica entre floresta de terra-firme de 1,9ha no total.....	72
<b>Figura 25.</b> Representação das variáveis ativos no plano fatorial 1+2 das componentes principais.....	77
<b>Figura 26.</b> Representação das variáveis ativos no plano fatorial 1+2 das componentes principais.....	82
<b>Figura 27.</b> A distribuição de marcação de câmbio ( <i>Copaifera multijuga</i> – DAP30cm). ....	87
<b>Figura 28.</b> As marcações de câmbio e visualização de periodicidade de <i>Peltogyne paniculata</i> (DAP=56cm).....	87
<b>Figura 29.</b> As marcações de câmbio e visualização de periodicidade de <i>Clarisia racemosa</i> (DAP=30cm).....	88

<b>Figura 30.</b> Um exemplo da divisa de anel visível pela diferença de densidade de madeira (a) na seção transversal ( <i>Naucleopsis caloneura</i> , x10). A diferença de tamanho de célula, lume da fibra (b) ( <i>Protium hebetatum</i> x30).....	89
<b>Figura 31.</b> Visibilidade de camada de crescimento .....	92
<b>Figura 32.</b> Distribuição das espécies em 9 combinações de camada de crescimento baseado nos 4 tipos descritos por Vettar & Botosso (1989).....	92
<b>Figura 33.</b> Classificação de tipo de camada de crescimento por grupo ecológico.....	93
<b>Figura 34.</b> Classificação de tipo de camada de crescimento por estrato na floresta.....	93
<b>Figura 35:</b> Marcação do câmbio (a) para <i>Pouteria reticulata</i> (Sapotaceae).....	99
<b>Figura 36.</b> Marcação do câmbio (a) para <i>Swartzia tomentifera</i> (Fabaceae). .....	99
<b>Figura 37.</b> Marcação do câmbio para <i>Minquartia guianensis</i> (Olacaceae).....	100
<b>Figura 38.</b> Marcação do câmbio (a) para <i>Scleronema micranthum</i> Ducke (Bombacaceae).....	101
<b>Figura 39.</b> Marcação do câmbio (a) para <i>Carapa guianensis</i> Aubl (Meliaceae).....	102
<b>Figura 40.</b> Marcação do câmbio (a) para <i>Eschweilera wachenheimii</i> (Lecythidaceae).....	103
<b>Figura 41.</b> Marcação do câmbio (a) e característica da divisa de anéis de crescimento (b) para <i>Protium hebetatum</i> (Burseraceae). .....	103
<b>Figura 42.</b> Marcação do câmbio (a) e característica da divisa de anéis de crescimento (b) para <i>Naucleopsis caloneura</i> (Moraceae).....	104
<b>Figura 43.</b> A comparação entre chuva e largura de anéis de crescimento.....	105
<b>Figura 44.</b> Média da largura de anéis de crescimento das todas espécies por toda classe diamétrico, durante cerca de dez anos, antes e depois da formação das clareiras.....	107
<b>Figura 45.</b> Média da largura de anéis de crescimento das todas espécies por classe diamétrica, durante cerca de dez anos.....	107
<b>Figura 46.</b> Aspecto de aumento de largura de anéis de crescimento.....	108
<b>Figura 47:</b> Comparação de anéis de crescimento (mm) por diferente tamanho das clareiras naturais.....	109
<b>Figura 48:</b> Comparação de anéis de crescimento (mm) por proximidade às clareiras naturais .....	110
<b>Figura 49.</b> Alongamento de anéis de crescimento de árvore (DAP 6cm) encontrada na clareira. Aumento de largura de vasos a partir da base das setas.....	111
<b>Figura 50.</b> Média de área de vasos das todas espécies encontradas nas clareiras naturais, em volta de antes e depois da formação das clareiras.....	112
<b>Figura 51.</b> Média de área de vasos das todas espécies por classe diamétrico, em volta de antes e depois da formação das clareiras.....	113
<b>Figura 52.</b> Comparação de área de vasos (mm <sup>2</sup> .mm <sup>-2</sup> ) por proximidade de diferente tamanho das clareiras naturais.....	114
<b>Figura 53.</b> Comparação de área de vasos (mm <sup>2</sup> .mm <sup>-2</sup> ) por proximidade de diferente tamanho das clareiras naturais.....	116
<b>Figura 54.</b> Anéis de crescimento e área de vasos de <i>Pouteria reticulata</i> durante dez anos antes e depois de formação da clareira.. .....	117

<b>Figura 55.</b> Anéis de crescimento e área de vasos de <i>Swartzia tomentifera</i> durante dez anos antes e depois de formação da clareira.....	118
<b>Figura 56.</b> Anéis de crescimento e área de vasos de <i>Minquartia guianensis</i> durante dez anos antes e depois de formação da clareira.....	119
<b>Figura 57.</b> Anéis de crescimento e área de vasos de <i>Scleronema micranthum</i> durante dez anos antes e depois de formação da clareira.....	120
<b>Figura 58.</b> Anéis de crescimento e área de vasos de <i>Carapa guianensis</i> durante dez anos antes e depois de formação da clareira.....	121
<b>Figura 59.</b> Anéis de crescimento e área de vasos de <i>Eschweilera wachenheimii</i> durante dez anos antes e depois de formação da clareira.....	122
<b>Figura 60.</b> Anéis de crescimento e área de vasos de <i>Protium hebetatum</i> durante dez anos antes e depois de formação da clareira. ....	123
<b>Figura 61.</b> Anéis de crescimento e área de vasos de <i>Naucleopsis caloneura</i> durante dez anos antes e depois de formação da clareira.....	123
<b>Figura 62.</b> Regressão simples entre anéis de crescimento e fatores que afetam ao crescimento....	134
<b>Figura 63.</b> Fechamento de dossel por galhos e copas das árvores altas.....	138
<b>Figura 64.</b> Anéis de crescimento : antes e depois de abertura da linha de enriquecimento.....	142
<b>Figura 65.</b> A comparação de anéis de crescimento (mm) por diferente ambiente no sistema de enriquecimento em linha.....	143
<b>Figura 66.</b> Anéis de crescimento : antes e depois da abertura da linha de Enriquecimento por diferentes classes diamétricas.....	144
<b>Figura 67.</b> Área de vasos : antes e depois de abertura da linha de enriquecimento.....	146

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Relação de direção de energia (H/LE) e razão de Bowen .....	12
<b>Tabela 2.</b> Demarcação das clareiras ao estudo .....	26
<b>Tabela 3.</b> Distribuição de amostras do solo entre diferente tamanho das clareiras.....	32
<b>Tabela 4.</b> A idade de 15 clareiras pré-existentes e área de clareira natural .....	45
<b>Tabela 5.</b> Dinâmica da clareira na floresta primária na região de Rio Madeira – município de Novo Aripuanã (AM) .....	47
<b>Tabela 6.</b> Perfil das clareiras nos trópicos.....	48
<b>Tabela 7.</b> Concentração de nutrientes do solo por tamanho de clareiras novas .....	49
<b>Tabela 8.</b> Concentração de nutrientes do solo por posição nas clareiras.....	50
<b>Tabela 9.</b> Concentração de nutrientes do solo por tempo das clareiras novas pré-existentes.....	50
<b>Tabela 10.</b> Desvio padrão para a umidade do solo nas clareiras .....	57
<b>Tabela 11.</b> A distribuição de radiação PAR por clareira .....	58
<b>Tabela 12.</b> Composição florística da floresta de terra-firme de Novo Aripuanã-AM .....	64
<b>Tabela 13.</b> Família/ Gênero mais abundantes pelo inventário florístico nas 15 parcelas (1,9ha) .....	65
<b>Tabela 14.</b> Lista de 20 espécies mais abundantes entre 15 parcelas.....	66
<b>Tabela 15.</b> 20 espécies mais destacadas por maior IVI e outros valores componentes .....	67
<b>Tabela 16.</b> Distribuição das árvores juvenis segundo o resultado de Inventário florístico para a análise multivariada.....	75
<b>Tabela 17.</b> Coordenadas/ Correlações Variáveis-Fatores .....	76
<b>Tabela 18.</b> As espécies agrupadas no Grupo 1* .....	78
<b>Tabela 19.</b> As espécies agrupadas no Grupo 3* .....	79
<b>Tabela 20.</b> As espécies agrupadas no Grupo 2* .....	79
<b>Tabela 21.</b> As espécies agrupadas no Grupo 4* .....	80
<b>Tabela 22.</b> Coordenadas/ Correlações Variáveis-Fatores .....	82
<b>Tabela 23.</b> Os gêneros que encontraram mais no Grupo 7. ....	83
<b>Tabela 24.</b> Os gêneros que encontraram mais no Grupo 1. ....	84
<b>Tabela 25.</b> Os gêneros que encontraram mais no Grupo 8. ....	85
<b>Tabela 26.</b> Os gêneros que encontraram mais no Grupo 6. ....	85
<b>Tabela 27.</b> Comparação de característica anatômica macroscópica.....	95
<b>Tabela 28.</b> Média da largura de anéis entre antes e depois da formação das clareiras por classe diamétrica. ....	108
<b>Tabela 29.</b> Anéis de crescimento pelo tamanho das clareiras .....	109
<b>Tabela 30.</b> Anéis de crescimento por posição nas clareiras / antes-depois .....	110
<b>Tabela 31.</b> Média de área de vasos entre antes e depois da formação das clareiras por classe diamétrica. ....	114
<b>Tabela 32.</b> Área de vasos por tamanho das clareiras / antes-depois .....	115
<b>Tabela 33.</b> Área de vasos por posição nas clareiras / antes-depois.....	116
<b>Tabela 34.</b> Anéis e vasos: <i>P. reticulata</i> antes e depois de ocorrência de clareira .....	118
<b>Tabela 35.</b> Anéis e vasos: <i>S. tomentifera</i> antes e depois de ocorrência de clareira.....	118

<b>Tabela 36.</b> largura de anéis e área de vasos de <i>M. guianensis</i> antes e depois de ocorrência de clareira .....	119
<b>Tabela 37.</b> largura de anéis e área de vasos de <i>S. micranthum</i> antes e depois de ocorrência de clareira .....	120
<b>Tabela 38.</b> largura de anéis e área de vasos de <i>C. guianensis</i> antes e depois de ocorrência de clareira .....	121
<b>Tabela 39.</b> largura de anéis e área de vasos de <i>E. wachenheimii</i> antes e depois de ocorrência de clareira .....	122
<b>Tabela 40.</b> largura de anéis e área de vasos de <i>P. hebetatum</i> antes e depois de ocorrência de clareira .....	123
<b>Tabela 41.</b> largura de anéis de <i>N. caloneura</i> antes e depois de ocorrência de clareira .....	124
<b>Tabela 42.</b> Comparação de visão macroscópica e guilda.....	125
<b>Tabela 43.</b> A distribuição de indivíduos de 8 espécies abundantes por altura (posição da copa).....	126
<b>Tabela 44.</b> A média de anéis de crescimento entre antes e depois da formação das clareiras .....	144
<b>Tabela 45.</b> A média de área de vasos entre antes e depois da formação das clareiras por classe diamétrico. ....	145
<b>Tabela 46.</b> Grupo das espécies: engrossar largura de anéis + aumento de área de vasos.....	148
<b>Tabela 47.</b> Grupo das espécies: engrossar largura de anéis > aumento de área de vasos.....	149
<b>Tabela 48.</b> Grupo das espécies: aumento de área de vasos > engrossar largura de anéis.....	149
<b>Tabela 49.</b> Grupo das espécies: não engrossar largura de anéis / não aumento de área de vasos. ....	149
<b>Tabela 50.</b> Disposição de recursos e fluxo de calor nas clareiras .....	154



## RELAÇÃO DE ANEXOS

Anexo 1. Precipitação no município de Novo Aripunã--AM (novembro/1997 a março/2004).....	180
Anexo 2. Quadro de ANOVA para comparação de nutrientes entre três clareiras.....	181
Anexo 3-a. Quadro de ANOVA para comparação de teste de granulometria entre três clareiras.....	182
Anexo 3-b. Quadro de ANOVA para comparação de teste de granulometria entre três clareiras.....	182
Anexo 4-a. Quadro de ANOVA para comparação de umidade do solo entre três tamanhos clareiras .....	183
Anexo 4-b. Quadro de ANOVA para comparação de umidade do solo entre quatro posições em clareiras grandes.....	183
Anexo 4-c. Quadro de ANOVA para comparação de umidade do solo entre quatro posições em clareiras médias.....	183
Anexo 4-d. Quadro de ANOVA para comparação de umidade do solo entre quatro posições em clareiras pequena.....	183
Anexo 5-a. Quadro de ANOVA para comparação de adiação PAR entre três clareiras.....	183
Anexo 6. Lista de morfoespécies florestais encontradas na área de 1,9ha (15 parcelas).....	184
Anexo 7-a. Matriz de correlações e valor próprio entre 21 variáveis para espécies abundantes.....	200
Anexo 7-b. Valor próprio entre 21 variáveis para espécies abundantes.....	200
Anexo 7-c. Matriz de correlações e valor próprio entre 21 variáveis para espécies não abundantes.....	201
Anexo 7-d. Valor próprio entre 21 variáveis para espécies não abundantes.....	201

# 1. Introdução

No cenário mundial, a Amazônia Legal está em segundo lugar na produção anual (aproximadamente 25 milhões de metros cúbicos) de madeira em toras, sendo superada apenas pela Indonésia que produziu 30 milhões de metros cúbicos em 2004 (Lentini *et al.*, 2005). Com a diminuição dos estoques de madeiras duras de outras regiões tropicais, principalmente dos países do Sudeste Asiático, a atenção do mercado internacional se volta à região amazônica (IMAFLOTA, 1999; ITTO, 1999), que detém 50% da reserva contínua de floresta tropical do mundo (FAO, 2000). Essa situação coincide com um novo paradigma do setor florestal, que é a busca pela produção sustentável de madeira.

Junto com a atenção do mercado, vêm as exigências demandadas pelo consumidor quanto à procedência da madeira comercializada. Um dos instrumentos usados para garantir a procedência é a certificação florestal. Na Amazônia, a área certificada vem aumentando nos últimos anos; 142 mil hectares em 1997, passando para 717 mil em 2001 e chegando a 3,03 milhões até maio de 2005 (WWF-BRASIL, 2004; FSC-BRASIL, 2005). Mesmo assim, segundo a ITTO (2005), a floresta certificada nos trópicos representa apenas 5% da floresta certificada no mundo todo.

Na Amazônia, como nos outros países tropicais, a forma de extração de madeira é ainda altamente predatória e há poucas empresas executando planos de manejo florestal de forma sustentável, de acordo com os princípios da legislação vigente. Segundo Lentini *et al.* (2005), os 24,5 milhões de metros cúbicos de madeira em toras, produzidas em 2004, são equivalentes a 6,2 milhões de árvores. Na safra de 1999-2000, aproximadamente 50% da produção madeireira era ilegal e não tinha procedência definida (IBAMA, 2001).

O desmatamento anual em 2004 foi de 26.130 km<sup>2</sup> (MMA, 2005), sendo 35% mais elevado do que a média anual de desmatamento dos últimos dez anos. Devido a isso, mais de 679.038 km<sup>2</sup> (equivalente a 17,3% da área de floresta) já foram desmatados na Amazônia brasileira até 2004 (INPE, 2004). Este ritmo acelerado ocorreu apesar do rigor das leis ambientais do país e da medida provisória que, desde 1995, obriga a manutenção de 80% da floresta primária como reserva legal para utilização da terra.

A situação requer iniciativas que venham possibilitar alternativas viáveis quanto ao uso sustentável da floresta amazônica, com a máxima rentabilidade e os

mínimos impactos (ambientais, sociais e culturais). Potencialmente Amazônia possui possibilidade de ser maior pólo madeireiro no mercado mundial até 2010 (IMAFLOA, 1999).

Quando se compara a produção de madeira entre os estados amazônicos, verifica-se que somente os estados do Pará, Mato Grosso e Rondônia, juntos, concentram 93% de produção de madeira da região (Lentini *et al.*, 2005). O estado do Amazonas, apesar de representar o maior território brasileiro, contribui com apenas 2% da produção anual. O Amazonas detém ainda mais de 95% de sua cobertura original.

A implementação do manejo florestal de acordo com a legislação vigente (Decreto nº 2.788) para a região amazônica é um desafio bastante significativo para o futuro do mundo tropical. A floresta amazônica é caracterizada pela alta heterogeneidade em sua composição florística. Isto é um importante obstáculo para o manejo florestal por causa dos custos de extração de espécies de baixa freqüência, além de aumentar a possibilidade de causar significativos danos no seu processo produtivo. Portanto, para garantir a exploração de recursos madeireiros, sob planos de manejo florestal sustentável, a dinâmica da floresta natural precisa ser bem conhecida para poder antecipar medidas de mitigação, durante os tratamentos silviculturais.

Com intuito de conservação genética de espécies florestais na Amazônia, EMBRAPA-CPATU (2000) tomou iniciativa de criar base de dados sobre informações gerais de espécies, distinguindo as que podem manejar e as que devem proteger sem aplicar sistema convencional de exploração com manejo, pelo elevado tempo para crescimento e pela falta de conhecimento da espécie sobre florescência, polinizadores, dispersores de sementes, distribuição geográfica das espécies, também pela dificuldade de identificação. O projeto sugeriu cumprir este sistema de seleção das espécies mesmo no manejo florestal, inclusive em áreas certificadas para garantir recursos genéticos florestais na região. Isto, ao mesmo tempo, enuncia a necessidade ainda de aperfeiçoamento de manejos florestais existentes para a mesma região. Quanto ao crescimento das espécies florestais sob manejo florestal, ainda há poucas informações conclusivas (Silva *et al.*, 1995).

Além disso, na região amazônica há 21 derivações de fitofisionomia pelo IBGE (1997), a precipitação anual média varia de 1.750 mm a 3.500 mm (Salati, 1986) e há 12 classificações geológicas (Vieira & Santos, 1987). Essa

heterogeneidade deve causar diferente comportamento das árvores entre diferentes microrregiões na Amazônia. Ainda, floresta nas regiões tropicais é bastante dinâmica, diferentes fases de sucessão causada pela clareira natural de diversas escalas misturam como mosaico, o crescimento de cada indivíduo de árvores diversifica (Denslow, 1995).

Considerando este cenário, o presente estudo propõe contribuir ao entendimento das características de dinâmica da floresta primária de terra-firme na Amazônia Central, no tocante aos fatores de clareira natural, condição edáfica, microclimática e competição entre árvores vizinhas. A competição inter- e intra-específica na floresta primária é constante e bastante intensa em busca de recursos disponíveis (Ballaré *et al.*, 1994). Na floresta primária do último estágio de sucessão ou clímax, o indivíduo florestal jovem permanece aguardando a ocorrência de distúrbio natural para o seu estabelecimento e desenvolvimento. Depois da abertura da clareira, os indivíduos jovens entram em competição e, ao final, estabelecem-se e desenvolvem-se preferencialmente indivíduos especialistas naquele tipo de clareira.

Portanto, uma questão importante é o esclarecimento da característica sobre resposta das espécies florestais sob a peculiaridade de cada ambiente e avaliar a eficácia do controle das clareiras em termos de favorecimento do incremento de espécies florestais sob diferente estrato florestal.

Baseado nisso, este estudo tem como objetivo responder às seguintes perguntas: (1) Quais são as espécies que respondem às ofertas de mais luz, de água e nutrientes? (2) Quais são as espécies pré-estabelecidas que aumentam o incremento quando uma clareira ocorre ao seu redor? (3) Qual é o papel do tamanho de abertura na floresta primária no estabelecimento e desenvolvimento de espécies arbóreas? Há diferenças entre clareira natural e artificial?

Isso deve variar de acordo com o tamanho das clareiras, posição de árvores nelas, o estágio de sucessão dessa floresta e de acordo com a resposta de cada espécie. A confirmação da diferença de incremento de indivíduos da mesma espécie, que se encontra em floresta fechada ou clareiras, indicará o possível benefício da liberação da copa por ocasião da exploração seletiva de madeira.

O crescimento das árvores em diâmetro em terra-firme em diferentes localidades na região Amazônica é estimado em 1-3mm por ano (Silva *et al.*, 1996; Gomide, 1997; Higuchi *et al.*, 1997; Carvalho *et al.*, 2004; Laurance *et al.*, 2004).

Este crescimento deve variar por classe diamétrica, espécie e ambiente onde se encontra nas proximidades das clareiras com aberturas diferentes.

Para entender melhor sobre dinâmica da floresta e das espécies florestais, neste trabalho foi incluída a leitura de anéis de crescimento com as espécies que possuem anéis distintos e pouco distintos. A leitura dos anéis de crescimento é uma pesquisa tradicional na região de clima temperado, onde a temperatura e fotoperíodo funcionam como fortes fatores limitantes de crescimento, tendo nítida variação de crescimento por diferente época do ano.

Apesar do crescimento de árvores de florestas tropicais que tem variação sazonal mínima dificultando a formação de anéis anuais de crescimento nos trópicos, as características macroscópicas de muitas espécies de florestas tropicais foram descritas por institutos competentes (Loureiro, 1979; IBDF, 1988; Lisboa *et al.*, 1984; Shiokura, 1989; Vetter & Botosso, 1989; Worbes, 1985). Porém, o estudo dos anéis de crescimento diferenciando entre variações do ambiente, tratando como organismo dinâmico, ainda é escasso. Os fatores que distinguem os espaços que cada árvore ocupa para o seu estabelecimento, influência de clareira e competição com vizinhança, devem corresponder à anatomia do indivíduo da mesma espécie.

Uma vez que o crescimento de árvores é considerado como ganho de massa seca (Salisbury & Ross, 1991), o parâmetro como largura de anéis diretamente contribui para crescimento secundário, responsável pelo diâmetro de fuste, enquanto que aumento de área de vasos observado por seção transversal reflete indiretamente o crescimento em altura. Os vasos são para transportar água absorvida do solo e passa por ela no xilema, até atingir folhas para exercer transpiração e atividade fotossintética. Portanto, o aumento de número e área de vasos significa aumento de necessidade de bombeamento mais eficiente de água compatível ao aumento de altura (Zimmermann & Brown, 1971), seqüência do alongamento de caule, fuste e ramos. Observar a variação do parâmetro seria útil em verificar indiretamente no ganho de altura ou alongamento de galhos das plantas.

Neste estudo a diferença dos parâmetros macroscópicos divididos por momento de formação da clareira foi focalizada e não foi aplicado no método desenvolvido ao estudo dendrocronológico. Portanto, foi observada a diferença de;

1) largura de anéis e 2) área de vasos no xilema, em volta do tempo da formação das clareiras.

Para confirmação da idade de clareiras, foram observadas anatomias de arvoretas dentro das clareiras como testemunhas, em seguida foram conferidas para determinar periodicidade cambial das árvores com intuito de observar o efeito de formação de clareiras àquelas árvores.

Baseado em padrão de divisa de anéis de crescimento estabelecido para esta região, comparou-se o padrão de formação de anéis de crescimento através de cicatrizações no câmbio ao interior do xilema (Vetter & Botosso, 1989).

Houve bastantes amostras que marcaram visivelmente os ferimentos com perda de galho ou cicatriz no tronco causado por impacto de queda das árvores próximas, e isto serviu para confirmar ainda mais a datação de clareira; diferindo-se, dessa forma, dos métodos tradicionais da dendrocronologia.

A variação de crescimento evidencia a estratégia de estabelecimento e desenvolvimento sob diferentes condições microclimáticas, seja favorável como oferta de recursos como radiação, água ou adversa como escassez e excesso deles. Em busca do entendimento dessa variação, neste estudo comparou-se o comportamento das árvores, nos mesmos parâmetros de clareiras naturais, nas clareiras artificiais. O resultado deste estudo deve ser considerado pelos sistemas de manejo florestal que usam as clareiras na definição dos planos de corte e arraste das toras e na prescrição dos tratamentos silviculturais como liberação da copa por anelamento.

## **2. Objetivo**

### **2.1. Objetivo geral**

Estudar dinâmica da floresta para ajudar na prescrição adequada de tratamentos silviculturais de planos de manejo florestal na Amazônia Central.

### **2.2. Objetivo específico**

- Comparar a condição edáfica e microclimática para ver como a clareira (tamanho e posição) influencia a floresta.
- Estudar fitossociologicamente a floresta local descrevendo a dinâmica da floresta influenciada por clareira.

- Observar seção transversal de espécies florestais por visão macroscópica para caracterizar melhor espécies e floresta local.
- Estudar a dinâmica das espécies e a condição de crescimento da floresta primária e grupo ecológico pertencente, por meio da anatomia da madeira das espécies florestais.
- Determinar o ponto ótimo de desenvolvimento de certas espécies florestais em diferentes classes diamétricas nas clareiras.
- Comparar o crescimento das espécies florestais entre clareira natural e artificial.

### **3.Revisão de literatura**

#### **3.1.Caracterização de clareira**

Entre os trabalhos que tratam de clareira, há diversos que abordam o seu papel e sua função sobre a floresta tropical. Os trabalhos focalizam a regeneração natural e os comportamentos das mudas dentro da dinâmica e o papel da clareira (Brokaw, 1987; Vieira 1987, 1996; Pompa *et al.* 1992; Bongers & Popma 1990; Brown, 1993; Bassini, 1994; Bazzaz & Wayne, 1994; Ackerly & Bazzaz 1995; Fraver *et al.*,1998) e sua função na sucessão florestal (Hartshorn, 1978; Brokaw, 1982, 1985; Chazdon, 1988; Uhl, *et al.* 1988; Denslow & Hartshorn, 1994).

A função de clareira causada por queda de árvore (s) é concluída por estudiosos, como manutenção da diversidade florística, faz com que a remoção de indivíduo de dossel substitui com pequenos indivíduos de varias espécies (Brokaw, 1985; Gentry, 1988b; Phillips, *et al.*,1994; Denslow, 1995; Hubbell *et al.*, 1999).

Quanto à classificação do tamanho de clareiras, ainda não há consenso entre as diferentes escolas de pesquisadores florestais. Segundo Lorimer *et al.* (1988), a clareira é uma área aberta por morte de pelo menos uma árvore de espécie de dossel. A queda de uma árvore pode causar a abertura de uma clareira de mais de 25 m<sup>2</sup> ou até 0,1 ha (Runkle, 1982). Whitmore (1975) definiu clareira como sendo uma abertura onde ocorrem mudas que não chegam à 2,7 m de altura.

Uhl *et al.* (1988) afirmaram que uma pequena clareira apresenta de 5 a 100 m<sup>2</sup> de abertura no dossel. Todavia, há outras classificações para clareira pequena; como <400 m<sup>2</sup> (Hartshorn, 1980), 25 m<sup>2</sup> (Hubbell *et al.*,1999), 10 m<sup>2</sup> (Spies & Franklin, 1989). Quanto à clareira grande, o tamanho pode variar de 500 a 5000 m<sup>2</sup> (Hartshorn, 1978; Bazzaz & Pickett, 1980; Brown & Whitmore, 1992).

Para medir tamanho das clareiras e avaliar sua propriedade de radiação, é mais eficiente utilização de fotografias hemisféricas e software de interpretação da imagem (Brown, 1993; Whitmore *et al.*, 1993; ter Steege, 1994).

A descrição de clareira varia de autor para autor. Quanto ao estágio da sucessão florestal, a fase da clareira na floresta tropical varia de 4,8%~9,9% de área total (Poore, 1968; Hartshorn, 1978; Uhl & Murphy, 1981), enquanto a taxa de formação das clareiras varia de 0,8~1,2% ano<sup>-1</sup> (Hartshorn, 1978; Uhl & Murphy, 1981; Brokaw, 1982).

### 3.2. Clareira e condição edáfica

Características do solo:

O solo da Amazônia é predominante pobre em química, com alta saturação por alumínio e teor de ferro, de textura argilosa (Kitakawa & Muller, 1979). Cerca de 80% do solo da região está em baixo nível de troca catiônica, lixiviação de troca de base, cálcio, magnésio, potássio e sódio, pela alta precipitação, acidez e saturação de alumínio (Thien & Graveel, 1997; Malavolta, 1987; Cuevas, 2001). Esta baixa fertilidade é fator limitante para vegetação na região, principalmente baixo nível de fósforo é um fator significativo pelo fato de ser susceptível a lixiviação (Sanchez *et al.*, 1982; Vitousek & Sanford, 1986).

Sob essa condição de baixa fertilidade, alta lixiviação, a manutenção do fluxo de nutrientes é importante para vegetação, a qual está no estoque de matéria orgânica, e importante substrato para troca catiônica, estoque de nitrogênio, fósforo, sulfato (Ewel, 1986). Portanto biomassa e capacidade de desenvolvimento das plantas depende mais de fluxo, ciclagem de nutrientes do que fertilidade do solo em si. (Jordan, 1985; Cuevas, 2001). A manutenção do fluxo também depende da estratégia e acesso das plantas ao estoque dos elementos como interação simbiótica por fungo micorrízico.

Nitrogênio é nutriente mineral que as plantas requerem grande quantidade e ao mesmo tempo funciona como fator limitante no sistema natural. (Chapin III *et al.*, 1987).

Manta orgânica ocupa cerca de 30% de todas raízes finas na Amazônia, a espessura da manta orgânica correlaciona inversamente com disposição de nutrientes locais, principalmente fósforo, cálcio e magnésio (Cuevas, 2001).



A condição do substrato dentro da clareira é bastante heterogênea. A condição do substrato é o maior recurso de heterogeneidade dentro da clareira. Na Estação Biológica La Selva, Costa Rica, 90% das clareiras são causadas por levantamento de raiz na floresta (Hartshorn, 1980). A ocorrência de levantamento da raiz é um importante fator para retardar o desenvolvimento de camada impermeável (*Iron pan*) por depósito mineral. Esse fato cria heterogeneidade de nutrientes e estrutura do solo em relativamente curto tempo (Clark, 1994). Na floresta amazônica, a diferença de incidência de clareira pode estar associada com estrutura física do solo e densidade de raiz relacionada com a fertilidade do solo (Kapos *et al.*, 1990).

Dentro da clareira, a disponibilização de nutrientes é causada por galhos e folhas provenientes de árvores caídas (Whitmore, 1989).

A complexidade de disposição de nutrientes modificadas pela queda de árvores influencia ao tipo de colonização das regenerações naturais de plantas. Na colonização inicial, o espaço aberto no chão é logo ocupado por espécies que forma simbiose com fixador de nitrogênio. Mas conforme aumenta disposição de amônio e nitrato, diminuindo luminosidade, fixadores reduzem sua atividade (Chapin III *et al.*, 1987). A estratégia de uma planta para otimizar aquisição de nitrogênio, faz com que utiliza 25 a 40% do ganho do carbono pela fotossíntese em investir para fixação do nutriente (Phillips, 1980).

A biomassa da floresta de terra-firme na Amazônia Central foi correlacionada com N-total, bases trocáveis,  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$ , argila e C orgânica, e negativamente associada com  $Zn^+$ , Al, e areia (Laurance *et al.*, 1999).

Nutriente do solo que afeta às árvores diferencia entre árvore adulta e juvenil. O crescimento diamétrico de árvores grandes não tem correlação com nutrientes do solo. Mas o mesmo incremento de juvenis, recrutados em pouco tempo, há relação com nutriente do solo (Ashton & Hall, 1992).

Denslow (1987) observou a estrutura e a fertilidade do solo como parâmetros para avaliar a frequência de clareira. Isso pode influenciar os sistemas radiculares que sustentam as árvores (Kapos, *et al.*, 1990). Diferentes distribuições de raiz promovem diferentes distribuições de clareiras naturais na floresta.

Vitousek & Denslow (1986) compararam  $NH_4^+-N$ ,  $NO_3^- -N$ ,  $PO_4^- -P$  e N, mineralização em seis clareiras naturais (65-611m<sup>2</sup>) na floresta tropical de La Selva (Costa Rica), e não encontraram diferença na concentração pelo tamanho das clareiras.

Luizão *et al.*(1998) compararam microclima, nutrientes do solo, microbiana do solo entre diferente tamanho de clareiras artificiais na Ilha de Maracá; pequena (40m<sup>2</sup>), média (150m<sup>2</sup>), grande (350m<sup>2</sup>) e muito grande (2500m<sup>2</sup>), não observaram a concentração de nutrientes e atividade microbiana pela diferença de clareira, mas sim pela posição dentro da clareira, onde há acúmulo de liteira proveniente de copa de árvore, de acordo com o processo de decomposição.

Tanaka (1998) comparou fertilidade do solo entre três larguras de linha de enriquecimento na floresta de terra firme no Novo Aripuanã-AM, próximo da área do presente estudo, 500 dias depois da abertura, encontrou somente diferença maior por potássio ( $P = 0,048$ ) na linha mais estreita (3m).

#### umidade do solo

A umidade do solo é um importante índice para integrar a visão fisiológica para as plantas (a capacidade fotossintética) e o metabolismo das árvores associadas com outros fatores fisiológicos como radiação e temperatura. A variação deste parâmetro determina e sustenta a periodicidade de crescimento e formação dos anéis, baseada na peculiaridade de microclima das clareiras.

Denslow (1980) afirma que há uma diminuição devido à evaporação superficial, e na profundidade a umidade é maior pois há menor concentração de raízes do que baixo da floresta fechada.

Camargo & Kapos (1995) caracterizaram a umidade do solo de distâncias graduais ao interior da floresta de fragmento. Eles observaram alta evapotranspiração e umidade do solo próximo da borda da floresta, porém o valor está relacionado com estrutura da floresta. De acordo com o volume da água do solo, árvores adaptam à condição da umidade do solo.

Quando o estoque da água está suficiente para a planta no solo, a maior resistência encontra-se na planta, caso contrário, se o solo estiver seco, nesse momento a maior resistência localiza-se no solo, aumentando a resistência na interface solo-raiz, principalmente quando há redução das raízes e ocorrência de uma descontinuidade solo-raiz (Angelocci, 2000). Houve observação também de que a diminuição da umidade do solo reduz a condutância radial das raízes por aumento da lignificação e suberização, e diminui o número e o tamanho dos vasos do xilema. A observação de distribuição dos vasos condutores é assim altamente ligada com a umidade do solo, águas mantidas pelas árvores.

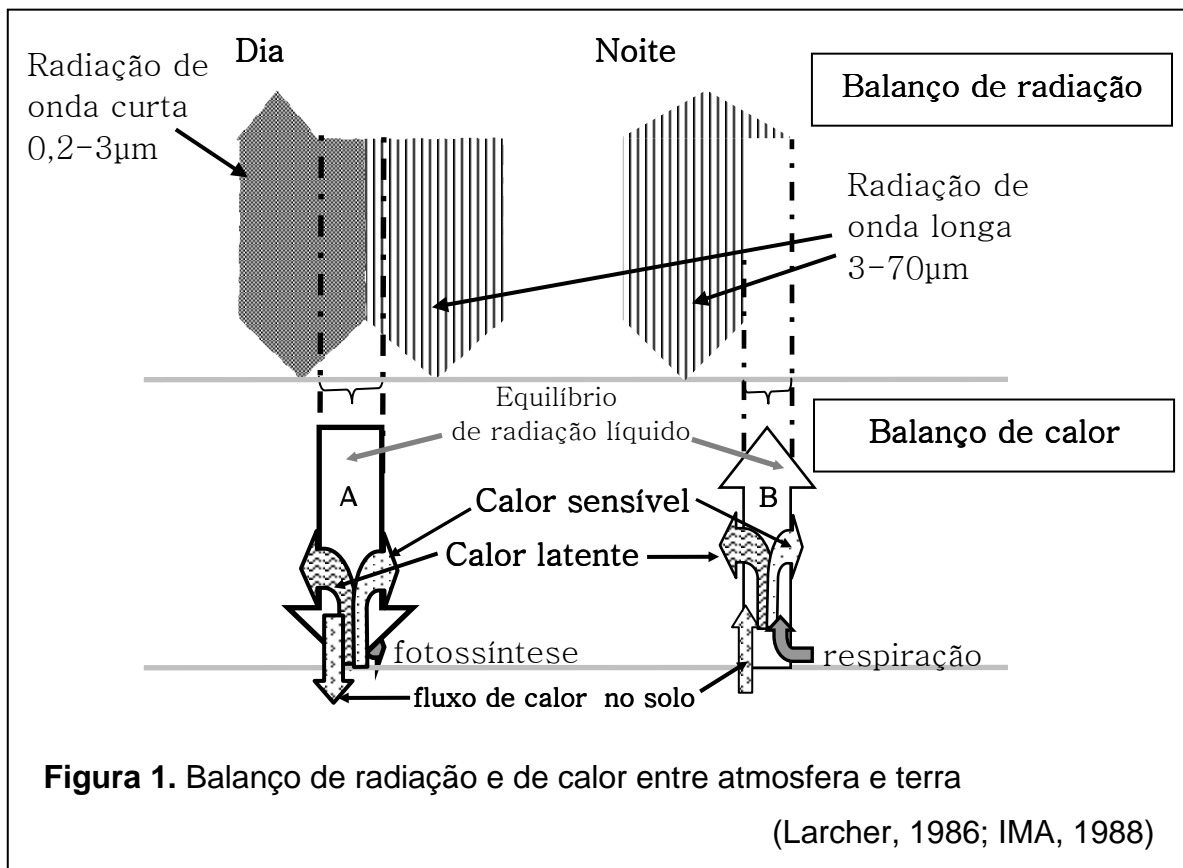
Negreiros *et al.* (1998) calcularam balanço, estoque da água, capacidade do campo e profundidade mínima da raiz, estimaram um terço das florestas Amazônicas há necessidade de enraizamento mais fundo do que um metro para manter condutância hídrica. No entanto, a forte adaptação da planta ao déficit hídrico acompanha vulnerabilidade de enfrentar mudança climática que causa impacto negativo sobre estoque da água no solo.

### 3.3. Microclima na clareira

A radiação solar é constante acima da camada atmosférica (>11km), tendo valor constante de  $330\text{cal.m}^{-2}.\text{S}^{-1}$ , ou  $1381,9\text{W.m}^{-2}$  (Gates, 1966). A radiação solar é emissão da energia composta pela comprimento de onda de  $0,2 - 3\mu\text{m}$ . Nisso  $\leq 0,3\mu\text{m}$ , radiação nociva aos seres vivos são absorvidos por camada de ozônio e oxigênio, e  $0,7-3\mu\text{m}$  são absorvidas por vapor, dióxido de carbono, voláteis. As plantas utilizam para o seu metabolismo os comprimentos de onda entre  $0,4-0,7\mu\text{m}$ , chamada de radiação fotossinteticamente ativa (PAR) (Percy *et al.*, 1989). Esta radiação PAR equivale a cerca de 20% de radiação solar total recebida (Daubenmire, 1974).

Na radiação,  $0,2-0,3\mu\text{m}$  é chamada de radiação de onda curta, e radiação refletida do objeto, terra com amplitude de  $3 - 70\mu\text{m}$  é chamada radiação de onda longa.

Existem diversos trabalhos sobre observação de parâmetros microclimáticos como temperatura do ar e do solo, umidade relativa do ar, quantidade de radiação (fotossinteticamente ativa) para floresta tropical nas clareiras naturais (Chazdon & Fetcher, 1984; Brown, 1990; Vieira, 1996) e há poucos trabalhos que observa fluxo de energia nas clareiras naturais da floresta tropical.



A energia solar na superfície da terra é calculada em cima do balanço entre radiação curta e longa (refletida) em seguinte cálculo;

$$R_n(\downarrow) = (1 - a)(R_s \downarrow) - (R_l \uparrow - R_l \downarrow) \dots \text{diurno}$$

$$R_n(\uparrow) = (R_l \uparrow - R_l \downarrow) \dots \text{noturno}$$

Rn: Radiação líquida

Rs: Radiação onda curta

Rl: Radiação onda longa

↑ : direção acima

↓ : direção abaixo

a : albedo ( $R_s \uparrow / R_s \downarrow$ )

A radiação líquida, diferida de dia e noite, mantendo princípio da conservação de energia, é utilizado na caracterização de tipos de superfície (Fig.1). Portanto o balanço da energia (calor), em forma simples, é descrito por;

$$R_n = H + LE + G + Ph + S$$

Rn: Radiação líquida

LE: Calor latente

Ph: Fotossíntese (valor desprezível)

S: Energia armazenada na biomassa (inclui respiração) (Larcher, 1986)

H: Calor sensível

G: Calor conduzido pelo solo

**Tabela 1. Relação de direção de energia (H/LE) e razão de Bowen**

Direção H	Direção LE	Bowen( $\beta$ )	Condição
↑	↑	+	Radiação forte / solo úmido / diurno
↑	↓	-	Radiação forte / solo seco / diurno
↓	↑	-	Radiação fraca / solo úmido / noturno
↓	↓	+	Radiação fraca / solo seco / diurno

H: calor sensível, LE: calor latente, ↑ / ↓ é direção de energia (IMA, 1988)

A razão de Bowen é calculada por quociente de calor sensível e latente, sendo que cada parâmetro representa a energia (W) em calor sensível do ar, ou calor convectivo, e calor transferido em água como evaporação naquele ponto, respectivamente (Larcher, 1986; Jones, 1992). A razão de Bowen é calculável por radiação incidente líquida com fluxo de calor direção a terra, e gradiente de temperatura e pressão de vapor (Perez *et al.*, 1999), porém, onde não se observa grande variação de vento e radiação durante a medição, pode aplicar cálculo baseado em diferença de temperatura úmida e seca, pressão de vapor de duas alturas (IMA, 1988).

O valor  $\beta$  expressa positivo durante o dia, pode se tornar negativo durante a noite. O valor positivo ou negativo significa fluxo de calor sensível e evaporação (latente) (Tab.1).

Quando o valor expressa acima de 1, significa que o calor sensível é maior do que latente daquele momento, refletindo condição de cobertura da vegetação da terra e da umidade do solo. (IMA, 1988; Jones, 1992).

A razão de Bowen, ou seja fluxo de energia é monitorado mais na altura de copa das árvores junta com fluxo de gás carbônico, metano, e voláteis (Malhi *et al.*, 2002; Keller *et al.*, 2004; Kruijt *et al.*, 2004), e não por nível da terra. Fisch *et al.* (1996) mediram variáveis meteorológicas em Ji-Paraná –RO, adquiriu razão de Bowen, em média +0,3 na estação chuvosa atingiu 1,0 a 3,0 na seca. A mesma razão é parâmetro útil para monitorar déficit hídrico das plantas cultivadas e acionar sistema de irrigação com eficiência.

Portanto, o valor é indicador para observar a ocorrência de déficit hídrico que as plantas enfrentam, e saber qual condição do ambiente que as plantas sofrem mais.

Pois a transpiração é inseparavelmente ligada no equilíbrio hídrico, principalmente com o déficit de pressão de vapor do ar (Larcher, 1986).

As comparações de microclima entre clareiras naturais foram mais documentadas e principalmente relacionados com ambiente de luz. Nos trabalhos resultam que ambiente de maior radiação estimula crescimento das plantas fisiologica-morfologicamente dentro de diferentes ambientes de luz, sendo diferenciado nível de resposta por grupo das espécies, bem como tolerante à sombra, exigente a luz e pioneira (Chazdon & Pearcy, 1986; Chazdon, 1988; Brown, 1990; Ramos & Grace, 1990; Riddoch *et al.* 1991; Bazzaz & Wayne, 1994; Wayne & Bazzaz, 1993; Vieira, 1996; Tanaka, 1998).

No fragmento da floresta da Amazônia central, Kapos (1989) confirmou a influência do calor e seca causada pelo desmatamento até 40 a 60m de interior da floresta. Encontraram grandes números de árvores mortas nas proximidades da borda recém estabelecida estimando que mudança rápida de temperatura e umidade relativa do ar e do solo superou limite da tolerância fisiológica das plantas (Lovejoy *et al.*, 1986, Ferreira & Laurance, 1997).

A plasticidade de cada espécie diante da mudança abiótica causada pela clareira foi determinada de acordo com Hartshorn (1978). De acordo com Logan & Krotkou (1969) e Bazzaz & Carlson (1982), as espécies tolerantes à sombra mostram plasticidade fisiológica mais limitada do que as pioneiras.

### 3.4. Fitossociologia da floresta de terra-firme

A floresta em estágio de sucessão está constantemente evoluindo (Whitmore, 1989). Hartshorn (1990) estimou a taxa de formação de clareira natural para floresta tropical, em torno de 1-2% anualmente, o valor demonstra com menos de 100 anos as florestas tropicais substituem toda sua área. Este ciclo relativamente curto de renovação da floresta primária, possui papel importante de manutenção da diversidade florística, alta diversidade na região tropical através da ocorrência das clareiras (Gentry, 1988; Valencia *et al.*, 1994). A pluviosidade contribui para sua manutenção (Huston, 1994; Oliveira & Mori, 1999).

Givnish (1999) sugeriu a manutenção de diversidade é relacionado com mortalidade originada pela infestação de fungo e insetos, associado com alta precipitação e baixa variação de sazonalidade que ajuda suas proliferações.

Diante a divergência de fatores ambientais bióticos e abióticos, deve existir diferente resposta por guilda, desde fase de colonização e estabelecimento inicial, por regeneração natural, até estabelecer como árvore adulta.

Lorimer *et al.* (1988) sugeriram que espécies de dossel se tornam como árvore adulta devido a ocorrência de clareiras naturais grandes na sua fase juvenil.

Ao contrário, há possibilidade de estabelecer por recursos disponíveis no local do que espécies de grupo ecológico apto ocupam seu nicho (Brokaw & Busing, 2000).

Duivenvoorden *et al.* (2002) compararam possíveis fatores de manter diversidade em espaço, como distância entre indivíduos de mesma espécie, e ambiente peculiar, sendo baseado em comparação de pesquisas na Amazônia ocidental e na Panamá, concluiu prevalência de sem explicação.

Pitman *et al.* (1999) estudaram floresta da Amazônia peruana, sudeste Perú, comparando espécies abundantes em pequena, média escala, resultando 31% de todas espécies encontradas são monoespécies, 45% de todas somente ocorreram em única área, ao longo do Rio Manu (Perú). Os autores sugeriram a larga amplitude de habitat das muitas espécies florestais encontradas na área. Pitman *et al.* (2001) compararam composição florística em busca de espécie comuns e raras dentro da Amazônia ocidental, entre 1400km de distância, encontraram 1/3 de espécies abundantes de cada floresta são iguais, e projetaram a possível causa pela semelhança do ambiente dentro de fatores heterogêneos encontrados entre distante região.

A heterogeneidade de composição florística pode ser observada por meio de observação de espécies indicadoras. A presença de palmeiras, dependendo da sua espécie, é útil como indicador da condição edáfica do sítio florestal. Em florestas próximas ao município de Novo Aripuanã (AM) encontra-se frequentemente uma concentração da palmeira "caranaí" (*Mauritia carana*). A população rural local vê a presença da espécie como um indicador de que o solo é arenoso e não é fértil. No levantamento de palmeiras na floresta amazônica peruana Kahn & Mejia (1990) afirmaram que a alta densidade de "yarinal" *Phytelephas microcarpa* é um indicativo de solo fértil. Essa diferenciação empírica pode servir como parâmetro útil de diferenciação da floresta.

### 3.5. Anéis de crescimento e anatomia de madeira

O anel, ou camada de crescimento é definido pela desaceleração de crescimento na estrutura lenhosa explicado como uma reação à condição desfavorável ao seu crescimento. A formação de anéis ocorre por adensamento de parênquima, quando o engrossamento da planta e o aumento de células desaceleram (Priestley, 1930; Tomlinson & Craighad, 1972; Morey, 1980; Roth, 1981) e a produção de auxinas declina, na época de desfolha ou quando a planta é submetida à condição climática adversa, como estiagem ou frio.

Quanto a metodologia para determinação de anéis de crescimento é estudo tradicional, diversos métodos foram estabelecidos, sendo dividido em dois tipos de observação. Como os métodos estáticos, a leitura através de análise de amostra, são; 1) Densitometria, 2) Densitometria de Raio Gama e X, 3) Registmeter e 4) Radiocarbono. Outros tipos, método dinâmicos são através do; 1) marcação de câmbio e do 2) Increment band (Fritts, 1976; Schweingruber, 1988).

Nos trópicos, a maioria das espécies é perenifólia e não possuem mudanças drásticas no seu crescimento durante o ano e isso é a principal razão de não distinguir os anéis de crescimento anual (Fahn *et al.*, 1981).

Na região Amazônica, os principais trabalhos de caracterização de anéis sazonais são de floresta de várzea e igapó que possuem a inundação periódica como condição adversa que registra no crescimento vegetativo (Huber, 1909; Worbes, 1985; Worbes & Leuschner, 1987).

Apesar de se aceitar comumente a não formação do anel anual nas árvores dos trópicos, as maiorias das espécies nos trópicos certamente caracterizam o anel de crescimento como estrutura. Existem diversos trabalhos sobre descrição macro-microscópica sobre espécies florestais da Amazônia que consta demarcação de camada de crescimento (Loureiro & Silva, 1968; Loureiro, *et al.*, 1979; Silva *et al.*, 1996; Lisboa *et al.*, 1984; Mainieri & Chimelo, 1989). Laboratório de Produção Florestal do IBAMA (IBDF 1988) caracterizou as madeiras da Amazônia, e nisso classificou camada de crescimento em três níveis de visibilidade; distintos, pouco distintos e indistintos. Ainda a definição e classificação de camada de crescimento e demais parâmetros macro-microscópicas foram estabelecidas como norma para organizar as informações técnicas (Coradin & Muniz, 1992).



Na Amazônia, Worbes (1985) afirmou que a formação do anel ocorre mais pela mudança de precipitação do que de temperatura e estação anual.

O mesmo autor destacou a presença de anéis de crescimento nas espécies de rápido crescimento e nos indivíduos de idade juvenil, em florestas tropicais. Isso pode induzir a diferença de formação de anéis por grupo ecológico, de sucessão primária, tardia e também pela etapa de crescimento. O mesmo autor acrescentou que a variação dessa tendência depende da condição lumínica nas florestas onde os indivíduos se encontram. Os anéis de árvores de idade juvenil, sob dossel fechado, são menos distintos do que os de indivíduos adultos que recebem mais radiação pela copa. Considerando essa afirmação, a avaliação nas clareiras pode distinguir mais as formações de anéis nos indivíduos.

No clima temperado, floresta decídua, semi decídua e até nos trópicos, na floresta estacionalmente inundada (várzea e igapó), as árvores tendem a possuir distinta demarcação de anéis de crescimento devido à desaceleração de atividade cambial por forte variação climático (Worbes, 1985; Schongart *et al.*, 2002).

Ao contrário, na Amazônia, em floresta de terra-firme o trabalho científico de determinação de periodicidade de crescimento continua ter dificuldade de esclarecer. Diante dessa dificuldade, existem diversos trabalhos que abordam esta tarefa. Vetter & Botosso (1989) determinaram camada de crescimento de 29 espécies florestais de terra-firme da bacia Amazônica por método comparativo por densitometria, carbono 14 e marcação de câmbio com acompanhamento de dados climáticos. Worbes (1995) observou a tendência de marcação de periodicidade de crescimento nos trópicos que é firmado quando a precipitação na estação chuvosa atinge menor do que  $50\text{mm.mês}^{-1}$ .

Tomazello & Cardoso (1999) utilizaram *Tectona grandis* monitoradas seu plantio com dados fenológicos determinaram a periodicidade com marcação de câmbio, segundo janela de Mariaux (1967).

Maria (2002) aplicou marcação de câmbio nas 23 espécies tropicais e subtropicais, com acompanhamento de faixas dendrométricas, determinaram ritmo de crescimento e idade das árvores, em relação as fenofases e condição climáticas. A autora observou melhor crescimento na fase inicial de sucessão, em relação à menos competição na circunvizinhança.

Callado *et al.* (1998) em Mata Atlântica, verificaram 3 espécies decíduas (*Alchornea*, *Tabebuia cassinoides* e *T. umbelata*) a presença de anéis de crescimentos distintos, demarcados pelo espessamento e achatamento das fibras. “No entanto, pela análise macroscópica da secção transversal de sua “bagueta”, é possível vermos uma região mais escura como se fossem zonas fibrosas e na análise microscópica em lamina histológica constatou camadas de crescimento distintas individualizadas pela variação do lume das fibras.”

Os tipos de anéis de crescimento no clima temperado foram classificadas entre; 1) diferença de Adensamento de parênquima, 2) diferenciação de raios, 3) de fibras, 4) de diâmetro de vasos e 5) de lenho inicial e tardio (Priestley, 1930; Morey, 1980; Roth, 1981).

Para região Amazônica, entre diversidade de anéis Vetter & Botosso (1989) classificaram em quatro tipos de divisa; (1) fibra, (2) vaso, (3) parênquima e (4) raio.

Sobre a variação entre espécies, os anéis de crescimento variam com o seu tipo de formação, dentro de uma mesma família. Pode-se atribuir a isso como sendo particularidade de cada espécie. Enquanto isso, dentro de um gênero pode ser similar o modo de formação de anéis e estrutura lenhosa (Worbes, 1985).

Quanto à variação de anatomia das espécies, pode ocorrer pela classificação de altura final das espécies dentro do estrato da floresta. De fato, foi observado que a largura do anel, que representa o crescimento anual foi de quatro a cinco vezes maior nas espécies de dossel do que nas de estrato inferior (Tuchiya & Izawa, 1999).

### 3.6. Vasos e transporte da água no xilema

A planta dicotiledônea possui três elementos básicos visto por microscópio, 1) os vasos, 2) as fibras e 3) parênquima (Shimaji *et al.*, 1976). Vaso é célula alongada, e morta no xilema, com até 2mm de comprimento, possuindo perfuração que faz translocação da água e substâncias nutritivas dissolvidas (Shimaji *et al.*, 1976; Kaennel & Schweingruber, 1995). Enquanto gimnospermas possuem traqueóides para transporte de água e sais minerais, as angiospermas possuem vasos condutores variando proporção da sua área entre parênquima e tecido fibroso por espécies (Fritts, 1976).

Através dos vasos no xilema água é puxada pela transpiração induzida pelo gradiente de pressão negativa, ao máximo de 3 mega pascal de força, para

ascensão da coluna da água, ligada pelas altas forças de coesão das moléculas de água até atingir a parte extrema da folha da copa (Dixon & Joly, 1895; Zimmermann, 1983). Mais alta a árvore, exige mais condutividade hidráulica (Thomas, 2000).

Esta teoria da adesão (tensão)-coesão explica que a água na planta forma uma fase contínua, desde os capilares das paredes celulares, onde ocorre a evaporação, até absorção feita pela raiz. Assim uma planta mantém equilíbrio na interface: solo-planta-atmosfera continuum (Angelocci, 2000).

Sobre a eficiência da condutividade hidráulica de uma árvore foi medida em diversas teorias. A árvore foi observada como conjunto de tubos, seção transversal do xilema, que cada um suporta certa unidade de folhas no copa (Shiozaki, *et al.*, 1964). A outra medida estudada é o valor de Huber, que é definido como seção transversal de alburno seja dividida por área foliar no copa (Tyree & Ewers, 1991).

A medida do valor de condutividade específica ( $k_s$ ) dividido por área foliar da copa é condutividade específica foliar (Zimmermann, 1983).

A condutividade hidráulica ( $k_h$ ) é calculada pela Lei de Hagen-Poiseuille's;

$$k_h = (\pi\rho / 128\eta) \Sigma(di^4)$$

- $\rho$  : densidade de fluido (kg. m<sup>-3</sup> )
- $\eta$  : viscosidade dinâmica de fluido (MPa s<sup>-1</sup>)
- $d$  : diâmetro (m) de i-do tubo

(Zimmermann, 1983; Tyree & Ewers, 1991)

Segundo a equação acima, a condutividade é proporcional à quarta potência do diâmetro de vaso (tubo), conseqüentemente, pode-se compreender que o aumento da área total de vasos por determinada área (/1mm<sup>2</sup>) afeta inteiramente a sua condutividade.

Nos trópicos tendo equilíbrio de eficiência de condutividade hidráulica e segurança, o diâmetro máximo de vaso é considerado 0,5mm (Zimmermann & Milburn, 1982).

Existem vários padrões em forma e distribuição de vasos conforme espécies. O padrão de vasos condutores divide entre cinco tipos: 1) poros em anéis, 2) poros em semi anéis, 3) difuso, 4) radial, 5) tangencial (Shimaji *et al.*, 1976).

Vasos de distribuição difusa é uniformemente distribuído entre cada camada de crescimento no xilema, enquanto que os de distribuição em anel concentra no lenho primaveril de cada camada de crescimento (Fritts, 1976).

Comparando distribuição de vasos entre poros (vasos) difusos e distribuição anel, existe vantagem e desvantagem para cada padrão. Distribuição difusa possui vasos menores e menos eficiências de condutividade hídrica, ao mesmo tempo resistente à cavitação na seca prolongada que quebra condutividade. Enquanto isso os vasos de distribuição de anel são maiores e eficiente de condutividade carregando risco de cavitação no xilema.

As árvores da região trópicas possuem padrão de distribuição de vasos em modo seguro, com menos risco para embolismo do ar no xilema. Assim, as maiorias são espécies com poros (vasos) difusos (Tyree & Ewers, 1991) No tropico 99% de distribuição de vasos classificam como vasos difusos (Thomas, 2000). Na floresta Amazônica, Tsuchiya & Hiraoka, (1999) encontraram 92% de amostras como espécies que possuem vaso difuso na terra-firme.

O parâmetro também possibilita visualizar o estágio do crescimento lateral (secundário) ou apical (primário) de acordo com cada indivíduo. Quando observar em visão macro na floresta, a estrutura de anéis de crescimento deve ser diferenciada para os indivíduos de uma floresta de sucessão e de uma primária clímax. A área total de vasos em anéis de crescimento que se observa nos indivíduos em floresta secundária é maior do que se observa nos de floresta primária, mesmo que a classe de altura do estrato seja igual (Tsuchiya & Hiraoka, 1999). Os mesmos autores concluíram que isso se deve ao menor estresse lumínico na floresta secundária.

Essa diferença de estratégia de crescimento das espécies entre florestas de diferentes estágios de sucessão poderia refletir na estrutura de cada indivíduo das espécies arbóreas. Na floresta amazônica de terra-firme, Tsuchiya *et al.* (2003) concluíram que as espécies de dossel, como *Enterolobium schomburghii*, *Sclerollobium* sp. e *Dipteryx odorata* possuem área de vaso, aproximadamente, quatro vezes maior do que as de estrato inferior (*Poecilanthe* sp.). Os autores consideram que isso se deve a questão de transporte, no bombeamento de maior quantidade de água em gravidade negativa para alcançar até distante folha, o quê corresponde com a afirmação de Zimmermann & Brown (1971) e Fitter & Hay (1983).

Diante dessa diferenciação de vasos condutores entre espécies, verificar a plasticidade anatômica das espécies na mudança do seu ambiente é importante para ver a influência da formação de clareira na dinâmica da floresta.

### 3.7. Incremento das árvores nos trópicos

Na floresta primária tropical de ombrófila densa, o comportamento de crescimento pode ser bastante dinâmico do que outra região climática e competição são muito intensas. Na condição natural de floresta primária, já existem diversos trabalhos de curto ao longo prazo de monitoramento.

Na floresta primária sem exploração em Flona Tapajós, o crescimento de espécies tolerantes, intolerantes e de sub-bosque, os incrementos observados foram 0,1/0,3/0,1cm.ano<sup>-1</sup>, respectivamente (Silva, *et al.*, 1996).

Na floresta primária de região do JARI-Amapá, para árvores de DAP igual ou acima de 5cm foram registradas o crescimento de 0,14cm.ano<sup>-1</sup>, (Gomilde, 1997).

Clark *et al.* (2003) calcularam o crescimento diamétrico em média anual para floresta primária da Costa Rica, La Selva como 2,09 a 14,1mm.ano<sup>-1</sup> após 16 anos de monitoramento.

Após 17 anos de monitoramento, em floresta primária de fragmento florestal próximo do Manaus-AM, a média de crescimento diamétrico das espécies acompanhadas foi calculado em 2,74mm.ano<sup>-1</sup> (Laurance *et al.*, 2004). Os autores calcularam em variação de mínimo/ média/ máximo para cada espécie.

Comparando classe diamétrica entre três níveis ( $10 \leq \text{DAP} < 30$  /  $30 \leq \text{DAP} < 50$  /  $\text{DAP} \geq 50\text{cm}$ ), os maiores ( $\text{DAP} \geq 50\text{cm}$ ) crescem levemente mais (Silva, 2001). A média de crescimento entre 272 indivíduos foi 1,64 mm.ano<sup>-1</sup>.

Miranda (2002) estudou crescimento radial horário de três espécies durante um ano com utilização de dendrômetros automáticos no fuste. O resultado para as espécies é: *Dipteryx odorata*: 2,99 a 9,85 mm.ano<sup>-1</sup>, *Scleronema micranthum*: -0,12 a 3,46 mm.ano<sup>-1</sup> e *Eschweilera coriacea* : 4,01 a 10,54 mm.ano<sup>-1</sup>.

Dentre muitos trabalhos que tratam crescimento de árvores, existem poucos trabalhos que focalizam o crescimento de árvores nas clareiras (Canham, 1985, 1988; Kuusipalo *et al.*, 1997). Sendo que na floresta temperada, Canham (1985) encontrou apenas 20-30% dos indivíduos de uma espécie de dossel evidenciando aumento no seu incremento devido à clareira. A liberação de copa - beneficiamento de corte - na floresta primária sem perturbação de baixa latitude é um método promissor segundo alguns resultados como a criação de clareira ao redor das espécies desejáveis. Kuusipalo *et al.* (1997) testando o crescimento de red meranti (DIPTEROCARPACEAE), após seis anos de observações em áreas com tratamento

silvicultural (liberação de copa) e sem tratamento (testemunha), obtiveram os incrementos anuais de  $7,5\text{m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  e  $3,0\text{m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ , respectivamente. Se a floresta clímax está mais equilibrada em competição do que a de sucessão, o tratamento como abertura de clareiras poderia ser mais significativo em relação ao crescimento das árvores. Numa floresta primária da Costa Rica, 59% das espécies de dossel requerem distúrbio para alcançar maturidade reprodutiva (Hartshorn, 1980).

No experimento feito na floresta de La Selva - Costa Rica, o beneficiamento de corte resultou seguinte: sem tratamento, corte leve e corte maior para *Tectona grandis* : 0,35, 1,04 e 3,04 cm.  $\text{ano}^{-1}$  respectivamente, e para *Gmeria arbórea*: 1,38, 1,72 e 3,53 cm.  $\text{ano}^{-1}$  (Morataya *et al.*,1999) . No experimento de Barro Colorado Island, resultou grande diferença de crescimento na clareira:  $0,9\text{cm}.\text{ano}^{-1}$  entre indivíduos de DAP 30-50cm (Lang & Knight, 1983).

Na floresta primaria próxima de Manaus, foram comparados o ritmo de crescimento madeireiro entre floresta de corte leve, média e pesada, 5,57, 4,45 e  $5,75\text{m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  respectivamente, enquanto a testemunha mostrou  $2,82\text{m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  (Higuchi *et al.*,1997). Ainda foi reconhecida a estratégia de crescimento das árvores que o incremento nos troncos das árvores remanescentes se torna positivo e maior nos tratamentos com extração seletiva do que no controle somente após quatro anos do corte seletivo na estação experimental ZF-2 em Manaus (Higuchi *et al.*, 1997).

Na floresta nacional do Tapajós-PA, foi comparado crescimento das árvores remanescentes em cinco e oito anos depois de exploração madeireira. Carvalho *et al.* (2004) encontraram  $0,37\text{cm}.\text{ano}^{-1}$  para DAP  $\geq 45\text{cm}$ , e  $0,36\text{cm}.\text{ano}^{-1}$  para DAP  $\geq 55\text{cm}$  em oito anos depois da exploração.

Os estudos de incremento das árvores utilizando leitura dos anéis de crescimento existem diversas (Priestley, 1930; Tomlinson & Craighad, 1972; Roth, 1981), sendo ainda muito pouco para esclarecer o desenvolvimento individual das espécies arbóreas (Lamprecht, 1990). Da mesma forma, há poucos trabalhos sobre o assunto (anéis de crescimento), nas espécies de clima tropical (Worbes, 1985; Jacoby, 1989; Stahle *et al.*,1999; Tsuchiya & Hiraoka, 1999; Vetter & Wimmer, 1999; Worbes, 1999; Vieira, 2003).

Através da leitura de anéis anuais sobre o crescimento de espécie de dossel em clareira da floresta temperada, Lorimer *et al.* (1988) confirmaram que o pico de crescimento foi na classe diamétrica juvenil (aproximadamente 5 anos).

Os trabalhos existentes mostram que é possível verificar ritmo do crescimento das espécies com leitura de anéis de crescimento, baseado nos dados fenológicos e de mudança do ambiente como inundação periódica e anomalia climática como El Niño. Com essa ferramenta poder-se-ia visualizar melhor o comportamento das espécies florestais considerando juntos, tempo-espaco-espécie dentro da floresta.

Quanto a leitura de anéis de crescimento para comparar incremento anual entre diferentes idades de árvores, Worbes (1999) detectou que as árvores novas (<35anos) têm maior incremento anual ( $4,6\text{mm}\cdot\text{ano}^{-1}$ ), e velhos (>35anos) têm menos incremento( $3,6\text{mm}\cdot\text{ano}^{-1}$ ). As espécies emergentes em condições naturais mostram alto incremento: 4,6mm do que o de espécies de estrato inferior: 2,1mm.

O tempo de crescimento varia por estação, condição climática. Principalmente na região da Amazônia central, existe forte dependência de crescimento lenhoso e distribuição de precipitação durante o todo ano, e observa-se maior crescimento durante a estação chuvosa (Worbes, 1999).

Porém existe diferença do tempo da estação e época de crescimento.

Enquanto as espécies decíduas param seu incremento junto com término da precipitação, as espécies sempre verdes, algumas semanas depois do término da chuva, ainda continuam seu incremento. Esta tendência e estratégia de resistência de crescimento lenhoso deve variar por espécie.

No talhão de corte seletivo, também foi observado somente após quatro anos do corte que o incremento nos troncos das árvores remanescentes se torna positivo e maior nos tratamentos com extração seletiva do que no controle (Higuchi *et al.*, 1997). Com isto deduz-se que primeiro ao terceiro ano investe em ganho de biomassa para crescimento vertical (meristema apical) em função de competição por espaço aberto no dossel. Isto pode comparar com diferença de anéis de crescimento, pois podem ocorrer irregularmente entre diferença estratégica das espécies e posição na estrutura que ocupam. Neste sentido, o que pode comprovar a idade das clareiras são aqueles indivíduos que afetou danos, tanto nas regenerações avançadas, como nos indivíduos adultos que danificou por impacto de queda do agente causador daquela clareira.

### 3.8. Crescimento das árvores no sistema de enriquecimento

O sistema pode ser baseado em plantios em linha ou em grupos (Souza & Jardim, 1993). O método de plantio foi denominado e testado por Aubrévilles (1938) e executado em países da África, tais como Costa do Marfim, Camarões, Ghana e Nigéria. Dentro dos sistemas de plantios de enriquecimento em linhas que foram feitos na região amazônica até décadas passadas e não foram empregadas ultimamente por motivo de elevado custo calculado em realização (Pitt, 1969; Yared *et al.*, 1988; Fernandes & Sampaio, 1991; Neves *et al.*, 1993), exceto nível experimental em floresta secundária.

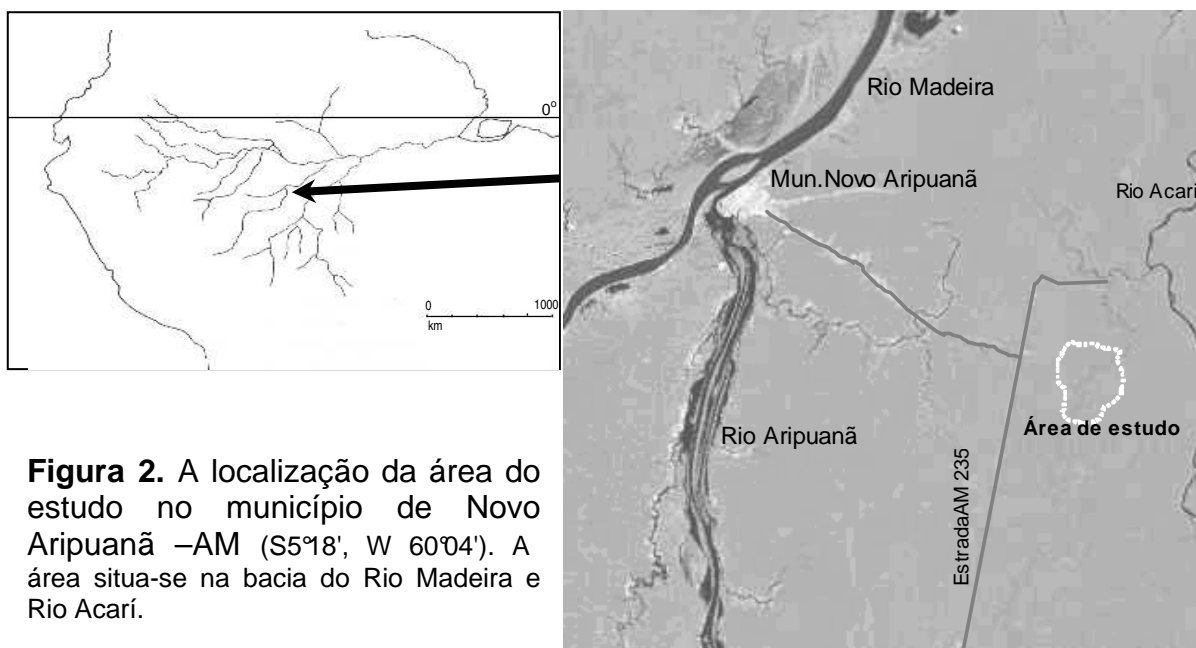
Weaver (1986) avaliou realizações do sistema em 163 espécies de 12 países neotropicais americanos. Os insucessos ocorreram devido ao baixo crescimento das diversas árvores observadas, além do custo de implantação. Ele apontou estas desvantagens e motivos que desestimularam o método. Segundo seu levantamento, entre os países avaliados, somente em três países, Porto Rico, México e Suriname onde existiam projetos comerciais em larga escala usando este sistema e todos eles hoje se encontram abandonados. Ao mesmo tempo, deve notar que as florestas desses países foram intensamente exploradas por método de extração de alto impacto.

Um dos principais motivos de rejeição deste sistema é o alto custo na instalação e manutenção das espécies plantadas (Weaver, 1986; Souza & Jardim, 1993). No entanto, o sistema possui característica potencialmente promissora de realização na floresta primária por não causar remoção total e alteração drástica do estrato florestal natural (Weaver, 1986; Lamprecht, 1990). A informação de crescimento das espécies florestais encontradas nas florestas manejadas, submetidas a presença de clareira artificial, ou linha de plantio, é indispensável para avaliar a viabilidade ecológica do sistema, em termos de sucesso de crescimento.



## 4. Material e Métodos

### 4.1. Localização da área do estudo



**Figura 2.** A localização da área do estudo no município de Novo Aripuanã –AM (S5°18', W 60°04'). A área situa-se na bacia do Rio Madeira e Rio Acari.

O estudo foi desenvolvido em uma área de floresta primária de terra-firme sem perturbação, localizada na bacia do Rio Madeira –AM, município de Novo Aripuanã (AM), e transição entre Rio Madeira e Rio Acari, aproximadamente 30km da cidade (Fig.2). Novo Aripuanã dista da cidade de Manaus aproximadamente 320 km em linha reta (coordenadas geográficas S 5°18', W 60°04').

A descrição meteorológica da área é baseada na estação de meteorologia da Agencia Nacional de Águas-ANA no município de Novo Aripuanã, e medição local com o uso de pluviômetro de tubo por leitura manual, sendo precipitação média anual de 3.439 mm (1991-2003), temperatura média anual de 26°C e umidade relativa média anual de 85%, pela classificação de Köppen a clima sendo Af.

A característica da área do estudo é classificada sendo baseada pela RADAMBRASIL 1978;

- |                       |   |
|-----------------------|---|
| Região fitoecológica: | Sub-região dos Baixos Platôs da Amazônia  |
| Solo:                 | Latossolo Amarelo Álico textura média Latossolo Amarelo Álico, textura argilosa e Areias Quartzosas Álicas. |
| Relevo:               | Suave ondulado  |

Formação geológica: Plioceno médio - superior : Formação Solimões

Pela classificação geológica da Amazônia pertence ao Sedimento Cretáceo-Quaternários (Vieira & Santos, 1987), que é bastante predominante na região Amazônica ao longo do Rio Solimões-Amazonas.

E, baseado na classificação fitofisionômica de IBGE (1989), a área pertence à Floresta Ombrófila Densa – Terras Baixas.

## 4.2. Estudo 1— Dinâmica e característica da clareira

Segundo Whitmore (1989) que pesquisou florestas tropicais em diversos ângulos concluiu que todo ciclo da floresta começa por distúrbio, como abertura das copas e formação das clareiras. Por tanto, estima-se que os fatores abióticos na clareira possuem grande importância para desenvolvimento das plantas. Nesta parte do estudo, observar as clareiras naturais e sua peculiaridade para averiguar papel e influência da clareira.

### 4.2.1. Instalação das parcelas

Na visita preliminar de composição, estrutura da área, a notável frequência de clareias naturais causadas por queda de árvores foi empiricamente observada na área. Nas outras partes posteriores a diferença de crescimento por função de formação das clareiras é abordada.

A determinação do tamanho da área foi feita em dois métodos:

Depois do estabelecimento do método de cálculo de área de clareira por fotografia hemisférica, o mesmo método prevaleça mais do que medição tradicional com fita no campo, mais eficiente pela calcula de diversos parâmetros de radiação nas clareiras, a partir da abertura da copa.

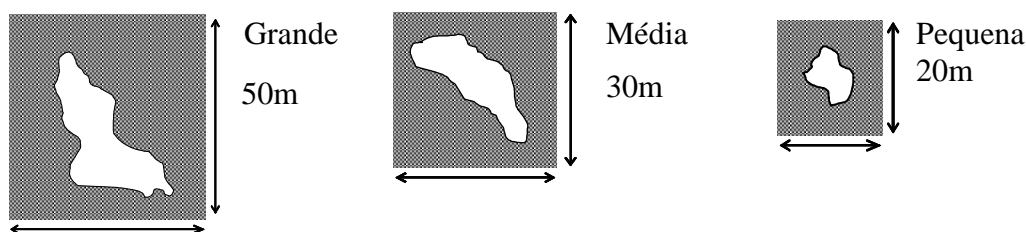
Para este estudo de caracterização da clareira e seu efeito, foi necessário observar duas categorias da clareira: clareira pré-existente e recém-formada (Tab.2).

A necessidade de elaborar demarcação das clareiras novas para analisar condição edáfica: macro-micronutrientes, granulometria, umidade do solo, microclima. Outro lado, houve necessidade de instalação das clareiras pré-existentes para analisar: influência da formação das clareiras às árvores, em termo de estabelecimento e desenvolvimento entre espaço temporal de 3 a 5 anos antes e depois do formação.

Isto foi por motivo de que a clareira muito nova não há tempo suficiente em marcar diferença de crescimento registrado no lenho.

**Tabela 2.** demarcação das clareiras ao estudo

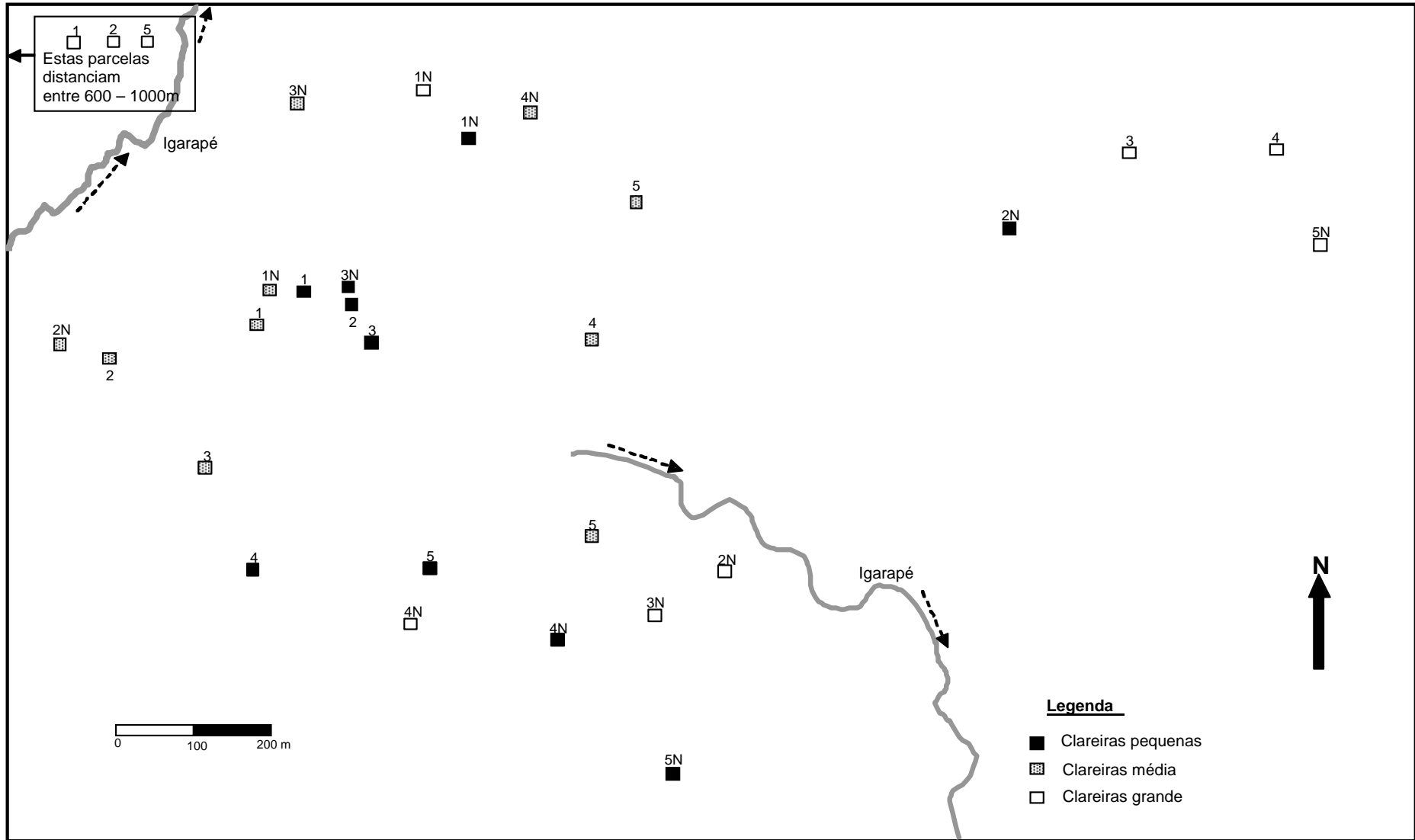
demarcação	Objetivo	Área
15 clareiras pré-existent	Desenvolvimento das árvores, inventário florístico	5 pequenas, 5 médias, 5 grandes
15 clareiras novas ( $\leq 2$ anos)	Condição edáfica, microclima	5 pequenas, 5 médias, 5 grandes
n-clareiras	Tempo de renovação da floresta	10hectares



**Figura 3.** Esquema de instalação das parcelas com clareiras pré-existent. Tamanho das clareiras incluídas em cada parcela.

As clareiras naturais foram divididas em três classificações: Pequena,  $<100\text{m}^2$ , Média,  $\geq 100\text{-} <400\text{m}^2$  e Grande  $\geq 400\text{m}^2$  (Fig.3), e acerbam com parcelas compatíveis com tamanho das clareiras: clareiras pequenas completa como parcela grande ( $2500\text{m}^2$ ), clareira média com parcela média ( $900\text{m}^2$ ) e clareira pequena com parcela pequena ( $400\text{m}^2$ ).

As seleções das clareiras naturais foram aleatórias, nas áreas homogêneas em topografia, excluindo área de inclinação para evitar possível influência dela na diferenciação de crescimento (Fig.4). Ainda as clareiras precisam queda de árvore simples ou múltipla de uma época apenas, sem misturar quedas de diferente tempo para poder datação de abertura de clareira compreensível.



**Figura 4.** Mapa de distribuição das clareiras naturais (parcelas). O número significa número de parcela. A letra "N" seguida de número significa clareira nova. As clareiras com somente número é clareira pré-existente.

Para este estudo de crescimento das árvores, as clareiras recém-formadas não foram contadas por razão de tempo insuficiente para observar influência nos anéis de crescimento. As clareiras mais novas foram de quatro anos, sendo confirmado posteriormente, pelo resultado de leitura de anéis de crescimento das árvores ocorrentes ao redor.

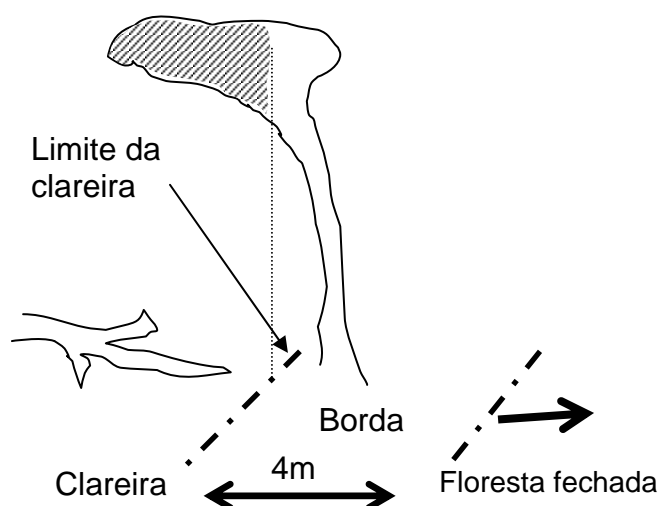
#### 4.2.2.O tamanho das clareiras

Para calcular tamanho das clareiras pré-existentes foi adotada a medição em nível do chão, como clareiras expandidas (Runkle, 1982). Em primeiro foi estabelecido o centro de clareira por cruzamento de linha por parte mais longa de diâmetro de clareira com linha perpendicular. Em seguida foi esticada treina do centro até tronco da árvore em pé mais próxima da borda da clareira, determinando o limite até onde visivelmente afetou pelo impacto da queda das árvores, por tronco e galho, procurando cicatriz de árvores ao redor. Com o uso da fotografia hemisférica, se tornou mais simples e interpretável com vários parâmetros de radiação, calculado por programa de processamento de imagem hemisférica (Whitmore *et al.*,1993). A medição para cálculo destas clareiras pré-existentes somente pode mensurar por causa de fechamento de abertura de dossel por ter regenerações naturais avançadas, palhas e galhos alongados nas clareiras que estavam sendo fechadas. A direção de cada treina foi lido com bússola-monóculo, e projetado como imagem digitalizada e calculado com Auto CAD 2002 (Adobe).

2) Para estimativa da área da clareira recém-formada em 10 hectares para calcular tempo de rotação da floresta, e 15 clareiras novas, abertura de dossel foi estimada pela fotografia hemisférica. Para adquirir imagem foi usado máquina fotográfica Nikon FM2 com lente de olho de peixe, *Fisheye Nikkor*, 8mm circular. A máquina fotográfica é fixada no centro da clareira a 1 m acima do solo, foi obtida preferencialmente no céu nublado. A imagem obtida foi digitalizada e interpretada pelo programa *WINPHOT* 4.0, desenvolvido por ter Steege (1994).

#### 4.2.3. Divisão de posição em volta das clareiras

Dentro de cada parcela em volta da clareira foi dividida em três pontos distinguíveis como; dentro da clareira, borda e fora da clareira, ou floresta fechada (Fig. 5). A definição da borda estabeleceu-se quatro metros da faixa desde a borda da clareira.



**Figura 5.** A delimitação das posições em volta da clareira

A distinção destes três micro ambiente foi diferenciada entre nível da posição do fuste e da copa

(Fig.5). Mesmo um indivíduo arbóreo situa na posição e borda ou na floresta fechada (2m interior desde o limite da clareira), se boa parte da copa do indivíduo entra no espaço de clareira para atividade fotossintética otimizada, ele é considerado como árvore de borda ou centro.

#### 4.2.4.O tipo de formação das clareiras

Para caracterizar 15 clareiras naturais, foi notada a causa de formação entre: tipo de queda – (1) raiz levantada, (2) tronco quebrado e (3) galhos quebrados e número de queda de árvores.

O resultado dessas informações é considerado com outras informações, como textura do solo, estrutura da floresta, para entender melhor a tendência de formação da clareira natural.

As clareiras na floresta amazônica são causadas, na maioria das vezes, por vento, associado com o tipo do solo, peso de cipós (Nelson, 1994). Cada tipo de formação resulta diferente efeito nos fatores bióticos e abióticos na floresta.

#### 4.2.5. Precipitação

A medição de precipitação local, na área de estudo (S 5°18', W 60°04') iniciou-se em novembro de 1997, por meio de pluviômetro de tubo. Os dados coletados manualmente foram calibrados com pluviômetro automático de precisão de 0,5mm/

hora (No34T,Ota Ltd./ Japan) com armazenador de dados (RF3,TandD Ltd.) em comparação durante um mês. Os dados calibrados com o aparelho citado, foram calculados por curva de correlação com os dados pluviométricos realizados pela estação meteorológica da ANA (Agencia Nacional de Águas) situada no município do Novo Aripuanã - AM, na beira do Rio Madeira ( $\pm 30$ km da área do estudo) com dados de últimos doze anos (Apêndice 1).

#### 4.2.6. Monitoramento de micro meteorologia nas clareiras

A caracterização do microclima nas clareiras foi monitorada por estação meteorológica de LI-1400 (Li-cor) com armazenador de dados (Fig 6) durante um período de cada estação: chuvosa (3 de fevereiro – 14 de abril de 2003) e seca (11 de agosto – 25 de setembro de 2003). A intensidade de coleta foi 15 minutos de intervalos.

Depois os dados foram divididos em dia com e sem chuva por cada estação, para confeccionar 4 tipos de dia representativo: 1) dia claro/ estação seca, 2) dia chuvoso/ estação seca, 3) dia claro/ estação chuvosa e 4) dia chuvoso/ estação chuvosa.

As três estações foram instaladas em diferentes tamanhos representativos de clareira pequena, média e grande, por obter os parâmetros;

— Radiação Fotossinteticamente Ativa ( $\text{mol.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ )

O sensor de Quantum LI-190 (Li-cor) acoplado em cima da estação instalada no centro da clareira.

— temperatura do solo ( $^{\circ}\text{C}$ )

O sensor de temperatura do solo LI1400-103 (Li-cor), instalado a 10cm subsolo do centro de cada clareira.

— A medição de razão de Bowen

Para calcular o valor, foram obtidos os seguintes valores;

— Temperatura seca do ar ( $^{\circ}\text{C}$ )

— Temperatura úmida ( $^{\circ}\text{C}$ )

O sensor de temperatura LI 1400-101 (Li-cor), coberto de lenço constantemente úmido por drenagem de água (Fig.6), sendo instalado em duas alturas diferentes: 15cm e 2m acima do solo.

A razão de Bowen ( $\beta$ ) é calculado por;

$$(\beta) = r * (T_{S1} - T_{S2} / e1 - e2)$$

$$e = e_s \{1 - 0.0159(T_s - T_u)\} - P(T_s - T_u) * \{0.000776 - 0.000028 (T_s - T_u)\}$$

$$e_s = 6.1078^{\{17.2693882 * T_u / (T_u + 237.3)\}}$$

$$r = (C_p * P) / (0,622 * l)$$



**Figura 6.** Esquema de instalação de sensores em clareira. Li1400, Temperatura seca/úmida

Onde;

$T_{S1}, T_{S2}$  : Temperatura seca ( $^{\circ}\text{C}$ ) em altura 1, 2

$T_{U(1 e 2)}$  : Temperatura úmida ( $^{\circ}\text{C}$ )...altura 1,2 para calcular  $e1, e2$

$e1, e2$  : Pressão de vapor (mb) em altura 1, 2

$e_s$  : Pressão de vapor saturado (mb)

$r$  : Valor de umidade e seca =  $C_p P / 0,622 l$

$C_p$  : Valor de pressão constante por calor =  $1,0042 \text{ (J} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}\text{)}$

$P$  : Pressão atmosférica (mb)

$l$  : Calor latente de evaporação ( $\text{Jg}^{-1}$ ):

$$l = 2500,8 - 2,3668 * T_u$$

$T_u$  = média de  $T_u$  em altura 1 e 2.

A pressão atmosférica foi medida por sensor com armazenador de dados, Weather meter (Ito Co.Ltd./Japan) durante a medição de estação meteorológica.

Foi determinada umidade do solo por quatro posições dentro de clareira nova: Centro/ Intermédio/ Borda/ Fora (floresta) entre cinco clareiras a cada tamanho de clareiras: pequena/ média/ grande com cinco repetições (15 clareiras). A coleta de dado para umidade do solo foi feita entre estação chuvosa e seca, tendo duas coletas de cada estação: chuva (março, maio de 2003) e seca (setembro, outubro de 2003) através de método gravimétrico.

As amostras de  $45\text{cm}^3$  de solo são coletadas por tubo de metal, e colocadas em estufa de secagem (Marconi, MA033/1) por  $105^{\circ}\text{C}$  até estabilizar o peso para se determinar o peso seco. Foi calculada a umidade gravimétrica utilizando-se a equação:



$$U\% = \frac{Pu - Ps}{Pu} * 100$$

Onde: U = umidade gravimétrica;

Pu = peso do solo úmido;

Ps = peso do solo seco.

Depois de retirados, os tubos das amostras foram imediatamente lacrados com celofane, em seguida no acampamento foram pesados em balança eletrônica de precisão de 0,01g (Marconi, AS500).

#### 4.2.7. Análise química e física do solo nas clareiras

Neste estudo, a comparação foi feita com macronutrientes: Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Magnésio, Cálcio, Carbono e micro nutrientes: Ferro, Zinco, Manganês, Alumínio e Hidrogênio os quais são elementos básicos para relacionar com a estrutura vegetal (Goodland & Pollard, 1973; Janzen, 1974; Goldberg & Gross, 1988). Foi também analisada a soma de base,  $Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+}$ , para avaliar a capacidade de troca de cátions (CTC) (Tome, 1997).

Foi procedida a análise física do solo pela análise granulométrica para verificar se as áreas observadas apresentam as mesmas relações.

**Tabela 3.** Distribuição de amostras do solo entre diferente tamanho das clareiras

\Classificação clareira Posição	Clareira pequena (≥15 - <100m <sup>2</sup> )	Clareira média (≥100 - <400m <sup>2</sup> )	Clareira grande (≥400m <sup>2</sup> )
Centro	3 (12*)	3(12)	5(20)
Intermédio	3(12)	5(20)	7(28)
Borda	3(12)	5(20)	7(28)
Floresta	3(12)	5(20)	7(28)

\*Cada amostra de posição na clareira foi composta de quatro pontos (entre parêntesis).

A amostra do solo para análise química e física foi coletada por composto de quatro pontos entre quatro posições dentro e fora das clareiras: centro, borda, intermédio e fora (Tab.3) através de trado de metal. Esta distribuição foi projetada para poder representar variação da condição edáfica dentro de cada parcela.

A delimitação da posição por volta de clareira foi desenhada a partir da borda da clareira, em nível do solo.

A profundidade de coleta foi dividida em camada de 0-10cm/10-20cm, menos a camada orgânica. As amostras foram secadas naturalmente na Casa de Vegetação, e peneirados após secagem por peneira de 2mm.

As análises foram realizadas no laboratório de Química e Física do Solo (Ciência Agronômica) do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA. A pH (H<sub>2</sub>O/KCl) foi determinado por pH metro, Carbono orgânico (Matéria orgânica) por Titulação com fenantrolina, com bicromato de potássio (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>), Nitrogênio total por método Kjeldahl, pela titulação (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

Cálcio(Ca), Magnésio(Mg) tocáveis, e Alumínio (Al) pela extração por Cloreto de Potássio (KCl), P assimiláveis e K tocáveis, Mehlich 3 (duplo ácido: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,0125M + HCl 0,05M), e ambos sendo determinados por espectrofotômetro de absorção atômica, somente P sendo determinado por comprimento de onda de 660nm. Os micronutrientes, Zinco, Ferro, Manganês extraído por duplo ácido, Acides Total (Alumínio + Hidrogênio) pela titulação (EMBRAPA,1999).

#### 4.2.8. Delineamento estatístico

Hipóteses nulas para o estudo 1;

H<sub>0</sub> = Não há relação entre formação das clareiras e textura do solo e macro-micro nutrientes.

H<sub>0</sub> = A microclima apresenta mesmo fluxo de calor entre diferente micro sítios

Para testar hipóteses, comparação de média para concentração de macro e micronutrientes entre três tamanhos de clareiras foi realizado o teste de normalidade, e aplicado o teste de Tukey ( $\alpha=0,05$ ).

Ao mesmo fim, a comparação de média dos dados de umidade do solo, radiação PAR, foi aplicado o teste de normalidade, depois de confirmado a distribuição, foi aplicado o teste de comparação respectivamente: teste de Duncan ( $\alpha=0,05$ ) para Umidade do solo, e teste de Tukey ( $\alpha=0,05$ ) para radiação PAR, entre clareiras de três níveis (tamanho).

### 4.3. Estudo 2 — Caracterização fitossociológica

A comunidade de espécies florestais em volta das clareiras há peculiaridade de composição, devido a complexidade de estágio de sucessão e mais dinâmica na floresta primária. Em fim de conferir este aspecto foi realizado inventário florístico, em seguida análise estatística em averiguar distribuição das espécies com fatores abióticos.

#### 4.3.1. Fitossociologia da floresta

Em objetivo de estudar dinâmica da floresta de terra-firme na transição Rio Madeira-Rio Acari, é prioritário em conhecer composição florística, estrutura da floresta, a qual é ainda inexistente.

As seguintes variáveis foram levantadas na área para caracterização fitossociológica da área do estudo: biomassa da vegetação acima do nível do solo, altura do dossel e diâmetro altura do peito. O inventário foi feito em indivíduos com DAP  $\geq 5$ cm. Os índices aplicados e equações para análise fitossociológica são;

$$DR = N_s / N \times 100$$

$$FR = (Faz / FAT) \times 100$$

$$DoR = (Soma: ABIs / ABT) \times 100$$

DR = Densidade relativa /  $N_s$ : Número de indivíduos amostrados da espécie-i. / Número total de indivíduos amostrados de todas as espécies

FR = Freqüência relativa / Faz: freqüência absoluta da espécie -i. / FAT: freqüência absoluta total = soma aritmética da freqüência absoluta de todas as espécies amostradas.

DoR = Dominância relativa / ABIs: área basal de indivíduo da espécie-i. / ABT: área basal de todas as espécies amostradas.

Com esses parâmetros foi calculado a Índice de Valor de Importância (IVI);

$$IVI = DR + FR + DoR$$

A densidade relativa (DR), Freqüência relativa (FR) e Dominância relativa (DoR) foram calculadas entre 45 sub blocos de 400m<sup>2</sup> (20x20m<sup>2</sup>) entre 15 parcelas estabelecidas para cada clareira natural, totalizando 1,8 hectares.

A divisão de sub bloco segue a seguinte ordem: 1 sub bloco por parcela de clareira pequena, 2 sub blocos por média e 6 sub blocos por parcela grande foram divididos (Fig.2).

Para a obtenção da estimativa da biomassa da vegetação acima do nível do solo, foram utilizadas as seguintes equações alométricas;

$$\ln PF = -2.00 + 2.55 \cdot \ln(D) \quad (DAP \geq 5\text{cm}) \quad (\text{Higuchi } et al., 1998)$$

sendo:        PF = peso fresco em kg  
               D = diâmetro à altura do peito em cm

Para detalhar significado da clareira na composição florística, além de índice de valor de importância (IVI), foi comparada por três tamanhos de clareiras, pequenas/ médias/ grandes, por posições nas clareiras, Centro/ Borda/ Fora.

A comparação foi feita por classificação de guilda, espécie pioneira, clímax e intermediária, sendo dividida em quatro níveis de classe diamétrica;

$$\geq 5 - < 10 / \geq 10 - < 20 / \geq 20 - < 40 / \geq 40\text{cm}$$

Como identificação preliminar foi feita no campo para observar chaves de identificação sendo anotada e fotografada devidamente. Toda localização de cada indivíduo foi anotada para poder retornar em qualquer dúvida. Todos os indivíduos foram coletados material de exsiccatas, através de coletores com o uso de garra e peconha. O material fértil foi coletado três exsiccatas a cada indivíduo. As exsiccatas foram tratadas no acampamento para prensar e empacotar no saco plástico. Depois foram levadas à estufa no INPA - Silvicultura Tropical, desidratada e submetidas a identificação para confirmar no herbário do INPA.

A cada espécie encontrada, e indivíduos que foram coletadas materiais para observação macroscópica foram classificados entre três grupos ecológicos por; espécies pioneiras, intermediárias e espécies tolerantes à sombra, ou seja espécie de clímax, baseado nas classificações e comparadas entre elas (Bentes-Gama *et al.*, 2002; Rodrigues & Montero, 2002; Ferraz *et al.*, 2004).

#### 4.3.2. Análise multivariada

O estudo de distribuição das espécies identificadas foi focalizado em classe diamétrica inferior ( $\leq 10\text{cm}$ ) para comparar influência de clareira, considerando que seja diferente entre indivíduos estabelecidos como árvore pré-estabelecida, a maioria das árvores desta classe pertencem ao estado juvenil que vieram estabelecer ao ambiente de clareira. Esta classe de árvores é importante para verificar a distribuição por razão de que os indivíduos podem ter influenciado diretamente pela influência de formação recente (2-7anos) das clareiras. É única classe que pode ser avaliada em cima do efeito dinâmico da floresta (sucessão florestal).

- a) distribuição (pela classe diamétrica) das espécies mais abundantes
- b) distribuição (pela classe diamétrica) das espécies menos abundantes

A classificação acima se divide pela diferença de posição final de copa citando literatura de classificação; espécie de dossel/ sub-dossel (Ribeiro *et al.*, 1999).

As distribuições de indivíduos foram agrupadas com fatores abióticos;

- 1, concentração de macro-micronutrientes no solo
- 2, estrutura física do solo (argiloso/ arenoso/ silte)
- 3, tamanho das clareiras
- 4, distância do centro da clareira

e fator de competição com vizinhança

- 5, índice de vizinhança (IV);

sendo calculado por:

$$IV = (1 - \log(\text{Disviz1})) * \text{DAP}_{\text{viz1}} + (1 - \log(\text{Disviz2})) * \text{DAP}_{\text{viz2}}$$

Disviz1: distância (m) com vizinhança mais próxima.

Disviz2: distância (m) com vizinhança segunda mais próxima.

DAP<sub>viz1</sub>: DAP (cm) do indivíduo de vizinhança mais próxima.

DAP<sub>viz2</sub>: DAP (cm) do indivíduo de vizinhança segunda mais próxima.

#### 4.3.3. Delineamento estatístico

Hipótese nula para o estudo 2;

$H_0$  = Não há relação entre formação das clareiras e estabelecimento das espécies florestais, e a ocorrência das espécies é aleatória na proximidade das clareiras.

Para conferir hipótese nula, foi aplicada a análise multivariada. A distribuição de indivíduos das árvores de DAP menor de cada espécie foi posicionada com componentes compostos de variáveis independentes de fatores abióticos citados acima, por meio da análise de PCA (*Principal Component Analysis*). O seu agrupamento foi dividido pelo resultado de CA (*Cluster analysis*). As análises acima foram calculadas com programa estatístico SPAD 3.5.(CISIA-CERESTA).

#### 4.4. Estudo 3 — A comparação de crescimento das árvores em clareira por leitura de anéis de crescimento e área de vasos

A maiorias das árvores na floresta primária está aguardando a chance de desenvolvimento no distúrbio, ocorrência estocástica ocasionada pela clareira. Se for verdade esta afirmação, deve refletir no comportamento de cada árvore e pode visualizar-se na visão macroscópica, principalmente em crescimento.

Com os parâmetros anatômicos de madeira: largura de anéis de crescimento e área de vaso antes e depois da ocorrência de clareira natural, verifica-se a tendência de resposta por espécie. A área de vasos foi vista para interpretar melhor o comportamento das árvores juntos com anéis de crescimento.

A condutividade hidráulica no xilema é altamente ligada com o diâmetro de vasos (Zimmermann, 1983). Porém, as árvores da região trópica possuem padrão de distribuição de vasos em modo seguro, com menos risco para embolismo do ar no xilema, em vez de possuir vasos maiores no lenho inicial da camada de crescimento. Assim, a maioria são espécies com vasos difusos (Tyree & Ewers, 1991). Portanto, os vasos difusos devem possuir área total dos vasos do que diâmetro, e sugere-se para presente estudo calcular área de vasos em cada camada de crescimento como alternativo.

#### 4.4.1. Coleta de amostras e procedimentos para leitura

Para observação macroscópica de anéis de crescimento/ área de vasos, foi coletada manualmente pela bagueta de madeira, ou disco em forma de meia lua ou inteiro por serrote.

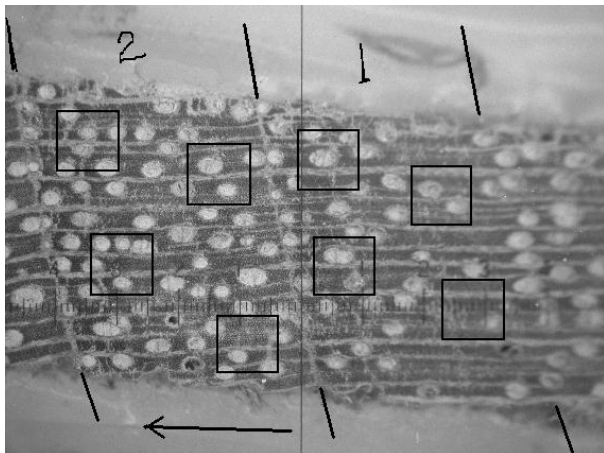
Os indivíduos com DAP acima de 5 cm foram coletados usando trado de incremento  $\varnothing$  0,5mm (Mattson, Suécia). O comprimento de amostra é  $\pm 7-15$  cm a partir da casca externa. O número de amostra é de uma em cada indivíduo de  $5 \leq \text{DAP} < 40$  cm e duas (lados opostos) em cada indivíduo de  $\text{DAP} \geq 40$  cm (Fig.7-a). Caso amostra possui alta densidade e impossível extrair sem fragmentar, coletar um disco de 5 cm de espessura. Para indivíduo de  $\text{DAP} < 10$  cm, a amostra é constituída de um disco inteiro, para indivíduo maior, foi retirado meio disco, ou menor para não alterar estrutura da floresta em necessidade de continuar coleta de dados. Todas coletas são feitas à uma altura de 1 m do solo. As amostras foram coladas na base de madeira e submetido a secagem natural (Fig.7-b). Para observação macroscópica foi procedido aplicação de lixa seqüencial de #50, #80, #120, #400, #600, #1200 e #2000, com mesa de lixadeira motorizado (Fig.7-c)(Tsuchiya & Ishisako, 1999).



**Figura 7.** a) amostra coletada por trado, b) estabilizada na base de madeira, c) lixadeira de mesa

As amostras foram tiradas fotomacrográficas com Olympus Camedia P-4004 de 4 milhões mega pixel acoplado na macroscopia citada. A imagem digital adquirida foi processada por *Photoshop* versão 6.0 (Adobe) para medição de largura de anéis em precisão de 0,01mm. A largura de anéis foi medida cinco anos antes e depois, total dez anos, em volta de tempo de formação de clareira.

Para cálculo de área de vasos, foram marcadas 1mm<sup>2</sup> de sub amostra de imagem dentro de cada anel. A marcação de sub amostra de imagem foi feito três ciclos (anos) antes e depois de formação de clareira com quatro repetições (Fig.8).



**Figura 8.** Esquema de processamento de imagem para cálculo de área de vasos. (*Scleronema micranthum*)

O número representa largura de cada ciclo (1 ano). Quatro quadros de cada anel (1mm<sup>2</sup>) medido pelo programa foram marcados para ter média em cada largura de anéis de crescimento, foi processada por programa de imagem. A seta indica direção do crescimento.

A medição de quadro foi processada pelo programa *Photoshop* 6.0, e área de vasos foi calculado pelo programa *AutoCAD* 2002 (Autodesk).

A divisão de camada (anel) de crescimento é marcada como um ciclo, alternância de estação de chuva e seca, uma vez que esta região faz este ciclo por  $\pm 1$  ano. Neste estudo se expressa o ciclo como “1 ano”.

Critérios para determinação de anéis de crescimento

- a) Aplicação da Janela de Mariaux (1967) no câmbio vascular para caracterizar padrão de periodicidade.
- b) A precipitação local anual desde novembro/1997.
- c) Anatomicamente, observar; espessamento e achatamento das fibras, ou variação do lume das fibras.
- d) comparar largura de anéis por diferente classe diamétrica de cada espécie.
- e) Conferir o ano indicador de El NIÑO: 1997 (INPE, 1997)
- f) Conferir com idade de clareira confirmada por meio da marcação de câmbio das testemunhas nas clareiras.

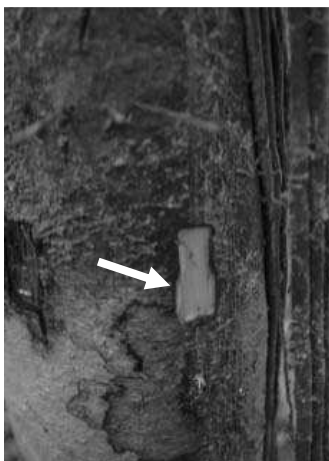
#### 4.4.2. Incisão de câmbio — Janela de Mariaux

Antecedendo um ano, ou duas estações distintas da chuva e da seca,

A determinação de periodicidade cambial foi estabelecida através da aplicação de Janela de Mariaux (Mariaux, 1967). É o método pela incisão nas



células de camada cambial de pequena “janela”, e o ferimento é marcado na lenha com exata data de aplicação. Posteriormente, anos depois, ou no mínimo um ciclo de estação que completa aproximadamente um ano, cortar o disco e visualizar na seção transversal para determinar as periodicidades peculiares de cada espécie, comparando diferença do tempo e entre data de marcações do câmbio (Worbes, 1985).



**Figura 9.** Marcação de cambio: Janela de Mariaux aplicado no fuste de árvore

As seqüências de incisões foram aplicadas em cada intervalo de estação chuvosa – seca nas seguintes datas; 1) 11 a 12 de dezembro de 2002 e 4 de fevereiro de 2003, como início da chuva, e data suficiente para contar umidade do solo.

2) 10 a 12 de julho de 2003, data suficiente para notar desaparecimento de empoçamento no chão florestal.

3) 15 a 18 de novembro de 2003 : início da chuva intensa. As marcações de câmbio foram feitas entre, no mínimo, 3cm de distância para evitar influência de cicatrização entre si.

A abertura da janela foi 5 x 20mm (Fig.9), abrindo maior para evitar risco de rápida cicatrização de cada espécie, o qual era desconhecido.

#### 4.4.3. Observação de largura de anéis / área de vasos com variáveis ambientais

A comparação de largura de anéis de crescimento foi feita entre o valor com: 1) distância de borda, 2) tamanho da clareira, 3) idade da clareira e 4) vizinhança: distância entre 1ª e 2ª árvores e seus DAPs.

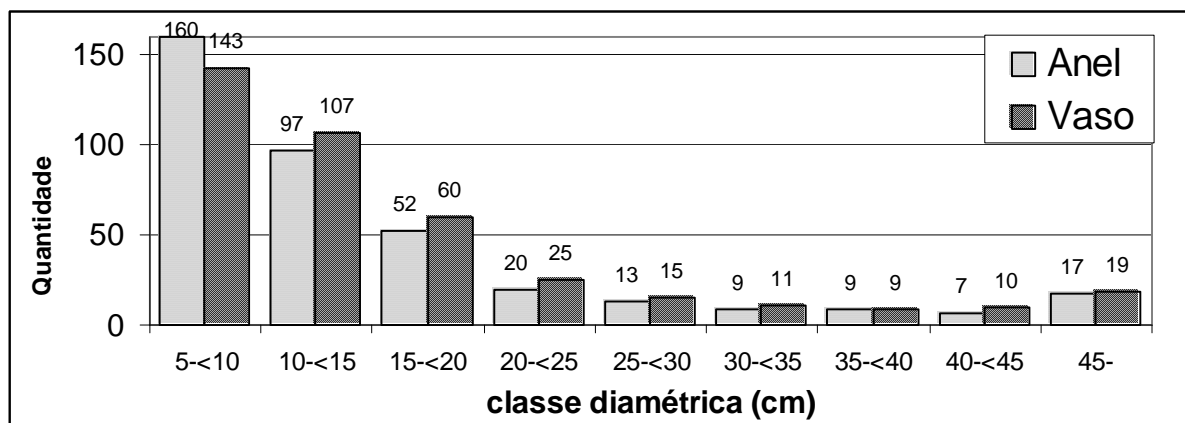
Foi considerado em a presença de cipó e nível de enforcamento (leve/ infestado/ infestado intensamente).

Importantes itens de consideração para observação anatômica;

Devido à baixa freqüência das espécies, 8 espécies abundantes foram representadas seguindo o resultado de inventário florestal realizado.

Os indivíduos de grande porte de que sua copa inteira ou a parte ocupam no dossel da floresta tendem a não responder às clareiras, tanto de adquirir altura, como de

diâmetro. O número de amostras observadas é proporcional a distribuição natural da floresta local (Fig.10).



**Figura 10.** Distribuição de amostras para análise — anéis de crescimento e área de vasos.

Variação de largura de anéis e diferenciação de número de anéis observados na seção transversal, distorção de limite de anéis de crescimento, citado por Worbes (1999) ocorreu em *Zigia racemosa*, *Pourouma villosa*, e foram excluídas na lista de trabalho.

Leva certo tempo desde a abertura de clareira até o incremento nos troncos das árvores remanescentes se torna positivo. No caso da extração seletiva em proximidade de Manaus foi observado intervalo de quatro anos da diferença (BIONTE, 1997).

Quando se observa “faixa escura” como divisa entre antes e depois da clareia, porque isto significou a estagnação temporal de crescimento, possível impacto de queda. Neste caso muitas vezes desenvolve depois desta faixa. Outro caso comum nas observações é aumento drástico de vasos depois da abertura. No caso não apresentam “faixa escura”.

Tirando imagem de divisa de anéis, podem ter dificuldade de observar nítida diferença, deixando apenas diferença de tamanho/ número de vasos apenas antes/ depois de clareira. Compara-se a dinâmica, resposta à abertura de clareira.

#### 4.4.4. Delineamento estatístico

Hipóteses nulas para o estudo 3;

$H_0$ = Não há diferença de largura de anéis de crescimento para espécie florestal após formação das clareiras na floresta primária de terra-firme.

$H_0$ = Não há diferença de plasticidade anatômica para espécie florestal após formação das clareiras na floresta primária de terra-firme.

$H_0$  = Não há diferença de largura de anéis de crescimento pós-formação de clareira dentro do grupo ecológico.

$H_0$ = Não há melhor posição nas clareiras para o melhor crescimento de espécie florestal.

Para testar hipóteses acima, a largura dos anéis e área de vasos, antes e depois de formação de clareira, foram comparada, depois de aplicação do teste de normalidade. Para a comparação foi realizado teste *t* de *Student* ( $\alpha=0,05$ ) entre grupo ecológico, grupo de posição final de copa (sinúsia), sendo dividido por classe diamétrica.

Para testar outras hipóteses, foi realizados o teste de regressão com as seguintes variáveis;

Variáveis dependentes:

— Proporção de aumento de largura de anéis (LA);

$$LA = ((MLA_{tempo\ 2} - MLA_{tempo1}) / MLA_{tempo1})$$

MLA: Média de largura de anéis

— Proporção de aumento de Área de vasos (AV);

$$AV = ((MAV_{tempo\ 2} - MAV_{tempo1}) / MAV_{tempo1})$$

MAV: Média de área de vasos

Variáveis independentes:

— Tamanho de clareira (m<sup>2</sup>)

— Distância do centro da clareira até copa da árvore (m)

— Distância do centro da clareira até base da árvore (m)

— Índice de Vizinhaça (IV)

O cálculo acima foi feito dividido por

— classe diamétrica (5-10/ 10-20/ 20-40cm)

— grupo de posição final das espécies

(Sinúsia: espécie de dossel/ subdossel)

À cada indivíduo foi notado presença do cipó, em posição onde cipós hospedam; tronco, galho e copa, e três níveis de intensidade de infestação; fraco, forte estrangulamento, e médio. Se a presença do cipó é forte, podem afetar ao crescimento. Os indivíduos com forte nível de infestação foram evitados a coleta de material.

Para realizar o teste, avaliou-se a normalidade dos dados para cada parâmetro, depois aplicou-se o teste de regressão, para isso foi aplicado o programa de SAS (*Statistics Analysis System*) Versão 6,0.

#### 4.5. Estudo 4 — Aplicação de leitura de anéis de crescimento no sistema de enriquecimento

No presente estudo foi focalizada no final, a viabilidade do sistema de enriquecimento florestal em floresta primária em termo de adquirir informação sobre o crescimento das árvores remanescentes. Nesta parte, o objetivo é buscar a valorização das espécies arbóreas encontradas entre linhas, num plano de enriquecimento em linhas, em intuito de adicionar retorno econômico no plano de manejo florestal com valorização da floresta remanescente.

Comparação de diferença no crescimento antes e depois da abertura da linha no meio da floresta primária, onde existe maior competição por recursos naturais (água, radiação, nutrientes disponíveis, espaços disponíveis aéreo e subsolo).

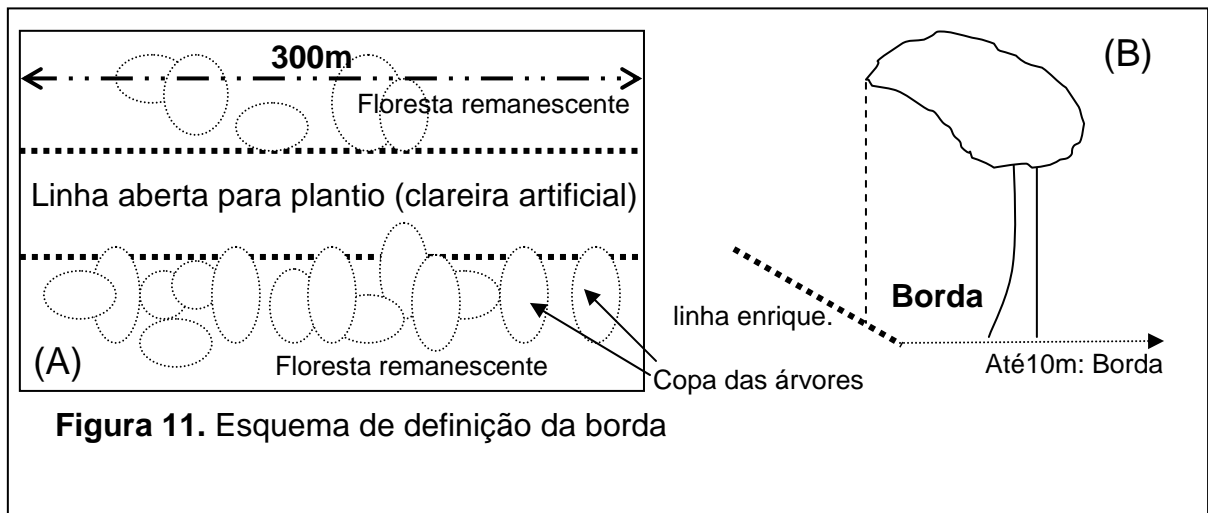
##### 4.5.1. Observação de anéis de crescimento / área de vasos

Para comparar este efeito do tratamento (abertura da faixa), deve-se comparar a partir da anatomia nas espécies em visão macroscópica.

Os parâmetros utilizados para este são iguais para as clareiras naturais, diferença de largura de anéis de crescimento e área total de vasos. A comparação dos parâmetros foi feita em cima da comunidade, entre espécies encontradas em condições.

A coleta de dados foi realizada onde a abertura de linha é visível em forma da linha, sem incluir clareira induzida pela abertura da faixa com o decorrer do tempo. A leitura de anéis de crescimento foi feita de acordo com as espécies, quatro níveis

de classes diamétricas (5-<10/ 10-<20/ 20-<40/ ≥40cm) e distâncias da faixa para o interior da floresta até 10 metros considerando como zona de “Borda”, paralela da linha de enriquecimento (Fig.11). O desenho mostra que a árvore de Borda é cuja ponta da copa da árvore que se situa no limite. As árvores se situam a partir dessa posição ao interior a faixa (10m) é de Borda.



**Figura 11.** Esquema de definição da borda

5 m e 7 m de largura dentro da floresta com emergentes, cujo dossel da floresta alcança 30 m de altura. Após a abertura, foi dada manutenção durante dois anos, até janeiro de 1998. A roçagem da faixa foi feita em outubro de 2000.

A coleta de material foi procedida ao longo de 5 km de faixas abertas para o sistema. A distância da faixa até o interior da floresta foi 10 m.

#### 4.5.2. Delineamento estatístico

Hipótese nula para o estudo 4;

$H_0$ = Não há diferença do aumento de largura de anéis de crescimento e de plasticidade anatômica de espécie ao redor da clareira artificial (faixa de enriquecimento) com clareira natural.

Para testar a hipótese, os dados de largura de anéis / área de vasos antes e depois da abertura da clareira foi aplicado o teste de normalidade, em seguida foi realizado o teste *t* de *Student* ( $\alpha=0,05$ ).

## 5. Resultados e discussão

### Estudo 1 - Dinâmica e característica da clareira

#### 5.1. Aspecto da clareira – pré-existente e nova

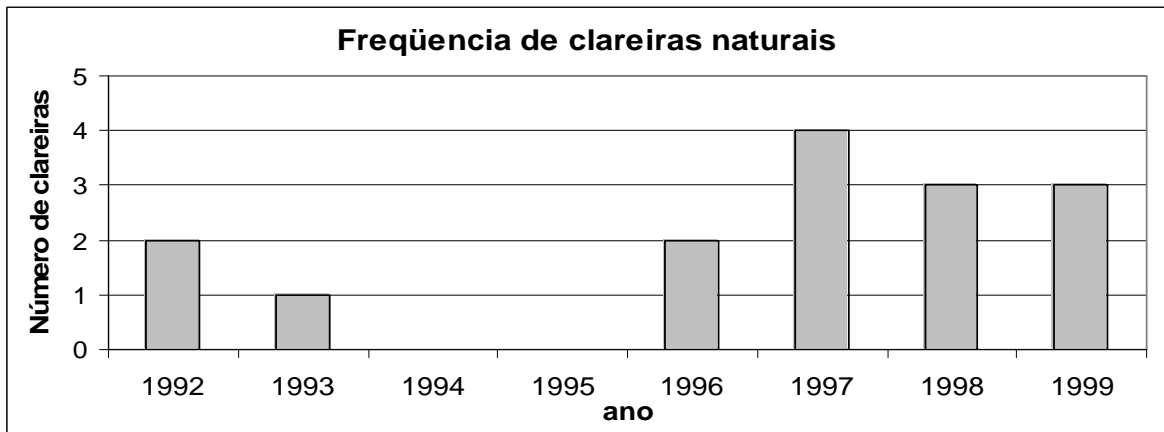
As medidas da área e idade das 15 parcelas com uma clareira pré-existente em cada, entre três tamanhos, pequena ( $\geq 15$ - $<100\text{m}^2$ ), média ( $\geq 100$ - $<400\text{m}^2$ ) e grande ( $\geq 400\text{m}^2$ ) está demonstrada na tabela 4. Para as clareiras pré-existentes com a abertura do dossel formada as medidas das áreas foram feitas pelo método Runkle (1982), como clareira expandida através das bases de árvores de perímetro das clareiras.

**Tabela 4.** A idade de 15 clareiras pré-existentes e área de clareira natural

Parcela	Idade (ano)	Área da clareira em nível do chão ( $\text{m}^2$ )	Número de árvores caídas em clareira / Tipo de queda
P-1	4	74,4	1 / TQ
P-2	4	49,8	2 / RV
P-3	4	70,0	1 / RV
P-4	5	90,1	2 / RV
P-5	5	93,2	1 / RV
M-1	10	275,2	1 / RV, 1 / TQ
M-2	6	129,3	1 / RV
M-3	6	142,1	2 / RV
M-4	7	305,2	2 / RV
M-5	7	101,7	3 / RV
G-1	6	619,7	4 / RV
G-2	11	506,6	4 / RV
G-3	6	474,5	5 / RV
G-4	5	630,9	5 / RV
G-5	11	521,5	2 / RV, 1 / TQ

A classificação das clareiras: P(Pequena):  $<100\text{m}^2$ , M (Média):  $100$ - $<400\text{m}^2$ , G(Grande):  $\geq 400\text{m}^2$   
TQ: tronco quebrado, RV: Raiz virada

Exceto uma clareira pequena formada pelo tronco quebrado, todas clareiras foram causadas pela raiz virada de agente causador e indivíduos arrastados pela queda, para formar clareiras médias e grandes. A idade das clareiras é variada e a decomposição da maioria é avançada, as identificações das espécies caídas não foram registradas pela incerteza de identificação.



**Figura 12:** Número de clareiras naturais e pré-existentes formadas entre 1992 a 1999 nas 15 parcelas na floresta primária de terra-firme no município de Novo Aripuanã (AM).

A área foi medida em nível do chão, pelo fato do dossel estar em fase de construção da floresta com ocupação de regenerações naturais avançadas. A média das clareiras pequenas, médias e grandes são 75,5m<sup>2</sup>, 190,7m<sup>2</sup> e 550,6m<sup>2</sup>, respectivamente.

A idade da clareira foi finalmente definida por leitura de anéis de crescimento das testemunhas com uso de marcação de câmbio (Janela de Mariaux: Fig. 27) através de regenerações naturais dentro e em volta das clareiras.

Os anos de 1992 e 1997 foram de forte estiagem e seca prolongada, sendo registrado como ano de anomalia climática pelo El NIÑO. Este fato coincide com picos de concentração de formação de clareiras naturais observadas em 1992 e 1997 (Fig.12)

O tempo de renovação (*Turnover rate*) da floresta local foi calculado através de quantificação da soma da área de clareiras em 10.000m<sup>2</sup> sendo o total da área igual a dez hectares.

A área de contagem das clareiras novas ( $\leq 1$  ano) foi demarcada aleatoriamente de dez blocos de um hectare na mesma topografia, sem incluir área de inclinação para igarapé ou área de baixio na floresta continua.

O calculado para o tempo de renovação foi baseado na equação;

$$\text{Tempo de renovação} = \text{área original} / (\text{área de clareira} / \text{ano de observação})$$

A identificação das espécies foi feita somente no campo empiricamente, sendo observada com maior frequência a queda de Caesalpiniaceae - Tachi (*Tachigali* spp/ *Sclerolobium* spp). O mesmo grupo de “Tachi” foi observado morto em pé ou fase de senescência, em diversos pontos na floresta local. Nas clareiras novas ( $\leq 1$  ano) foram observadas para cálculo de tempo de rotação: *Tachigali* sp ( $\emptyset$ -DAP:26cm/ 37cm/ 40cm), *Pouteria* sp ( $\emptyset$  25cm/ 35cm), *Buchenavia* sp ( $\emptyset$  21cm), *Cariniana* sp ( $\emptyset$  55cm), *Eperua oleífera* ( $\emptyset$  50cm), *Guatteria* sp ( $\emptyset$  37cm), *Minuartia guianensis* ( $\emptyset$  30cm), *Ocotea* sp ( $\emptyset$  50cm), *Siparuna* sp ( $\emptyset$  40cm), *Protium* sp ( $\emptyset$  23cm), *Pouroma* sp ( $\emptyset$  40cm).

O fato de alta frequência de queda de Tachi pode se relacionar com o ciclo de vida dessas espécies, e com a arquitetura da árvore que pode se influenciar sensivelmente com o fator físico como vento. As espécies que pertencem aos gêneros, *Tachigali* e *Sclerolobium* encontram-se 55 indivíduos segundo inventário florístico neste estudo. As espécies como “Tachi” possui papel na comunidade florística de manter a dinâmica na floresta primária.

A ocorrência de queda de árvores e formação de clareiras é intensa. No decorrer de dois anos e meio de acompanhamento das 15 parcelas houve morte de quatro árvores de médio e grande porte o que levou a necessidade de restabelecer algumas clareiras.

Comparando com trabalhos existentes de floresta tropical, a floresta local deste estudo é uma das florestas mais dinâmica em termo de tempo de renovação (Tab.5 e 6).

**Tabela 5.** Dinâmica da clareira na floresta primária na região de Rio Madeira – município de Novo Aripuanã (AM)

	Área de clareira (%.ano <sup>-1</sup> )	Tempo de renovação (ano)	Número de clareiras (Número.hectare.ano <sup>-1</sup> )
Abertura em nível do chão	1,28~1,37	73 ~78	1,31 ~1,41
Abertura do dossel	0,84~0,89	112 ~119	

Os valores na abertura em nível do chão é baseados na clareira expandida (Runkle, 1982). Os de abertura do dossel é calculados pela fotografia hemisférica.



**Tabela 6.** Perfil das clareiras nos trópicos

Local	Tamanho mínimo da clareira(m <sup>2</sup> )	Clareira /ano (%)	Tempo de renovação (ano)	Referencia
La Selva (Costa Rica)	-	0,73-1,26	80-135	Hartshorn (1978)
Monte Verde (Costa Rica)	4	3,9	95	Lawton & Putz (1988)
San Carlos (Venezuela)	-	0,96	104	Uhl & Murphy (1981)
Barro Colorado Island (Panamá)	5	0,88	114	Brokaw (1982)
Barro Colorado Island (Panamá)	-	0,73	137	Lang&Knight (1983)
Ketambe (Sumatra)	45	1,2-3,5	45-400	Schaik & Mirmanto (1985)
Amazônia Central (Brasil)	-	1,13	89	Rankin <i>et al.</i> (1990)
Amazonia central/oriental (Brasil)	-	1,20-1,43	70-83	Phillips <i>et al.</i> (2004)

A floresta deste estudo indica em torno de 1,3% de formação de clareira natural anualmente (cálculo de área das clareiras em nível do chão) corresponde a conclusão do Hartshorn (1990), que estima a mortalidade da floresta tropical, ou a abertura de dossel varia, em média, 1-2% anualmente.

Portanto, o tempo de renovação da floresta em estudo é curto relação às outras florestas, pode-se deduzir que a dinâmica da floresta local deve refletir na composição florística peculiar, composição da família, diversidade específica, distribuição diamétrica, apta para floresta de relativamente curto tempo de renovação.

## 5.2. Condição edáfica

A área do estudo pertence ao baixo platô pela classificação da Radambrasil (1978). Dentro da área “terra-firme baixa” as clareiras naturais foram escolhidas aleatoriamente em mesma topografia, evitando baixio e declínio, porém a área pertence à transição entre terra-firme alta e baixa, possuindo característica de dois lados, resultando como alta heterogeneidade edáfica se distribuindo como forma de mosaico.

### 5.2.1. As clareiras e condições edáficas - análise química do solo

Foram comparadas concentrações de macro-micronutrientes por fatores de clareira (tamanho/ posição/ tempo) entre duas profundidades. O efeito de clareira ao solo e às plantas, deve variar por forma de ocorrência de clareira, impacto e número de queda de árvores, e também depende do estado de avanço de decomposição do causador (Ferraz *et al.*, 1998; Summers, 1998). Primeiro foi comparado efeito de formação de clareiras novas ( $\leq 1$  ano) por diferentes tamanhos.

**Tabela 7.** Concentração de nutrientes do solo por tamanho de clareiras novas

Variáveis	Unidade	Profundi- dade	Grande (n=40)	Média (n=40)	Pequena (n=40)	P
N	g/kg	0-<10cm	<b>1,818 a</b>	<b>1,687 a</b>	<b>1,638 a</b>	<b>0,3225</b>
		10-20cm	<b>1,275 a</b>	<b>1,134 ab</b>	<b>0,985 b</b>	<b>0,0115*</b>
P	mg/kg	0-<10cm	<b>2,443 a</b>	<b>1,829 a</b>	<b>2,319 a</b>	<b>0,0581</b>
		10-20cm	<b>1,517 a</b>	<b>1,419 a</b>	<b>0,993 a</b>	<b>0,0546</b>
K	mg/kg	0-<10cm	<b>32,855 a</b>	<b>29,660 a</b>	<b>33,250 a</b>	<b>0,4931</b>
		10-20cm	<b>20,120 a</b>	<b>17,815 a</b>	<b>21,960 a</b>	<b>0,1678</b>
C	g/kg	0-<10cm	<b>25,741 a</b>	<b>20,548 ab</b>	<b>18,457 b</b>	<b>0,0107*</b>
		10-20cm	<b>15,444 a</b>	<b>11,525 ab</b>	<b>9,797 b</b>	<b>0,0093**</b>
Mg	cmolc/kg	0-<10cm	<b>0,0831 a</b>	<b>0,0667 a</b>	<b>0,0768 a</b>	<b>0,2526</b>
		10-20cm	<b>0,0538 a</b>	<b>0,0371 b</b>	<b>0,0469 ab</b>	<b>0,0241*</b>
Ca	cmolc/kg	0-<10cm	<b>0,0476 a</b>	<b>0,0282 a</b>	<b>0,0370 a</b>	<b>0,1411</b>
		10-20cm	<b>0,0296 a</b>	<b>0,0157 a</b>	<b>0,0199 a</b>	<b>0,066</b>
Fe	mg/kg	0-<10cm	<b>479,87 a</b>	<b>480,23 a</b>	<b>512,81 a</b>	<b>0,8603</b>
		10-20cm	<b>502,07 a</b>	<b>513,78 a</b>	<b>545,36 a</b>	<b>0,826</b>
Zn	mg/kg	0-<10cm	<b>1,260 a</b>	<b>1,145 a</b>	<b>1,395 a</b>	<b>0,7619</b>
		10-20cm	<b>1,145 a</b>	<b>0,726 a</b>	<b>0,735 a</b>	<b>0,1564</b>
Mn	mg/kg	0-<10cm	<b>3,335 a</b>	<b>2,625 a</b>	<b>2,300 a</b>	<b>0,0813</b>
		10-20cm	<b>2,84 a</b>	<b>2,355 ab</b>	<b>2,035 b</b>	<b>0,0153*</b>
Al	meq%	0-<10cm	<b>2,100 a</b>	<b>1,882 ab</b>	<b>1,698 b</b>	<b>0,0455*</b>
		10-20cm	<b>1,795 a</b>	<b>1,628 a</b>	<b>1,508 a</b>	<b>0,1480</b>
pH(H <sub>2</sub> O)	-	0-<10cm	<b>3,800 a</b>	<b>3,844 a</b>	<b>3,896 a</b>	<b>0,1788</b>
		10-20cm	<b>3,976 a</b>	<b>4,031 a</b>	<b>4,002 a</b>	<b>0,3146</b>
pH(Kcl)	-	0-<10cm	<b>3,600 a</b>	<b>3,619 a</b>	<b>3,671 a</b>	<b>0,5141</b>
		10-20cm	<b>3,859 a</b>	<b>3,924 a</b>	<b>3,822 a</b>	<b>0,0817</b>
Acidez Total	meq%	0-<10cm	<b>3,493 a</b>	<b>3,263 a</b>	<b>3,081 a</b>	<b>0,1480</b>
		10-20cm	<b>2,794 a</b>	<b>2,628 a</b>	<b>2,546 a</b>	<b>0,2522</b>
H	meq%	0-<10cm	<b>1,393 a</b>	<b>1,380 a</b>	<b>1,384 a</b>	<b>0,9806</b>
		10-20cm	<b>0,999 a</b>	<b>1,000 a</b>	<b>1,039 a</b>	<b>0,6983</b>

A comparação é feita somente nas clareiras novas ( $\leq 1$  ano). A letra significa diferença por teste de Tukey. \* ( $P < 0,05$ ) / \*\* ( $P < 0,01$ )

A classificação de tamanho das clareiras novas é a mesma das pré existentes; Pequena,  $75,7 \pm 7,8 \text{ m}^2$ , Média,  $190,7 \pm 41,4 \text{ m}^2$  e Grande  $550,6 \pm 31,5 \text{ m}^2$ .

**Tabela 8.** Concentração de nutrientes do solo por posição nas clareiras

Variáveis	Unidade	Profundi- dade	Posição nas clareiras				P
			Centro	Intermédio	Borda	Fora	
N	g/kg	0-<10cm	<b>1,733a</b>	<b>1,6a</b>	<b>1,727a</b>	<b>1,795a</b>	<b>0,5748</b>
		10-20cm	<b>1,167a</b>	<b>1,119a</b>	<b>1,173a</b>	<b>1,075a</b>	<b>0,7767</b>
P	mg/kg	0-<10cm	<b>2,293a</b>	<b>2,157a</b>	<b>2,285a</b>	<b>2,053a</b>	<b>0,8395</b>
		10-20cm	<b>1,16a</b>	<b>1,301a</b>	<b>1,455a</b>	<b>1,322a</b>	<b>0,7303</b>
K	mg/kg	0-<10cm	<b>31,293a</b>	<b>32,387a</b>	<b>31,867a</b>	<b>32,24a</b>	<b>0,9932</b>
		10-20cm	<b>20,32a</b>	<b>18,561a</b>	<b>22,327a</b>	<b>18,653a</b>	<b>0,3976</b>
C	g/kg	0-<10cm	<b>21,101a</b>	<b>22,523a</b>	<b>21,649a</b>	<b>20,389a</b>	<b>0,8808</b>
		10-20cm	<b>12,387a</b>	<b>12,422a</b>	<b>12,525a</b>	<b>11,576a</b>	<b>0,9641</b>
Mg	cmolc/kg	0-<10cm	<b>0,074a</b>	<b>0,079a</b>	<b>0,081a</b>	<b>0,067a</b>	<b>0,5921</b>
		10-20cm	<b>0,043a</b>	<b>0,039a</b>	<b>0,055a</b>	<b>0,046a</b>	<b>0,1417</b>
Ca	cmolc/kg	0-<10cm	<b>0,044a</b>	<b>0,046a</b>	<b>0,034a</b>	<b>0,026a</b>	<b>0,2265</b>
		10-20cm	<b>0,022a</b>	<b>0,020a</b>	<b>0,024a</b>	<b>0,020a</b>	<b>0,9298</b>
Fe	mg/kg	0-<10cm	<b>507,35a</b>	<b>467,49a</b>	<b>489,55a</b>	<b>499,49a</b>	<b>0,9628</b>
		10-20cm	<b>80,75a</b>	<b>495,29a</b>	<b>491,82a</b>	<b>513,75a</b>	<b>0,6899</b>
Zn	mg/kg	0-<10cm	<b>1,253a</b>	<b>1,687a</b>	<b>0,987a</b>	<b>1,14a</b>	<b>0,3250</b>
		10-20cm	<b>1,014a</b>	<b>0,847a</b>	<b>0,720a</b>	<b>0,893a</b>	<b>0,7742</b>
Mn	mg/kg	0-<10cm	<b>2,94a</b>	<b>2,687a</b>	<b>2,660a</b>	<b>2,727a</b>	<b>0,9514</b>
		10-20cm	<b>2,467a</b>	<b>2,233a</b>	<b>2,360a</b>	<b>2,940a</b>	<b>0,7161</b>
Al	Meq%	0-<10cm	<b>1,877a</b>	<b>1,893a</b>	<b>1,907a</b>	<b>1,897a</b>	<b>0,9987</b>
		10-20cm	<b>1,67a</b>	<b>1,66a</b>	<b>1,68a</b>	<b>1,57a</b>	<b>0,8441</b>
pH(H <sub>2</sub> O)	-	0-<10cm	<b>3,837a</b>	<b>3,867a</b>	<b>3,842a</b>	<b>3,839a</b>	<b>0,9519</b>
		10-20cm	<b>4,001a</b>	<b>4,002a</b>	<b>4,009a</b>	<b>3,999a</b>	<b>0,9946</b>
pH(Kcl)	-	0-<10cm	<b>3,583a</b>	<b>3,601a</b>	<b>3,679a</b>	<b>3,655a</b>	<b>0,5229</b>
		10-20cm	<b>3,878a</b>	<b>3,878a</b>	<b>3,861a</b>	<b>3,869a</b>	<b>0,9797</b>
Acidez Total	Meq%	0-<10cm	<b>3,283a</b>	<b>3,312a</b>	<b>3,273a</b>	<b>3,247a</b>	<b>0,9946</b>
		10-20cm	<b>2,691a</b>	<b>2,638a</b>	<b>2,701a</b>	<b>2,593a</b>	<b>0,9190</b>
H	Meq%	0-<10cm	<b>1,407a</b>	<b>1,419a</b>	<b>1,366a</b>	<b>1,351a</b>	<b>0,7959</b>
		10-20cm	<b>1,021a</b>	<b>0,978a</b>	<b>1,024a</b>	<b>1,027a</b>	<b>0,8358</b>

A comparação é feita somente nas clareiras novas ( $\leq 1$ ano). A letra significa diferença por teste de Tukey. \* ( $P < 0,05$ ) / \*\* ( $P < 0,01$ )

**Tabela 9.** Concentração de nutrientes do solo por tempo das clareiras novas pré-existentes.

Variáveis	Unidade	Clareira nova ( $\leq 1$ ano / n=120)	Clareira pré-existente ( $> 4$ anos / n=120)	P
N	g/kg	<b>1,423 a</b>	<b>1,328 a</b>	<b>0,0566</b>
P	mg/kg	<b>1,753 a</b>	<b>1,694 a</b>	<b>0,0534</b>
K	mg/kg	<b>25,943 a</b>	<b>19,421 b</b>	<b>&lt;0,0001**</b>
Ca	cmolc/kg	<b>0,0297 a</b>	<b>0,0188 b</b>	<b>0,0001**</b>
Mg	cmolc/kg	<b>0,0607 a</b>	<b>0,0429 b</b>	<b>&lt;0,0001**</b>
C	g/kg	<b>16,915 a</b>	<b>16,772 a</b>	<b>0,8761</b>
Fe	mg/kg	<b>505,69 a</b>	<b>522,59 a</b>	<b>0,5212</b>
Zn	mg/kg	<b>1,067 a</b>	<b>0,768 b</b>	<b>0,0033**</b>
Mn	mg/kg	<b>2,582 a</b>	<b>1,725 b</b>	<b>&lt;0,0001**</b>
Al	meq%	<b>1,768 a</b>	<b>1,624 b</b>	<b>0,0112*</b>
pH(H <sub>2</sub> O)	-	<b>3,925 a</b>	<b>3,908 a</b>	<b>0,4157</b>
pH(Kcl)	-	<b>3,751 a</b>	<b>3,787 a</b>	<b>0,1692</b>
Acidez Total	Meq%	<b>2,967 a</b>	<b>2,722 b</b>	<b>0,0025**</b>
H	Meq%	<b>1,199 a</b>	<b>1,093 b</b>	<b>0,0051**</b>

A letra significa diferença por teste de Tukey. \* ( $P < 0,05$ ) / \*\* ( $P < 0,01$ )

O resultado conduz que os macronutrientes: nitrogênio total, carbono total, magnésio, e micronutrientes: manganês e alumínio encontram-se em diferentes concentrações de acordo com o tamanho das clareiras, e rejeita-se hipótese nula (Estudo 1);

$H_0$  = Não há relação entre formação das clareiras e macro-micro nutrientes do solo.

A queda de árvores pode causar aporte de nutrientes, principalmente bases trocáveis como cálcio, magnésio depois de certo intervalo de tempo. O aumento de nutrientes foi observado notável após dois anos de abertura, no estudo na floresta de terra-firme na proximidade de Manaus, por seqüência de decomposição de liteiras, detritos de árvores caídas (BIONTE, 1997; Yano, 1998).

No entanto, no presente estudo a comparação nas clareiras novas não houve diferenças marcantes entre cálcio e magnésio (Tab.7). A leve diferença da concentração de magnésio não foi devido ao tamanho das clareiras e sim do reflexo de heterogeneidade causada pela queda de árvores.

Vitousek & Denslow (1986) não encontraram diferença de concentração de  $NH_4^4-N$ ,  $NO_3-N$ ,  $PO_4-P$  e  $N$ , mineralização entre clareiras naturais, Luizão *et al.* (1998) acharam diferença pela posição de queda de árvores como aporte de nutrientes, do que em função das características de clareira. Nas trilhas e clareiras criadas pela extração de madeira, uma semana depois, logo os elementos mais lixiviáveis, como  $N-NH_4$ ,  $N-NO_3$ , potássio, sódio e manganês foram lixiviados (Mello-Ivo *et al.*,1996). Na comparação com clareiras pré-existentes, neste estudo, a redução dos ambos elementos foi marcante (Tab.9), por possível lixiviação e absorção por plantas vizinhas. Nas mesmas clareiras pré-existentes, concentração de cálcio apresentou-se baixo, e magnésio dentro da média em relação ao solo padrão, pode-se concluir aqui o efeito de rápida lixiviação, e não significância do tamanho de clareira em cima destes elementos.

Os micronutrientes, manganês (10 – < 20cm) e alumínio (0 – < 10cm) concentraram-se proporcionalmente com o tamanho das clareiras (Tab.7). Ainda, zinco, manganês e alumínio houve concentração maior do que solo padrão para a região, deduzindo efeito da clareira. Ferro não apresentou significância e sua concentração local está dentro do padrão da região. Como hidrogênio, pH ( $H_2O / KCl$ ) não responderam ao tamanho das clareiras (Tab.7), a saturação por alumínio

também evidenciou apenas em camada superficial ( $P = 0,0455$ ), e acidez total não responderam, ao mesmo tempo.

Comparando concentração de nutriente pela posição nas clareiras, centro/ intermédio/ borda/ fora, surpreendentemente a diferença esperada não foi encontrada entre todos elementos (Tab.8). Enquanto isso, a diferença pela profundidade foi confirmada para todos elementos, menos ferro e manganês (Tab.8). A diferença de concentração de nutrientes é mais destacada em comparação por tamanho das clareiras e por tempo de formação das clareiras (Tab.9).

Fósforo disponível e potássio trocável houve concentração maior do que solo padrão da EMBRAPA, esclarecendo o efeito de clareira nova, como aporte de nutrientes originados de detritos, apesar de que não apresentou significância entre tamanho das clareiras.

A queda de árvores pode ser classificada por: queda inteira com raiz, quebra do fuste, muitas vezes, seguida de morte em pé, e queda de galhos de tamanho suficiente para abrir clareira. A diferença de tipo de queda, a qual diferencia tamanho das clareiras, causa diferente impacto e aporte de nutriente conforme avança a decomposição.

A concentração de macronutrientes nas clareiras recém-formadas aumentou proporcionalmente com o tamanho das clareiras entre nitrogênio (10-20cm), carbono (0-<10/10-20cm), magnésio (10-20cm). Carbono está ligeiramente baixo em relação ao solo padrão, nitrogênio está dentro do padrão, sem notar o efeito das clareiras.

Quando comparar concentração de nutrientes por tempo, todos elementos diminuem no decorrer do tempo, exceto ferro, apesar de que o mesmo não apresentou também a significância, e a sua concentração está dentro do padrão da região. A redução de nutrientes no solo em área aberta no decorrer do tempo é explicável por lixiviação, escoamento e absorção delas por vegetação em resultado da competição.

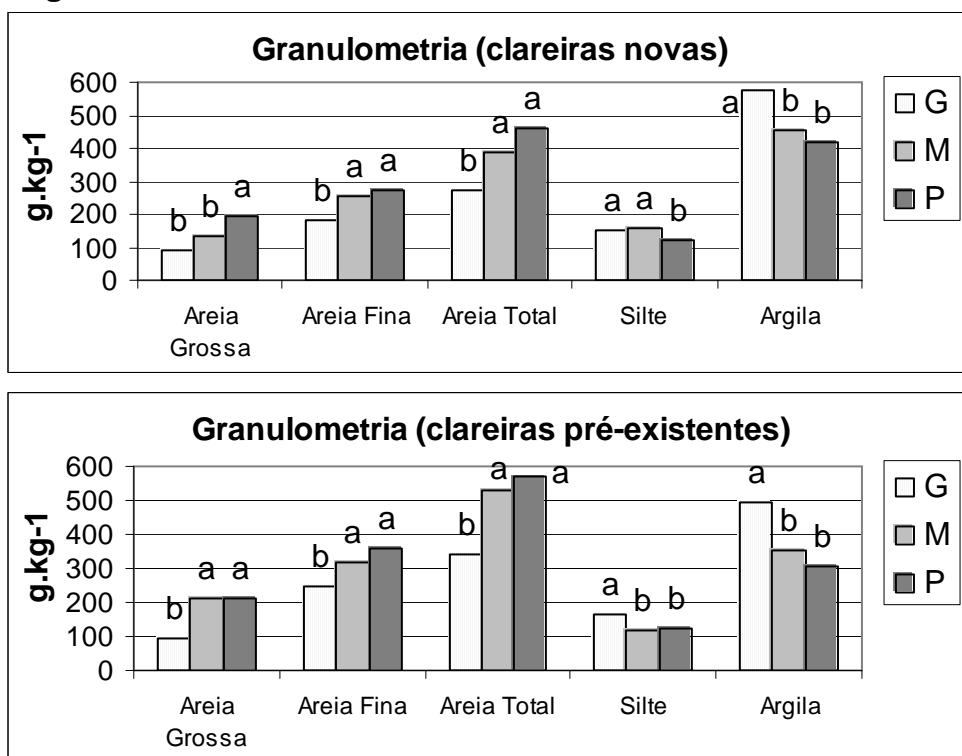
A acidez da área foi alta, sendo o pH bastante inferior do que o padrão da região, apesar de que alumínio está, aproximadamente, dentro do padrão. Isto é característica da região que pode estar associado com lixiviação de bases de troca catiônica, originada por alta frequência das clareiras. Nas clareiras observadas, pode ocorrer, com o tempo, mais perda de base que causa processo de acidificação (Thien & Graveel, 1997).

A não diferença de nutrientes por posição: centro/ intermédio/ borda/ fora, nas clareiras enuncia aleatoriedade de distribuição de detritos dentro das clareiras, entre liteira fina e grossa. Neste estudo, a posição dentro da clareira arbitrariamente delimitada desde “centro” até “fora” da clareira, não evidenciou diferença de condição do solo. Pelo resultado de não ter diferença entre distribuição de nutrientes, a mesma medida é equivocada em estimar disponibilidade de nutrientes em volta da clareira. Mas o tamanho das clareiras pode ter relação com a escala de impacto das quedas, número e tamanho das árvores caídas, o qual deve influenciar ao tamanho da área onde concentra a liteira, como estoque de matéria orgânica que inicia processo de decomposição.

Concluindo que a clareira causa aporte de nutrientes, dependendo de elementos a concentração de nutrientes corresponde positivamente ao tamanho das clareiras, de acordo com o avanço de decomposição.

### 5.2.2. A formação de clareiras e condição edáfica – análise física do solo

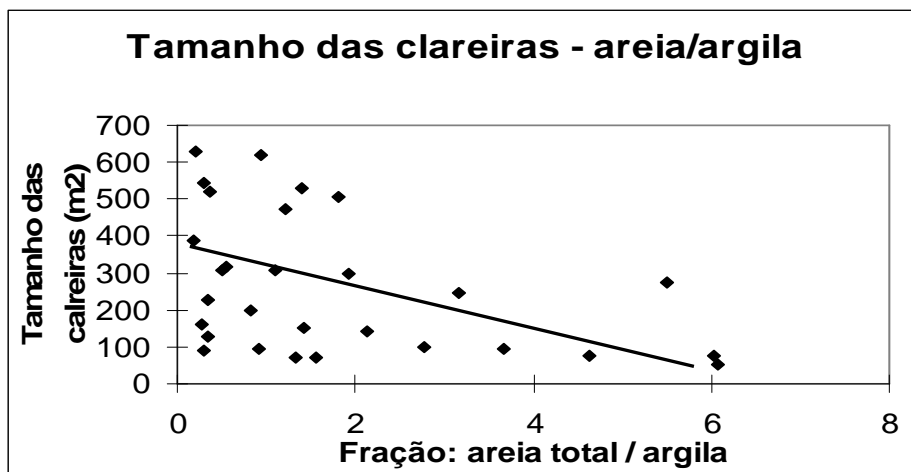
**Figura 13.** Granulometria do solo entre três tamanhos de clareiras



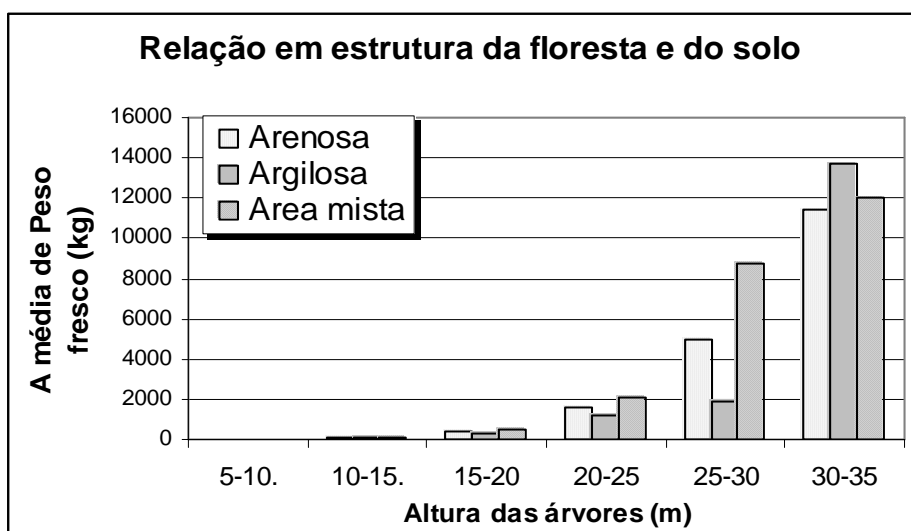
A letra significa diferença por teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ). G: clareira grande, M: Média, P: Pequena

Observado o resultado de granulometria que tanto nas 15 clareiras novas, como nas 15 pré-existentes, as clareiras maiores concentram nas áreas argilosos, formando

relação bastante similar (Fig.13). O fato deduz a existência de relação entre tamanho das clareiras e estrutura física do solo.



**Figura 14.** Regressão entre estrutura do solo e tamanho das clareiras naturais – Novo Aripuanã -AM. Areia total é soma de areia fina e grossa.



**Figura 15.** A relação entre estrutura da floresta e do solo. Na área argilosa, predominam árvores maiores relação às outra área de arenosa, argilo-arenosa.

Quando observar o tamanho das clareiras, pode-se notar relação linear com proporção de areia total/ argila do solo onde ocorreu queda de árvores (Fig.14).

A relação entre proporção de areia/ argila com tamanho das clareiras naturais resultou:  $R= 0,421$  ( $P = 0,0227$  /  $F=5,83$  /  $n=30$ ). Através do teste nota-se que a leve tendência da ocorrência das clareiras menores coincidem com sitio onde maior teor de areia total ocupa.

Através deste resultado se rejeita a hipótese nula (Estudo 1);

$H_0$  = Não há relação entre formação das clareiras e textura do solo.

Na comparação da média da biomassa pela altura das árvores, maior distribuição inclina para área argilosa (Fig.15). Com os resultados estima-se que as árvores maiores predominam mais na área argilosa, e causam maior impacto que forma clareiras maiores. As clareiras maiores são formadas por queda múltipla de árvores. O fato de tendência de ocorrer queda múltipla pode estar sendo associado com a profundidade, distribuição de raízes, tendo relação com a diferença de estrutura do solo como menos porosidade na área argilosa.

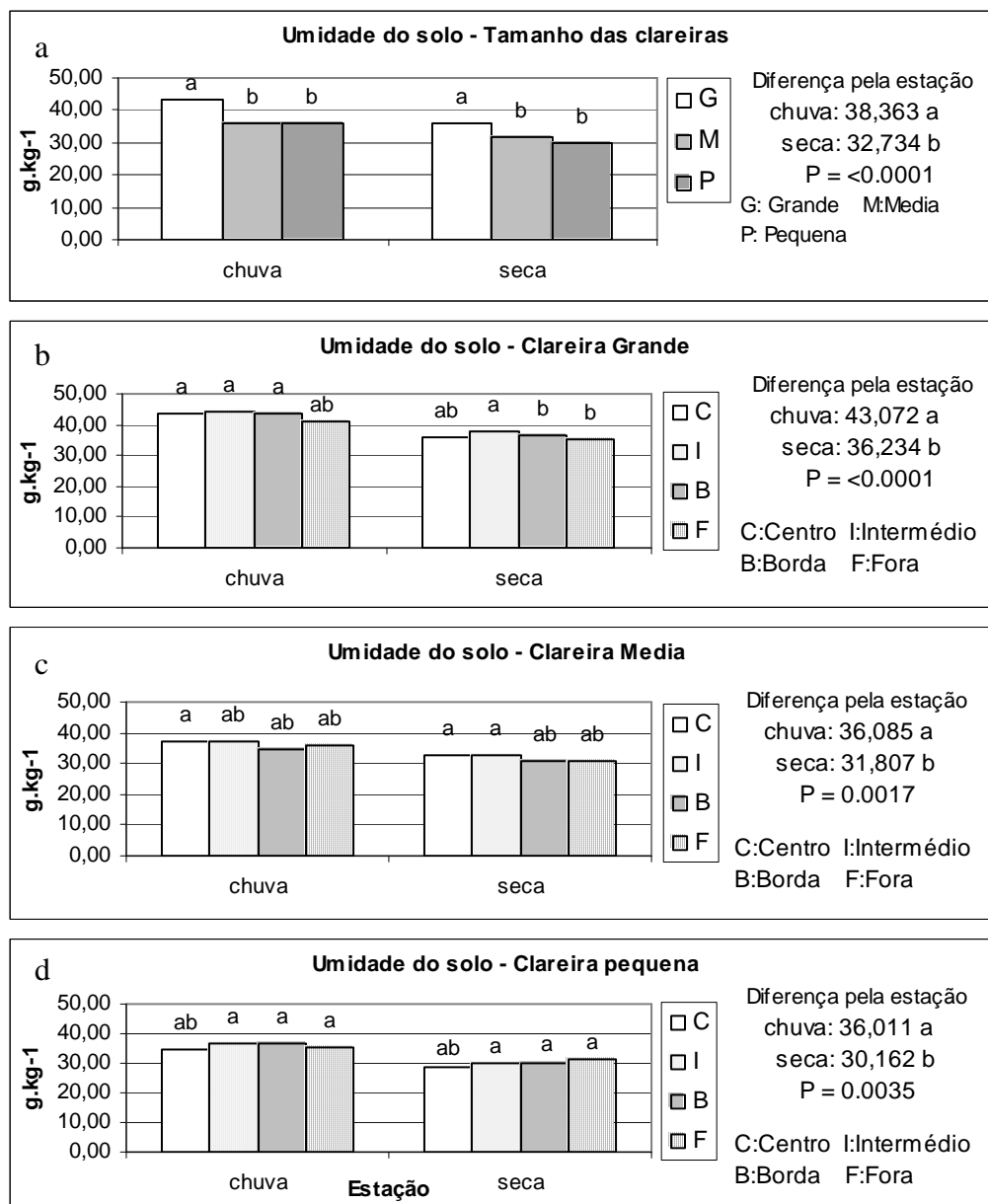
Na floresta tropical de Costa do Marfim (Jans *et al.*, 1993) foi observada a queda natural das árvores por desenraizamento (raiz virada) associada com a condição do solo, de baixa penetrabilidade e desenvolvimento do sistema radicular das plantas. O fenômeno semelhante deve estar causando a tendência da formação das clareiras neste estudo. Entre 15 clareiras existentes, certamente 14 clareiras de tamanhos variados formaram-se por desenraizamento de árvore única e múltipla.

### 5.2.3.Umididade do solo

O resultado é calculado entre as clareiras novas que estimam idade  $\leq 1$  anos, evitando efeito de fechamento por desenvolvimento de raízes e galhos de vegetação de vizinhança, não diferenciando real efeito de tamanho das clareiras. Considerando todas clareiras como recém-formadas, o maior valor de umidade do solo encontra nas clareiras grandes ( $550,6 \pm 31,5 \text{ m}^2$ ), seguido por clareiras médias ( $190,7 \pm 41,4 \text{ m}^2$ ) e pequenas ( $75,7 \pm 7,8 \text{ m}^2$ ) (Fig.16-a). A mesma relação entre classes de tamanho das clareiras mantém tanto na chuva como na seca, na mesma proporção.

Quando observar diferença pela distinta estação, seca e chuva, a umidade do solo foi visto maior nas clareiras maiores (Fig.16 a-d).





**Figura 16.** Umidade do solo nas clareiras. Figura “a” Umidade do solo por tamanho das clareiras, “b”, “c”, “d” é diferença por posição dentro de clareira pequena, média e grande, respectivamente. A comparação é feita somente nas clareiras novas (<1ano). A letra significa diferença por teste de Duncan ( $\alpha=0,05$ ).

Ao comparar entre posições nas clareiras, somente houve pequena diferença entre posições nas clareiras e fora dela, porém, o teste de Duncan, sensível em distinguir a diferença não resultou diferença significativa (Fig.16,b-d).

Considerando que a maior umidade do solo vista apenas na clareira grande, seja responsável pela redução de raízes de plantas vizinhas (Minotta & Pinzauti, 1996), mantém a mesma tendência na estação seca significa que a magnitude de evaporação por solo exposto durante a estação seca é menor do que redução da água no solo pela competição por raízes das plantas na borda da clareira. Ao

mesmo tempo observa-se que na clareira grande encontra condição favorável para estabelecimento de plântulas e desenvolvimento de árvores remanescentes por maior disposição de água no solo e radiação.

A remoção das árvores não deve ser suficiente para reduzir raízes no centro da clareira pequena.

O desvio padrão nesta classe de clareira é maior do que outras classificações (Tab.10) como o caso de parâmetros microclimáticos, onde sofre maior variação microclimáticos em particular (Brown, 1990).

**Tabela 10.** Desvio padrão para a umidade do solo nas clareiras

Tamanho de Clareira	Desvio padrão	
	Chuva	Seco
<b>Grande</b>	6.25	5.13
<b>Média</b>	7.12	7.45
<b>Pequena</b>	8.44	7.83

Seguindo aos trabalhos sobre umidade do solo relação à clareira, a superfície do solo nas clareiras naturais é mais úmida em maior abertura no nível do solo (Kapos *et al.*, 1990; van Dam, 2001).

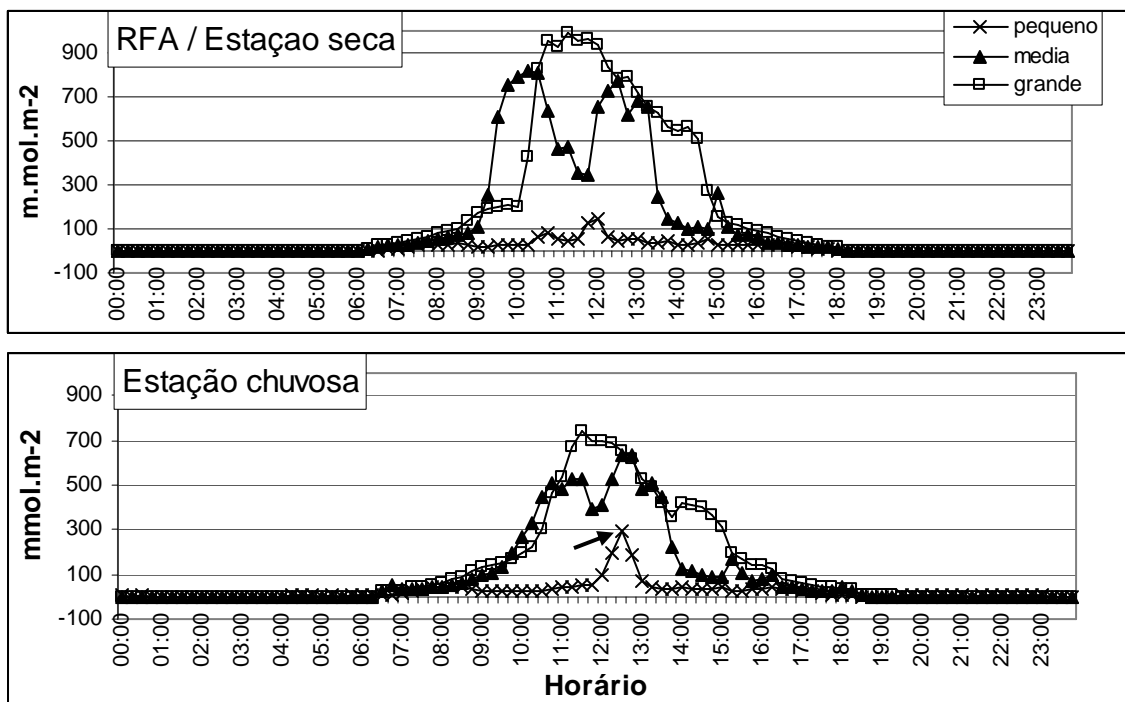
As clareiras grandes mostram maior retenção da água no centro de clareira não diferenciando tanto com posição intermediária.

A quantidade da água é ligada com a textura do solo, mostrando maior retenção da água (Ruiz *et al.*, 2003) nos pontos de maior conteúdo da argila.

A diferença de volume da água possivelmente foi função da estrutura do solo encontrada em forma induzida, além de função de abertura das clareiras, ausência de raiz vizinha. No microsítio onde se encontra maior teor de argila e menor penetrabilidade das árvores que possivelmente causa queda de árvores grandes, conseqüentemente possui maior retenção de água no solo. Como as árvores possuem estratégia de obtenção de água, sendo observado que um terço das árvores da floresta Amazônica possuem raiz com mais do que um metro de profundidade para manter a floresta (Negreiros *et al.*, 1998). Enquanto isso, regenerações naturais podem ser mais sensível com volume da água, e oferta de água na clareira possa funcionar importante oportunidade de estabelecimento.

### 5.3. A condição microclimática das clareiras

#### 5.3.1. A radiação PAR e temperatura

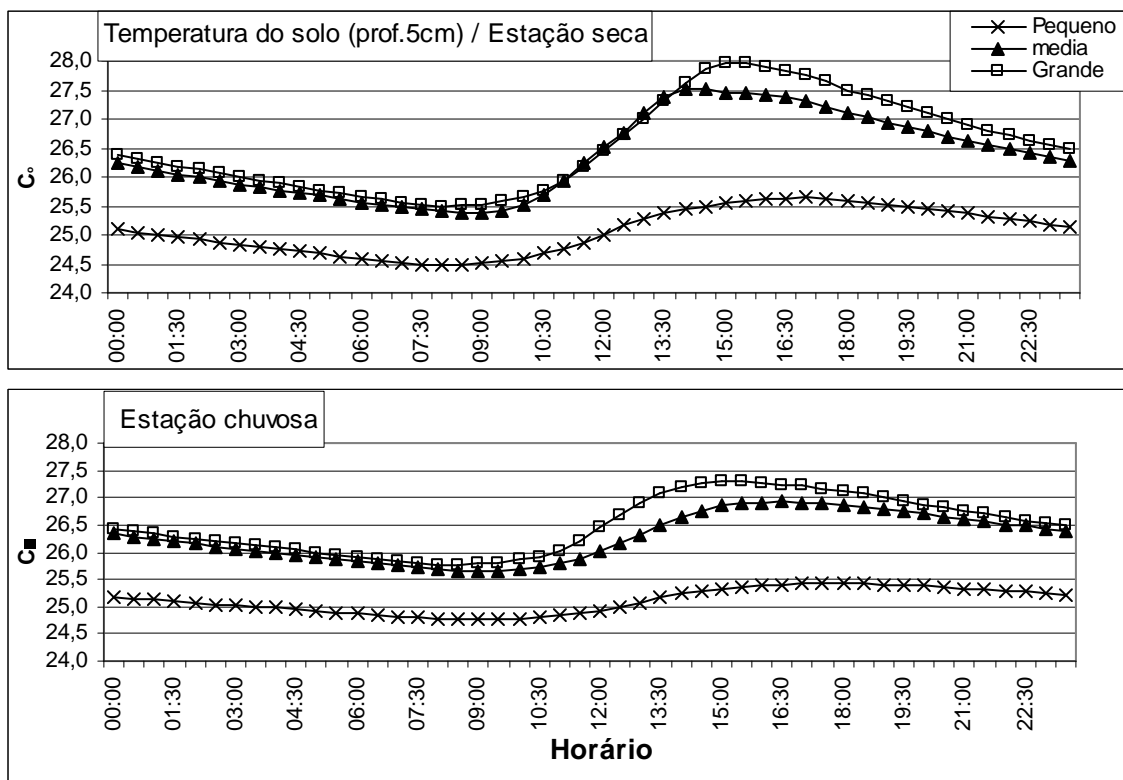


**Figura 17.** Radiação fotossinteticamente ativa nos três tamanhos das clareiras, e entre estações. A seta indica pico da entrada de radiação que não há na outra estação.

**Tabela 11. A distribuição de radiação PAR por clareira**

Variáveis	Pequena (149,1m <sup>2</sup> )	Média (385,8m <sup>2</sup> )	Grande (721,8m <sup>2</sup> )
<u>Média</u> (μ.mol.m <sup>-2</sup> )			
Seca	*17,31b	131,18 a	171,27 a
Chuva	24,18 b	100,29 a	130,51 a
<u>Máximo</u> (μ.mol.m <sup>-2</sup> )			
Seca	141,24	882,59	986,88
Chuva	293,67	632,93	738,09
Diferença estacional	152,43	189,66	248,84
<u>CV</u>			
Seca	149,2	183,5	173,7
Chuva	171,6	171,6	159,5

\*A letra significa diferença por teste de Tukey (α=0,05). CV é coeficiente de variação.



**Figura 18.** Temperatura do solo na estação seca/chuva. A profundidade de instalação de sensor foi 5 cm, no centro de clareira de grande/média/pequena.

O resultado revelou a similaridade de propriedade de radiação entre clareira média (385,8 m<sup>2</sup>) e grande (721,8 m<sup>2</sup>) e a diferença com a pequena (149,1 m<sup>2</sup>) (Fig.17 e Tab.11.) Tanto de estação seca como a chuvosa segue o mesmo padrão: Grande = Média > Pequena pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ). O pico de entrada da radiação está entre 12:00 à 13:00 para clareira pequena, dois picos às 10:30-11:00 e 12:30-13:00 para clareira média, entre 11:30-12:00 para clareira grande. A variação sazonal da radiação PAR de maior valor houve 248,84 e 189,66 $\mu$ .mol.m<sup>-2</sup> na clareira grande e média, respectivamente, enquanto a pequena apresentou diferença de 152,43  $\mu$ .mol.m<sup>-2</sup>, maior na estação chuvosa (Tab.11).

A maior radiação no caso de clareira pequena na estação chuvosa é explicável pela diferença de entrada de radiação devido à geometria da pequena abertura de dossel com a mínima variação que ocorre na baixa latitude (S 5°18') entre duas estações. A maior entrada de radiação na estação chuvosa (seta) não foi observada nas outras clareiras, pelo fato de que a média da radiação na estação chuvosa é inferior, por dias mais nublados tipicamente na estação.

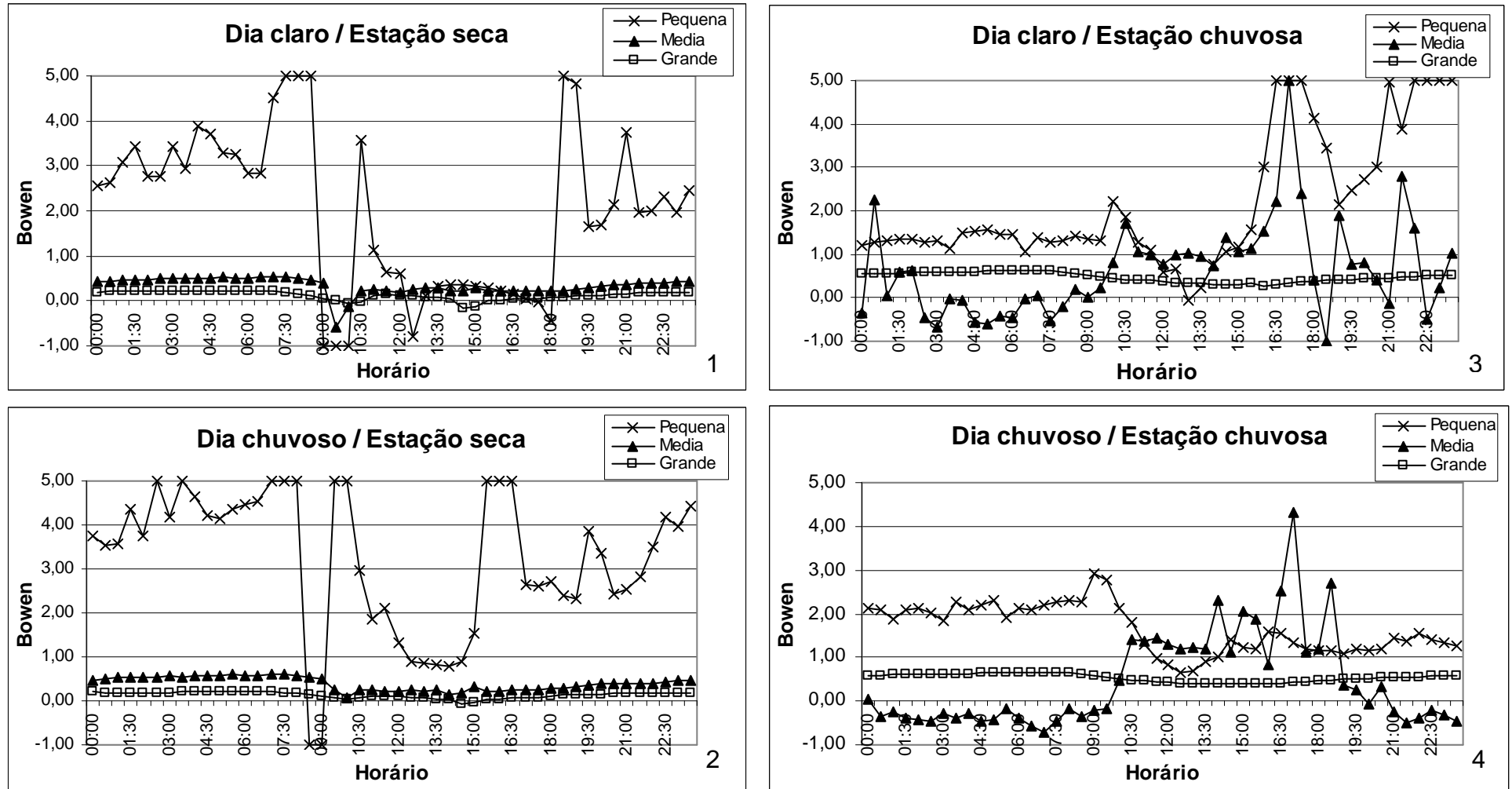
Certamente as maiores entradas de radiação ocorrem nas clareiras maiores (média e grande), e conseqüentemente as maiores variações foram vistas nas

duas maiores. Porém, na estação chuvosa, maior coeficiente de variação durante o dia foi observado na clareira pequena.

A pequena clareira sofre mais variação diária e sazonal, por ser influenciada pela direção e forma da abertura de dossel, do que as maiores clareiras, apesar de que a média e a soma de entrada da radiação é menor.

A temperatura no subsolo de 5cm de superfície é estável entre estações nos três tamanhos de clareiras, principalmente durante a noite. Somente em volta de 14:30-16:30, evidenciou diferença em torno de um grau entre clareiras média e grande, sendo mínimo de variação na clareira pequena durante estações (Fig.18,1 e 2). O pico do aumento da temperatura do solo demora cerca de três horas depois do pico de entrada de radiação solar entre os três tamanhos de clareiras. Isto mostra o tempo necessário para transferir calor atmosférico ao subsolo, Tsuchiya *et al.* (2003) observaram a temperatura do solo nas profundidades de 5/30/50/75/100cm no subsolo localizado no centro da clareira natural, que quanto mais fundo, o tempo de transferência do calor proveniente do atmosférico foi maior, marcando sete horas de diferença em um metro de profundidade, desde pico de insolação em volta do meio dia.

### 5.3.2. A razão de Bowen nas clareiras naturais novas



**Figura 19.** Razão de Bowen comparada entre dia claro/ chuvoso entre estação seca/ chuvosa nos três tamanhos das clareiras A letra pequena/média/grande expressa tamanho das clareiras.

Quando comparar resultado de balanço de energia, sendo representado por razão de Bowen, quociente de calor sensível e latente, revela dinâmica de fluxo da energia no ponto de observação.

Neste estudo foram instaladas em 15cm e 1,5m do solo, portanto exige precisão na coleta de dados, mínima diferença e dado equivocado causam incontrolável erro.

A medição do parâmetro foi comparativa entre os três tamanhos de clareiras naturais novas entre diferentes condições do tempo; dia claro e chuvoso de cada estação seca e chuva (Fig. 19).

Em qualquer combinação, para clareira grande o parâmetro está estável sendo pouco baixo de "1", expressando que a fração de calor latente é constantemente superior do que outra forma de energia (Fig. 19,1-4). Para clareira média, durante a estação chuvosa, existe oscilação do valor do horário de maior entrada de radiação até o início da noite, porém durante da seca foi estável, semelhante e clareira grande. Isto apresenta alta fração de calor latente durante a noite e o calor se torna sensível durante o dia, mostrando dinâmica contraste na estação chuvosa, independente de condição do tempo (Fig. 19,3 e 4). Enquanto isso, para clareira pequena a amplitude de oscilação é bastante alto, somente pode-se visualizar melhor a fração de calor sensível ou latente nas horas de sol está no zênite. Isto porque a condição microclimática de clareira pequena está similar com floresta fechada, maior tempo do dia o parâmetro está sendo calculado em cima de diferença ínfima de temperatura em duas alturas causando maior oscilação em nível inexplicável (Fig. 19,1-4). A maior oscilação desta razão reflete homogeneidade de temperatura entre duas alturas diferentes (15cm/ 2m), sendo distinguido das outras clareiras maiores. Pela interpretação sobre razão do Bowen, a condição de fluxo do calor na clareira pequena é semelhante da floresta fechada, sendo solo menos úmido e radiação fraca, a direção do fluxo do calor tanto sensível como latente é para terra, sem ter fluxo saindo da terra (IMA, 1988). Deve existir gradual diferença de fluxo, da floresta fechada a clareira, porém, a comparação entre três tamanhos representativos de clareira evidenciou nítida diferença de fluxo do calor, e estima-se que as plantas respondem sensivelmente com o aspecto.

Observando a evidente diferença de fluxo de calor entre três clareiras, pode rejeitar hipótese nula neste estudo 1;

$H_0$ = O microclima apresenta mesmo fluxo de calor entre diferente micro sítios.

O aquecimento de temperatura do solo é função de penetração da radiação de onda comprida em direção à terra. A baixa temperatura no solo nas duas clareiras grandes durante a estação chuvosa do que na seca (Fig.18) é devido à água no solo, que converte em calor latente e emite em direção a atmosfera. Na clareira pequena, como a água no solo é baixo mesmo na estação chuvosa, a energia que flui nas clareiras pequenas prevalece em forma de calor sensível.

Esta tendência é visto nas duas maiores clareiras, onde o parâmetro está estável no maior coeficiente de calor latente durante o dia claro na estação seca, o qual deve estar refletindo a estabilidade de maior umidade do solo no centro das clareiras por menos competição por raízes. Para a clareira pequena a fração do calor sensível é maior do que outras em que o sol cruza no zênite, na mesma estação. Pelo resultado de granulometria do solo, a pequena clareira possui maior fração de areia (59%), onde a água que pode permanecer na clareira é menor, esclarecendo o maior calor sensível na clareira. Ao contraste, no dia chuvoso na estação chuvosa evidencia diferença do fluxo da energia de acordo com o tamanho das clareiras. A clareira média possui mais calor latente durante a noite, devido ao maior teor de argila do solo, o qual pode segurar água, enquanto que o calor sensível é alto na clareira menor, exceto a hora que o sol cruza no zênite. Isto porque a clareira pequena possui menos umidade do solo em relação as clareiras maiores (van Dam, 2001). Nesta condição do dia nas clareiras pequena e média ocorre dinâmica distribuição de energia em volta das clareiras, enquanto a clareira grande apresenta estabilidade de calor latente. A cada escala de clareiras naturais ocorrem diferentes fluxos de energia.

Nesta comparação de clareiras, em termo de parâmetros microclimáticos, a clareira grande e média diferencia com a pequena. As duas clareiras maiores possuem mais água no solo. Ao mesmo tempo a radiação de onda curta diretamente atinge ao solo, e transfere nas camadas do solo convertendo em radiação de onda comprida. Este calor acumulado no solo se usa em evapotranspiração, com água no solo, a qual é mais abundante do que na floresta fechada. Esta diferença de calor latente influencia as plantas em estabelecimento de regeneração natural.

A abertura da clareira causa aporte de nutrientes e aumento de capacidade de troca catiônica proveniente de liteira, e caso aumente a umidade do solo superando intensidade de competição de plantas vizinhas e com aumento de temperatura do solo favorece atividade microbiana (Kitajima, 1996). Esta condição do microambiente



tende a favorecer regeneração natural. Para as árvores, a capacidade de transpiração, associado com textura do solo, favorece a respiração da raiz e estabelece melhor condutância hídrica de planta, raiz- planta- atmosférica (Angelotti, 2000). Na comparação de área de vasos de *Micropholis* sp, *Ocotea negrensis* na clareira grande na terra-firme da Amazonia central, antes e depois da sua formação, evidenciou-se o dobro de aumento da área (Tsuchiya *et al.*, 2003).

A maior variação microclmática entre diferentes tamanhos de clareiras naturais nos trópicos foi observado por Brown (1990), e ocorreu na medição da umidade do solo neste estudo. A variação dos parâmetros microclimáticos devido a alta influência de complexidade de dossel, associada com fator biótico; alta competição no sitio é maior do que fator sazonal como precipitação. Neste sitio, principalmente sob dossel, se deduz que estabilidade de regeneração natural, estabelecimento e desenvolvimento das varas, arvoretas sofrem maior das variações por radiação, temperatura, umidade do solo e do ar.

## 6. Estudo 2 — Caracterização fitossociológica

### 6.1. Composição florística

O resultado de inventário florístico foi dividido em duas áreas diferentes, floresta na proximidade das clareiras, área total de 1,9 hectare composto por 15 parcelas em que contêm uma clareira cada, e floresta remanescente de 0,92 hectare, por uma única parcela (faixa) em volta da linha de enriquecimento, tendo comprimento de 600m. As duas áreas devem ser similar florísticamente, por curta distância entre elas.

**Tabela 12.** Composição florística da floresta de terra-firme de Novo Aripuanã-AM

	No.indivíduos	Família	Gênero	Espécie	N.iden.A*	N.iden.B <sup>†</sup>	Área(ha)
15 parcelas	2007	56	186	692	2	14	1,9
Arecaceae(15 clareiras)	□ 1064	1	10	14	0	-	(1,9)
Enriquecimento	1068	51	140	431	7	5	0,92
Total	3120	▪60	▪204	▪919	8	19	2,82

\*N.iden.A: Não identificada por estar dormência ou morto. <sup>†</sup>N.iden.B: Não identificada por não ter exsicata no herbário. □ Arecaceae foi separada por diferente metodologia de contagem de indivíduos (≥2m de altura). ▪ Número total de família/ gênero/ espécie entre 15 parcelas (1,9ha) e faixa de enriquecimento (0,92ha). 933 espécies com Arecaceae, e 938 espécies incluindo não Identificadas.

Em 1,9 hectare de floresta primária com clareira natural foram encontradas 2007 indivíduos entre 56 famílias, 186 gêneros e 692 morfoespécies, DAP igual e acima de 5cm (Tab.12). Dentro dessas espécies, 453 foram identificadas em nível de espécie, 239 em nível de gênero, 36 em nível da família, tendo 14 não identificadas. Na área ao longo da linha de enriquecimento de 0,92 hectare foram encontradas 1068 indivíduos entre 51 famílias, 140 gêneros e 431 morfoespécies. dentro dessas espécies, 286 foram identificadas em nível de espécie, 127 em nível de gênero, 18 em nível da família, tendo 5 não identificadas (Anexo 6: a lista de morfoespécies)

Entre 1,9 hectare de floresta que se encontrou 186 gêneros, 47,6% (88 gêneros) são monoespecíficos, enquanto que o gênero *Pouteria*, e *Protium* possuem 46 e 32 espécies respectivamente, equivalente a 11% de todas espécies encontradas.

Para parcela de enriquecimento, entre 140 gêneros, *Pouteria* e *Protium* ocupam 14,4% de todos indivíduos, mas 21,4 % (86 gêneros) são monoespecíficos.

Pelo resultado de inventário, 919 morfoespécies dentro da área de 2,82 hectares são bastante heterogênea.

Porém, o resultado deve ser referido a condição específico em proximidade de clareiras naturais (1,9ha) e de artificial, linha de enriquecimento (0,92ha), e não se compara diretamente com os resultados mencionados.

**Tabela 13.** Família/ Gênero mais abundantes pelo inventário florístico nas 15 parcelas (1,9ha)

Família	Quantidade	%	Gênero	Quantidade	%
Sapotaceae	200	9,8	<i>Pouteria</i>	171	8,6
Burseraceae	143	7	<i>Protium</i>	139	7
Mimosaceae	128	6,3	<i>Eschweilera</i>	109	5,5
Lecythidaceae	125	6,1	<i>Inga</i>	74	3,7
Caesalpiniaceae	119	5,8	<i>Licania</i>	62	3,1
Annonaceae	113	5,5	<i>Swartzia</i>	61	3,1
Fabaceae	100	4,9	<i>Rinorea</i>	55	2,8
Moraceae	85	4,2	<i>Eugenia</i>	50	2,5
Chrysobaranaceae	78	3,8	<i>Pourouma</i>	49	2,5
Bombacaceae	69	3,4	<i>Scleronema</i>	48	2,4
Myrtaceae	68	3,3	<i>Iryanthera</i>	46	2,3
Violaceae	67	3,3	<i>Naucleopsis</i>	40	2
Myristicaceae	67	3,3	<i>Ocotea</i>	40	2
Cecropiaceae	59	2,9	<i>Sclerolobium</i>	39	2
Rubiaceae	58	2,8	<i>Amaioua</i>	33	1,7

O resultado do inventário florístico revelou 200 indivíduos de Sapotaceae (9,8%), 143 indivíduos de Burseraceae (7%), 130 de Mimosaceae (6,3%), 126 de Lecythidaceae (6,1%) e 117 de Caesalpiniaceae (5,8%) entre as 56 famílias encontradas nas 15 parcelas. As cinco famílias mais abundantes, ocuparam 35% de todos indivíduos encontrados nesta área.

Os gêneros mais abundantes seguem o resultado da família, 171 indivíduos de *Pouteria* (8,6%), 139 de *Protium* (7%), 109 de *Eschweilera* (5,5%), 74 de *Inga* (3,7%) e 62 e 61 de *Licania* (3,14%). Os cinco mais abundantes gêneros ocupam 28,1% de todos gêneros.

**Tabela 14.** Lista de 20 espécies mais abundantes nas 15 parcelas

Familia	Genero	Espécie	No.	%
<b>Bombacaceae</b>	<b><i>Scleronema</i></b>	<b><i>micranthum</i> Ducke</b>	48	2,3
<b>Burseraceae</b>	<b><i>Protium</i></b>	<b><i>hebetatum</i> Daly</b>	38	1,9
<b>Lecythidaceae</b>	<b><i>Eschweilera</i></b>	<b><i>wachenheimii</i> (Benoist) Sandwith</b>	35	1,7
Myristicaceae	<i>Iryanthera</i>	<i>coriacea</i> Ducke	31	1,5
Rubiaceae	<i>Amaioua</i>	<i>guianensis</i> Aubl.	30	1,5
<b>Sapotaceae</b>	<b><i>Pouteria</i></b>	<b><i>reticulata</i> (Engl.) Eyma</b>	27	1,3
Violaceae	<i>Rinorea</i>	<i>racemosa</i> (Mart.) Kuntze	23	1,1
<b>Moraceae</b>	<b><i>Naucleopsis</i></b>	<b><i>caloneura</i> (Huber) Ducke</b>	22	1,1
Cecropiaceae	<i>Pourouma</i>	<i>villosa</i> Trécul	22	1,1
<b>Meliaceae</b>	<b><i>Carapa</i></b>	<b><i>guianensis</i> Aubl.</b>	19	0,9
Sapotaceae	<i>Pouteria</i>	<i>campanulata</i> Baehni	17	0,8
Mimosoideae	<i>Zygia</i>	<i>racemosa</i> (Ducke) Barneby & J.W. Grimes	17	0,8
<b>Olacaceae</b>	<b><i>Minquartia</i></b>	<b><i>guianensis</i> Aubl.</b>	17	0,8
Myrtaceae	<i>Eugenia</i>	sp8	16	0,8
Sterculiaceae	<i>Theobroma</i>	<i>subincanum</i> Mart.	16	0,8
Moraceae	<i>Naucleopsis</i>	<i>ulei</i> (Warburg) Ducke ssp. <i>amara</i>	15	0,7
Sterculiaceae	<i>Theobroma</i>	<i>sylvestre</i> Mart.	15	0,7
<b>Fabaceae</b>	<b><i>Swartzia</i></b>	<b><i>tomentifera</i> Harms</b>	14	0,7
Lecythidaceae	<i>Eschweilera</i>	<i>truncata</i> A.C. Sm.	13	0,6
Annonaceae	<i>Unonopsis</i>	<i>duckei</i> R.E. Fries.	12	0,6

A porcentagem é baseada entre todos os indivíduos encontrados nas parcelas (n = 2045). Oito espécies de negrito são destacadas em negrito como representantes no estudo posterior por observação de anéis de crescimento.

Entre 20 espécies mais abundantes (Tab. 14-1), espécie de dossel/ subdossel estão completamente distribuídas: oito espécies de dossel (*Pouteria reticulata*, *P.campanulata*, *Minquartia guianensis*, *Naucleopsis caloneura*, *Naucleopsis ulei*, *Scleronema micranthum*, *Swartzia tomentifera*, *Zygia racemosa*) e 12 espécies de subdossel (*Amaioua guianensis*, *Carapa guianensis*, *Eschweilera truncata*, *E. wachenheimii*, *Iryanthera coriacea*, *Eugenia sp*, *Pourouma villosa*, *Protium hebetatum*, *Rinorea racemosa*, *Theobroma subincanum*, *T. sylvestre*, *Unonopsis*

ducke). Pela família também, somente Sapotaceae e Burseraceae compõem por duas espécies. Dentre elas foram selecionadas oito espécies representantes para o estudo em observação macrográfica.

**Tabela 15.** 20 espécies mais destacadas por maior IVI e outros valores componentes

Família	Genero	espécie	Quant.	DeAb	DRs	FreqAb	FreqRel	DoAbs	DoRel	IVI
Bombacaceae	<i>Scleronema</i>	<i>micranthum</i> Ducke	48	25,263	2,34	53,33	0,014	16,148	5,737	<b>8,10</b>
Lecythidaceae	<i>Lecythis</i>	<i>zabucajo</i> Aubl.	3	1,579	0,15	6,67	0,002	12,793	4,545	<b>4,69</b>
Combretaceae	<i>Buchenavia</i>	<i>grandis</i> Ducke	2	1,053	0,10	4,44	0,001	11,745	4,172	<b>4,27</b>
Anacardiaceae	<i>Anacardium</i>	<i>parvifolium</i> Ducke	6	3,158	0,29	13,33	0,003	10,596	3,764	<b>4,06</b>
Sapotaceae	<i>Pouteria</i>	<i>reticulata</i> (Engl.)Eyma	27	14,211	1,32	35,56	0,009	3,762	1,337	<b>2,66</b>
Lecythidaceae	<i>Eschweilera</i>	<i>wachenheimii</i> (Benoist)Sandwith	35	18,421	1,71	40,00	0,010	2,410	0,856	<b>2,58</b>
Mimosaceae	<i>Cedrelinga</i>	<i>cataeniformis</i> Ducke	4	2,105	0,19	8,89	0,002	6,319	2,245	<b>2,44</b>
Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i> Daly	38	20	1,86	35,56	0,009	1,071	0,380	<b>2,25</b>
Olacaceae	<i>Minquartia</i>	<i>guianensis</i> Aubl.	17	8,9474	0,83	22,22	0,006	3,554	1,262	<b>2,10</b>
Mimosaceae	<i>Pseudopiptadenia</i>	<i>psilotachya</i> (Benth.)G.P.Lewis&L.Rico	5	2,632	0,24	8,89	0,002	4,736	1,682	<b>1,93</b>
Caesalpiniaceae	<i>Copaifera</i>	<i>multijuga</i> Hayne	8	4,211	0,39	15,56	0,004	4,107	1,459	<b>1,85</b>
Rubiaceae	<i>Amaioua</i>	<i>guianensis</i> Aubl.	30	15,789	1,47	44,44	0,012	0,665	0,236	<b>1,71</b>
Myristicaceae	<i>Iryanthera</i>	<i>coriacea</i> Ducke	24	12,632	1,17	33,33	0,009	1,359	0,483	<b>1,66</b>
Mimosaceae	<i>Zygia</i>	<i>racemosa</i> (Ducke)Barneby&J.W.Grimes	17	8,9474	0,83	26,67	0,007	2,222	0,789	<b>1,63</b>
Celastraceae	<i>Goupia</i>	<i>glabra</i> Aublet	1	0,526	0,05	2,22	0,001	4,155	1,476	<b>1,53</b>
Caesalpiniaceae	<i>Peltogyne</i>	<i>cf.paniculata</i> Benth	11	5,7895	0,54	13,33	0,003	2,718	0,965	<b>1,51</b>
Caesalpiniaceae	<i>Eperua</i>	<i>oleifera</i> Ducke var. <i>campestris</i> Ducke	2	1,053	0,10	4,44	0,001	3,794	1,348	<b>1,45</b>
Meliaceae	<i>Carapa</i>	<i>guianensis</i> Aubl.	19	10	0,93	17,78	0,005	1,374	0,488	<b>1,42</b>
Fabaceae	<i>Pterocarpus</i>	<i>rohrii</i> Vahl	7	3,684	0,34	13,33	0,003	2,987	1,061	<b>1,40</b>
Violaceae	<i>Rinorea</i>	<i>racemosa</i> (Mart.)Kuntze	23	12,105	1,12	26,67	0,007	0,669	0,238	<b>1,37</b>

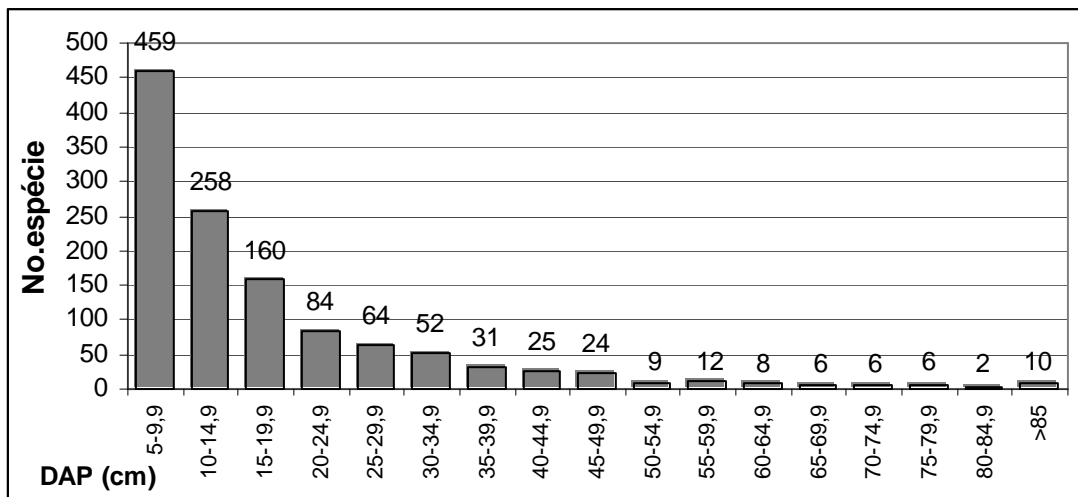
IVI: Índice de valor de importância, DeAb: Densidade absoluta, DRs: Densidade relativa, FreAb: Freqüência absoluta, FreRel: Freqüência relativa, DoAbs: Dominância absoluta, DoRel: Dominância relativa.

Entre 20 espécies mais abundantes (Tab.14), apenas 10 espécies coincidem com o maior índice de valor de importância (Tab.15), sendo destacado pela alta predominância da *Scleronema micranthum* (8,10) seguido da *Lecythis zabucajo* (4,69). *S. micranthum* é também predominante em número entre todas espécies.

Seis espécies; *Lecythis zabucajo*, *Buchenavia grandis*, *Cedrelinga cataeniformis*, *Pseudopiptadenia psilotachya*, *Goupia glabra* e *Eperua oleifera* classificam entre 20 maiores valores de índice com menos de cinco indivíduos.

Isto reflete na baixa freqüência dos indivíduos pela alta diversidade da floresta.

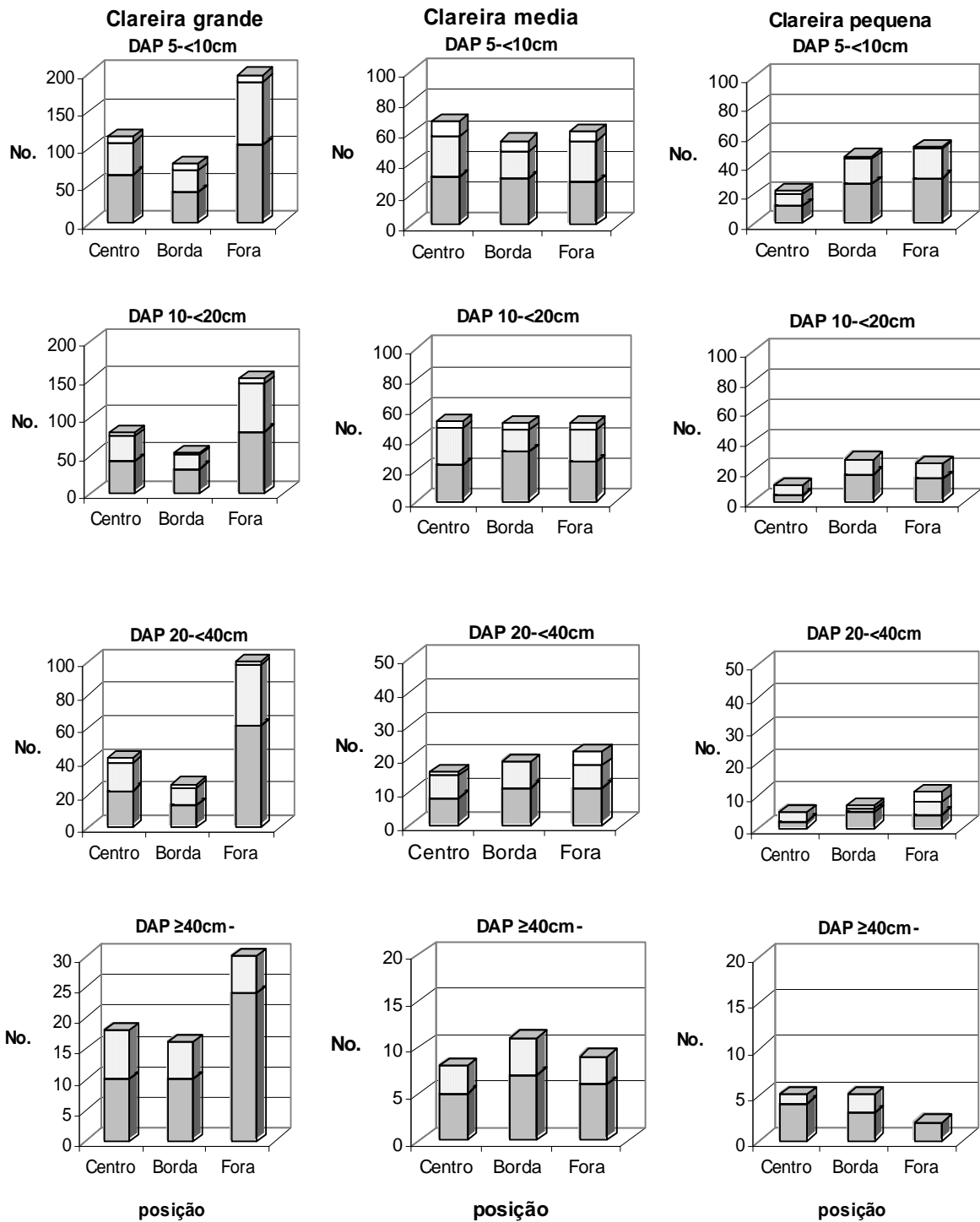
A observação sobre composição em nível do gênero, há semelhança com a sintetização do resultado escrito pelo SUDAM (1979) de “associação de *Pouteria*” na proximidade do Rio Madeira, e “associação de *Eschweilera—Pouteria*” na proximidade de Belém-PA.



**Figura 20.** Número das espécies encontradas por cada classe diamétrica

Somente comparando entre 1,9 hectare de 15 parcelas, conforme distribuição das espécies por classe diamétrica, é explicável que a diversidade é mantida por arvoreta e árvore pequena de DAP  $\leq 10$ cm, que ocupam 66,3% de todas espécies encontradas (Fig. 20). O resultado conduz, pela proporção de abundância em diversidade na classe diamétrica menor, que a manutenção da diversidade florística no decorrer da sucessão nesta floresta é garantida por estes indivíduos de menor porte.

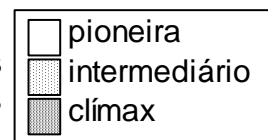
Porém, estes indivíduos que se encontram como arvoreta e árvore pequena, que ocupam 6,4% de todos indivíduos (29 espécies), pertencem ao grupo das espécies que alcança até dossel no ciclo. O grupo de espécies que manter ciclo da vida em baixo do dossel não deve influenciar tão positivamente como as espécies de dossel, exigente a luz, em que se encontra na clareira.



**Figura 21.** A distribuição das espécies encontradas entre 15 parcelas de clareiras novas com três tamanhos diferentes (1,9ha) classificadas por grupo ecológico / posição nas clareiras

A escala, número de indivíduos, para clareira grande é diferente das outras. A classificação do grupo ecológico para espécies encontradas consta no anexo I. A área para borda é considerada 4m para interior da floresta desde limite da clareira em nível do solo.

≥



A comunidade de plantas pode ser classificada por grupo de sucessão, pela exigência à luz: pioneira, clímax (tolerantes à sombra), tendo intermediária entre os dois grupos (espécies de sucessão tardia, exigente a luz, oportunista). Ainda o ciclo da vida de cada planta difere por posição final da copa no estrato como, subdossel, dossel, emergente etc. Os critérios de classificação do grupo não é simples, baseado em tipo de dispersão, longevidade, dormência de sementes, densidade de madeira, as vezes mesma espécie possuem essas características de diferentes classificações (Swaine & Whitmore, 1988; Oliveira & Mori, 1999; Ferraz *et al.*, 2004).

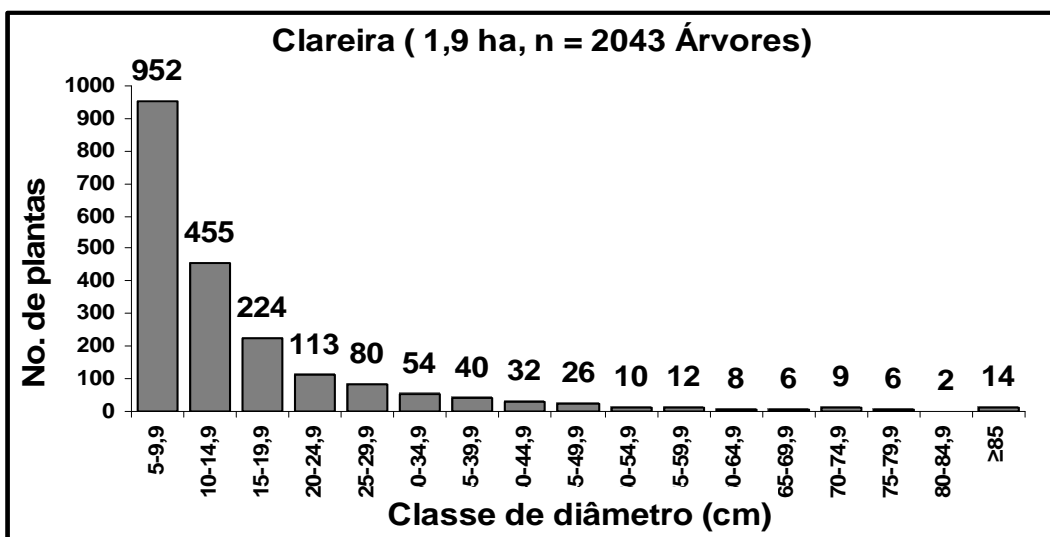
Pela observação geral, a presença das espécies pioneiras está limitada entre toda combinação na proximidade das clareiras. As pioneiras de pequenas proporções ocupam as classes diamétricas menores, e nos DAP maiores desaparecem. O fato indica que com o tempo o recrutamento das pioneiras por clareira é suprido pelas árvores vizinhas.

A concentração marcante na figura está em posição de fora da clareira (Fora) para toda classe diamétrica da clareira grande devido ao tamanho das áreas. Exceto a concentração deste, principalmente entre DAP menores, encontra-se mais espécies no centro, para as clareiras grandes e médias. A clareira pequena há abertura mínima, e indica que não há muito recrutamento na posição do centro, mantendo quase a mesma proporção, refletindo os números por tamanho da área.

A composição da floresta mantém equilíbrio entre grupo ecológico sem notável mudança. Isto significa, que as espécies encontradas nesta floresta são aptas para ocorrência nas clareiras, com maior proporção das espécies intermediárias e clímax.

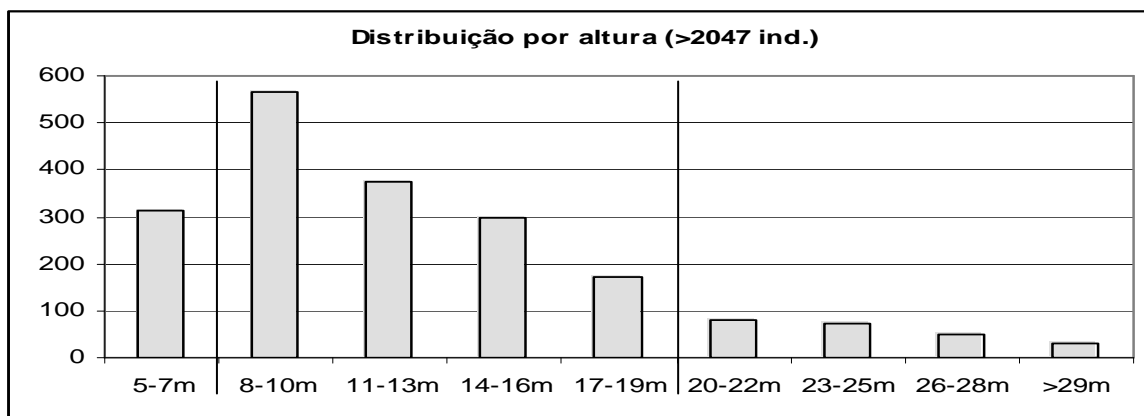
## 6.2. Estrutura da floresta

O inventário deste estudo foi feito nas parcelas randomicamente selecionadas na proximidade das clareiras. Portanto, o resultado não é diretamente comparável com outros estudos de fitossociologia, composição florística. Porém, a floresta local sofre com alta frequência de clareiras naturais, mesmo sendo distante da clareira localizada, encontra-se decomposições de árvores, como clareiras antigas formadas por queda simples e múltiplas, com muita frequência, apesar de não ter sido quantificada.



**Figura 22.** Distribuição de indivíduos por classe diamétrica para inventários feitos na floresta primária do Município de Novo Aripuanã – AM.

A curva de distribuição diamétrica ilustra acentuada forma de J invertido (Fig. 22), sendo mesmo padrão da distribuição das espécies. Os indivíduos de DAP  $\leq 10$ cm ocupam 46,6% de todos números encontrados.



**Figura 23.** Divisão de grupo classificado por altura das árvores encontradas.

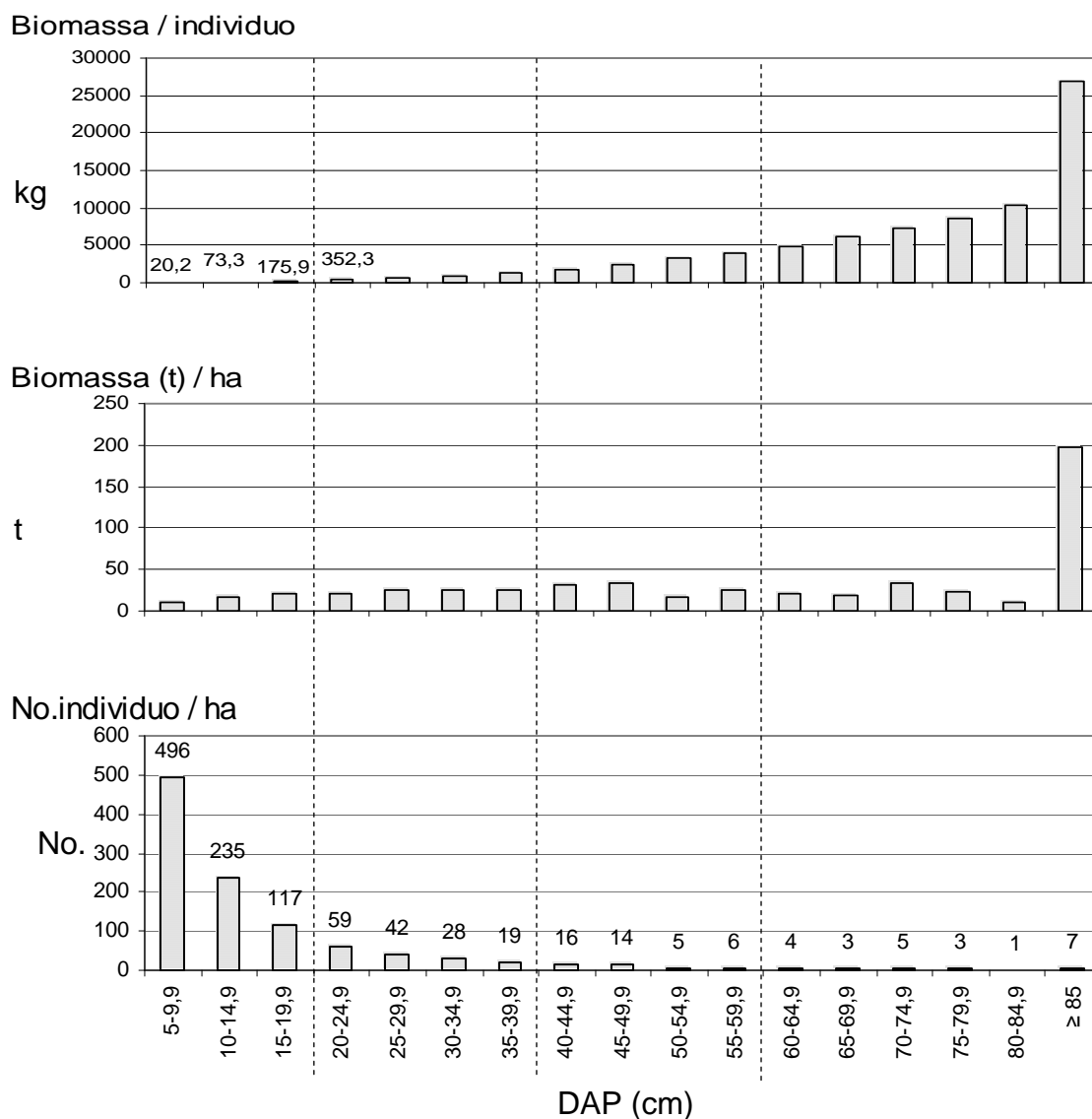
Para caracterizar estrutura da floresta foi classificado em três níveis de posição da copa, como estrutura vertical em forma distinguível: 1- emergente / dossel, 2 – subdossel/ árvore, 3- árvore pequena/ arvoreta.

Quando se observa resultado de distribuição de altura obtido por clinômetro, entre 2043 indivíduos, há concentração em volta de oito a 10m abaixo de dossel (Fig.23). Esta classe foi considerada como espécies que fica parte do ciclo em baixo de dossel, formando camada de copa em altura concentrada nesta altura. O terceiro



grupo concentra ainda menor do que este grupo, não alcança maior do que a camada de copa de subdossel.

Como no resultado anterior, a estimativa do tempo de rotação da floresta é aproximadamente 80 anos, pode-se estimar que o estrato esteja definido nesta concentração de grupos, como as árvores de estratos inferiores são adultas, apesar de que o tempo de rotação é curto em relação às florestas de outras regiões da Amazônia.



**Figura 24.** Comparação de biomassa por hectare, por indivíduo e número de indivíduos/ hectare em classe diamétrica entre floresta de terra-firme de 1,9ha no total. Biomassa neste quadro é peso fresco

A distribuição de biomassa calculada entre árvores de  $DAP \geq 5cm$  foi comparada entre 15 clareiras. A biomassa (peso fresco) foi estimada entre 15 clareiras, em  $398 \pm 37 t \cdot ha^{-1}$ . Em termo de biomassa, pode-se notar grande

concentração na classe diamétrica igual ou superior de 85cm (35,6% da biomassa total), e ao contraste, DAP inferior de 10cm ocupa apenas 1,8%. Esta baixa fração de volume é dividida entre 45,7% de todas espécies encontradas na área.

Os trabalhos sobre clareiras naturais em regiões tropicais, concluíram que clareira natural possui papel de manutenção de diversidade florística (Connell, 1978; Denslow, 1980; Phillips, *et al.*, 1994; Hubbell *et al.*, 1999). Chazdon & Colwell (1999) afirmaram o papel da clareira na manutenção da diversidade, pela sua promoção de condições variadas de ambientes e de recursos causadas pelas clareiras.

Na floresta do noroeste pacífico dos Estados Unidos foi observado por Franklin *et al.* (1987) que, no estágio de sucessão, a floresta de novo estágio tende a aumentar a mortalidade de indivíduos das árvores. A floresta de alta taxa de renovação tende a possuir árvores pequenas e varas com alta diversidade do que uma floresta com menos presença de indivíduos menores. O efeito de distúrbio em cima de alta densidade de árvores menores persiste até depois do dossel tiver fechado, sem notar que houve clareira. Área de alta frequência de clareira pode manter esta diversidade de que as árvores pequenas podem estar atingidas em maduro, ao mesmo mantendo (Denslow, 1995). Essa característica foi mais visível na área de estudo.

Na presente área ocorre mais clareira originada pela mortalidade das árvores com rápido tempo de renovação, o fato ainda contribui para a floresta manter maior diversidade de árvores com DAP menor. Os ingressos dos indivíduos conseqüente da abertura da clareira comprometem a composição, após a competição inter, intra-específica, mantendo mais dinâmica da floresta e diversidade da área.

Gentry (1988a) sugere que a alta diversidade deve-se a riqueza nutricional do solo e alta precipitação na Amazônia Ocidental comparando com a diversidade da região oriental. A dinâmica da floresta como mortalidade e recrutamento correlaciona com a diversidade das espécies, com fator de pluviosidade e sazonalidade (Phillips, *et al.*, 1994). Já para floresta de terra-firme na região de Manaus, Oliveira (1997) observou não correlação entre mortalidade e diversidade florística.

O fato de que a alta pluviosidade correlacionada com a alta diversidade está de acordo com os resultados existentes (Gentry, 1988b; Valencia *et al.*, 1994), apesar de que o solo é pobre e não corresponde com todos resultados desses estudos.

A floresta deste estudo pertence a região de maior precipitação do que área mais intensamente estudada, na região de Manaus, sendo que o solo é classificado igualmente com baixa fertilidade. Isto corresponde com sugestão para alta diversidade ocorrida na floresta de solo pobre (Oliveira & Mori, 1999).

Porém, este estudo não foi projetado para verificar diversidade florística do local, pois as parcelas foram estabelecidas ao redor das clareiras apenas para estudar o efeito de clareira. Ainda presença das espécies abundantes no local não foi verificado em larga escala ( $>\beta$ -diversidade).

A média da idade das clareiras foi de 6,53 anos (4 a 11 anos entre 15 clareiras), estando a floresta na fase de construção (Whitmore, 1975). Conseqüentemente a composição e estrutura da floresta são diferentes de clareiras típicas, tendo poucos números de pioneiras.

Ao mesmo tempo de estabelecer espécies pioneiras, copa e galhos da vizinhança devem estar ocupando ligeiramente o espaço liberado por clareiras. O número reduzido de espécies pioneiras nas proximidades das clareiras também pode se explicar pela dinâmica baseada na alta competição por recursos, e entre curto espaço de tempo, os espaços abertos são ocupados tanto pelas espécies pioneiras como pelas espécies de sucessão tardia. As 20 espécies mais abundantes contêm somente uma pioneira (Tab.14), e as espécies de 20 maiores IVI não contêm pioneiras (Tab.15). As espécies de gênero abundantes como *Protium*, *Eschweilera* e *Pouteria* como espécie clímax devem ocupar nicho amplificado, podem estabelecer no micro ambiente influenciado por clareiras, além de floresta fechada.

Talvez a composição local é ocupada por espécies especializadas em estabelecer-se na floresta de clareira. De fato, espécies clímax em geral, não mudam tanto a sua composição nas clareiras. Tanto as 15 parcelas com clareiras naturais pré-existentes quanto a área próxima da linha de enriquecimento (clareira artificial), encontram-se bastante espécies clímax, as quais devem beneficiar-se com as clareiras, tanto para estabelecimento como ao desenvolvimento, podendo ser expressas como espécie clímax-especialista em clareira.

Portanto, alta diversidade encontrada é uma característica naturalmente construída para esta região, onde conhecimento científico de composição florística é ainda escasso. Neste estudo não inclui análise de valor econômico, e diversidade das plantas rentáveis e potenciais, porém, é necessário manter esta região peculiar,

como áreas representativas da região, até se propor e garantir alternativa de manejo sustentável dos recursos florestais.

### 6.3. Estabelecimento de árvores nas clareiras naturais

O resultado da observação fitossociológica conclui que a alta diversidade florística concentra-se na classe diamétrica menor (<10cm) representando 65% das espécies encontradas (Fig. 20). Ao mesmo tempo, esta classe possivelmente ter sido influenciada pela abertura das clareiras ao redor e o seu estabelecimento deve ter refletido nesta classe diamétrica, enquanto que indivíduos maiores já se estabeleceram independente das clareiras monitoradas neste estudo.

As espécies florestais de DAP igual e menor de 10cm foram comparadas com fatores ambientais; tamanho, distância das clareiras e condição edáfica, através da análise multivariada.

A análise de componentes principais (ACP) foi aplicada nesta comparação de 953 indivíduos entre 414 espécies, sendo dividido por dois grupos, primeiro por espécies mais abundantes, segundo das espécies com repetição mínima, devido à dificuldade de cálculo e à interpretação por elevado número e mistura de diferente densidade de cada espécie.

O grupo de espécies repetidas foi formado pelas espécies que apresentaram acima de três indivíduos nas 15 clareiras, abrangendo 581 indivíduos entre 101 espécies. Outro grupo foi composto por espécies que tinham igual ou a menor do que dois indivíduos, o qual abrangeu 372 indivíduos entre 301 espécies (Tab.16). Cada indivíduo na análise foi classificado por grupo de espécies através de estrato final da copa (dossel (emergente)/ subdossel-árvore/ subbosque-arvoreta). A chance de encontrar indivíduos jovens de cada espécie para presente análise é de acordo com o resultado de inventário.

**Tabela 16.** Distribuição das árvores juvenis segundo o resultado de Inventário florístico para a análise multivariada.

Grupo	espécie	Indivíduo	Número de indivíduos por espécie para análise ACP											
			1	2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	13-14	15-16	17-18	19-20	≥20
Espécies não abundantes	301	372	230	71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Espécie abundantes	101	581	-	-	52	21	13	6	3	1	1	2	1	1

### 6.3.1. As espécies mais abundantes com fatores abióticos: clareira, solo

Para espécies abundantes, os dois eixos fatoriais absorveram (56,23%) da inércia projetada. Representadas pelas condições edáficas, tamanho e distância à clareira por 21 variáveis. A primeira componente principal  $c_1=7,8434$ , é a combinação linear das  $k=21$  variáveis, das matrizes de dados  $D_{581 \times 21}$ , que tem variância máxima,  $c_2=3,9650$ , equivale a percentagem dos eixos: (eixo 1=37,35%), (eixo 2=18,88%) levados em consideração na análise.

**Tabela 17.** Coordenadas/ Correlações Variáveis-Fatores

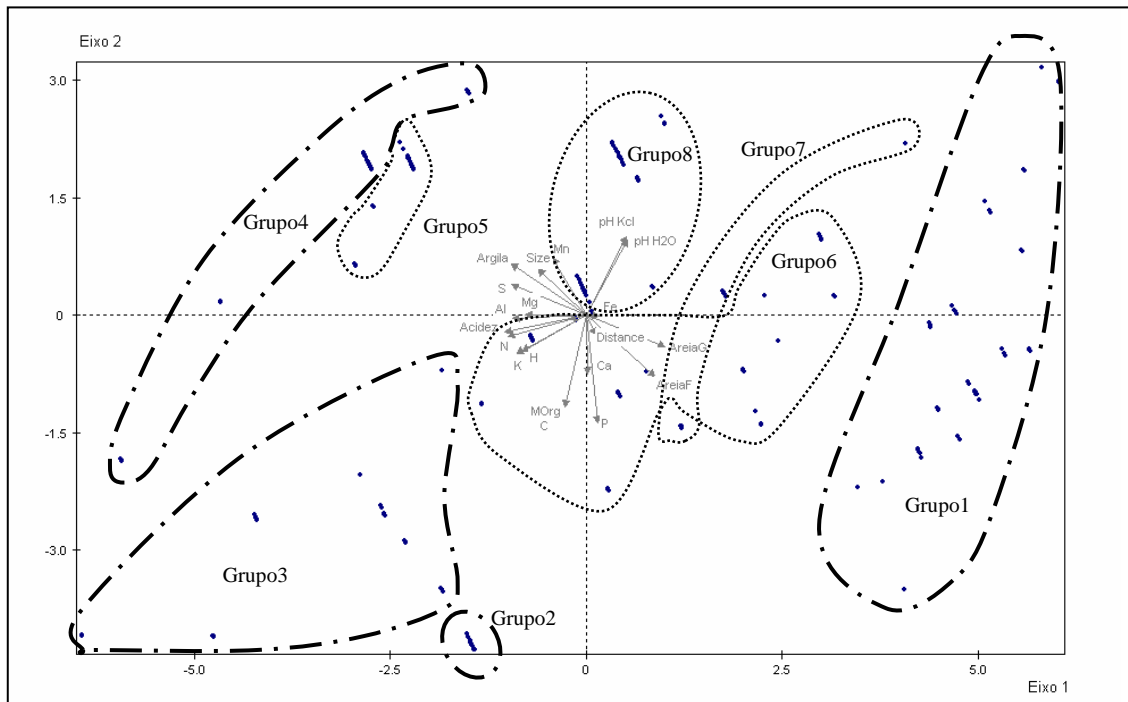
Variáveis	1	2	3	4	5
Distância (da clareira)	0,11	-0,16	-0,23	0,35	-0,46
Tamanho da clareira	-0,54	0,37	0,33	0,31	-0,01
Areia grossa	0,90	-0,25	-0,05	-0,17	0,06
Areia fina	0,78	-0,49	0,19	0,12	0,17
Silt	-0,85	0,25	0,28	0,01	-0,01
Argila	-0,84	0,42	-0,17	0,02	-0,14
N	-0,88	-0,17	-0,26	-0,10	-0,02
P	0,13	-0,86	0,03	0,21	0,12
K	-0,78	-0,31	0,16	0,02	0,20
C	-0,24	-0,74	0,40	-0,27	-0,36
M.orgânica	-0,24	-0,74	0,40	-0,27	-0,36
Ca	0,02	-0,48	-0,30	0,04	0,25
Mg	-0,70	0,00	0,43	0,00	0,35
Fe	0,14	-0,01	0,04	0,85	0,25
Zn	-0,19	-0,04	-0,48	-0,62	0,42
Mn	-0,38	0,46	0,47	-0,25	0,14
pH-H <sub>2</sub> O	0,47	0,61	0,31	-0,08	0,07
pH-kcl	0,45	0,63	-0,08	-0,08	-0,38
Acidez total	-0,92	-0,14	-0,28	0,12	-0,09
Al	-0,84	-0,03	-0,38	0,08	-0,17
H	-0,72	-0,29	0,02	0,13	0,10

O primeiro componente apresenta 37,35%, o segundo, 18,88% de contribuição. A tabela de correlação está em Anexo 7a.

Baseado no resultado de análise multivariada, se distinguem contribuições em cima de 21 variáveis ambientais, fatores de clareira e condição edáfica à distribuição de espécies de fase inicial ( $\leq 10\text{cm}$ ) no redor das clareiras.

Portanto, hipótese nula citada foi rejeitada, e estabelece;

$H_1$  = Há relação entre formação das clareiras e estabelecimento das espécies florestais, e ocorrência das espécies não é aleatória na proximidade das clareiras.



**Figura 25: Representação das variáveis ativos no plano fatorial 1+2 das componentes principais** O traço grosso com um ponto indica grupo que contribuem maior por dois eixos principais componentes. *Distance*: distância do centro da clareira / *Size*: o tamanho das clareiras. A divisão do grupo é feita por análise de cluster.

São apresentadas as variáveis que mais contribuíram em eixo 1º e 2º pelas coordenadas ou correlações das variáveis fatores (Tab.17).

No primeiro componente os fatores edáficos mais contribuintes nos estabelecimentos das árvores juvenis na proximidade das clareiras são acidez total (-0,92), areia grossa (0,90), nitrogênio (-0,88), silte (-0,85), alumínio (-0,84), areia fina (0,78), potássio (-0,78), hidrogênio (-0,72) e magnésio (-0,70).

Observa-se que no segundo componente os fatores edáficos mais contribuintes são fósforo (-0,86), carbono / matéria orgânica (-0,74), pH-KCl (0,63) e pH-H<sub>2</sub>O (0,61).

Em seguida, a distribuição dos 581 indivíduos de árvores juvenis encontrados em função dos fatores abióticos nas clareiras foi classificada pela aplicação da análise de agrupamento (*cluster analysis*), e foram divididos em oito grupos.

O valor mais importante em esclarecer a relação entre clareira e estabelecimento das árvores foi a distância do centro da clareira. Porém a distância teve a contribuição somente no quinto eixo (5,81% de contribuição total)(Tab. 17).

Os grupos classificados estão em ordem de maior valor próprio, maior distância, de cada componentes baseados pela análise de agrupamento. O método

para essa análise tem objetivo de separar grupos que apresentam características semelhantes em cada classificação.

As composições de árvores juvenis classificadas por principais grupos seguem na tabela 17. Cada espécie apresenta estratégia peculiar de estabelecimento, entre diferente estrato final dentro da floresta (dossel à subdossel).

Porém, antes de aplicar teste de análise multivariada, deve distinguir as espécies que passa toda sua rotação por baixo do dossel, sub-bosque, como *Rinorea racemosa*, *Amaioua guianensis* que podem ser indivíduo adulto apesar de sua menor classe diamétrica, para não misturar com outros indivíduos juvenis que podem ter sido influenciado por formação de clareiras.

**Tabela 18.** As espécies agrupadas no Grupo 1\*

Família	Gênero	Espécie	Estrato	Quantidade
Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i> Daly	subdossel	10
Lecythidaceae	<i>Eschweilera</i>	<i>wachenheimii</i> (Benoist)Sandwith	subbosque	9
Bombacaceae	<i>Scleronema</i>	<i>micranthum</i> Ducke	emergente	4
Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>Unifoliolatum</i>	árvore	3
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea</i>	<i>synandra</i> Spruce ex Benth.	dossel	3
Fabaceae	<i>Swartzia</i>	<i>lamellata</i> Ducke	dossel	3
Sterculiaceae	<i>Theobroma</i>	<i>sylvestre</i> Mart.	árvore peq/med	3
Anacardiaceae	<i>Astronium</i>	<i>le-cointe</i> Ducke	dossel	3
Annonaceae	<i>Ephedranthus</i>	<i>amazonicus</i> R.E.Fries.	subdossel	3
Cecropiaceae	<i>cecropia</i>	<i>sciadophylla</i> Mart.	dossel	3
Lecythidaceae	<i>Eschweilera</i>	<i>carinata</i> S.A.Mori	emergente	3
Lecythidaceae	<i>Eschweilera</i>	<i>tessmannii</i> Knuth	dossel	3
Meliaceae	<i>Carapa</i>	<i>guianensis</i> Aubl.	árvore	3
Mimosaceae	<i>Parkia</i>	<i>multijuga</i> Benth.	emergente	3
Sapotaceae	<i>Pouteria</i>	<i>filipes</i> Eyma	dossel	3
Sapotaceae	<i>Pouteria</i>	<i>guianensis</i> Aubl.	dossel	3
Violaceae	<i>Leonia</i>	<i>cymosa</i> Mart.	árvore/árvoreta	3

\*As espécies que têm três ou mais indivíduos neste grupo.

Grupo 1 conforme figura 25, composto por 96 indivíduos entre 47 espécies. Segundo a direção de vetores de variáveis, as espécies localizam-se no solo mais arenoso e menos ácido, e corresponde com menor teor de alumínio, magnésio, manganês, nitrogênio e potássio no solo.

Como o grupo oposto da relação com tamanho da clareira, o estabelecimento das espécies deste grupo é mais influenciado por condição do solo arenoso, e baixa acidez do que correspondência à formação de clareira. Pela tabela 19, as espécies que se encontram mais nesta condição do que outros grupos são *Protium hebetatum*, *Eschweilera wachenheimii* e, como espécies que estabelecem a vida

toda sob o dossel da floresta. As espécies deste grupo podem não estar sendo influenciada por clareiras pelo menos até a fase juvenil.

**Tabela 19.** As espécies agrupadas no Grupo 3\*

Família	Gênero	Espécie	Estrato	Quantidade
Myristicaceae	<i>Iryanthera</i>	<i>coriacea</i> Ducke	árvore	4
Caesalpiniaceae	<i>Tachigali</i>	<i>myrmecophila</i> Ducke	árvore	3
Euphorbiaceae	<i>Drypetes</i>	<i>variabilis</i> Uittien	árvore	3
Mimosaceae	<i>Inga</i>	<i>paraensis</i> Ducke	dossel	3
Moraceae	<i>Naucleopsis</i>	<i>ulei</i> (Warburg) Ducke ssp. <i>amara</i>	dossel	3

\*As espécies que têm três ou mais indivíduos neste grupo.

Grupo 3 (Tab. 19) é composto por 47 indivíduos entre 38 espécies, sendo a contribuição por vetores em segundo lugar. Pertence ao solo argiloso e ácido, onde contribuição por vetores de nitrogênio, potássio e hidrogênio é maior. A contribuição pelos fatores de clareira é baixa. Neste grupo encontra maior espécie de estrato em “árvore” (sub dossel) pela classificação.

**Tabela 20.** As espécies agrupadas no Grupo 2\*

Família	Gênero	Espécie	Estrato	Quantidade
Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>hebetatum</i> Daly	subdossel	4
Chrysobalanaceae	<i>Licania</i>	<i>octandra</i> (Hoffmanns.ex R.& S.)	subdossel/dossel	3
Sapotaceae	<i>Pouteria</i>	<i>reticulata</i> (Engl.)Eyma	dossel	3
Fabaceae	<i>Swartzia</i>	<i>cuspidata</i> Spruce ex Benth.	árvoreta	3

\*As espécies que têm três ou mais indivíduos neste grupo.

Grupo 2 é composto por 46 indivíduos entre 37 espécies, a contribuição por vetores é terceiro lugar. Este grupo possui o solo mais ácido, encontra-se maior quantidade de matéria orgânica, cálcio e fósforo. As espécies encontradas neste grupo podem ter estabelecido respondendo a oferta destes elementos com maior sensibilidade. O resultado de granulometria não responde este ponto, podendo estar em solo arenoso e argiloso. Neste grupo encontrou-se maior proporção de árvores pequenas, arvoretas entre todos os oito grupos (22%). Portanto, o tamanho da clareira não está contribuindo nesta posição. *Protium hebetatum* apresenta adaptabilidade de estabelecimento nestas condições de solo, independente do tamanho da clareira.



**Tabela 21.** As espécies agrupadas no Grupo 4\*

<b>Família</b>	<b>Gênero</b>	<b>Espécie</b>	<b>Estrato</b>	<b>quantidade</b>
Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>heptaphyllum</i> (Aubl.)March.	dossel	4
Caesalpiniaceae	<i>Peltogyne</i>	<i>paniculata</i> Benth	dossel	4
Myrtaceae	<i>Eugenia</i>	sp8	árvore pequena	3
Lauraceae	<i>Ocotea</i>	<i>aciphylla</i> (Nees) Mez	árvore	3
Violaceae	<i>Rinorea</i>	<i>guianenses</i> Aubl.	árvore	3
Sapotaceae	<i>Pouteria</i>	<i>campanulata</i> Baehni	dossel	3
Annonaceae	<i>Malmea</i>	<i>manausensis</i> Maas&Miralha	subdossel	3
Annonaceae	<i>Unonopsis</i>	<i>stipitata</i> Diels	árvore/ arboleta	3
Caesalpiniaceae	<i>Dialium</i>	<i>guianense</i> Steud.	árvore	3
Meliaceae	<i>Guarea</i>	sp1	árvore	3
Moraceae	<i>Naucleopsis</i>	<i>caloneura</i> (Huber)Ducke	árvore	3
Bombacaceae	<i>Scleronema</i>	<i>micranthum</i> Ducke	emergente	3
Mimosaceae	<i>Parkia</i>	<i>multijuga</i> Benth.	emergente	3
Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>apiculatum</i> Swartz	dossel	3

\*As espécies que têm ou mais indivíduos neste grupo.

Grupo 4 é composto por 76 indivíduos entre 48 espécies, contribuição por vetores está em quarto lugar. O solo é mais argiloso do que outros grupos, isto corresponde a maior proporção de espécie de dossel. *Protium hebetatum* apresenta maior adaptabilidade por uniformidade da sua distribuição. Este grupo é classificado pela maior contribuição de vetores por argila, silte, tamanho das clareiras, magnésio e manganês. Único grupo que está respondendo ao tamanho das clareiras, sendo oposto ao grupo 1. Portanto, encontra maior proporção de espécie de dossel. Estas espécies que correspondem à clareira seriam aquelas que possam ter diferença nos anéis de crescimento, podendo averiguar na parte posterior deste trabalho. As espécies de baixo estrato, como arvoretas e de sub-bosque possuem distribuição homogênea entre grupos, podendo não estar respondendo com a abertura de clareira.

Há espécies que toleram em diferentes condições edáficas, pertencendo aos diversos grupos divididos pela análise, como *Protium hebetatum*, *Scleronema micranthum*. Através do resultado, é possível estimar a tendência de estabelecimento dessas espécies que são capazes de adaptar à mancha, mosaica de condição edáfica. Ao mesmo tempo, essas espécies relativamente abundantes em número, não obstante, podem estar estabelecendo sem demonstrar tendência em cima de diferença de condição edáfica que é tolerável. O que significa que não há contribuição nos fatores observados, em termo de estabelecimento, além disso os fatores determinantes devem haver com outros fatores não observados no local.

Já para Lecythydaceae, *Eschweilera wachenheimii*, *E. carinata*, *E. tessimanii* resultaram a concentração em somente um agrupamento apenas, apesar de que o gênero *Eschweilera* é bastante abundante na região. Elas estabeleceram-se mais num grupo, onde o solo é mais arenoso, e não foram encontradas em outros grupos (Tab.18).

Isto significa que neste gênero há íntima relação com fatores observados, como textura do solo.

### 6.3.2. As espécies menos abundantes com fatores abióticos: clareira, solo

Outro grupo composto por espécies de  $\leq 2$  indivíduos compõem-se 372 indivíduos entre 301 espécies é comparado sua distribuição com fatores de clareira e do solo igualmente com análise anterior através do teste de multivariada ACP.

Para este grupo também, os dois eixos fatoriais predominantemente absorveram (57,72%) da inércia projetada. Representadas pelas condições edáficas, tamanho e distância à clareira por 21 variáveis. A primeira componente principal, de valor próprio  $c_1=8,3156$ , é a combinação linear das  $k=21$  variáveis, das matrizes de dados  $D_{372 \times 21}$ , que têm variância máxima,  $c_2=3,8050$ , equivale a percentagem dos eixos: (eixo 1=39,60%), (eixo 2=18,12%) levados em consideração na análise.

O resultado pela análise distingue contribuições sobre 21 variáveis ambientais, fatores de clareira e condição edáfica à distribuição de espécies menos abundantes ( $\leq 2$  indivíduos) de fase inicial ( $\leq 10$ cm) no redor das clareiras (Tab. 22).

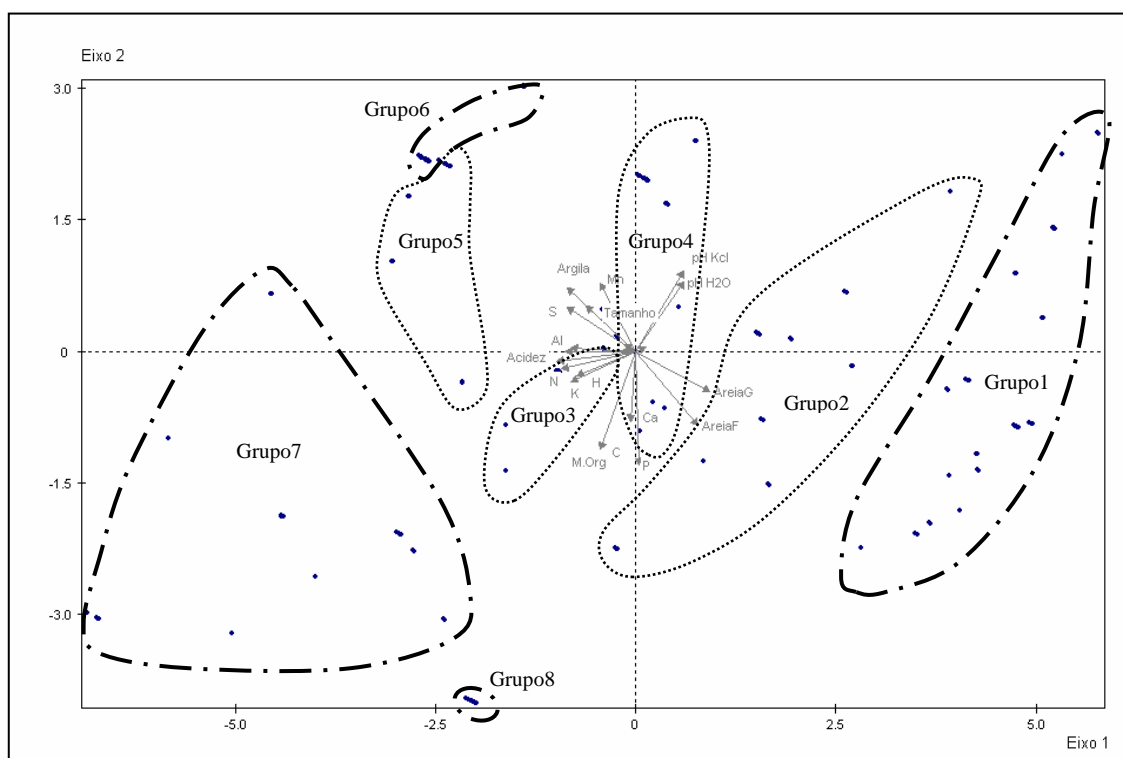
Portanto, a hipótese nula foi rejeitada, e estabelece;

$H_1$  = Há relação entre formação das clareiras e estabelecimento das espécies florestais, e ocorrência das espécies não é aleatória na proximidade das clareiras.

**Tabela 22. Coordenadas/ Correlações Variáveis-Fatores**

Variáveis	1	2	3	4	5
Distância (da clareira)	-0,13	0,04	0,37	0,42	-0,64
Tamanho da clareira	-0,60	0,33	-0,30	0,27	-0,25
Areia grossa	0,88	-0,29	0,20	0,02	-0,08
Areia fina	0,74	-0,54	-0,13	0,23	-0,11
Silt	-0,82	0,32	-0,70	0,22	0,04
Argila	-0,82	0,46	-0,01	-0,22	0,11
N	-0,89	-0,13	0,15	-0,27	-0,05
P	0,04	-0,84	-0,25	-0,01	-0,04
K	-0,76	-0,23	-0,08	0,21	-0,29
C	-0,42	-0,72	0,19	0,26	0,35
M.orgânica	-0,42	-0,72	0,19	0,26	0,35
Ca	-0,06	-0,52	0,00	-0,28	-0,21
Mg	-0,77	0,02	-0,02	0,37	-0,06
Fe	0,13	0,03	-0,86	-0,04	-0,06
Zn	-0,15	0,01	0,76	-0,23	-0,14
Mn	-0,42	0,50	0,19	0,45	0,34
pH-H <sub>2</sub> O	0,57	0,51	0,01	0,32	0,01
pH-kcl	0,58	0,59	0,06	-0,17	0,16
Acidez total	-0,94	-0,08	-0,08	-0,27	-0,03
Al	-0,84	0,00	0,01	-0,41	-0,08
H	-0,70	-0,18	-0,21	0,14	0,08

O primeiro componente apresenta 39,60%, o segundo, 18,12% de contribuição. A tabela de correlação está em Anexo-7b.



**Figura 26.** Representação das variáveis ativos no plano fatorial 1+2 das componentes principais O traço grosso com um ponto indica grupo que contribuem maior por dois eixos principais componentes. Tamanho: o tamanho das clareiras / M.Org.: Matéria orgânica

São apresentadas as variáveis que mais contribuíram em eixo 1º e 2º pelas coordenadas ou correlações das variáveis fatores. O perfil dos componentes e contribuição é semelhante na análise de espécies abundantes.

No primeiro componente os fatores abióticos mais contribuintes nos estabelecimentos das árvores juvenis na proximidade das clareiras são acidez total (-0,94), nitrogênio (-0,89), areia grossa (0,88), alumínio (-0,84), silte (-0,82), argila (-0,82), magnésio (-0,77), potássio (-0,76), areia fina (0,74), hidrogênio (-0,70) e tamanho da clareira (-0,60).

No segundo componente os fatores abióticos mais contribuintes são fósforo (-0,84) e carbono / matéria orgânica (-0,72).

Em seguida, a distribuição dos 581 indivíduos de árvores juvenis encontrados em função dos fatores abióticos nas clareiras foi classificada pela aplicação da análise de agrupamento, e foram divididos em oito grupos.

O valor importante em esclarecer a relação entre clareira e estabelecimento das árvores é distância do centro da clareira e tamanho das clareiras. Porém a distância teve a contribuição somente no quinto eixo (5,03% de contribuição total).

Os grupos classificados estão em ordem de maior valor próprio, maior contribuição de cada componentes baseados pela análise de agrupamento como feito na parte anterior para espécies abundantes.

**Tabela 23.** Os gêneros mais abundantes no Grupo 7.

<b>Família</b>	<b>Gênero</b>	<b>sp.</b>	<b>Estrato</b>
Sapotaceae	<i>Pouteria</i>	<i>ambelaniifolia</i> (sandwith)	dossel
Sapotaceae	<i>Pouteria</i>	<i>hispida</i> Eyma	árvore
Sapotaceae	<i>Pouteria</i>	<i>retinervis</i> T.D.Penn.	dossel
Mimosaceae	<i>Inga</i>	<i>alba</i> (Sw.)Willd.	dossel
Mimosaceae	<i>Inga</i>	<i>panurensis</i> Spruce ex Benth.	subdossel
Sterculiaceae	<i>Sterculia</i>	<i>pruriens</i> (Aubl.)K.Schum.	árvore
Sterculiaceae	<i>Sterculia</i>	sp1	árvore
Fabaceae	<i>Swartzia</i>	<i>schomburgkii</i> Benth.	árvore
Fabaceae	<i>Swartzia</i>	<i>ulei</i> Harms	dossel
Meliaceae	<i>Trichilia</i>	<i>pallida</i> SW.	árvore
Meliaceae	<i>Trichilia</i>	<i>pleeana</i> C.DC.	árvore

Grupo 7 é composto por 36 indivíduos de 36 espécies (Tab. 23).

Segundo a direção de vetores de variáveis, as espécies agrupadas localizam-se no solo mais ácido, e argiloso do que arenoso, e corresponde com maior teor de nitrogênio, potássio e alumínio no solo. O grupo contrastou do Grupo 1, pelo primeiro componente realçado por acidez e argila / areia (Tab. 22).

Os fatores do parâmetro de clareira, não houve contribuição ao grupo.

Neste ponto de equilíbrio entre areia e argila, encontra maior proporção de espécies de dossel. Como as espécies encontradas nesta análise ocorrem somente um indivíduo a cada espécie, foi dividido por gênero para classificar melhor. Somente cinco gêneros que foram encontrados mais de dois indivíduos, supondo que tenha preferência em termo de estabelecimento neste micro ambiente.

**Tabela 24.** Os gêneros mais abundantes no Grupo 1.

<b>Família</b>	<b>Gênero</b>	<b>sp.</b>	<b>Estrato</b>
Myrtaceae	<i>Eugenia</i>	<i>florida</i> DC.	dossel
Myrtaceae	<i>Eugenia</i>	sp10	árvore
Myrtaceae	<i>Eugenia</i>	sp16	árvore
Myrtaceae	<i>Eugenia</i>	sp6	árvore
Myrtaceae	<i>Eugenia</i>	sp9	árvore
Annonaceae	<i>Guatteria</i>	sp11	árvore
Annonaceae	<i>Guatteria</i>	sp12	árvore
Annonaceae	<i>Guatteria</i>	sp3	árvore
Annonaceae	<i>Guatteria</i>	sp5	árvore
Annonaceae	<i>Guatteria</i>	sp6	árvore
Lauraceae	<i>Ocotea</i>	<i>amazonica</i> (Meissn.)Mez	árvore pequena
Lauraceae	<i>Ocotea</i>	<i>argyrophylla</i> Ducke	árvore
Lauraceae	<i>Ocotea</i>	<i>cernua</i> (Nees)Mez	árvore
Lauraceae	<i>Ocotea</i>	<i>olivacea</i> A.C.Sm.	árvore pequena
Lauraceae	<i>Ocotea</i>	sp17	dossel
Annonaceae	<i>Duguetia</i>	sp1	árvore/sub-bosque
Annonaceae	<i>Duguetia</i>	sp2	árvore/sub-bosque
Annonaceae	<i>Duguetia</i>	<i>surinamensis</i> R.E.Fries.	árvore/sub-bosque
Annonaceae	<i>Duguetia</i>	<i>trunciflora</i> A.H.Gentry&Maas	árvore(~20m)
Lecythidaceae	<i>Eschweilera</i>	<i>laevicarpa</i> S.A.Mori	dossel
Lecythidaceae	<i>Eschweilera</i>	<i>pedicellata</i> (Rich.)S.A.Mori	sub-bosque
Lecythidaceae	<i>Eschweilera</i>	sp4	árvore
Lecythidaceae	<i>Eschweilera</i>	sp5	árvore
Caesalpiniaceae	<i>Sclerolobium</i>	<i>setiferum</i> Ducke	dossel
Caesalpiniaceae	<i>Sclerolobium</i>	sp11	árvore
Caesalpiniaceae	<i>Sclerolobium</i>	sp2	árvore
Mimosaceae	<i>Inga</i>	<i>leiocalycina</i> Benth.	árvore
Mimosaceae	<i>Inga</i>	<i>macrophylla</i> Humb.&Bonpl.	árvore
Mimosaceae	<i>Inga</i>	<i>thibaudiana</i> DC. ssp. <i>thibaudiana</i>	subdossel
Meliaceae	<i>Trichilia</i>	<i>micropetala</i> T.D.Penn.	árvore
Meliaceae	<i>Trichilia</i>	<i>pleeana</i> C.DC.	árvore
Meliaceae	<i>Trichilia</i>	sp4	árvore

Grupo 1 é composto por 82 indivíduos de 78 espécies. O grupo localiza no solo arenoso e menos ácido, e de menos nitrogênio, potássio, manganês e alumínio. Como oposto de direção de vetores de clareia, as espécies do grupo podem ocorrer

independentes da formação da clareira. Pelo resultado de composição entre classificação de estrato na floresta, consiste mais de árvore de subdossel. Os gêneros que ocorrem mais são árvores de baixo de dossel (Tab. 24).

**Tabela 25.** Os gêneros que encontraram mais no Grupo 8.

Família	Gênero	sp.	Estrato
Annonaceae	<i>Guatteria</i>	sp13	árvore
Annonaceae	<i>Guatteria</i>	sp2	árvore
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella</i>	<i>duckeii</i> Huber	árvore
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella</i>	<i>myrmecophila</i> Pilg.	árvore
Mimosaceae	<i>Inga</i>	<i>lateriflora</i> Miq.	subdossel
Mimosaceae	<i>Inga</i>	<i>macrophylla</i> Humb.&Bonpl.	Árvore

Grupo 8 é composto de 33 indivíduos em 32 espécies, e bem agrupadas em um ponto. Para este agrupamento tem maior contribuição por vetor de matéria orgânica, fósforo e cálcio. Também os vetores de pH são opostos, apresentando baixo pH. O tamanho das clareiras e granulometria não contribuem neste grupo. As espécies encontradas neste grupo devem ter preferência de matéria orgânica, fósforo e cálcio do que fatores de clareira, do tipo físico do solo, e acidez. Os gêneros agrupados são mais de baixo estrato (Tab. 25), apresentando maior proporção de árvores pequenas e de sub bosque, entre grupos distintos por principais eixos pela análise.

**Tabela 26.** Os gêneros mais abundantes no Grupo 6.

Família	Gênero	sp.	Estrato
Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>gallosum</i> Daly	subdossel
Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>pilosissimum</i> Engl.	árvoreta
Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>spruceanum</i> (Benth.)Engl.	dossel
Cecropiaceae	<i>Pourouma</i>	<i>cuspidata</i> Mildbr	árvore
Cecropiaceae	<i>Pourouma</i>	<i>ferruginea</i> Standl.	subbosque
Sapotaceae	<i>Pouteria</i>	<i>macrophylla</i> (Lam.)Eyma	dossel
Sapotaceae	<i>Pouteria</i>	<i>torta</i> (Mart.)Radlk.ssp. <i>glabra</i>	dossel
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea</i>	<i>guianensis</i> (Aubl.)Benth.	árvore
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea</i>	sp.D	árvore
Fabaceae	<i>Swartzia</i>	sp1	árvore

Grupo 6 é composto de 37 indivíduos entre 35 espécies. O maior fator ambiental que contribui com o grupo é argila. Ao mesmo tempo corresponde com tamanho das clareiras. Este grupo deve conter espécies comuns na floresta local, por ter maior relação com vetor de tamanho da clareira. O gênero *Protium*,

*Pourouma*, *Sloanea* são certamente abundantes conforme o resultado de inventário florístico (Tab. 26).

Aplicando resultado, em termo de crescimento nas clareiras, como tema central deste estudo, pode-se deduzir que as espécies agrupadas nestes resultados com maior contribuição por fator de clareira (tamanho das clareiras) tenham resposta melhor em seu crescimento individual. Os grupos das espécies que corresponderam a clareira é grupo 4 (Tab. 21) para grupos de indivíduos abundantes, no caso de espécies não abundantes é grupo 6 (Tab. 26).

Observa-se que existe agrupamento das espécies, por fatores de solo, principalmente resultado de granulometria, pela sua maior contribuição de vetores destes fatores. Para o grupo que há maiores contribuições de argila encontram espécies de alto estrato — árvore, dossel e emergentes, no caso de areia é contrário, ocupados espécies de baixo estrato.

O resultado, pode ser explicado pelo enraizamento das árvores. As quais suas copas ocupam no estrato alto, estabelecendo-se fortemente com solo argiloso (Marques *et al.*, 2004).

Os parâmetros que resultam maior contribuição foram características físicas do solo: textura de areia fina/ grossa/ argila, e acidez do solo. Estes fatores que possuem maior contribuição em determinar distribuição das espécies arbóreas, de pequenos portes (DAP < 10cm). Este fato conduz a importância de estabelecimento inicial por textura do solo, a ocorrência das clareiras ao redor pode beneficiar, mas não são fatores decisivos em estabelecimento. Considerando os parâmetros de clareira, ainda existe a consequência das clareiras, como aumento de umidade, temperatura do solo, não contribuição das clareiras (tamanho e distância) foi surpreendente, porém, esses fatores podem beneficiar o pós-estabelecimento.