

4. Resultados

4.1. Antracologia

4.1.1. Carvoaria do fundo de vale (MPB IV)

Foram analisados 594 fragmentos: 50 de cada nível da sondagem Leste (exceto na camada 3, onde foi analisado um fragmento a mais, e na camada 4, onde foram analisados apenas 43 fragmentos por não haver quantidade suficiente), 50 do primeiro ao sexto nível da sondagem Periferia e 20 de todos os níveis das sondagens Centro e Inter, e do último nível da Periferia. Foram encontrados apenas fragmentos de angiospermas dicotiledôneas, classificados em 113 tipos: 107 de espécies arbóreas ou arbustivas (lenhosas), das quais 91 foram identificadas em nível de família ou gênero, e seis tipos de trepadeiras. A identificação taxonômica dos fragmentos por amostra e a descrição dos caracteres da anatomia da madeira de todos os tipos são apresentados em anexo (Tabela 12 e Descrição Anatômica).

A maioria dos tipos provavelmente corresponde a uma espécie (e.g. Anacardiaceae tipo 1 é provavelmente uma espécie indeterminada da família Anacardiaceae). As exceções são os tipos em que aparece o spp., como *Rapanea* spp. e *Vitex* spp., que provavelmente correspondem a mais de uma espécie desses gêneros; Lauraceae spp., que inclui todas os fragmentos identificados como pertencentes a essa família, e cf. *Ficus/Sorocea*, que nesta cava provavelmente inclui mais de uma espécie pertencente a um desses gêneros, ou a ambos.

4.1.1.1. Estrutura da carvoaria

O teste de análise de similaridades (ANOSIM) foi realizado para verificar a existência de alguma diferença significativa entre as camadas ou entre as sondagens. No caso das sondagens, obteve-se um valor R intermediário e positivo ($R = 0,5029$) significativo ($p = 0,0027$), indicando que a distância média entre as amostras de uma mesma sondagem é menor do que a distância média entre todas

as amostras. Os valores p (Tabela 1) são menores que 0,05 para a comparação entre as amostras das sondagens Leste-Centro, Periferia-Centro e Periferia-Leste, mas não se mantêm significativos após a correção sequencial de Bonferroni. Este resultado sugere que o sítio apresenta alguma heterogeneidade, com alguns tipos tendendo a estarem mais concentrados espacialmente, mas não o suficiente para permitir a associação dos tipos identificados à estrutura da carvoaria, ou a outros fatores. O número de fragmentos analisado nas sondagens Inter e Centro é muito pequeno para que algum padrão possa ser observado, mas o fato de ter sido encontrado um único tipo nessas sondagens que não foi encontrado na Periferia ou na Leste contribui para a hipótese de que não há diferenças significativas entre as sondagens.

Tabela 1 - Análise de similaridade das sondagens ($R = 0,5029$ e $p = 0,0027$) (C: Centro; I: Inter; L: Leste e P: Periferia).

	C	I	L	P
C		0,4934	0,0293	0,0162
I	0,4934		0,2057	0,2584
L	0,0293	0,2057		0,0402
P	0,0162	0,2584	0,0402	

Para os níveis, o valor de R foi relativamente baixo e negativo, ou seja, a dissimilaridade no interior dos níveis é maior do que nas amostras como um todo, indicando a ausência de diferenciação em profundidade (Tabela 2).

Tabela 2 - Análise de similaridade entre os níveis ($R = - 0,2289$ e $p = 0,9757$) (os números 1; 2; 3; 4; 5,6,7 correspondem à profundidade dos níveis).

	1	2	3	4	5,6,7
1		1	0,8552	1	0,9176
2	1		0,4961	0,9022	0,6001
3	0,8552	0,4961		0,7942	0,5057
4	1	0,9022	0,7942		0,9013
5,6,7	0,9176	0,6001	0,5057	0,9013	

O escalonamento multidimensional não-métrico (Figura 12) foi executado de quatro formas diferentes, para uma melhor compreensão dos efeitos das

diferenças no tamanho amostral. É possível perceber que sempre que são comparadas amostras de mesmo tamanho, sejam 50 ou 20 fragmentos (Figura 12 b, c, d), as pertencentes a uma mesma sondagem tendem a estar mais próximas. Quando comparadas todas as amostras, com seus tamanhos originais, as que apresentam números de fragmentos semelhantes tendem a estar agrupadas (Figura 12a).

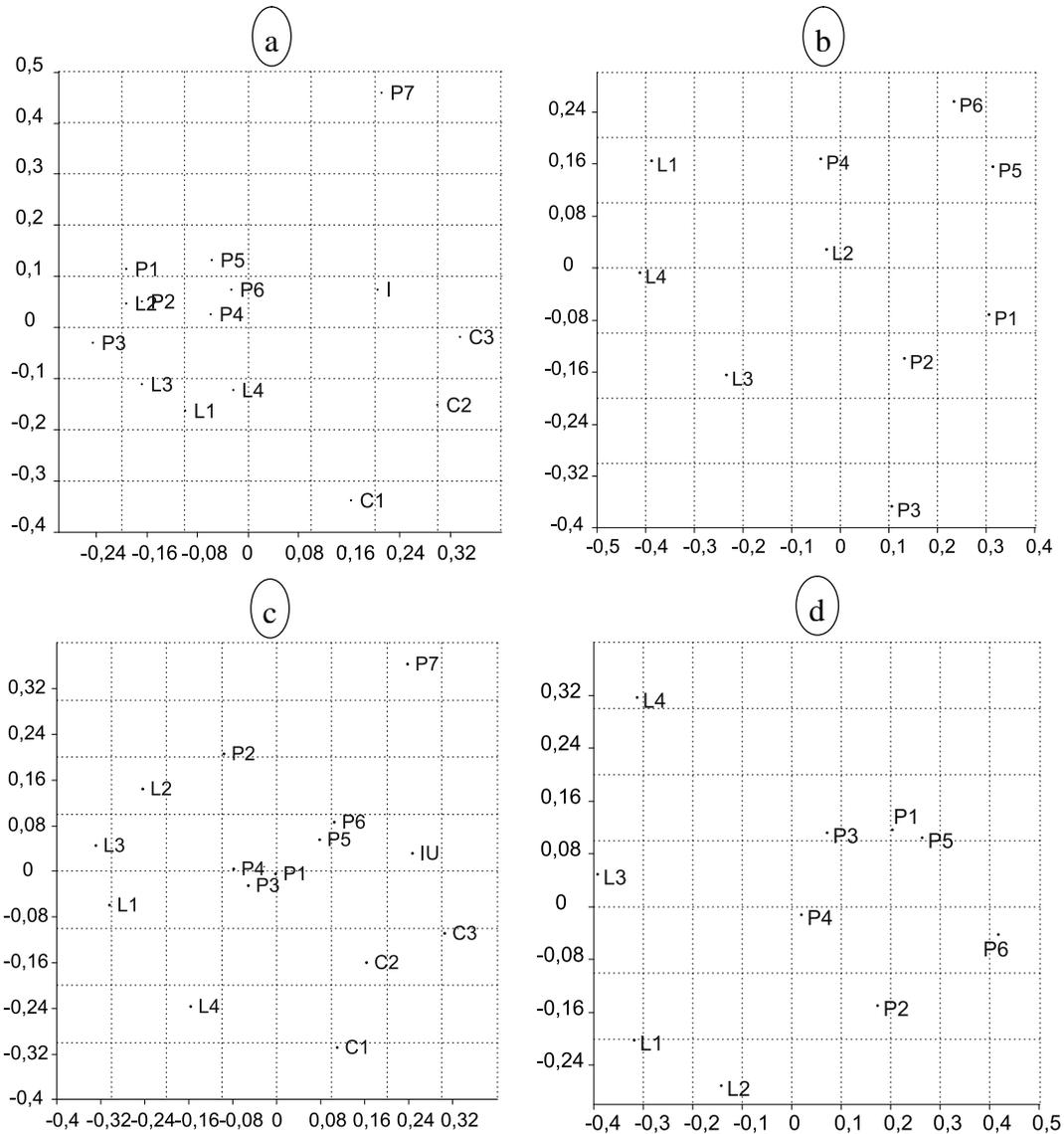


Figura 12 - NMDS das amostras da carvoaria do fundo de vale: a. todas as amostras; b. apenas as amostras de 50 fragmentos; c. Todas as amostras, considerando apenas os 20 primeiros analisados; d. amostras de 50 fragmentos, considerando apenas os 20 primeiros.

Este resultado, assim como a análise de similaridades, demonstra que há uma heterogeneidade horizontal no sítio, provavelmente refletindo a estrutura da carvoaria, o que sugere que o processo de desmonte da carvoaria e coleta do carvão não foi suficiente para homogeneizar a composição do sítio como um todo. Entretanto, assim como na análise de similaridades, o NMDS sugere que essa heterogeneidade não é significativa, uma vez que as distâncias entre as amostras de uma mesma sondagem são comparáveis às distâncias entre amostras de sondagens diferentes (e.g. na Figura 12 b: P2 é bastante semelhante a P1 e P3, mas está mais próximo de L2 e L3 do que das demais amostras da sondagem Periferia).

Da mesma forma, embora a distribuição dos fragmentos pelas classes de diâmetro tenha variado um pouco entre as sondagens (Figura 13), segundo o teste de Kolmogorov-Smirnov (Tabela 3) a diferença entre as distribuições não é significativa.

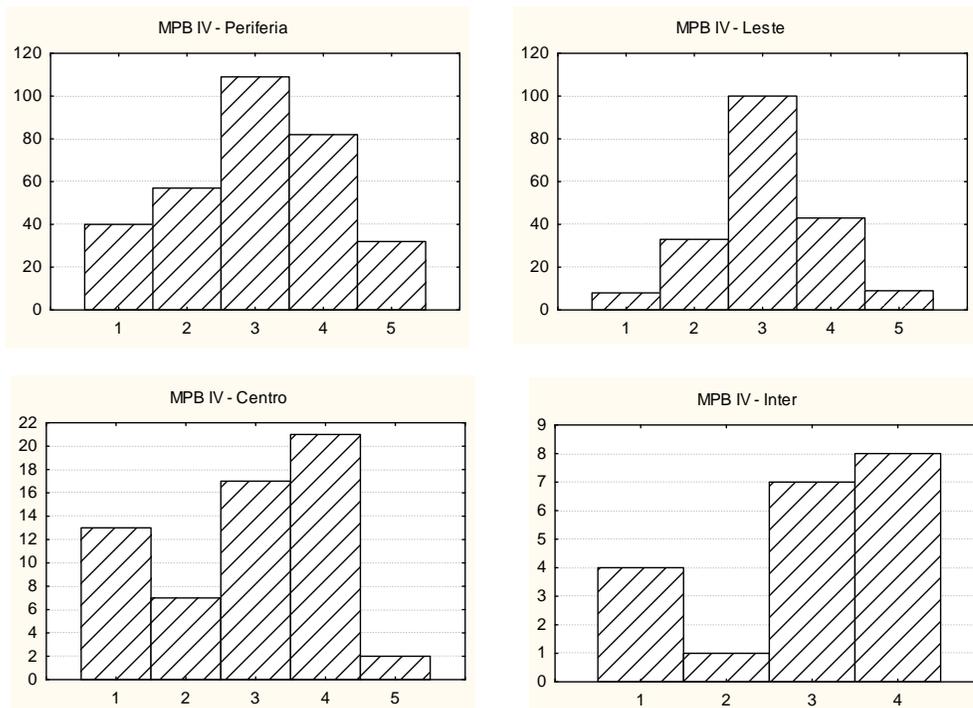


Figura 13 - Distribuição dos fragmentos pelas classes de diâmetro nas sondagens do sítio MPB IV. Nota-se pela escala a diferença do número amostral entre as sondagens (Classes de diâmetro: 1 – 0 a 2,9 cm; 2 – 3 a 4,9 cm; 3 – 5 a 9,9 cm; 4 – 10 a 14,9 cm; 5 - > 15 cm).

Em decorrência desses resultados, o sítio foi considerado uma assembléia heterogênea, mas produzida por um evento único.

Tabela 3 - Resultado do teste Kolmogorov-Smirnov para diferenças na distribuição diamétrica das sondagens da MPB IV.

	D	p
Centro/Inter	0,16667	0,76005
Periferia/Inter	0,17812	0,54625
Centro/Periferia	0,16042	0,1343
Leste/Centro	0,20967	0,3035
Leste/Periferia	0,1115	0,093337
Periferia/Inter	0,17812	0,54625

4.1.1.2. Representatividade da amostragem

Considerando o sítio como uma assembléia única, e portanto como uma amostra, foram calculadas as curvas de saturação e de Gini-Lorenz para verificação da validade amostral (Scheel-Ybert, 2005).

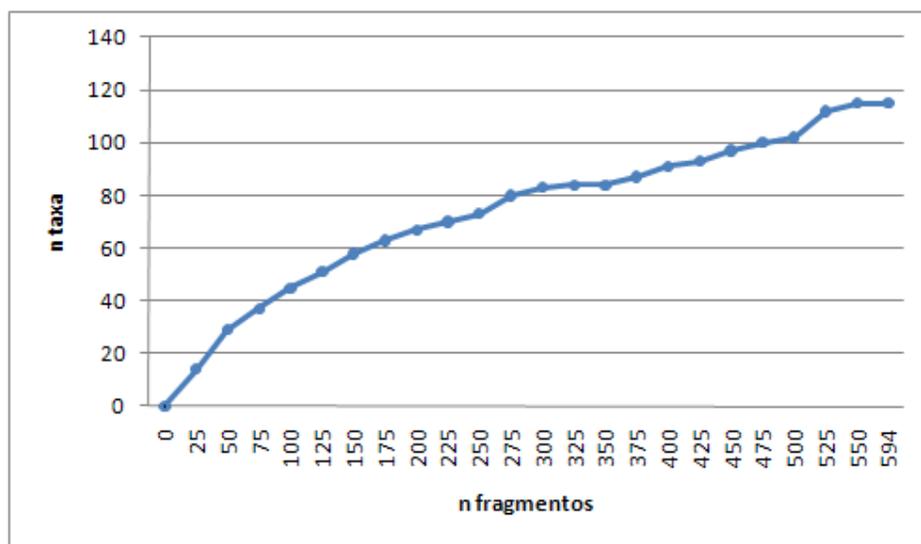


Figura 14 - Curva de saturação da carvoaria do fundo do vale (MPB IV).

A curva de saturação (Figura 14) construída para o sítio demonstra que, aparentemente, a partir dos 525 fragmentos a curva atingiu um patamar relativo onde a identificação de um maior número de fragmentos possivelmente acrescentaria um número reduzido de tipos, que não compensaria o esforço de análise

Encontrou-se um índice de Gini-Lorenz de 23/77 (Figura 15), o que está bastante próximo da média de 25/75 encontrada para levantamentos fitossociológicos atuais em ambientes tropicais, sugerindo que a amostra é representativa do trecho de Mata Atlântica do qual se originou (Scheel-Ybert, 2005). Nota-se, entretanto, que a curva se apresenta bem mais alongada do que nos exemplos fornecidos por Scheel-Ybert (2005), devido a uma grande quantidade de tipos raros. Este provavelmente foi o mesmo fator responsável pela (possível) estabilização da curva apenas com um número amostral bastante grande (por volta de 525) – de forma geral, para a maioria das amostras, 200 fragmentos é um mínimo considerado suficiente (Scheel-Ybert, 2005).

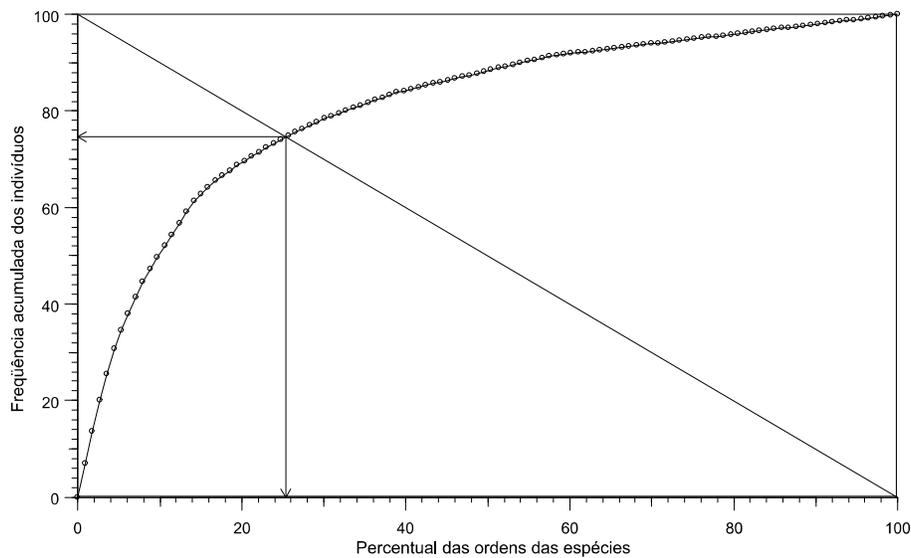


Figura 15 - Curva de Gini-Lorenz para a carvoaria de fundo de vale (MPB IV).

4.1.1.3. Estrutura e composição da floresta

As medidas de diâmetro obtidas por Rangel (2009) foram associadas à identificação dos fragmentos, com o objetivo de reconstituir a estrutura da área de floresta utilizada pelos carvoeiros. Na Figura 16 está representada a distribuição dos fragmentos dos tipos mais frequentes pelas classes diamétricas. Embora cada fragmento represente o diâmetro mínimo do indivíduo do qual provém, espera-se que em uma dada amostra a frequência da maior classe seja superior, devido ao seu maior volume (Nelle, 2002; Ludemann, 2002). Como pode ser observado nos histogramas (Figura 16), a classe mais frequente é sempre uma intermediária. Alguns fatores tornam complexa a interpretação destes resultados: não é possível saber se os tipos correspondem a mais de um indivíduo (à exceção de cf. *Ficus/Sorocea*, que pode corresponder inclusive a mais de uma espécie), além da utilização de galhos, alguns de diâmetro bastante reduzido (foram encontrados alguns fragmentos com casca e medula que permitiram chegar a essa conclusão). Apesar disso, se analisados como um todo, estes resultados sugerem que o diâmetro das árvores exploradas seria relativamente reduzido. A classe 5 (> 15 cm), quando ocorre, nunca é a mais frequente, sugerindo que alguns indivíduos podem ter alcançado um diâmetro próximo a esse valor, mas provavelmente não se distanciaram muito dessa marca. Uma vez que não é possível distinguir a partir dos fragmentos diâmetros maiores que 20 cm, é esperado que, quanto maiores os diâmetros, maior a acumulação na classe superior, no caso, a classe 5 – acumulação esta que não é observada nos histogramas.

De forma semelhante, no histograma de frequência de todos os fragmentos do sítio MPB IV (Figura 17), a classe 3 é a mais frequente, seguida da classe 4. A classe 5 é a menos frequente. Comparando à distribuição dos fragmentos pelas classes de diâmetro aos histogramas de referência de Nelle (2002), o que mais se aproxima do resultado encontrado é o *coppice type*, que poderíamos interpretar como sendo o *tipo capoeira*.

O histograma do sítio como um todo, assim como a análise por tipos, sugere que as árvores (e provavelmente arbustos), da área de floresta utilizada pelos carvoeiros apresentavam, em média, diâmetro relativamente reduzido, podendo ser estimado, de forma bastante grosseira, que os indivíduos de maior diâmetro deveriam apresentar entre 15 e 20cm, e a média deveria estar entre 5 e 15cm.

Embora seja difícil precisar, esse resultado parece bastante semelhante ao encontrado por Santos (2009) para as cavas do fundo de vale - exceto, justamente, para a cava IV, para a qual foi encontrado um diâmetro médio de 21 cm. É possível, entretanto, que esse valor seja resultado do pequeno número de indivíduos amostrados, associado à ocorrência de uma árvore de 63 cm. É possível que a estrutura – ao menos em relação aos diâmetros - do trecho de floresta explorado pelos carvoeiros fosse bastante semelhante ao existente atualmente.

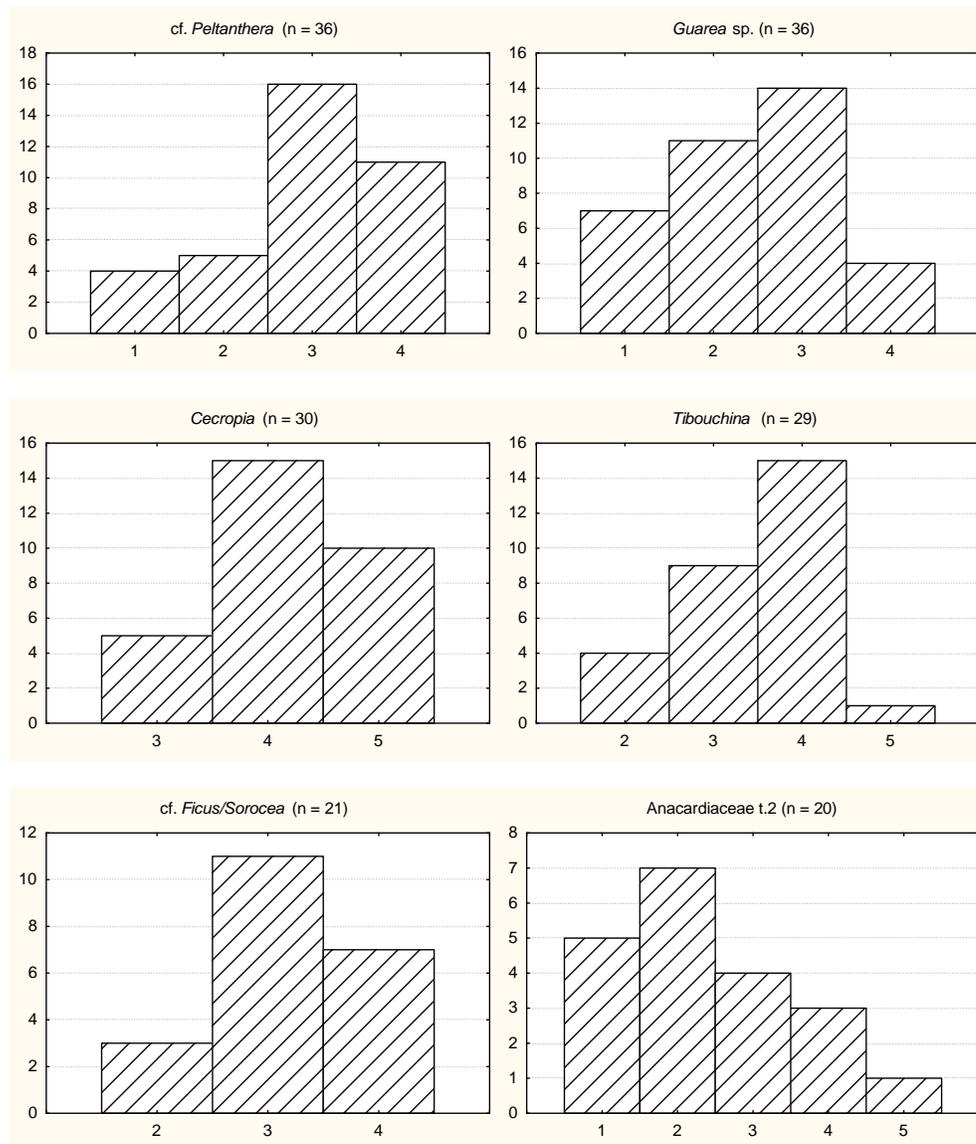


Figura 16 - Histogramas com o número de fragmentos por classe de diâmetro (Classes de diâmetro: 1 – 0 a 2,9 cm; 2 – 3 a 4,9 cm; 3 – 5 a 9,9 cm; 4 – 10 a 14,9 cm; 5 - > 15 cm).

É interessante notar que foram encontrados fragmentos cujas estimativas de diâmetro foram iguais ou superiores a 20cm para apenas três tipos: *Cecropia* cf. *glaziovii*, Melastomataceae tipo 2 e Lauraceae spp. Sendo *C. glaziovii* uma espécie pioneira, assim como muitas melastomatáceas e algumas lauráceas, como certas espécies do gênero *Nectandra*, é possível hipotetizar que o trecho de floresta estudado se encontrava em um estágio sucessional médio, onde as espécies pioneiras ainda se faziam presentes, com um porte maior do que as demais espécies cujo crescimento haviam tornado possível pela criação de condições ambientais adequadas. Esta situação é a mesma que ocorre na área atualmente (Baider et al., 1999; Santos, 2009).

A possibilidade de ter havido uma preferência por indivíduos de diâmetro reduzido foi descartada devido à grande diversidade identificada no sítio, e também devido à ocorrência de espécies pioneiras, como explicitado a seguir.

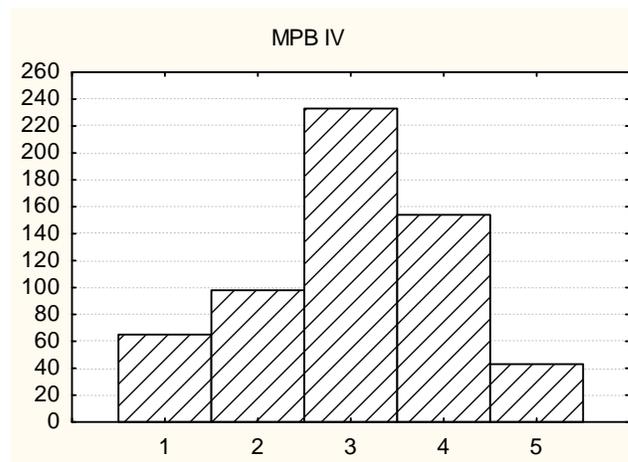


Figura 17 - Histograma de frequência dos fragmentos por classes de diâmetro para o sítio MPB IV (Classes de diâmetro: 1 – 0 a 2,9 cm; 2 – 3 a 4,9 cm; 3 – 5 a 9,9 cm; 4 – 10 a 14,9 cm; 5 - > 15 cm).

O grande número de tipos encontrados (113), que corresponde a um número semelhante, ou possivelmente superior, de espécies, associado à identificação de seis espécies de lianas e de tipos que provavelmente correspondem a espécies valorizadas para outros fins, como *Jacaranda* sp. (jacarandá), *Aspidosperma* cf. *parvifolium* (peroba), *Hymenaea* sp. (jatobá), *Piptadenia* sp. (angico) e Lauraceae

spp., sugere, como mencionado por Magalhães Corrêa (1936), que não havia seletividade no corte.

O levantamento florístico de quatro parcelas de 0,01 ha, em um total de 0,04 ha, no entorno desta carvoaria (cava IV – Santos, 2009) resultou na identificação de apenas 13 espécies. Devido ao nível de identificação mais baixo da análise antracológica, não é possível afirmar quais espécies se mantiveram presentes na área, mas todas as 13 pertencem a gêneros (*Guarea*, *Tabebuia*, *Casearia*, *Cordia*, *Ficus*, *Piptadenia*) e famílias (Fabaceae, Lauraceae, Rubiaceae) identificadas no sítio MPB IV. A riqueza identificada na carvoaria é superior à de todas as cinco cavas do fundo de vale amostradas por Santos (2009), em um total de 0,2 ha, nos quais foram identificadas 43 espécies, e às 25 parcelas inventariadas por Solórzano et al. (2005) no fundo de vale, onde em um total de 0,25 ha foram identificadas 41 espécies.

Apesar da riqueza, os tipos mais frequentes (Figura 18) provavelmente correspondem a espécies pioneiras, como é o caso de *Cecropia* cf. *glaziovii* e *Tibouchina* sp., ou secundárias iniciais, como *Guarea* sp., considerando a classificação por estágio sucessional das espécies que ocorrem no local (Santos, 2009). O tipo mais frequente, cf. *Peltanthera*, apesar de um esforço considerável, não pôde ser identificado com maior precisão. Apresenta um conjunto de características anatômicas bastante incomuns, que não estão presentes na maior parte das famílias que ocorrem na Mata Atlântica. Ainda que a identificação esteja incorreta, é pouco provável que este tipo corresponda a alguma das espécies identificadas por Santos (2009) ou Solórzano et al. (2005). Os caracteres anatômicos sugerem que seja uma espécie de madeira macia, característica de espécies pioneiras ou secundárias iniciais (Budowski, 1965).

Estes resultados corroboram os dados de diâmetro, reforçando a hipótese de que o trecho de floresta explorado provavelmente correspondia a um estágio sucessional inicial a médio.

Uma das questões primordiais para poder comparar o resultado das análises antracológicas com levantamentos fitossociológicos é tentar estimar a área de floresta cortada pelos carvoeiros para a obtenção de madeira, uma vez que o número de espécies está diretamente relacionado à área amostrada (Margurran, 2004).

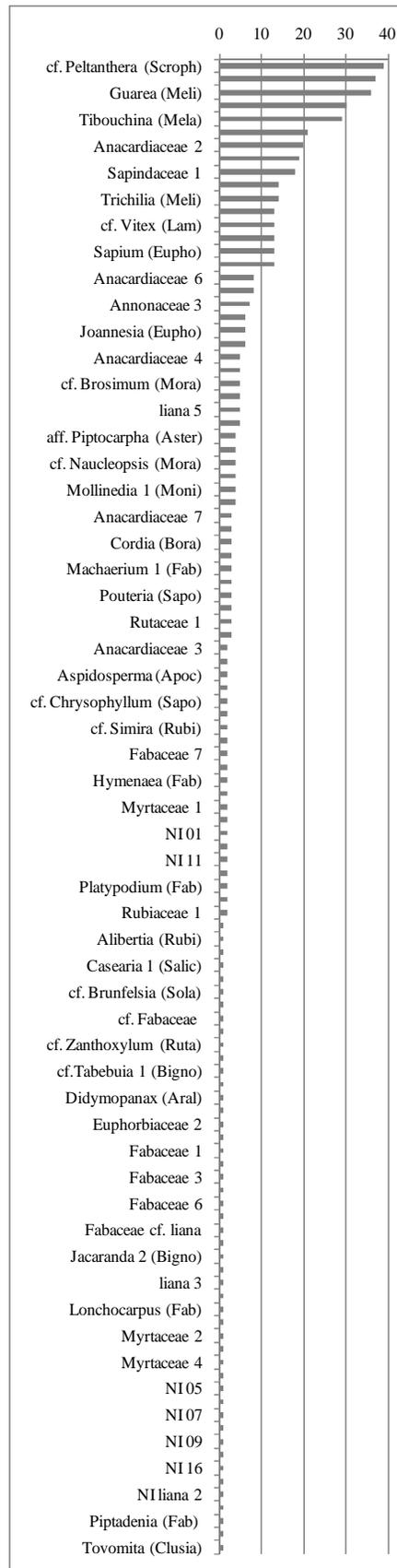


Figura 18 - Histograma de frequência dos tipos encontrados na carvoaria do fundo de vale (MPB IV).

Infelizmente, como já explicado no capítulo anterior, não foi possível estimar a área de base da carvoaria MPB IV. Na ausência desses dados, foram feitas estimativas adotando-se o volume padrão de 45 m³ e o volume calculado para a carvoaria MPB IX (15 m³), os quais foram comparados com a estimativa de volume por hectare da floresta com base nos dados de Santos (2009). A utilização da estimativa de volume por hectare de floresta a partir de dados atuais foi feita com base nos resultados da análise dos diâmetros, onde se concluiu que a estrutura da floresta atual é semelhante à que está representada nesta carvoaria.

Tabela 4 - Estimativas de área de floresta explorada com base nos dados de Santos (2009).

Cava (FV)	Dap (m)	H (m)	n° ind/ha	Volume/ind	Volume/ha (m ³)	Área explorada MPB IX (ha)	Área explorada carvoaria padrão (ha)
C1	13	10	1150	0,09	100,40	0,14	0,45
C2	16	11	1300	0,14	180,92	0,08	0,25
C4	21	11	850	0,22	188,19	0,07	0,24
C5	16	11	1525	0,14	212,23	0,07	0,21
C10	17	11	1050	0,15	162,06	0,09	0,28

As estimativas de área variaram entre 0,07 e 0,45 ha (Tabela 4). O valor de 0,45 ha provavelmente pode ser descartado, por conjugar uma gama improvável de condições: indivíduos de pequeno volume, baixa densidade e a construção de uma carvoaria de grande volume, além de parecer pouco possível perante a configuração da bacia hidrográfica analisada e a distribuição dos sítios de carvoaria. Portanto, é possível imaginar que a área explorada pelos carvoeiros pudesse ser algo em torno de 0,1 a 0,3 ha.

Com base nessas estimativas, podemos concluir que o resultado da análise antracológica poderia ser compatível ao entorno de uma cava inventariada por Santos (2009) – 0,04 ha – ou ao total de parcelas analisadas por Solórzano & Oliveira (2005) ou Santos (2009) – 0,25 e 0,20 ha, respectivamente. Em ambos os casos, a riqueza específica identificada no sítio MPB IV é bastante superior ao encontrado atualmente no fundo de vale.

Na Figura 19 está representada a relação entre os resultados da análise antracológica e dos levantamentos fitossociológicos de Santos (2009) e Solórzano & Oliveira (2005). Observa-se que os levantamentos fitossociológicos do fundo de vale se agrupam em um espaço limitado do lado esquerdo do gráfico, enquanto

os de divisor de drenagem se encontram dispersos do lado direito. O ponto MPB IV está localizado aproximadamente no meio. A presente floresta do fundo de vale, portanto, se mostra mais homogênea (menos diversa) do que a do divisor de drenagem. O sítio MPB IV apresentou um padrão mais semelhante ao do divisor de drenagem, embora esteja localizado no fundo de vale.

A similaridade entre as porcentagens (SIMPER) mostrou que a abundância de *Guarea* nas cavas do fundo de vale é o que mais contribui para a dissimilaridade entre estas e MPB IV, seguida de uma maior abundância de melastomatáceas também nas cavas do fundo de vale e a presença de cf. *Peltanthera*, apenas no material arqueológico. Esses três taxa, apenas, correspondem a mais de 40% da variação encontrada (Tabela 5).

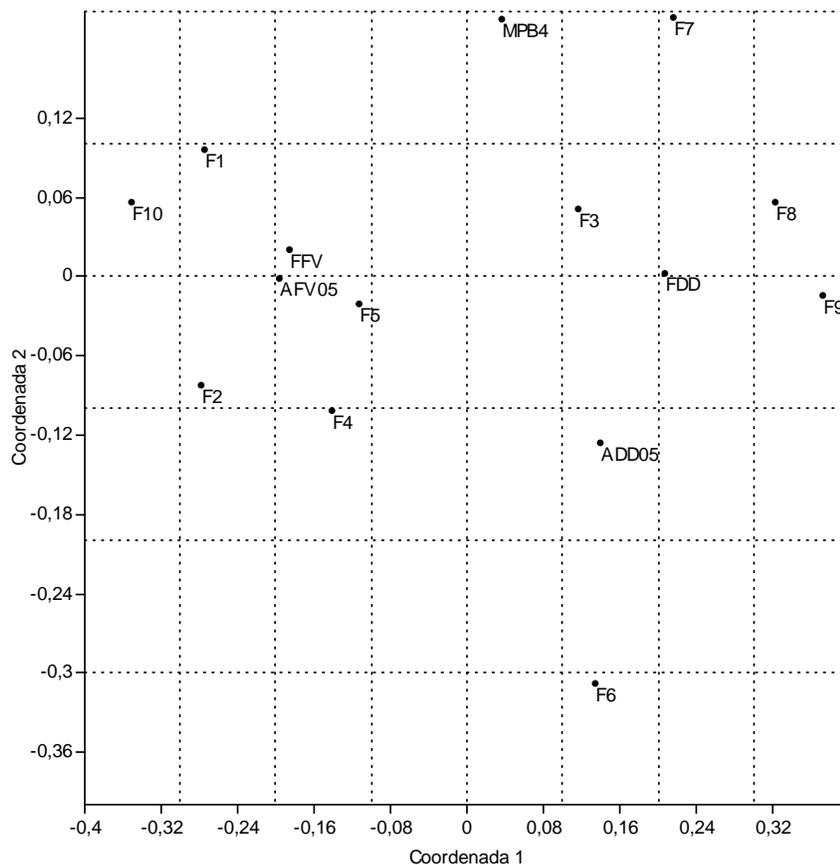


Figura 19 - Escalonamento multidimensional não-métrico (MPB IV – todas as amostras do sítio MPB IV; F1-F10 – entorno das cavas analisadas por Santos (2009); FV e DD – cavas do fundo de vale e do divisor de drenagem (Santos, 2009); AFV05 e ADD05 – dados do fundo de vale e do divisor de drenagem de Solórzano et al. (2005).

Na comparação entre a carvoaria MPB IV e as cavas do divisor de drenagem, a contribuição foi mais bem dividida entre os taxa. A abundância de melastomatóceas e cf. *Peltanthera* na MPB IV e de mirtáceas nas cavas do divisor de drenagem são responsáveis por apenas 20% da dissimilaridade encontrada (Tabela 5).

Tabela 5 - Similaridade de porcentagens (SIMPER) para verificar os taxa responsáveis pela dissimilaridade entre o sítio MPB IV e as cavas de fundo de vale (MPB IV/FV) e as do divisor de drenagem (MPB IV/DD). Estão representados apenas os 10 taxa com maior contribuição.

	Taxon	Contribuição (%)	Cumulativa %	Abundância (MPB IV)	Abundância (FF/DD)
MPB IV / FV	Guarea	19,13	27,44	7,73	46
	MELASTO	5,287	35,03	12,2	8,96
	Peltan	4,185	41,04	8,37	0
	ANAC	4,001	46,78	9,23	1,23
	Exo	3,864	52,32	0	7,73
	FABACEAE	3,625	57,53	7,51	12,6
	SAPO	2,575	61,22	5,15	0
	Cecro	2,439	64,72	6,44	1,56
	ANNO	2,253	67,96	4,51	0
	SAPIN	1,646	70,32	4,08	0,784
MPB IV / DD	MELASTO	4,914	7,513	12,2	2,4
	Peltan	4,185	13,91	8,37	0
	MYRTA	4,091	20,17	1,5	9,68
	FABACEAE	3,898	26,12	7,51	11,6
	ANAC	3,346	31,24	9,23	2,54
	Cecro	3,219	36,16	6,44	0
	RUBI	2,823	40,48	1,93	7,58
	EUPHO	2,65	44,53	0,644	5,69
	Sloanea	2,439	48,26	0	4,88
	Guarea	2,34	51,84	7,73	3,2

Em geral, as famílias com o maior número de espécies foram as mesmas, tanto no sítio arqueológico, quanto nos levantamentos fitossociológicos (Figura 20). A família Fabaceae, por exemplo, é a mais bem representada na MPB IV, com 18 espécies, e também nos levantamentos, exceto o do fundo de vale por Solórzano & Oliveira (2005), onde foram identificadas apenas quatro espécies desta família. Fabaceae apresenta grande riqueza de espécies na Mata Atlântica, e é comum que seja a família com maior número de espécies (e.g.: Silva &

Nascimento, 2001; Peixoto et al., 2004; Guedes-Bruni et al., 2006). A família Anacardiaceae, que na verdade comporta as famílias Anacardiaceae e Burseraceae, uma vez que a anatomia do lenho dessas duas famílias apresenta muita semelhança, foi a segunda com o maior número de espécies (7). Esse resultado é bastante surpreendente, uma vez que nas listas florísticas da floresta ombrófila densa essas duas famílias costumam ser representadas por poucas espécies (e.g.: Leitão-Filho, 1987; Tabarelli & Mantovani, 1999). Todos os sete tipos apresentam as características anatômicas típicas (parênquima paratraqueal escasso, pontoações radiovasculares maiores que as intervasculares, raios não muito largos compostos por células procumbentes com 1-4 fileiras de células eretas e quadradas nas extremidades), sendo observados canais radiais em quatro deles. Essa característica, quando associada às demais, torna improvável qualquer outra classificação. Uma possibilidade é que essa família apresente a anatomia bastante variável entre indivíduos de uma mesma espécie, ou até em um mesmo indivíduo (e.g. tronco e galhos), como pode ocorrer com *Quercus* sp. e *Staphylea* sp. (Schoch, 2008).

As demais famílias apresentaram um número de espécies dentro do que é esperado para a região: Euphorbiaceae e Sapotaceae com seis, Annonaceae e Myrtaceae com cinco e Bignoniaceae, Melastomataceae e Rubiaceae com quatro, e as demais com três ou menos. A família Myrtaceae, que comumente é a família com maior número de espécies na Mata Atlântica (e.g.: Leitão-Filho, 1987; Tabarelli & Mantovani, 1999), não se mostrou particularmente rica, nem no sítio MPB IV, nem nos levantamentos fitossociológicos (Figura 20). Na realidade esta situação é esperada, na medida em que a maior diversidade específica de Myrtaceae está associada a estágios sucessionais mais avançados do bioma. Segundo Leitão Filho (1993), as famílias Myrtaceae e Lauraceae são muito comuns na Floresta Atlântica, mas tendem a não ocorrer em estágios iniciais, sendo características de situações mais maduras.

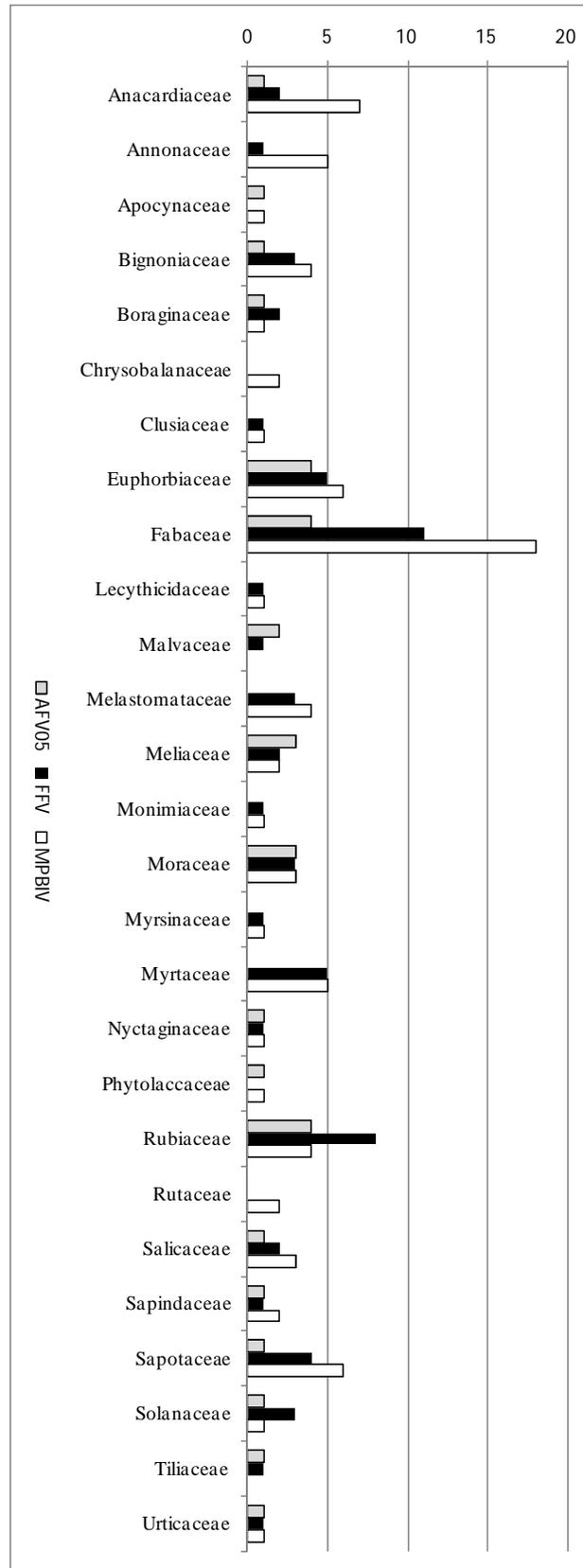


Figura 20 - Número de espécies encontradas por família no sítio MPB IV e nos levantamentos fitossociológicos.

4.1.2. Carvoaria do divisor de drenagem (MPB IX)

Desta carvoaria foram analisados 350 fragmentos, 25 por nível de cada sondagem. Foram encontrados apenas fragmentos de angiospermas dicotiledôneas, classificados em 66 tipos: 62 de espécies arbóreas ou arbustivas (lenhosas), das quais 49 foram identificadas em nível de família ou gênero e 12 não puderam ser identificadas, e quatro espécies de trepadeiras. Seis fragmentos foram desconsiderados por não estarem em condições de serem identificados (vitrificados ou mal preservados). A descrição anatômica de todos os tipos se encontra em anexo, assim como a tabela contendo a composição de cada amostra (Tabela 13).

Os valores pequenos, negativos e não significativos encontrados para R na análise de similaridade das amostras agrupadas (Tabela 6 e Tabela 7) indicam que não há diferença na composição das camadas ou das sondagens. Este resultado sugere que, se havia uma composição diferenciada relativa à estrutura da carvoaria, esta não foi mantida. Associada ao fato de não terem sido encontradas camadas naturais e à estratigrafia aparentemente simples do sítio, a ausência de dissimilaridades significativas entre os níveis indica também que esse sítio provavelmente resultou de um evento único.

Tabela 6 - Análise de similaridade entre as sondagens (R = - 0,002367 e p = 0,4794) (C – Centro; I – Inter; P – Periferia)

	C	I	P
C		0,7192	0,6784
I	0,7192		0,1387
P	0,6784	0,1387	

Tabela 7 - Análise de similaridade entre as camadas (R = - 0,04043 e p = 0,6044).

	1	2	3	4	5
1		0,3953	0,2011	0,5978	0,5921
2	0,3953		0,7044	0,6965	0,6977
3	0,2011	0,7044		0,801	0,3084
4	0,5978	0,6965	0,801		0,6018
5	0,5921	0,6977	0,3084	0,6018	

O escalonamento multi-dimensional não-métrico (Figura 21) também não parece mostrar nenhum tipo de padrão ou diferenciação entre as amostras, o que corrobora o resultado da análise de similaridades.

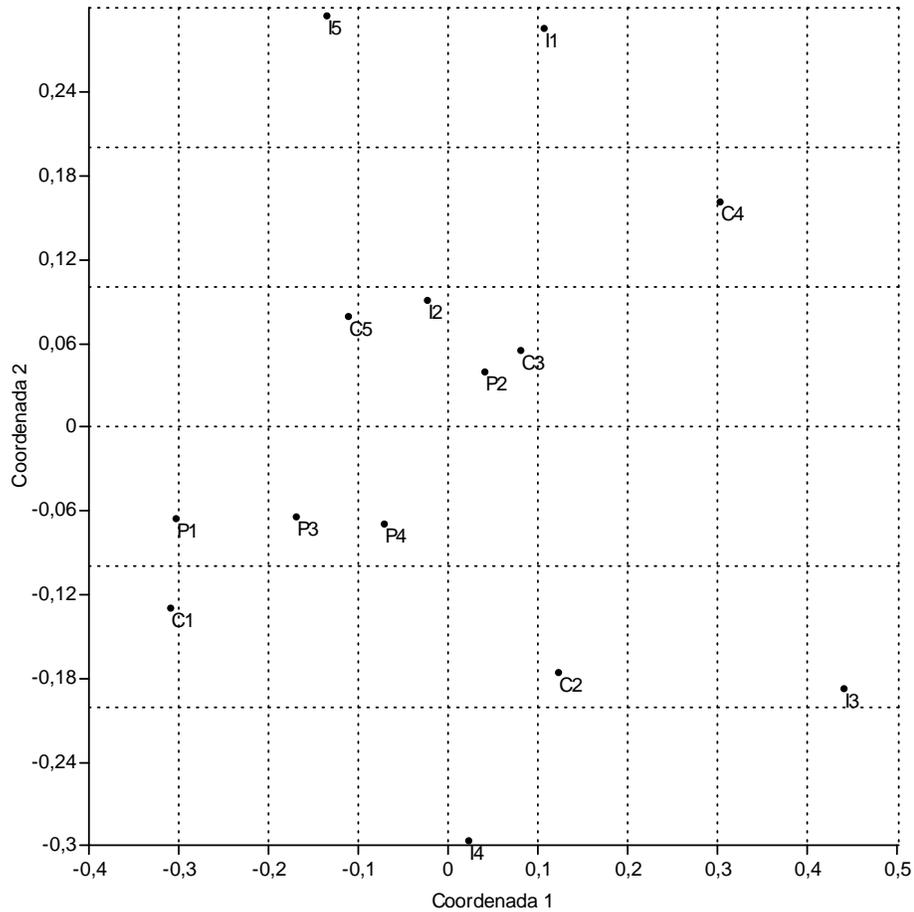


Figura 21 - Escalonamento multidimensional não métrico, mostrando em um espaço bidimensional a distância (similaridade) entre as amostras. As letras correspondem às sondagens e os números, às camadas.

Foram encontrados diferentes padrões de distribuição dos fragmentos pelas classes de diâmetro (Figura 22) nas sondagens, com a classe 5 predominando na sondagem Centro, a classe 4 na Inter e ambas apresentando a mesma frequência na Periferia. As classes 1 e 2 estão pouco representadas em todas as sondagens, assim como a classe 3 sempre apresenta frequência intermediária. Não foram

encontradas diferenças significativas entre as distribuições, de acordo com teste de Kolmogorov-Smirnov (Tabela 8).

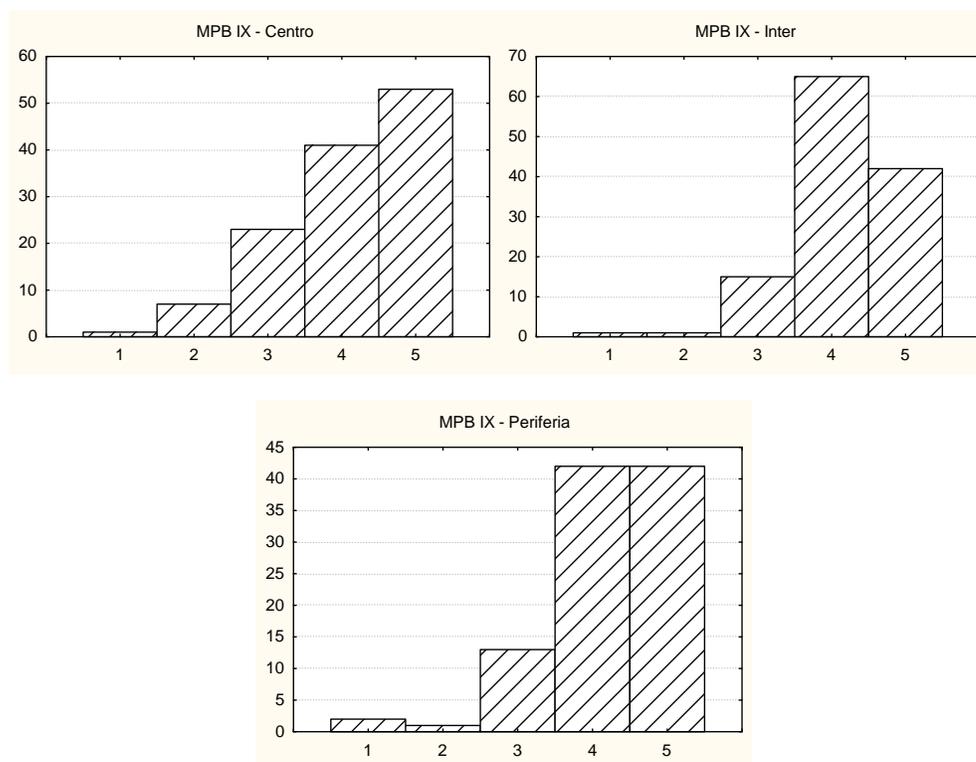


Figura 22 - Distribuição dos fragmentos em classes de diâmetro por sondagens (Classes de diâmetro: 1 – 0 a 2,9 cm; 2 – 3 a 4,9 cm; 3 – 5 a 9,9 cm; 4 – 10 a 14,9 cm; 5 - > 15 cm).

Tabela 8 - Resultado do teste Kolmogorov-Smirnov para diferenças na distribuição diamétrica das sondagens da MPB IX.

	D	p
Centro/Inter	0,1109	0,40688
Periferia/Inter	0,10419	0,5617
Centro/Periferia	0,088	0,76399

4.1.2.1. Representatividade do sítio

A curva de saturação foi construída a partir do número total de fragmentos, uma vez que não foram encontradas diferenças entre as amostras. Apesar de não apresentar um patamar franco, há uma tendência à estabilização da curva que

sugere que o número de fragmentos analisados é representativo da composição do sítio, e que um número amostral maior acrescentaria poucos tipos aos já encontrados (Figura 23).

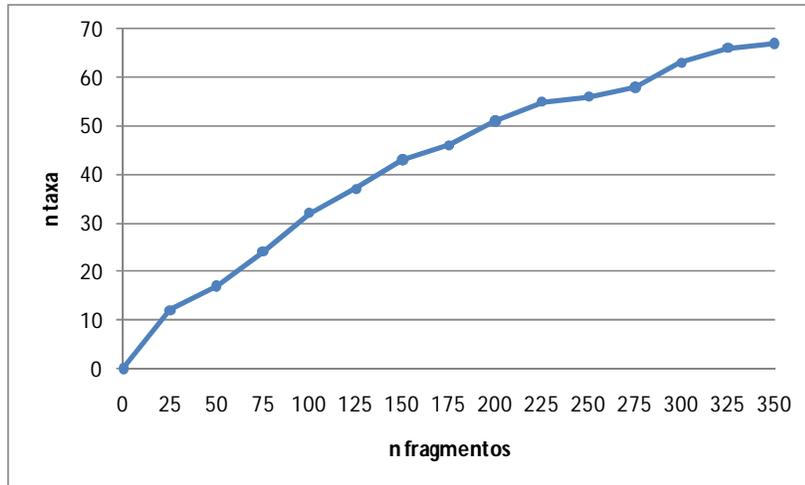


Figura 23 - Curva de saturação da carvoaria do divisor de drenagem (MPB IX).

Similarmente à MPB IV, foi encontrado um índice de Gini-Lorenz de 22/78 (Figura 24), sugerindo que a amostragem foi suficiente, permitindo a obtenção de resultados que reflitam a vegetação estudada.

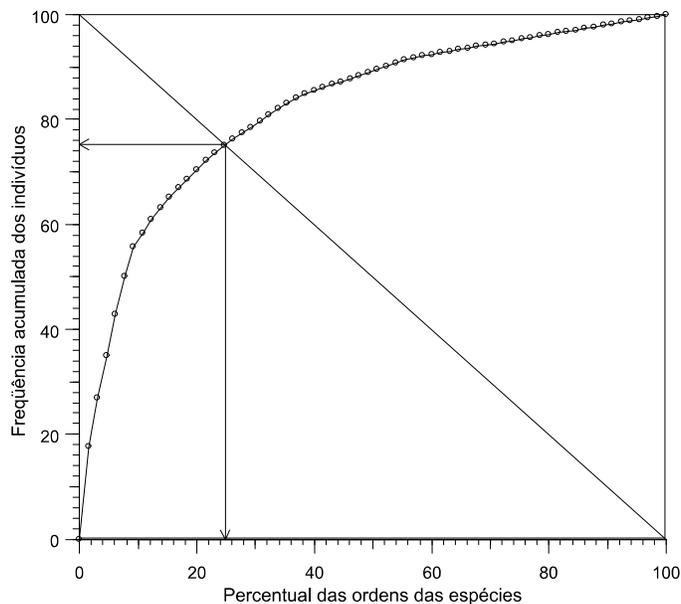


Figura 24 - Curva de Gini-Lorenz para o sítio MPB IX.

4.1.2.2. Estrutura e composição da floresta

Ao contrário do sítio MPB IV, na carvoaria do divisor de drenagem as classes de diâmetro 4 e 5 foram as mais frequentes entre os tipos mais encontrados (Figura 25) e para o sítio como um todo (Figura 26), sugerindo que o trecho de floresta explorado no entorno da carvoaria MPB IX apresentava muito provavelmente indivíduos com diâmetros superiores ao existente na carvoaria MPB IV. *Copaifera* sp., e em menor escala cf. *Ficus/Sorocea*, foram os únicos tipos (considerando os dois sítios) que apresentaram um padrão de distribuição diamétrica semelhante ao esperado em teoria (Nelle, 2002). Devido aos fatores já discutidos anteriormente para a MPB IV, é difícil atribuir um significado a esses resultados, mas é possível que seja consequência da utilização de apenas um indivíduo dessas espécies, ou de indivíduos de tamanhos semelhantes. É possível também que o(s) indivíduo(s) desses tipos anatômicos tenham apresentado um maior diâmetro, o que tenha resultado na clara acumulação de fragmentos na maior classe (embora o perfil diamétrico não sugira um diâmetro muito superior a 20 cm, do contrário a acumulação esperada nessa classe seria ainda maior).

Outro resultado corrobora a hipótese de que os indivíduos utilizados na carvoaria MPB IX apresentavam diâmetros superiores aos da MPB IV: enquanto na MPB IV foram encontradas estimativas de 20 cm para apenas 3 dos 113 tipos, na MPB IX 27 tipos (aproximadamente 40%) apresentaram pelo menos um fragmento com esse diâmetro estimado.

O perfil encontrado para o sítio como um todo (Figura 26) é um intermediário entre o *coppice type* e o *large wood size type*, sendo este último o padrão encontrado em carvoarias contemporâneas e históricas localizadas em florestas temperadas na Alemanha (Nelle, 2002). Mas, além de que o diâmetro de florestas temperadas e tropicais talvez não possa ser comparado diretamente, a classe superior de Nelle corresponde a 10 cm, enquanto neste trabalho corresponde a 15cm. A partir dessa consideração, é bastante possível que o padrão encontrado esteja mais próximo do *large wood size type*.

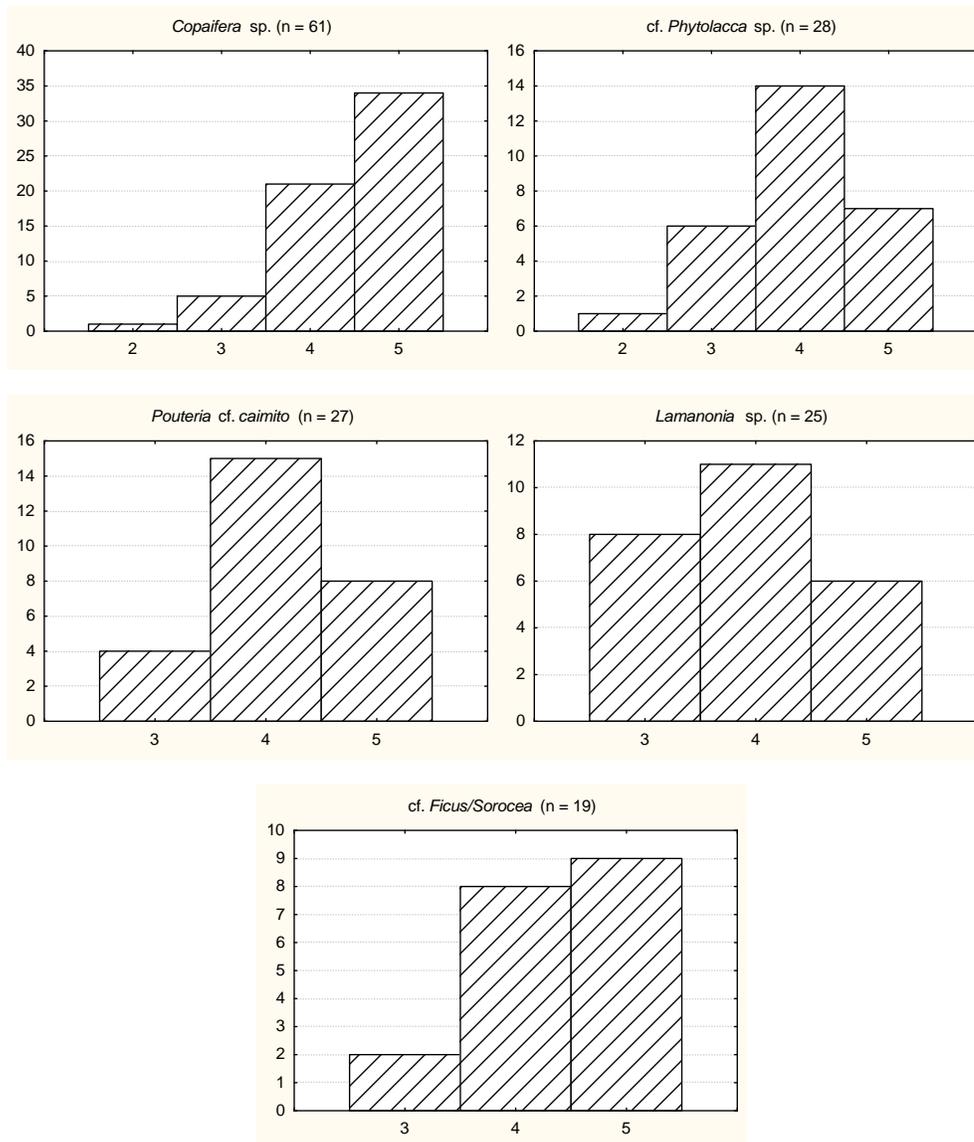


Figura 25 - Histogramas de frequência de fragmentos por classes de diâmetro para os tipos mais abundantes no sítio MPB IX (Classes de diâmetro: 1 – 0 a 2,9 cm; 2 – 3 a 4,9 cm; 3 – 5 a 9,9 cm; 4 – 10 a 14,9 cm; 5 - > 15 cm).

Os 66 tipos encontrados, da mesma forma que no sítio MPB IX, sugerem que não houve seleção no corte. Foram encontrados vários tipos que correspondem a espécies valorizadas para outros fins, como *Copaifera* sp. (copaíba), *Jacaranda* sp. (jacarandá), cf. *Cariniana* sp. (jequitibá), entre outras.

A maior riqueza de espécies encontrada por Santos (2009) foi justamente no entorno da cava IX: 40 espécies. Ao contrário do que foi encontrado no sítio MPB

IV, a discrepância entre o número de espécies encontradas no levantamento fitossociológico da floresta atual e na análise antracológica foi pequena.

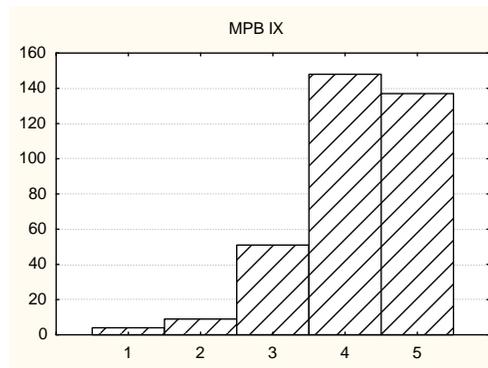


Figura 26 - Histograma de frequência dos fragmentos por classe de diâmetro para MPB IX (Classes de diâmetro: 1 – 0 a 2,9 cm; 2 – 3 a 4,9 cm; 3 – 5 a 9,9 cm; 4 – 10 a 14,9 cm; 5 - > 15 cm).

As estimativas de área explorada variaram de 0,04 a 0,20 ha (Tabela 9), considerando apenas o volume estimado da própria carvoaria MPB IX. Embora não seja possível estimar dados de densidade de indivíduos, é bastante provável que o diâmetro médio do trecho explorado se aproximasse do encontrado para a cava IX, como já discutido anteriormente, que também é a mais próxima da área de estudo. Portanto, dentre as estimativas, o valor encontrado para a cava IX - 0,04 ha - parece ser o mais razoável de ser adotado. Esse valor é, aproximadamente, o mesmo analisado por Santos (2009) para cada cava individualmente, mas é necessário considerar que se trata apenas de uma estimativa que visa fornecer um parâmetro de comparação. Portanto, a diferença entre a riqueza específica do sítio (66) e da cava IX (40) não pode ser interpretada como uma diminuição da diversidade, uma vez que, principalmente no divisor de drenagem, o número de espécies aumenta bastante com a área analisada. Em áreas de tamanho semelhante no divisor de drenagem, Solórzano et al. (2005) encontraram um total de 92 espécies em 0,25 ha e Santos (2009), 105 espécies em 0,2 ha; uma riqueza específica claramente mais alta do que o encontrado pelos mesmos autores no fundo de vale.

A riqueza específica do divisor de drenagem, portanto, pode ser considerada bastante alta, tanto no presente quanto no passado, se for comparada ao fundo de vale.

Tabela 9 - Estimativas de área de floresta explorada com base nos dados de Santos (2009).

Cava	Dap (m)	H (m)	n° ind/ha	Volume/ind	Volume/ha (m ³)	Área explorada (MPB IX)	Área explorada (carvoaria padrão)
C3	13	10	1300	0,09	113,54	0,12	0,40
C6	11	12	875	0,08	71,10	0,20	0,63
C7	13	9	1450	0,08	111,97	0,13	0,40
C8	13	12	1900	0,11	205,35	0,07	0,22
C9	17	13	1750	0,19	328,34	0,04	0,14

O escalonamento multidimensional não métrico (Figura 27) mostra a maior semelhança do sítio MPB IX com o divisor de drenagem, tanto pela maior similaridade, quanto pelas relações de distância. Na análise de similaridades (Tabela 10), assim como para o sítio MPB IV, o principal taxon responsável pela dissimilaridade foi *Guarea*, seguido pela abundância de *Copaifera*, sapotáceas e cf. *Phytolacca* na carvoaria. Por outro lado, a presença e abundância de *Copaifera*, cf. *Phytolacca* e *Lamanonia* em MPB IX foram os principais fatores de dissimilaridade entre a carvoaria e os levantamentos atuais no entorno das cavas.

O tipo mais frequente nesta carvoaria foi *Copaifera* sp. (Figura 28). Esse gênero não está presente nos levantamentos de Santos (2009) ou Solórzano & Oliveira (2005), mas foi registrado por Müller (inédito) no divisor de águas da bacia do Rio Caçambe. O levantamento que vem sendo empreendido por esta autora se encontra precisamente nas circunvizinhanças da MPB IX. O taxon é de ampla distribuição geográfica e pode ser encontrado sob diferentes condicionantes ambientais e estágios sucessionais (Pinheiro & Monteiro, 2009). Lauraceae spp., tipo certamente representado por espécies diversas, foi o segundo mais frequente, seguido de uma espécie da família Phytolaccaceae, possivelmente *Phytolacca* sp.

De acordo com a classificação em estágios sucessionais de Santos (2009), Oliveira (2002) e Costa & Mantovani (1995), a maioria dos tipos encontrados provavelmente corresponde a espécies características de florestas secundárias em estágio médio a avançado de regeneração. Corroborados pelos dados de diâmetro,

os resultados da identificação taxonômica sugerem que o trecho de floresta explorado pelos carvoeiros se encontrava, possivelmente, em estágio médio ou avançado de sucessão secundária.

Da mesma forma que no sítio MPB IV e nos levantamentos fitossociológicos, a família com o maior número de espécies foi Fabaceae (Figura 29).

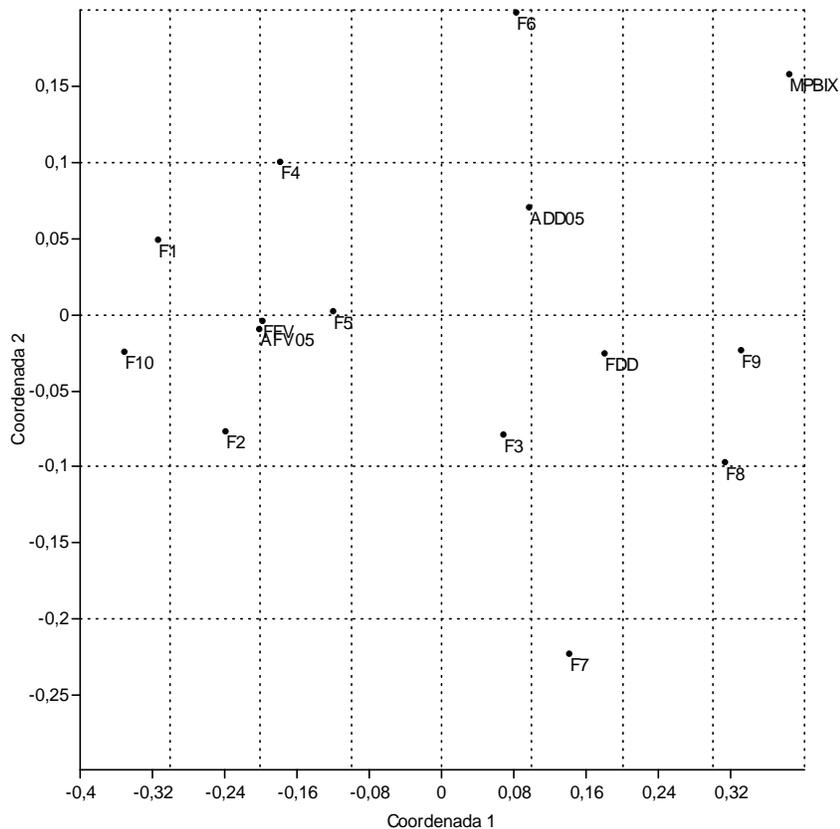


Figura 27 - Escalonamento multidimensional não-métrico (MPBIX – todas as amostras do sítio MPBIX; F1-F10 – entorno das cavas analisadas por Santos (2009); FV e DD – cavas do fundo de vale e do divisor de drenagem (Santos, 2009); AFV05 e ADD05 – dados do fundo de vale e do divisor de drenagem de Solórzano & Oliveira (2005).

Tabela 10 - Similaridade de porcentagens (SIMPER) entre os sítios MPB IX e as cavas de fundo de vale (MPB IX/FV) e as do divisor de drenagem (MPB IX/DD). Estão representados apenas os 10 taxa com maior contribuição.

	Taxon	Contribuição (%)	Cumulativa (%)	Abundância (MPB IX)	Abundância (FV/DD)
MPB IX/FV	Guarea	22,99	26,48	0	46
	Copaif	10,63	38,72	21,3	0
	SAPO	6,446	46,15	12,9	0
	Phyto	4,878	51,77	9,76	0
	MELASTO	4,481	56,93	0	8,96
	Laman	4,355	61,95	8,71	0
	FABACEAE	3,924	66,47	6,27	12,6
	Exo	3,864	70,92	0	7,73
	MYRTA	3,615	75,08	8,01	0,784
	Taba	2,229	77,65	5,23	0,769
MPB IX/DD	Copaif	10,63	15,19	21,3	0
	Phyto	4,878	22,16	9,76	0
	Laman	4,355	28,38	8,71	0
	MYRTA	4,002	34,1	8,01	9,68
	FABACEAE	3,774	39,49	6,27	11,6
	SAPO	3,145	43,98	12,9	7,87
	RUBI	2,918	48,15	1,74	7,58
	Sloanea	2,439	51,64	0	4,88
	Taba	2,435	55,12	5,23	0,357
	EUPHO	2,024	58,01	2,79	5,69

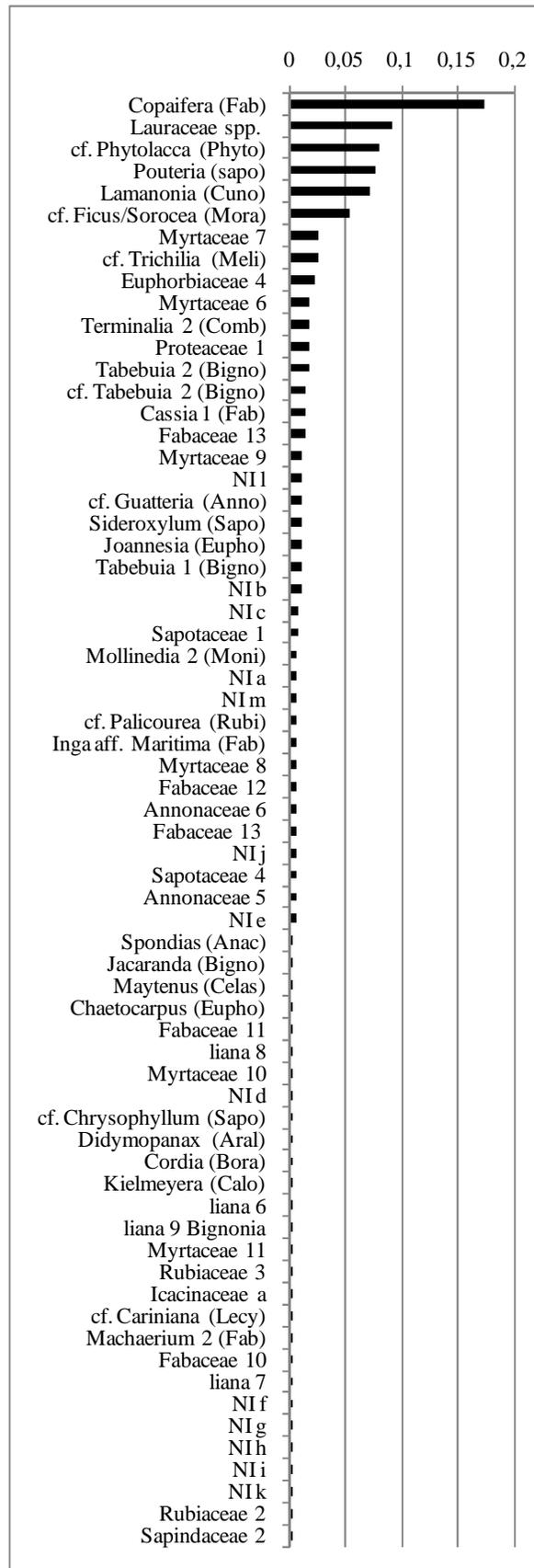


Figura 28 - Frequência dos tipos anatômicos no sítio MPB IX.

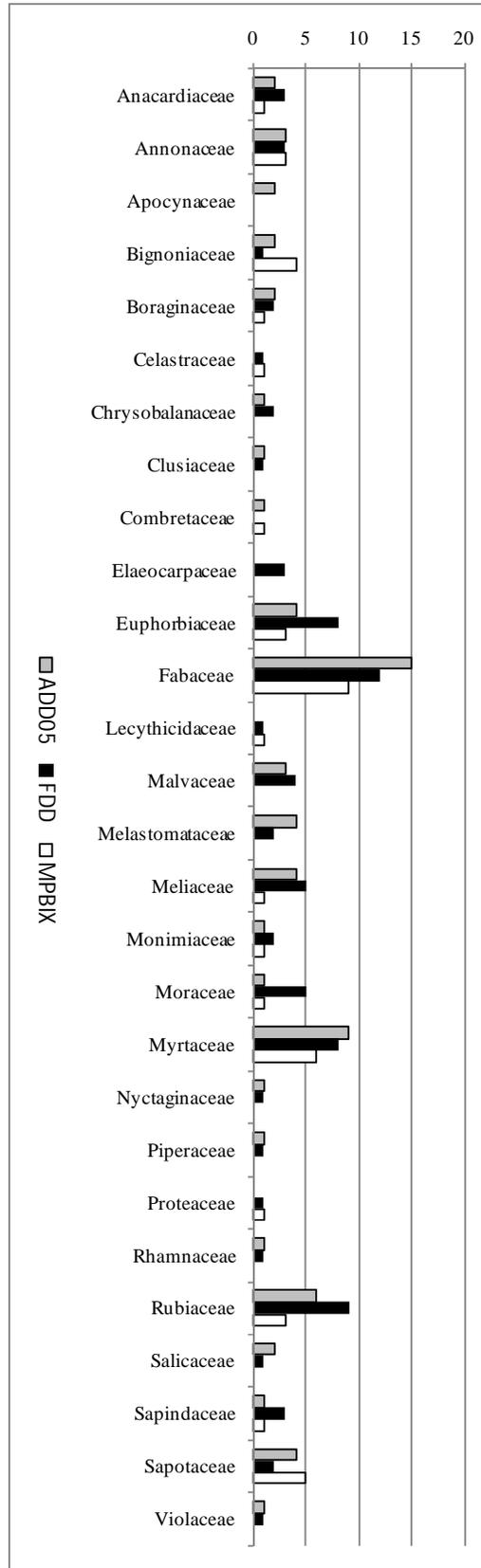


Figura 29 - Número de espécies por família, no sítio MPB IX e nos levantamentos fitossociológicos do divisor de drenagem.

4.2. A floresta

Os resultados da análise antracológica dos dois sítios, MPB IV e MPB IX, foram comparados aos levantamentos fitossociológicos de Santos (2009). As cavas e as amostras separadamente foram incluídas para que se pudesse ter um controle do efeito do tamanho da amostra na ordenação, uma vez que o escalonamento multidimensional não-métrico pode ser bastante sensível a esse tipo de variação (Legendre & Legendre, 1998), como já verificado anteriormente para a análise das amostras da MPB IV.

O resultado da análise NMDS (Figura 30) sugere que as variações no número amostral, assim como o fato dos dados serem provenientes de objetos de diferentes naturezas (fragmentos de carvão e árvores), não foram suficientes para definir o processo de ordenação. Em todos os casos, as amostras e as cavas formaram uma nuvem no entorno dos pontos que as representam como um todo (MPB4, MPB9, DD e FV), o que era o esperado. As cavas do fundo de vale (mais a cava VI) formaram um grupo bastante distinto no canto inferior do gráfico, enquanto todos os demais pontos, provenientes da análise antracológica e do levantamento fitossociológico do divisor de drenagem, formaram um grupo maior aproximadamente no centro do gráfico. Essa disposição sugere que a composição do fundo de vale no passado era mais semelhante ao que é encontrado no divisor de drenagem, no presente ou no passado. Ressalta-se que o grupo formado pelo levantamento do divisor de drenagem e pelas análises antracológicas é bastante heterogêneo, porém a composição atual do fundo de vale é distinta o suficiente para formar um agrupamento separado.

Foi calculada a similaridade de porcentagens (SIMPER) para identificar os taxa responsáveis por esse agrupamento (Tabela 11). Foram considerados dois grupos: um com as cavas de fundo de vale (e a cava VI) (F1, F2, F4, F5, F6, F10 e FV) e outro com todas as demais unidades (cavas do divisor, exceto a VI, e todas as amostras e os sítios como um todo da análise antracológica).

A abundância de *Guarea* na composição florística do atual fundo de vale foi o principal fator encontrado para separá-lo do grupo com as demais amostras, com uma contribuição de 17,43%. Os demais taxa contribuíram com aproximadamente 5% ou menos para a diferenciação encontrada.

Foi executada também a análise NMDS considerando diversos levantamentos florísticos do Estado, para identificar possíveis padrões na composição de espécies, incluindo um levantamento de restinga, como grupo controle (Figura 31):

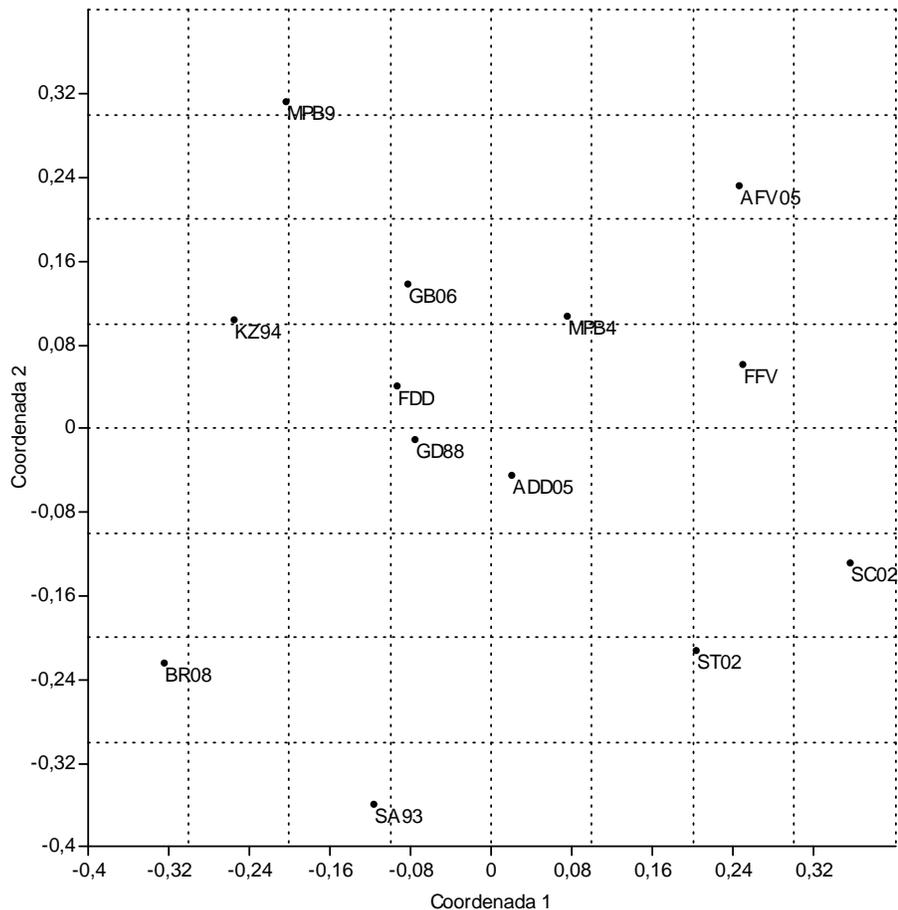


Figura 31 - NMDS abrangendo os sítios de carvoaria e alguns levantamentos florísticos do Estado (MPB4 – sítio MPB IV; MPB9 – sítio MPB IX; AFV05/ADD05 – fundo de vale/divisor de drenagem (Solórzano & Oliveira, 2005.); FFV/FDD – fundo de vale/divisor de drenagem (Santos et al., 2009); GB06 – Poço das Antas (Guedes-Bruni et al., 2006); KZ94 – E.E.E. do Paraíso (Kurtz, 1994); GD88 - Magé (Guedes, 1988); SC02 – Inhoaíba (Santana, 2002); ST02 – Mendanha (Santana, 2002); BR08 – Tiririca (Barros, 2008); SA93 – restinga de Jurubatiba (Sá, 1993).

No maior agrupamento, aproximadamente no meio do gráfico, estão os pontos relativos aos levantamentos do divisor de drenagem (ADD05 e FDD), da Estação Ecológica Estadual do Paraíso (Kurtz, 1994), de um trecho de mata perturbada em Magé (Guedes, 1988), de floresta aluvial em Poço das Antas

(Guedes-Bruni et al., 2006). São trechos de floresta ombrófila densa que apresentam características variadas (altitude, declividade, localização geográfica, balanço hídrico, estágio sucessional, etc.). Bastante próximo se encontra também o ponto correspondente à análise antracológica do sítio MPB IV. O ponto referente ao MPB IX está isolado na parte superior do gráfico, porém mostra-se mais próximo desse grupo do que dos demais.

Ao lado direito deste agrupamento se observa os pontos referentes ao fundo de vale da bacia do Rio Caçambe (AFV05 e FFV) e a florestas secundárias de 25-35 anos do município do Rio de Janeiro, na Serra do Inhoaíba (SC02) e na vertente sul do Mendanha (ST 02).

Os pontos que mais se distanciaram dos demais foram o de Sá (1993) – SA93, da Restinga de Jurubatiba, e de Barros (2008), na Serra da Tiririca, Niterói – BR08. Segundo a autora (Barros, 2008), a vegetação dessa região é mais semelhante à restinga do que a Floresta Ombrófila Densa. Esses pontos, conseqüentemente, representariam a vegetação de restinga.

Para melhor esclarecer os resultados encontrados, foi executado um metaNMDS, contendo apenas o número de espécies por família, o que permitiu acrescentar um maior número de levantamentos, uma vez que a matriz necessária pode ser construída apenas com uma lista de espécies (Figura 32). É também uma forma de análise que não assume a representatividade quantitativa dos fragmentos de carvões dos sítios em relação ao trecho de floresta do qual se originam. Os levantamentos referentes à restinga foram excluídos previamente (verificou-se em testes preliminares relação de distância semelhante à dos gráficos anteriores).

É possível observar que os pontos mais à direita tiveram sua localização resultante de uma maior abundância de famílias como Urticaceae, Melastomataceae e Solanaceae, normalmente associadas a espécies pioneiras, que predominam em SC02 (Serra de Inhoaíba), ST02 (vertente sul do Mendanha) e IG5 (Ilha Grande, vegetação com 5 anos de idade) (Figura 32). Com tendência a ficarem próximos ao centro estão os pontos que correspondem a levantamentos em que famílias como Fabaceae e Meliaceae tiveram grande importância, como os do fundo de vale (FFV, AFV05) e o sítio MPB IV. Os demais pontos ficaram agrupados mais à esquerda, juntamente com várias famílias que lhes são comuns, e rodeados pelas famílias que aparecem em poucos levantamentos. Os pontos

relativos ao fundo de vale parecem ser os mais próximos aos pontos correspondentes a áreas no início do processo de sucessão (IG5, SC02, ST02).

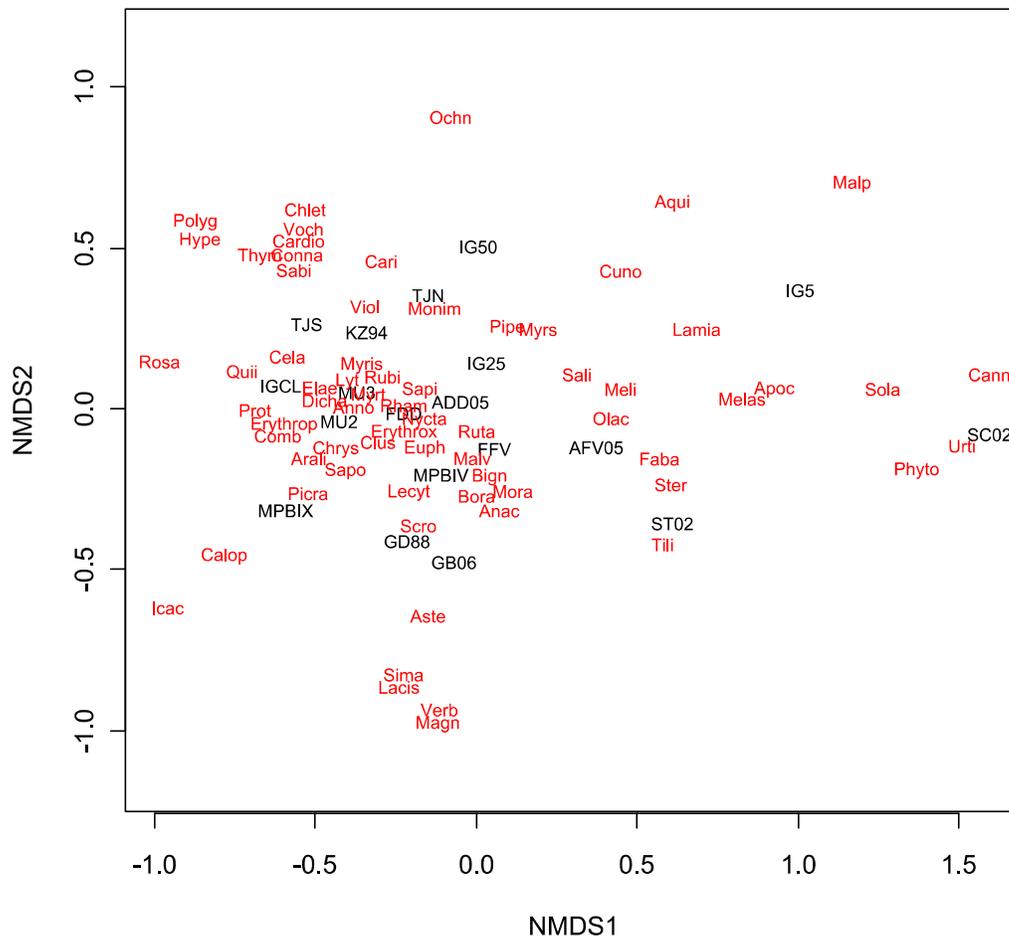


Figura 32 - MetaMDS abrangendo os sítios de carvoarias e alguns levantamentos florísticos realizados em trechos de floresta ombrófila densa no Rio de Janeiro (considerou-se apenas o número de espécies por família, transformado em porcentagem) (MPBIV – sítio MPB IV; MPBIX – sítio MPB IX; AFV05/ADD05 – fundo de vale/divisor de drenagem (Solórzano et al., 2005.); FFV/FDD – fundo de vale/divisor de drenagem (Santos et al., 2009); MU2/MU3 – parcelas 2/3 divisor de drenagem (Müller, inédito); GB06 – Poço das Antas (Guedes-Bruni, 2006); KZ94 – E.E.E. do Paraíso (Kurtz, 1994); GD88 - Magé (Guedes, 1988); SC02 – Inhoaíba (Santana, 2002); ST02 – Mendanha (Santana, 2002); TJS/TJN – vertentes sul/norte do Maciço da Tijuca (Oliveira et al., 1995); IG5/IG25/IG50/IGCL – Ilha Grande, floresta com 5/25/50 anos e climácica (Oliveira, 2002).