

**INTERAÇÃO GENÓTIPOS POR LOCAIS EM ARROZ DE SEQUEIRO  
(Oryza sativa L.) NO ESTADO DE SÃO PAULO**

**EXPEDITO PAULO SILVEIRA**

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Genética e Melhoramento de Plantas.

**PIRACICABA  
Estado de São Paulo - Brasil  
Março, 1980**

D E D I C O

Aos meus pais

À minha esposa Marisa

Às minhas filhas Adriana e Daniela

## AGRADECIMENTOS

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA e ao Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", pela oportunidade;

Ao Professor Dr. Roland Vencovsky, pela orientação;

Ao Professor Dr. José Branco de Miranda Filho, pela co-orientação durante o afastamento do orientador;

Aos Chefes das Seções de Cereais de Inverno e de Climatologia Agrícola do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo, respectivamente Engs. Agrs. Derly Machado de Souza e Orivaldo Brunini, pela cessão dos dados utilizados neste trabalho;

Aos Engs. Agrs. Renato César Dietrich e José Francisco Ferraz de Toledo, respectivamente da Universidade Federal de Santa Catarina e da EMBRAPA, pelas sugestões;

Aos Professores Paulo Silveira Júnior e Élio Paulo Zonta, da Universidade Federal de Pelotas, pelo auxílio na realização das análises estatísticas;

À Sofia Akemi Siraisi; Maria Cristina Neves e Marina Tomie Takaki; Gilberto Galhardi e Rodolfo Preto Júnior, respectivamente pela datilografia, pelos cálculos estatísticos complementares e pelos desenhos;

Aos Drs. Heitor Amaral Oliveira e Eliane Augustin Oliveira, pela revisão e sugestões;

Aos professores e colegas do curso de Genética e Melhoramento de Plantas, pela amizade;

A todos que, de uma maneira qualquer, colaboraram na realização deste trabalho.

## Í N D I C E

	Página
1. RESUMO.....	01
2. INTRODUÇÃO.....	04
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	08
3.1. Generalidades.....	08
3.2. Influência da interação GA na determinação de parâmetros genéticos.....	09
3.3. Agrupamento de locais de respostas semelhantes à interação cultivares x locais.....	11
3.4. Correlação entre a produção de grãos das cultivares e a interação GA.....	12
3.5. Estabilidade fenotípica da produção de grãos..	13
4. METODOLOGIA.....	18
4.1. Material.....	18
4.2. Métodos.....	19
4.2.1. Análise da variância.....	19
4.2.2. Identificação de sub-região homogênea..	21
4.2.3. Correlação média entre tratamentos.....	24
4.2.4. Participação relativa das estimativas das componentes $\hat{\sigma}_L^2$ , $\hat{\sigma}_I^2$ , $\hat{\sigma}_{IL}^2$ e $\hat{\sigma}_R^2$ na variação total.....	24
4.2.5. Estabilidade fenotípica da produção de grãos.....	25
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
5.1. Interação cultivares x locais.....	27
5.2. Sub-regionalização e correlação média da produção de grãos entre e dentro de sub-regiões..	34
5.3. Apreciação da estabilidade da produção de grãos.....	41
6. CONCLUSÕES.....	55
7. SUMMARY.....	58
8. LITERATURA CITADA.....	60

## LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Área cultivada e produção de arroz em nove Divisões Regionais Agrícolas (DIRAs) do Estado de São Paulo, no período de 1970 a 1974.....	68
Tabela 2. Valores médios normais de precipitação de chuva (mm) de janeiro e de fevereiro; totais de precipitação de chuva (mm), desvios em relação à normal (mm) e frequência de chuva (número de dias de chuva) de oito localidades do Estado de São Paulo, no período de 1975 a 1977.....	69
Tabela 3. Características gerais das séries de ensaios de competição de cultivares de arroz de sequeiro realizadas nos anos agrícolas de 1974/75, 1975/76 e 1976/77, no Estado de São Paulo.....	70
Tabela 4. Produções médias (kg/ha) de oito cultivares de arroz de sequeiro, variâncias residuais ( $s^2/r$ ) das análises individuais da variância, coeficientes de variação (CV%) e médias gerais de locais e de cultivares ( $\bar{Y}_{.j}$ e $\bar{Y}_{.i}$ em kg/ha) dos experimentos das séries de ensaios de 1974/75 a 1976/77, no Estado de São Paulo.....	71
Tabela 5. Genealogia de algumas cultivares de arroz de sequeiro melhoradas no Instituto Agrônomico do Estado de São Paulo.....	19
Tabela 6. Esquema de decomposição de graus de liberdade do delineamento Quadrado Latino.....	20
Tabela 7. Esquema de análise conjunta da variância	

	incluindo os valores esperados dos quadra dos médios.....	21
Tabela 8.	Decomposição dos graus de liberdade do mo delo da análise conjunta com desdobramen to de grupos (G) e da interação cultiva res por locais (IL).....	23
Tabela 9.	Esquema de decomposição dos graus de li berdade do modelo de análise conjunta da variância, proposto por EBERHART e RUSSEL (1966).....	26
Tabela 10.	Quadrados médios residuais ( $QM_R$ ) e coefi cientes de variação (CV%) das análises in dividuais da variância da produção de grãos dos experimentos de competição de cultivares de arroz de sequeiro, realiza dos no Estado de São Paulo, no período de 1974/75 a 1976/77.....	28
Tabela 11.	Estimativas da componente da variância da interação cultivares x locais, das análi ses conjuntas da variância da produção de grãos, dos ensaios de competição de culti vares de arroz de sequeiro da série de 1974/75, no Estado de São Paulo, tomados (2 a 2), (3 a 3), ..., (L a L) e seus res pectivos desvios padrões e extremos do in tervalo de confiança.....	77
Tabela 12.	Estimativas da componente da variância da interação cultivares x locais, das análi ses conjuntas da variância da produção de grãos, dos ensaios de competição de culti vares de arroz de sequeiro da série de 1975/76, no Estado de São Paulo, tomados (2 a 2), (3 a 3), ..., (L a L) e seus res	

	pectivos desvios padrões e extremos do intervalo de confiança.....	83
Tabela 13.	Estimativas da componente da variância da interação cultivares x locais, das análises conjuntas da produção de grãos dos ensaios de competição de cultivares de arroz de sequeiro da série de 1976/77, no Estado de São Paulo, tomados (2 a 2), (3 a 3), ..., (L a L) e seus respectivos desvios padrões e extremos do intervalo de confiança.....	95
Tabela 14.	Valores dos quadrados médios e do teste F das análises conjuntas das três séries de ensaios de competição de cultivares de arroz de sequeiro, realizadas no Estado de São Paulo, nos anos agrícolas de 1974/75, 1975/76 e 1976/77.....	31
Tabela 15.	Valores das estimativas das componentes da variância devida a locais ( $\hat{\sigma}_L^2$ ), tratamentos ( $\hat{\sigma}_T^2$ ), interação cultivares x locais ( $\hat{\sigma}_{TL}^2$ ), resíduo médio ( $\hat{\sigma}_e^2$ ), variância residual dividida pelo número de repetições ( $\hat{\sigma}_{e/r}^2$ ) e respectivas participações percentuais na variação total (PPVT %) das análises conjuntas da variância da produção de grãos dos ensaios de competição de cultivares de arroz de sequeiro das séries de 1974/75, de 1975/76 e de 1976/77.....	33
Tabela 16.	Valores dos $\chi^2$ calculados e teóricos, ao nível de 5% de probabilidade, dos testes de normalidade para as estimativas das	

	componentes da variância da interação IL, calculados a partir das análises conjuntas da variância da produção de grãos dos locais tomados (2 a 2), (3 a 3), ..., (L a L), das séries de ensaios de cultivares de arroz de sequeiro, dos anos agrícolas' de 1974/75, de 1975/76 e de 1976/77, no Estado de São Paulo.....	36
Tabela 17.	Análise da variância da produção de grãos dos locais reunidos, independentemente de ano, nos grandes agrupamentos $G_1$ (30, 31, 32, 34, 38, 39, 41, 43, 46, 47 e 49) e $G_2$ (33, 35, 36, 37, 40, 42, 44, 45, 48 e 50)..	38
Tabela 18.	Análise da variância da produção de grãos de oito cultivares de arroz de sequeiro, experimentadas em 11, 10 e 21 ambientes das sub-regiões $G_1$ , $G_2$ e da região ( $G_1 + G_2$ ) do Estado de São Paulo, no período de 1974 a 1977. (Modelo de EBERHART e RUSSEL, 1966).....	42
Tabela 19.	Índices de ambiente e produtividade de oito cultivares de arroz de sequeiro experimentadas nas sub-regiões $G_1$ , $G_2$ e na região tomada como um todo ( $G_1 + G_2$ ) no Estado de São Paulo, no período de 1974 a 1977.....	44
Tabela 20.	Produtividades, coeficientes e desvios da regressão linear de oito cultivares de arroz de sequeiro experimentadas nas sub-regiões $G_1$ , $G_2$ e na região tomada como um todo ( $G_1 + G_2$ ) no Estado de São Paulo, no período de 1974 a 1977.....	46

Tabela 21. Valores médios dos parâmetros da estabilidade fenotípica das oito cultivares de arroz de sequeiro experimentadas nas sub-regiões $G_1$ , $G_2$ e na região ( $G_1 + G_2$ ), agrupadas segundo o ciclo cultural.....	54
--	----

## LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Mapa esquemático das regiões fisiográficas do Estado de São Paulo.....	74
Figura 2. Mapa esquemático da divisão climática do Estado de São Paulo.....	75
Figura 3. Localização dos ensaios de rendimento de arroz de sequeiro realizados no período de 1974 a 1977.....	76
Figura 4. Sub-região homogênea sugerida para a cultura do arroz de sequeiro.....	40
Figura 5. Regressão linear da produção de grãos das cultivares IAC 25, IAC 47, IAC 1246, IAC 1131, IAC 5544, Pratão Precoce, Batatais e IAC 5032 em 11 ambientes da sub-região homogênea $G_1$ , sugerida para o Estado de São Paulo.....	48
Figura 6. Relação entre a produção média de grãos e o coeficiente da regressão linear das cultivares IAC 25, IAC 47, IAC 1246, IAC 1131, IAC 5544, IAC 5032, Pratão Precoce e Batatais em 11 ambientes da sub-região homogênea $G_1$ , sugerida para o Estado de São Paulo.....	49
Figura 7. Regressão linear da produção de grãos das cultivares IAC 25, IAC 47, IAC 1246, IAC 1131, IAC 5544, Pratão Precoce, Batatais e IAC 5032, em 10 ambientes da sub-região heterogênea $G_2$ , sugerida para o Estado de São Paulo.....	50
Figura 8. Relação entre a produção média de grãos e o coeficiente de regressão linear das cultivares IAC 25, IAC 47, IAC 1246, IAC 1131,	

	IAC 5544, IAC 5032, Pratao Precoce e Batatais, em 10 ambientes da sub-região heterogênea $G_2$ , sugerida para o Estado de São Paulo.....	51
Figura 9.	Regressão linear da produção de grãos das cultivares IAC 25, IAC 47, IAC 1246, IAC 1131, IAC 5544, Pratao Precoce, Batatais e IAC 5032, em 21 ambientes da região $(G_1 + G_2)$ do Estado de São Paulo.....	52
Figura 10.	Relação entre a produção média de grãos e o coeficiente da regressão linear das cultivares IAC 25, IAC 47, IAC 1246, Pratao Precoce, IAC 1131, IAC 5544, IAC 5032 e Batatais, em 21 ambientes da região $(G_1 + G_2)$ do Estado de São Paulo.....	53

## 1. RESUMO

Com os dados de três séries de ensaios realizados nos anos agrícolas de 1974/75, 1975/76 e 1976/77 foram estudadas a interação genótipos por locais e a sub-regionalização da parte da região de arroz de sequeiro do Estado de São Paulo, compreendida pelas regiões fisiográficas do Planalto Ocidental, da Depressão e pela maior parte do Planalto Atlântico, bem como a estabilidade da produção de grãos das cultivares IAC 25, IAC 47, IAC 1246, IAC 5032, IAC 1131, IAC 5544, Pratão Precoce e Batatais.

Utilizaram-se análises simples e conjuntas da variância na identificação da interação cultivares x locais e na avaliação da participação relativa de sua componente na variação total; erro associado à estimativa da componente da variância desse tipo de interação dos locais tomados (2 a 2), (3 a 3), ..., (L a L) e intervalos de confiança na sub-regionalização; coeficiente médio de correlação da produção das cultivares entre e dentro das sub-regiões para caracterizá-las e a análise da variância proposta por EBERHART e RUSSEL (1966) no estudo da estabilidade fenotípica.

A diferença ecológica dos ambientes estudados, o ciclo das cultivares e a época de semeadura dos experimentos proporcionaram condições para que houvesse elevada variação e comportamento diferencial sistemático das cultiva-

res nas três séries de ensaios, sendo mais expressiva a variância devida a locais, quando comparada com as demais causas da variação e com a variação total dos ensaios.

A consideração da sub-região homogênea compreendida pelas localidades de Tatuí, Tietê, Campinas e Capão Bonito possibilitou reduzir em cinco vezes, aproximadamente, a magnitude da interação cultivares x locais da região estudada. O coeficiente médio de correlação da produção de grãos das cultivares nessa sub-região ( $\bar{r} = 0,1$ ), de grandeza reduzida, mas superior aos da sub-região heterogênea ( $\bar{r} = -0,01$ ), compreendida pelas localidades de Mococa, Guaíra, Jaú, Pindorama e Ribeirão Preto, e da região tomada como um todo ( $\bar{r} = 0,08$ ), confirmou a regionalização proposta.

Com exceção da cultivar Batatais na condição homogênea, as demais apresentaram coeficientes da regressão linear semelhantes entre si e à unidade, constituindo-se em indicadores da boa adaptação delas às condições de sequeiro do Estado de São Paulo, assim como da manifestação do potencial de produtividade, uma vez que se introduzam melhorias no ambiente. Infere-se, com base nisso, que a pesquisa varietal, embora não tenha considerado as diferenças ecológicas regionais, foi capaz de desenvolver e identificar genótipos com aquelas características.

A produção de grãos das cultivares IAC 25, IAC 47, Pratão Precoce e Batatais foi mais estável em qualquer das condições estudadas, destacando-se a produtividade da IAC 25 e a capacidade de adaptação a ambientes fracos da Batatais na condição homogênea, assim como a adaptação inconsistente de todas elas nas condições heterogêneas.

Em qualquer das condições ecológicas analisadas, destacaram-seas elevadas produtividades das cultivares de ciclo curto, embora apresentassem desvios da linearidade e, conseqüentemente, menor adaptação a ambientes homogêneos e heterogêneos.

Sugere-se, com base nos resultados da estabilidade fenotípica da produção de grãos, que as linhagens de arroz de sequeiro sejam selecionadas com ampla base genética na região heterogênea caracterizada.

## 2. INTRODUÇÃO

A área mundial de cultivo de arroz pode ser classificada em regiões onde se usa a irrigação (com água profunda ou pouco profunda) e onde não se a utiliza (ausência parcial ou completa de água), originando, respectivamente, lavouras irrigadas e de sequeiro.

Não existe ainda uma definição de arroz de sequeiro. Tal denominação pode ser dada ao cultivo de arroz em que o preparo do solo e a semeadura direta sejam realizados em condições secas, isto é, quando a umidade disponível nele seja inferior à Capacidade de Campo. Admite-se, ainda, os critérios do conceito anterior acrescidos de mais um, o da inexistência de diques nas lavouras. Entretanto, existe um consenso entre os estudiosos em afirmar que, embora sob a mesma denominação, o cultivo de sequeiro compreende práticas culturais, as mais diversas, dependendo da região onde é realizado.

É um sistema de cultivo bastante difundido entre os pequenos agricultores da África, da Ásia e da América Latina, principalmente entre aqueles das regiões onde a agricultura é pouco ou medianamente tecnificada.

O arroz de sequeiro ocupa cerca de 10, de 80 e de 95%, respectivamente, das áreas mundial, brasileira e paulista cultivadas com arroz. No Estado de São Paulo, é

cultivado nas regiões fisiográficas do Planalto Ocidental, da Depressão e na maior parte do Planalto Atlântico (figura 1, página 74), produzindo, em nove das dez Divisões Regionais Agrícolas (DIRAs), no período 1970-74, a média de 589 mil toneladas de grãos, numa área aproximada a 511 mil hectares anuais, compreendida entre os paralelos 20° e 24° LS e influenciada por cinco condições climáticas (tabela 1 e figura 2, páginas 68 e 75). Dezoito por cento dessa área possui bons índices de fertilidade; o restante, constituído por terras de Campo (28%), Cerrado (26%) e Cerradão (26%), é considerado de baixa fertilidade (ANDRADE FRATTINI et alii, 1975).

Temperatura, água, radiação solar e umidade relativa são fatores do meio ambiente de grande importância para qualquer tipo de cultivo de arroz. Os relativos a solo e a plantas invasoras merecem também consideração, pois se trata de cultura de exploração intensiva. Em geral, o arroz rende mais, quando cultivado em solos anaeróbios do que em aeróbios.

A disponibilidade de água é fator limitante para a produção de grãos no cultivo de arroz de sequeiro. Ocorrendo estiagem no estágio vegetativo inicial da planta, haverá redução do perfilhamento e, como consequência, uma diminuição do número de panículas por unidade de área. Se a falta de água ocorrer na fase reprodutiva, o resultado poderá ser tanto a redução do número de grãos por panícula, como o chochamento dos grãos que chegarem a iniciar a sua formação.

No hemisfério Sul, o arroz de sequeiro desenvolve-se e amadurece no período de outubro a março, denominado época das chuvas. Nessa época, na região de cultivo desse tipo de arroz, no Estado de São Paulo, ocorre 60 a 80% do total anual de precipitação de chuva. Embora isso aconteça, é frequente também a ocorrência de períodos de estiagens nos meses de janeiro e fevereiro, os quais se en-

contram caracterizados na tabela 2, página 69, através dos desvios mensais de precipitação de chuva em relação às normais de oito localidades paulistas. Essas estiagens geralmente coincidem com a floração do arroz de sequeiro, fase crítica do seu desenvolvimento no que diz respeito à disponibilidade de água, ocasionando perdas irreparáveis e provocando a instabilidade da produção de grãos.

Considerando a influência negativa dos diversos fatores mencionados, o comportamento das cultivares de arroz de sequeiro, quando experimentadas em diversos locais, será, por certo, diferencial, devido à interação genótipo por ambiente (GA) que, uma vez avaliada e compreendida, pode ser bastante útil no melhoramento genético desse tipo de arroz.

As informações resultantes da avaliação do comportamento, em termos de interação GA, da maioria das cultivares de arroz de sequeiro, disponíveis no Estado de São Paulo, serão a contribuição que este estudo pretende colocar à disposição daqueles que se encontram engajados na tarefa de minimizar a influência negativa que os fatores apontados exercem na cultura do arroz de sequeiro.

Com base nisso e, considerando o impacto que ocasionará qualquer melhoria de ordem duradoura, introduzida na cultura em questão, este trabalho, utilizando os ensaios de rendimento de grãos de arroz de sequeiro, realizados numa parte da região de cultivo desse cereal no Estado de São Paulo, nos anos agrícolas de 1974/75, 1975/76 e 1976/77, se propõe a:

- avaliar a magnitude da interação cultivares x locais, a de outras causas da variação e a das suas participações relativas na variação total;

- identificar o agrupamento de locais que, ao apresentar nos três anos agrícolas considerados a componente da interação cultivares x locais de grandeza inferior àquela da região tomada como um todo, proporcione condições de sub-regionalizar a área em estudo;

- avaliar, por intermédio do estudo da estabilidade fenotípica, a capacidade adaptativa da produção de grãos de oito cultivares recomendadas às sub-regiões sugeridas.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Generalidades

Os resultados experimentais de estudos do comportamento de cultivares, de linhagens e de híbridos, obtidos de uma localidade, num determinado ano, não fornecem bases sólidas para as suas recomendações e para futuros estudos, pois o material assim experimentado pode reagir de maneira diferente em outro local, por influência das variações de ambiente.

ALLARD e BRADSHAW (1964) definiram tais variações como sendo dos tipos previsível e não previsível. As primeiras são devidas: a fatores permanentes de ambiente (tipos de solo e de clima de uma maneira geral), a características com flutuações sistemáticas, como o comprimento do dia e, também, a modificações de ambiente introduzidas pelo homem (época e densidade de semeadura, métodos de colheita e outras práticas agronômicas). Os regimes de chuvas e de temperaturas são fatores que se destacam no grupo das não previsíveis.

Normalmente, a própria cultura é o melhor indicador da importância das variações do tipo previsível. Quando ela é realizada numa região inteira, as estimativas obtidas para a interação GA são indicações da sua estabilidade relativa.

Apesar da existência de uma extensa e diversificada bibliografia sobre a interação GA, esta revisão abrangerá apenas os aspectos relacionados mais diretamente com a importância atribuída a ela, considerando o interesse prático que esta abordagem poderá proporcionar ao melhorista de plantas.

### 3.2 Influência da interação GA na determinação de parâmetros genéticos

A correta estimação de parâmetros genéticos é de fundamental importância no melhoramento de plantas, não só porque eles se constituem indicativos da possibilidade ou não de melhorar, mas também porque a escolha do método de melhorar está na dependência de suas magnitudes.

A interação GA constitui-se em fator limitante na estimação dos referidos parâmetros e na eficiência dos programas de seleção. Ela se torna pouco importante na seleção de genótipos adaptados a ambiente específico, assumindo, entretanto, papel relevante, quando na situação inversa.

Motivados pelos aspectos apontados, JOHNSON *et alii* (1955) estimaram, em duas populações segregantes de soja, a variância devida à interação GA, a herdabilidade e o progresso genético esperado, na seleção de 24 caracteres dessa espécie. Após terem ensaiado o material mencionado em diversas combinações, formadas por cinco locais e em dois anos de experimentação, os autores verificaram que, para o caráter rendimento de grãos, numa das populações a variabilidade devida ao ambiente foi duas vezes maior que a variabilidade genética. Na segunda população, por seu turno, esta causa da variação foi maior do que aquela, em duas das três combinações ensaiadas. Em ambas as populações, a herdabilidade do mesmo caráter foi substancialmente menor, quando comparada com a de outros. Ficou evidenciada, também, a

ineficiência da seleção para rendimento nas primeiras gerações segregantes, quando as populações dessa natureza foram experimentadas mais de uma vez, em um único local estratégico, durante um ano apenas.

Os ensaios de rendimento de grãos de 60 famílias de meios irmãos de milho, durante cinco anos, em cinco locais, permitiram a ROBINSON e MOLL (1959) estimar os efeitos genéticos e genéticos-ambientes por meio de componentes de variância. Eles constataram que a variância da interação GA era aproximadamente igual à metade da magnitude da variância genética e que as flutuações daquela componente pareciam não estar associadas a ambientes repetidos em locais e anos particulares. As mudanças ambientes, causadoras das flutuações genéticas, ocorreram ao acaso nos vários locais e anos estudados. Esta seria a explicação para o valor elevado da variância da interação genótipo x anos x locais, fato também constatado em trabalhos da mesma natureza com algodão, MILLER et alii (1959); com fumo, JONES et alii (1960); com cevada, RASMUSSEN e LAMBERT (1966); com soja, SCHUTZ e BERNARD (1967); com linho, TYSON e BRADNER (1967) e com ervilha, TYSON et alii (1968).

ROJAS e SPRAGUE (1952), com base nos resultados de ensaios de produção de grãos de milho, enfatizaram as implicações da inconsistência dos valores obtidos para a Capacidade Específica de Combinação (efeitos genéticos não aditivos), quando medidos em ambientes distintos, comparados com os da Capacidade Geral de Combinação (efeitos genéticos aditivos). ROBINSON e MOLL (1959) também obtiveram resultados indicadores de que houve inconsistência do efeito aditivo, de um ambiente para outro, nas condições em que o trabalho foi realizado com a mesma espécie citada.

### 3.3 Agrupamento de locais de respostas semelhantes à interação cultivares x locais

A variabilidade de ambientes, ocasionada principalmente pelas diferenças de temperatura, pela distribuição de chuva e pelos diferentes tipos e níveis de fertilidade do solo, tem sido considerada pelos melhoristas há muito tempo, pois esses fatores interagem com os seres vivos, provocando os seus comportamentos diferenciais. Diante dessa circunstância, o melhorista dispõe de duas alternativas por ocasião da seleção do material com que trabalha. Pode realizá-la em locais com interação GA variável, obtendo, como resultado, populações constituídas de indivíduos com ampla adaptação, ou realizá-la em sub-região formada por locais de resposta semelhante a essa interação, obtendo, dessa maneira, material com adaptação restrita.

Conscientes do problema mencionado, HORNER e FREY (1957) dividiram, para fins experimentais, o Estado de Iowa, EUA, em duas, três, quatro e cinco sub-regiões, conseguindo, dessa maneira, reduzir a grandeza da interação GA dos ensaios de aveia em 11, 21, 30 e 40%, respectivamente, quando comparados com aquela calculada para o Estado como um todo. Trabalhos com objetivos e resultados semelhantes, foram realizados por LIANG et alii (1966) com trigo, aveia e cevada; por PLAISTED e PETERSON (1959) com batata, por SILVA e MAGNAVACA (1970) e MIRANDA FILHO (1974) com milho.

Nos locais onde já existia uma sub-regionalização empírica pré-estabelecida, autores como McCAIN e SCHULTZ Jr. (1959) e ROSITO (1974) se preocuparam em verificar a sua adequação aos trabalhos de experimentação. No primeiro caso, os resultados de ensaios com milho permitiram modificar a divisão arbitrária que existia no Estado do Alabama, EUA. Situação inversa é demonstrada pelo autor da segunda referência que, ao analisar os resultados da experimentação de trigo no Estado do Rio Grande do Sul, constatou

razoável compatibilidade entre a regionalização existente e a estabelecida pelo estudo realizado, considerando a interação GA. Além disso, o mesmo autor constatou, ainda, a existência de acentuada diferenciação ecológica entre as sub-regiões sugeridas, quando a utilização de cultivares precoces foi comparada com a de tardias.

#### 3.4 Correlação entre a produção de grãos das cultivares e a interação GA

Os trabalhos de avaliação da adaptação de genótipos geralmente são realizados em locais representativos em termos de clima e de solo, da região produtora para a qual poderão ser futuramente recomendados. O estudo da correlação entre as produções de cultivares, experimentadas em ambientes diferentes, pode informar não só a respeito da similaridade de condições porventura existentes, mas também das adaptações das populações utilizadas.

Na busca de informações como essas, SCHLEHUBER et alii (1970) usaram as produções de grãos dos ensaios de cultivares de trigo da rede experimental do Estado do Rio Grande do Sul, para calcularem os coeficientes de correlação entre locais. De 49 coeficientes calculados, apenas 18 foram estatisticamente significativos e, destes, somente dois foram negativos. Os autores enfatizaram que, apesar da constatação de pequeno número de correlações significativas entre locais, certas cultivares se comportaram de modo superior em muitos deles, indiferentemente do valor dos coeficientes correspondentes.

PATERNIANI et alii (1973) evidenciaram que a falta de correlação entre as médias de produção de progênies de meios irmãos, oriundas de uma população irradiada de milho Centralmex, teria sido a responsável maior pela elevada magnitude da interação genótipo por ano, quando experimentada durante dois anos no mesmo local.

Por outro lado, ROSITO (1974), ao estudar a adequação da sub-regionalização empírica da triticultura sul-rio-grandense em relação à interação GA, além de identificar a falta de correlação entre a produção das cultivares, de um local para outro, como fator de maior importância na interação genótipos por locais, encontrou, também, valores muito baixos para os coeficientes médios de correlação, tanto intra como inter regiões. Contudo, ele pode mostrar que, sistematicamente, os valores dos coeficientes mencionados, dentro de regiões foram inferiores aos estimados para entre regiões, fato que de per si identifica a existência de maior homogeneidade dentro do que entre as delimitações sugeridas.

### 3.5 Estabilidade fenotípica da produção de grãos

A utilização dos dados provenientes da avaliação de genótipos em diversos ambientes pode se dar em duas etapas: a primeira corresponde ao cálculo estatístico e verificação da magnitude e da natureza das interações; a segunda compreende a interpretação do significado dessas interações do ponto de vista de adaptação e da estabilidade fenotípica das populações, quando houver significância estatística da interação genótipo por locais. A última etapa reveste-se de grande importância prática para o melhoramento. A situação ideal seria aquela em que o melhorista encontrasse um genótipo com um potencial máximo de rendimento estável no ambiente mais favorável.

A literatura mostra que diversos autores consideraram como medidas de adaptação de genótipos a ambientes diversos, as magnitudes do coeficiente de variabilidade entre parcelas (ARNOULD e JENKINS, 1932; ADAMS e SHANK, 1959; SHANK e ADAMS, 1960 e VENCOVSKY, 1963) e o efeito das interações de primeira ordem devidas a genótipos x locais e genótipos x anos, bem como os da interação de segunda ordem devida a genótipos x locais x anos (IMMER et alii, 1934;

SALMON, 1951; HORNER e FREY, 1957 e PLAISTED e PETERSON, 1959).

Com base em uma análise conjunta de experimentos realizados em vários anos e locais, YATES e COCHRAN (1938) propuseram, pioneiramente, um método que, ao decompor o efeito da interação cultivares x locais, tornava possível estabelecer, para cada cultivar, a regressão linear da sua produção sobre o rendimento médio de todas as cultivares experimentadas em cada ambiente. Para ser estável, bastava que a cultivar proporcionasse pequenas variações de rendimento, quando cultivada em diversos locais. Não havia, portanto, uma preocupação maior quanto à participação do ambiente nessas variações.

Essas medidas, às vezes obtidas com muitos cálculos, como ocorre ao se utilizar o método de PLAISTED e PETERSON (1959) na avaliação de um grande número de cultivares, não expressam de maneira adequada o comportamento de genótipos frente a uma gama de variados ambientes.

O método de YATES e COCHRAN (1938) permaneceu no anonimato até os primeiros três anos da década de sessenta, quando FINLAY e WILKINSON (1963) o modificaram com vistas ao estudo da avaliação da adaptação de germoplasmas de cevada na Austrália. A estabilidade, nesse caso, era caracterizada pela produção semelhante das cultivares sem levar-se em consideração as situações de ambientes favoráveis ou desfavoráveis aos seus desempenhos. Esses autores avaliaram a adaptação dos germoplasmas, considerando os seus coeficientes de regressão e as suas produtividades médias em todos os ambientes em que foram experimentados, deduzindo interpretações genéricas da estabilidade para uma população qualquer de plantas cultivadas. Assim, coeficientes da regressão significativamente próximos de  $b = 1$  indicam estabilidade média; se associados a rendimentos médios elevados ou baixos, constituem, respectivamente, indicativos de adaptabilidade genérica e precária a todos os ambientes. Valores de  $b$  significativamente maiores ou menores do que 1 eviden-

ciam, respectivamente, germoplasmas possuidores de crescente sensibilidade (adaptados a ambientes favoráveis) e de grande resistência a mudanças de ambiente (adaptados a ambientes fracos). Para esses autores, a estabilidade fenotípica caracteriza-se pelo maior potencial de produção em todos os ambientes associados a coeficientes da regressão iguais ou próximos de 0 (zero).

A adoção de um terceiro parâmetro caracterizador da estabilidade fenotípica, associado aos dois previstos no método de FINLAY e WILKINSON (1963), ou seja, o desvio do rendimento individual das cultivares em relação à linearidade da regressão, foi sugerida por EBERHART e RUSSEL (1966). De acordo com esses autores, uma cultivar estável seria aquela com produção significativamente superior à média de todas as demais experimentadas, e cujos coeficientes da regressão e desvios da regressão não diferissem estatisticamente de  $b = 1$  e 0 (zero), respectivamente.

Mais tarde, BREESE (1969) e PARODA e HAYES (1971) enfatizaram que a regressão linear seria simplesmente vista como uma medida da resposta de um genótipo em particular, enquanto que os desvios da regressão linear, tão pequenos quanto possível, seriam considerados como uma medida da estabilidade.

Posteriormente, BAINS e GUPTA (1972) inferiram que os três parâmetros (média, coeficiente e desvio da regressão linear) parecem ter igual importância e que, dependendo do material em estudo, ambos os conceitos de estabilidade, dados por FINLAY e WILKINSON (1963) e por EBERHART e RUSSEL (1966), precisam ser usados.

Resumindo, pode-se dizer que o coeficiente e o desvio da regressão linear informam a respeito da adaptação do genótipo frente a uma gama de ambientes e da variação que o mesmo pode apresentar em torno da linearidade. Um genótipo é estável, com qualquer valor de  $b$ , desde que os desvios da linearidade não sejam significativos. Os dois

parâmetros não terão razão de ser na avaliação dessa característica, caso não se considere o rendimento médio.

O estudo da estabilidade fenotípica, pelo método da regressão, foi usado por muitos autores, ora enfocando a influência exercida pelas estruturas genéticas de populações de diferentes espécies de plantas (ALLARD, 1961; BUCIO ALANIS, 1966; BUCIO ALANIS e HILL, 1966; BUCIO ALANIS et alii, 1969; PERKINS e JINKS, 1968; JOWETT, 1972; MONTEIRO, 1975, entre outros), ora buscando estatísticas complementares à análise proposta por EBERHART e RUSSEL (1966) que permitissem ampliar as conclusões finais dos trabalhos propostos (HANSON, 1970; TAI, 1971; CARBALLO e SANCHEZ, 1970; FRANCIS e KANNENBERG, 1978; BONATO, 1978, entre outros).

JOWETT (1972), EASTON e CLEMENS (1973) e OLIVEIRA (1976) são alguns dos autores que realizaram estudos comparativos da eficiência dos diferentes métodos de avaliação da estabilidade fenotípica das plantas.

OLIVEIRA (1976) compara entre si o método tradicional (medição pela estimativa do quadrado médio de ambientes dentro de cada cultivar) com o de PLAISTED e PETERSON (1959), que adota como parâmetros de estabilidade os componentes da variância da interação cultivares x ambientes; com o de WRICKE (1965), que avalia a estabilidade pela contribuição de cada cultivar na interação cultivar x ambientes; com o de FINLAY e WILKINSON (1963), que se baseia no ajustamento da regressão linear da produção individual das cultivares em relação à média de todas as cultivares ensaiadas em cada ambiente; com o de EBERHART e RUSSEL (1966), que leva em consideração um terceiro parâmetro de avaliação de estabilidade, que é o desvio da regressão, e com o de TAI (1971), que difere do anterior apenas pela maneira de estimar o parâmetro da regressão.

Este autor encontrou diferenças significativas entre os resultados obtidos pelos métodos de PLAISTED e PETERSON (1959) e de WRICKE (1965), bem como entre os de FINLAY e WILKINSON (1963) e o de WRICKE (1965). As demais

comparações de métodos não diferiram significativamente. Ele considerou, finalmente, os métodos de FINLAY e WILKINSON (1963) e de EBERHART e RUSSEL (1966) mais informativos que os demais.

## 4. METODOLOGIA

### 4.1 Material

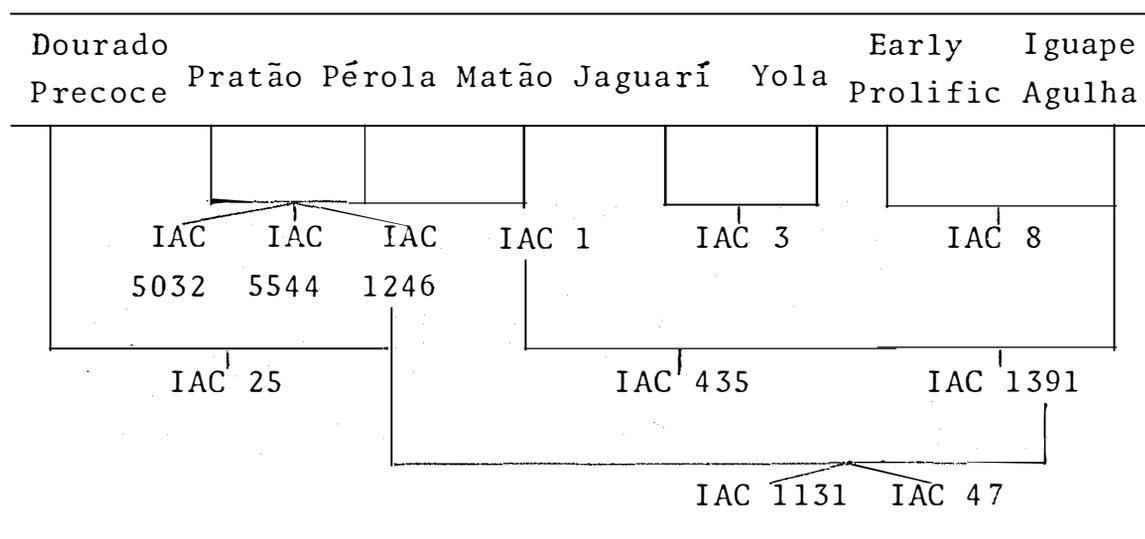
Utilizaram-se três séries de ensaios de cultivares de arroz de sequeiro, que são parte do programa de melhoramento da Seção de Arroz e Cereais de Inverno do Instituto Agronômico da Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo. Os ensaios destas séries, doravante numerados de 30 a 50, foram realizados nos anos agrícolas de 1974/75, 1975/76 e 1976/77, nas Estações Experimentais Central de Campinas e Mococa (com sedes na região da Diretoria Regional Agrícola - DIRA - de Campinas), Tietê, Tatuí e Capão Bonito (DIRA de Sorocaba), Jaú (DIRA de Bauru), Ribeirão Preto e Guaíra (DIRA de Ribeirão Preto) e Pindorama (DIRA de São José do Rio Preto). A figura 3, página 76, e as tabelas 3 e 4, páginas 70 e 71, ilustram a localização, as características gerais e outras informações destes ensaios.

A semeadura dos experimentos foi feita em filete contínuo, utilizando-se 60 sementes por metro linear e espaçamento de 0,60m entre fileiras. As 3 linhas centrais, com 5m de comprimento, formavam a área útil de cada parcela experimental.

Das oito cultivares utilizadas, as denominadas Batatais e Pratão Precoce resultaram dos trabalhos de seleção no germoplasma local, realizado pelo Instituto Agronômico. As demais, cujos nomes são formados pela sigla IAC seguida de algarismos, são oriundas dos trabalhos de melho-

ramento genético, no mesmo tipo de arroz, conduzidos pelo ' mesmo Instituto e obtidas por hibridação artificial (tabela 5, nesta página).

Tabela 5. Genealogia de algumas cultivares de arroz de sequeiro melhoradas no Instituto Agronômico do Estado de São Paulo



Fonte: Seção de Arroz e Cereais de Inverno do IAC (1977).

A avaliação do rendimento de grãos, em gramas por 9 m<sup>2</sup> de área útil de parcela, foi feita em experimentos delineados em Quadrado Latino, todos de dimensão 8 x 8.

As análises estatísticas foram realizadas no computador IBM 1130 do Núcleo de Processamento de Dados (NPD) do Instituto de Física e Matemática (IFM) da Universidade ' Federal de Pelotas (UFPel), Rio Grande do Sul.

## 4.2 Métodos

### 4.2.1 Análise da variância

A análise individual dos experimentos seguiu

o esquema da decomposição de graus de liberdade, mostrado na tabela 6, desta página.

Dessas análises, utilizaram-se os quadrados médios e os graus de liberdade do resíduo necessários aos cálculos das análises conjuntas dos locais tomados (2 a 2), (3 a 3), ..., (L a L) dentro de cada ano, realizadas com o objetivo de se estimar as componentes da interação cultivares x locais ( $\hat{\sigma}_{1L}^2$ ). Essas estimativas serviram para identificar os agrupamentos de locais com respostas semelhantes à interação cultivares x locais, constatar a existência e quantificar a magnitude desse mesmo tipo de interação, quando se consideraram todos os locais em cada ano.

Tabela 6. Esquema de decomposição de graus de liberdade do delineamento Quadrado Latino.

Causas da Variação	G.L.
Linhas	(n-1)
Colunas	(n-1)
Tratamentos	(n-1)
Resíduo	(n-1)(n-2)
Total	(n <sup>2</sup> -1)

n representa o número de tratamentos, linhas e colunas

O esquema de análise conjunta, de acordo com COCHRAN e COX (1957), ilustrado na tabela 7, página 21, mostra a decomposição dos graus de liberdade e a esperança matemática dos quadrados médios, quando os efeitos de tratamentos e de locais (experimentos) são considerados aleatórios.

Os quadrados médios foram obtidos de maneira

usual, com exceção do quadrado médio do resíduo que se obteve pela média aritmética dos quadrados médios das análises' individuais, uma vez que todos os experimentos tinham o mesmo número de repetições.

Tabela 7. Esquema de análise conjunta da variância incluindo os valores esperados dos quadrados médios.

Causas de Variação	G.L.	QM	E (QM)	F
Locais (L)	(L-1)	$Q_L$	$\sigma_e^2 + r.I.\sigma_L^2$	$Q_L/Q_{IL}$
Tratamentos (I)	(I-1)	$Q_I$	$\sigma_e^2 + r.\sigma_{IL}^2 + rL.\sigma_I^2$	$Q_I/Q_{IL}$
Interação L x I	(L-1)(I-1)	$Q_{IL}$	$\sigma_e^2 + r.\sigma_{IL}^2$	$Q_{IL}/Q_R$
Resíduo Médio	L x NG	$Q_R$	$\sigma_e^2$	

NG representa o número de graus de liberdade do resíduo das análises individuais.

Os números de graus de liberdade da interação cultivares x locais e do resíduo médio, daquelas análises ' conjuntas calculadas com variâncias residuais, cujas grandezas diferiram entre si mais de quatro vezes, foram ajustados pelo Método de COCHRAN, apresentado por PIMENTEL GOMES (1973).

#### 4.2.2 Identificação de sub-região homogênea

Isoladas as estimativas das componentes da interação cultivares x locais, das análises conjuntas dos locais tomados (2 a 2), (3 a 3), ..., (L a L) em cada um dos três anos, verificaram-se os seus ajustamentos à distribuição normal, utilizando-se o teste  $\chi^2$  apresentado por SNEDECOR e COCHRAN (1967). Posteriormente, calculou-se o erro padrão e o intervalo de confiança, correspondente a cada uma daquelas estimativas, usando-se, no primeiro cálculo, a ex-

pressão desenvolvida por KENDALL e STUART (1961) e empregada por VELLO e VENCovsky (1978) na avaliação de erros associados às estimativas de parâmetros genéticos e, no segundo, a expressão usual, respectivamente:

$$s(\hat{\sigma}_{IL}^2) = \frac{1}{k} \sqrt{2 \left[ \frac{Q_{IL}^2}{gl_{IL} + 2} + \frac{Q_R^2}{gl_R + 2} \right]} \quad e$$

$$\hat{\sigma}_{IL}^2 - t_{\alpha} s(\hat{\sigma}_{IL}^2) \leq \sigma_{IL}^2 \leq \hat{\sigma}_{IL}^2 + t_{\alpha} s(\hat{\sigma}_{IL}^2),$$

onde  $k$  representa o número de repetições dos experimentos, 2 é uma constante inerente à fórmula,  $Q_{IL}$  e  $gl_{IL}$ , o quadrado médio e o grau de liberdade da interação cultivares x locais,  $Q_R$  e  $gl_R$ , o quadrado médio e o grau de liberdade do resíduo, na primeira expressão; e  $t_{\alpha}$ , o valor de  $t$  extraído da tabela da distribuição de Student ao nível  $\alpha = 1\%$ , com o número de graus de liberdade do resíduo médio, na segunda expressão.

A estimativa por intervalo, assim calculada, permitirá identificar, dentre as combinações mencionadas, aquelas cujas análises da variância apresentam estimativas da componente da interação cultivares x locais ( $\hat{\sigma}_{IL}^2$ ) de grandezas menores.

Em função deste estudo, formaram-se agrupamentos de combinações, independentemente de ano, que foram contrastados entre si pela análise da variância apropriada, cuja decomposição de graus de liberdade se encontra na tabela 8, página 23. Tal análise permitiu avaliar e comparar entre si as magnitudes da componente da interação cultivares por locais de toda a região estudada e de cada sub-região identificada.

As estimativas das componentes da interação cultivares x locais ( $\hat{\sigma}_{IL}^2$ ) e cultivares x locais dentro de

grupos ( $\hat{\sigma}_{IL/G_g}^2$ ), estatísticas indicadoras da validade da sub-regionalização em termos de interação GA, foram obtidas subtraindo-se o quadrado médio do erro experimental ( $Q_R$ ) dos quadrados médios das interações ( $Q_{IL}$  e  $Q_{IL/G_g}$ , respectivamente) e dividindo-se o resultado pelo número de repetições ( $r$ ), ou seja:

$$\hat{\sigma}_{IL}^2 = (Q_{IL} - Q_R)/r, \quad e$$

$$\hat{\sigma}_{IL/G_g}^2 = (Q_{IL/G_g} - Q_R)/r$$

Tabela 8. Decomposição dos graus de liberdade do modelo da análise conjunta com desdobramento de grupos (G) e da interação cultivares por locais (IL).

Causas da Variação	G.L.
Tratamentos (I)	I-1
Locais (L)	L-1
Grupos (G)	G-1
L/G <sub>1</sub>	L <sub>1</sub> -1
L/G <sub>2</sub>	L <sub>2</sub> -1
⋮	⋮
L/G <sub>G</sub>	L <sub>G</sub> -1
Interação I x L	(I-1)(L-1)
Interação I x G	(I-1)(G-1)
Interação (I x L)/G <sub>1</sub>	(I-1)(L <sub>1</sub> -1)
Interação (I x L)/G <sub>2</sub>	(I-1)(L <sub>2</sub> -1)
⋮	⋮
Interação (I x L)/G <sub>G</sub>	(I-1)(L <sub>G</sub> -1)
Resíduo Médio	L x NG

### 4.2.3 Correlação média entre tratamentos

Com o objetivo de se caracterizar a sub-regionalização proposta, estimaram-se os coeficientes médios de correlação entre tratamentos das sub-regiões (dentro) e da região considerada como um todo (entre sub-regiões). Por hipótese, o coeficiente médio de correlação dentro de uma sub-região é de grandeza maior do que aquele entre sub-regiões.

Para tanto, calcularam-se, inicialmente, e de modo usual, os coeficientes de correlação entre os locais tomados 2 a 2, independentemente de ano, utilizando-se a expressão usual com simbologia adequada para o par de locais  $l$  e  $l'$ , ou seja:

$$r_{\ell\ell'} = \frac{\sum X_{i\ell} \cdot X_{i\ell'} - \frac{1}{n} \cdot (\sum X_{i\ell}) \cdot (\sum X_{i\ell'})}{\sqrt{\left\{ \sum X_{i\ell}^2 - \frac{1}{n} \cdot (\sum X_{i\ell})^2 \right\} \left\{ \sum X_{i\ell'}^2 - \frac{1}{n} \cdot (\sum X_{i\ell'})^2 \right\}}}$$

Posteriormente, com os  $r_{\ell\ell'}$  obtidos, calcularam-se os coeficientes médios de correlação, utilizando-se a tabela de transformação de  $r$  para  $z$ , sugerida por MILNE-THOMSON e COMRIE, apresentada por STEEL e TORRIE (1960), uma vez que a correlação não obedece à distribuição normal.

### 4.2.4 Participação relativa das estimativas das componentes $\hat{\sigma}_L^2$ , $\hat{\sigma}_I^2$ , $\hat{\sigma}_{IL}^2$ e $\hat{\sigma}_R^2$ na variação total

Isolando-se as componentes de variâncias do esquema de análise conjunta, apresentado na tabela 7, página 21, pode-se, com o propósito de verificar as suas importâncias relativas, determinar a relação existente entre elas e a variação total. Desta maneira, estimaram-se as componentes  $\hat{\sigma}_L^2$ ,  $\hat{\sigma}_I^2$ ,  $\hat{\sigma}_{IL}^2$  e  $\hat{\sigma}_R^2$  e determinaram-se as suas participações relativas na variação total em cada uma das três

séries de ensaios, por intermédio da expressão usada por RO SITO (1974), a saber:

$$X(\%) = (X/\hat{\sigma}_{\text{total}}^2) \times 100, \text{ onde}$$

$$\hat{\sigma}_{\text{total}}^2 = \hat{\sigma}_L^2 + \hat{\sigma}_I^2 + \hat{\sigma}_{IL}^2 + \hat{\sigma}_R^2/r \quad \text{e}$$

X representa a componente cujo percentual se quer calcular.

A consideração da estimativa da variância residual dividida pelo número de repetições ( $\hat{\sigma}_R^2/r$ ) em lugar da estimativa da variância residual, tal como foi calculada nas análises conjuntas com totais, deve-se ao fato de serem as médias de produção das cultivares, e não os totais, o termo de comparação usado pelo melhorista na avaliação de germoplasmas.

#### 4.2.5 Estabilidade fenotípica da produção de grãos

Para cada sub-região e para a região tomada como um todo, procedeu-se à estimação da estabilidade fenotípica da produção de grãos das oito cultivares. Utilizou-se, além da média geral de cada uma delas, o coeficiente da regressão dessa média em relação à produção média de todas as cultivares, em cada ambiente, e os seus respectivos desvios, ambos calculados a partir do modelo proposto por EBERHART e RUSSEL (1966). Posteriormente, com o mesmo critério, e de acordo com a decomposição de graus de liberdade, proposta por estes autores (tabela 9, página 26), realizaram-se análises conjuntas da variância da produção de grãos dessas cultivares, nas condições ecológicas caracterizadas.

A inexistência de diferença estatística entre as médias de rendimento de grãos das cultivares ( $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_I$ ) e entre a regressão dessas médias em relação aos índices de ambiente ( $H_0: b_1 = b_2 = \dots = b_I$ ) foi verificada pelos correspondentes testes F, ou sejam,  $F = QM_I/QM_D$  e  $F = QM_{IxL \text{ linear}}/QM_D$ .

Tabela 9. Esquema de decomposição dos graus de liberdade do modelo de análise conjunta da variância, proposto por EBERHART e RUSSEL (1966)

Causas da Variação	G.L.	Q.M.
Cultivares (I)	I-1	QM <sub>I</sub>
Ambientes (L)	L-1	QM <sub>L</sub>
Interação I x L	(I-1)(L-1)	QM <sub>IxL</sub>
Ambientes dentro de cultivares L/(IxL)	I(L-1)	
Ambientes <i>linear</i>	1	
Interação IxL <i>linear</i>	I-1	QM <sub>IxL linear</sub>
Desvios da regressão combinados	I(L-2)	QM <sub>D</sub>
Cultivar 1	L-2	
Cultivar 2	L-2	
⋮	⋮	
Cultivar I	L-2	
Erro Médio	L(r-1)(I-1)	QM <sub>R</sub>

O teste  $t = (b_i - 1) / s(b_i)$  a 5%, avaliará a hipótese de que os coeficientes da regressão não diferem de 1.

A significância dos desvios da regressão para cada cultivar foi avaliada pelo teste F apropriado, ou seja,  $F = \frac{|\sum_{\ell} s_{i\ell}^2 / (L-2)|}{QM_R}$ .

Na interpretação dos resultados obtidos foram adotados os critérios propostos por EBERHART e RUSSEL (1966) e a sugestão de CARBALLO e SANCHEZ (1970), de considerar "inconsistente" ou "consistente" a cultivar que mostrasse ou não flutuação em torno da sua curva de regressão sobre os índices de ambientes.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Interação cultivares x locais

O estudo da interação cultivares x locais da região de cultivo do arroz de sequeiro do Estado de São Paulo, compreendida pelas Divisões Regionais Agrícolas (DIRAs) de Campinas, Sorocaba, Baurú, Ribeirão Preto e de São José do Rio Preto, a sub-regionalização dessa região e a avaliação da adaptação da produção de grãos de oito cultivares desse tipo de arroz recomendadas para esse Estado, nas sub-regiões a serem sugeridas, são os objetivos deste trabalho que, de maneira indireta, pretende contribuir para o melhoramento genético desse cereal.

Embora reduzido o número de locais de experimentação, pode-se afirmar que eles estão distribuídos em aproximadamente uma terça parte da região de arroz de sequeiro do estado paulista, compreendida entre os paralelos 20° e 24° LS, e sujeita a variadas condições ecológicas. As variações das médias de produção de grãos das cultivares em cada local ( $\bar{Y}_{.l}$ ), tabela 4, página 71, dos coeficientes de variação (CV%) e dos quadrados médios residuais das análises individuais da variância dessa variável ( $QM_R$ ) (tabela 10, página 28) são, entre outras, as indicadoras da diversidade ecológica da região estudada.

Tabela 10. Quadrados médios residuais ( $QM_R$ ) e coeficientes de variação (CV%) das análises individuais da variância da produção de grãos dos experimentos de competição de cultivares de arroz de sequeiro, realizados no Estado de São Paulo, no período de 1974/75 a 1976/77.

Anos Agrícolas	1974/75		1975/76		1976/77	
	$QM_R$	C.V.	$QM_R$	C.V.	$QM_R$	C.V.
Exper./Locais						
30	346325,51	16,53				
31	268355,13	27,37				
32	273963,17	22,85				
33	169297,93	28,60				
34	27924,02	16,78				
35	92426,50	28,26				
36	538883,54	30,16				
37			436207,16	24,81		
38			49332,41	16,67		
39			257953,07	30,63		
40			85489,95	11,22		
41			113857,68	25,41		
42			225467,66	20,76		
43			271965,54	19,97		
44			83772,06	25,02		
45					119499,32	17,58
46					42954,94	23,56
47					302100,99	15,36
48					55694,40	4,88
49					36639,21	19,68
50					59901,97	24,78

À luz dos resultados obtidos nessas análises, observa-se que, no ano agrícola de 1974/75, os experimentos de números 31, 32, 33, 35 e 36 apresentam coeficientes de variação superiores a 20%, fato indicador da pouca precisão das observações correspondentes. Essa situação repetiu-se nos ensaios de números 37, 39, 41, 42 e 44, e 46 e 50 nos anos agrícolas de 1975/76 e 1976/77, respectivamente.

Fatores como época de semeadura, ciclo das cultivares, origem dos germoplasmas e deficiência hídrica nos meses de janeiro de 1975 e de 1976 e de fevereiro de 1977, associados às características ecológicas específicas de cada local, provavelmente influenciaram na variação acentuada da produção de grãos de algumas delas e na variação residual de boa parte dos ensaios em que participaram.

Nota-se que 67% dos 21 experimentos foram semeados entre fins de outubro e início de novembro nos três anos agrícolas estudados; 5 das 8 cultivares utilizadas são de ciclo médio, necessitando de 60 a 70 dias pós-semeadura para iniciarem a formação do primórdio floral, e todas são provenientes de melhoramento por hibridação artificial com seleção de linhas puras. Corroboram, ainda, o déficit médio de chuva nos meses de janeiro de 1975 e de 1976 e fevereiro de 1977 que foi de, respectivamente, 481, 227 e 1122 mm, considerando-se a soma algébrica dos desvios em relação à normal mensal de precipitação dividida pelo número de locais em que se fez a observação. Em janeiro de 1977, houve um excesso de precipitação de chuva, que, avaliado da mesma maneira que os déficits, alcançou 474 mm.

Constata-se, portanto, que a maioria das cultivares utilizadas em todos os anos agrícolas estudados, iniciou a fase reprodutiva de suas populações de plantas sob condições de estiagem em termos de região. Entretanto, deve-se considerar, também, que a ecologia específica de cada local experimentado, formada pelos fatores mencionados e por outros não mensurados neste trabalho, deve ter contri-

buido para que as mesmas pudessem manifestar os seus diferentes potenciais produtivos nessas ocasiões.

Os valores das estimativas das componentes da interação cultivares x locais com os respectivos erros padrões e intervalos de confiança, calculados a partir das análises conjuntas dos locais tomados (2 a 2), (3 a 3), ..., (L a L) de cada uma das três séries de ensaios, encontram-se nas tabelas 11, 12 e 13, páginas 77, 83 e 95.

A tabela 14, página 31, destaca, por sua vez, os quadrados médios e o teste F das análises conjuntas da variável produção de grãos de todos os locais de cada série tomados de uma só vez. Ali, também se observa que os efeitos interação cultivares x locais e locais foram altamente significativos, indicando ter havido resposta diferencial e consistente de uma e/ou de outra causa da variação que compõe esse tipo de interação nos três anos agrícolas estudados. O efeito tratamento foi significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente nas análises das séries de ensaios de 1975/76 e 1976/77 e, não significativo na de 1974/75.

Na interpretação dos resultados de uma análise da variância, quando a interação de primeira ordem é uma das causas da variação, duas situações podem ocorrer: a) não significância, indicando que cada um dos fatores da variação, cultivares ou locais, neste caso, age como se o outro não existisse; e b) significância, possibilitando a verificação do comportamento de um fator na ausência e na presença do outro. Como decorrência, tornam-se necessários, quando o estudo exige informação específica de um e/ou de outro fator, os seguintes desdobramentos:

$L^S$	$L^S$	$L^S$
$I^S$	$I^{ns}$	$I^S$
$(L \times I)^S$	$(L \times I)^S$	$(L \times I)^S$
L/I e I/L	I/L	L/I
(1)	(2)	(3)

Tabela 14. Valores dos quadrados médios e do teste F das análises conjuntas das três séries de ensaios de competição de cultivares de arroz de sequeiro, realizadas no Estado de São Paulo, nos anos agrícolas de 1974/75, 1975/76 e 1976/77.

Ano Agrícola	Causas da Variação	G.L.	Q.M.	F
1974/75	Experimentos (L)	6	52609762,89	10,82**
	Tratamentos (I)	7	2377137,57	0,49
	Interação I x L	42 (31)	4861745,24	19,82**
	Resíduo médio (R)	343 (243)	245310,83	
1975/76	Experimentos (L)	7	27160974,02	15,25**
	Tratamentos (I)	7	5617756,58	3,15*
	Interação I x L	49 (36)	1781408,52	9,35**
	Resíduo médio (R)	392 (277)	190505,69	
1976/77	Experimentos (L)	5	174078459,09	72,59**
	Tratamentos (I)	7	13169069,44	5,49**
	Interação I x L	35 (21)	2398067,77	23,33**
	Resíduo médio (R)	294 (162)	102798,47	

\*\* e \* indicam, respectivamente, significância nos níveis de 1 e 5% de probabilidade. Os algarismos entre parênteses representam os números de graus de liberdade ajustados.

- (1) se L e I são significativos, avalia-se o comportamento de L dentro de I e de I dentro de L;
- (2) se L for significativo e I não for, verifica-se o comportamento de I dentro de L;
- (3) se L for não significativo e I significativo, analisa-se o comportamento de L dentro de I.

Embora as análises conjuntas das três séries comportem os desdobramentos (1) e (2) mencionados, neste trabalho eles não serão verificados porque se procura, apenas, constatar a existência da interação cultivares por lo-

cais com significância, pois dessa condição depende a realização dos demais estudos propostos.

A tabela 15, página 33, mostra os valores das estimativas das componentes da variação e suas respectivas participações relativas na variação total (PPVT %) das análises conjuntas da variância das três séries de ensaios.

Os valores dessas estimativas apresentam-se, de uma maneira geral, heterogêneos. Nota-se que a participação relativa da componente  $\hat{\sigma}_L^2$  na variação total foi a mais expressiva nos três anos agrícolas. Segue-se a participação da componente  $\hat{\sigma}_I^2$  nos anos agrícolas de 1975/76 e de 1976/77 e, por último, a participação da componente  $\hat{\sigma}_{IL}^2$  destacando-se apenas no ano agrícola de 1974/75.

A nível de componentes de variância, torna-se mais fácil distinguir os efeitos mais influenciados pelos fatores época de semeadura, ciclo das cultivares, deficiência hídrica e condições ecológicas específicas de cada local, apontados como possíveis ocasionadores da acentuada variação dos coeficientes de variação e das variâncias residuais. Assim é que se destaca, sobremaneira, nas três séries de ensaios, o efeito de experimentos, sobrepondo-se aos de tratamentos e aos da interação cultivares x locais, embora estes tenham também alcançado valores relativamente elevados nas análises das séries de 1975/76 e de 1976/77 e na de 1974/75. A influência dos fatores mencionados sobre o efeito devido a tratamentos se fez notar com mais ênfase nas séries de 1975/76 e de 1976/77.

O efeito devido a locais influenciou de tal modo a interação tratamentos x locais que esta causa da variação, embora possuindo componentes de grandeza relativamente pequena em dois dos três anos de ensaio, foi altamente significativa nas respectivas análises conjuntas da variância da produção de grãos.

A variação das magnitudes das estimativas das componentes da variância, ilustradas na tabela 15, página 33,

Tabela 15. Valores das estimativas das componentes da variância devida a locais ( $\hat{\sigma}_L^2$ ), tratamentos ( $\hat{\sigma}_I^2$ ), interação cultivares x locais ( $\hat{\sigma}_{IL}^2$ ), resíduo médio ( $\hat{\sigma}_e^2$ ), variância residual dividida pelo número de repetições ( $\hat{\sigma}_{e/r}^2$ ) e respectivas participações percentuais na variação total (PPVT %) das análises conjuntas da variância da produção de grãos dos ensaios de competição de cultivares de arroz de sequeiro das séries de 1974/75, de 1975/76 e de 1976/77.

Ano Agrícola	Componentes	Valores		PPVT %	
1974/75	$\hat{\sigma}_L^2$	4476376,66	4476376,66	89,74	93,78
	$\hat{\sigma}_I^2$	-310578,96	-310578,96	-6,23	-6,51
	$\hat{\sigma}_{IL}^2$	577054,30	577054,30	11,57	12,09
	$\hat{\sigma}_e^2$	245310,81	—	4,92	—
	$\hat{\sigma}_{e/r}^2$	—	30663,85	—	0,64
	Variação total	4988162,81	4773515,85	100,00	100,00
1975/76	$\hat{\sigma}_L^2$	2775889,99	2775889,99	77,43	81,20
	$\hat{\sigma}_I^2$	419600,57	419600,57	11,70	12,28
	$\hat{\sigma}_{IL}^2$	198862,83	198862,83	5,55	5,82
	$\hat{\sigma}_e^2$	190505,69	—	5,32	—
	$\hat{\sigma}_{e/r}^2$	—	23813,21	—	0,70
	Variação total	3584859,08	3418166,60	100,00	100,00

Tabela 15 (continuação).

Ano Agrícola	Componentes	Valores		PPVT %	
1976/77	$\hat{\sigma}_L^2$	13412530,62	13412530,62	87,24	87,75
	$\hat{\sigma}_I^2$	1570771,08	1570771,08	10,22	10,28
	$\hat{\sigma}_{IL}^2$	286908,67	286908,67	1,87	1,89
	$\hat{\sigma}_e^2$	102798,47	—	0,67	—
	$\hat{\sigma}_{e/r}^2$	—	12848,68	—	0,08
	Variação total	15373008,84	15283059,05	100,00	100,00

ã semelhança da que ocorreu com as estatísticas da tabela 10, página 28, evidencia a existência de uma grande variação das condições de ambiente da região estudada e corrobora na caracterização da necessidade de regionalizá-la.

Em estudo semelhante, mas em condições completamente diferentes, ROSITO (1974) verificou a contribuição preponderante da componente devida à interação cultivares x locais sobre as demais causas da variação, em três de quatro séries de ensaios estudadas, com cultivares tardias e precoces de trigo, no Estado do Rio Grande do Sul. Aquele autor observou que as cultivares tardias, de uma maneira geral, apresentaram valores, daquela componente, de grandezas menores do que as precoces.

## 5.2 Sub-regionalização e correlação média da produção de grãos entre e dentro de sub-regiões

O método de regionalização de cultivares utilizado neste estudo, embora influenciado em linhas gerais pela idéia orientadora dos correlatos da literatura, espe -

cialmente os de HORNER e FREY (1957), de McCAIN e SHULTZ Jr. (1959), de LIANG et alii (1966) e de ROSITO (1974), entre outros, difere deles quanto à abordagem.

Os trabalhos realizados por esses autores mostram que dispunham de dados mais variados (maior número de anos, de locais, de caracteres e de produtos estudados), interpretando-os ora sob a hipótese de que a interação cultivares por locais é menor em áreas adjacentes do que em áreas longínquas, ora como resultado da análise da variância de "agrupamentos lógicos". Ou ainda, pelo comportamento quantitativo do quadrado médio do mesmo tipo de interação, obtido na análise da variância de agrupamentos de locais. McCAIN e SCHULTZ Jr. (1959) e ROSITO (1974), usando metodologia semelhante, trataram de confirmar sub-regionalizações empíricas existentes.

O presente estudo sub-regionalizou a parte da região de arroz de sequeiro do Estado de São Paulo, compreendida pelas regiões fisiográficas da Depressão e de parte do Planalto Atlântico Ocidental, analisando, ano a ano, todas as combinações possíveis dos experimentos realizados nessas regiões, nos anos agrícolas de 1974/75, de 1975/76 e de 1976/77, e isolando, anualmente, a combinação de maior número de locais cuja componente da interação cultivares por locais apresentasse a menor grandeza.

Os resultados do teste de  $\chi^2$ , utilizado na verificação do ajuste à normalidade das estimativas da variância da interação cultivares por locais, referentes às análises de todas as combinações de locais, para cada ano, encontram-se na tabela 16, página 36. A normalidade para essas estimativas é condição fundamental para o cálculo dos erros associados às mesmas, ou seja,  $s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$ .

Verifica-se que, à exceção das combinações (5 a 5), no ano agrícola de 1975/76 e das (6 a 6) do mesmo ano, as demais satisfazem à condição, pois, ao nível de 5% de probabilidade, os valores dos  $\chi^2$  calculados são inferiores aos teóricos.

Tabela 16. Valores dos  $\chi^2$  calculados e teóricos, ao nível de 5% de probabilidade, dos testes de normalidade para as estimativas das componentes da variância da interação IL, calculados a partir das análises conjuntas da variância da produção de grãos dos locais tomados (2 a 2), (3 a 3), ..., (L a L), das séries de ensaios de cultivares de arroz de sequeiro, dos anos agrícolas de 1974/75, de 1975/76 e de 1976/77, no Estado de São Paulo.

Com- bina ções	1974/75		1975/76		1976/77	
	$\chi^2$		$\chi^2$		$\chi^2$	
	Calculado	Teórico	Calculado	Teórico	Calculado	Teórico
(2a2)	34,05	43,80	28,56	40,10	19,32	23,68
(3a3)	7,60	43,80	52,61	73,00	7,19	30,14
(4a4)	30,05	43,80	77,34	79,00	6,43	23,68
(5a5)	21,22	31,41	86,96	73,00	*	*
(6a6)	*	*	64,41	40,10	*	*

\*Combinações com número de classes inferior a oito, quantidade mínima exigida pela metodologia do teste.

O cálculo dos extremos  $(\hat{\sigma}_{IL}^2) + t_{\alpha}.s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$  e  $(\hat{\sigma}_{IL}^2) - t_{\alpha}.s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$  do intervalo de confiança das estimativas da componente da interação cultivares por locais em cada ano, para  $\alpha = 1\%$  de probabilidade, permitiu destacar aquelas que se encontram grifadas nas tabelas 11, 12 e 33, páginas 77, 83 e 95, pois elas têm intervalos de confiança de amplitude menor que as demais, tanto do mesmo grupo de combinações como dos outros. É de 99% a probabilidade fiducial de que os verdadeiros valores da componente mencionada estejam dentro dos intervalos determinados. É interessante frisar que as combinações isoladas são todas do tipo (4 a 4) e repetidas nos locais de Capão Bonito (ensaios 32,

39 e 49), de Tietê (ensaios 30, 41 e 47) e de Campinas (ensaios 34, 38 e 49) nos três anos; de Tatuí (ensaios 31 e 43), em dois anos, e Jaú (ensaio 45) em apenas um ano.

O fato de todas as estimativas sublinhadas pertencerem ao grupo de combinações do tipo (4 a 4) permite presumir que seja esta dimensão de agrupamento a mais apropriada, não só para que a análise da variância as expresse com valores de grandeza intermediária, mas também para com elas proceder-se à sub-regionalização. Observa-se, também, nas tabelas mencionadas no parágrafo anterior, a tendência das grandezas dessas estimativas serem inversamente proporcionais ao tamanho do agrupamento.

A tabela 17, página 38, traz o quadro da análise conjunta da variância dos locais arranjados, independentemente de ano, em dois grandes grupos denominados  $G_1$  e  $G_2$ . O primeiro grupo é formado pelos ensaios 30, 31, 32, 34, 38, 39, 41, 43, 46, 47 e 49, integrantes das combinações cujas estimativas da componente da variância cultivares x locais estão grifadas nas tabelas 11, 12 e 13, já mencionadas. O grupo  $G_2$  congrega os experimentos 33, 35, 36, 37, 40, 42, 44, 45, 48 e 50, compreendendo as localidades de Mococa, Pindorama, Ribeirão Preto e Guaíra, ou sejam, as localidades onde as combinações de ensaios apresentaram componentes da interação cultivares x locais de magnitudes comparativamente elevadas. Do agrupamento  $G_1$  excluiu-se o experimento de Jaú (ensaio 45), pelo fato de aparecer em apenas uma das três combinações grifadas. Nela verifica-se, de um lado, a pouca influência do efeito de grupos e da interação cultivares x grupos; do outro, a alta significância do efeito de locais e das interações cultivares x grupo 1 e cultivares x grupo 2. As cultivares comportaram-se como se não houvessem diferenças entre elas.

A interpretação dos resultados dessa análise permite identificar a sub-região formada pelo agrupamento  $G_1$ , integrado pelos locais de Capão Bonito, de Tatuí, de Tie

Tabela 17. Análise da variância da produção de grãos dos locais reunidos, independentemente de ano, nos grandes agrupamentos  $G_1$  (30, 31, 32, 34, 38, 39, 41, 43, 46, 47 e 49) e  $G_2$  (33, 35, 36, 37, 40, 42, 44, 45, 48 e 50).

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.
Cultivares (I)	7	23122124,015	3303160,575
Locais (L)	20	1393386153,500	69669307,625**
Grupos (G)	1	16493576,007	16493576,0070*
Locais dentro do grupo 1	10	617578744,500	61757874,4370**
Locais dentro do grupo 2	9	759313840,750	84368204,4370**
Interação cultivares x locais	140(90)	500442832,250	3574591,659**
Interação cultivares x grupos	7	2205636,001	315090,8570
Interação cultivares x grupo 1	70	57363928,031	819484,6860**
Interação cultivares x grupo 2	63	440873262,375	6997988,2910**
Resíduo médio	882(650)		183714,864
Média dos quadrados médios da interação cultivares x locais dentro de grupos..			3746144,29
Componente da variância da interação cultivares x locais dentro do grupo 1....			79471,23
Componente da variância da interação cultivares x locais dentro do grupo 2....			851784,18
Componente da variância da interação cultivares x locais.....			423859,60
Componente médio da variância da interação cultivares x locais dentro de grupos			445303,68
Componente da variância da interação cultivares x grupos.....			-39240,96

\* e \*\* indicam, respectivamente, significância nos níveis de 5 e 1% de probabilidade.

Os algarismos entre parênteses representam os números de graus de liberdade ajustados.

tê e de Campinas, área sombreada da figura 4, página 40, como a que apresenta o maior grau de homogeneidade em termos de interação GA. Realmente, o valor da estimativa da componente da interação IL/G<sub>1</sub>, que expressa a homogeneidade da sub-região compreendida por esses locais, é aproximadamente 10 e 5 vezes inferior à grandeza da mesma estimativa, respectivamente para G<sub>2</sub> e para G<sub>1</sub> + G<sub>2</sub>.

Em que pese a metodologia utilizada e a quantidade de dados disponíveis para este trabalho, o resultado obtido quanto à regionalização assemelha-se bastante aos de HORNER e FREY (1957), LIANG et alii (1966), SILVA e MAGNAVACA (1970) e MIRANDA FILHO (1974) no que se refere à redução da grandeza da interação GA, sempre que se subdividem áreas destinadas à experimentação genética na agricultura.

A importância da redução da interação GA na determinação dos parâmetros genéticos, alicerce da identificação de genótipos de alta capacidade foi evidenciada, também, por ROJAS e SPRAGUE (1952), JOHNSON et alii (1955), ROBINSON et alii (1959) e MATZINGER (1963), entre outros.

Os coeficientes médios de correlação da produção de grãos das cultivares estudadas, tanto dentro como entre as sub-regiões sugeridas anteriormente, são extremamente baixos ( $\bar{r}_{G_1} = 0,1$ ;  $\bar{r}_{G_2} = -0,01$  e  $\bar{r}_{G_1+G_2} = 0,08$ ), valores que, neste caso, revelam a inexpressividade dessas estatísticas. Mesmo assim, o coeficiente de correlação médio da sub-região homogênea ( $\bar{r}_{G_1} = 0,1$ ) é maior que aqueles calculados para a sub-região heterogênea ( $\bar{r}_{G_2} = -0,01$ ) e para a região tomada como um todo ( $\bar{r}_{G_1+G_2} = 0,08$ ).

Os baixos valores das correlações obtidos neste trabalho são semelhantes aos encontrados por ROSITO (1974) no estudo de correlação da produção de trigo entre e dentro de sub-regiões produtoras deste cereal no Estado do Rio Grande do Sul.

Dos 210 coeficientes de correlação aqui calculados, apenas 68 são estatisticamente significativos e 98

ESTADO DE SÃO PAULO

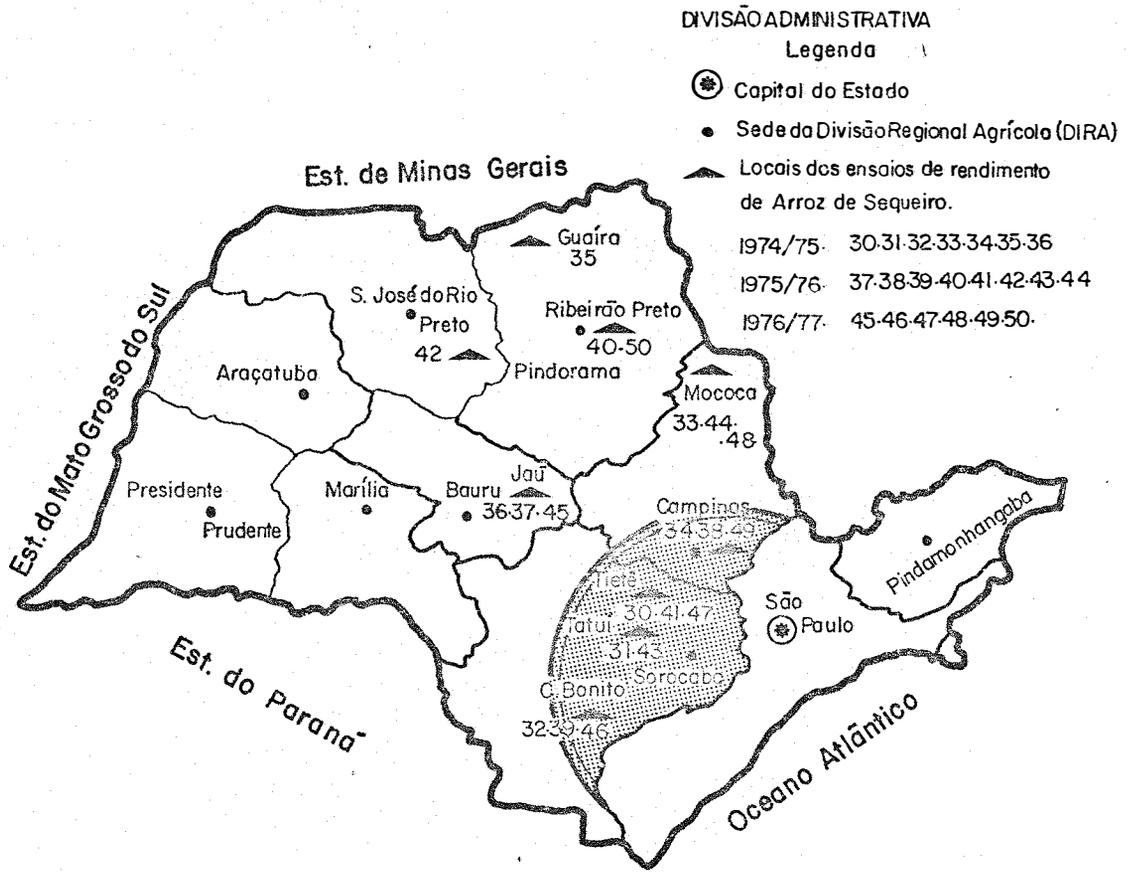


Figura 4. Sub-região homogênea sugerida para a cultura do arroz de sequeiro.

apresentam valores negativos, situação semelhante a dos trabalhos com trigo, realizados no Rio Grande do Sul por SCHLEHUBER et alii (1970) e MOREIRA et alii (1971) que concluem ser possível, mesmo assim, uma ou mais cultivares com manifesta adaptação consistente, pois, considerando as condições ecológicas diversas em que foram experimentadas, a correlação, ao dar apenas informação das relações gerais entre elas, não é estatística apropriada para destacar aquela ou aquelas de melhor desempenho.

### 5.3 Apreciação da estabilidade da produção de grãos

A tabela 18, página 42, traz os resultados das análises conjuntas da variância da produção de grãos, segundo o modelo sugerido por EBERHART e RUSSEL (1966), onde os testes F identificaram a significância dos efeitos de cultivares, de ambientes, de ambientes dentro de cultivares e de ambientes *linear* naquela correspondente à sub-região  $G_1$ ; e de ambientes, de interação cultivares x ambientes, de ambientes dentro de cultivares, de ambientes *linear* e de desvios da regressão combinados das cultivares naquela da sub-região  $G_2$  e da região tomada como um todo ( $G_1 + G_2$ ).

Estes resultados e os das tabelas 19 e 20, páginas 44 e 46, respectivamente, indicam: a) que há comportamento diferencial da produção de grãos das cultivares somente na sub-região  $G_1$ , de acordo com o teste de Duncan a 5% , embora aí elas apresentam níveis de produtividade inferiores aos da sub-região  $G_2$  e da região ( $G_1 + G_2$ ); b) a grande influência de ambientes dentro de cultivares; c) que a maior parte da variação de ambientes é explicada pela regressão linear, pois o valor do efeito de ambientes *linear* é 633, 1314 e 18047 vezes maior que o da interação cultivares x ambientes *linear*, respectivamente nas sub-regiões  $G_1$  e  $G_2$  e na região ( $G_1 + G_2$ ); d) e que todos os desvios da regressão linear das cultivares na sub-região  $G_2$  e metade dos

Tabela 18. Análise da variância da produção de grãos de oito cultivares de arroz de sequeiro, experimentadas em 11, 10 e 21 ambientes das sub-regiões  $G_1$ ,  $G_2$  e da região ( $G_1 + G_2$ ) do Estado de São Paulo, no período de 1974 a 1977. (Modelo de EBERHART e RUSSEL, 1966).

	Causas da Variação	G.L.	Q.M.
	Cultivares (I)	7	227766,11*
	Ambientes (L)	10	7719734,30**
	Interação I x L	70	102435,59
	Ambientes/cultivares L/(IxL)	80	1054597,90**
	Ambientes <i>linear</i>	1	77197335,81**
	Interação I x L <i>linear</i>	7	121950,15
	Desvios regressão combinados	72	87734,06
$G_1$	IAC 25	9	190718,08
	IAC 47	9	84057,54
	IAC 1246	9	55349,93
	IAC 1131	9	81642,12
	IAC 5544	9	72931,86
	Patrão Precoce	9	132364,26
	Batatais	9	39230,55
	IAC 5032	9	45578,18
	Erro médio	(375)539	181033,79
	Cultivares (I)	7	224515,29
	Ambientes (L)	9	10546025,55**
	Interação I x L	63	874748,54**
	Ambientes/cultivares L/(IxL)	72	20836581,66**
	Ambientes <i>linear</i>	1	94914221,16**
$G_2$	Interação I x L <i>linear</i>	7	72261,03
	Desvios regressão combinados	64	853177,27**
	IAC 25	8	1421254,91**
	IAC 47	8	609884,39**
	IAC 1246	8	428268,46*
	IAC 1131	8	578164,58**

Tabela 18 (continuação).

Causas da Variação		G.L.	Q.M.
	IAC 5544	8	503684,41**
	Pratão Precoce	8	1321856,81**
G <sub>2</sub>	Batatais	8	1524175,65**
	IAC 5032	8	438128,96*
	Erro médio	(283)490	186664,05
	Cultivares (I)	7	412861,50
	Ambientes (L)	20	8708591,06**
	Interação I x L	140	446832,25**
	Ambientes/cultivares L/(IxL)	160	1479544,23**
	Ambientes <i>linear</i>	1	174171788,50**
	Interação I x L <i>linear</i>	7	94289,50
G <sub>1</sub>	Desvios regressão combinados	152	407205,84**
+	IAC 25	19	693022,94**
G <sub>2</sub>	IAC 47	19	298067,61**
	IAC 1246	19	212674,07
	IAC 1131	19	283046,38
	IAC 5544	19	248041,76
	Pratão Precoce	19	620015,04**
	Batatais	19	693397,59**
	IAC 5032	19	209381,30
	Erro médio	(650)1029	183714,86

\* e \*\* indicam significância aos níveis de 5 e 1% respectivamente. Os algarismos entre parênteses representam os graus de liberdade corrigidos.

da região (G<sub>1</sub> + G<sub>2</sub>) são significativamente diferentes de 0 (zero).

A imprecisão do teste F para apurar a hipótese da não existência de diferenças entre cultivares para a sua regressão linear sobre os índices de ambiente, mencionada por EBERHART e RUSSEL (1966), foi constatada na análise

Tabela 19. Índices de ambiente e produtividade de oito cultivares de arroz de sequeiro experimentadas nas sub-regiões  $G_1$ ,  $G_2$  e na região tomada como um todo ( $G_1 + G_2$ ) no Estado de São Paulo, no período de 1974 a 1977.

	Local	Ano Agrícola	Índice de Ambiente	Produtividade de (kg/ha)
$G_1$	Capão Bonito	1976/77	-1038	639,72
	Campinas	1976/77	-946	707,20
	Campinas	1974/75	-922	724,24
	Tietê	1975/76	-590	965,91
	Campinas	1975/76	-586	968,94
	Capão Bonito	1975/76	-260	1205,81
	Tatuí	1974/75	-25	1376,64
	Capão Bonito	1974/75	373	1666,16
	Tatuí	1975/76	694	1899,74
	Tietê	1974/75	1641	2588,13
	Tietê	1976/77	1660	2602,02
$G_2$	Ribeirão Preto	1976/77	-1152	790,00
	Guaíra	1976/77	-1064	860,55
	Mococa	1975/76	-983	925,55
	Mococa	1974/75	-750	1102,08
	Jaú	1976/77	-174	1572,64
	Pindorama	1975/76	-147	1829,82
	Jaú	1974/75	296	1949,28
	Ribeirão Preto	1975/76	465	2084,03
	Jaú	1975/76	522	2129,86
	Mococa	1976/77	2692	3865,42
$G_1 + G_2$	Capão Bonito	1976/77	-1144	335,09
	Campinas	1976/77	-1051	370,44
	Ribeirão Preto	1976/77	-1036	376,19
	Campinas	1974/75	-1028	379,36
	Guaíra	1974/75	-948	409,79
	Mococa	1975/76	-867	440,74

Tabela 19 (continuação).

	Local	Ano Agrícola	Índice de Ambiente	Produtivida de (kg/ha)
	Tietê	1975/76	-696	505,95
	Campinas	1975/76	-691	507,54
	Mococa	1974/75	-634	529,56
	Capão Bonito	1975/76	-366	631,61
	Tatuí	1974/75	-131	721,10
	Jaú	1976/77	-58	748,88
$G_1$	Pindorama	1975/76	264	871,34
+	Capão Bonito	1974/75	267	872,75
$G_2$	Jaú	1974/75	413	928,11
	Ribeirão Preto	1975/76	581	992,39
	Tatuí	1975/76	588	995,04
	Jaú	1975/76	639	1014,22
	Tietê	1974/75	1535	1355,69
	Tietê	1976/77	1554	1362,96
	Mococa	1976/77	2808	1840,67

correspondente à sub-região  $G_1$ , onde esse teste não apurou tais diferenças. Entretanto, a aplicação do teste  $t$ , a 5% , evidenciou a significância desta estatística para a cultivar Batatais.

O teste F das mesmas análises não identificou porém, a significância dos efeitos da interação cultivares x locais na sub-região  $G_1$ , da interação cultivares x ambientes *linear* em ambas as sub-regiões e na região ( $G_1 + G_2$ ), dos desvios da regressão linear de todas as cultivares na sub-região  $G_1$  e de 50% delas na região ( $G_1 + G_2$ ). Esses resultados indicam a inexistência de comportamento diferencial da ação conjunta de cultivares x ambientes na sub-região  $G_1$  e de cultivares x ambientes *linear* nas sub-regiões  $G_1, G_2$  e na região tomada como um todo, embora pelo menos um dos efeitos que as compõe tenha sido significativo. Isso indica

Tabela 20. Produtividades, coeficientes e desvios da regressão linear de oito cultivares de arroz de sequeiro experimentadas nas sub-regiões  $G_1$ ,  $G_2$  e na região tomada como um todo ( $G_1 + G_2$ ) no Estado de São Paulo, no período de 1974 a 1977.

Cultivar	$G_1$			$G_2$			$(G_1 + G_2)$		
	Produtivi- dade (kg/ha)	b	$\sqrt{s_d^2}$	Produtivi- dade (kg/ha)	b	$\sqrt{s_d^2}$	Produtivi- dade (kg/ha)	b	$\sqrt{s_d^2}$
IAC 25	2214,962a	0,97	436,713	2344,722a	0,88	1192,164**	2276,752a	0,92	832,480**
IAC 47	1936,376b	0,96	289,927	2266,930a	1,01	780,951**	2125,151a	0,99	545,956*
P. Precoce	1972,437b	0,87	363,819	2188,889a	0,92	1149,720**	2075,509a	1,08	787,410**
Batatais	1903,194bc	0,82*	198,067	2288,708a	1,13	1234,575**	2086,772a	0,99	832,705**
IAC 5032	1870,278cd	1,04	213,490	2000,111a	0,99	661,913*	1932,102a	1,01	457,582
IAC 1246	1803,977cd	1,12	235,266	1958,055a	0,99	654,442*	1877,347a	1,04	461,166
IAC 1131	1802,084cd	1,10	285,731	2024,861a	1,04	760,371**	1908,167a	1,06	532,021
IAC 5544	1781,199 d	1,11	270,059	2046,708a	1,05	709,707**	1907,631a	1,08	498,038
Médias	1918,063	1,00	286,634	2139,873	1,00	892,978	2023,679	1,02	618,420

\* e \*\* indicam significância aos níveis de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente. As médias seguidas de uma mesma letra não diferem significativamente, segundo o Teste de Duncan a 5%.

que não existe diferenças significativas entre as regressões lineares dos rendimentos das cultivares em relação à qualidade dos ambientes. De fato, dos 24 coeficientes da regressão linear calculados, apenas um da sub-região  $G_1$  apresentou significância ao nível de 5% (tabela 20, página 46).

Os resultados das tabelas 18 e 20, páginas 42 e 46, indicam, ainda, que as condições de homogeneidade da sub-região  $G_1$  se refletem, também, na significância dos desvios da regressão linear das cultivares ali ensaiadas. O desdobramento que originou estes desvios destacou valores reduzidos e não significativos para todas as cultivares, diferenciando-os daqueles obtidos na sub-região  $G_2$  e na região ( $G_1 + G_2$ ).

As figuras 5 e 6, páginas 48 e 49, mostram as relações das produções médias das cultivares estudadas com os respectivos coeficientes da regressão linear e com os índices de qualidade dos ambientes da sub-região homogênea  $G_1$ .

Nas condições ecológicas da sub-região  $G_2$ , as oito cultivares se comportaram de maneira bastante uniforme com rendimentos médios mais elevados que os da sub-região  $G_1$ , mas apresentando diferenças entre si que não chegaram a ser significativas. Situação idêntica ocorreu com os coeficientes da regressão linear, os quais não diferiram significativamente de 1. Os desvios da regressão linear, por outro lado, foram todos significativos (tabelas 18 e 20 e figuras 7 e 8, páginas 42, 46, 50 e 51, respectivamente).

O comportamento das cultivares IAC 25, IAC 47, Batatais e Pratão Precoce, na região ( $G_1 + G_2$ ), praticamente não diferiu daquele que elas exibiram na sub-região  $G_2$ , quanto a produção de grãos e aos desvios da regressão linear dessa produção em relação à média geral (tabelas 18 e 20). Já as cultivares IAC 5032, IAC 1246, IAC 1131 e IAC 5544, na mesma região ( $G_1 + G_2$ ), divergiram das anteriormente citadas, somente quanto aos desvios. Este comportamento foi diverso, também, daquele apresentado por elas na sub-re

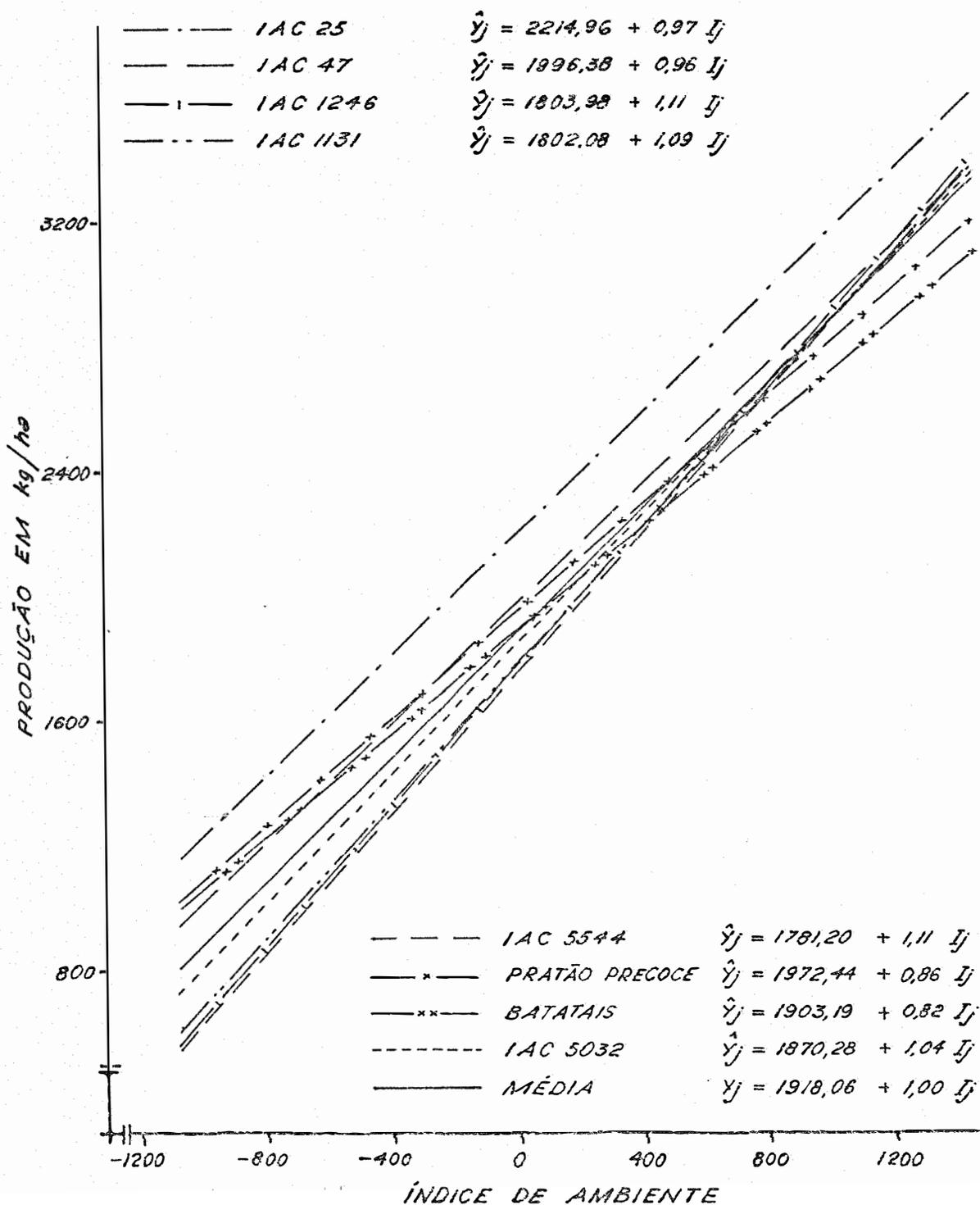


Figura 5. Regressão linear da produção de grãos das cultivares IAC 25, IAC 47, IAC 1246, IAC 1131, IAC 5544, Pratao Precoce, Batatais e IAC 5032 em 11 ambientes da sub-região homogênea G<sub>1</sub> sugerida para o Estado de São Paulo.

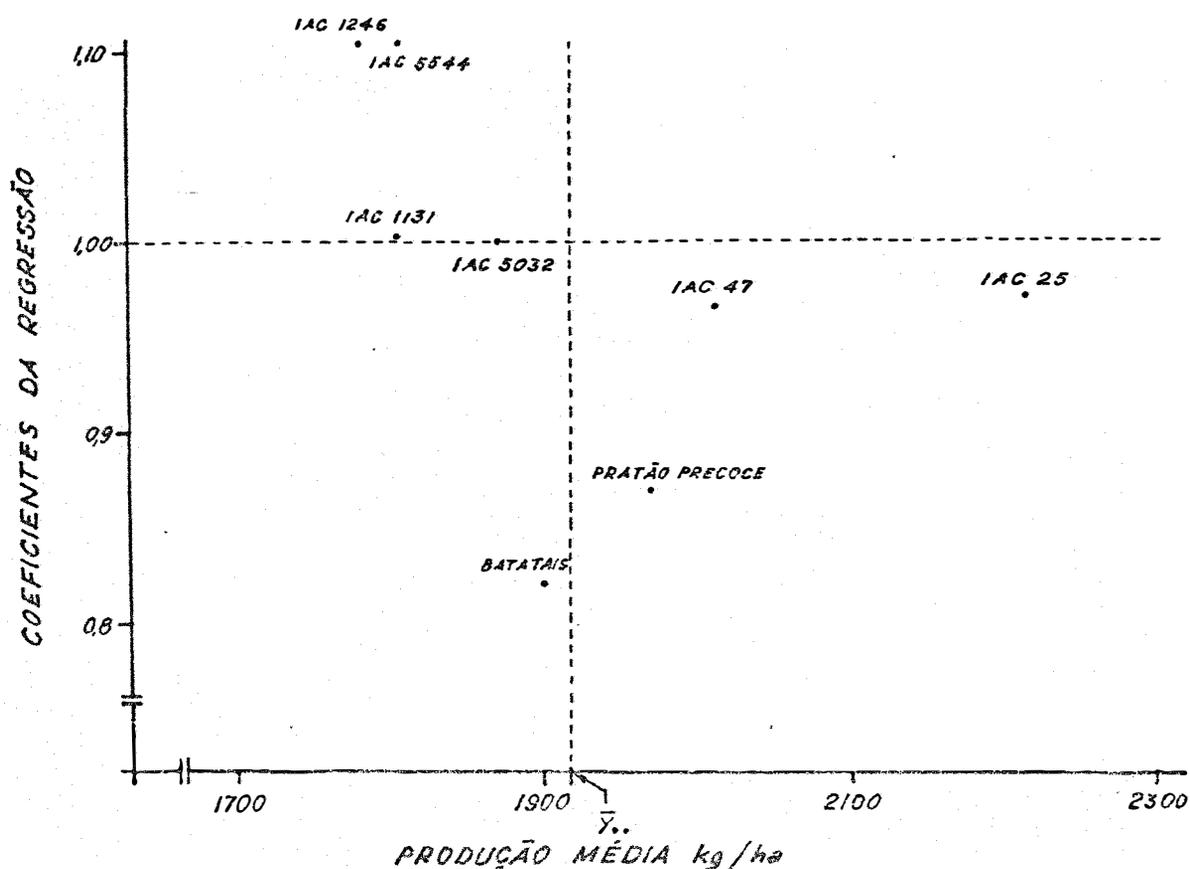


Figura 6. Relação entre a produção média de grãos e o coeficiente da regressão linear das cultivares IAC 25, IAC 47, IAC 1246, IAC 1131, IAC 5544, IAC 5032, Pratao Precoce e Batatais em 11 ambientes da sub-região homogênea  $G_1$ , sugerida para o Estado de São Paulo.

gião  $G_2$ . As figuras 9 e 10, páginas 52 e 53, ilustram os comportamentos destas cultivares, na região mencionada, diferenciados em alguns aspectos e semelhantes noutros.

Ao considerar-se a possível influência dos ciclos culturais das plantas e das origens dos germoplasmas utilizados nos comportamentos constatados, verifica-se que as cultivares podem ser reunidas em 2 grupos, onde as magnitudes dos valores médios dos parâmetros de estabilidade fe-

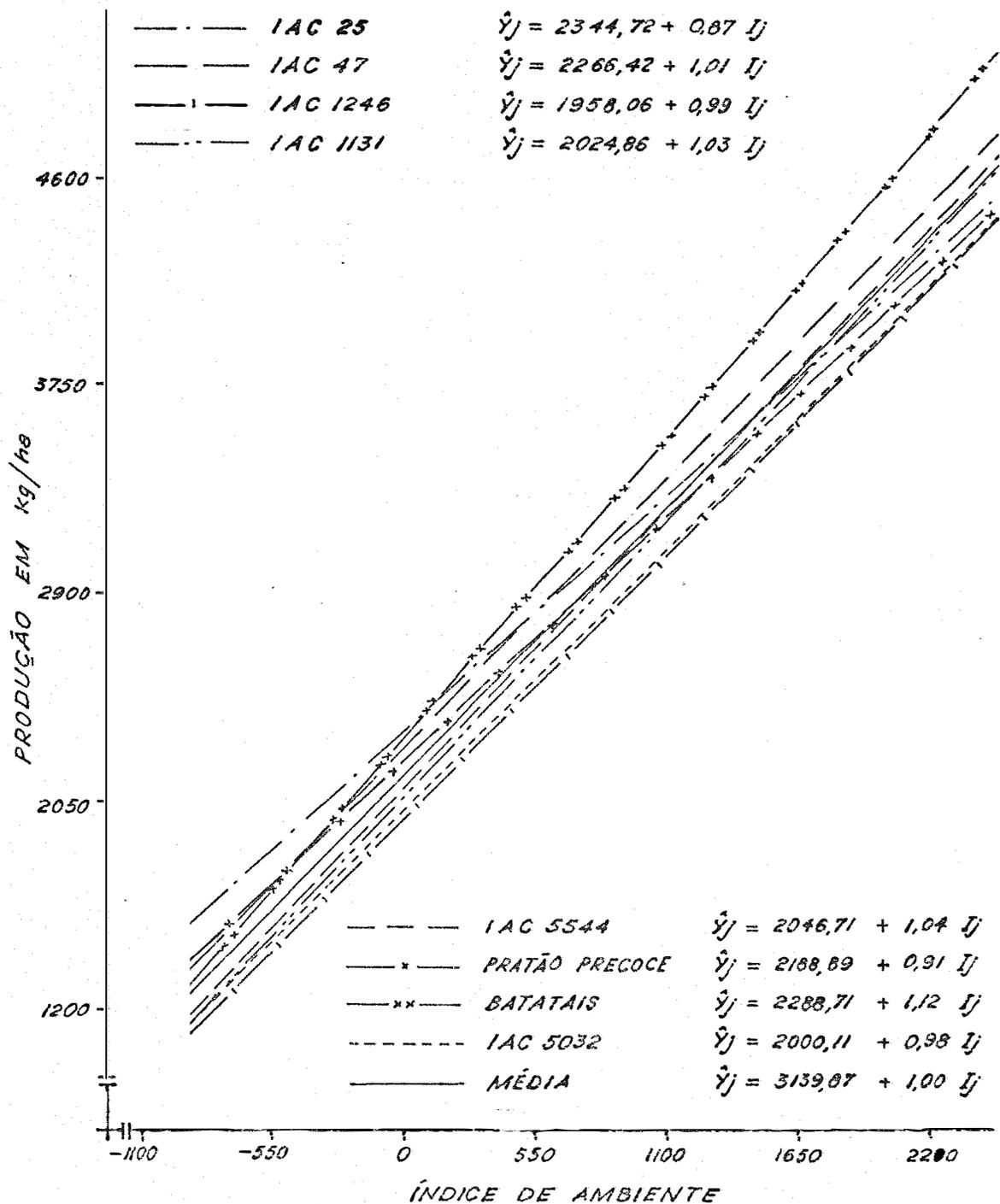
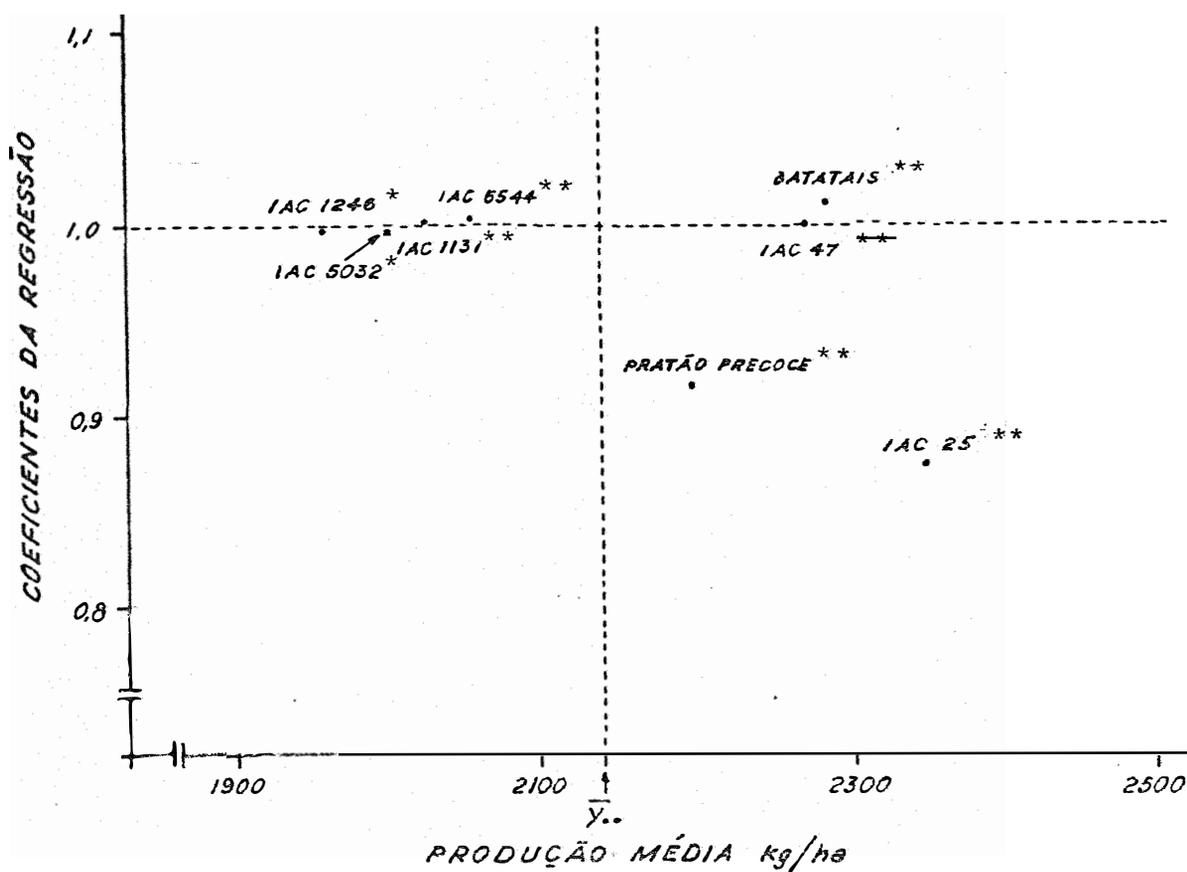


Figura 7. Regressão linear da produção de grãos das cultivares IAC 25, IAC 47, IAC 1246, IAC 1131, IAC 5544, Pratao Precoce, Batatais e IAC 5032, em 10 ambientes da sub-região heterogênea  $G_2$  sugerida para o Estado de São Paulo.



\* e \*\* indicam a significância dos desvios de regressão linear aos níveis de 5 e 1% de probabilidades, respectivamente.

Figura 8. Relação entre a produção média de grãos e o coeficiente de regressão linear das cultivares IAC 25, IAC 47, IAC 1246, IAC 1131, IAC 5544, IAC 5032, Pratão Precoce e Batatais, em 10 ambientes da sub-região heterogênea  $G_2$  sugerida para o Estado de São Paulo.

notípica variam de acordo com estes agrupamentos e com as sub-regiões consideradas (tabela 21, página 54).

Um dos grupos seria formado pelas cultivares IAC 25, Batatais e Pratão Precoce, todas de ciclo curto, sendo as duas últimas originárias de seleção massal. É o grupo

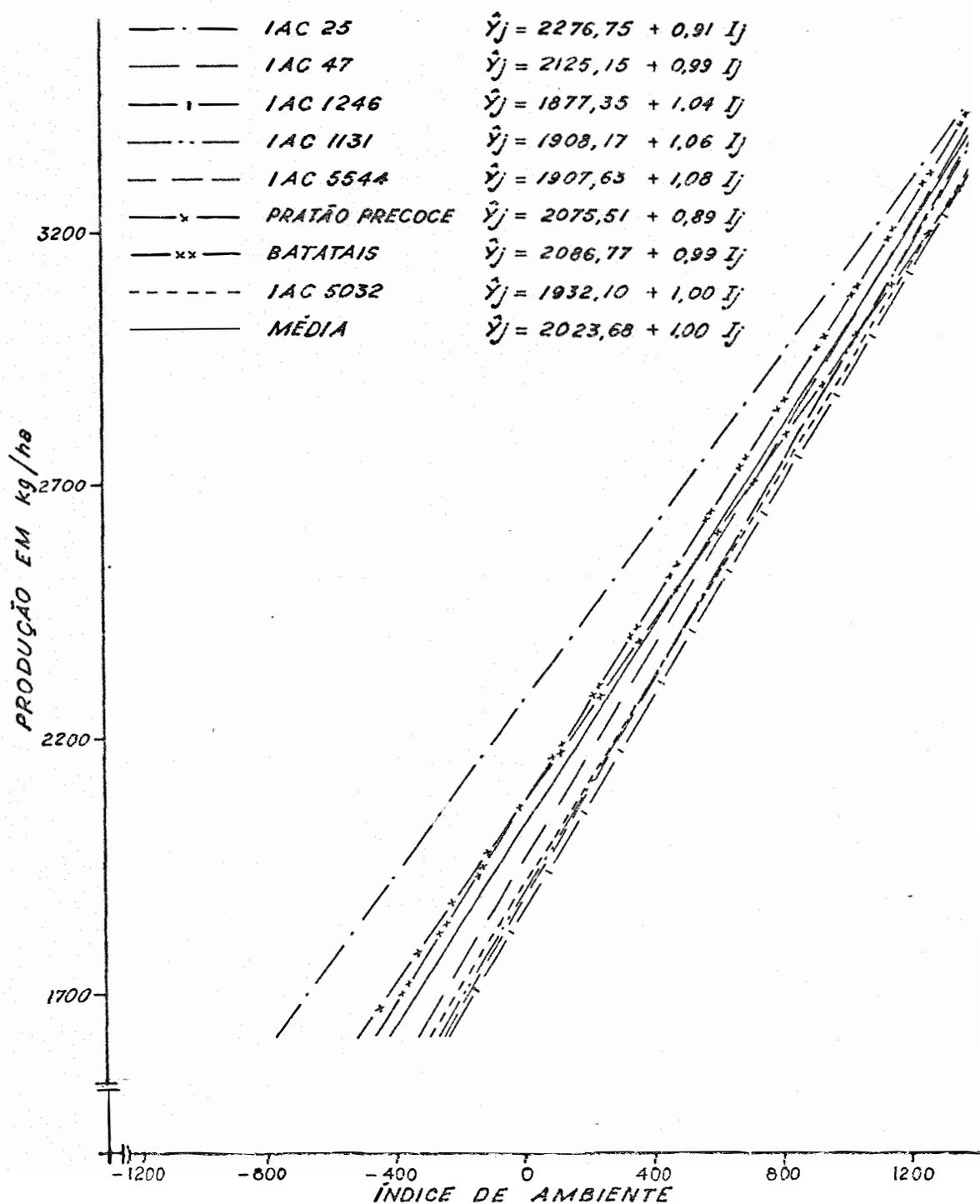
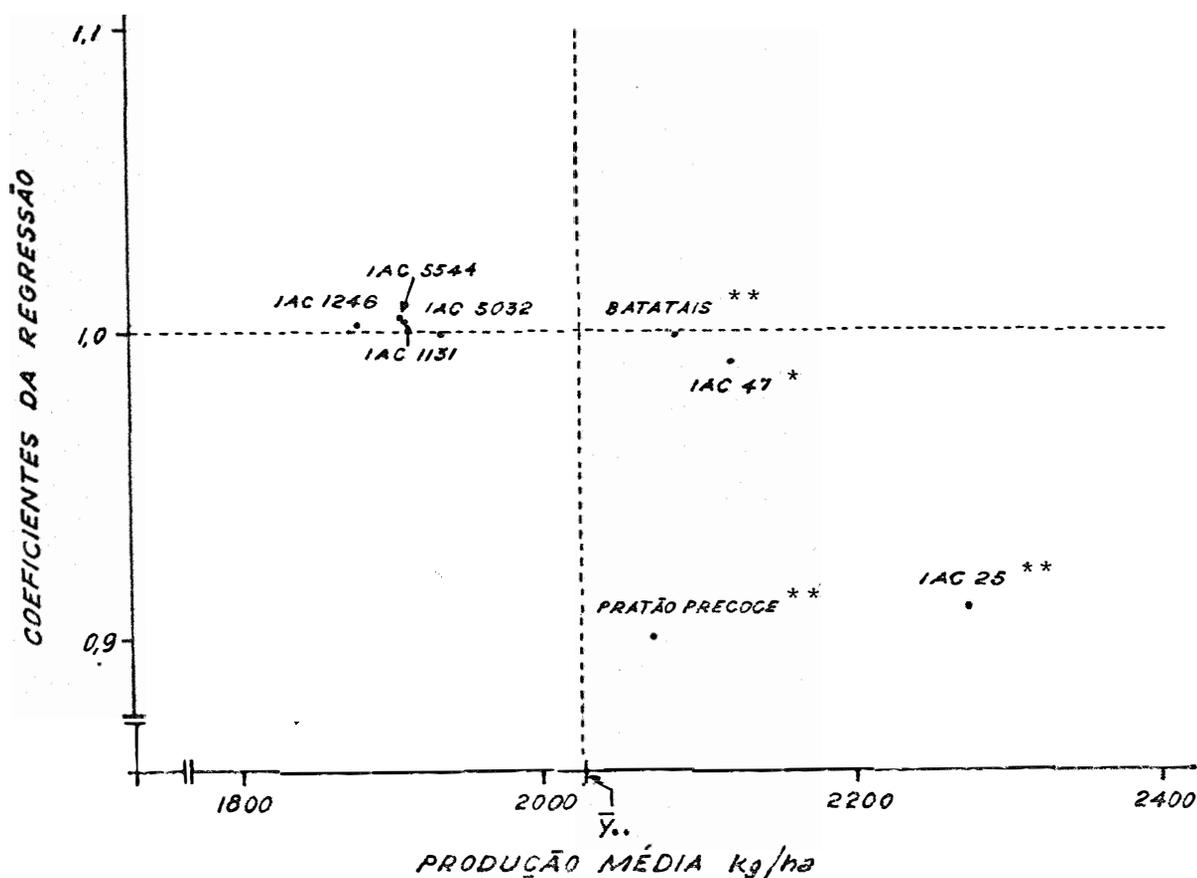


Figura 9. Regressão linear da produção de grãos das cultivares IAC 25, IAC 47, IAC 1246, IAC 1131, IAC 5544, Pratao Precoce, Batatais e IAC 5032, em 21 ambientes da região ( $G_1 + G_2$ ) do Estado de São Paulo.



\* e \*\* indicam a significância dos desvios de regressão linear a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Figura 10. Relação entre a produção média de grãos e o coeficiente da regressão linear das cultivares IAC 25, IAC 47, IAC 1246, IAC 1131, IAC 5544, IAC 5032, Pratão Precoce e Batatais, em 21 ambientes da região ( $G_1 + G_2$ ) do Estado de São Paulo.

que apresenta as produções médias mais elevadas, os coeficientes médios da regressão inferiormente próximos de 1 e os desvios médios da regressão linear de magnitudes mais elevadas nas diferentes sub-regiões.

A estabilidade de rendimento da cultivar IAC 25 teria sido, segundo AZZINI *et alii* (1979), um dos atributos

Tabela 21. Valores médios dos parâmetros da estabilidade fenotípica das oito cultivares de arroz de sequeiro experimentadas nas sub-regiões  $G_1$ ,  $G_2$  e na região ( $G_1 + G_2$ ), agrupadas segundo o ciclo cultural.

	Produtividade de (kg/ha)		$\bar{b}$		$\sqrt{s_d^2}$	
	Ciclo Curto <sup>a</sup>	Ciclo Médio <sup>b</sup>	Ciclo Curto	Ciclo Médio	Ciclo Curto	Ciclo Médio
$G_1$	2030,197	1850,783	0,89	1,07	332,866	258,892
$G_2$	2274,106	2059,333	0,97	1,02	1192,153	713,473
( $G_1 + G_2$ )	2146,344	1950,080	0,94	1,04	817,491	489,953

a-cultivares IAC 25, Batatais e Pratão Precoce.

b-cultivares IAC 47, IAC 1246, IAC 1131, IAC 5544 e IAC 5032.

tos desta cultivar, que influenciou sobremaneira na decisão da Comissão Técnica de Arroz e Cereais de Inverno, da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, em recomendá-la, em 1974, preferentemente à Batatais e à Pratão Precoce, para as condições de sequeiro deste Estado.

O outro seria formado pelas cultivares IAC 47, IAC 1246, IAC 1131, IAC 5544 e IAC 5032, germoplasmas de ciclo médio e obtidos por seleção de linhas puras após a hibridação artificial. Estas cultivares contribuíram para produções médias de grãos comparativamente mais modestas, para a obtenção de coeficientes médios da regressão bem próximos de 1 e de desvios da regressão menos acentuados.

O confronto simultâneo das análises das sub-regiões  $G_1$  e  $G_2$  e da região ( $G_1 + G_2$ ) permite verificar, ainda, que as cultivares utilizadas permitem formar 5 grupos, quanto ao potencial de produtividade, na sub-região  $G_1$ , fato que não aconteceu nas demais condições caracterizadas.

## 6. CONCLUSÕES

Este trabalho permite concluir que:

1. a experimentação simultânea de cultivares' de ciclo curto (110-120 dias) e de ciclo médio (130-135 dias), associada à época de semeadura da maioria dos ensaios' em fins de outubro e início de novembro, foi a principal ' causa da elevada variação da produção de grãos de arroz de sequeiro;

2. o comportamento diferencial sistemático ' das cultivares, nas três séries de ensaios, foi evidenciado pela alta significância da interação cultivares x locais das análises conjuntas da variância da produção de grãos nessas séries;

3. na variação total das análises das três séries, predominou a participação relativa de locais (entre 77,43 e 93,78%), seguida dos efeitos de cultivares, em 1975/ /76 e 1976/77, e da interação cultivares x locais, em 1974/ /75;

4. a semelhança do intervalo de confiança da componente da interação cultivares x locais das combinações envolvendo Tatuí, Tietê, Campinas e Capão Bonito, nos anos agrícolas de 1974/75, 1975/76 e 1976/77, permitiu identificar a sub-região homogênea formada por esses locais, a qual teve a sua componente, do mesmo tipo de interação, reduzida em 5 vezes, quando comparada com a da região tomada como um

todo. Essa delimitação de área, para a experimentação poderá ser útil na orientação da seleção de linhagem e na recomendação de cultivares pelos programas de melhoramento genético de arroz de sequeiro. Aliás, preocupação neste sentido existiu no passado recente, quando melhoristas de arroz de sequeiro, no Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo, realizavam seleção de linhagens nas Estações Experimentais de Campinas e de Mococa, segundo o Engenheiro Agrônomo Dery Machado de Souza<sup>1</sup>, Chefe da Seção de Arroz e Cereais de Inverno daquele Instituto;

5. a correlação média da produção de grãos embora inexpressiva numericamente, constituiu-se em argumento sustentador da sub-regionalização proposta;

6. a variação de ambientes foi preponderante nas condições sub-regionais e regional caracterizadas, embora na sub-região homogênea tenha sido de magnitude inferior às demais;

7. excetuando o comportamento da produção de grãos da cultivar Batatais frente à variação dos ambientes da sub-região homogênea, o das demais cultivares, em todas as condições, se ajustou à linearidade;

8. a seleção de linhagens com potencial de resposta a melhorias introduzidas no ambiente, embora não se tenha considerado as diferenças ecológicas regionais, contribuiu para a uniformização genética das cultivares e para o comportamento semelhante em relação à linha média da regressão linear, podendo a maioria delas se adaptar à região de sequeiro tomada como um todo, desde que não haja acentuada variação de ambiente;

9. as cultivares IAC 25, IAC 47, Pratão Precoce e Batatais foram mais estáveis para a produção de grãos nas condições homogêneas, destacando-se a produtividade da IAC 25 e a capacidade de adaptação da Batatais a ambientes'

---

<sup>1</sup>Comunicação pessoal.

fracos, na sub-região homogênea, assim como a inconsistência adaptativa de todas elas para o mesmo caráter na sub-região heterogênea e na região tomada como um todo;

10. as cultivares de ciclo curto foram mais produtivas, tanto na condição homogênea como na heterogênea, embora apresentassem, na última, desvios da linearidade, indicação da menor adaptação desse tipo de planta a essa condição; as de ciclo médio, apesar da menor produtividade na sub-região homogênea, se adaptaram melhor a essa condição;

11. seria conveniente, sob o ponto de vista técnico, que os responsáveis pelo programa de melhoramento de arroz de sequeiro do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo, até há bem pouco tempo o único a preocupar-se com o aprimoramento genético dessa cultura, orientassem a seleção das linhagens desse tipo de arroz, em base genética mais ampla possível, não só na sub-região heterogênea aqui sugerida, mas, também, em futuras sub-regiões proventura identificadas.

## 7. SUMMARY

Genotype versus environment interactions, sub-regionalization and grain yield phenotypic stability of eight upland rice cultivars (IAC 25, IAC 47, IAC 1131, IAC 1246, IAC 5032, IAC 5544, Pratão Precoce and Batatais) were studied in 1974/75, 1975/76 and 1976/77 seasons in the State of São Paulo.

Analysis of variance were used to identify the interactions; the error associated to the estimate of the cultivar versus location variance component when locations were taken (2 by 2), (3 by 3), ..., (L by L) and confidence intervals, were used to evaluate sub-regionalization; average correlation coefficient of the cultivar yields, was used to characterize the sub-regions and the analysis of variance proposed by EBERHART e RUSSEL (1966), was used study the phenotypic stability.

High variation and differential performance of the cultivars in the three series of trials were observed, mainly due to environment differences, cultivar life cycle and planting time.

The magnitude of cultivar versus location interaction was approximately reduced five times when Tatuí, Tietê, Campinas and Capão Bonito were grouped as a homogeneous sub-region. The biggest average correlation coefficient

magnitude of this sub-region ( $\bar{r} = 0,1$ ) when compared respectively with those of the heterogeneous sub-region (Mococa, Guairá, Jaú, Pindorama and Ribeirão Preto locations -  $\bar{r} = -0,01$ ) and of the region as a whole ( $\bar{r} = 0,08$ ), confirmed the sub-regionalization suggested.

A good adaptability of the cultivars, excluding cultivar Batatais in the homogenous sub-region, was indicated by the linear regression coefficients (similar among them and to the unit).

IAC 25, IAC 47, Pratão Precoce and Batatais' grain yield were always stable but IAC 25 productivity and Batatais adaptative capability to unfavorable environments' must be detached in the homogenous condition as well as the inconsistent stability of all cultivars in the heterogeneous sub-region.

Short season cultivars showed higher yields' and a lower adaptability to either homogenous and heterogeneous environment conditions.

It is suggested that IAC's upland rice breeding programme gives more attention to screening lines of wide adaptability to the region outside the identified homogenous sub-region of São Paulo State.

## 8. LITERATURA CITADA

- ADAMS, M.W. e D.B. SHANK, 1959. The relationship of heterozygosity to homeostasis in maize hybrids. Genetics. Austin, 44:777-786.
- ALLARD, R.W., 1961. Relationship between genetic diversity and consistency of performance in different environments. Crop Science. Madison, 1:127-133.
- ALLARD, R.W. e A.D. BRADSHAW, 1964. Implications of genotype-environment interactions in applied plant breeding. Crop Science. Madison, 4:503-508.
- ANDRADE-FRATTINI, J. de, D.M. de SOUZA e F. ZINK, 1975. Diagnóstico da situação arrozeira do Estado de São Paulo. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral(CATI). Campinas. 37 p. (Mimeografado).
- ARNOLD, L.E. e M.T. JENKINS, 1932. The relative variability of corn crosses and varieties. Journal of the American Society of Agronomy. Washington, 24:868-871.
- AZZINI, L.E., N.V. BANZATTO, J. SOAVE, D.M. de SOUZA, J.A. SOBRINHO e T.R. ROCHA, 1979. IAC-25: Nova cultivar precoce de arroz de sequeiro para o Estado de São Paulo. In: Anais da I Reunião de Técnicos em Rizicultura do Estado de São Paulo. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Campinas, p.249-254.

- BAINS, K.S. e V.P. GUPTA, 1972. Stability yield and yield components in bread wheat. Indian Journal of Genetics and Plant Breeding. New Delhi, 32:306-312.
- BONATO, E., 1978. Estabilidade fenotípica da produção de grãos de dez cultivares de soja, *Glycine max*, (L.) Merrill, nas condições do Rio Grande do Sul. Piracicaba. ESALQ/USP, 75 p. (Dissertação de Mestrado).
- BREESE, E.L., 1969. The measurement and significance of genotype-environment interaction in grasses. Heredity. Edinburgh, 24:27-44.
- BUCIO ALANIS, L., 1966. Environmental and genotype-environmental components of variability. I. Inbred lines. Heredity. Edinburgh, 21:387-397.
- BUCIO ALANIS, L. e J. HILL, 1966. Environmental and genotype-environmental components of variability. II. Heterozygotes. Heredity. Edinburgh, 21:399-405.
- BUCIO ALANIS, L., J.M. PERKINS e J.L. JINKS, 1969. Environmental and genotype-environmental components of variability. V. Segregating generations. Heredity. Edinburgh, 24:115-127.
- CARBALLO, A.C. e F.M. SANCHEZ, 1970. Comparacion de variedades de maiz de el Bajio y la Mesa Central por su rendimiento y estabilidad. Agrociencia. Chapingo, 5:129-146.
- COCHRAN, W.C. e G.M. COX, 1957. Experimental Designs. Second Edition. New York, John Wiley & Sons Inc. 611 p.
- EASTON, H.S. e R.J. CLEMENTS, 1973. The interaction of wheat genotypes with a specific factor of the environment. Journal of Agricultural Science. London, 80:43-52.
- EBERHART, S.A. e W.A. RUSSEL, 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Science. Madison, 6:36-40.

- FRANCIS, T.R. e L.W. KANNENBERG, 1978. Yield stability studies in short-season maize. I. A descriptive method for grouping genotypes. Canadian Journal of Plant Science. Ottawa, 58:1029-1034.
- FINLAY, K.W. e G.N. WILKINSON, 1963. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. Australian Journal of Agriculture Research. Victoria, 14:742-754.
- HANSON, W.D., 1970. Genotype stability. Theoretical And Applied Genetics. Berlin, 40:226-231.
- HORNER, T.W. e K.J. FREY, 1957. Methods for determining natural areas for oat varietal recommendations. Agronomy Journal. Madison, 49:313-315.
- IMMER, F.R., H.K. HAYES e P. LE ROY. 1934. Statistical determination of barley varietal adaptation. Journal of the American Society of Agronomy. Washington, 26:403 -419.
- JOHNSON, H.W., H.F. ROBINSON e R.E. COMSTOCK, 1955. Estimates of genetics and environmental variability in soybeans. Agronomy Journal. Madison, 47:314-318.
- JOWETT, D., 1972. Yield stability parameters for sorghum in East Africa. Crop Science. Madison, 12:314-317.
- JONES, G.L., D.F. MATZINGER e W.K. COLLINS, 1960. A comparison of flue-cured tobacco varieties repeated over locations and years with implications on optimum plot allocation. Agronomy Journal. Madison, 52:195-199.
- KENDALL, M.G. e A. STUART, 1961. The Advanced Theory of Statistics. London, Charles Griffin, Vol. 2, 3a. ed., 3a. impressão. 676 p.
- LIANG, G.H.L., E.G. HEYNE e T.L. WALTER, 1966. Estimates of variety x environmental interactions in yield tests of three small grains and their significance on the breeding programs. Crop Science. Madison, 6:135-139.

- MATZINGER, D.F., 1963. Experimental estimates of genetics parameters and their applications in self-fertilizing plants. In: HANSON, W.D. e H.F. ROBINSON, ed. Statistical Genetics and Plant Breeding. Washington D.C., National Academy of Science Nat. Res. Council. Publication 982, p.253-279.
- McCAIN, F.S. e E.F. SCHULTZ Jr., 1959. A method for determining areas for corn varietal recommendations. Agronomy Journal. Madison, 51:476-478.
- MILLER, P.A., J.C. WILLIAMS e H.F. ROBINSON, 1959. Variety x environmental interactions in cotton variety tests and their implications on testing methods. Agronomy Journal. Madison, 51:132-134.
- MIRANDA FILHO, J.B. de, 1974. Melhoramento de milho no Nordeste Brasileiro - Relatório Sumário. In: Relatório Científico de 1974. IGEN/ESALQ/USP. Piracicaba. p.109-120.
- MOREIRA, J.C.S., M.C.MEDEIROS e A.M. SCHLEHUBER, 1971. Estudo de correlações entre ensaios de variedades de trigo, realizados no Rio Grande do Sul nos anos de 1966 e 1968. Pesquisa Agropecuária Brasileira, série Agrônômica, seção Fitotecnia. Rio de Janeiro, 6:53-56.
- MONTEIRO, M.S.R., 1975. Comportamento heterótico e estabilidade fenotípica em híbridos de Beringela, *Solanum melongena* L. Piracicaba, ESAQ/USP, 81 p. (Dissertação de Mestrado).
- OLIVEIRA, A.C. de, 1976. Comparação de alguns métodos de determinação de estabilidade em plantas cultivadas. Brasília, UnB, 64 p. (Dissertação de Mestrado).
- PARODA, R.S. e J.D. HAYES, 1971. An investigation of genotype-environment interactions for rate of ear emergence in spring barley. Heredity. Edinburgh, 26:157-175.

- PATERNIANI, E., A. ANDO, J.B. de MIRANDA FILHO e R. VENCOVSKY, 1973. Efeitos de raios-gama no comportamento e na variância de progênies de meios irmãos de milho. In: Relatório Científico de 1973. IGEN/ESALQ/USP. Piracicaba. p.161-167.
- PERKINS, J.M. e J.L. JINKS, 1968. Environmental and genotype-environmental components of variability. III. Multiple lines and crosses. Heredity. Edinburgh, 23:339-356.
- PIMENTEL GOMES, F., 1973. Curso de Estatística Experimental. 5a. ed., São Paulo, Livraria Novel S.A., Editora Distribuidora, 430 p.
- PLAISTED, R.L. e L.C. PETERSON, 1959. A technique for evaluating the ability of selections to yield consistently in different locations or seasons. American Potato Journal. New Brunswick, 36:381-385.
- RASMUSSEN, D.C. e J.W. LAMBERT, 1966. Variety x environment interactions in barley variety tests. Crop Science. Madison, 1:261-262.
- ROBINSON, H.F. e R.H. MOLL, 1959. Implications of environmental effects on genotypes in relation to breeding. In: Proceedings Annual Hybrid Corn Industry Research Conference. Raleigh, 14:24-31.
- ROJAS, B.A. e G.F. SPRAGUE, 1952. A comparison of variance components in corn yields trials. III. General and specific combining ability and their interactions with locations and years. Agronomy Journal. Madison, 44:462-466.
- ROSITO, C., 1974. Interação genótipo por locais em trigo, *Triticum aestivum* L., no Estado do Rio Grande do Sul. Piracicaba, ESALQ/USP, 80 p. (Dissertação de Mestrado)
- SALMON, S.C., 1951. Analysis of variance and long-time va

- riety tests of wheat. Agronomy Journal. Madison, 43: 562-570.
- SHCLEHUBER, A.M., J.C.S. MOREIRA e M.C. MEDEIROS, 1970. Estudo de correlações simples entre ensaios de variedades de trigo realizados no Rio Grande do Sul. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Série Agronomia, Seção Fitotecnia. Rio de Janeiro, 5:235-241.
- SCHULTZ, W.M. e R.L. BERNARD, 1967. Genotype x environment interactions in the regional testing of soybeans strains. Crop Science. Madison, 7:125-130.
- SHANK, D.B. e M.W. ADAMS, 1960. Environmental variability within imbred lines and single crosses of maize. Journal of Genetics. Calcutta, 57:119-126.
- SILVA, J. e R. MAGNAVACA, 1970. Determinação de áreas para a indicação de cultivares de milho. In: Anais da VIII Reunião Brasileira de Milho. Porto Alegre. p.30-32.
- SNEDECOR, R.G.W. e W.G. COCHRAN, 1967. Statistical Methods Sixth edition, eighth printing. The Iowa State University Press. Ames, Iowa. 593 p.
- STEEL, R.G.D. e J.H. TORRIE, 1960. Principles and Procedures of Statistics. New York, McGraw Hill Book Company, Inc. 481 p.
- TAI, G.C.C., 1971. Genotype stability analysis and its application to potato regional trials. Crop Science. Madison, 11:184-190.
- TYSON, H. e N.R. BRADNER, 1967. The interaction of variety and environmental in flax trials. Canadian Journal of Plant Science. Ottawa, 47:441-445.
- TYSON, H., N.R. BRADNER e F. GFELLER, 1968. Interaction of variety and environment in field pea trials. Canadian Journal of Plant Science. Ottawa, 48:405-408.

- VENCONVSKY, R., 1963. Some preliminary results on the effect of inbreeding on viability and variability in corn. Maize Genetics Cooperation News Letter. Bloomington, 37:144-145.
- VELLO, N.A. e R.VENCOVSKY, 1978. Erros associados às estimativas de parâmetros genéticos. Trabalho apresentado na "Reunião comemorativa dos noventa anos do Instituto Agrônômico". Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria. Campinas, São Paulo. 7 p. (Mimeografado).
- WRICKE, G., 1965. Zur berechnung der okovalenz bei sommerweizen und hafer. Zeitschrift Fur Pflanzenzuchtung. Berlin, 52:127-138.
- YATES, F. e W.G. COCHRAN, 1938. The analysis of group of experiments. Journal of Agricultural Science. London, 28:556-580.

APÊNDICE

Tabela 1. Área cultivada e produção de arroz em nove Divisões Regionais Agrícolas (DIRAs) do Estado de São Paulo, no período de 1970 a 1974.

DIRA	Média do período de 1970/74	
	Área (ha)	Produção (t)
São José do Rio Preto	171292	180458
Ribeirão Preto	126391	141989
Sorocaba	47514	60517
Campinas	44191	58016
Marília	43884	53776
Araçatuba	31536	37160
Presidente Prudente	19846	25639
Baurú	17464	19020
São Paulo	9325	11985
Totais	511443	588560

Fonte: Instituto de Economia Agrícola, São Paulo (1975).

Tabela 2. Valores médios normais de precipitação de chuva (mm) de janeiro e de fevereiro; totais de precipitação de chuva (mm), desvios em relação à normal (mm) e frequência de chuva (número de dias de chuva) de oito localidades do Estado de São Paulo, no período de 1975 a 1977.

Locais	Mococa <sup>1</sup>		Tatuí <sup>2</sup>		Tietê <sup>3</sup>		Jaú <sup>4</sup>		Campinas <sup>5</sup>		Pindorama <sup>6</sup>		Capão Bonito <sup>7</sup>		Ribeirão Preto <sup>8</sup>	
	JAN	FEV	JAN	FEV	JAN	FEV	JAN	FEV	JAN	FEV	JAN	FEV	JAN	FEV	JAN	FEV
Normais	255	216	196	182	199	180	213	213	246	211	227	211	214	175	276	216
Tot.1975	162	308	140	170	172	211	216	258	205	276	166	171	102	107	182	190
Desvios	-93	+92	-56	-12	-27	+31	+3	+45	-41	+65	-61	-40	-112	-68	-94	-26
Freq.chuva	16	20	13	13	12	17	15	17	16	16	12	16	12	12	15	14
Tot.1976	221	362	211	178	153	246	186	274	262	276	185	265	180	201	201	315
Desvios	-34	+146	+15	-4	-46	+66	-27	+61	+16	+65	-42	+54	-34	+26	-75	+99
Freq.chuva	17	21	17	17	16	20	12	21	19	6	16	22	17	16	15	23
Tot.1977	363	27	211	5	211	43	417	65	381	56	203	46	172	157	342	93
Desvios	+108	-199	+15	-177	+12	-137	+204	-148	+135	-155	-24	-165	-42	-18	+66	-123
Freq.chuva	23	4	17	3	18	6	17	11	20	8	19	12	11	9	21	11

<sup>1</sup> e <sup>4</sup> - Normais de 34 anos      <sup>3</sup> e <sup>7</sup> - Normais de 29 anos      <sup>2</sup> - Normais de 38 anos

<sup>5</sup> - Normais de 86 anos      <sup>6</sup> - Normais de 25 anos      <sup>8</sup> - Normais de 39 anos

Fonte: Seção de Climatologia Agrícola do Instituto Agrônômico, da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo (1977).

Tabela 3. Características gerais das séries de ensaios de competição de cultivares de arroz de sequeiro realizadas nos anos agrícolas de 1974/75, 1975/76 e 1976/77, no Estado de São Paulo

Ano Agrícola	Nº.de Ordem dos Ensaios	Local de Execução dos Ensaios	Cultivares Comuns a Locais e Anos
1974/75	30	Tietê	IAC 25 (P)
	31	Tatuí	IAC 47 (M)
	32	Capão Bonito	Batatais (P)
	33	Mococa	IAC 1131 (M)
	34	Campinas	Pratão Precoce (P)
	35	Guaíra	IAC 5544 (M)
	36	Jaú	IAC 5032 (M) IAC 1246 (M)
1975/76	37	Jaú	IAC 1246
	38	Campinas	Batatais
	39	Capão Bonito	IAC 1131
	40	Ribeirão Preto	IAC 25
	41	Tietê	IAC 5032
	42	Pindorama	IAC 47
	43	Tatuí	IAC 5544
	44	Mococa	Pratão Precoce
1976/77			IAC 1246
	45	Jaú	Batatais
	46	Capão Bonito	IAC 1131
	47	Tietê	IAC 47
	48	Mococa	IAC 25
	49	Campinas	Pratão Precoce
	50	Ribeirão Preto	IAC 5544 IAC 5032

P-Ciclo precoce (110-120 dias); M-Ciclo médio (130-135 dias).

Tabela 4. Produções médias (kg/ha) de oito cultivares de arroz de sequeiro, variâncias residuais ( $s^2/r$ ) das análises individuais da variância, coeficientes de variação (CV%) e médias gerais de locais e de cultivares ( $\bar{Y}.\ell$  e  $\bar{Y}.i$  em kg/ha) dos experimentos das séries de ensaios de 1974/75 a 1976/77, no Estado de São Paulo.

Cultivares	Ambientes (Experimentos)						
	30	31	32	33	34	35	36
	Datas de Semeadura						
	31/10/74	5/11/74	8/10/74	13/11/74	5/11/74	8/11/74	8/11/74
IAC 25	3927,78	2634,06	2256,95	2531,94	1450,00	2558,33	697,22
IAC 47	3541,67	2013,89	2469,45	913,89	1080,56	562,50	3729,17
IAC 1246	3309,72	1613,89	2420,83	752,78	633,33	198,61	3163,61
IAC 1131	3273,61	1505,56	2758,33	563,89	570,83	165,28	3020,83
IAC 5544	3123,61	1701,39	2625,00	731,94	669,45	262,50	3548,61
Pratão Precoce	3933,33	1970,83	1612,50	2297,22	1355,56	2318,06	844,44
Batatais	3608,33	1651,39	2143,05	2511,11	1288,89	2105,56	1337,50
IAC 5032	3751,39	2043,05	2041,67	818,06	918,05	434,72	3138,89
$s^2/r$	43290,68	33544,39	34245,39	21162,24	3490,50	11553,31	67360,44
CV(%)	16,53	27,37	22,58	29,60	16,78	28,26	30,13
$\bar{Y}.\ell$	3558,68	1892,88	2290,97	1390,11	1120,31	1075,70	2436,28

Tabela 4 (continuação).

Cultivares	Ambientes (Experimentos)							
	37	38	39	40	41	42	43	
	21/10/75	5/11/75	30/10/75	18/11/75	10/10/75	7/11/75	4/11/75	
	Datas de Semeadura							
IAC 25	1076,39	1408,33	2076,39	2890,28	1138,89	2437,50	2090,28	
IAC 47	3743,06	1748,61	2173,61	2838,61	1534,72	2770,83	2736,11	
IAC 1246	3354,17	1083,33	1652,78	2412,50	1291,67	2351,39	3048,61	
IAC 1131	3812,50	1195,83	1311,11	2698,61	1409,72	2493,06	2861,11	
IAC 5544	3409,72	1134,72	1256,95	2740,28	1361,11	2284,72	2743,06	
Pratão Precoce	1201,39	1465,28	1563,89	2094,44	1222,22	2062,50	2250,00	
Bataçais	1104,17	1266,67	1743,72	2568,06	1361,11	1662,08	2215,28	
IAC 5032	3597,22	1355,56	1494,45	2597,22	1305,55	2236,11	2951,39	
$s^2/r$	54525,89	6166,55	32244,13	10686,24	14232,21	28183,46	33995,69	
CV(%)	24,81	16,67	30,63	11,22	25,41	20,76	19,97	
$\bar{Y} \cdot \ell$	2662,33	1332,29	1659,11	2605,03	1328,12	2287,27	2611,98	

Tabela 4 (continuação).

Cultivares	Ambientes (Experimentos)					$\bar{Y} \cdot i$	
	44	45	46	47	48		49
	Datas de Semeadura						
	7/10/75	15/10/76	15/10/76	20/10/76	7/10/76	5/10/76	3/11/76
IAC 25	1073,61	1991,67	1599,31	4312,50	6081,95	1461,11	2108,33
IAC 47	1665,28	2131,94	415,83	3312,50	4029,17	931,94	284,58
IAC 1246	1394,45	1794,44	634,03	3597,22	3859,72	558,33	288,89
IAC 1131	1401,39	1986,11	675,69	3590,28	3869,45	670,83	237,50
IAC 5544	1281,95	1944,44	629,31	3826,39	3988,89	522,22	274,03
Pratão Precoce	705,56	2047,22	1263,47	3508,33	6123,61	1551,39	2194,45
Bataçais	533,33	1909,72	1108,75	3218,06	6888,89	1338,89	2266,67
IAC 5032	1200,00	1920,83	710,56	3256,94	3812,50	744,44	245,56
$s^2/r$	10471,50	14937,42	5369,36	37762,62	6961,80	4597,90	7487,74
CV(%)	25,02	17,59	23,56	15,36	4,88	19,69	24,78
$\bar{Y} \cdot \ell$	1156,95	1965,80	879,62	3577,78	4831,77	972,39	987,50

## DIVISÃO REGIONAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

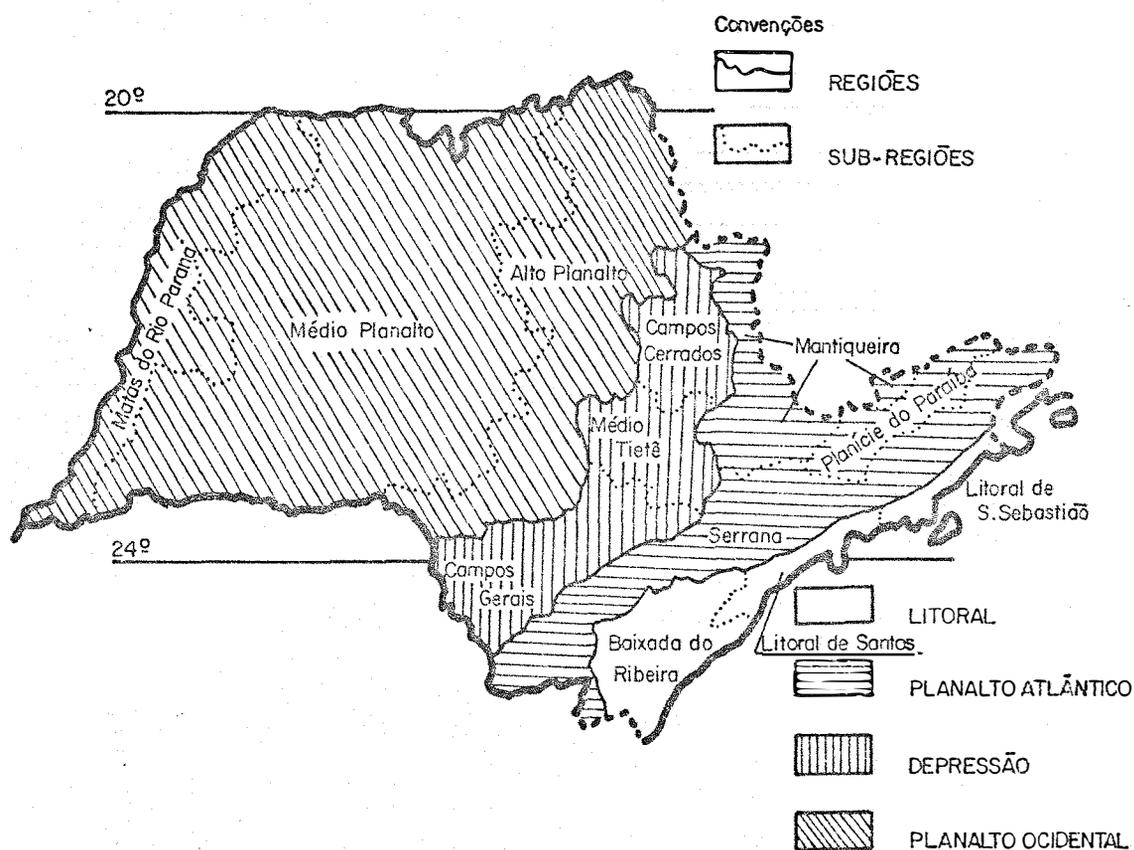
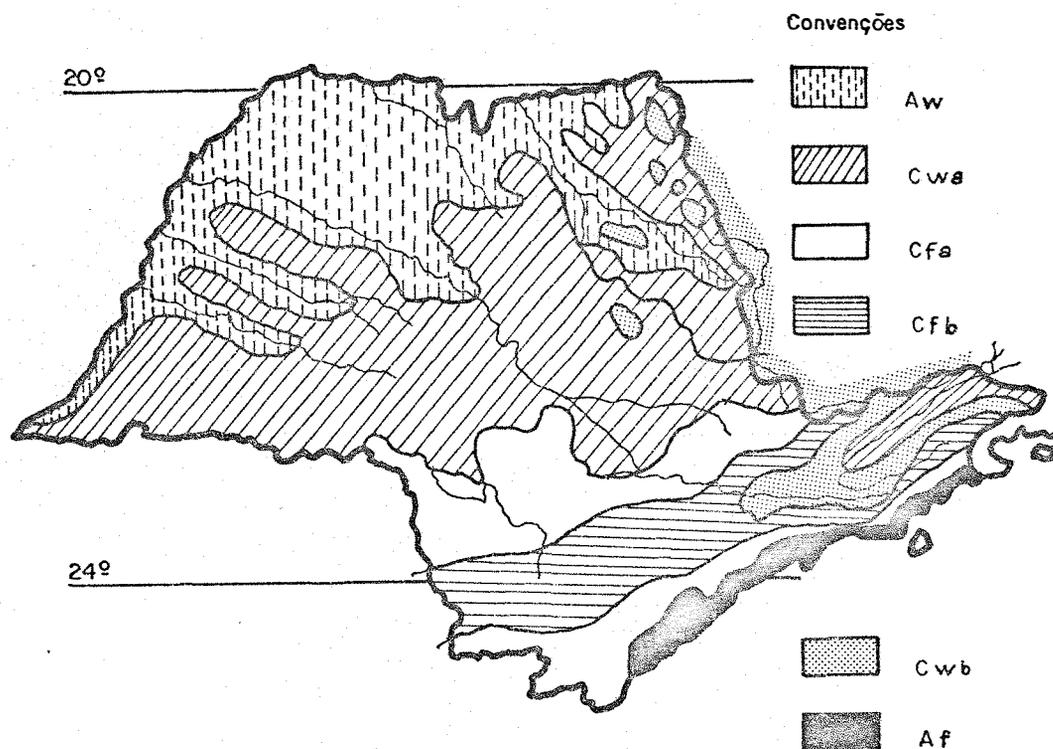


Figura 1. Mapa esquemático das regiões fisiográficas do Estado de São Paulo.

## MAPA CLIMÁTICO DO ESTADO DE SÃO PAULO



Aw - Clima tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno.

Cwa- Clima mesotérmico de inverno seco. A temperatura média do mês mais frio é menor que  $18^{\circ}\text{C}$  e a do mês mais quente ultrapassa  $22^{\circ}\text{C}$ .

Cfa- Clima mesotérmico úmido sem estiagem. A temperatura média do mês mais quente é maior que  $22^{\circ}\text{C}$ , apresentando, no mês mais seco, mais de 30 mm de chuva.

Cfb- Clima temperado úmido. A temperatura do mês mais quente é inferior a  $22^{\circ}\text{C}$ , sendo a média de quatro meses superior a  $10^{\circ}\text{C}$ .

Cwb- Clima temperado de inverno seco não rigoroso. A temperatura do mês mais quente é inferior a  $22^{\circ}\text{C}$ , sendo a média de quatro meses superior a  $10^{\circ}\text{C}$ .

Af - Clima tropical superúmido sem estação seca e isento de geadas.

Figura 2. Mapa esquemático da divisão climática do Estado de São Paulo.

## ESTADO DE SÃO PAULO



Figura 3. Localização dos ensaios de rendimento de arroz de sequeiro realizados no período de 1974 a 1977.

Tabela 11. Estimativas da componente da variância da interação cultivares x locais, das análises conjuntas da variância da produção de grãos, dos ensaios de competição de cultivares de arroz de sequeiro da série de 1974/75, no Estado de São Paulo, tomados (2 a 2), (3 a 3), ..., (L a L) e seus respectivos desvios padrões e extremos do intervalo de confiança.

Combinações	G.L.	$(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$(\hat{\sigma}_{IL}^2) + t_{\alpha} s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$(\hat{\sigma}_{IL}^2) - t_{\alpha} s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$
30x31	84	-9163,07	14983,54	30543,31	-48869,45
30x32	84	164472,92	95990,94	418848,91	89903,07
30x33	84	204745,21	111817,57	501061,77	91571,35
30x34	57	-9497,70	7457,57	10637,74	-29633,14
30x35	84	317113,59	162477,35	747678,57	113451,39
30x36	84	1068216,61	529710,06	2471948,27	335515,05
31x32	84	147006,07	85434,04	373406,28	79394,14
31x33	84	266532,86	138602,32	633828,32	100762,60
31x34	84	19527,24	18245,18	68059,42	29004,94
31x35	84	374213,36	187067,11	869941,20	121514,48
31x36	84	1026355,38	507670,37	2371681,86	318971,10
32x33	84	635585,84	312706,29	1464257,51	193085,83
32x34	84	197112,53	101854,82	468046,34	73821,30
32x35	84	851184,51	412061,88	1943148,49	240779,47
32x36	84	505059,43	262150,53	1199758,33	189639,47
33x34	65	156499,88	79607,65	367460,15	54460,39
33x35	84	7325,55	11439,72	37640,81	22987,71
33x36	84	2187228,23	1051955,93	4974911,45	600454,98

Tabela 11 (continuação).

Combinações	G.L.	$(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$(\hat{\sigma}_{IL}^2) + t_{\alpha} s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$(\hat{\sigma}_{IL}^2) - t_{\alpha} s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$
34x35	84	263320,09	127681,30	601675,54	75035,36
34x36	54	1173390,61	569866,75	2689236,75	342455,53
35x36	65	2571913,04	1231026,29	5846442,97	702616,89
30x31x32	126	100771,94	48938,58	228991,02	27447,14
30x31x33	126	154038,30	66136,03	372314,70	19238,10
30x31x34	105	288,79	10864,49	28753,85	-27887,38
30x31x35	122	227387,91	93863,23	473309,57	18533,75
30x31x36	126	695136,28	262830,07	1383751,06	6521,50
30x32x33	126	334934,61	130113,98	675833,24	5964,02
30x32x34	105	117362,54	54692,06	260655,74	25930,66
30x32x35	126	444256,97	173104,42	897790,55	9276,61
30x32x36	126	579249,59	229222,05	1197811,36	39312,18
30x33x34	97	117249,12	54966,43	261261,17	26762,93
30x33x35	115	176394,78	76318,77	376349,96	23560,40
30x33x36	124	1153396,64	437239,76	2298964,81	7828,47
30x34x35	83	190311,97	85684,79	414806,12	34182,18
30x34x36	99	744036,48	306805,18	1547866,05	59793,09
30x35x36	112	1319081,04	513990,40	2665735,89	27573,81
31x32x33	126	349708,23	134174,83	701246,28	1829,82
31x32x34	108	121215,27	54889,12	265024,76	22594,22
31x32x35	126	457467,97	171121,96	905807,51	9128,43

Tabela 11 (continuação).

Combinações	G.L.	$(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$(\hat{\sigma}_{IL}^2) + t_{\alpha} s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$(\hat{\sigma}_{IL}^2) - t_{\alpha} s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$
31x32x36	126	559473,61	213805,57	1119644,20	696,98
31x33x34	105	147519,99	63145,19	312960,39	17920,41
31x33x35	126	216023,92	86989,51	443936,44	11888,60
31x33x36	119	1160038,81	438475,02	2308843,36	11234,26
31x34x35	91	219020,23	92289,99	460820,00	22779,54
31x34x36	94	739757,73	303847,44	1535838,02	56322,56
31x35x36	107	1324160,57	514679,10	2672619,81	24298,67
32x33x34	104	329732,73	132075,26	675769,91	16304,45
32x33x35	126	498031,95	190026,43	995901,20	162,70
32x33x36	120	1109291,16	420031,40	2209773,43	8808,89
32x34x35	90	437205,71	177946,95	903426,72	29015,30
32x34x36	95	625187,51	259008,30	1303789,26	53414,24
32x35x36	107	130885,65	509183,60	1464946,68	1203175,38
33x34x35	108	142381,83	58399,49	295388,49	10624,83
33x34x36	83	1172372,89	491163,17	2459220,40	114474,62
33x35x36	96	1588822,26	636289,55	3255900,88	78256,36
34x35x36	71	1336207,89	581491,17	2859714,76	187298,98
30x31x32x33	168	234863,25	79087,79	424073,26	27653,24
30x31x32x34	154	84909,60	36054,56	179372,55	-9553,70
30x31x32x35	171	307471,18	104401,12	581002,11	33940,25
30x31x32x36	168	483657,84	155852,89	891992,41	75323,27

Tabela 11 (continuação).

Combinações	G.L.	$(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$(\hat{\sigma}_{IL}^2) + t_{\alpha} s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$(\hat{\sigma}_{IL}^2) - t_{\alpha} s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$
30x31x33x34	146	104774,03	42327,82	215672,92	-6124,86
30x31x33x35	164	193461,21	68221,71	372202,09	14720,33
30x31x33x36	168	790652,49	256797,43	1463461,76	117843,22
30x31x34x35	132	159252,22	60805,44	318562,47	-58,03
30x31x34x36	142	544804,79	188787,08	1039426,94	50182,64
30x31x35x36	155	891441,43	294244,38	1662361,71	120521,15
30x32x33x34	146	224819,73	81284,03	437783,89	11855,57
30x32x33x35	164	363404,55	120693,10	679620,47	47188,63
30x32x33x36	168	794217,99	257952,01	1470052,26	118383,72
30x32x34x35	132	297284,28	106847,17	577223,87	17344,69
30x32x34x36	142	516459,00	179650,41	987143,07	45774,35
30x32x35x36	155	912993,28	301114,63	1701913,61	124072,95
30x33x34x35	125	156584,41	60576,16	315293,95	-2125,13
30x33x34x36	131	796763,78	276894,32	1522226,90	71300,66
30x33x35x36	144	1059423,67	355375,76	1990508,16	128339,18
30x34x35x36	118	897409,35	318612,95	1732175,28	62643,42
31x32x33x34	152	237044,04	82310,28	452696,97	21391,11
31x32x33x35	168	380308,01	119587,12	693626,26	69989,76
31x32x33x36	164	794627,93	257323,03	1468814,27	120441,59
31x32x34x35	138	308727,28	109839,79	596507,53	20947,03
31x32x34x36	138	511408,51	182070,03	988431,99	34385,03

Tabela 11 (continuação).

Combinações	G.L.	$(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$(\hat{\sigma}_{IL}^2) + t_{\alpha} s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$(\hat{\sigma}_{IL}^2) - t_{\alpha} s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$
31x32x35x36	151	912621,93	300223,61	1699207,79	126036,07
31x33x34x35	139	181236,50	66257,26	354830,52	7642,48
31x33x34x36	126	804922,34	286879,34	1556546,34	53298,34
31x33x35x36	140	1072261,39	358747,48	2012179,79	132342,99
31x34x35x36	113	904786,60	330161,01	1769808,45	39764,75
32x33x34x35	138	351838,04	123168,29	674538,96	29137,13
32x33x34x36	127	809146,06	288388,18	1546723,09	53569,03
32x33x35x36	141	1126382,74	376362,67	2112452,94	140312,54
32x34x35x36	114	926996,67	338074,97	1812753,09	41240,25
33x34x35x36	102	1059946,22	396508,18	2098797,65	21094,79
30x31x32x33x34	195	177282,12	57885,84	328943,02	25621,22
30x31x32x33x35	210	295901,61	88405,01	527522,74	64280,48
30x31x32x33x36	210	619603,86	179541,12	1090001,12	149206,13
30x31x32x34x35	181	231528,88	74165,32	425842,02	37215,74
30x31x32x34x36	186	428247,92	131471,97	772704,48	83791,36
30x31x32x35x36	200	701637,11	205172,95	1237138,51	166135,71
30x31x33x34x35	174	159061,64	53625,70	299024,72	19098,56
30x31x33x34x36	175	608383,48	185408,39	1094153,46	122613,50
30x31x33x35x36	189	801448,02	236719,02	1421651,85	181244,19
30x31x34x35x36	162	679538,86	214520,00	1241581,26	117496,46
30x32x33x34x35	174	278786,16	88950,76	511837,15	45735,17

Tabela 11 (continuação).

Combinações	G.L.	$(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$(\hat{\sigma}_{IL}^2) + t_{\alpha} s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$(\hat{\sigma}_{IL}^2) - t_{\alpha} s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$
30x32x33x34x36	175	628281,29	191192,10	1129204,59	127357,99
30x32x33x35x36	189	851284,42	250853,19	1506011,25	196557,59
30x32x34x35x36	162	710228,13	223814,60	1296622,38	123833,88
30x33x34x35x36	151	794025,46	254127,99	1459840,79	128210,13
31x32x33x34x35	183	291830,76	90274,40	528349,69	55311,83
31x32x33x34x36	172	631429,77	195653,15	1144041,02	118818,52
31x32x33x35x36	186	857240,38	251983,91	1514918,39	199562,37
31x32x34x35x36	158	712908,20	224032,12	1299872,35	125944,05
31x33x34x35x36	147	804630,60	256796,72	1474870,04	134391,16
32x33x34x35x36	148	854861,93	272340,65	1568394,43	141329,43
30x31x32x33x34x35	223	239065,17	68103,90	416816,35	-61313,99
30x31x32x33x34x36	220	515538,05	141887,49	885864,40	-145211,70
30x31x32x33x35x36	235	678852,05	183682,14	1167262,94	-208442,16
30x31x32x34x35x36	207	577348,22	162951,83	1002652,50	-152043,94
30x31x33x34x35x36	196	641181,31	182715,62	1118069,08	-164293,54
30x32x33x34x35x36	197	686244,60	195010,58	1195222,21	-177266,99
31x32x33x34x35x36	194	692150,26	196173,53	1204163,17	-180137,35
30x31x32x33x34x35x36	243	577054,30	149635,52	967603,01	-186505,59

Tabela 12. Estimativas da componente da variância da interação cultivares x locais, das análises conjuntas da variância da produção de grãos, dos ensaios de competição de cultivares de arroz de sequeiro da série de 1975/76, no Estado de São Paulo, tomados (2 a 2), (3 a 3), ... (L a L) e seus respectivos desvios padrões e extremos do intervalo de confiança.

Combinações	G.L.	$(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$(\hat{\sigma}_{IL}^2) + t_{\alpha} s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$(\hat{\sigma}_{IL}^2) - t_{\alpha} s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$
37x38	84	843683,07	412047,66	1935610,02	-248242,58
37x39	84	965926,42	475839,97	2226902,34	-295049,50
37x40	67	724365,90	356874,65	1673652,47	-224920,67
37x41	84	629916,31	342890,41	1538575,90	-278743,28
37x42	84	572220,06	289310,65	1338893,28	-194453,16
37x43	84	399726,93	209406,63	954654,50	-155200,64
37x44	67	445183,05	225235,87	1044310,46	-153944,36
38x39	84	-7668,67	6236,46	8857,95	-6479,39
38x40	84	38709,31	22257,11	97690,65	-20272,03
38x41	84	13308,36	11190,28	42962,60	-16345,88
38x42	69	33528,32	24044,85	97487,62	-30430,98
38x43	66	95914,77	54766,67	241594,11	-49764,57
38x44	84	75458,31	39513,39	180168,79	-29252,17
39x40	84	37425,22	27953,53	111502,07	-36651,63
39x41	67	37858,44	13089,85	142677,44	-26960,56
39x42	84	45813,60	36134,62	141570,34	-49943,14
39x43	84	139703,16	81625,99	356012,03	-76605,71

Tabela 12 (continuação)

Combinações	G.L.	$(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$(\hat{\sigma}_{IL}^2) + t_{\alpha} s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$(\hat{\sigma}_{IL}^2) - t_{\alpha} s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$
39x44	84	92778,30	539902,77	1523520,64	-1337964,04
40x41	84	18234,87	14593,55	56907,78	-20438,04
40x42	84	23964,57	20672,25	78746,03	-30816,89
40x43	84	74467,03	45762,73	195738,26	-46804,20
40x44	84	44364,96	25950,97	113135,03	-24405,11
41x42	84	26426,86	22686,92	86547,20	-33693,48
41x43	84	30176,92	25855,81	98694,82	-38340,98
41x44	84	42439,97	25897,71	111068,90	-26188,96
42x43	84	37678,82	32762,59	124499,68	-49142,04
42x44	84	38161,41	29160,18	115453,89	-39113,07
43x44	84	15394,79	18059,34	63252,04	-32462,46
37x38x39	104	605822,84	240726,03	1238932,30	-27286,62
37x38x40	80	535586,29	228395,83	1138551,28	-67378,70
37x38x41	86	516636,11	221143,82	1100455,79	-67183,57
37x38x42	102	483144,02	201166,63	1012212,26	-45924,22
37x38x43	105	446441,81	180720,25	921736,07	-28852,45
37x38x44	80	454774,99	195380,43	970579,33	-61029,35
37x39x40	113	575905,83	229990,18	1178480,10	-26668,44
37x39x41	126	565668,02	211938,86	1123067,22	8268,82
37x39x42	126	529236,68	200276,16	1057965,74	507,62
37x39x43	126	501785,50	191706,39	1004056,24	-485,24
37x39x44	112	501295,89	201769,00	1029930,67	-27338,89

Tabela 12 (continuação).

Combinações	G.L.	$(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$(\hat{\sigma}_{IL}^2) + t_{\alpha} s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$(\hat{\sigma}_{IL}^2) - t_{\alpha} s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$
37x40x41	94	478505,67	198109,12	999532,66	-42521,32
37x40x42	110	440183,47	178189,02	908820,59	-28453,65
37x40x43	114	399519,97	163686,70	850015,99	-30976,05
37x40x44	88	404637,96	175532,29	866287,88	-57011,96
37x41x42	126	430521,06	174985,73	892483,99	-31441,27
37x41x43	126	374273,39	144498,72	752860,04	-4313,26
37x41x44	94	393513,08	164751,44	825161,85	-38135,69
37x42x43	126	336541,92	132828,40	685880,61	-12796,77
37x42x44	110	336578,12	139016,23	700800,64	-27644,40
37x43x44	113	286768,24	120938,48	604836,44	-31299,96
38x39x40	99	27997,64	17552,45	74160,58	-18165,30
38x39x41	106	19776,06	14307,71	57405,34	-17853,22
38x39x42	116	29066,77	19590,61	80394,17	-22260,63
38x39x43	115	81158,77	39922,39	185755,43	-23437,89
38x39x44	99	58698,34	29503,67	136292,99	-18896,31
38x40x41	126	23417,49	12012,76	54890,92	-8055,94
38x40x42	105	32067,38	17912,34	79176,83	-15042,07
38x40x43	97	69697,03	34070,84	159303,34	-19909,28
38x40x44	126	52844,16	21933,10	110527,95	-4839,63
38x41x42	112	24421,17	15514,51	65069,19	-16226,85
38x41x43	104	46466,67	24542,50	110768,02	-17834,68
38x41x44	126	43735,53	19144,20	93893,33	-6422,27

Tabela 12 (continuação).

Combinações	G.L.	$(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$(\hat{\sigma}_{IL}^2) + t_{\alpha} s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$(\hat{\sigma}_{IL}^2) - t_{\alpha} s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$
38x42x43	115	55707,29	29815,28	133823,32	-22408,74
38x42x44	105	33772,64	18524,80	82492,86	-14947,58
38x43x44	96	62255,93	31132,36	144134,04	-19622,18
39x40x41	118	31273,81	19180,59	81526,96	-18979,34
39x40x42	127	35734,45	21903,85	93341,58	-21872,68
39x40x43	126	83865,14	40114,62	145616,07	-22114,21
39x40x44	111	58189,47	28819,02	133695,30	-17316,36
39x41x42	126	36800,60	22030,46	94520,41	-20919,21
39x41x43	126	20220,26	13125,86	54610,00	-14169,49
39x41x44	126	57274,87	27274,87	129253,38	-13666,94
39x42x43	126	74398,50	37637,92	173009,85	-24212,85
39x42x44	126	43641,05	23967,73	106436,50	-19154,40
39x43x44	125	82625,38	39637,63	186475,97	-21225,21
40x41x42	126	22875,40	14515,43	60905,83	-15155,03
40x41x43	116	40959,59	23046,01	101340,14	-19420,96
40x41x44	126	35013,24	16615,36	78545,48	-8519,00
40x42x43	126	45370,14	25616,28	112484,79	-21744,51
40x42x44	126	69347,14	34166,56	158863,53	-20169,25
40x43x44	108	44742,24	23988,09	107591,04	-18106,56
41x42x43	126	31427,52	20366,86	84788,69	-21933,65
41x42x44	126	20399,38	13624,47	56095,49	-15296,73

Tabela 12 (continuação).

Combinações	G.L.	$(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$(\hat{\sigma}_{IL}^2) + t_{\alpha} s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$(\hat{\sigma}_{IL}^2) - t_{\alpha} s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$
41x43x44	115	29337,21	18660,04	78226,51	-19552,09
42x43x44	126	15134,95	14684,65	53608,73	-23337,83
37x38x39x40	126	436328,13	158577,96	851802,38	20853,87
37x38x39x41	132	426975,75	151291,40	823359,22	30592,28
37x38x39x42	148	411505,06	143376,64	787151,86	35858,26
37x38x39x43	152	408802,22	139356,42	773916,04	43688,40
37x38x39x44	126	405148,02	147867,11	792559,85	17736,19
37x38x40x41	108	388536,37	144964,09	768342,29	8730,45
37x38x40x42	124	172745,26	136424,00	730176,14	15314,38
37x38x40x43	127	362811,24	133519,31	717631,83	12990,65
37x38x40x44	101	361960,86	139670,39	727897,28	3975,56
37x38x41x42	130	363680,57	129857,97	703908,45	23452,69
37x38x41x43	133	345954,48	124439,00	671984,66	19924,30
37x38x41x44	108	352164,92	132088,50	698236,79	6093,05
37x38x42x43	149	330458,74	117234,49	637613,10	23304,38
37x38x42x44	124	327067,44	120742,73	643413,39	10721,49
37x38x43x44	127	312560,24	116270,73	617189,55	7930,93
37x39x40x41	141	412838,32	143039,69	787602,31	38074,33
37x39x40x42	157	394952,57	134873,68	748321,61	41583,53
37x39x40x43	160	390269,08	133855,92	740971,59	39566,57
37x39x40x44	135	385007,28	137368,43	744912,57	25101,99

Tabela 12 (continuação).

Combinações	G.L.	$(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$(\hat{\sigma}_{IL}^2) + t_{\alpha} s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$(\hat{\sigma}_{IL}^2) - t_{\alpha} s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$
37x39x41x42	163	390244,08	130447,30	732016,01	48472,15
37x39x41x43	166	377768,49	127050,58	710641,01	44895,97
37x39x41x44	141	379567,54	132230,77	726012,16	33132,92
37x39x42x43	168	360178,13	117260,99	667401,92	52594,34
37x39x42x44	157	352375,43	121397,56	670437,04	34313,82
37x39x43x44	160	343118,75	118934,77	654727,85	31509,65
37x40x41x42	139	343021,38	123351,08	666201,21	19841,55
37x40x41x43	142	323314,63	114147,26	622380,45	24248,81
37x40x41x44	117	327917,48	123918,13	652583,95	3252,01
37x40x42x43	158	305403,87	106707,77	584978,23	25829,51
37x40x42x44	132	300404,93	108836,81	585557,37	15252,49
37x40x43x44	135	283917,09	103831,82	555956,51	11877,65
37x41x42x43	164	293190,97	100646,88	556885,80	29496,14
37x41x42x44	139	295252,91	107416,35	576683,75	13822,07
37x41x43x44	141	270972,97	97156,71	525523,55	16422,39
37x42x43x44	157	243755,80	87209,47	472244,61	15266,99
38x39x40x41	141	25616,24	13577,40	61189,03	-9956,55
38x39x40x42	147	31216,55	16548,34	74573,20	-12140,10
38x39x40x43	144	65679,63	28154,16	140394,59	-9035,33
38x39x40x44	134	49432,40	21517,42	105808,04	-6943,24
38x39x41x42	154	26516,16	15263,71	67507,08	-12474,76

Tabela 12 (continuação).

Combinações	G.L.	$(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$(\hat{\sigma}_{IL}^2) + t_{\alpha} s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$(\hat{\sigma}_{IL}^2) - t_{\alpha} s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$
38x39x41x43	151	24627,07	12072,53	56257,10	-7002,96
38x39x41x44	140	45000,79	19808,15	96898,14	-6896,56
38x39x42x43	164	60082,83	26477,08	129452,78	-9287,12
38x39x42x44	147	41294,69	19775,00	93105,19	-10515,81
38x39x43x44	144	71184,61	29916,07	149564,71	-7195,49
38x40x41x42	150	32905,63	15576,31	73715,56	-7904,30
38x40x41x43	137	45135,19	20561,29	99005,77	-8735,39
38x40x41x44	168	38752,60	14534,85	76833,91	671,29
38x40x42x43	146	50110,44	22978,06	110912,96	-9492,08
38x40x42x44	143	34726,11	15852,91	76260,73	-6808,51
38x40x43x44	130	57384,84	24311,62	121081,28	-6311,60
38x41x42x43	153	39505,66	19165,16	89718,38	-10707,06
38x41x42x44	149	30582,17	14809,84	69383,95	-8219,61
38x41x43x44	137	45448,83	20646,94	99543,81	-8646,15
38x42x43x44	145	41717,70	20060,03	94274,98	-10839,58
39x40x41x42	166	31671,06	16962,13	74962,13	-11620,01
39x40x41x43	162	56361,42	25155,95	122270,01	-9457,17
39x40x41x44	153	45567,43	19849,77	97573,83	-6438,97
39x40x42x43	174	59842,02	26724,24	129859,53	-10175,49
39x40x42x44	158	39446,31	19060,81	89385,63	-10493,01
39x40x43x44	155	67355,56	28316,67	141545,24	-6834,12

Tabela 12 (continuação).

Combinações	G.L.	$(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$(\hat{\sigma}_{IL}^2) + t_{\alpha} s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$(\hat{\sigma}_{IL}^2) - t_{\alpha} s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$
39x41x42x43	168	52993,44	23820,02	115401,89	-9415,01
39x41x42x44	165	39658,55	18950,59	89309,10	-9992,00
39x41x43x44	162	59775,73	26212,98	128453,74	-8902,28
39x42x43x44	174	53949,98	24899,55	119186,80	-11286,84
40x41x42x43	164	35158,15	17731,58	81614,89	-11298,59
40x41x42x44	168	54187,17	24112,37	117361,58	-8987,24
40x41x43x44	149	37513,07	17910,37	84438,24	-9412,10
40x42x43x44	157	31366,88	16671,99	75047,49	-12313,73
41x42x43x44	164	24074,76	14332,48	61625,86	-13476,34
37x38x39x40x41	156	338058,93	109067,77	622725,81	53392,05
37x38x39x40x42	172	329349,49	104931,44	603220,55	51478,43
37x38x39x40x43	174	332778,05	106287,69	610188,92	55367,18
37x38x39x40x44	149	327575,31	108165,88	609888,26	45262,36
37x38x39x41x42	178	323984,29	101380,94	588588,54	58776,69
37x38x39x41x43	181	322737,60	101359,44	587285,74	58189,46
37x38x39x41x44	155	322771,39	104145,56	594591,30	50951,48
37x38x39x42x43	196	314205,38	95799,92	564243,17	64167,59
37x38x39x42x44	171	307478,11	98471,86	564489,66	50466,56
37x38x39x43x44	174	308162,74	99019,21	566602,88	49722,60
37x38x40x41x42	154	298735,75	99258,86	557775,27	39696,23
37x38x40x41x43	156	293150,37	95638,59	542767,09	43533,65

Tabela 12 (continuação).

Combinações	G.L.	$(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$(\hat{\sigma}_{IL}^2) + t_{\alpha} s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$(\hat{\sigma}_{IL}^2) - t_{\alpha} s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$
37x38x40x41x44	132	293866,43	101604,63	559054,51	28678,35
37x38x40x42x43	172	284425,88	91794,11	524008,51	44843,25
37x38x40x42x44	147	279380,89	93045,18	522228,81	36532,97
37x38x40x43x44	150	275726,84	92279,59	516576,57	34877,11
37x38x41x42x43	178	274558,06	87221,68	502206,64	46909,48
37x38x41x42x44	154	273749,59	91527,39	512636,08	34863,10
37x38x41x43x44	156	265420,28	87268,19	493190,26	37650,30
37x38x42x43x44	172	251111,97	81962,91	465035,17	37188,77
37x39x40x41x42	187	314545,45	96921,97	567511,79	61579,11
37x39x40x41x43	190	312110,36	96565,08	564145,22	60075,50
37x39x40x41x44	165	310179,58	98707,79	567806,91	52552,25
37x39x40x42x43	205	302129,11	92703,65	544085,64	60172,58
37x39x40x42x44	180	294437,28	92898,95	536903,54	51971,02
37x39x40x43x44	183	293933,52	93092,05	536903,77	50963,27
37x39x41x42x43	210	294874,99	84622,44	515739,56	74010,42
37x39x41x42x44	187	291419,68	90371,83	527290,16	55549,20
37x39x41x43x44	189	286240,67	89239,77	519156,47	53324,87
37x39x42x43x44	205	270675,59	83973,47	489846,35	51504,83
37x40x41x42x43	188	260017,76	81607,32	473012,87	47022,65
37x40x41x42x44	163	258244,73	85025,15	481010,62	35478,84
37x40x41x43x44	165	248727,02	80699,09	459351,64	38102,40

Tabela 12 (continuação).

Combinações	G.L.	$(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$(\hat{\sigma}_{IL}^2) + t_{\alpha} s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$(\hat{\sigma}_{IL}^2) - t_{\alpha} s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$
37x40x42x43x44	181	232969,69	75267,28	429417,29	36522,09
37x41x42x43x44	187	225449,45	71824,97	412912,62	37986,28
38x39x40x41x42	187	28343,05	13327,02	63126,57	-6440,47
38x39x40x41x43	182	49395,90	19981,74	101548,24	-2756,44
38x39x40x41x44	177	40873,89	16135,76	82988,22	-1240,44
38x39x40x42x43	193	53506,29	16136,00	95621,25	11391,33
38x39x40x42x44	180	39223,20	16492,06	82267,48	-3821,08
38x39x40x43x44	175	62207,39	23944,84	124703,42	-288,64
38x39x41x42x43	200	46857,04	19499,34	97750,32	-4036,24
38x39x41x42x44	187	36810,47	15689,00	77758,76	-4137,82
38x39x41x43x44	182	55119,42	21613,32	111530,19	-1291,35
38x39x42x43x44	193	53645,94	21573,54	109952,88	-2661,00
38x40x41x42x43	185	39240,95	16488,07	82274,81	-3792,91
38x40x41x42x44	189	30876,64	12758,41	64176,09	-2422,81
38x40x41x43x44	173	44846,89	17754,09	91185,06	-1491,28
38x40x42x43x44	177	43181,18	17734,05	89467,05	-3104,69
38x41x42x43x44	184	36265,81	15958,35	77917,10	-5385,48
39x40x41x42x43	210	47205,19	19481,19	98052,04	-3641,66
39x40x41x42x44	199	36194,06	15471,97	76575,90	-4187,78
39x40x41x43x44	193	53314,62	20930,17	107942,36	-1313,12
39x40x42x43x44	204	50392,12	20514,38	103934,65	-3150,41

Tabela 12 (continuação).

Combinações	G.L.	$(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$(\hat{\sigma}_{IL}^2) + t_{\alpha} s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$(\hat{\sigma}_{IL}^2) - t_{\alpha} s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$
39x41x42x43x44	210	46090,48	19168,23	96119,56	-3938,60
40x41x42x43x44	196	30547,97	14022,47	67146,62	-6050,68
37x38x39x40x41x42	202	272169,49	79282,06	479095,67	65242,31
37x38x39x40x41x43	205	274705,19	80220,60	484080,96	65329,42
37x38x39x40x41x44	180	272054,23	83028,21	488757,86	55350,60
37x38x39x40x42x43	220	269399,02	76738,35	459686,11	69111,93
37x38x39x40x42x44	196	262907,36	78044,57	468414,45	57400,27
37x38x39x40x43x44	198	266730,63	79350,78	473836,17	59625,09
37x38x39x41x42x43	227	262869,55	75206,47	459158,44	66580,66
37x38x39x41x42x44	202	259202,23	75808,42	457062,21	61342,25
37x38x39x41x43x44	204	259908,66	76258,58	458943,55	60873,77
37x38x39x42x43x44	220	250879,95	71950,36	438670,39	63089,51
37x38x40x41x42x43	203	241688,11	71218,53	427568,53	55807,75
37x38x40x41x42x44	179	239142,32	73530,00	431055,62	47229,02
37x38x40x41x43x44	181	236956,29	73529,85	428869,20	45043,38
37x38x40x42x43x44	196	227799,40	68574,90	406779,89	48818,91
37x38x41x42x43x44	202	221092,51	65708,13	392590,73	49594,29
37x39x40x41x42x43	236	255147,13	72216,71	443632,74	66661,52
37x39x40x41x42x44	212	250836,79	72493,81	440045,63	61627,95
37x39x40x41x43x44	214	250750,97	72728,31	440571,86	60930,08
37x39x40x42x43x44	229	240756,21	68404,23	419291,25	62221,17

Tabela 12 (continuação).

Combinações	G.L.	$(\hat{\sigma}_{II}^2)$	$s(\hat{\sigma}_{II}^2)$	$(\hat{\sigma}_{II}^2) + t_{\alpha} s(\hat{\sigma}_{II}^2)$	$(\hat{\sigma}_{II}^2) - t_{\alpha} s(\hat{\sigma}_{II}^2)$
37x39x41x42x43x44	235	235791,80	67295,03	411431,83	60151,77
37x40x41x42x43x44	212	209326,09	61677,45	370304,23	48347,95
38x39x40x41x42x43	231	44091,38	16625,75	87484,58	698,17
38x39x40x41x42x44	222	35386,86	13620,57	70936,55	-162,83
38x39x40x41x43x44	214	50959,67	18183,15	98417,69	3501,65
38x39x40x42x43x44	223	50359,34	18341,95	98231,83	2486,85
38x39x41x42x43x44	230	45798,18	17047,47	90292,08	1304,28
38x40x41x42x43x44	218	37493,22	14480,72	75287,90	-301,46
39x40x41x42x43x44	242	43957,40	16514,81	87061,05	853,75
37x38x39x40x41x42x43	251	231438,54	62411,81	394333,36	68543,72
37x38x39x40x41x42x44	228	227385,60	62470,84	390434,49	64336,71
37x38x39x40x41x43x44	229	230295,09	63407,72	395789,24	64800,94
37x38x39x40x42x43x44	245	224118,83	61415,42	384413,08	63824,58
37x38x39x41x42x43x44	251	219363,25	59477,65	374599,92	64126,58
37x38x40x41x42x43x44	228	201928,27	56173,84	348541,99	55314,55
37x39x40x41x42x43x44	261	212366,62	57106,59	361414,82	63318,42
38x39x40x41x42x43x44	262	44006,57	15257,19	83827,84	4185,30
37x38x39x40x41x42x43x44	277	198862,83	51125,16	332299,50	65426,16

Tabela 13. Estimativas da componente da variância da interação cultivares x locais, das análises conjuntas da produção de grãos dos ensaios de competição de cultivares de arroz de sequeiro da série de 1976/77, no Estado de São Paulo, tomados (2 a 2), (3 a 3), ..., (L a L) e seus respectivos desvios padrões e extremos do intervalo de confiança.

Combinações	G.L.	$(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$(\hat{\sigma}_{IL}^2) + t_{\alpha} s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$(\hat{\sigma}_{IL}^2) - t_{\alpha} s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$
45x46	84	73748,03	39581,81	178639,83	-31143,77
45x47	84	44293,62	33543,29	133183,34	-44596,10
45x48	84	817548,30	390561,23	1852535,56	-217438,96
45x49	84	66165,02	35821,69	161092,50	-28762,46
45x50	84	477364,44	230323,76	1087722,40	-139993,52
46x47	63	48498,34	33191,98	136457,00	-15306,36
46x48	84	475198,76	226919,27	1058534,83	-248279,49
46x49	84	21513,68	12509,74	54664,49	-11637,13
46x50	84	211020,92	102511,35	482676,00	-60634,16
47x48	66	824862,07	399399,92	1887265,85	-237541,72
47x49	61	110430,03	62121,40	275672,95	-54812,89
47x50	68	467066,55	230868,68	1081177,24	-147044,14
48x49	84	426759,13	203898,49	967090,13	-113571,87
48x50	84	53674,46	28729,31	129807,13	-22458,21
49x50	84	184297,18	90291,04	423568,44	-54974,08
45x46x47	98	55513,30	29493,65	133671,47	-22644,87
45x46x48	126	455498,33	169647,46	905064,10	-5932,56

Tabela 13 (continuação).

Combinações	G.L.	$(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$(\hat{\sigma}_{IL}^2) + t_{\alpha} s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$(\hat{\sigma}_{IL}^2) - t_{\alpha} s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$
45x46x49	111	53808,90	23499,21	116081,81	-8464,01
45x46x50	126	254044,45	96154,10	508852,82	-763,92
45x47x48	126	562234,61	205826,18	1107673,99	16795,23
45x47x49	96	73629,54	36471,03	170277,77	-23018,69
45x47x50	104	329574,84	132179,26	679849,88	-20700,20
45x48x49	117	436824,16	168443,95	883200,63	-9552,31
45x48x50	126	449529,05	162400,42	879890,16	19167,94
45x49x50	119	243005,85	92027,42	486878,51	-866,81
46x47x48	82	449519,70	190349,99	953947,17	-54907,77
46x47x49	76	60147,34	31152,08	142700,35	-22405,67
46x47x50	83	242195,26	105795,94	522554,50	-38163,98
46x48x49	126	307823,85	110827,40	601516,46	14131,24
46x48x50	126	246631,37	89536,84	483904,00	9358,74
46x49x50	126	139340,91	51324,56	275350,99	3330,83
47x48x49	80	454017,01	192078,29	963024,48	-54990,46
47x48x50	87	448534,25	190236,41	952660,74	-55592,24
47x49x50	81	254328,22	110640,15	547524,62	-38868,18
48x49x50	126	221973,89	80726,16	435898,21	8049,57
45x46x47x48	120	380691,45	136168,38	737452,61	23930,29
45x46x47x49	113	60774,76	27103,41	131785,69	-10236,17
45x46x47x50	121	220331,95	81221,61	433132,57	7531,33

Tabela 13 (continuação)

Combinações	G.L.	$(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$(\hat{\sigma}_{IL}^2) + t_{\alpha} s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$	$(\hat{\sigma}_{IL}^2) - t_{\alpha} s(\hat{\sigma}_{IL}^2)$
45x46x48x49	155	313488,78	101655,67	579826,64	47150,92
45x46x48x50	166	351425,78	111137,90	642607,08	60244,48
45x46x49x50	156	172550,02	57131,79	322235,31	22864,73
45x47x48x49	118	381676,29	136438,33	739144,71	24207,87
45x47x48x50	126	447468,13	159252,16	864708,79	30227,47
45x47x49x50	119	225134,60	82800,49	442071,88	8197,32
45x48x49x50	162	337833,22	109521,58	624779,76	50886,68
46x47x48x49	96	317876,95	125327,58	646235,21	-10481,31
46x47x48x50	104	346720,10	131875,56	690915,31	2524,89
46x47x49x50	97	174002,93	68603,95	353059,24	-5053,38
46x48x49x50	168	228942,49	69313,32	409850,26	48034,72
47x48x49x50	102	344713,26	131070,66	686807,68	2618,84
45x46x47x48x49	136	290901,62	98913,11	550051,35	31751,89
45x46x47x48x50	145	349327,44	115065,98	650800,31	47854,57
45x46x47x49x50	137	170558,84	58395,54	323555,15	17562,53
45x46x48x49x50	201	280848,02	80079,02	491455,84	70240,20
45x47x48x49x50	142	347365,08	144395,55	647081,42	47648,74
46x47x48x49x50	120	282451,11	98307,35	540016,37	24885,85
45x46x47x48x49x50	162	286908,66	88405,34	518530,65	55286,67