

Dinâmica do ecótono floresta-campo no sul do estado do Amazonas no Holoceno, através de estudos isotópicos e fitossociológicos

Elaine VIDOTTO¹, Luiz Carlos Ruiz PESSENDA¹, Adauto de Souza RIBEIRO², Hermes Augusto de FREITAS¹, José Albertino BENDASSOLLI¹

RESUMO

Com o emprego dos isótopos do carbono (¹²C, ¹³C, ¹⁴C) da matéria orgânica do solo (MOS) e das plantas, é apresentado um estudo comparativo entre perfis orgânicos de solos formados em depressões de áreas cobertas por ecossistemas de campos e florestas ao sul do estado do Amazonas, visando o entendimento da dinâmica da paleovegetação. A dinâmica da vegetação atual na região foi avaliada utilizando-se estudos fitossociológicos e caracterizações botânica e isotópica ($\delta^{13}\text{C}$) das espécies de plantas presentes em duas bordas floresta-campo. Teores de carbono orgânico total foram superiores nas camadas superficiais no campo, quando comparados com a floresta. Dados de $\delta^{13}\text{C}$ associados à cronologia do ¹⁴C indicaram predomínio de plantas C₃ no início do Holoceno em ambos os ecótonos. Entre aproximadamente 7.000-3.000 anos AP verificou-se a influência crescente de plantas C₄, indicando regressão da floresta com possível presença de um clima mais seco. A partir de aproximadamente 3.000 anos AP os dados sugeriram expansão da floresta provavelmente relacionada ao retorno a um clima mais úmido. A presença de algumas espécies características da borda, como a *Sclerolobium paniculatum* e *Himatanthus sucuuba*, nos campos, sugere o atual avanço da floresta sobre os mesmos. Estas espécies estariam sendo as bioindicadoras desse avanço.

PALAVRAS-CHAVE

Isótopos do carbono, Dinâmica de vegetação, Holoceno, Fitossociologia, Amazônia.

Vegetation dynamics during the Holocene in a forest-savanna transition, Southern Amazon Basin, based on isotope and phytosociological studies

ABSTRACT

This paper presents a comparative study between organic soil horizons formed in depressions located at the forest/savanna boundary in the Southern Amazon Basin. The influence of the paleovegetation dynamics, based on carbon isotope (¹²C, ¹³C and ¹⁴C) data of soil organic matter (SOM) and plants was evaluated, as well as the present vegetation dynamics, inferred from the modern vegetation structure, composition and phytosociology. The uppermost soil horizon in savanna showed higher total carbon content than in forest. ¹³C and ¹⁴C data from soil samples indicated a predominance of C₃ plants in the early Holocene. About 7000 to 3000 ¹⁴C yr BP the influence of C₄ plants increased, indicating savanna expansion probably related to a drier climate in the region. Since approximately 3000 ¹⁴C yr BP, the carbon isotope data suggest the expansion of forest probably due to a wetter climate. The presence of typical boundary plant species (*Sclerolobium paniculatum* and *Himatanthus sucuuba*) in the savanna also suggested present forest expansion.

KEYWORDS

Carbon isotopes, Vegetation dynamics, Holocene, Phytosociology, Amazonia.

¹ Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Caixa Postal 96, 13416-000, Piracicaba/SP, Brasil. Telefone (19) 3429-4600, Fax (19) 3429-4610. e-mail: evidotto@cena.usp.br, pessenda@cena.usp.br, hfreitas@cena.usp.br, jab@cena.usp.br.

² Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Biologia, Rodovia Marechal Rondon, s/nº, 49100-000, São Cristóvão/SE, Brasil. (79) 212-6690. e-mail: adautosr@uol.com.br.

INTRODUÇÃO

Os períodos glaciais e interglaciais que se alternaram sobre as regiões do planeta durante o Quaternário causaram mudanças na temperatura e nível dos oceanos e variações nas quantidades de gelo nas calotas polares. Isso afetou o clima do planeta, principalmente com relação à variação da temperatura e da umidade (Latrubesse & Franzinelli, 1993). Períodos climáticos mais áridos teriam influenciado na extensão que a floresta amazônica ocupa atualmente (Sioli, 1985).

Estudos palinológicos (Absy & Van der Hammen, 1976; Absy, 1985; Sanford *et al.*, 1985; Ledru, 1992, 1993; Behling & Costa, 2000, 2001), geomorfológicos (Servant *et al.*, 1981), sedimentológicos (Suguio *et al.*, 1993; Turcq *et al.*, 1993; Sifeddine *et al.*, 1994, 2001, 2003) e isotópicos (Victoria *et al.*, 1995; Desjardins *et al.*, 1996; Pessenda *et al.*, 1996a,b,c e 1998a, 2001, 2004; Gouveia *et al.*, 1997, 1999, 2002; Freitas *et al.*, 2001) indicam a ocorrência de variações paleoclimáticas na Bacia Amazônica e em outras áreas do Brasil e da América do Sul, durante o Quaternário tardio. Paleoclimas mais secos que o atual, provavelmente, dominou algumas áreas da Bacia Amazônica, favorecendo a substituição da floresta tropical por vegetação do tipo campo.

Estudos indicam que os períodos secos que ocorreram na Bacia Amazônica central e em outras áreas da América do Sul durante o Holoceno, causando mudanças na vegetação da Amazônia, com expansão dos campos, ocorreram entre 8.000-4.000 anos A.P., 4.200-3.500 anos A.P., 2.700-2.000 anos A.P. e 700-400 anos A.P. (Absy *et al.*, 1991, Sifeddine *et al.*, 1994; Gouveia *et al.*, 1997; Pessenda *et al.*, 1998a, b, c; Freitas *et al.*, 2001). Santos *et al.* (2000) observaram a presença de fragmentos de carvão, em Manaus (AM) no período entre 130 e 2400 anos AP e associaram a presença de fogo a períodos secos na região.

Estudos palinológicos em sedimentos de lagos da Serra dos Carajás (PA) indicaram que em períodos do final do Pleistoceno houve o desaparecimento e o surgimento parcial da floresta. O aparecimento dos campos, indicativo de períodos mais secos, ocorreu provavelmente entre 60.000-40.000 anos AP, 23.000-11.000 anos AP e 7.500-3.500 anos AP (Sifeddine *et al.*, 1994). Nesta última fase observaram-se restos de vegetais carbonizados, indicando a ocorrência de incêndios frequentes na região (Turcq *et al.*, 1993, Cordeiro *et al.*, 1997, Elias *et al.*, 2001).

Alguns estudos indicam que, apesar da presença de paleoclimas secos, em algumas regiões da Amazônia não foi verificado que o campo tenha substituído a vegetação florestal (Valencia, 1993; Bush, 1994; Colinvaux *et al.*, 1996, 2000; Pessenda *et al.*, 1996a, 1998b; Haberle & Maslin, 1999; Behling *et al.*, 2001; Behling, 2001).

A composição isotópica do carbono (^{13}C , ^{12}C) da MOS fornece registros da ocorrência de espécies de plantas C_3 e/ou C_4 nas comunidades de plantas no passado, uma vez que os valores isotópicos não são modificados com o tempo de modo a causar sobreposição nos valores dos ciclos fotossintéticos (Cerling *et al.*, 1989). As plantas do tipo C_3 possuem valores isotópicos ($\delta^{13}\text{C}$) mais empobrecidos, entre -20,0‰ e -32,0‰, com uma média de -27,0‰, enquanto os valores de $\delta^{13}\text{C}$ das espécies C_4 são mais enriquecidos variando entre -9,0‰ e -17,0‰, com média de -13,0‰. Assim, plantas C_3 e C_4 possuem valores de $\delta^{13}\text{C}$ distintos que diferem de, aproximadamente, 14,0‰ entre si (Boutton, 1991).

A literatura indica que estudos de dinâmica floresta-campo no Brasil, utilizando os isótopos do carbono da MOS (matéria orgânica do solo) são bem recentes. Estudos em transecção floresta-campo da Amazônia realizados por Desjardins *et al.*, (1996) indicaram avanços da floresta no Holoceno médio/superior. Estudos desenvolvidos por Gouveia (1996), Pessenda *et al.*, (1996b, 1998a, 2001) e Freitas *et al.*, (2001) em uma transecção de 250 km entre as cidades de Porto Velho (RO) e Humaitá (AM), revelaram que durante o Holoceno inferior e médio/superior ocorreram vários períodos de mudanças de vegetação e provavelmente climáticas.

Os métodos convencionais para estudo da dinâmica da vegetação atual utilizam os parâmetros fitossociológicos para medir os estágios sucessionais das comunidades vegetacionais (Glenn-Lewis *et al.*, 1992), que estão relacionados aos padrões de distribuição, abundância e biomassa (área basal).

Ao sul do estado do Amazonas encontra-se uma região com vegetação de campos e matas abertas denominada de “Campos naturais de Humaitá-Pucari”, com uma área de 3418 km² entre os rios Madeira e Purus. Estes campos, com predomínio de vegetação de gramíneas, encontram-se em contato natural com as florestas da região. Em geral situam-se nos platôs, em depressões que inundam durante as chuvas e secam na estiagem, formando-se camadas orgânicas (tipo turfeiras) de 20 a 30 cm da superfície do solo. Em adição, de forma menos rotineira, depressões e horizontes orgânicos também são encontrados dentro das florestas em zonas de transição (ecótono) de vegetação. Este aspecto motivou um estudo comparativo entre os solos sob depressões localizadas na floresta e no campo, através da datação ^{14}C , composição isotópica ($\delta^{13}\text{C}$) e possíveis influências na dinâmica de (paleo) vegetação.

Pretendeu-se com este trabalho estudar a dinâmica da vegetação atual e passada na região sul da Amazônia, empregando-se técnicas fitossociológicas e os isótopos do carbono ($\delta^{13}\text{C}$, ^{14}C) da MOS, respectivamente, com inferências climáticas durante o Holoceno

ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado ao sul do estado do Amazonas, nos km 74 (8° 10' S; 63° 48' W) e km 83 (8° 10' S; 63° 46' W) ao longo da BR-319, entre as cidades de Porto Velho (RO) e Humaitá (AM) (Figura 1). Na região predomina o clima tropical chuvoso com uma pequena estação seca (tipo Ami), segundo a classificação de Köppen. A média anual de precipitação é de aproximadamente 2.500 mm e a temperatura média de 25°C. A precipitação máxima ocorre durante o verão (outubro-março) e o período seco ocorre de junho a agosto. A cobertura pedológica está desenvolvida sobre as rochas terciárias da Formação Solimões, constituída de sedimentos continentais areno-argilosos (Sampaio & Northfleet, 1973). Os solos dessa região possuem baixa fertilidade natural e são imperfeitamente drenados, apresentando excesso de água durante um período do ano, em geral, na época de maior precipitação pluviométrica (Brasil, 1978). A vegetação predominante é representada pela floresta tropical densa e/ou aberta (Brasil, 1978), ocorrendo vegetação do tipo campo intercalada por vegetação florestal. Os Campos de Humaitá fazem parte do complexo de vegetação de campos e matas abertas dos Campos Naturais de Humaitá-Puciari, localizados no sul do estado do Amazonas e norte de Rondônia. Esses campos ocupam uma área estimada em 3418 km², sendo que os Campos de Humaitá ocupam cerca de 18% do total. Nos campos predominam as gramíneas e as florestas circundantes são formadas por florestas mesófilas baixas, florestas perinifólias altas, palmeiras, castanhais e outras. A

partir de Porto Velho, sentido Humaitá, ao longo da BR 319, há presença de floresta até aproximadamente o km 74 da rodovia, onde surge o primeiro contato com a vegetação de campo natural, que se estende até o km 83. Os demais campos encontram-se localizados aproximadamente entre os km 132/133, 163/164, 168/169, 177/178 e 179/200, intercalados por floresta natural (Freitas *et al.*, 2001). Para simplificar a redação a floresta tropical densa e/ou aberta e os Campos de Humaitá serão chamados de floresta e campo, respectivamente.

MATERIAL E MÉTODOS

AMOSTRAGEM DO SOLO

Os locais de amostragem foram realizados em ecótonos de transição floresta-borda-campo. No km 74 da BR-319 (Figuras 2 e 3) as amostras de solos foram coletadas em uma trincheira de 1 m de profundidade (HO) localizada em uma depressão no campo, com um desnível altimétrico de 2 m em relação à floresta localizada no platô. Na floresta, a 100 m do ponto HO, foram feitas 12 tradagens em uma transecção de 30 m paralela à borda da floresta, onde as amostras coletadas foram identificadas pela simbologia HDF 1 a 12 e a 30 m de HDF 1 coletou-se amostras de uma trincheira de 2m de profundidade (THDF). No km 83 foram feitas três tradagens, distantes 50 m entre si, distribuídas numa seqüência floresta-borda-campo. As amostras foram identificadas pela simbologia HF, HB e HC, respectivamente.

Nas coletas em trincheiras foram obtidas amostras com cerca de 5 kg de solo a cada 10 cm, no sentido das profundidades maiores para as menores, acondicionadas em sacos plásticos e identificadas. Nas coletas por perfuração com trado, de origem holandesa, marca Eijkelpkamp, foram obtidas amostras até 250 cm de profundidade. Os solos foram classificados como Cambissolos.

Em laboratório as amostras de solo foram passadas em peneiras de malha grossa para o destorroamento e, durante o peneiramento, retiraram-se restos de raízes, vegetação, insetos, etc. Após secagem, as amostras foram passadas em peneiras de 2 mm para a análise granulométrica e de 0,2 mm para a análise isotópica e do carbono orgânico total. Para a análise do ¹⁴C foi extraída a fração humina do solo através de um tratamento ácido-alcalino-ácido (Pessenda *et al.*, 1996a).

As análises granulométricas foram efetuadas no Laboratório de Ciência do Solo da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/USP), através do método do densímetro (Kiehl, 1979) e os resultados foram expressos em porcentagem de argila. Foram analisados somente os solos coletados no km 74.

A determinação do carbono orgânico total (COT) e do

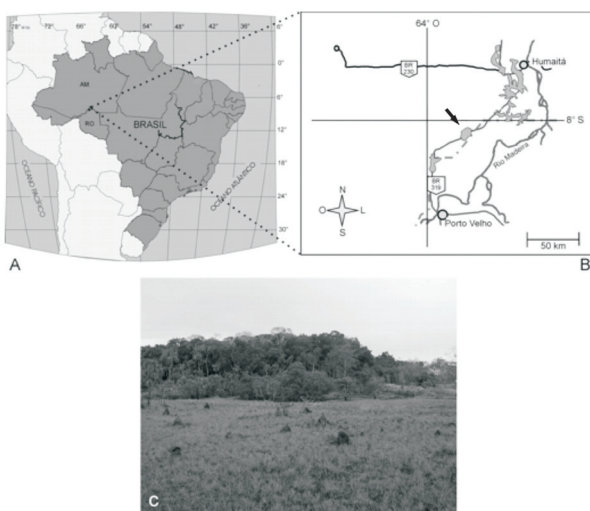


Figura 1 - (A) Mapa do Brasil com a localização da área de estudo (Humaitá, estado do Amazonas - AM e Porto Velho, estado de Rondônia - RO); (B) Localização dos "Campos Naturais de Humaitá" ao longo da BR-319. A seta indica os campos dos km 74 e 83, onde foram realizados os estudos; (C) Foto da transição floresta-campo no km 74.

$\delta^{13}\text{C}$ foi feita no Laboratório de Isótopos Estáveis - CENA/USP, em um espectrômetro de massa acoplado a um analisador elementar ANCA-SL, Europa Scientific. Os resultados de teor de carbono foram reportados como carbono orgânico total e expressos em porcentagem de peso seco. Os resultados da análise isotópica foram expressos em unidade de δ (‰), determinada em relação ao padrão internacional PDB e referem-se à média de duas determinações, com precisão de $\pm 0,2\text{‰}$.

As datações ^{14}C da fração humina foram feitas através da técnica AMS (Accelerator Mass Spectrometry) obtidas no Laboratório Isotrace, Universidade de Waterloo, Canadá. A idade ^{14}C é expressa em anos AP (antes do presente), normalizada a $-25,0\text{‰}$ (PDB), sendo presente o ano de 1950.

AMOSTRAGEM DA VEGETAÇÃO

Foram realizadas amostragens para três tipos de análise: (1) isotópica: coletaram-se amostras de plantas para a determinação do $\delta^{13}\text{C}$ foliar. As amostras foram lavadas com água destilada, secas em estufa a 50°C , moídas e encaminhadas

ao Laboratório de Isótopos Estáveis do CENA/USP; (2) florística: para caracterizar a composição das espécies das diferentes fisionomias (floresta, borda e campo). As espécies inventariadas foram coletadas e identificadas; (3) estrutural: para obtenção de parâmetros quantitativos que auxiliam na caracterização da vegetação.

A revisão das nomenclaturas dos táxons foi feita no compêndio das plantas vasculares de Ribeiro *et al.*, (1999); New York Botanical Garden, (2003) e Missouri Botanical Garden - W/3T, (2003).

Para a amostragem da vegetação arbórea utilizou-se o método Ponto Quadrante (Cottam & Curtis, 1956), na floresta e na borda. No km 74 foram demarcados 26 pontos na floresta e 10 pontos na borda e no km 83, 10 pontos na floresta e 10 pontos na borda. Foram inventariadas as árvores com circunferência na altura do peito (CAP) maior ou igual a 10 cm. Em cada quadrante foram anotadas quatro árvores mais próximas ao ponto, assim como, o seu vizinho mais próximo, totalizando oito árvores por quadrante. Foram tomadas as medidas da CAP e da altura das árvores.

Para a análise da estrutura da vegetação seguiram-se as recomendações de Brower *et al.*, (1998) e foram analisados os parâmetros densidade (D), área basal (G), densidade relativa (DR), frequência relativa (FR), dominância relativa (DoR) e índice de valor de importância (IVI).

Para o levantamento da composição florística da vegetação herbácea do campo utilizou-se o método Ponto Contato (Whitman & Siggeirsson, 1954). Foram demarcados quinze pontos no km 74 e dez pontos no km 83.

No campo do km 74 foram amostrados os indivíduos presentes em dezessete “aglomerados arbóreos” distantes cerca de 20 a 80 m da borda da floresta.

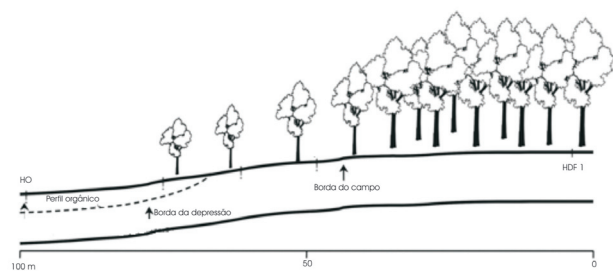


Figura 2 - Localização dos pontos de amostragem no km 74.

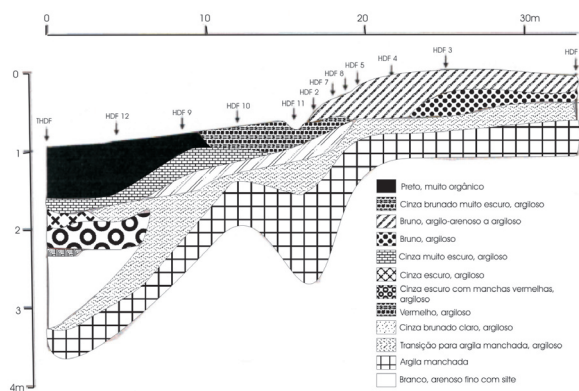


Figura 3 - Localização dos pontos de amostragem na floresta do km 74; transecção paralela à borda.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

TEORES DE ARGILA E CARBONO ORGÂNICO TOTAL DOS SOLOS

Os solos estudados apresentaram principalmente textura argilosa (35 a 59% de argila) e muito argilosa (60% de argila ou superior) (Figura 4).

No perfil HO o teor de argila variou entre 42 e 74%, sendo classificado como muito argiloso entre 10 e 40 cm e, 50 e 100 cm. As camadas 0-10 cm e 40-50 cm foram classificadas como argilosas (42% e 56%, respectivamente).

O solo THDF apresentou teores de argila variando entre 30 e 89%, sendo classificado como médio-argiloso na camada 0-10 cm e muito argiloso no intervalo entre 20 e 110 cm. Na camada 190-200 cm o solo foi classificado como argiloso (40%). Os solos HDF 1 e 2 apresentaram teores de argila entre 36 e 55% e foram classificados como argilosos. Os teores dos solos HDF 3, 4, 5, 9, 10 e 11 variaram entre 25 e 49%

e foram classificados como médio argilosos ou argilosos. O solo HDF 12 foi classificado como médio-argiloso e muito argiloso, com teores variando entre 26 e 62%.

Em geral, os solos HO e THDF apresentaram os maiores teores de argila, com exceção da camada 0-10 cm do solo THDF que apresentou teor de 30%. Entre as profundidades 60-70 cm e 100-110 cm do solo THDF foram observados os maiores teores, 81-89%. Condição similar foi observada por Rosolen (2000) na região.

No km 74 a concentração de carbono orgânico total decresceu da superfície para maiores profundidades em todos os solos analisados (Figura 4). No campo (HO) os primeiros 50cm apresentaram-se com elevado teor de carbono, sendo de 8,32% na camada 0-10cm e 3,07% na camada 40-50cm. Neste ponto, localizado à jusante de uma depressão, o alto teor de carbono pode estar relacionado com o fato desta depressão permanecer inundada durante o período das chuvas (aproximadamente 6 meses) fazendo com que haja uma maior preservação da matéria orgânica. Entre 50 e 100 cm os teores de carbono ficaram entre 1,65% e 0,49%.

Na floresta os solos que apresentaram maiores teores de carbono na camada 0-10cm foram HDF 12 (6,15%), HDF 9 (5,61%), THDF (5,75%) e HDF 10 (4,75%). Esses pontos localizam-se em depressões e o alto teor de carbono pode estar relacionado com o acúmulo e preservação da matéria orgânica em função do desnível altimétrico e inundação do local durante os períodos chuvosos. À medida que se afastou desses pontos, à montante, os teores diminuíram, ficando entre 1,02% (HDF 7) e 3,56% (HDF 1) na camada 0-10cm. Caracterizou-se para os solos um decréscimo do teor de carbono para maiores profundidades, que se apresentaram similares aos encontrados na mesma região (Pessenda *et al.*, 2001; Rosolen, 2000). Nas profundidades entre 50 e 100cm os teores de carbono variaram entre 4,39% (HDF 12) e 0,44% (HDF 11) aos 40-50 cm, e entre 0,17% (HDF 10) e 0,93% (HDF 12) aos 90-100cm. Entre 100 e 200cm os teores ficaram entre 0,03% e 1,27%.

A Figura 4 indica que os maiores teores de carbono orgânico total obtidos para os solos HO, THDF e HDF, desde a superfície até aproximadamente 100 cm, estiveram relacionados com os maiores teores de argila para os mesmos solos.

No km 83 também se observou decréscimo do teor de carbono da superfície para maiores profundidades (Figura 5). Nas camadas superficiais (0-10 cm) observou-se um valor de 1,65% na floresta, 2,62% na borda e 2,2% no campo. Neste local os solos da borda e do campo apresentaram maiores teores de carbono do que a floresta nas camadas superficiais.

A tendência de decréscimo do teor de carbono orgânico total da superfície para profundidades maiores também foi

observada nos solos desta e de outras regiões da Amazônia (Gouveia, 1996; Pessenda *et al.*, 1998a,b,c, 2001; Rosolen, 2000).

DATAÇÃO POR ^{14}C DA MOS

As datações por ^{14}C variaram entre 3.290 e 6.770 anos AP (Tabela 1). No solo localizado sob vegetação de campo (HO) no km 79 foram obtidas as datações de 3.730 anos AP \pm 100 na camada 40-50 cm e 6.770 anos AP \pm 60 na camada 90-100 cm. A datação de 3.730 anos AP foi concordante com a obtida por Pessenda *et al.*, (2001) em amostras de carvão coletadas, à mesma profundidade, neste local. Datações realizadas em horizonte orgânico, rico em matéria orgânica, da depressão, indicaram que a matéria orgânica foi moderna ($> 100\%$ em porcentagem de carbono moderno) para a amostra de superfície (0-10 cm) e de 1.650 anos AP para a amostra de 20-30 cm de profundidade (Pessenda *et al.*, 2001).

Nos solos sob vegetação de floresta (THDF) as datações indicaram o período entre 3.290 anos AP \pm 70 na camada 40-50 cm a 6.560 anos AP \pm 100 na camada 100-110 cm.

Os resultados para a camada 40-50 cm e a aproximadamente 100 cm de profundidade dos perfis HO e THDF foram contemporâneos, indicando que não houve diferença significativa no período de incorporação da matéria orgânica nas depressões no campo (HO) e na floresta (THDF).

Os resultados evidenciaram um crescimento regular na datação da fração humina da MOS com o aumento da profundidade dos solos. Resultados similares foram obtidos em outros locais da Bacia Amazônica e do Brasil, com valores de aproximadamente 5.000-6.000 anos AP para as camadas 90-100 cm e 10.000-12.000 anos AP a dois metros de profundidade (Pessenda *et al.*, 1996a,b, 1998a,b,c, 2004; Gouveia *et al.*, 1997, 1999, 2002; Freitas, 1999; Freitas *et al.*, 2001; Gouveia & Pessenda, 2000).

Tabela 1 - Datação ^{14}C , por AMS, da fração humina das amostras de solo.

Nº Laboratório	Profundidade (cm)	% Carbono Moderno	Idade ^{14}C (anos AP)
TO 10927	HO 40-50	62,89 \pm 0,82	3730 \pm 100
TO 10928	HO 90-100	43,05 \pm 0,32	6770 \pm 60
TO 11124	THDF 40-50	66,37 \pm 0,6	3290 \pm 70
TO 11125	THDF 100-110	44,17 \pm 0,53	6560 \pm 100

Datação ^{14}C , por AMS, da fração humina das amostras de solo.

ANÁLISE ISOTÓPICA ($\delta^{13}\text{C}$) DA MOS

KM 74

No solo localizado na depressão sob vegetação de campo (HO) o valor de $\delta^{13}\text{C}$ de $-22,0\text{‰}$ para a camada superficial (0-10 cm) indicou uma mistura de plantas C_3 e C_4 (Figura 4).

Tabela 2 - Valores de $\delta^{13}\text{C}$ das plantas coletadas na floresta, na borda e no campo do km 74.

Espécie	Família	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)		
		Floresta	Borda	Campo
<i>Heliconia psittacorum</i>	Heliconiaceae	-34,3		
<i>Hemicrepidospermum</i> sp	Burseraceae	-34,0		
<i>Ischnosiphon</i> sp	Marantaceae	-33,9		
<i>Mauritiella armata</i>	Arecaceae	-29,3		
<i>Oenocarpus bacaba</i>	Arecaceae	-31,4		
<i>Oenocarpus bataua</i>	Arecaceae	-31,3		
<i>Protium</i> sp	Burseraceae	-34,1		
<i>Socratea exorrhiza</i>	Arecaceae	-31,4		
<i>Alibertia edulis</i>	Rubiaceae		-30,6	
<i>Ananas ananassoides</i>	Bromeliaceae		-16,1	
<i>Annona</i> sp1	Annonaceae		-31,0	
<i>Byrsonima</i> sp1	Malpighiaceae		-27,8	
<i>Caraipa savannarum</i>	Clusiaceae		-28,8	
<i>Eugenia</i> sp	Myrtaceae		-33,1	
<i>Hibiscus furcellatus</i>	Malvaceae		-31,8	
<i>Himatanthus sucuuba</i>	Apocynaceae		-28,4	
<i>Licania</i> sp	Chrysobalanaceae		-30,2	
<i>Mabea subsessilis</i>	Euphorbiaceae		-29,2	
<i>Miconia tiliifolia</i>	Melastomataceae		-33,0	
<i>Monotagma</i> sp	Marantaceae		-29,6	
<i>Pouteria guianensis</i>	Sapotaceae		-31,4	
<i>Pouteria</i> sp	Sapotaceae		-30,5	
<i>Scleria aff reflexa</i>	Cyperaceae		-33,8	
<i>Selaginella fragilis</i>	Selaginellaceae		-32,0	
<i>Tibouchina aspera</i>	Melastomataceae		-33,5	
<i>Trema micrantha</i>	Ulmaceae		-31,6	
<i>Vismia guianensis</i>	Clusiaceae		-30,9	
<i>Xylopia aromatica</i>	Annonaceae		-31,0	
<i>Andropogon bicornis</i>	Poaceae			-13,1
<i>Andropogon leucostachyus</i>	Poaceae			-11,8
<i>Andropogon</i> sp	Poaceae			-11,7
<i>Andropogon</i> sp2	Poaceae			-12,6
<i>Aristida capillacea</i>	Poaceae			-26,7
<i>Cyperus</i> sp	Cyperaceae			-12,4
<i>Fimbristylis</i> sp	Cyperaceae			-12,7
<i>Kyllinga</i> sp	Cyperaceae			-11,8
<i>Panicum parvifolium</i>	Poaceae			-28,8
<i>Panicum</i> sp1	Poaceae			-26,9
<i>Panicum</i> sp2	Poaceae			-28,3
<i>Panicum</i> sp3	Poaceae			-28,0
<i>Paspalum</i> sp1	Poaceae			-12,7
<i>Rhynchospora</i> sp	Cyperaceae			-28,5

Foram encontradas, neste local, cinco espécies de gramíneas C_3 , quatro pertencentes ao gênero *Panicum* com $\delta^{13}\text{C}$ de aproximadamente -28,0‰ e a *Aristida capillacea* Lam. com $\delta^{13}\text{C}$ de -26,7‰, juntamente com outras cinco espécies de

gramíneas C_4 , que possuem valores de $\delta^{13}\text{C}$ mais enriquecidos, entre -11,7‰ e -13,1‰ (Tabela 2).

Entre as camadas 10 e 100 cm observou-se um enriquecimento isotópico, onde os valores de $\delta^{13}\text{C}$ ficaram entre -20,3‰ e -19,6‰, indicando influência de plantas C_4 entre 6770 anos A.P. até, pelo menos, 1650 anos A.P. Pessenda *et al.* (2001) observaram que houve uma significativa mudança de vegetação nesta área durante o Holoceno, onde foram observados valores similares de $\delta^{13}\text{C}$, entre -14,0‰ e -19,0‰, no intervalo entre 30 a 130 cm, indicando uma possível regressão da floresta, no local com predomínio de plantas C_4 . Datações de amostras de fragmentos de carvão a uma profundidade de 50 cm indicaram período entre 3.800-4.700 anos AP, concordante com a datação da fração humina encontrada neste trabalho, para a mesma profundidade. Com base nos dados de $\delta^{13}\text{C}$ de aproximadamente -26,0‰ na profundidade de 200 cm, obtida por Pessenda *et al.* (2001) em solos desta área e cerca de 20 datações ^{14}C deste e outros trabalhos na região (Gouveia *et al.*, 1997; Pessenda *et al.*, 1998a; 1998b; 1998c; Freitas *et al.*, 2001) verificou-se que no período de 10.000-12.000 anos AP a área foi coberta por vegetação C_3 , provavelmente floresta. Aproximadamente entre 7.000 e 4.000 anos AP, os dados mostraram influência de plantas C_4 , indicando uma regressão da floresta associada a um provável clima mais seco que o atual. As datações ^{14}C indicaram que a matéria orgânica, originada de plantas C_3 e C_4 , vem sendo incorporada, pelo menos, nos últimos 7.000 anos nesta depressão (vidotto, 2003). Esses dados são similares aos encontrados por Pessenda *et al.* (2001) na região.

Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ do solo THDF, localizado numa depressão na floresta, apresentaram-se característicos de plantas C_3 em todo o perfil (Figura 4). O valor -26,0‰ observado na camada 0-10 cm foi característico da atual cobertura vegetal (floresta). No intervalo entre 40 e 200 cm os valores ficaram entre -22,9‰ e -24,7‰ e na profundidade 240-250 cm foi encontrado valor de -25,0‰, enriquecimento em ^{13}C que não indica mudança de vegetação de plantas C_3 para C_4 . Os resultados da datação ^{14}C da camada 40-50 cm e 100-110 cm indicaram o período de 3.290 anos AP \pm 70 e 6.560 anos AP \pm 100, respectivamente. Provavelmente neste intervalo entre 6.500 e 3.300 anos AP ocorreu no local uma vegetação arbórea menos densa do que a atual, ou uma mistura de plantas C_3 e C_4 , com possível predomínio das primeiras, não indicando troca significativa de vegetação. Por este ponto estar localizado no centro de uma depressão, pode-se considerar a probabilidade de uma significativa entrada de matéria orgânica de origem C_3 , transportada de áreas mais altas e preservadas na depressão. É possível, também, que uma vegetação específica de condições hidromórficas, por exemplo, gramíneas do tipo C_3 , tenham permanecido na depressão desde o início até o fim do período seco, que corresponde à regressão florestal.

Nos demais pontos da transecção, HDF 1 a 12, que estão em locais mais elevados, pode-se observar variações isotópicas, com provável troca de vegetação ao longo do perfil (Figura 4). Todos os valores de $\delta^{13}\text{C}$ nas camadas superficiais (5-20 cm) foram característicos da vegetação de cobertura (floresta), entre -24,4‰ (HDF 1) e -28,8‰ (HDF 2). A partir de 20cm se observa um enriquecimento isotópico até a camada 100cm, atingindo valores típicos de MOS com influência de plantas C_4 (cerca de -18,8‰), provavelmente presentes em períodos passados, indicando a regressão da floresta e expansão do campo, devido à possível presença de um clima mais seco que o atual, que atingiu o sul do estado do Amazonas, há cerca de 7.000 anos AP (Gouveia *et al.*, 1997; Freitas *et al.*, 2001). Os solos que apresentaram enriquecimento mais significativo foram HDF1, 7, 8 e 9 (-18,8‰, -19,4‰, -21,2‰ e -21,8‰, respectivamente) na camada 40-50cm; HDF 9 (-21,8‰) na camada 80-90cm; HDF 1, 10 e 12 (-22,8‰, -20,9‰ e -21,2‰, respectivamente) na camada 90-100cm. Com exceção dos pontos HDF 9 e 12, os demais onde foi observado maior enriquecimento isotópico estavam localizados à montante da depressão. A partir de 110 cm até as camadas mais profundas os valores de $\delta^{13}\text{C}$ apresentaram-se mais empobrecidos isotopicamente, ficando entre -24,1‰ e -25,9‰, caracterizando maior influência de plantas C_3 .

Com base nos resultados isotópicos ($\delta^{13}\text{C}$) e nas datações ^{14}C , aproximadamente desde o Pleistoceno superior até o Holoceno inferior, uma vegetação arbórea predominou no km 74. Posteriormente, desde aproximadamente 7.000 anos AP até cerca de 3.000 anos AP, houve expansão do campo, talvez relacionado com a presença de um clima seco. De 3.000 anos AP até o presente os dados isotópicos indicaram um empobrecimento do ^{13}C do solo, que foram interpretados como uma expansão da floresta sobre o campo, devido ao retorno a um clima úmido e provavelmente similar ao atual (Vidotto, 2003).

Gouveia *et al.* (1997), Pessenda *et al.* (1998a, 1998c, 2001) e Freitas *et al.* (2001), empregando isótopos do carbono do solo em uma transecção de 250 km em um ecótono floresta-campo na região de Humaitá verificaram que no período de 17.000 a 9.000 anos AP uma vegetação predominantemente florestal recobria toda a paisagem. A partir de aproximadamente 9.000-8.000 anos AP até aproximadamente 3.000 anos AP, vários locais da transecção foram substituídos por vegetação de campo (gramíneas C_4), provavelmente devido à presença de clima seco. Desde aproximadamente 3.000 anos AP até o presente os dados isotópicos indicaram predomínio de plantas C_3 , que foram relacionadas com o retorno a um clima úmido e expansão da floresta, como observado atualmente. Aspectos similares para os mesmos períodos foram observados nos estados de Rondônia (Pessenda *et al.*, 1998d), Roraima (Desjardins *et al.*, 1996) e Pará (Sifeddine *et al.*, 1994).

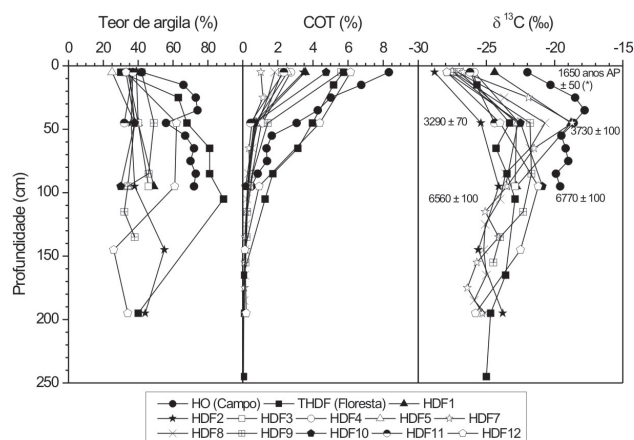


Figura 4 - Teor de argila, COT, $\delta^{13}\text{C}$ e datação ^{14}C em relação à profundidade dos solos localizados no km 74. (*) Datação obtida por Pessenda *et al.*, 2001, na camada 20-30 cm.

KM 83

No solo HF (floresta) o valor de $\delta^{13}\text{C}$ de -25,3‰, na camada 0-10 cm, foi característico da vegetação florestal de cobertura (Figura 5). A partir de 10cm até 80 cm observou-se um enriquecimento isotópico (-21,6‰ a -17,7‰), caracterizando influência de plantas C_4 . Com base nas datações ^{14}C obtidas por Freitas *et al.* (2001) para perfis de solo em áreas de florestas da região, estima-se que entre aproximadamente 9.000 e 3.000 anos AP a área atualmente coberta por vegetação de floresta (plantas do tipo C_3) esteve ocupada, predominantemente, por gramíneas do tipo C_4 . Entre as camadas 90-100 cm (-21,1‰) e 120-130 cm (-23,1‰) observaram-se valores de $\delta^{13}\text{C}$ mais empobrecidos, característicos de uma provável mistura de plantas C_3 e C_4 , com predomínio das primeiras.

Na borda entre floresta e campo (HB) o valor do $\delta^{13}\text{C}$ na camada superficial foi -25,9‰ (Figura 5). Entre as camadas 40-50cm e 60-70cm houve um empobrecimento isotópico de 7‰, em relação a camada imediatamente acima, onde se observou um valor de $\delta^{13}\text{C}$ de -23,8‰, provavelmente relacionado a material orgânico proveniente de camadas superficiais devido a efeito de pedoturbação (Boulet *et al.*, 1995). Observa-se neste intervalo um teor de carbono bem mais elevado (1,05%) que nas camadas imediatamente superior e inferior. A partir da camada 60-70 cm até as mais profundas, os valores entre -20,2‰ a -24,6‰ indicaram uma mistura de plantas C_3 e C_4 , com provável predomínio das primeiras.

No campo (HC) o valor de $\delta^{13}\text{C}$ da MOS na camada superficial (0-10 cm) -13,4‰ caracterizou a vegetação de cobertura predominante na área, ou seja, gramíneas do tipo C_4 (Figura 5). A partir da camada 60-70 cm até as camadas mais

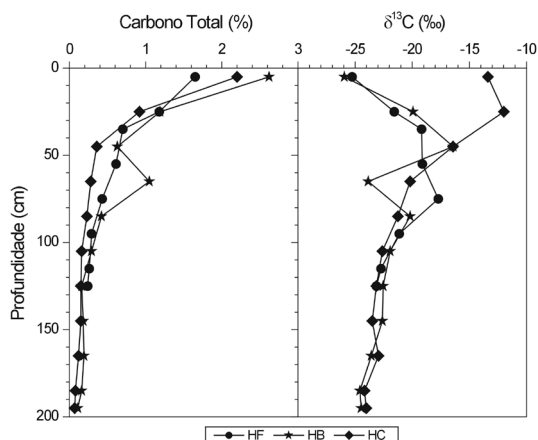


Figura 5 - Teor de carbono orgânico total e $\delta^{13}\text{C}$ em relação à profundidade dos solos localizados no km 83.

profundas observou-se um empobrecimento isotópico, com valores de $-24,0\text{‰}$ na camada 190-200 cm. Essa tendência de empobrecimento isotópico com a profundidade está associada à predominância de vegetação do tipo C_3 em períodos passados. Mudança similar de vegetação foi observada por Freitas *et al.*, (2001) na mesma região no km 82.

ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E ESTRUTURAL DA VEGETAÇÃO E PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS

COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E ESTRUTURAL

No km 74 registraram-se a ocorrência de 131 espécies e 94 gêneros distribuídos em 40 famílias (Tabela 3). As famílias predominantes em número de espécies foram: Fabaceae (12 espécies), Arecaceae (11), Poaceae (9), Annonaceae (7), Melastomataceae (6), Cyperaceae (6) e Vochysiaceae (6). A forma de vida caracterizou-se pela presença de 93 espécies arbóreas, 21 espécies de ervas, 12 arbustivas, 3 lianas e 2 epífitas.

Na floresta as espécies predominantes no estrato arbóreo foram: *Euterpe precatoria* (18 indivíduos), *Vismia guianensis* (17), *Orbignya speciosa* (11), *Oenocarpus bacaba* (10) e *Mabea subsessilis* (9). Estas espécies não foram encontradas no levantamento efetuado na borda do ecótono. A densidade arbórea foi estimada em 930 ind/ha e a área basal em 19,2 m²/ha. Os valores médios obtidos para os parâmetros altura da copa, CAP e distância média entre as árvores foram de 14,83 \pm 6,48 m (\pm 1 desvio padrão), 65 \pm 43 cm e 3,31 \pm 1,68 m, respectivamente.

Na borda as espécies predominantes foram: *Sclerolobium paniculatum* (9), *Himatanthus sucuuba* (7) e *Mabea caudata* (5). A densidade arbórea foi estimada em 1260 ind/ha e a área basal em 11,3 m²/ha. A altura média das árvores foi de

10,36 \pm 2,72m, CAP médio de 53 \pm 27 cm e distância média de 2,82 \pm 1,25 m.

No levantamento efetuado nos dezessete “aglomerados arbóreos” localizados no campo as espécies que apresentaram maior número de indivíduos foram: *Himatanthus sucuuba* (37), *Sclerolobium paniculatum* (31) e *Caraipa savannarum* (25). As médias das alturas das árvores e da CAP foram de 10,12 \pm 6,17 m e 47,82 \pm 19,19 cm, respectivamente. A densidade foi estimada em 430 ind/ha e a área basal em 9,2 m²/ha.

No campo o estrato herbáceo foi caracterizado pela presença de gramíneas e ciperáceas, onde predominaram as gramíneas dos gêneros *Andropogon* (43%) e *Paspalum* (34%).

Os resultados de $\delta^{13}\text{C}$ das espécies arbóreas da floresta apresentaram valores entre $-29,3\text{‰}$ e $-34,1\text{‰}$ (Tabela 2), que foram concordantes com os valores $\delta^{13}\text{C}$ encontrados nas camadas superficiais dos solos amostrados sob vegetação de floresta (Figura 4). Na borda, 90% das espécies analisadas apresentaram $\delta^{13}\text{C}$ entre $-27,8\text{‰}$ e $-33,8\text{‰}$, característicos de vegetação C_3 e 10% entre $-13,2\text{‰}$ e $-16,1\text{‰}$, característicos de vegetação C_4 (Tabela 2). No campo a maioria das gramíneas apresentou valor de $\delta^{13}\text{C}$ característico de vegetação C_4 , entre $-12,8\text{‰}$ e $-13,5\text{‰}$, com exceção das gramíneas do gênero *Panicum* (aproximadamente $-28,0\text{‰}$) e *Aristida capillacea* ($-26,7\text{‰}$) (Tabela 2). Tal mistura de plantas C_3 e C_4 pode reforçar a interpretação do resultado de $-22,0\text{‰}$ encontrado na camada superficial do solo localizado no campo do km 74 (Figura 4).

Tabela 3 - Lista das espécies ocorrentes no ecótono natural de transição floresta-campo no sul do estado do Amazonas. Formas de vida: A - arbóreo; Arb - arbustivo; Hb - herbáceo; L - liana; E - erva; Ep - epífitas. Ocorrência: F - floresta; B - borda; C - campo; - ausente.

Família	Formas de vida	Ocorrência km 74	Ocorrência km 83
Gênero e espécie			
Anacardiaceae			
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	A	F, B, C	-
Annonaceae			
<i>Annona</i> sp1	A	F, B, C	F, B
<i>Annona</i> sp2	A	F	-
<i>Annona</i> sp 3	A	F	-
<i>Annona</i> sp 4	A	B	B
<i>Annona</i> sp 5	A	F, B	F
<i>Annona</i> sp 6	A	-	B
<i>Annona</i> sp7	A	-	B
<i>Guatteria</i> sp	A	C	-
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	A	B	B, C
Apocynaceae			
<i>Couma guianensis</i> Aubl.	A	B	-
<i>Geissospermum</i> aff. <i>urceolatum</i> A.H. Gentry	A	F, B	F

<i>Himatanthus sucuuba</i> (Spruce ex Müll. Arg.) Woodson	A	F, B, C	B, C
Araceae			
<i>Philodendron</i> sp	Ep	F	F
Araliaceae			
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerl. & Frodin	A	F, C	B
Areaceae			
<i>Allagoptera caudescens</i> (Mart.) Kuntze		F	F
<i>Astrocaryum acaule</i> Mart.	A	F, B	F, B
<i>Desmoncus polyacanthos</i> Mart.		-	B
<i>Euterpe precatória</i> Mart.	Arb	F, B	F, B
<i>Geonoma multiflora</i> Mart.	Arb	F	F
<i>Lepidocaryum tenue</i> Mart.		-	F
<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	A	F	-
<i>Mauritiella armata</i> (Mart.) Burret	A	F, B	C
<i>Oenocarpus bacaba</i> Mart.	A	F, B	F, B
<i>Oenocarpus bataua</i> Mart.	A	F, B	F
<i>Oenocarpus minor</i> Mart.	A	F	F
<i>Orbignya speciosa</i> (Mart.) Barb. Rodr.	A	F, B	F, B
<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H. Wendl.	A	F	B
Asteraceae			
<i>Eupatorium</i> sp	E	C	C
<i>Piptocarpha</i> sp	A	-	C
<i>Vernonia herbacea</i> (Vell.) Rusby	E	C	-
Bignoniaceae			
<i>Jacaranda</i> sp 1	A	F	-
<i>Jacaranda</i> sp 2	A	F	F
<i>Pleonotoma jasminifolia</i> (Kunth) Miers	L	-	F
Bombacaceae			
<i>Eriotheca</i> sp	A	-	C
Bromeliaceae			
<i>Ananas ananassoides</i> (Baker) L.B. Smith	Hb	B	-
<i>Bromelia</i> spn		-	F, B
<i>Bromelia</i> sp 2		-	F
Burseraceae			
<i>Bursera</i> sp	A	F	-
<i>Hemicrepidospermum</i> sp	A	F	-
<i>Protium paniculatum</i> Engl.	A	F, B	F, B
<i>Protium</i> sp1	A	F	-
<i>Protium</i> sp2	A	F	-
Celastraceae			
<i>Goupia glabra</i> Aubl.	A	F, B, C	F
Chrysobalanaceae			
<i>Couepia</i> sp	A	B, C	-
<i>Licania</i> sp1	A	B, C	B, C
<i>Licania</i> sp2	A	-	B
<i>Licania</i> sp3	A	-	B
<i>Licania</i> sp4	A	-	F
Clusiaceae			
<i>Caraipa savannarum</i> Kubitzki	A	F, B, C	B, C
<i>Vismia cayennensis</i> (Jacq.) Pers.	A	B	-

<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Pers.	A	F, B, C	B, C
<i>Vismia latifolia</i> (Aubl.) Choisy	A	C	B
<i>Vismia</i> sp	A	C	-
Cyperaceae			
<i>Bulbostylis</i> sp	E	C	C
<i>Cyperus</i> sp	E	C	C
<i>Fimbristylis</i> sp	E	C	C
<i>Kyllinga</i> sp	E	C	C
<i>Rhynchospora</i> sp	E	C	C
<i>Scleria aff reflexa</i> Kunth	Hb	B, C	F, B
<i>Scleria</i> sp1	Hb	-	F, C
<i>Scleria</i> sp2	Hb	-	F
Dilleniaceae			
<i>Curatella americana</i> L.	A	C	C
<i>Davilla rugosa</i> Poir	L	B	F, B
<i>Davilla</i> sp	L	-	B
Euphorbiaceae			
<i>Euphorbia</i> sp	L	B, C	-
<i>Hevea brasiliensis</i> Müll. Arg.	A	F, B	B
<i>Hevea</i> sp	A	-	B
<i>Jatropha phyllacantha</i> Muell. Arg.	A	C	-
<i>Mabea caudata</i> Pax & K. Hoffm	A	B, C	B
<i>Mabea subsessilis</i> Pax & K. Hoffm	A	F, B, C	F, B, C
Fabaceae			
<i>Alexa grandiflora</i> Ducke	A	-	F, B
<i>Andira</i> sp	A	B, C	C
<i>Bauhinia guianensis</i> Aubl.	A	F, B	F
<i>Bauhinia</i> sp	A	C	F
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth		C	C
<i>Dinizia excelsa</i> Ducke	A	-	F, B
<i>Dioclea cf huberi</i> Ducke	L	C	C
<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd	A	F, B	-
<i>Hymenaea</i> sp	A	F	-
<i>Inga</i> sp	A	F, B, C	F
<i>Mimosa</i> sp	A	F	-
<i>Ormosia</i> sp	A	F	-
<i>Parkia cf nitida</i> Miq.	A	-	F, B
<i>Parkia</i> sp	A	-	F
<i>Sclerolobium paniculatum</i> Vogel	A	B, C	B, C
<i>Tachigali myrmecophilla</i> (Ducke) Ducke	A	F, B	F
Flacourtiaceae			
<i>Casearia grandiflora</i> Cambess.	A	B, C	B
<i>Casearia</i> sp	A	B	B
Heliconiaceae			
<i>Heliconia psittacorum</i> L.f.	Hb	F	F, B, C
<i>Heliconia</i> sp	Hb	-	B
Lauraceae			
<i>Aniba</i> sp1	A	F, B	F, B
<i>Aniba</i> sp2	A	F, B	-
<i>Nectandra cuspidata</i> Nees & Mart.	A	F	F
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	A	F	-
<i>Ocotea</i> sp1	A	F, B	F
Lecythydaceae			

<i>Eschweilera</i> sp	A	F, C	-
Linaceae			
<i>Ochthocosmus</i> cf <i>barrae</i> Hallier f.	A	C	B, C
Lythraceae			
<i>Cuphea</i> sp	Hb	C	-
<i>Physocalymma</i> <i>scaberrimum</i> Pohl	A	B, C	C
Malpighiaceae			
<i>Banisteriopsis</i> sp	A	C	-
<i>Byrsonima</i> sp1	A	C	B, C
<i>Byrsonima</i> sp2	A	C	-
<i>Byrsonima</i> <i>coccolobaefolia</i> Kunth	Arb	-	C
<i>Byrsonima</i> cf <i>verbascifolia</i> (L.) DC.	A	B	-
Malvaceae			
<i>Hibiscus</i> <i>furcellatus</i> Desr.	A	B, C	-
Marantaceae			
<i>Ischnosiphon</i> sp	Hb	-	F, B
<i>Monotagma</i> sp	Hb	F, B	B
Melastomataceae			
<i>Bellucia</i> <i>grossularioides</i> (L.) Triana	A	F, B, C	F, B
<i>Miconia</i> <i>tiliifolia</i> Naudin	A	B	F
<i>Miconia</i> sp	A	C	F, B, C
<i>Miconia</i> sp2	A	-	F, B
<i>Miconia</i> sp3	A	C	F, B
<i>Miconia</i> sp4	A	-	B
<i>Tibouchina</i> <i>aspera</i> Aubl.	Arb	F, B	F
<i>Tibouchina</i> sp	A	C	-
<i>Tococa</i> <i>guianensis</i> Aubl.	-	-	F
Monimiaceae			
<i>Siparuna</i> <i>guianensis</i> Aubl.	Arb	F, B, C	F, B
<i>Siparuna</i> sp	A	C	-
Moraceae			
<i>Naucleopsis</i> <i>caloneura</i> (Huber) Ducke	A	F, B	-
Myristicaceae			
<i>Iryanthera</i> sp	A	F, C	F
<i>Viola</i> <i>sebifera</i> Aubl.	A	F, C	B
<i>Viola</i> <i>surinamensis</i> (Rol ex Rottb.) Warb.	A	F, B	-
<i>Viola</i> sp	A	C	C
<i>Viola</i> sp2	A	C	-
Myrtaceae			
<i>Eugenia</i> sp1	A	F, B, C	F, B, C
<i>Eugenia</i> sp2	A	B, C	B, C
<i>Eugenia</i> sp3	A	-	F, B
<i>Myrcia</i> sp	A	B, C	-
Oleaceae			
<i>Minquartia</i> <i>guianensis</i> Aubl.	A	-	B
Piperaceae			
<i>Piper</i> sp 1	Arb	F	F, B
<i>Piper</i> sp 2	Arb	F	F
<i>Piper</i> sp 3	Arb	F	-
<i>Piper</i> sp 4	Arb	F	-
<i>Piper</i> sp 5	Arb	F	-
Poaceae			
<i>Andropogon</i> <i>bicornis</i> L.	E	C	-

<i>Andropogon</i> <i>lanatus</i> R. Br.	E	C	C
<i>Andropogon</i> <i>leucostachyus</i> Kunth	E	B, C	C
<i>Andropogon</i> sp	E	-	C
<i>Aristida</i> <i>capillacea</i> Lam.	E	C	-
<i>Axonopus</i> <i>aureus</i> P. Beauv	E	C	C
<i>Lasiacis</i> cf <i>ligulata</i> Hitch & Chase	E	F, B	F, B
<i>Panicum</i> <i>parvifolium</i> Lam.	E	C	C
<i>Paspalum</i> sp1	E	C	C
<i>Paspalum</i> sp2	E	C	C
Rubiaceae			
<i>Alibertia</i> <i>edulis</i> (Rich.) A. Rich. ex DC.	A	B, C	B, C
<i>Alibertia</i> sp	A	-	F, B
<i>Chomelia</i> sp	-	-	F
<i>Palicourea</i> sp	-	C	B
<i>Psychotria</i> sp	-	B	F, B
Sapotaceae			
<i>Pouteria</i> <i>guianensis</i> Aubl.	A	B, C	-
<i>Pouteria</i> sp1	A	F, B, C	F, B, C
<i>Pouteria</i> sp2	A	-	F, B
Selaginellaceae			
<i>Selaginella</i> <i>fragilis</i> A. Braun	Hb	B	B
Smilacaceae			
<i>Smilax</i> sp	-	-	B
Solanaceae			
<i>Solanum</i> sp	-	C	-
Strelitziaceae			
<i>Phenakospermum</i> <i>guianensis</i> Aubl.	A	F, B	F, B
Ulmaceae			
<i>Trema</i> <i>micrantha</i> (L.) Blume	A	B, C	F, B
Vochysiaceae			
<i>Qualea</i> <i>grandiflora</i> Mart.	A	C	C
<i>Qualea</i> <i>parviflora</i> Mart.	A	C	C
<i>Qualea</i> sp	A	C	C
<i>Salvertia</i> <i>convallariodora</i> A. St. -Hil.	A	C	-
<i>Vochysia</i> <i>bracteata</i>	A	-	C
<i>Vochysia</i> <i>haenkeana</i> Mart.	A	C	B, C
<i>Vochysia</i> sp	A	B, C	-
Nº de Famílias		40	38
Nº de Gêneros		94	82
Nº de Espécies		131	120

No km 83 registrou-se a ocorrência de 120 espécies e 82 gêneros distribuídos em 38 famílias (Tabela 3). As famílias predominantes em números de espécies foram: Fabaceae (12 espécies), Arecaceae (12), Poaceae (8), Melastomataceae (8), Cyperaceae (8), Annonaceae (6) e Vochysiaceae (5). A forma de vida caracterizou-se pela presença de 77 espécies arbóreas, 23 espécies de ervas, 12 arbustivas, 4 lianas e 3 epífitas.

Na floresta as espécies predominantes no estrato arbóreo foram: *Orbignya speciosa* (24 indivíduos), *Goupia glabra* (13) e *Astrocaryum acaule* (5). A densidade arbórea foi estimada em 430 ind/ha e a área basal em 30,7 m²/ha. Os valores médios

obtidos para os parâmetros altura da copa, CAP e distância entre as árvores foram de $16,33 \pm 4,18$ m, 89 ± 45 cm e $4,83 \pm 2,13$ m, respectivamente.

Na borda as espécies com maior número de indivíduos foram: *Occhthocosmus cf barrae* (21), *Himatanthus sucuuba* (6), *Mabea subsessilis* (5) e *Vochysia haenkeana* (4). A densidade arbórea foi estimada em 1080 ind/ha e a área basal em 13,5 m²/ha. A altura média das árvores foi de $12,34 \pm 3,6$ m, CAP médio de 63 ± 17 cm e distância média de $3,05 \pm 1,61$ m.

No campo as espécies arbóreas predominantes foram: *Caraipa savannarum* (13), *Pouteria* sp1 (10), *Occhthocosmus cf barrae* (10) e *Mabea subsessilis* (9). No estrato herbáceo predominaram as gramíneas do gênero *Andropogon* (46%) e *Paspalum* (21,5%).

PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS

Nas Tabelas 4, 5 e 6 observam-se os valores relativos de densidade (DR), frequência (FR) e dominância (DoR) e o índice de valor de importância (IVI) das espécies da floresta, da borda e dos aglomerados arbóreos do campo, respectivamente, no km 74. As espécies de maior IVI na floresta foram *Mabea subsessilis* (25,1), *Hymenaea* sp (16,8), *Orbignya speciosa* (16,7), *Euterpe precatoria* (16,6), *Vismia guianensis* (15,5), *Oenocarpus bacaba* (10,4), *Caraipa savannarum* (9,1) e *Protium* sp (6,8) (Tabela 4). Essas espécies representaram 40% do valor total do IVI.

Na borda (Tabela 5) as espécies com maiores IVI foram *Himatanthus sucuuba* (30,1), *Sclerolobium paniculatum* (27,2), *Licania* sp (17,7), *Inga* sp (15,2), *Mabea caudata* (14,8), *Andina* sp (12,3), *Pouteria* sp1 (9,5), *Xylopia aromatica* (8,8), *Tapirira guianensis* (8,8) e *Bellucia grossularioides* (8,2). Essas espécies representaram 51% do valor total do IVI. As espécies com maiores IVI foram as heliófilas, características de ambientes com maior luminosidade e, conseqüentemente, as espécies que apresentaram o maior número de indivíduos amostrados na borda. Das espécies de ampla distribuição no Brasil Central encontradas nas bordas dos Campos de Humaitá, a *Caraipa savannarum* (Clusiaceae) e a *Physocalymma scaberrimum* (Lythraceae) não ocorrem na Amazônia Central e Norte (Ribeiro et al., 1999). Portanto, apresentam características florísticas dos encaves de savanas ao sul da Amazônia (Gottsberger & Morawetz, 1986; Kubitzki, 1985).

Nos "aglomerados arbóreos" localizados no campo (Tabela 6), as espécies que apresentaram maiores IVI foram *Himatanthus sucuuba* (40,9); *Sclerolobium paniculatum* (34,9); *Caraipa savannarum* (24,1); *Occhthocosmus cf barrae* (19,6); *Byrsonima* sp1 (16,6); *Physocalymma scaberrimum* (9,86); *Bowdichia virgilioides* (9,5) e *Vochysia haenkeana* (9,1). Juntas, essas espécies somaram 55% do valor total do IVI. As espécies *Himatanthus sucuuba* e *Sclerolobium paniculatum* foram mais abundantes na borda do ecótono, quando comparado com

a floresta, portanto os altos índices de IVI e dos parâmetros relativos de densidade, frequência e dominância encontrados para essas espécies no campo podem ser indicativo de que elas estariam se expandindo para o mesmo. Tais espécies foram encontradas em "aglomerados" arbóreos existentes no campo. Neste local, distante aproximadamente 50 m da borda, indivíduos jovens dessas espécies predominavam e começavam a se desenvolver no campo. Ressalta-se que esses campos eram predominados por gramíneas e as únicas espécies arbóreas

Tabela 4 - Parâmetros fitossociológicos, em ordem decrescente pelo índice de valor de importância por espécie (IVI) da floresta no km 74.

Espécie	DR (%)	FR (%)	DoR (%)	IVI (%)
1. <i>Mabea subsessilis</i>	4,33	3,83	16,92	25,07
2. <i>Hymenaea</i> sp	2,4	2,73	11,62	16,75
3. <i>Orbignya speciosa</i>	5,29	4,37	7,07	16,73
4. <i>Euterpe precatoria</i>	8,65	4,92	3,03	16,6
5. <i>Vismia guianensis</i>	8,17	5,46	1,89	15,53
6. <i>Oenocarpus bacaba</i>	4,81	4,92	0,63	10,36
7. <i>Caraipa savannarum</i>	2,4	2,73	3,91	9,05
8. <i>Protium</i> sp	2,88	3,28	0,63	6,79
9. <i>Protium paniculatum</i>	1,92	2,19	0,88	4,99
10. <i>Virola sebifera</i>	1,92	2,19	0,76	4,87
11. <i>Mauritiella armata</i>	2,4	1,64	0,51	4,55
12. <i>Ocotea</i> sp1	1,44	1,64	0,88	3,97
13. <i>Naucleopsis caloneura</i>	1,44	1,64	0,63	3,71
14. <i>Himatanthus sucuuba</i>	0,96	1,09	1,64	3,7
15. <i>Hemicrepidospermum</i> sp	1,44	1,64	0,51	3,59
16. <i>Mauritia flexuosa</i>	0,96	1,09	1,52	3,57
17. <i>Annona</i> sp 2	1,44	1,64	0,38	3,46
18. <i>Annona</i> sp 5	1,44	1,64	0,38	3,46
19. <i>Phenakospermum guianensis</i>	1,44	1,64	0,25	3,33
20. <i>Geissospermum aff. urceolatum</i>	0,96	1,09	1,01	3,06
21. <i>Goupia glabra</i>	0,96	1,09	0,38	2,43
22. <i>Oenocarpus minor</i>	0,96	1,09	0,13	2,18
23. <i>Ocotea</i> sp2	0,96	1,09	0,13	2,18
24. <i>Eschweilera</i> sp	0,48	0,55	1,14	2,16
25. <i>Tapirira guianensis</i>	0,48	0,55	0,88	1,91
26. <i>Socratea exorrhiza</i>	0,96	0,55	0,38	1,89
27. <i>Oenocarpus bataua</i>	0,48	0,55	0,38	1,41
28. <i>Iryanthera</i> sp	0,48	0,55	0,25	1,28
29. <i>Annona</i> sp 1	0,48	0,55	0,13	1,15
30. <i>Bursera</i> sp	0,48	0,55	0,13	1,15
31. <i>Siparuna guianensis</i>	0,48	0,55	0,13	1,15
32. <i>Annona</i> sp 3	0,48	0,55	0,13	1,15
33. <i>Protium almecega</i>	0,48	0,55	0,13	1,15
34. <i>Astrocaryum acaule</i>	0,48	0,55	0,13	1,15
35. <i>Ormosia</i> sp	0,48	0,55	0,13	1,15
36. <i>Nectandra lanceolata</i>	0,48	0,55	0	1,03
37. Outras espécies	33,65	38,25	40,53	112,44
	100	100	100	300

Tabela 5 - Parâmetros fitossociológicos, em ordem decrescente pelo índice de valor de importância por espécie (IVI) da borda no km 74.

Espécie	DR (%)	FR (%)	DoR (%)	IVI (%)
1. <i>Himatanthus sucuba</i>	8,75	7,94	13,38	30,06
2. <i>Sclerolobium paniculatum</i>	11,25	6,35	9,55	27,15
3. <i>Licania</i> sp	5	6,35	6,37	17,72
4. <i>Inga</i> sp	3,75	3,17	8,28	15,2
5. <i>Mabea caudata</i>	6,25	4,78	3,82	14,83
6. <i>Andira</i> sp	5	4,76	2,55	12,31
7. <i>Pouteria</i> sp 1	3,75	3,17	2,55	9,47
8. <i>Xylopia aromática</i>	3,75	3,17	1,91	8,84
9. <i>Tapirira guianensis</i>	3,75	3,17	1,91	8,84
10. <i>Bellucia grossularioides</i>	3,75	3,17	1,27	8,2
11. <i>Aniba</i> sp	2,5	3,17	1,27	6,95
12. <i>Naucleopsis caloneura</i>	2,5	3,17	1,27	6,95
13. <i>Physocaymma scaberrimum</i>	1,25	1,59	3,82	6,66
14. <i>Aniba</i> sp2	2,5	1,59	2,55	6,64
15. <i>Annona</i> sp1	2,5	3,17	0,64	6,31
16. <i>Caraipa savannarum</i>	2,5	3,17	0,64	6,31
17. <i>Casearia grandiflora</i>	2,5	3,17	0,64	6,31
18. <i>Byrsonima cf verbascifolia</i>	1,25	1,59	2,55	5,39
19. <i>Geissospermum aff urceolatum</i>	1,25	1,59	2,55	5,39
20. <i>Alibertia edulis</i>	2,5	1,59	1,27	5,36
21. <i>Myrcia</i> sp	1,25	1,59	1,27	4,11
22. <i>Dipteryx odorata</i>	1,25	1,59	1,27	4,11
23. <i>Protium paniculatum</i>	1,25	1,59	0,64	3,47
24. <i>Phenakospermum guianensis</i>	1,25	1,59	0,64	3,47
25. <i>Annona</i> sp 5	1,25	1,59	0,64	3,47
26. <i>Vismia cayennensis</i>	1,25	1,59	0,64	3,47
27. <i>Annona</i> sp4	1,25	1,59	0	2,84
28. <i>Ocotea</i> sp 2	1,25	1,59	0	2,84
29. <i>Mauritiella armata</i>	1,25	1,59	0	2,84
30. <i>Siparuna guianensis</i>	1,25	1,59	0	2,84
31. Outras espécies	11,25	14,29	26,11	51,65
	100	100	100	300

encontradas estavam nesses “aglomerados”. Morelato & Rosa (1991) observaram que a espécie *Sclerolobium paniculatum* foi mais freqüente em beiras de mata na região de Serra dos Carajás (PA), em estudo de caracterização de alguns tipos de vegetação na região.

Nas Tabela 7 e 8 observam-se os valores relativos de densidade (DR), freqüência (FR) e dominância (DoR) e o índice de valor de importância (IVI) das espécies da floresta e da borda, respectivamente, no km 83.

Na floresta as espécies com maiores IVI foram *Orbignya speciosa* (80,6), *Goupia glabra* (62,1), *Astrocaryum acaule* (16,3), *Licania* sp3 (13,2), *Geissospermum aff urceolatum* (10,4), *Protium paniculatum* (10,2), *Parkia* sp (10,1), *Iryanthera* sp (7,6) e *Aniba* sp1 (7,1). Essas espécies representaram 73% do valor total do IVI (Tabela 7).

Na borda as espécies com maiores IVI foram *Ochthocosmus cf barrae* (59,3), *Himatanthus sucuba* (25,3), *Mabea subsessilis* (18,6), *Vochysia haenkeana* (14,7), *Aniba* sp1 (14,0), *Byrsonima* sp1 (14,0), *Licania* sp1 (11,1), *Licania* sp2 (10,0), *Caraipa savannarum* (10,0) e *Mabea caudata* (7,9). Essas espécies representam 62% do valor total do IVI. A espécie *Ochthocosmus cf barrae* apresentou maior dominância relativa com 18,4% (Tabela 8).

As espécies com maior IVI, assim como ocorreu no ecótono 74 foram, na grande maioria, espécies heliófilas, e as que apresentaram o maior número de indivíduos amostrados.

Tabela 6 - Parâmetros fitossociológicos, em ordem decrescente pelo índice de valor de importância por espécie (IVI) dos “aglomerados arbóreos” no km 74.

Espécie	DR (%)	FR (%)	DoR (%)	IVI (%)
1. <i>Himatanthus sucuba</i>	13,81	8,33	18,76	40,9
2. <i>Sclerolobium paniculatum</i>	11,57	8,33	15,04	34,94
3. <i>Caraipa savannarum</i>	9,33	6,41	8,32	24,06
4. <i>Ochthocosmus cf barrae</i>	6,34	5,77	7,43	19,55
5. <i>Byrsonima</i> sp1	5,97	5,13	5,49	16,59
6. <i>Physocalimma scaberrimum</i>	3,36	3,85	2,65	9,86
7. <i>Bowdichia virgilioides</i>	2,61	3,21	3,72	9,53
8. <i>Vochysia haenkeana</i>	3,36	2,56	3,19	9,11
9. <i>Andira</i> sp	3,36	2,56	3,01	8,93
10. <i>Salvertia convallariodora</i>	2,24	3,21	1,95	7,39
11. <i>Virola</i> sp	2,61	2,56	2,12	7,3
12. <i>Alibertia edulis</i>	2,24	2,56	2,48	7,28
13. <i>Casearia grandiflora</i>	2,61	1,92	2,12	6,66
14. <i>Schefflera morototoni</i>	1,87	1,92	2,83	6,62
15. <i>Pouteria</i> sp	1,87	3,21	1,42	6,49
16. <i>Eugenia</i> sp	1,87	1,92	1,06	4,85
17. <i>Curatella americana</i>	1,49	2,56	0,53	4,59
18. <i>Mabea caudata</i>	1,49	1,28	1,24	4,01
19. <i>Vismia guianensis</i>	1,12	1,92	0,88	3,93
20. <i>Goupia glabra</i>	1,12	1,92	0,71	3,75
21. <i>Xylopia aromática</i>	1,12	1,28	1,24	3,64
22. <i>Qualea</i> sp	0,75	1,28	1,06	3,09
23. <i>Siparuna guianensis</i>	1,12	1,28	0,53	2,93
24. <i>Vismia latifolia</i>	0,75	1,28	0,71	2,74
25. <i>Banisteriopsis</i> sp	0,75	1,28	0,53	2,56
26. <i>Miconia</i> sp3	0,75	1,28	0,53	2,56
27. <i>Qualea parviflora</i>	0,75	0,64	1,06	2,45
28. <i>Hibiscus</i> sp	0,37	0,64	1,42	2,43
29. <i>Guatteria</i> sp	0,75	1,28	0,35	2,38
30. <i>Bellucia</i> sp	0,75	1,28	0,35	2,38
31. <i>Trema micrantha</i>	0,75	0,64	0,53	1,92
32. <i>Couepia</i> sp	0,75	0,64	0,35	1,74
33. <i>Eugenia</i> sp2	0,75	0,64	0,35	1,74
34. <i>Annona</i> sp1	0,37	0,64	0,53	1,55
35. <i>Tibouchina</i> sp	0,37	0,06	0,53	1,55
36. <i>Vismia</i> sp	0,37	0,64	0,35	1,37

37. <i>Byrsonima</i> sp2	0,37	0,64	0,35	1,37
38. <i>Miconia</i> sp	0,37	0,64	0,35	1,37
39. <i>Virola</i> sp2	0,37	0,64	0,35	1,37
40. <i>Vochysia</i> sp	0,37	0,64	0,35	1,37
41. <i>Piptocarpha</i> sp	0,37	0,64	0,18	1,19
42. <i>Vernonia</i> sp	0,37	0,64	0,18	1,19
43. <i>Euphorbia</i> sp	0,37	0,64	0,18	1,19
44. <i>Bauhinia</i> sp	0,37	0,64	0,18	1,19
45. <i>Iryanthera</i> sp	0,37	0,64	0,18	1,19
46. <i>Palicourea</i> sp	0,37	0,64	0,18	1,19
47. <i>Pouteria</i> sp2	0,37	0,64	0,18	1,19
48. <i>Qualea grandiflora</i>	0,37	0,64	0,18	1,19
49. <i>Myrcia</i> sp	0,37	0,64	0	1,01
50. <i>Siparuna</i> sp	0,37	0,64	0	1,01
51. <i>Solanum</i> sp	0,37	0,64	0	1,01
52. Outras espécies	2,96	3,85	2,12	8,93
	100	100	100	300

Tabela 7 - Parâmetros fitossociológicos, em ordem decrescente pelo índice de valor de importância por espécie (IVI) da floresta no km 83.

Espécie	DR (%)	FR (%)	DoR (%)	IVI
1. <i>Orbignya speciosa</i>	30,77	17,86	31,93	80,56
2. <i>Goupia glabra</i>	16,67	12,5	32,92	62,09
3. <i>Astrocaryum acaule</i>	6,41	7,14	2,72	16,28
4. <i>Licania</i> sp3	3,85	5,36	3,96	13,16
5. <i>Geissospermum aff urceolatum</i>	3,85	5,36	1,24	10,44
6. <i>Protium paniculatum</i>	3,85	5,36	0,99	10,19
7. <i>Parkia</i> sp	2,56	3,57	3,96	10,1
8. <i>Iryanthera</i> sp	2,56	3,57	1,49	7,62
9. <i>Aniba</i> sp1	2,56	3,57	0,99	7,13
10. <i>Oenocarpus minor</i>	2,56	1,79	0,25	4,6
11. <i>Parkia cf nitida</i>	1,28	1,79	0,5	3,56
12. <i>Ocotea</i> sp1	1,28	1,79	0,25	3,32
13. <i>Alexa grandiflora</i>	1,28	1,79	0,25	3,32
14. <i>Oenocarpus bacaba</i>	1,28	1,79	0,25	3,32
15. <i>Euterpe precatória</i>	1,28	1,79	0,25	3,32
16. <i>Tachigali myrmecophila</i>	1,28	1,79	0	3,07
17. <i>Siparuna guianensis</i>	1,28	1,79	0	3,07
18. Outras espécies	15,38	21,43	18,07	54,88
	100	100	100	300

O ecótono 83 encontrava-se menos preservado que o 74, onde pode-se observar muitas árvores cortadas, talvez por esse motivo neste ecótono não se destacou uma espécie que estaria indicando a atual expansão da floresta sobre o campo.

CONCLUSÕES

As datações ^{14}C da MOS dos perfis HO e THDF foram contemporâneas, indicando que não houve diferença significativa no período de incorporação da matéria orgânica

Tabela 8 - Parâmetros fitossociológicos, em ordem decrescente pelo índice de valor de importância por espécie (IVI) da borda no km 83.

Espécie	DR (%)	FR (%)	DoR (%)	IVI (%)
1. <i>Ochthocosmus cf barrae</i>	26,58	14,29	18,38	59,25
2. <i>Himatanthus sucuuba</i>	7,59	7,94	9,73	25,26
3. <i>Mabea subsessilis</i>	6,33	6,35	5,95	18,62
4. <i>Vochysia haenkeana</i>	5,06	4,76	4,86	14,69
5. <i>Aniba</i> sp1	3,8	4,76	5,41	13,96
6. <i>Byrsonima</i> sp1	3,8	4,76	5,41	13,96
7. <i>Licania</i> sp1	2,53	3,17	5,41	11,11
8. <i>Licania</i> sp2	2,53	3,17	4,32	10,03
9. <i>Caraipa savannarum</i>	2,53	3,17	4,32	10,03
10. <i>Mabea caudata</i>	2,53	1,59	3,78	7,9
11. <i>Orbignya speciosa</i>	1,27	1,59	4,86	7,72
12. <i>Xylopia aromatica</i>	2,53	3,17	1,08	6,79
13. <i>Sclerolobium paniculatum</i>	1,27	1,59	3,78	6,64
14. <i>Phenakospermum guianensis</i>	2,53	3,17	0,54	6,25
15. <i>Vismia guianensis</i>	1,27	1,59	2,7	5,56
16. <i>Licania</i> sp3	1,27	1,59	2,16	5,02
17. <i>Dinizia excelsa</i>	1,27	1,59	2,16	5,02
18. <i>Schefflera morototoni</i>	1,27	1,59	1,08	3,93
19. <i>Alexa grandiflora</i>	1,27	1,59	0,54	3,39
20. <i>Casearia grandiflora</i>	1,27	1,59	0,54	3,39
21. <i>Minuartia guianensis</i>	1,27	1,59	0,54	3,39
22. <i>Annona</i> sp6	1,27	1,59	0	2,85
23. <i>Protium paniculatum</i>	1,27	1,59	0	2,85
24. <i>Virola sebifera</i>	1,27	1,59	0	2,85
25. Outras espécies	16,46	20,63	12,43	49,52
	100	100	100	300

nas depressões no campo e na floresta, respectivamente. Os dados de $\delta^{13}\text{C}$ da MOS indicaram que no perfil HO (depressão no campo) ocorreu troca de vegetação durante o Holoceno. No perfil THDF (depressão na floresta) não foi observado troca significativa de vegetação, podendo ter ocorrido no local, em períodos passados, uma vegetação arbórea menos densa ou mistura de plantas C_3 e C_4 , com predomínio da primeira.

Os resultados de $\delta^{13}\text{C}$ da MOS e datação ^{14}C da fração humina indicaram que a matéria orgânica de origem C_3 e C_4 vem sendo incorporada há, pelo menos, 7.000 anos AP na área de depressão localizada no ecossistema de campo no km 74. Os resultados de $\delta^{13}\text{C}$ e datação ^{14}C sugerem que no início do Holoceno (~ 10.000 anos AP) a área estudada foi coberta por plantas C_3 . Entre 7.000-3.000 anos AP, os dados mostraram maior influência de plantas C_4 , tanto nos perfis de solo da floresta como nos perfis dos campos, indicando uma regressão da floresta associada a um provável clima mais seco que o atual. De 3.000 anos AP até o presente os dados isotópicos indicaram expansão das plantas C_3 associada a um provável retorno de um clima mais úmido, semelhante ao atual.

O ecótono de transição floresta-campo na região de estudo caracterizou-se por apresentar três habitats: a floresta com

100% de cobertura arbórea; a borda, uma faixa estreita de 10 a 20 m, com espécies características como a *Sclerolobium paniculatum* e a *Himatanthus sucuuba*, e a savana, onde predominaram as gramíneas C_4 .

Em termos de dinâmica atual de vegetação o avanço da floresta sobre o campo também pode ser observado pelo enriquecimento, no campo, das espécies *Sclerolobium paniculatum* e *Himatanthus sucuuba*, que foram espécies mais freqüentes nas bordas da mata e, poderiam estar se expandindo para o campo no km 74. No km 83 não se destacou uma espécie que estaria sendo bioindicadora deste avanço, mas os resultados de $\delta^{13}C$ da MOS indicaram que houve troca de vegetação na área durante o Holoceno e que atualmente a floresta encontra-se em expansão.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP (01/01151-5) pelo suporte financeiro. À M.V.L. Cruz pelo preparo das amostras. Ao botânico José Eduardo Ribeiro, da Universidade Estadual de Campinas pela colaboração na identificação botânica das espécies amostradas.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- Absy, M.L.; Van Der Hammen, T. 1976. Some paleoecological data from Rondônia, Southern part of Amazon Basin. *Acta Amazônica*, 6(3), 283-299.
- Absy, M.L. 1985. Palynology of Amazonia: the history of the forests as revealed by the palynological record. In: Prance, G.T.; Lovejoy, T.E. (Eds) *Key environments Amazonia*. Oxford: Pergamon Press, p. 72-82.
- Absy, M.L.; Cleef, A.; Fournier, M.; Martin, L.; Servant, M.; Sifeddine, A.; Silva, M.F.; Soubiès, F.; Suguio, K.; Turq, B.; Van Der Hammen, T. 1991. Mise en evidence de quatre d'ouverture de la forêt dense dans le sud-est de l'Amazonie au cours des 60000 dernières années. Première comparaison avec d'autres régions tropicales. *Compte Rendus de l'Academie des Sciences*, 312(2): 673-678.
- Behling, H.; Costa, M.L. 2000. Holocene environmental changes from the Rio Curuá record in the Caxiuanã region, eastern Amazon Basin. *Quaternary Research*, 53, 369-377.
- Behling, H.; Costa M.L. 2001. Holocene vegetational and coastal environmental changes from the Lago Crispim record in northeastern Pará State, eastern Amazonia. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 114: 145-155.
- Behling, H. 2001. Late Quaternary environmental changes in the Lagoa da Curuçá region (eastern Amazonia, Brazil) and evidence of Podocarpus in the Amazon lowland. *Vegetation History and Archaeobotany*, 10: 175-183.
- Behling, H.; Keim, G.; Irion, G.; Junk, W.; Mello, J.N. 2001. Holocene environmental changes in the Central Amazon Basin inferred from Lago Calado (Brazil). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 173: 87-101.
- Boulet, R.; Pessenda, L.C.R.; Telles, E.C.C.; Melfi, A.J. 1995. Une evaluation de la vitesse de l'accumulation superficielle de matière par la faune du sol à partir de la datation des charbons et de l'humine du sol. Exemple des latosols des versants du lac Campestre, Salitre, Minas Gerais, Brèsil. *Compte Rendus de l'Academie des Sciences*, 320(2): 287-294.
- Boutton, T.W. Stable carbon isotope ratios of natural materials. II. 1991. Atmospheric, terrestrial, marine, and freshwater environments. In: Coleman, D.C.; Fry, B. (Eds). *Carbon isotope techniques*. New York: Academic Press. p. 155-171.
- Brasil. Departamento Nacional da Produção Mineral. 1978. *Projeto Radambrasil*. Folha SB 20 Purus. 566pp.
- Brower, J.E.; Zar, J.H.; Von Ende, C.N. 1998. *Field and laboratory methods for general ecology*. 4ª. Boston. Ed. WCB. Mc Graw Hill. p. 103-110.
- Bush, M.B. 1994. Amazonian speciation: a necessarily complex model. *Journal Biogeography*, 21: 5-17.
- Cerling, T.E.; Quade, J.; Wang, Y.; Bowman, J.R. 1989. Carbon isotopes in soils and paleosols as ecology and paleoecology indicators. *Nature*, 341: 138-139.
- Colinvaux, P.A.; de Oliveira, P.E.; Moreno, J.E.; Miller, M.C.; Bush, M.B. 1996. A long pollen record from lowland Amazonia: forest and cooling in glacial times. *Science*, 27: 55-88.
- Colinvaux, P.A.; de Oliveira, P.E.; Bush, M.B. 2000. Amazonian and neotropical plant communities on glacial time-scales: The failure of the aridity and refuge hypotheses. *Quaternary Science Reviews*, 19: 141-169.
- Cordeiro, R.C.; Turcq, B.; Suguio, K.; Ribeiro, C.V.; Silva, A.O.; Martin, L.; Sifeddine, A. 1997. Holocene environmental changes in Carajás Region (Para, Brazil) Record by lacustrine deposits. *Verh. Internat. Verein Limnol.*, 26: 814-817.
- Cottam, G.; Curtis, J.T. 1956. The use of distance measure in phytosociological sampling. *Ecology*, 37: 451-460.
- Desjardins, T.; Filho, A.C.; Mariotti, A.; Chauvel, A.; Girardin, C. 1996. Changes of the forest-savanna boundary in Brazilian Amazonia during the Holocene as revealed by soil organic carbon isotope ratios. *Oecologia*, 108: 749-756.
- Elias, V.O.; Simoneit, B.R.T.; Cordeiro, R.C.; Turcq, B. 2001. Evaluating levoglucosan as na indicator of biomass burning in Carajás, Amazônia: A comparison to the charcoal Record. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 65(2): 267-272.
- Freitas, H.A.; Pessenda, L.C.R.; Aravena, R.; Gouveia, S.E.M.; Ribeiro, A.S.; Boulet, R. 2001. Late Quaternary vegetation dynamics in the Southern Amazon Basin inferred from carbon isotopes in soil organic matter. *Quaternary Research*, 55: 39-46.
- Freitas, H.A. 1999. Estudo da dinâmica de vegetações no sul da Amazônia brasileira no Quaternário recente, utilizando datação por ^{14}C e razão $^{13}C/^{12}C$ da matéria orgânica do solo. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo. 99pp.
- Glenn-Lewis, P.; Peet, R.K.; Veblen, T.T. 1992. *Plant succession: theory and prediction*. Chapman and Hall, London.
- Gottssberger, G.; Morawetz, W. 1986. Floristic, structural and

- phytogeographical analysis of the savannas of Humaitá (Amazonas). *Flora*, 178: 41-71.
- Gouveia, S.E.M. 1996. Estudo das alterações de paleovegetações na Amazônia central, utilizando a datação radiocarbônica e razão $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ da matéria orgânica do solo. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo. 75pp.
- Gouveia, S.E.M.; Pessenda, L.C.R.; Aravena, R.; Boulet, R.; Roveratti, R.; GOMES, B.M. 1997. Dinâmica de vegetações durante o Quaternário recente no sul do Amazonas indicada pelos isótopos do carbono (^{12}C , ^{13}C e ^{14}C). *Geochimica Brasiliensis*, 11(3): 355-367.
- Gouveia, S.E.M.; Pessenda, L.C.R.; Boulet, R.; Aravena, R.; Scheel-Ybert, R. 1999. Isótopos do carbono dos carvões e da matéria orgânica do solo em estudos de mudança de vegetação e clima no Quaternário e da taxa de formação de solos do estado de São Paulo. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 71(4-11): 969-980.
- Gouveia, S.E.M.; Pessenda, L.C.R. 2000. Datation per le ^{14}C de charbons inclus dans le sol pour l'étude du rôle de la remontée biologique de matière et du colluvionnement dans la formation de latosols de l'état de São Paulo, Brésil. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*. 330: 133-138.
- Gouveia, S.E.M.; Pessenda, L.C.R.; Aravena, R.; Boulet, R.; Scheel-Ybert, R.; Bendassoli, J.A.; Ribeiro, A.S.; Freitas, H.A. 2002. Carbon isotopes in charcoal and soils in studies of paleovegetation and climate changes during the late Pleistocene and the Holocene in the southeast and centerwest regions of Brazil. *Global and Planetary Change*, 33: 95-106.
- Haberle, S.G.; Maslin, M.A. 1999. Late Quaternary vegetation and climate change in the Amazon Basin based on a 50,000 year pollen record from the Amazon Fan, ODP site 932. *Quaternary Research*, 51: 27-38.
- Kiehl, E.J. 1979. *Manual de edafologia; relações solo/planta*. Agrônômica Ceres. 262p.
- Kubitzki, K. The dispersal of forest plants. 1985. In: *Key environments Amazonia*. Eds, Prance & Lovejoy, Pergamon Press, cap.10, p.192.
- Latrubesse, E.; Franzinelli, E. 1993. Reconstrução das condições hidrológicas do passado. *Ciência Hoje*, 16(93): 40-43.
- Ledru, M.P. 1992. Modifications de la végétation du Brésil Central entre la dernière époque glaciaire et l'interglaciaire actuel. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*. Paris, 314(2): 117-123.
- Ledru, M.P. 1993. Late Quaternary and climate changes in Central Brazil. *Quaternary Research*, 39: 90-98.
- Missouri Botanical Garden. 2003. www.mobot.mobot.org/3WT. Acesso (junho de 2003).
- Morelato, L.P.C.; Rosa, N.A. 1991. Caracterização de alguns tipos de vegetação na região amazônica, Serra dos Carajás, Pará, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 14(1): 1-14.
- New York Botanical Garden, 2003. www.nybg.org. Acesso junho de 2003.
- Pessenda, L.C.R.; Gomes, B.M.; Ribeiro, A.S.; Gouveia, S.E.M.; Boulet, R.; Cruz, M.V.L.; Roveratti, R.; Pessin, G. 1996a. Avaliação de mudanças de vegetação na Amazônia ocidental durante o Holoceno com emprego dos isótopos do carbono do solo. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 39., Salvador, 1996. *Anais*. Salvador, 539-544.
- Pessenda, L.C.R.; Aravena, R.; Melfi, A.J.; Telles, E.C.C.; Boulet, R.; Valencia, E.P.E.; Tomazello, M. 1996b. The use of carbon isotopes (C-13, C-14) in soil to evaluate vegetation changes during the Holocene in Central Brazil. *Radiocarbon*, 38(2): 191-201.
- Pessenda, L.C.R.; Valencia, E.P.E.; Camargo, P.B.; Telles, E.C.C.; Martinelli, L.A.; Cerri, C.C.; Aravena, R.; Rozanski, K. 1996c. Natural radiocarbon measurements in Brazilian soils developed on basic rocks. *Radiocarbon*, 38(2): 203-208.
- Pessenda, L.C.R.; Gouveia, S.E.M.; Aravena, R.; Gomes, B.M.; Boulet, R.; Ribeiro, A.S. 1998a. ^{14}C dating and stable carbon isotopes of soil organic matter in forest-savanna boundary areas in Southern Brazilian Amazon Region. *Radiocarbon*, 40: 1013-1022.
- Pessenda, L.C.R.; Gomes, B.M.; Aravena, R.; Ribeiro, A.S.; Boulet, R.; Gouveia, S.E.M. 1998b. The carbon isotope record in soils along a forest-cerrado ecosystem transect: implication for vegetation changes in Rondônia State, southwestern Brazilian Amazon region. *The Holocene*, 8: 631-635.
- Pessenda, L.C.R.; Lisi, C.S.; Gouveia, S.E.M.; Datação por ^{14}C . 1998c. In: Pessenda, L.C.R. *Laboratório de ^{14}C* . Técnicas e aplicação paleoambientais. Piracicaba: CENA/USP, cap.1, p.3-5.
- Pessenda, L.C.R.; Valencia, E.P.E.; R.; Aravena, R.; Telles, E.C.C.; Boulet, R. 1998d. Paleoclimate studies in Brazil using carbon isotopes in soils. In: Wasserman, J.C.; Silva-Filho, E.; Villas-Boas, R.(eds). *Environmental geochemistry in the tropics*, Berlin: Springer-Verlag, p.7-16.
- Pessenda, L.C.R.; Boulet, R.; Aravena, R.; Rosolen, V.; Gouveia, S.E.M.; Ribeiro, A.S.; Lamotte, M. 2001. Origin and dynamics of soil organic matter and vegetation changes during the Holocene in a Forest-savanna transition zone, Brazilian Amazon region. *The Holocene*, 11(2): 250-254.
- Pessenda, L.C.R.; Gouveia, S.E.M.; Aravena, R.; Boulet, R.; Valencia, E.P.E. 2004. Holocene fire and vegetation changes in southeastern Brazil as deduced from fossil charcoal and soil carbon isotopes. *Quaternary International*, 114: 35-43.
- Ribeiro, J.E.L.S.; Hopkins, M.J.G.; Vicentini, A. et al. 1999. *Flora da Reserva Duke*. Guia de Identificação das Plantas Vasculares de uma Floresta de Terra Firme da Amazônia Central. INPA/DFID IGA. Manaus. 799pp.
- Rosolen, V. 2000. *Transformação de uma cobertura laterítica por hidromorfia: estudo de uma topossequência da Amazônia brasileira (Humaitá-AM)*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo. 201pp.
- Sampaio, A. & Northfleet, A. 1973. Estratigráfica correlação das bacias sedimentares brasileiras. *Ann. Congr. Soc. Bras. Geol.*, 27(3): 189-206.
- Sanford, R.L.; Saldarriaga, J.G.; Clark, K.E.; Uhl, C.; Herrera, R. 1985. Amazon rain-forest fires. *Science*, 227: 53-55.
- Santos, G.M.; Gomes, P.R.S.; Anjos, R.M.; Cordeiro, R.C.; Turcq,

- B.J.; Sifeddine, A.; Di Tada, M.L.; Cresswell, R.G.; Fifield, L.K. 2000. ^{14}C AMS dating of fires in the central Amazon rain forest. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, 172: 761-766.
- Servant, M.; Fontes, J.C.; Rieu, M. Saliège, J.F. 1981. Phases climatiques arides holocènes dans le sud-ouest de l'Amazonie (Bolivie). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 292(2), 1295-1297.
- Sifeddine, A.; Fröhlich, F.; Fournier, M.; Martin, L.; Servant, M.; Soubiès, F.; Turco, B.; Suguio, K.; Volkmer-Ribeiro, C. 1994. La sédimentation lacustre indicateur de changements des paléoenvironnements au cours des 30000 dernières années (Carajas, Amazonie, Brésil). *Compte Rendus de l'Académie des Sciences*, 318(2): 1645-1652.
- Sifeddine, A.; Martin, L.; Turcq, B.; Ribeiro, C.V.; Soubiès, F.; Cordeiro, R.C.; Suguio, K. 2001. Variations of the Amazonian rainforest environment: a sedimentological record covering 30,000 years. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 168: 221-235.
- Sifeddine, A.; Albuquerque, A.L.S.; Ledru, M.-P.; Turcq, B.; Knoppers, B.; Martin, L.; Mello, W.Z.; Passenau, H.; Domingues, J.M.L.; Cordeiro, R.C.; Abrão, J.J.; Bittencourt, A.C.S.P. 2003. A 21.000 cal years paleoclimatic record from Caçó Lake, northern Brazil: evidence from sedimentary and pollen analyses. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 189: 25-34.
- Sioli, H. 1985. *Amazônia: Fundamentos da ecologia da maior região de florestas tropicais*. Petrópolis: Ed. Vozes Ltda. 69pp.
- Suguio, K.; Absy, M.L.; Flexor, J.M.; Ledru, M.P.; Martin, L.; Sifeddine, A.; Soubiès, F.; Turcq, B.; Ybert, J.P. 1993. The evolution of the continental and coastal environments during the last climatic cycle in Brazil (120 Ky. B.P. to present). *Bol. IG-USP*, 24: 27-41.
- Turcq, B.; Suguio, K.; Martin, L.; Flexor, J.M. 1993. Registros milenares nos sedimentos dos lagos da serra de Carajás. *Ciência Hoje*, 16(93): 31-35.
- Valencia, E.P.E. 1993. *Datação por ^{14}C e razão isotópica $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ de solos sob climas tropical e subtropical do Brasil*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo. 91pp.
- Victoria, R.L.; Fernandes, F.; Martinelli, L.A.; Piccolo, M.C.; Camargo, P.B.; Trumbore, S. 1995. Past vegetation changes in the Brazilian Pantanal arboreal-grassy savanna ecotone by using carbon isotopes in the soil organic matter. *Global Change Biology*, 1: 165-171.
- Vidotto, E. 2003. *Estudo da dinâmica do ecótono floresta-campo no sul do estado do Amazonas no Quaternário tardio, empregando os isótopos do carbono do solo e das plantas*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo. 101pp.
- Whitman, W.C.; Siggeirsson, E.I. 1954. Comparison of line interception and point contact methods in the analysis of mixed grass range vegetation. *Ecology*, 35(4): 431-436.

Recebido em 06/10/2006

Aceito em 31/07/2007