

BRACATINGA (*MIMOSA SCABRELLA*), EUCALIPTO (*EUCALYPTUS VIMINALIS*) E PINUS (*PINUS TAEDA*) NA RECUPERAÇÃO DA BIODIVERSIDADE, A NÍVEL MICROBIOLÓGICO, DE SOLOS DEGRADADOS

Lucila M. de A. MASCHIO¹
Marcelo S. SCALZO²
Sergio GAIAD¹
Albino GRIGOLETTI JR.¹

RESUMO

Foram estudados comparativamente solos sob mata nativa original, sob reflorestamentos, com bracatinga (*Mimosa scabrella*), com eucalipto (*Eucalyptus viminalis*) e com pinheiro (*Pinus taeda*) e desnudos. Com exceção do primeiro, todos foram submetidos anteriormente a processos subseqüentes, de mineração do xisto pirobetuminoso e recomposição. O trabalho foi desenvolvido em uma área da PETROBRÁS, em São Mateus do Sul, estado do Paraná. Teve como objetivo comparar os referidos reflorestamentos quanto à eficiência na reversão da degradação provocada pela mineração, com base na população fúngica, e níveis de biodiversidade e freqüência. O reflorestamento com bracatinga foi mais eficiente, recuperando 83,33% dos componentes da diversidade original, que foram perdidos durante a seqüência degradação-recomposição. As modificações a nível de fertilidade, que ocorrem no solo sob bracatinga, deslocaram o equilíbrio microbiológico original, com prevalência de *Paecilomyces*, *Chaetomium* e *Gongronella*, em direção a um novo equilíbrio com predominância de *Trichoderma*, *Fusarium* e *Mucor*, dentro de um aparente processo sucessional paralelo ao da vegetação.

Palavras-Chave: Mineração, xisto pirobetuminoso, população fúngica, floresta nativa original, solo recomposto, reflorestamento.

1 INTRODUÇÃO

A extração de óleo do "xisto pirobetuminoso", pela "Superintendência de Industrialização do Xisto da PETROBRÁS - Petróleo Brasileiro S.A.", no município de São Mateus do Sul, PR, visa à substituição parcial do petróleo como matéria-prima energética, no Brasil. A mineração do xisto implica uma característica de anticlímax social e ecológico. Remove da área, o proprietário, a cobertura vegetal, o solo, o subsolo e o xisto, constituindo a antítese do desenvolvimento sustentado.

ABSTRACT

Soil studied, comparatively, from native forest, plantations of bracatinga (*Mimosa scabrella*), eucalypt (*Eucalyptus viminalis*) and pinus (*Pinus taeda*) and from a bare soil. All, except the first soil, had been mined for the extraction of "mineral pitch", before restoration. The work took place in an area belonging to PETROBRÁS, in São Mateus do Sul, Paraná State. The aim was to compare the effect of different types of plantation on the restoration of the soil disturbed by mining. The fungi population was used as parameter to measure the biodiversity in those soils.

The bracatinga was the more efficient specie in getting the biodiversity close to the levels of soil from native forest. It reached 83.3% of the original biodiversity. The modification in the levels of soil fertility that occurred in the soil under bracatinga changed the original microbiological balance that had a predominance of *Paecilomyces*, *Chaetomium* and *Gongronella*, towards a new balance with predominance of *Trichoderma*, *Fusarium* and *Mucor* this may indicate a successional process parallel to the undestorey vegetation in the plantation.

Key words: Mining, mineral pitch, fungal population, native forest plantation restored soil.

O método utilizado pela PETROBRÁS, para a recomposição do solo, consiste na devolução, à mina, do xisto retornado e, diretamente sobre este, de uma mistura dos horizontes do solo original com fragmentos de xisto retornado e rejeito, resultando em um substrato compacto e ácido. A seguir, a revegetalização inicia o processo de recuperação do solo.

Este trabalho pretende avaliar (em uma primeira aproximação), com base em populações fúngicas (biodiversidade), a eficiência biológica dos processos utilizados pela PETROBRÁS para a recomposição e a

(1) EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisas de Florestas.

(2) Biólogo.

recuperação do solo, tendo como testemunha um solo sob floresta nativa original. Isto, com base nos conceitos de : (a) solo degradado, ou seja, aquele que segundo a FAO/UNEP teve sua capacidade (atual ou potencial) de produzir bens e serviços, por alguma razão, minimizada (LUCHESE, 1988) e (b) solo recuperado, ou seja, aquele cuja degradação foi revertida até o ponto de permitir a reocupação pelos organismos originalmente presentes, isto segundo define a NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE (NAS) para áreas de mineração do carvão (LUCHESE, 1988).

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em uma área de mineração de "xisto pirobetuminoso", pertencente à Usina Piloto da PETROBRÁS, situada no segundo planalto paranaense, no município de São Mateus do Sul, PR, a 26°52' de latitude ao sul e 50°37' de longitude a oeste, em área de relevo suave ondulado e altitude de 760 m. O clima é do tipo pluvial temperado Cfb segundo Köppen. A temperatura média mínima é de 13°C, a temperatura média máxima é de 21°C, com pluviosidade de 1.400mm, bem distribuída durante o período (IAPAR, 1978). A vegetação primitiva que predominava nas áreas de estudo era do tipo Floresta Subtropical Perenifolia, formada em geral por três estratos: o superior, constituído por araucária, imbuia, cedro, canela e outras espécies folhosas de grande porte; o médio, por pinheiro-bravo, pimenteira, guaramirim, ervamate, caroba, bracatinga, guabiroba e outras; e o inferior, por ervas, arbustos e gramíneas.

Na área experimental, o solo apresentava-se argiloso e compactado.

A biodiversidade foi determinada com base na quantidade de populações fúngicas encontradas e identificadas, até a profundidade de 20 cm, em solos: (a) nunca submetidos a ação antrópica e sob mata nativa original (testemunha - "T"); (b) degradados, recompostos e não vegetados ("R"); (c) degradados, recompostos,

corrigidos, adubados e revegetalizados, com *Pinus taeda* (pinheiro - "P") ou com *Eucalyptus viminalis* (eucalipto - "E") ou com *Mimosa scabrella* (bracatinga - "B").

As amostras de solo foram coletadas em 5 áreas de 320m², cada uma, correspondendo a uma das condições estudadas (TABELA 1). Cada amostra foi composta de 5 subamostras e pesou 250 gramas, sendo 100 gramas destinadas à análise de fungos micorrízicos MVA, e 50 gramas, à de fungos não micorrízicos e 100 gramas, à análise química.

Os fungos não micorrízicos foram isolados do total de fragmentos orgânicos contidos em 50 cc de solo, pelo método da matéria orgânica, relatado por MASCHIO (1978). Os fragmentos foram depositados em meio de cultura (BDA, pH = 5,5). Após o desenvolvimento das colônias, estas foram contadas e os respectivos fungos foram identificados. Os esporos de fungos micorrízicos MVA foram retirados de 100 cc de solo, conforme a metodologia de TOMMERUP e KIDBY (1979), e posteriormente contados.

A análise química foi conduzida de acordo com LOURENÇO (1991) e conforme as normas do laboratório de solos do CNPFlorestas.

Os plantios dos reflorestamentos ocorreram a 05 de fevereiro de 1977, 14 anos antes deste estudo. Para o eucalipto e o pinus, foram obedecidos os espaçamentos de 2,0 x 2,0 m. A bracatinga foi implantada a lanço e posteriormente, desbastada em 5% da área.

A frequência de cada unidade taxonômica e os parâmetros de fertilidade dos solos foram estudados com o auxílio do método do "Principal Component Analysis" ou "PCA".

3 RESULTADOS

Os tratamentos (TABELA 1) foram avaliados pelos valores médios das variáveis (TABELAS 1 a 5) que os caracterizaram, porque não se desejou estudar o efeito das adubações aplicadas 14 anos antes.

TABELA 1 - Tratamentos aplicados aos solos

SOLOS	CALAGEM ton/ha	ADUBAÇÃO NPK (15:14:3)
bracatinga	B1 *	100
	B2	200
	B3	100
eucalipto	E1	100
	E2	200
pinheiro	P1	100
	P2	100
	P3	200
desnudo	R1	-
	R2	-
	R3	-
mata nativa	T1	-
	T2	-
	T3	-

(*) 1, 2 e 3: parcelas de amostragem

TABELA 2 - Freqüências de Deuteromycotina

HYPHOMICETES						COELOMYCETES	
MONILIALES						SPHAEROPSIDALES	MELANCONIALES
Trichoderma	MONILIACEAE		TUBERCULARIACEA	DEMATIACEAE	STILBACEAE	SPHAEROPSIDACEAE	MELANCONIACEAE
	Paecilomyces	Penicilium	Fusarium				
A	B	C	D	E	F	G	H
B	1.33	0.66	7.33	0	0.33	0.66	0
E	0	2.33	0.33	0.33	0	0	0
P	0.67	1.66	0.33	0	0	0	0.66
R	0	0.66	0	0	0	0	0
T	6.33	1.66	0.33	0.33	0.33	0.33	0

TABELA 3 - Freqüências de Ascomycotina

Plectomycetes		Pirenomycetes		Discomycetes	
Eurotiales		Sphaerialies		Helotiales	
Eurotiaceae		Melanosporaceae		Sclerotinaceae	
Talaromyces	Thermoascus	Chaetomium		Sclerotinia	
I	J	K		L	
B	0	3.33	0	0.33	
E	1	4	0.33	0	
P	0.66	0.66	0	0	
R	0	0	0.66	0	
T	1.66	4	2.66	0	

Tabela 4 - Freqüência de Zygomycotina e Mastigomycotina

Zygomycotina					Mastigomycotina	
Zygomycetes					Domyces	
Mucorales					Perenosporales	
Mucoraceae		Endogonaceae		(*)	Perenosporaceae	
Mucor	Gongronella	Acaulospora	Glomus		Phytophthora	
M	N	O	P	Q	R	
B	4	1.66	7	20.33	0	2
E	1.33	0.66	14	4.33	0.33	0
P	0.66	0	2	17.66	0	0
R	0.33	0	41.66	18	0	0
T	0.66	1.66	33	14	0	0

(*) Determinado somente a nível de subdivisão

TABELA 5 - Resultados da análise química dos solos

	C ÷1,72	pH	Ca + Mg (me%)	Al (me%)	P ppm	K ppm
B	4	3,85	1,83	4,76	0,66	62,66
E	2,76	3,87	1,63	5,5	1	87
P	1,96	3,88	2,16	5	1,33	72
R	4,9	3,89	1	5,33	0	81,83
T	9,5	3,73	1,06	6,1	0,66	80,66

3.1 Diversidade

Diversidade original: no solo sob mata nativa original ("T"), ela foi composta por 12 unidades taxonômicas. Isto, considerando-se como um único gênero (unidade) duas formas sexualmente distintas do mesmo fungo, no caso, *Penicillium* e *Talaromyces*, *Paecilomyces* e *Thermoascus*. Cada gênero não identificado foi registrado com o nome da respectiva família ou classe. Isto não interferiu nos resultados, porque todos eles nunca ocorreram com frequência superior a 1 por tratamento (TABELAS 2 a 4).

As unidades do solo "T" foram *Trichoderma*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Fusarium*, Dematiaceae, Stilbaceae, Sphaeropsidaceae, *Talaromyces*, *Thermoascus*, *Chaetomium*, *Mucor*, *Gongronella* e os fungos micorrízicos (MVA), *Acaulospora* e *Glomus* (TABELAS 2 a 4, colunas A a K, M, O e P, respectivamente).

Diversidade persistente: foram constatados no solo "T" e também no recomposto e desnudo ("R") seis gêneros: *Trichoderma*, *Penicillium* (só nesta forma), *Chaetomium*, *Mucor*, *Acaulospora* e *Glomus*, os quais, com exceção do *Chaetomium*, ocorreram ainda em cada um dos solos reflorestados (TABELAS 2 e 4, colunas A, C, K, M, O, e P, respectivamente).

Diversidade suprimida: presentes em "T", foram ausentes nas amostras. (a) "R" *Paecilomyces* (*Thermoascus*) e *Fusarium* (TABELAS 2 e 3, colunas B, J, e D, respectivamente); (b) "R", "P" e "B" - Dematiaceae (TABELA 2, coluna E); (c) "R" e "P" - *Gongronella* (TABELA 4, coluna N); (d) "R", "P" e "E" - Stilbaceae e Sphaeropsidaceae (TABELA 2, colunas F e G); (e) "P" e "B" *Chaetomium* (TABELA 3, coluna K).

Diversidade recuperada: estiveram presentes em "T", ausentes em "R" e novamente presentes:

(a) em "B", *Paecilomyces* (*Thermoascus*), *Fusarium*, Stilbaceae, Sphaeropsidaceae e *Gongronella* (TABELAS 2 e 4 colunas B, J, D, F, G, e N, respectivamente); (b) em "E", *Paecilomyces* (só na forma sexual), *Fusarium*, Dematiaceae e *Gongronella* (TABELAS 2 e 4 colunas B, D, E e N respectivamente) e; (c) em "P", *Paecilomyces* (*Thermoascus*) e *Fusarium* (TABELAS 2 e 3 colunas B, J, e D, respectivamente).

Diversidade aumentada: ausentes em "T", compareceram nos solos das amostras de: (a) "B", *Sclerotinia* e *Phytophthora* (TABELAS 3 a 4, colunas L e R, respectivamente); (b) "P", *Pestalotia* (TABELA 2, coluna H) e; (c) "E", Zigomicetes (Classificação preliminar) (TABELA 4, coluna Q).

3.2 Freqüências de fungos e fertilidade do solo

Os componentes 1 e 2, que acumularam 94,84% da variância global, mostraram que, entre as variáveis estudadas, foram mais importantes: (a) Teores de Al^{3+} , C, K^+ e pH (acidez) do solo (FIGURA 1); (b) freqüências de *Chaetomium*, *Paecilomyces*, *Gongronella*, Stilbaceae, Sphaeropsidaceae, *Trichoderma*, *Mucor* e *Fusarium* (FIGURA 1).

A comparação dos solos, sob mata nativa original ("T"), recomposto desnudo ("R"), mostrou que a degradação seguida pela recomposição: (a) provocou decréscimos acentuados (48,42%) no teor de C e na freqüência de *Chaetomium*, anulando ainda as populações de *Paecilomyces*, de Stilbaceae e de *Gongronella* (TABELAS 2 a 5 e FIGURA 1); (b) reduziu medianamente (12,62%) o teor de Al^{3+} , provocando um também mediano acréscimo na população de *Trichoderma* (TABELA 2 e FIGURA 1); e (c) não alterou significativamente o alto teor de K^+ , fez decrescer a população de *Mucor* e anulou a de *Fusarium* e de Sphaeropsidaceae (TABELAS 2 a 5, FIGURA 1).

Após 14 anos de reflorestamento, a bracatinga ("B") promoveu modificações importantes no solo: (a) alterou acentuadamente 100,00% dos índices de fertilidade, promovendo decréscimos de Al^{3+} (21,97%) e de K^+ (22,32%) e C (18,37%); (b) aumentou a freqüência de 87,50% das principais unidades presentes (persistentes+recuperadas), quais sejam: *Trichoderma*, *Mucor*, *Fusarium*, Sphaeropsidaceae, Stilbaceae, *Gongronella* e *Paecilomyces*, e (c) provocou acréscimo acentuado de *Trichoderma*, *Fusarium* e *Mucor* (FIGURA 1); e (d) acréscimo até o patamar da freqüência original (em "T") de Stilbaceae, Sphaeropsidaceae e *Gongronella* (FIGURA 1).

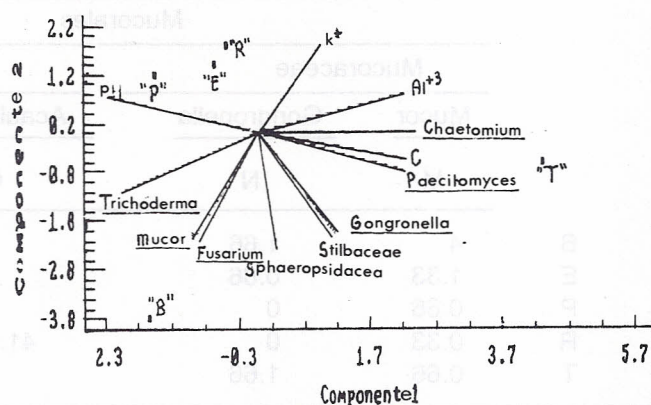


FIGURA 1 - Distribuição espacial das amostras e variáveis

A queda das freqüências de *Chaetomium* e *Paecilomyces*, em todos os solos ("R", "P", "E" e "B") e relativamente ao solo sob a mata nativa original ("T"), esteve especialmente associada à deficiência de C e Al^{3+} (FIGURA 1).

Os aumentos das freqüências de *Trichoderma*, *Mucor* e *Fusarium*, mais acentuadas no solo reflorestado com bracatinga ("B"), estiveram particularmente associados ao decréscimo drástico, de Al^{3+} quanto ao *Trichoderma* e de K^+ quanto a *Mucor* e *Fusarium* (FIGURA 1).

Decréscimos de freqüências em "R", "P" e "B": (a) de *Stilbaceae* e *Gongronella* estiveram particularmente associados à carência de C e (b) de *Sphaeropsidaceae*, ao excesso de K^+ (FIGURA 1).

Foram prevalentes: (a) *Paecilomyces*, *Chaetomium* e *Gongronella* no solo sob mata nativa original (TABELAS 2 a 4, FIGURA 1); (b) *Trichoderma* nos solos recuperados, desnudo ("R") e sob eucalipto ("E") e pinheiro ("P") (TABELA 2) e *Trichoderma*, *Fusarium* e *Mucor*, no solo reflorestado com bracatinga ("B").

4 DISCUSSÃO

4.1 Diversidade

A presença dos gêneros *Trichoderma*, *Mucor*, *Penicillium*, *Glomus* e *Acaulospora*, nos solos sob mata nativa original ("T"), recomposto desnudo ("R") e reflorestados com bracatinga ("B"), com eucalipto ("E") ou com pinus ("P"), sugeriu: (a) a eficiência parcial de todos os procedimentos, completos ou não, para a reversão da degradação, na área em estudo e/ou: (b) a alta capacidade de adaptação de 41,67% dos componentes da diversidade original às profundas alterações temporais e ambientais, às quais foram submetidas.

Do total de unidades taxonômicas suprimidas do solo ("T") desde a mineração até a recomposição sem reflorestamento ("R"), foram recuperadas: (a) 83,87% no reflorestamento com bracatinga ("B"); (b) 66,67% no reflorestamento com eucalipto ("E") e; (c) 33,33% no reflorestamento com pinus ("P").

As unidades resistentes à mineração e à recomposição ("R"), porém, perdidas durante o reflorestamento, foram substituídas por novas unidades, nas proporções de 1:2 e 1:1, nos solos sob bracatinga ("B") e sob pinheiro ("P"), respectivamente. Não houve perda no reflorestamento com eucalipto ("E"), o qual, entretanto, acrescentou uma nova às unidades originais.

Estes dados sugerem que: (a) reflorestamento com bracatinga ("B") foi o mais eficiente para a recuperação da biodiversidade, a nível microbiológico, no solo e; (b) todos os reflorestamentos estão deslocando suavemente o equilíbrio microbiológico original, em direção a um processo de sucessão.

4.2 Freqüência e fertilidade do solo

Na mata nativa original ("T"), o equilíbrio associou altos teores de C, Al^{3+} e K^+ a: (a) altas populações de

Paecilomyces, *Chaetomium* e *Gongronella*, (prevalentes, por ordem decrescente); e (b) presença de populações muito baixas de *Mucor*, *Fusarium*, *Stilbaceae* e *Sphaeropsidaceae*.

Relativamente ao solo sob mata nativa original ("T"), no solo recomposto desnudo ("R"), o deslocamento do equilíbrio químico, com o decréscimo do C (principalmente) e do Al^{3+} , teria orientado a população fúngica, para uma espécie de anticlímax, caracterizado pela supressão de 62,50%, o declínio populacional de 25,00% e a prevalência de uma única *Trichoderma* das principais unidades taxonômicas (selecionadas pelo "PCA") estudadas.

O máximo teor de C bem como a prevalência de *Chaetomium* e *Paecilomyces*, na matéria orgânica isolada do solo sob mata nativa ("T"), sugerem decomposição pouco evoluída, ainda liberando quantidades expressivas de energia calorífica, conforme se deduz da literatura (KRUPA & DOMMERGUES, 1979 e AINSWORTH & SUSSMAN, 1968). As baixas ou nulas freqüências de 50,00% das unidades componentes da população fúngica total sugerem deficiência de N, particularmente relacionada ao declínio da longevidade de espécies de *Fusarium* (GARRET, 1970).

Os solos sob eucalipto ("E") ou pinheiro ("P") não foram significativamente diferentes do recomposto desnudo ("R"), sugerindo que 14 anos de reflorestamento pouco ou nada significaram, em termos químicos e microbiológicos, para a reversão da degradação provocada pela mineração. Apesar da diminuição na biodiversidade, os fungos prevalentes representados por *Trichoderma* e os micorrízicos MVA são ecologicamente importantes para o estabelecimento de novas culturas agrícolas e/ou florestais.

Tanto o pinheiro como o eucalipto depositaram quantidades relativamente baixas de C e N e apresentaram valores relativamente altos da relação C:N, nestes mesmos solos, analisados quatro anos antes (POGGIANI & MONTEIRO, 1990). Isto fortalece a suposição de que, no solo recomposto desnudo ("R"), muito semelhante aos sob pinus ("P") e eucalipto ("E"), a falta de C inibiu algumas e a de N inibiu outras categorias de fungos. A inibição de clamidósporos de *Fusarium* sp, p.ex., expostos longamente à serrapilheira de coníferas, já foi relatada (BAKER et alii, 1970). Extratos deste tipo de serrapilheira induzem altas taxas de germinação em clamidósporos e macroconídios, porém, o tubo germinativo torna-se anormal, com lise subsequente (TOUSSON et alii, 1969). Especificamente a serrapilheira do pinus, em florestas implantadas, inibe *Fusarium* sp (BAKER & COOK, 1974). Outrossim, formas patogênicas de *Fusarium* têm sido temporariamente controladas pela adição ao solo de resíduos orgânicos com altas relações C: N (SNYDER et alii, 1959 e POWDELSON, 1969).

Teores mais altos, não só de C como também de N e relação C:N inferior no solo sob bracatinga ("B") relativamente aos sob pinheiro ("P") e sob eucalipto ("E"), já foram anteriormente constatados nos mesmos maciços presentemente estudados (POGGIANI & MONTEIRO, 1990). Isto explicaria a maior diversidade

de fungos e as frequências máximas de *Trichoderma* e *Fusarium*, principalmente, nos solos sob bracatinga ("B").

O teor de C, mais baixo no solo sob bracatinga ("B") do que no solo sob mata nativa original ("T") teria sido, no primeiro caso, ainda insuficiente para permitir a presença de *Chaetomium* e elevar ao patamar original a frequência de *Paecilomyces*. Entretanto, a peculiar simbiose da bracatinga com o *Rhizobium*, sugere que frequências destes fungos variaram também em função da relação C:N, nos dois solos em questão.

O decréscimo máximo de K^+ , no solo sob bracatinga ("B"), sugere um desequilíbrio na ciclagem deste nutriente, com absorção superior à reposição. A literatura relata o declínio quantitativo do folhedo e do K^+ , depositados no solo pela bracatinga em idade próxima à do reflorestamento presentemente estudado (BARRICHELO & POGGIANI, 1988). Outrossim, um eventual ajuste nos solos sob bracatinga ("B") dos teores de C e de N às exigências do *Fusarium* e do *Mucor*, ocorrendo ao mesmo tempo que o teor de K^+ decresceu, pode estar indicando correlação eventual do K^+ com os citados fungos.

A correlação negativa de *Trichoderma* e Al^{3+} já foi observada anteriormente (MASCHIO & GAIAD, 1992).

Teor mais baixo de Al^{3+} , no solo sob bracatinga ("B"), observado comparativamente com os demais, provavelmente, deveu-se ao maior equilíbrio entre Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , no primeiro solo.

Optou-se pela não discussão do pH pois sua amplitude de variação foi pequena e sua importância, provavelmente, deveu-se à alta correlação negativa com o C.

4.3 Diversidade, frequências e características químicas do solo

Em conjunto, estes resultados mostraram que as modificações químicas ocorridas no solo, devidas à presença de bracatinga, favoreceram a recuperação de uma grande parcela da biodiversidade original. Entretanto, em termos de frequências dos taxons mais importantes, alteraram-se as populações, substituindo-se as prevalências originais (em "T") de *Paecilomyces*, *Chaetomium* e *Gongronella* pelas de *Trichoderma*, *Fusarium* e *Mucor*. Esta relação 3:3 sugere o deslocamento do desequilíbrio original para um novo equilíbrio, dentro de um processo de sucessão, o qual deverá atingir o clímax juntamente com a floresta que vem se desenvolvendo na superfície do solo sob bracatinga.

5 CONCLUSÕES

O reflorestamento com bracatinga foi o mais eficiente para a recuperação da biodiversidade a nível microbiológico, no solo.

Houve um deslocamento no equilíbrio original da biodiversidade, provavelmente, em direção a um novo estágio de equilíbrio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAKER, F. K.; COOK, R.J., 1974. *Biological control of plant pathogens*. San Francisco: W. H. Freeman, 284 p.
- BARRICHELO, L. E. G.; POGGIANI, F., 1988. *Relatório das atividades desenvolvidas no ano de 1987 - Convênio IPEF/PETROBRÁS-SIX*. Piracicaba: IPEF, 34 p.
- BRUCHL, G. W. Factors affecting the persistence of fungi in soil. In: BAKER, R. *Fungus - induced host diseases*. Washington: Agricultural Experiment Station, 1970. p.11-14. (Bull. 716).
- EMERSON, R. Termophiles, In AINSWORTH, G. C.; SUSSAM, A. S., 1968. *The fungi - an advanced treatise*. NEW YORK: Academic Press, 300 p.
- GARRET, S.D., 1970. *Pathogenic root-infecting fungi*. London: The Cambridge University Press, 154 p.
- KRUPA, S. V. & DOMMERGUES, Y. R., 1979. *Ecology of root pathogens*. St.Paul Elsevier Scientific Publishing Company: 220 p.
- LOURENÇO, M.; SILVA, H. D., 1991. *Influência de três espécies florestais nas características químicas dos solos reflorestados após a exploração do xisto*. Curitiba: EMBRAPA-CNPF, 12 p.
- MASCHIO, L. M. de A., 1978. *O gênero Fusarium nos solos sob cerrado do Distrito Federal*. Brasília: Universidade de Brasília, 58 p. (Tese de mestrado).
- MASCHIO, L. M. de A.; GAIAD, S., 1992. *Diversidade de populações fúngicas em um solo sob capoeira destinado à agrossilvicultura*. Curitiba: EMBRAPA/CNP.
- POGGIANI, F. & MONTEIRO, C.C., 1990. Efeito da implantação de maciços florestais puros na reabilitação do solo degradado pela mineração do xisto pirotetuminoso. *Silvicultura*, nº 42, p. 275-281.
- POWELSON, R. L. Immobilization of fungus nutrients in soil. In: COOK, R. Y. & WATSON, R. *Nature of the influence of crop residues on fungus-induced root diseases*. Washington Agricultural Experiment Station, 1969.
- SNYDER, W. C. M.; SCHROTH, N. & CHRISTOV, T., 1959. Effect of plant residues on root rot bean. *Phytopathology*, v. 49, p. 755-756.
- TOMMERUP, J. C. & KIDBY, D.K., 1979. Preservation of spores of vesicular-arbuscular endophytes by L-drying. *Applied and Environmental Microbiology*, v.37, p. 831-835.
- TOUSSOUM, T. A. W.; MENZIGER W. & SMITH, JR. R.S., 1969. Role of conifer litter in ecology of stimulation of germination in soil. *Phytopathology*. In: BAKER, R. *Fungus - induced host diseases*. Washington: Agricultural Experiment Station, 1970. p. 11-14 (Bull. 716).