

IPEF, n.39, p.53-63, ago.1988

## VARIAÇÃO GENÉTICA E INTERAÇÃO PROGÊNIES X LOCAIS EM *Eucalyptus urophylla*

EDSON SEIZO MORI

Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais  
Caixa Postal, 530 - 13400 - Piracicaba - SP

PAULO YOSHIO KAGEYAMA

e

MARIO FERREIRA

ESALQ-USP, Depto. de Ciências Florestais  
13400 - Piracicaba - SP

**ABSTRACT** - The traits of tree growth were studied in open pollinated progenies of wild populations of ***Eucalyptus urophylla*** from Flores Island in Indonesia. The objectives of the work were to study the genetic variation, effects of the interaction progenies x localities, and to propose the use of these materials in genetic improvement programs. The experiments were established in Compact Family Blocks with 8 provenances and 63 progenies in Aracruz (ES), 94 in Belo Oriente (MG) and 109 in Grão Mogol (MG). From the studied provenances, Ilegele was superior in relation to all others. The greater difference between the provenances average and the control occurred at Aracruz (ES), the superiority being of the order of 457%. The individual analysis of variance presented significance for all characteristics and localities, with the exception of Belo Horizonte (MG), where the F test was not significant for tree height. The joint analysis were highly significant for the interaction progenies x localities. The average heritability were far superior from the joint heritabilities, showing strong effects of the interaction progenies x localities. The losses occurred by the effects of the interaction achieved 26,73% for cylindrical volume, 15,74% for d.b.h , and 8,14% for tree height. The greater losses occurred when, through simulation analysis, the selection of superior progenies was made in the locality of Grão Mogol (MG), whereas the trees were planted in Aracruz (ES). The phenotypic stability was evaluated by the method of EBERHART & RUSSELL (1966). Three strategies of improvement programs have been compared.

**RESUMO** - As características de crescimento foram estudadas em progênies de polinização livre, oriundas de populações selvagens de ***Eucalyptus urophylla*** da ilha Flores na Indonésia. Os objetivos deste trabalho referem-se ao estudo da variação genética, as estimativas dos efeitos da interação progênies x locais e a proporção de uso desses materiais em programas de melhoramento. Os ensaios foram instalados em "Compact Family Blocks" com 8 procedências e 63 progênies em Aracruz (ES), 94 em Belo Oriente (MG), 66 em Bom Despacho (MG) e 109 em Grão Mogol (MG). Das procedências analisadas, Ilegele apresentou-se superior a todas as demais. A maior diferença entre a média das procedências e das testemunhas ocorreu na localidade de Aracruz (ES) com 457% de superioridade. As análises de variâncias individuais apresentaram significância para todas as características e localidades, exceto para Belo Oriente (MG) em que o teste F

não foi significativo para altura de plantas. As análises conjuntas apresentaram-se altamente significativas para interação progênes x locais. As herdabilidades médias estudadas foram muito superiores às conjuntas, mostrando grandes efeitos da interação progênes x locais. As perdas ocorridas pelos efeitos da interação chegaram a 26,73% para volume cilíndrico, 15,74% para DAP e 8,14% para altura de plantas. As maiores perdas ocorreram quando, em simulações, a seleção de progênes superiores foi realizada na localidade de Grão Mogol (MG) e plantadas em Aracruz (ES). A estabilidade fenotípica foi avaliada pelo método de EBERHART & RUSSEL (1966). Compararam-se três estratégias de programas de melhoramento.

## INTRODUÇÃO

O **Eucalyptus urophylla** é uma espécie de boa produtividade e potencialidade para diversas regiões do Brasil. Possui como grande qualidade a tolerância ao ataque do cancro (**Cryphonectria cubensis**), muito comumente encontrado em condições ambientais sob climas tropicais.

Com especial destaque à espécie em estudo, geralmente o **Eucalyptus** é muito sensível aos efeitos da interação genótipo x ambiente (KAGEYAMA, 1983; MORI et alii, 1986; PATIÑO-VALERA, 1986 e MORAES, 1987). Este fenômeno, se mal "administrado", pode reduzir substancialmente os ganhos esperados, dificultando que programas de melhoramento consigam atingir suas metas.

Para minimizar essas perdas, a estratégia mais adequada que vem sendo utilizada é a de multi-populações. Neste contexto, tem sido considerada a especificidade de materiais genéticos a condições ambientais particulares, através de seleção dos indivíduos mais adaptados e produtivos para cada região ecológica.

Visando estudar o comportamento genético e silvicultural do **Eucalyptus urophylla** na região sudeste do Brasil, o Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - IPEF através de seu programa cooperativo, vem analisando experimentação em suas empresas associadas e os resultados são apresentados neste trabalho.

O presente trabalho tem por objetivos:

(a) apresentar a variação genética de árvores de **Eucalyptus urophylla** selecionadas em populações naturais da Indonésia, em quatro locais, individualmente e em conjunto, visando obter subsídios para programas de melhoramento com a espécie; (b) estimar os efeitos da interação progênie x locais para as características de crescimento; (c) propor a utilização desses materiais nos programas do IPEF.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O **Eucalyptus urophylla** ocorre em populações selvagens de ilhas Flores, Timor, Pantar, Adonara, Alor, Loblema e Wetar na República da Indonésia. Na ilha Flores distribuem-se nas regiões próximas ao monte Egon, Wokoh, Leworahang e Mandiri em tipos de solos geralmente basálticos e ricos em matéria orgânica (MARTIN & COSSALTER, 1976).

Analisando procedências e progênes de **E. urophylla** em Belo Oriente-MG, CAPITANI et alii (1987), encontraram até os 04 anos de idade uma superioridade para as procedências Egon, Ilegele, Lewotobi, Ilimandiri e Londangwang para volume cilíndrico. As mesmas procedências foram estudadas por PINTO JÚNIOR (1984) para quatro

localidades e aos 03 anos encontrou uma superioridade média em altura de plantas para as procedências Ilegele e Egon .

Estudando uma população formada por mistura das procedências Ilegele, Lewotobi, Ilimandiri e Londangwang para quatro localidades distribuídas nos estados de São Paulo, Espírito Santo, Minas Gerais e Distrito Federal, PINTO JÚNIOR (1984) encontrou aos 03 anos, herdabilidade no sentido restrito ao nível de plantas de 0,36 para altura, 0,24 para DAP e uma herdabilidade conjunta de 0,18 para altura e 0,11 para DAP.

MORAES (1987) estudando progênes de **E. grandis** aos 07 anos de idade, concluiu que as estimativas de ganhos genéticos com seleção entre e dentro de progênes, nos locais individuais e em conjunto, para as características de crescimento (DAP, altura de plantas e volume) foram maiores quando a seleção foi realizada nos locais individuais. Resultados com a mesma tendência foram encontrados por KAGEYAMA (1983) com a mesma espécie aos 05 anos de idade e por MORI et alii (1986) e PATIÑO-VALERA (1986) com o **E. saligna**, aos 03 e 02 anos, respectivamente.

Estes trabalhos mostram a importância de estudos sobre interação de genótipos x ambientes, que SHELBORNE (1972) define como sendo a variação entre genótipo em resposta a diferentes condições ambientais.

A interação genótipo x ambiente, quando não considerados seus efeitos em programas de melhoramento florestal, pode causar diminuição nos ganhos que uma seleção poderia proporcionar.

Programas de melhoramento com objetivos generalistas abrangendo indivíduos selecionados em amplas condições ambientais podem incorporar estas perdas (MORI et alii, 1986).

NAMKOONG (1984) sugere uma estratégia para condução de programas de melhoramento florestal em multipopulações para a manutenção de alta variabilidade genotípica na população melhorada, com possibilidades de grandes ganhos, retorno à variabilidade original e redução de risco de ocorrência de endogamia.

Existem várias alternativas para se investigar o fenômeno da interação genótipo x ambiente. Do ponto de vista da biometria existem os modelos de FINLAY & WILKINSON (1963) e EBERHART & RUSSELL ( 1966) , entre outros, que estão relacionados a estudos da estabilidade fenotípica de materiais genéticos.

Utilizando-se de três modelos para estimativas da estabilidade fenotípica de clones híbridos de **Eucalyptus** spp, MORA (1986) observou que o máximo ganho através do manuseio da interação genótipo x ambiente, ocorreria com a utilização de seleção específica para cada local, pois, a utilização de clones com estabilidade média reduziria boa parte dos ganhos para volume.

## MATERIAL E MÉTODOS

As progênes utilizadas foram de polinização livre, oriundas de populações selvagens de **Eucalyptus urophylla** da ilha Flores na Indonésia. Incluíram-se nos ensaios as testemunhas comerciais brasileiras da mesma espécie. A Tabela 01 apresenta a relação dos materiais e respectivas posições geográficas e altitudinais.

**TABELA 01 - Características geográficas das procedências utilizadas nos experimentos.**

<b>PROCEDÊNCIA</b>	<b>LATITUDE</b>	<b>LONGITUDE</b>	<b>ALTITUDE (m)</b>
Wukoh-Ilha Flores-Indonésia	8°23'S	122°40'É	800
Ilegele-Ilha Flores-Indonésia	8°40'S	122°26'E	720-820
Londangwang-Ilha Flores-Indonésia	8°33'S	122°43'E	850-940
Egon II/Aradetung-Ilha Flores- ndonésia	8°40'S	122°26'E	690-790
Saler Wukoh-Ilha Flores-Indonésia	8°23'S	122°40'E	940
Lewotobi-Ilha Flores-Indonésia	8°33'S	122°46'E	480-700
Ilimandiri-Ilha Flores-Indonésia	8°18'S	122°58'E	400-650
Egon I-Ilha Flores-Indonésia	8°40'S	122°26'E	750-780
*Salesópolis-São Paulo-Brasil	23°32'S	45°51'W	880
*Casa Branca-São Paulo-Brasil	21°46'S	47°04'W	670
*Camaquã-São Paulo-Brasil	22°20'S	48°9'W	517
*Linhares-São Paulo-Brasil	19°22'S	40°04'W	50

\* testemunhas: material disponível para plantio comercial

As características das quatro localidades são apresentadas na Tabela 02.

**TABELA 02 - Características das localidades de experimentação**

<b>LOCALIDADES</b>				
<b>Características</b>	<b>Aracruz (ES)</b>	<b>Belo Oriente (MG)</b>	<b>Bom Despacho (MG)</b>	<b>Grão Mongol (MG)</b>
Latitude	19°48'S	19°10'S	19°35'S	16°30'S
Longitude	40°17'W	42°20'W	45°17'W	42°50'W
Altitude	50m	280m	700m	820m
Precipitação	1360mm	1520mm	1375mm	1200mm
Temperatura Média	23,6°C	22,7°C	21,0°C	23,5°C

Os ensaios foram instalados no delineamento em "compact family blocks" com 8 parcelas (progênies) em Aracruz (ES), 94 em Belo Oriente (MG), 66 em Bom Despacho (MG) e 109 em Grão Mogol (MG). As sub-parcelas foram lineares com 10 plantas e o espaçamento utilizado foi 3,0x2,0 m para os quatro locais de experimentação.

A avaliação ocorreu aos 07 anos de idade para as características DAP, altura e volume cilíndrico por árvore ( $DAP^2 \times altura \times \pi/4$ ).

As análises dos ensaios foram realizadas em blocos casualizados para cada local e conjuntamente e as estimativas de parâmetros genéticos foram baseadas em KAGEYAMA (1983) e MORAES (1987).

Para a análise conjunta foram agrupadas as progênies comuns das procedências Ilegele (7 progênies), Londengwang (4), Lewotobi (8) e Ilimandiri (11) perfazendo um total de 30 progênies, seguindo a mesma metodologia empregada por PINTO JÚNIOR

(1984). Considerou-se, para efeito de análise e estimativa de parâmetros genéticos, que as progênies são pertencentes a uma única população.

As estimativas de progresso genético esperado com os efeitos da interação progênies x locais foram calculadas da seguinte maneira: consideraram-se sempre os valores de medição do "local de plantio", ou seja, da localidade fixada para comparações de progressos genéticos, com seleções a partir das melhores progênies para as demais localidades ("locais de seleção"). Este procedimento simula a situação de utilização de sementes de matrizes selecionadas com uma proporção de 1:3 em uma localidade e plantada nas outras localidades em estudo.

Para o estudo das interações progênies x locais utilizou-se o método de EBERHART & RUSSELL (1966).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados de médias de procedências para as características e localidades estudadas, aos 07 anos de idade estão apresentados na Tabela 03.

Comparando-se os valores médios das procedências com as testemunhas comerciais, todos se apresentaram superiores, podendo ser facilmente observados através dos valores de percentagem relativa. Para volume cilíndrico a procedência Ilegele apresentou-se 84% superior a média das testemunhas e o valor médio das procedências foi superior em 58%. A maior diferença entre a média das procedências e das testemunhas ocorreu na localidade de Aracruz (ES) com 457% de superioridade.

TABELA 03 - Valores médios da parcela por procedências para as características DAP, altura, volume cilíndrico e número de progênies, para as quatro localidades aos 7 anos de idade

7 ANOS DE IDADE

PROCEDÊNCIA	LOCALIDADES																MÉDIA			
	ARACRUZ (ES)				BOM DESPACHO (MG)				GRÃO MOGOL (MG)				BELO ORIENTE (MG)							
	Nº PRO- GÊ- NIES	DAP (cm)	ALTU- RA (m)	VOL CI LÍND (m³/ár- vore)	Nº PRO- GÊ- NIES	DAP (cm)	ALTU- RA (m)	VOL CI LÍND (m³/ár- vore)	Nº PRO- GÊ- NIES	DAP (cm)	ALTU- RA (m)	VOL CI LÍND (m³/ár- vore)	Nº PRO- GÊ- NIES	DAP (cm)	ALTU- RA (m)	VOL CI LÍND (m³/ár- vore)	DAP (cm)	% re- lat	ALTU RA (m)	% re- lat
Wukoh	04	13,30	18,72	0,3007	04	10,99	13,28	0,1485	07	10,13	11,58	0,1175	07	13,09	15,60	0,2467	11,88 (125)	14,80(120)		0,2034
Ilegele	08	14,10	21,99	0,3926	08	11,85	15,34	0,1926	12	10,74	12,85	0,1437	12	14,03	16,20	0,3282	12,68 (133)	16,60(135)		0,2643
Londangwang	09	14,13	21,20	0,3833	09	14,46	13,28	0,1370	15	10,78	12,67	0,1483	13	12,83	15,20	0,2440	12,05 (127)	15,59(127)		0,2282
Egon II/Aradelung	07	14,10	21,18	0,3735	07	10,22	12,73	0,1328	20	9,80	11,35	0,1078	17	12,86	14,99	0,2555	11,75(123)	15,06(122)		0,2174
Saler Wukoh	04	12,21	18,21	0,2574	04	10,46	13,82	0,1317	06	10,68	12,31	0,1310	06	12,84	14,72	0,2414	11,55(121)	14,77(120)		0,1904
Lewotobi	14	14,58	20,91	0,4021	14	10,97	13,75	0,1536	17	10,44	12,05	0,1255	12	14,08	15,47	0,2886	12,52(131)	15,55(127)		0,2425
Ilimandiri	11	13,85	21,04	0,3743	12	10,60	13,02	0,1508	17	10,20	11,04	0,1158	15	13,32	15,70	0,2735	11,99(126)	15,20(123)		0,2286
Egon I	04	13,27	20,52	0,3240	04	11,24	14,22	0,1600	05	11,15	12,58	0,1417	05	13,12	16,91	0,3064	12,40(130)	16,06(131)		0,2330
Média	-	13,69	20,47	0,3510	-	10,85	13,68	0,1509	-	10,49	12,05	0,1289	-	13,37	15,60	0,2730	12,10(127)	15,45(126)		0,2260
Testemunhas	02	7,48	11,67	0,0630	04	8,03	10,44	0,0981	06	9,70	11,54	0,1190	03	12,90	15,55	0,2932	9,53(100)	12,30(100)		0,1433

A maior parte as procedências em estudo está representada por um pequeno número de progênies, como pode ser observado na Tabela 03. Para a análise estatística das progênies e estimativas dos parâmetros para cada local e conjuntamente, PINTO JÚNIOR (1984) agrupou as quatro procedências (Ilegele, Londangwang, Lewotobi e Ilimandiri), baseando-se na proximidade existente entre elas na condição de ocorrência natural e também em função da similaridade de crescimento dessas procedências nas localidades em estudo. O mesmo procedimento foi empregado no presente trabalho.

A Tabela 04 apresenta os resultados das análises de variância, médias e coeficientes de variação experimental envolvendo as 30 progênies comuns aos 4 locais.

As maiores produtividades médias para DAP, altura de plantas e volume cilíndrico estão relacionadas à localidade de Aracruz (ES), com 14,36cm, 21,50m e 0,4015cm<sup>3</sup>, respectivamente. Os valores do teste F para progênies apresentaram-se altamente significativos para todas as localidades e características, com exceção da localidade de Belo Oriente (MG), em que o teste F foi significativo ao nível de 5% para DAP e não significativo para altura de plantas. Os coeficientes de variação experimental apresentaram valores semelhantes aos normalmente encontrados na literatura, como nos casos de PINTO JÚNIOR (1984), CAPITANI et alii (1987) para mesmas procedências da espécie em estudo.

**TABELA 04 - Resultados das análises de variância , médias e coeficiente de variação experimental para as três características nos 4 locais, envolvendo 30 progênies aos 07 anos de idade.**

Características	Locais	Médias	F prop	CV exp (%)
DAP (cm)	Aracruz (ES)	14,36	3,53**	8,74
	Belo Oriente (MG)	13,73	1,56*	13,40
	Bom Despacho (MG)	11,15	1,86**	13,70
	Grão Mongol (MG)	10,57	3,01**	12,73
ALTURA (m)	Aracruz (ES)	21,50	2,95**	7,50
	Belo Oriente (MG)	15,77	1,38ns	10,90
	Bom Despacho (MG)	13,96	3,11**	11,17
	Grão Mongol (MG)	11,97	2,86**	10,14
VOLUME CILÍNDRICO (m <sup>3</sup> )	Aracruz (ES)	0,4015	2,99**	22,81
	Belo Oriente (MG)	0,2932	2,09**	37,75
	Bom Despacho (MG)	0,1651	2,14**	30,37
	Grão Mongol (MG)	0,1321	2,98**	32,10

Os resultados de médias, teste F e coeficiente de variação experimental das análises das quatro localidades em conjunto estão relacionados na Tabela 05.

**TABELA 05 - Resultados de análises de variâncias conjuntas, médias e coeficientes de variação experimental e da interação progênes x locais para as três características envolvendo as 30 progênes comuns aos quatro locais, aos sete anos de idade.**

Características	Média	Teste F			C.V. exper. (%)
		Progênes (P)	Locais (L)	Interação (PxL)	
DAP (cm)	12,46	1,03 ns	26,16**	8,73**	11,80
Altura (m)	15,80	2,03**	337,11**	3,67**	9,35
Volume Cil. (m <sup>3</sup> )	0,2480	1,40 ns	119,35**	3,97**	29,00

O teste F para progênes na análise conjunta apresentou significância do nível de 1% para altura de plantas. O mesmo nível de significância ocorreu para as três características em estudo para locais e interação progênes x locais.

Esse Comportamento diferenciado das progênes nas diferentes localidades influencia grandemente na resposta de produtividade quando aplicados diferentes estratégias de melhoramento (NAMKOONG et alii (1980), MORI et alii (1986) e MORAES, 1987). Neste caso, estratégias considerando os efeitos da interação genótipo x ambiente são mais apropriadas.

Os coeficientes de variação foram estudados para as três características e para as localidades individuais e em conjunto. Os valores são apresentados na Tabela 06.

De maneira geral, a altura das plantas apresenta os menores coeficientes de variação média e conjuntos e o volume cilíndrico os maiores valores. Os coeficientes de variação fenotípica dentro de progênes ( $CV_d$ ) apresentaram-se aproximadamente três vezes maiores que os coeficientes de variação fenotípica a nível de médias de progênes ( $CV_e$ ). Este fato leva a concluir que para o **Eucalyptus urophylla** a estratégia de seleção de indivíduos superiores dentro de testes de progênes deve ser conduzida com maior intensidade dentro das progênes. Evidentemente, o progresso genético também está diretamente relacionado à herdabilidade do material considerado.

A Tabela 07 contém os coeficientes de herdabilidade para as diferentes características e localidades.

**TABELA 06 - Coeficientes de variação fenotípica média ( $CV_e$ ) e a nível de plantas ( $CV_f$ ), dentro de progênes ( $CV_d$ ), genética ( $CV_g$ ), experimental ( $CV_{exp}$ ), da interação progênes x locais ( $CV_{pl}$ ) e a relação entre os coeficientes de variação genética e experimental ( $CV_g/CV_{exp}$ ) para as três características estudadas e para as quatro localidades.**

Características	Localidades	Coeficientes de Variação						
		$CV_e$	$CV_f$	$CV_d$	$CV_g$	$CV_{exp}$	$CV_{pl}$	$CV_g/CV_{exp}$
DAP	Aracruz (ES)	9,07	25,87	24,99	7,76	8,84	-	0,89
	Belo Oriente (MG)	9,34	39,27	38,98	4,35	13,40	-	0,32
	Bom Despacho (MG)	10,32	31,37	29,57	7,14	13,70	-	0,52
	Grão Mogol (MG)	12,48	33,97	31,77	10,11	12,73	-	0,79
	Média	10,30	32,62	31,33	7,34	11,39	-	0,64
	Conjunta	9,56	37,20	32,02	1,80	11,80	18,27	0,15
ALTURA	Aracruz (ES)	7,10	19,49	18,50	5,89	7,50	-	0,79
	Belo Oriente (MG)	7,24	26,04	25,32	4,20	10,90	-	0,39
	Bom Despacho (MG)	10,95	23,25	19,95	9,17	11,17	-	0,82
	Grão Mogol (MG)	9,88	23,52	21,11	8,14	10,14	-	0,80
	Média	8,79	23,08	21,22	6,85	9,93	-	0,69
	Conjunta	7,12	24,31	21,44	4,92	9,35	8,92	0,53
VOLUME CILÍNDRICO	Aracruz (ES)	20,34	63,02	61,36	16,52	22,81	-	0,72
	Belo Oriente (MG)	29,96	131,22	131,08	13,87	37,75	-	0,37
	Bom Despacho (MG)	23,09	65,79	61,18	16,61	30,37	-	0,55
	Grão Mogol (MG)	33,70	74,98	67,71	24,71	32,10	-	0,77
	Média	26,77	83,75	80,33	17,93	30,76	-	0,58
	Conjunta	17,86	96,13	95,97	10,57	29,00	26,77	0,36

**TABELA 07 - Coeficiente de herdabilidade no sentido restrito a nível de plantas ( $h^2$ ), a nível de média de progênies ( $h^2_m$ ) e dentro de progênies ( $h^2_d$ ).**

Localidade	Parâmetro	Característica		
		DAP	ALTURA	VOLUME CILÍNDRICO
Aracruz - ES	$h^2$	0,34	0,37	0,27
	$h^2_m$	0,73	0,69	0,66
	$h^2_d$	0,29	0,30	0,22
Belo Oriente - MG	$h^2$	0,05	0,10	0,04
	$h^2_m$	0,22	0,34	0,21
	$h^2_d$	0,04	0,08	0,03
Bom Despacho - MG	$h^2$	0,21	0,62	0,26
	$h^2_m$	0,48	0,70	0,52
	$h^2_d$	0,18	0,63	0,22
Grão Mogol (MG)	$h^2$	0,35	0,48	0,43
	$h^2_m$	0,66	0,68	0,53
	$h^2_d$	0,30	0,45	0,40
Média	$h^2$	0,24	0,39	0,25
	$h^2_m$	0,52	0,60	0,48
	$h^2_d$	0,20	0,37	0,22
Conjunta	$h^2$	0,01	0,19	0,05
	$h^2_m$	0,04	0,54	0,35
	$h^2_d$	0,01	0,18	0,04

Os maiores coeficientes de herdabilidade médios foram obtidos para altura, sendo 0,39 no sentido restrito a nível de plantas, 0,60 a nível de média de progênies e 0,37 dentro de progênies. A mesma tendência ocorreu para os coeficientes conjuntos, também maiores para a mesma característica.

Os coeficientes de herdabilidade a nível de média de progênies para cada local e em conjunto para as três características foram maiores que os coeficientes a nível de plantas, indicando que a seleção pode ser mais efetiva a nível de média de progênies que dentro de progênies.

Os valores de coeficientes de variação multiplicado pela herdabilidade entre ( $CV_e h^2_m$ ) e dentro ( $CV_d h^2_d$ ) de progênies para as localidades e características estão relacionados na Tabela 08.

Embora os coeficientes de variação fenotípica do nível de médias de progênies ( $CV_f$ ) tenham apresentado valores inferiores aos coeficientes de variação dentro de progênies ( $CV_d$ ), os coeficientes de herdabilidade apresentaram comportamento inverso, com valores de  $CV h^2$  entre e dentro de progênies muito próximos.

Os  $CV h^2$  dentro de progênies foram maiores que entre progênies para todas as características e localidades, com exceção de Belo oriente - MG que apresentou resultados inversos.

A importância do valor da multiplicação desses coeficientes pode ser observada na fórmula de estimativas de ganhos genéticos de FALCONER (1981), modificada para

percentagem, em testes para seleção entre e dentro de progênies. Os coeficientes são componentes básicos das fórmulas que são apresentadas a seguir:

$$GS_m\% = i_1.CV_f.h^2_m$$

$$GS_d\% = i_2.CV_d.h^2_d$$

$$GS\% = GS_m\% + GS_d\%$$

onde:  $GS_m\%$ ,  $GS_d\%$  e  $GS\%$  são respectivamente os ganhos genéticos em percentagem entre progênies, dentro de progênies e total;

$i_1$  e  $i_2$  são as intensidades de seleção entre e dentro de progênies, respectivamente;

$CV_f$  e  $CV_d$  são coeficientes de variação fenotípica e dentro de progênies, respectivamente;

$h^2_m$  e  $h^2_d$  são coeficientes de herdabilidade média e dentro de progênies, respectivamente.

Os valores de  $CV$   $h^2$  são próprios de uma determinada população e local, cabendo ao melhorista somente a manipulação desses componentes através da intensidade de seleção (i) empregada.

Num teste de progênies, aumentar o número de tratamentos para possibilitar maior margem para seleção entre progênies, fica limitado ao tamanho físico do teste a ser instalado. Por outro lado, pode-se aumentar consideravelmente, através de artifícios, o número de indivíduos dentro de progênies instalando parcelas maiores próximas ao teste, mas fora do delineamento estatístico. Desta maneira, aumenta-se as possibilidades de seleção dentro de progênies e, conseqüentemente, a intensidade de seleção (i). Este esquema foi apresentado por MORI, SANTOS & KAGEYAMA (1989).

Portanto, pode-se elevar mais o ganho genético total em uma geração, aumentando-se a intensidade de seleção (i) dentro de progênies.

No presente trabalho os ganhos genéticos foram obtidos através de uma proporção de seleção de 1:3 entre progênies e 1:10 dentro de progênies. Os resultados para as três características e quatro localidades são mostrados na Tabela 09.

**TABELA 08 - Coeficiente de variação multiplicado pela herdabilidade, entre e dentro de progênies.**

Localidade	CV x h <sup>2</sup> (*)								
	DAP			ALTURA			VOL. CILÍNDRICO		
	Entre	Dentro	% (**)	Entre	Dentro	% (**)	Entre	Dentro	% (**)
Aracruz (ES)	6,64	7,23	109	4,89	5,63	115	13,41	13,34	99
Belo Oriente (MG)	2,02	1,45	72	2,43	2,09	86	6,42	4,40	69
Bom Despacho (MG)	4,94	5,18	105	7,67	12,61	164	11,95	13,53	113
Grão Mogol (MG)	8,18	9,65	118	6,71	9,42	140	18,12	27,06	149
Média	5,45	5,88	108	5,43	7,44	137	12,48	14,58	117
Conjunta	0,38	0,32	84	3,84	3,86	100	6,25	3,84	61

entre progênies = coeficiente de variação fenotípica ao nível de médias progênies ( $CV_f$ ) multiplicado pelo coeficiente de herdabilidade a nível de médias de progênies ( $h^2_m$ ).

\* dentro de progênies = coeficiente de variação dentro de famílias ( $CV_d$ ) multiplicado pelo coeficiente de herdabilidade dentro de progênies ( $h^2_d$ ).

\*\* percentagem do valor dentro das progênies em relação ao valor entre progênies, ou seja, o valor 109% significa 9% de superioridade relativa do valor dentro de progênies.

**TABELA 09 - Ganhos genéticos (%) para diferentes características, localidades e em conjunto**

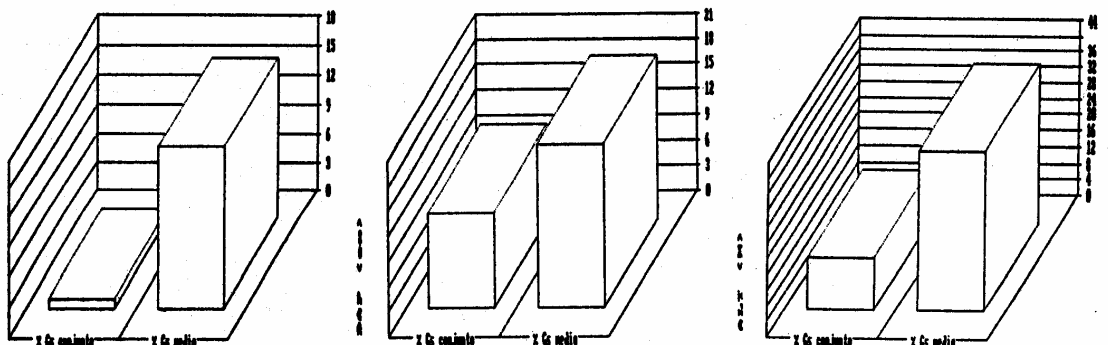
Característica	Localidades						Perdas pela interação progênies x locais
	Aracruz (ES)	Belo Horizonte (MG)	Bom Despacho (MG)	Grão Mogol (MG)	Média	Conjunta	
DAP	20,42	4,91	14,84	26,47	16,66	0,92	15,74
ALTURA	15,58	6,50	31,10	24,37	19,39	11,25	8,14
VOL. CILÍNDRICO	39,04	15,20	37,68	68,64	40,14	13,41	26,73

Proporções de seleção: 1:3 entre progênies  
1:10 dentro de progênies

Os maiores ganhos foram obtidos para volume cilíndrico (40,14%), seguidos pela altura de plantas (19,39%) e pelo DAP (16,66%). Os ganhos conjuntos foram bem menores, com valores de 13,41% para volume cilíndrico, 11,25% para altura e 0,92% para DAP.

Se fossem agrupados os melhores indivíduos das quatro localidades num único pomar e a partir dele colhidas sementes e plantadas novamente nos mesmos locais, os ganhos genéticos conjuntos para volume cilíndrico seriam de 13,41%. Por outro lado, se fossem instalados quatro pomares, cada qual com os melhores indivíduos de cada localidade e as sementes colhidas em cada pomar utilizadas na própria localidade onde se procedeu a seleção, os ganhos esperados para volume cilíndrico, seriam em média de 40,14%. Isto significa que, se for utilizado o primeiro procedimento, deixar-se-ia de ganhar em volume cilíndrico 26,73% dos ganhos por não se considerar os efeitos da interação progênies x locais. A Figura 01 apresenta histogramas das percentagens de ganhos genéticos médios das quatro localidades e das percentagens de ganhos conjuntos para as três características em estudo.

**FIGURA 01 - Histogramas da percentagem de ganhos genéticos médios e conjuntos para diferentes características.**



A tabela 10 relaciona a percentagem de ganhos genéticos esperados reduzidos pelos efeitos da interação progênie x locais. Utilizou-se seleção entre progênies numa proporção de 1:3.

**TABELA 10 - Percentagem de ganhos genéticos esperados reduzidos pelos efeitos da interação progênie x locais.**

Características	Local de Seleção	Local de Plantio			
		Aracruz (ES)	Belo Oriente (MG)	Bom Despacho (MG)	Grão Mogol (MG)
DAP	Aracruz (ES)	5,95*	-0,05	1,59	1,75
	Belo Oriente (MG)	-1,42	2,20*	1,08	1,87
	Bom Despacho (MG)	1,17	0,29	4,61*	4,62
	Grão Mogol (MG)	-1,68	0,06	2,15	8,30*
Altura	Aracruz (ES)	4,62*	0,32	0,60	1,36
	Belo Oriente (MG)	-0,80	2,52*	0,95	0,40
	Bom Despacho (MG)	0,80	0,43	7,17*	3,18
	Grão Mogol (MG)	1,93	0,58	4,61	6,76*
Vol. Cilíndrico	Aracruz (ES)	12,69*	1,63	3,15	2,29
	Belo Oriente (MG)	0,02	6,05	1,51	0,72
	Bom Despacho (MG)	2,24	0,73	11,40*	4,21
	Grão Mogol (MG)	-3,65	-0,39	3,46	17,33*

Proporção de seleção entre progênies 1:3.

\* ganhos genéticos sem efeitos da interação progênies x locais.

Do ponto de vista aplicado, se houver uma seleção na localidade de Grão Mogol - MG e a partir destes resultados fossem colhidas sementes das melhores matrizes (árvores que originaram o teste de progênies) e plantadas nas quatro localidades ter-se-ia ganhos máximos na própria localidade (17,33%). Se o mesmo lote de sementes fosse plantado em Bom Despacho-MG, os ganhos seriam de 3,46% (com perdas de 7,94% de seu potencial local). Para os casos de Belo Oriente-MG e Aracruz-Es, além de não se ganhar com a seleção, a média de produtividade em volume cilíndrico de cada local seria reduzida em 0,39% e 3,65%, respectivamente. A resposta ao progresso genético esperado seria negativa.

A Tabela 11 contém os resultados dos coeficientes de variação genética e fenotípica entre as características para os diferentes locais.

**TABELA 11 - Coeficientes de correlação fenotípica ( $r_F$ ) e genética ( $r_G$ ) para as diferentes localidades.**

Localidade	Parâmetro	Características		
		Altura x DAP	Altura x Vol. Cil.	DAP x Vol. Cil.
Aracruz - ES	$r_F$	0,80	0,80	0,97
	$r_G$	0,80	0,81	0,98
Belo Oriente - MG	$r_F$	0,75	0,67	0,89
	$r_G$	1,14	1,18	1,85
Bom Despacho - MG	$r_F$	0,91	0,92	0,96
	$r_G$	0,98	0,99	0,98
Grão Mogol - MG	$r_F$	0,77	0,74	0,88
	$r_G$	0,78	0,82	1,01
Média (*)	$r_F$	0,83	0,82	0,93
	$r_G$	0,85	0,87	0,99

\* valores obtidos sem considerar a localidade Belo Oriente (MG)

As correlações genéticas foram maiores que as fenotípicas para todos os casos. Para a localidade de Belo Oriente-MG, os valores de estimativa dos coeficientes de correlação genética foram superiores a 1,00, indicando pouca precisão nas estimativas. Portanto, foram desconsiderados no cálculo de médias de localidades.

Uma das estratégias que pode ser utilizada para condução de programas de melhoramento é a utilização de progênies com maior capacidade de adaptação a diferentes localidades. O método de EBERHART & RUSSELL (1966) é muito utilizado para determinar a estabilidade fenotípica a diferentes ambientes. Consiste em estimar os coeficientes de regressão ( $\hat{\beta}$ ), as variâncias dos desvios de  $\hat{\beta}$  e as médias de volume cilíndrico por progênie, os coeficientes de regressão e seus respectivos desvios. Estes valores estão apresentados graficamente na Figura 02.

**TABELA 12 - Valores médios por progênie para volume cilíndrico (m<sup>3</sup>) e respectivos coeficientes de regressão ( $\bar{b}$ ) e variâncias dos desvios de  $\bar{b}$  obtidos pela metodologia de EBERHART & RUSSELL (1966)**

PROGÊNIE	MÉDIA	$\bar{b}$	S <sup>2</sup> DESVIOS ( $\bar{b}$ )
1	0,24	0,95	-0,001
2	0,28	0,71	0,012
3	0,24	0,48	-0,001
4	0,29	1,04	-0,001
5	0,27	1,09	-0,002
6	0,25	0,87	-0,001
7	0,34	1,42	0,025
8	0,27	0,87	0,000
9	0,24	0,83	-0,002
10	0,24	1,08	0,001
11	0,24	0,92	0,010
12	0,22	0,79	0,002
13	0,26	1,32	-0,002
14	0,27	0,98	-0,001
15	0,25	1,16	0,000
16	0,24	0,86	-0,001
17	0,22	0,97	-0,001
18	0,24	1,27	-0,001
19	0,33	2,00	-0,002
20	0,15	0,57	-0,002
21	0,22	1,17	0,000
22	0,19	1,26	0,000
23	0,22	1,19	-0,002
24	0,24	1,05	-0,001
25	0,24	1,08	0,001
26	0,22	0,55	-0,001
27	0,26	0,90	-0,001
28	0,23	0,26	0,009
29	0,28	1,47	0,006
30	0,27	0,88	-0,002

As progênies que apresentaram maior produtividade em volume cilíndrico foram a 7 ( $\bar{b}$  = 1,42), 19 ( $\bar{b}$  = 2,00), 4 ( $\bar{b}$  = 1,04), 2 ( $\bar{b}$  = 0,71) e 29 ( $\bar{b}$  = 1,47). A progênie 4, além de possuir alto volume cilíndrico, seu coeficiente de regressão é próximo de 1,00 significando um comportamento mais previsível nos diferentes locais envolvidos no estudo. Este fato é muito desejável, especialmente por ter variância de desvios de  $\bar{b}$  próximo a zero indicando confiabilidade na regressão. Em contrapartida, a progênie 19, com alta produtividade em volume cilíndrico e  $\bar{b}$  igual a 2,00, é mais específica para ambientes mais produtivos. É a melhor progênie em Aracruz-ES a terceira em Belo Oriente-MG e uma das piores em Grão Mogol-MG e Bom Despacho-MG.

Para estudos de estabilidade fenotípica seria aconselhável trabalhar com grande número de progênies para aumentar as possibilidades de escolha de indivíduos com maior capacidade de adaptação.

Para a comparação de ganhos genéticos entre três estratégias de melhoramento, foi necessária a utilização de uma proporção de seleção de 1:6 entre progênies para possibilitar a escolha de progênies previsivelmente mais responsivas com produtividade relativamente superior à média. Selecionou-se 5 progênies entre as 30 estudadas.

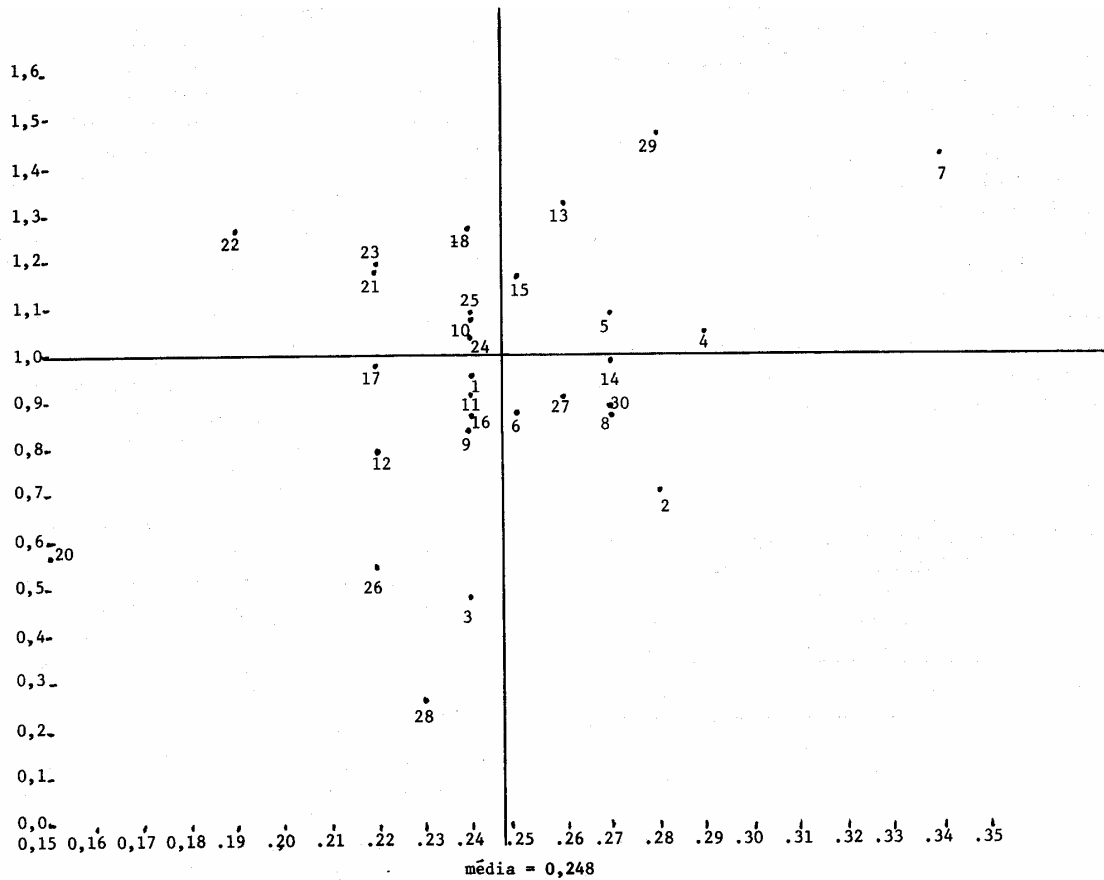
A Tabela 13 apresenta percentagem de ganhos genéticos em volume cilíndrico para média de progênies conforme as estratégias de melhoramento em multipopulações (com seleção de progênies específicas para cada localidade), de condução de estáveis (com seleção de indivíduos mais generalistas, com maior capacidade de adaptação nos locais em estudo) e tradicional (com seleção de progênies desconsiderando as diferenças ambientais e a interação progênies x locais).

**TABELA 13 - Ganhos genéticos (%) a nível de progênies, conforme a estratégia de melhoramento a conduzir.**

Estratégia	Localidades				
	Aracruz (ES)	Belo Oriente (MG)	Bom Despacho (MG)	Grão Mogol (MG)	Média
Multipopulações	18,81	10,18	14,18	26,10	17,32
Estáveis	5,09	0,79	10,72	13,25	7,46
Tradicional	1,15	1,93	1,09	1,94	1,53

Proporção de seleção 1:6 entre progênies

**FIGURA 02 - Estabilidade fenotípica para a característica volume cilíndrico através do modelo de EBERHART e RUSSELL (1966).**



Aplicando-se procedimento da estratégia tradicional, os ganhos foram pequenos com média de 1,53% em volume cilíndrico. Utilizando-se as progênes superiores melhor adaptadas nas diferentes localidades os ganhos foram de 7,46%. Selecionando as melhores progênes de cada localidade (estratégia de multipopulações), os ganhos foram os maiores com valor médio de 17,32%. As diferenças foram flagrantes entre a estratégia de multipopulações e a de condução de progênes estáveis (9,86%) e de 15,79% para a tradicional. Entre a estratégia de condução de progênes estáveis e a tradicional a diferença foi de 5,93% .

Com base nos ganhos, observa-se uma vantagem em utilizar a estratégia de multipopulações sobre as demais. Porém, sua implantação é mais complexa com custos um pouco mais elevados que as outras duas. Deve existir um equilíbrio técnico-econômico-operacional que viabilize sua implantação. Uma proposição viável seria a utilização de uma estratégia mista com condução de genótipos mais generalistas em determinadas etapas. Conduz-se, inicialmente, uma população com adaptação mais específica que capitalize o fenômeno da interação progênes x locais. A partir destas, procede-se à seleção de progênes fenotipicamente mais estáveis.

## CONCLUSÕES

a) Variação de progênies entre locais.

Para características DAP, altura de plantas e volume cilíndrico, aos 7 anos de idade, houve variação de progênies nas diferentes localidades e o fenômeno da interação progênies x locais esteve presente.

b) Valores de herdabilidade.

A característica altura de plantas apresentou os maiores coeficientes médios de herdabilidade no sentido restrito a nível de plantio ( $h^2$ ), a nível de média de progênies ( $h^2_m$ ) e dentro de progênies ( $h^2_d$ ), evidenciando maior controle genético que as demais características estudadas, isto implica em menor influência dos efeitos da interação progênies x locais sobre a característica.

c) Ganhos genéticos esperados e perdas pelos efeitos da interação progênies x locais.

Os maiores ganhos genéticos com seleção entre e dentro de progênies para a característica DAP e volume cilíndrico foram apresentados para Grão Mogol-MG e para altura de plantas foi para Bom Despacho-MG e as maiores perdas pelos efeitos da interação progênies x locais ocorreu para a característica volume cilíndrico (26,73%); a maior redução nos ganhos genéticos ocorrida para volume cilíndrico, diminuiu em 3,65% a média da localidade de Aracruz quando utilizada a seleção em Grão Mogol-MG .

d) Estratégias de melhoramento.

Comparando as três estratégias para condução de programas de melhoramento, conclui-se que a de multipopulações é a mais indicada entre as três estudadas, com possibilidades de condução de programas mistos com seleção de progênies estáveis em cada região ecológica.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem as empresas Aracruz Florestal S/A., Cenibra Florestal S/A., Cia. Agrícola e Florestal Santa Bárbara e Florestas Rio Doce S/A., pela colaboração prestada na realização deste trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAPITANI, L.R. et alii. **Eucalyptus urophylla** da Indonésia na Vale do Rio Doce. **CVRD**, Rio de Janeiro, 8(27): 37-52., 1987.

EBERHART, S.A. & RUSSELL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop science**, 6: 36-40, 1966.

FALCONER, D.A. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa, UFV, 1981. 279p.

FINLAY, K.W. & WILKINSON, G.N. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. **Australian journal of agriculture research**, Melbourne, 14: 742-54, 1963.

- KAGEYAMA, P.V. **Seleção precoce a diferentes idades em progênies Eucalyptus grandis Hill ex Maiden**. Piracicaba, 1983. 147p. (Tese-Livre-Docência-ESALQ).
- MARTIN,B. & COSSALTER,C. Les Eucalyptus des Iles de Ia Sonda. **Bois et forêts des tropiques**, Nogent-sur-Marne (167): 3-24, 1976.
- MORA,A.L. **Interação com espaçamentos e locais em clones de Eucalyptus spp no norte do Estado da Bahia**. Piracicaba, 1986. 101p.(Tese-Mestrado-ESALQ).
- MORAES,M.L.T. **Varição genética da densidade básica da madeira em progênies de Eucalyptus grandis Hill ex Maiden e suas relações com as características de crescimento**. Piracicaba,1987.115p. (Tese-Mestrado-ESALQ).
- MORIE,S.; SANTOS,P.E.T.; & KAGEYAMA,P.Y. Aumento da eficiência dos testes de progênies através de sua desvinculação do pomar de sementes. **Circular Técnica IPEF**, 1989 (no prelo).
- MORI , E. S. et alii. Efeitos da interação genótipo x ambiente em progênies de **Eucalyptus saligna** Smith. **IPEF**, Piracicaba (33): 19-25, 1986.
- NAMKOONG,G. Inbreeding, hybridization and conservation in provenances of tropical forest trees. In: BARNES,R.D. **Provenance and genetic improvement strategies in tropical forest trees**. Oxford, Department of Forestry, 1984. p.1-7.
- NAMKOONG,G. et alii **A philosophy of breeding strategy for tropical forest trees**. Oxford, Commonwealth Forestry Institute, 1980. 67p.
- PATIÑO-VALERA,F. **Varição genética em progênies de Eucalyptus saligna e sua interação com o espaçamento**. Piracicaba, 1986. 211p;(Tese-Mestra-do-ESALQ).
- PINTO JUNIOR,J.E. **Variabilidade genética em progênies de uma população de Eucalyptus urophylla S.T. Blake da Ilha Flores - Indonésia**. Piracicaba, 1984. 164p. (Tese-Mestrado-ESALQ).
- SHELBOURNE,C. Genotype environment interaction: its study and its implications in forest tree improvement. In: IUFRO GENETIC SABRAO JOINT SYMPOSIA, Tokyo, 1972; **Proceedings**. p.B-1(I): 1-27.

## **CAF – O DESENVOLVIMENTO DE ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS A PARTIR DA PRODUÇÃO DE CARVÃO VEGETAL**

A CAF; Cia Agrícola e Florestal Santa Bárbara, é a empresa do grupo Belgo-Mineira responsável pelo reflorestamento e a produção de carvão.

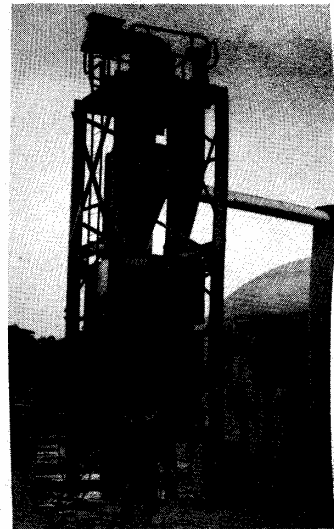
A madeira para a produção de carvão é proveniente das florestas homogêneas de eucalipto de alta produtividade, abrangendo uma extensão superior a 150.000 ha.

O seu modelo de expansão é apoiado na implantação de carvoarias de grande porte, com a recuperação dos combustíveis líquidos da madeira, especialmente o alcatrão e o metano<sup>1</sup>. Faz parte deste modelo a implantação de fornos contínuos de carbonização.

Este ano, 9.000 t de alcatrão serão recuperadas; em parte da produção de 310.000 t de carvão vegetal, segundo tecnologia e equipamentos desenvolvidos pela própria empresa.

A CAF integra o homem ao ambiente onde realiza suas atividades, dando-lhe condições adequadas de saúde, educação, habitação e trabalho.

Assim, é uma empresa que reúne o homem, a técnica e a terra para produzir energia de fonte brasileira, renovável e com tecnologia inteiramente nossa contribuindo de maneira significativa para o esforço nacional de desenvolvimento de alternativas energéticas.



**Recuperador de alcatrão em fornos de alvenaria**