

**ADAPTABILIDADE DE ESPÉCIES FLORESTAIS DE RÁPIDO CRESCIMENTO
EM SOLO ALTERADO PELA EXPLORAÇÃO DO XISTO**

João Walter Simões*
Fabio Poggiani*
Edson Antonio Balloni*
Manoel de Sá Roriz**
João Carlos Correia Leite**
Roberto Maciel Vidigal**

O. D. C. 181.3

SUMMARY

Adaptability of fast growing tree species on shale strip mined spoil.

Brazil, in the future, plans to explore large mines of bituminous shale as an oil source. Fast growing trees plantations on shale strip mine spoil seems to be the best solution for soil protection and resettlement of the vegetation in the area. Previous experiments were established in nursery conditions using plastic container (80 cm height x 15 cm diameter) to check the adaptability of **Eucalyptus viminalis**, **Pinus taeda** and **Mimosa scabrella** on mixed soil and sub-soil from the mined area.

It was verified a poor growth of the three species tested on the treatments without liming or fertilization. The best treatment was found to be the soil fertilized with 100 g of NPK (5:14:3) + 9g of lime per container.

Rhizobium symbiosis with roots of *Mimosa scabrella* was found in all the treatments. It was also observed the root system did not grow inside the lower layer of pure bituminous shale placed in the container to simulate field conditions.

1. INTRODUÇÃO

No mundo todo há atualmente uma grande preocupação com os aspectos ecológicos, necessários à continuidade da vida do homem sobre a terra.

Consequentemente o homem se torna cada vez mais consciente de que na natureza tudo é importante e de que a utilização dos recursos naturais deve ser feita da maneira mais racional possível de forma que os sistemas biológicos não sejam demasiadamente afetados.

Um dos aspectos mais drásticos da intervenção do homem sobre a natureza pode ser observado nas áreas de mineração, onde o solo é fortemente alterado em suas características físicas, químicas e biológicas.

Ultimamente as companhias de mineração das nações tecnologicamente mais avançadas, pressionadas por leis severas, têm se preocupado com mais afinco em desenvolver métodos menos destrutivos e atividades posteriores à mineração com o intuito de atenuar e corrigir os efeitos resultantes da devastação.

* Curso de Engenharia Florestal - ESALQ-USP

** GEAT - Petrobrás

Neste sentido, de acordo com PALMTAG (1976) resultados animadores foram conseguidos pela Cia. Falcon que opera nos EUA com a exploração do carvão betuminoso. Esta empresa tem se preocupado em utilizar técnicas menos destrutivas e mais eficientes na extração do carvão.

Ao mesmo tempo vem orientando o trabalho no sentido de utilizar as áreas degradadas para a formação de florestas, culturas e pastagens. Assim sendo, áreas que antigamente eram condenadas devido a negligência dos exploradores se tornaram hoje fontes geradoras de alimentos e benefícios para a sociedade.

Basicamente as culturas são instaladas após uma gradeação em nível semeadura com irrigação, adubação e manutenção geral e cuidadosa das áreas recuperadas.

CZAPOWSKY (1970) na Pensilvânia desenvolveu amplo trabalho utilizando coníferas e folhosas para o reflorestamento de áreas recobertas por resíduos minerais. Segundo o autor o reflorestamento foi fortemente prejudicado devido a uma forte seca nos primeiros 3 meses após o plantio e ficou bem evidente a importância da gradeação na sobrevivência das mudas.

ALDON; SPRINGFIELD & GARCIA (1975) testaram a possibilidade do plantio de espécies forrageiras sobre resíduos minerais da região de Novo México, realizando previamente ensaios em condições de viveiro.

Estes pesquisadores concluíram que o adubo não interfere efetivamente sobre a emergência das plântulas mas, quando utilizado em doses adequadas, aumenta consideravelmente a produtividade das culturas.

DAVIDSON (1977) fez um estudo sobre o comportamento de **Pinus ponderosa** nos resíduos minerais betuminosos da Pensilvânia e salientou a importância de utilizar ecótipos selecionados para se obter um maior sucesso na instalação dos povoamentos florestais.

De acordo com as pesquisas mencionadas é possível concluir que para a implantação de culturas sobre áreas degradadas por mineração são necessários: a seleção criteriosa das espécies mais adequadas e estudos prévios referentes à implantação e tratamentos culturais mais convenientes a serem executados.

A Petrobrás possui na região de São Mateus do Sul uma usina piloto para a utilização do xisto betuminoso para extração de óleo.

Existe por parte da Petrobrás uma nítida preocupação em efetuar estudos prévios no sentido de estabelecer a tecnologia mais adequada na recuperação ecológica das áreas que serão usadas na mineração.

Basicamente o processo de extração do xisto consiste na retirada da camada do solo superficial e do sub-solo até atingir a camada do xisto, o qual é levado para a usina para extração do óleo. O xisto retornado (sem óleo) é posteriormente recolocado na área de origem e recoberto pela mistura do solo superficial com o sub-solo (solo alterado). Este solo alterado apoiado sobre o xisto retornado deverá futuramente ser utilizado para a implantação da vegetação.

MILLER (1975) analisa sob diversos ângulos as vantagens e desvantagens ecológicas e econômicas da mineração a céu aberto, atualmente praticada nos EUA. Pelas alternativas sugeridas conclui-se que ela pode ser tolerada do ponto de vista ecológico desde que a empresa exploradora se comprometa a incluir nos custos da exploração uma determinada porcentagem destinada à recuperação da área explorada. Neste sentido a PETROBRAS ciente da sua responsabilidade, solicitou a colaboração de professores da USP e técnicos do IPEF para avaliar com dados mais concretos o que poderá ser feito na

Região de São Mateus do Sul após a exploração do xisto. É esta uma pesquisa que exige um trabalho em conjunto dos engenheiros de minas com os engenheiros florestais e agrônomos.

Alguns experimentos em condições de viveiro já foram realizados, enquanto que outros já foram instalados em condições de campo.

Os objetivos destes ensaios foram:

- a) Observar o efeito do solo, sub-solo, solo alterado existo retortado sobre o crescimento da parte aérea e do sistema radicular de espécies arbóreas ecologicamente aptas para a região de São Mateus do Sul.
- b) Testar o efeito da calagem e de diferentes níveis de fertilização mineral sobre o crescimento inicial das plantas utilizadas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Local do ensaio

Três ensaios foram instalados em área pertencente ao Viveiro Florestal do Departamento de Silvicultura, ESALQ-USP, em Piracicaba.

2.2. Espécies estudadas

Foram escolhidas três espécies florestais potencialmente aptas para cultivo nas condições climáticas da região onde está sendo explorado o xisto, ou seja, no Município de São Mateus do Sul, PR. São elas: **Eucalyptus viminalis** Labill, **Pinus taeda** L. e (Bracatinga) *Mimosa scabrella* Hoene. As três espécies, de rápido crescimento, são indicadas para o reflorestamento da região. (GOLFARI & PINHEIRO NETO, 1970; GOLFARI, 1971; REITZ; KLEIN & REIS, 1978).

Para cada espécie foi instalado um ensaio, sendo todos com o mesmo delineamento e os mesmos tratamentos de solo.

2.3. Solo

Para a instalação dos ensaios a PETROBRAS - Petróleo Brasileiro S.A., através de seu Grupo Executivo para o Aproveitamento de Terras (GEAT) enviou, ao Departamento de Silvicultura da ESALQ, quantidades suficientes de: a) solo de superfície, b) solo alterado pela exploração do xisto (mistura de solo de superfície, com sub-solo e argila que se assenta sobre a rocha) e c) xisto retortado (após a extração de seu óleo por processo industrial).

Esses materiais serviram de substrato para a cultura das espécies florestais ensaiadas. (Quadro I)

Quadro I. Análise de solo

Solos	Ph	Carbono	Teor trocável em miliequivalentes/100g de terra					
	Valor	%	PO ₄	K+	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Al ⁺⁺	H+
Solo de superfície	4,5	1,59	0,011	0,05	0,32	0,192	6,4	9,28
Solo Alterado	4,7	1,20	0,027	0,15	0,392	0,416	4,72	15,20
Xisto Retortado	2,7	3,36	0,540	0,02	8,736	2,80	11,52	19,20

2.4. Formações das plantas

As mudinhas de **P. taeda** e **E. viminalis** foram produzidas por semeadura direta em sacos plásticos, preenchidas com solo de superfície da região em estudo. Após as mudas terem atingido o estágio adequado para plantio no campo, foram levadas para o local de ensaio. As mudas de **P. taeda** foram plantadas em manilhas de barro de 15 cm de diâmetro por 60 cm de altura, enquanto que as de **E. viminalis** foram para tubos de PVC de 15 cm de diâmetro por 80 cm de altura. Ambas foram plantadas em 19/11/1976.

Pare. o ensaio com **M. scabrella** também foram utilizados tubos de PVC, sendo que as mudinhas foram produzidas por semeadura direta nesses tubos, em 18/05/77. (Fig. 1)

2.5. Tratamentos

Foram utilizados para preenchimento das manilhas ou tubos:

N.º 1 - solo superficial

N.º 2 - solo alterado

N.º 3 - solo alterado + 2,5 ton/ha de calcário dolomítico

N.º 4 - solo alterado + 5,0 ton/ha de calcário dolomítico

N.º 5 - solo alterado + 7,5 ton/ha de calcário dolomítico

N.º 6 - solo alterado + 5,0 ton/ha de calcário dolomítico + 100 g NPK 5:14:3/planta

N.º 7 - solo alterado + 5,0 ton/ha de calcário dolomítico + 200 g NPK 5:14:3/planta

N.º 8 - solo alterado + 5,0 ton/ha de calcário dolomítico + 300 g NPK 5:14:3/planta

N.º 9 - camada superior de solo alterado (2/3) + 5,0 ton/ha de calcário dolomítico + 100 g NPK 5:14:3/planta e, camada inferior (1/3) de xisto retortado na parte basal da manilha ou tubo.



Figura 1 - *Mimosa scabrella* (**bracatinga**). Recipientes de PVC utilizados para o experimento.

2.6. Delineamento Estatístico

O delineamento para análise estatística foi o de blocos ao acaso, com 9 tratamentos e 3 repetições.

2.7. Parcelas

Cada parcela era constituída de 6 unidades (tubos ou manilhas) colocadas em pé, justapostas e amarradas entre si. As parcelas eram separadas entre si e dispostas ao acaso dentro de cada bloco.

O ensaio foi conduzido a pleno sol, com irrigações normais diárias à medida da necessidade, sendo que para maior manutenção da umidade, cada tubo recebeu uma camada de casca de arroz, de meio centímetro de espessura, recobrendo o solo ao redor do colo das plantas.

No caso da bracatinga, como foram colocadas várias sementes por tubo, foi feito um desbaste das mudas excedentes, mantendo-se apenas uma, a melhor, em cada recipiente.

As plantas, nos três ensaios, foram mantidas crescendo até um tamanho julgado condizente com as dimensões dos recipientes e, ao mesmo tempo, conveniente para encerramento do ensaio e coleta dos resultados capazes de exprimir os efeitos dos tratamentos aplicados ao substrato.

3.1. *Eucalyptus viminalis*

A coleta de dados foi realizada em 08/03/77 quando as plantas apresentaram um desenvolvimento adequado para serem efetuadas as medições das partes aérea e radicular.

a) O Quadro II, mostra os resultados médios do comprimento e peso da matéria seca das plantas de **E. viminalis**, com 3 meses e 18 dias após a repicagem dos sacos plástico para os tubos de PVC.

Quadro II. *Eucalyptus viminalis* - idade: 3 meses e 18 dias.

Número do Tratamento	Comprimento (cm)		Peso da matéria seca (g)	
	Parte aérea	Raiz	Parte aérea	Raiz
1	44,36	100,83	6,09	1,81
2	39,86	89,72	3,81	1,35
3	40,72	73,22	5,08	1,75
4	40,66	80,11	5,46	1,49
5	37,88	73,94	2,82	0,90
6	73,03	81,88	28,54	8,59
7	68,36	71,25	26,62	6,53
8	69,53	94,53	26,98	7,74
9	50,69	54,31	13,48	4,45

b) O quadro III mostra os teores médios de nutrientes das plantas de **E. viminalis** sob os diferentes tratamentos.

Quadro III. *Eucalyptus viminalis* - idade: 3 meses e 18 dias

Tratamentos	Nutrientes (%)				
	N	P	K	Ca	Mg
1	2,45	0,13	1,22	0,82	0,17
2	2,10	0,13	1,13	0,70	,24
3	1,99	0,14	1,27	0,84	0,24
4	2,28	0,13	1,09	0,69	0,19
5	1,63	0,12	1,19	0,55	0,23
6	2,44	0,14	1,19	9,76	0,21
7	2,94	0,17	1,24	0,63	0,17
8	2,72	0,20	1,20	0,71	0,16
9	2,46	0,16	1,21	0,75	0,20

3.2. *Pinus taeda*

Em julho de 1977 o ***Pinus taeda*** apresentava um desenvolvimento adequado à avaliação final. As medições das partes aérea e radicular foram realizadas em 27/07/77 seguidas da análise de nutrientes da parte aérea. O quadro IV mostra os resultados médios de comprimento e peso da matéria seca das plantas de ***P. taeda***, com 8 meses e 6 dias após o transplante dos sacos plásticos para as manilhas.

Quadro IV. *Pinus taeda* - idade: 8 meses e 6 dias.

Número do Tratamento	Comprimento (cm)		Peso da matéria seca (g)	
	Parte aérea	Raiz	Parte aérea	Raiz
1	14,91	61,11	1,21	1,31
2	20,15	60,88	2,51	3,19
3	15,38	52,00	0,93	1,00
4	15,10	49,33	0,95	1,18
5	15,83	55,83	1,23	1,74
6	33,56	74,13	20,61	22,20
7	35,07	72,71	24,33	27,92
8	38,18	73,71	30,33	35,25
9	36,88	60,94	25,54	27,37

c) O quadro V mostra os teores médios de nutrientes das plantas (parte aérea) de **P. taeda** sob os diferentes tratamentos.

Tratamentos	Nutrientes (%)				
	N	P	K	Ca	Mg
1	1,44	0,14	0,68	0,26	0,16
2	1,21	0,13	0,66	0,25	0,17
3	1,25	0,10	0,62	0,22	0,16
4	1,23	0,12	0,61	0,21	0,17
5	1,29	0,15	0,67	0,26	0,20
6	2,00	0,16	0,63	0,25	0,16
7	1,99	0,20	0,71	0,42	0,16
8	1,96	0,20	0,69	0,39	0,16
9	1,47	0,16	0,70	0,30	0,17

3.3. Mimosa Scabrella (Bracatinga)

Para a Bracatinga a coleta de dados foi realizada em 10/10/77 quando se apresentou com um desenvolvimento adequado para as medições da parte aérea e raiz, e também para análise de nutrientes.

d) O quadro VI, mostra os resultados médios de comprimento e peso da matéria seca das plantas de **M. scabrella**, com 5 meses e 20 dias após a semeadura nos tubos.

Número do Tratamento	Comprimento (cm)		Peso da matéria seca (g)	
	Parte aérea	Raiz	Parte aérea	Raiz
1	9,95	52,90	0,60	0,36
2	9,95	47,00	0,50	0,27
3	10,19	41,14	0,52	0,17
4	8,75	33,15	0,39	0,22
5	10,88	48,35	0,58	0,25
6	73,29	69,71	22,78	11,28
7	74,50	71,55	31,62	13,34
8	67,56	62,42	24,52	13,12
9	60,75	62,90	18,33	9,59

e) O quadro VII mostra os teores médios de nutrientes das plantas (parte aérea) de **M. scabrella** sob os diferentes tratamentos.

Quadro VII. Bracatinga - idade: 5 meses e 20 dias

Tratamentos	Nutrientes (%)				
	N	P	K	Ca	Mg
1	1,90	0,11	0,76	0,72	0,26
2	1,79	0,23	1,00	0,54	0,43
3	1,88	0,26	1,10	0,61	0,40
4	1,77	0,19	0,95	0,58	0,39
5	1,74	0,18	0,84	0,76	0,42
6	2,62	0,25	1,14	0,54	0,31
7	3,24	0,33	1,22	0,67	0,28
8	3,20	0,41	1,27	0,67	0,25
9	2,76	0,32	1,30	0,59	0,29

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Um dos aspectos que mais chama a atenção nesta pesquisa é a característica química do solo que apresenta baixa fertilidade, acidez acentuada e elevado teor de alumínio (quadro I). Sabemos que estas condições constituem-se em fatores altamente limitantes para o crescimento dos vegetais (BLACK, 1968).

Tudo isso indica que a área onde será efetuada a mineração do xisto deverá ser recoberta, preferivelmente com espécies florestais por serem estas de maneira geral menos exigentes em relação à fertilidade do solo (RENNIE, 1955). De acordo com OVINGTON (1956) as folhosas são mais exigentes em nutrientes do que as coníferas. Dentre as folhosas normalmente se observa que as leguminosas têm maior capacidade de adaptação a solos de baixo teor de nitrogênio, devido à simbiose que o sistema radicular destas espécies forma com as bactérias do gênero *Rhizobium*, incrementando consideravelmente a capacidade de assimilação do Nitrogênio do ar (ALLEN & ALLEN, 1958).

4.1. Efeito da calagem e da adubação sobre a alongação e o peso da parte aérea e radicular das plantas.

A análise dos resultados evidencia que na prática a simples calagem com 2,5, 5,0 e 7,5 ton/ha de calcário dolomítico não exerce efeitos evidentes sobre crescimento da parte aérea e radicular das plantas utilizadas. De acordo com BUCKMANN & BRADY (1968) a calagem tem efeitos químicos e biológicos. Dentre os efeitos químicos, a calagem de solos ácidos, aumenta a disponibilidade e a assimilação por parte dos vegetais de certos elementos como o molibdênio, o fósforo, o cálcio e o magnésio. Ao mesmo tempo reduz drasticamente as concentrações de ferro, alumínio e manganês, que sob condições de elevada acidez poderão atingir quantidades tóxicas. Do ponto de vista biológico a calagem estimula os organismos heterotróficos intensificando a decomposição da matéria orgânica e a fixação do nitrogênio pelos microorganismos do solo.

Contudo em certos casos, quando se utilizam espécies adaptadas a solos ácidos e com elevado teor de alumínio, é possível que a calagem sem adição de adubo não tenha efeito significativo a curto prazo. Pelo quadro I verificamos que o solo utilizado neste experimento é extremamente pobre em nutrientes e provavelmente a simples calagem não é suficiente para estimular o crescimento das plantas.

Entretanto efeito positivo foi obtido com a adição de nitrogênio, fósforo e potássio.

Este efeito pode ser notado pelo maior crescimento da parte aérea como pelo aumento da razão caule/raiz, nos lotes adubados.

Verificamos que a razão de comprimento caule/raiz para **E. viminalis**, **P. taeda** e **M. scabrella** é respectivamente: 0,44, 0,24 e 0,18 nos controles, enquanto no lote 6 adubado com 100 g de NPK (5:14:3) passa para 0,89, 0,45 e 1,05.

De acordo com KRAMER & KOZLOWSKI (1960) as espécies florestais quando implantados em solos pobres desenvolvem mais ativamente o sistema radicular do que a parte aérea, possibilitando desta forma o suprimento de água e nutrientes para a planta. Sendo o solo adubado, a relação caule raiz aumenta consideravelmente.

4.2. Efeito da fertilização mineral sobre o peso seco das plantas.

O efeito mais espetacular manifestou-se em relação ao peso da matéria seca em função da fertilização mineral, o que evidencia a importância de tal prática na atividade de recuperação dos solos degradados pela mineração. As plantas de **E. viminalis**, **P. taeda** e **M. scabrella** fertilizadas com 100 g de NPK apresentaram os pesos da matéria seca respectivamente 4, 17 e 37 vezes maiores do que os pesos das plantas testemunhas. É preciso assinalar que a fertilização estimulou grandemente a expansão da superfície foliar incrementando consequentemente a capacidade fotossintética das árvores.

O aumento da superfície foliar acarreta ainda uma maior expansão da copa, o que representa uma maior proteção do solo contra o efeito das chuvas mais fortes, que normalmente provocam uma elevada taxa de erosão nos solos descobertos.

4.3. Assimilação de nutrientes

De maneira geral as três espécies utilizadas evidenciaram uma porcentagem maior de nutrientes em suas folhas nos lotes adubados. Este resultado já era esperado tendo em vista a pobreza do solo alterado.

Observa-se que os valores dos nutrientes nas folhas são mais elevados em **M. scabrella**, seguindo-se **E. viminalis** e **P. taeda**. De acordo com diversos autores citados em KRAMER & KOZLOWSKI (1960) as coníferas apresentam em geral teores mais baixos de nutrientes enquanto que as leguminosas têm a capacidade de assimilar maiores quantidades de nitrogênio, mesmo quando colocadas em solos pobres deste elemento. No presente experimento foi assinalada a presença de micorrizas nas raízes do **P. taeda** e de nódulos de **Rhizobium** nas raízes da bracatinga.

É sobejamente conhecido que a simbiose de certos fungos com o sistema radicular é muito eficaz na utilização dos nutrientes do solo e que os nódulos com bactérias do gênero **Rhizobium** apresentam a benéfica peculiaridade de fixar diretamente o nitrogênio do ar. Do ponto de vista silvicultural, considerando que os dois tipos de simbioses podem ser altamente benéficos para as árvores, seria interessante aprofundar as pesquisas neste campo com a finalidade de estabelecer as condições ótimas de ação fisiológica destes microorganismos principalmente em relação ao pH e à fertilidade do solo.

Pelos resultados obtidos pode-se inferir que a dosagem mais conveniente de adubo foi 100 g de NPK (5:14:3) visto que uma maior quantidade de adubo adicionada ao solo nem sempre traz resultados mais satisfatórios. Do ponto de vista econômico, parece que não seria aconselhável uma adubação mais pesada.

Finalmente podemos assinalar que a camada de xisto retortado colocada no fundo dos recipientes onde crescerem as plantas (tratamento 9) parece não afetar grandemente o crescimento das mesmas visto que as raízes, ao atingirem o xisto, se propaguem no sentido horizontal evitando o contato com a camada do xisto. Maiores informações deverão ser retiradas através de plantações experimentais nas áreas de mineração. Até o momento os resultados obtidos são bastante promissores.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

1. A implantação de espécies florestais em solo alterado pela mineração do xisto é possível e recomendável.
2. Dentre as espécies testadas, o **Eucalyptus viminalis** e, de forma particular, a **Mimosa scabrella** parecem apresentar excelentes perspectivas de utilização, tanto pela rápida cobertura do solo como pelo teor de nutrientes contidos nas folhas, o que permitirá enriquecer o solo com um maior volume de matéria orgânica rica em nitrogênio.
3. Se não for utilizada a fertilização mineral, o eucalipto parece ser a essência mais indicada, pelo menos na primeira fase de crescimento.
4. A calagem sozinha não evidenciou efeito positivo sobre o crescimento inicial das plantas.
5. Neste experimento não foi estudado o efeito isolado da fertilização mineral, não permitindo assim verificar o efeito da sua interação com a calagem.
6. Novas pesquisas em condições de viveiro deverão ser efetuadas com a finalidade de estudar as condições ótimas de atividades fisiológicas dos fungos micorrízicos e das bactérias de **Rhizobium** associados ao sistema radicular das árvores.
7. Nos testes efetuados a adubação na dosagem de 100 g de NPK/pl. (5:14:3) pode ser considerada a mais conveniente levando em conta os aspectos silviculturais e econômicos.
8. A camada de xisto colocada debaixo do solo alterado parece não afetar seriamente o sistema radicular, embora limite o seu crescimento em profundidade. Testes em condições de campo deverão ser efetuados por períodos mais prolongados.

6. - RESUMO

A PETROBRAS vem realizando pesquisas com o objetivo de tornar economicamente viável a extração de óleo a partir do xisto betuminoso. Como consequência deverá ser desenvolvido um programa de recuperação das áreas onde o solo será drasticamente alterado pela mineração a céu aberto.

A implantação de espécies florestais de rápido crescimento sobre o solo alterado parece ser a solução mais viável, a curto prazo, para proteger o solo e repor a cobertura vegetal. Consequentemente alguns experimentos foram realizados previamente em condições de viveiro, usando grandes recipientes plásticos para testar a capacidade de adaptação de: **Eucalyptus viminalis**, **Pinus taeda** e **Mimosa scabrella** ao solo alterado (solo + subsolo), trazido da região de São Mateus do Sul (PA).

Foi verificado que o crescimento das três espécies sobre solo alterado é bastante problemática em vista da baixa fertilidade e alto teor de elementos tóxicos. O tratamento do solo que permitiu uma implantação normal das três espécies experimentadas foi aquele que recebeu uma calagem à base de cinco toneladas de calcário dolomítico por hectare seguida de fertilização mineral correspondente a 100 g de NPK (5:14:3) por planta. A simbiose do

Rhizobium com o sistema radicular das plantas de **Mimosa scabrella** foi observada em todos os tratamentos efetuados. Foi observado também que o sistema radicular das três espécies nunca penetrou na camada inferior de xisto, colocada na base do recipiente, para simular as condições reais de campo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALDON, E. F. ; SPRINGFIELD, H. W. & GARCIA, G. - Can soil amendments aid revegetation of New Mexico coal mine spoil ? **USDA. Forest Service. RM research note**, Fort Collins (292):1-7, jun. 1975.
- ALLEN, E. K. & ALLEN, O. N. - Biological aspects of symbiotic nitrogen fixation. In: RUHLAND, E. - **Encyclopedia of plant physiology**. Berlin, Springer-Verlag, 1958. v. 8, p. 48-118.
- BLACK, C. A. – **Soil plant relationships**. New York, John Wiley, 1968.
- BUCKMAN, H. O. & BRADY, V. C. - **Natureza e propriedades dos solos**. São Paulo, Freitas Bastos, 1968.
- CZAPOWSKY, M. M. - Experimental planting of 14 tree species on Pennsylvania's anthracite strip-mine spoils. **USDA. Forest Service NE research paper**, Upper Darby (155):1-20, 1970.
- DAVIDSON, W. H. - Performance of ponderosa pine on bituminous mine spoils in Pennsylvania. **USDA. Forest Service. NE research paper**, Upper Darby (358): 1-6, 1977.
- GOLFARI, L. - **Coníferas aptas para reflorestamento nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. Rio de Janeiro, IBDF, 1971. 71 p.
- GOLFARI, L. & PINHEIRO NETO, F. A. - Escolha de espécies de eucalipto potencialmente aptas para diferentes regiões do Brasil. **Brasil florestal**, Rio de Janeiro, 1(3):3-23, 1970.
- KRAMER, P. S. & KOSLOWSKI, T. - **Fisiologia das árvores**. Lisboa, Calouste Gulbenkian, 1960.
- MILLER JR. G. T. - **Living in the environment concepts, problems, and alternatives**. Belmont, Wadsworth, 1975.
- OVINGTON, S. D. - The composition of tree leaves. **Forestry**, Oxford, 29: 22-8, 1956.
- PALMTAG, R. R. - The grapes of falcon coal company. **The surface miner**, 5(3), 1976.
- REITZ, R.; KLEIN, R. M. & REIS, A. - **Projeto madeira de Santa Catarina**. Itajaí, Herbário Barbosa Rodrigues, 1978.

RENNIE, P. S. - The uptake of nutrients by mature forest growth. **Plant and soil**, Hague, **7**:
49-95, 1955.

RIGESA - AUTORIDADE EM EMBALAGENS



“ A INTEGRAÇÃO CONTINUA DA PRODUÇÃO PARA CRESCER E SE INTEGRAR HARMONICAMENTE NO DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL DO PAÍS”

**DIVISÃO FLORESTAL
TRÊS BARRAS, SC**

— **REFLORESTAMENTO
COM CONÍFERAS**

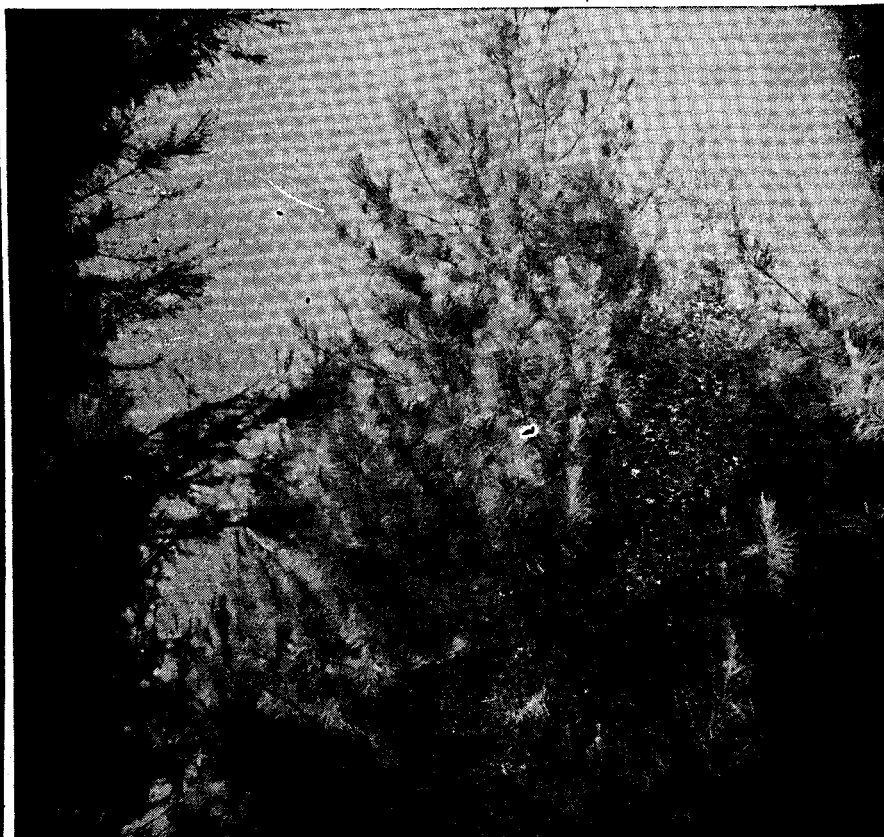
**FÁBRICAS
TRÊS BARRAS, SC**

— **CELULOSE KRAFT
CARTÃO CAPA
PAPEL PARA SACOS**

**FÁBRICAS
VALINHOS, SP**

— **PAPEL MIOLO
CAIXAS DE PAPELÃO ONDULADO
SACOS MULTIFOLHADOS
FITAS GOMADAS**

**Nós estamos plantando
35 árvores como esta,
por minuto. O ano inteiro.**



*Ou seja: já plantamos
112 milhões de árvores
nestes últimos seis anos.
Numa extensa área de 70
mil hectares - maior que
muitos municípios*

*brasileiros. Desde
dezembro estamos
plantando mais de 500
milhões de árvores na
região de Grão Mogol.
Estas árvores darão*

*emprego para 8 mil
pessoas e 185 milhões de
cruzeiros de investimento
por ano, só nesta região.*

FLORESTAS RIO DOCE S/A **5**
um lucro saudável

Subsidiária da Cia. Vale do Rio Doce-Av. Amazonas, 491 - 6º andar • Belo Horizonte



FLONIBRA

GRUPO CVRD E COLIGADAS

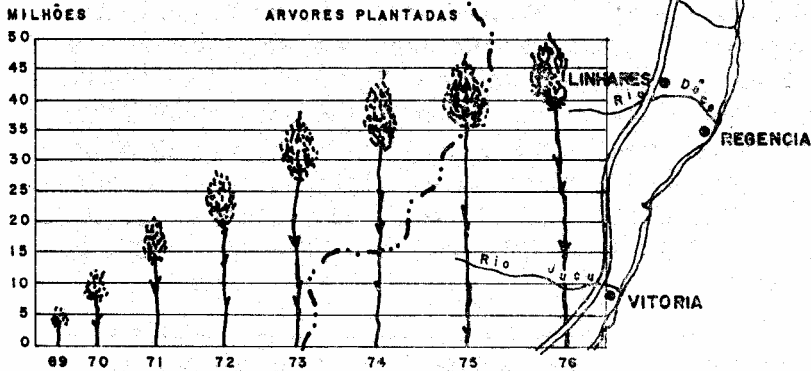
CAPITAL SOCIAL
CR \$ 252 000 000,00.

RUA ALBERTO O. SANTOS, 42 - 9º ANDAR.
TEL. 323 88 - TELEX (0272) 149.
VITORIA - ESPIRITO SANTO - BRASIL.

PLANTIO DE ESPECIES APROPRIADAS
À PRODUÇÃO DE CELULOSE.

PREPARO DE TORAS PARA
UTILIZAÇÃO INDUSTRIAL.
CHIPAGEM.

COMERCIALIZAÇÃO
INDUSTRIALIZAÇÃO DE MADEIRAS
E CELULOSE.
EXPORTAÇÃO.



NOVAS FLORESTAS PARA A REGIÃO LESTE DO BRASIL.

