

ESTUDOS DE CORRELAÇÃO ENTRE TEOR DE PROTEÍNA  
E ALGUMAS CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS EM  
ARROZ DE SEQUEIRO (*Oryza sativa* L.)

MARIA FLOR DO CÉU DE ARAÚJO MOURA

Orientador: **Akihiko Ando**

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.

P I R A C I C A B A  
Estado de São Paulo - Brasil  
Setembro, 1980

Ao

DAURO

· D E D I C O

A minha família

e ao

*Prof. LAMARTINE A. DA CUNHA FILHO*

MINHA HOMENAGEM

## AGRADECIMENTOS

Externamos nossos agradecimentos a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para este trabalho, principalmente às seguintes pessoas e entidades:

- Prof. Akihiko Ando, pela orientação.
- Prof. Lamartine Antônio da Cunha Filho.
- Prof.<sup>a</sup> Lenita Sobral do Nascimento.
- Prof.<sup>a</sup> Maria de Fátima Alves.
- Prof. Natal Antônio Vello.
- Prof. Roland Vencovsky.
- Funcionários do Departamento de Genética da ESALQ.
- Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", ESALQ.
- Programa Institucional de Capacitação de Docentes - PICD da Universidade Federal do Rio de Janeiro - U.F.R.R.J.
- Departamento de Genética da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
- Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), EMBRAPA - Goiânia.
- Setores de Bioquímica e Radioquímica do Centro de Energia Nuclear na Agricultura - CENA.

I N D I C E

|   | <u>Página</u> |
|---|---------------|
| 1. RESUMO . . . . .                                 | 1             |
| 2. INTRODUÇÃO . . . . .                             | 3             |
| 3. REVISÃO DE LITERATURA. . . . .                   | 7             |
| 4. MATERIAL . . . . .                               | 21            |
| 5. MÉTODOS. . . . .                                 | 24            |
| 5.1. Obtenção dos dados experimentais. . . . .      | 24            |
| 5.1.1. Semeadura. . . . .                           | 25            |
| 5.1.2. Altura da planta . . . . .                   | 26            |
| 5.1.3. Número de perfilhos. . . . .                 | 26            |
| 5.1.4. Comprimento da panícula. . . . .             | 26            |
| 5.1.5. Peso de 1.000 grãos. . . . .                 | 27            |
| 5.1.6. Relação comprimento/largura do grão. . . . . | 27            |
| 5.1.7. Comprimento do grão. . . . .                 | 27            |
| 5.1.8. Produção de grãos. . . . .                   | 28            |
| 5.1.9. Fertilidade. . . . .                         | 28            |
| 5.1.10. Teor de proteína . . . . .                  | 28            |
| 5.1.11. "Stand" . . . . .                           | 29            |
| 5.2. Análise estatística . . . . .                  | 29            |
| 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO . . . . .                 | 32            |
| 6.1. Médias. . . . .                                | 32            |
| 6.2. Coeficiente de correlação . . . . .            | 33            |

|   | <u>Página</u> |
|---|---------------|
| 6.2.1. Correlação simples entre teor de proteína e "stand". . . . .   | 34            |
| 6.2.2. Altura da planta . . . . .   | 37            |
| 6.2.2.1. Correlação simples entre teor de proteína e altura da planta. . . . .                                  | 37            |
| 6.2.2.2. Correlação simples entre "stand" e altura da planta. . . . .   | 38            |
| 6.2.2.3. Correlação parcial entre teor de proteína e altura da planta, retirado o efeito do "stand". . . . .    | 39            |
| 6.2.3. Número de perfilhos. . . . .   | 43            |
| 6.2.3.1. Correlação simples entre teor de proteína e número de perfilhos. . . . .                               | 43            |
| 6.2.3.2. Correlação simples entre "stand" e número de perfilhos . . . . .                                       | 44            |
| 6.2.3.3. Correlação parcial entre teor de proteína e número de perfilhos, retirado o efeito do "stand". . . . . | 44            |
| 6.2.4. Comprimento da panícula. . . . .   | 48            |
| 6.2.4.1. Correlação simples entre teor de proteína e comprimento da panícula. . . . .                           | 48            |

|   | <u>Página</u> |
|---|---------------|
| 6.2.4.2. Correlação simples entre "stand" e comprimento da panícula . . .   | 50            |
| 6.2.4.3. Correlação parcial entre teor de proteína e comprimento da panícula, retirado o efeito do "stand". . . . .           | 50            |
| 6.2.5. Peso de 1.000 grãos. . . . .   | 52            |
| 6.2.5.1. Correlação simples entre teor de proteína e peso de 1.000 grãos. . . . .   | 52            |
| 6.2.5.2. Correlação simples entre "stand" e peso de 1.000 grãos . . . .   | 54            |
| 6.2.5.3. correlação parcial entre teor de proteína e peso de 1.000 grãos, retirado o efeito do "stand". . . . .               | 54            |
| 6.2.6. Relação comprimento/largura do grão. .   | 56            |
| 6.2.6.1. Correlação simples entre teor de proteína e relação comprimento/largura do grão . . . .                              | 56            |
| 6.2.6.2. Correlação simples entre "stand" e relação comprimento/largura do grão. . . . .                                      | 57            |
| 6.2.6.3. Correlação parcial entre teor de proteína e relação comprimento/largura do grão, retirado o efeito do "stand". . . . | 57            |

|   | <u>Página</u> |
|---|---------------|
| 6.2.7. Comprimento do grão. . . . .   | 59            |
| 6.2.7.1. Correlação simples entre teor de proteína e comprimento do grão. . . . .                               | 59            |
| 6.2.7.2. Correlação simples entre "stand" e comprimento do grão . . . . .                                       | 60            |
| 6.2.7.3. Correlação parcial entre teor de proteína e comprimento do grão, retirado o efeito do "stand". . . . . | 60            |
| 6.2.8. Produção de grãos . . . . .  | 62            |
| 6.2.8.1. Correlação simples entre teor de proteína e produção de grãos. . . . .                                 | 62            |
| 6.2.8.2. Correlação simples entre "stand" e produção de grãos . . . . .   | 63            |
| 6.2.8.3. Correlação parcial entre teor de proteína e produção de grãos, retirado o efeito do "stand". . . . .   | 64            |
| 6.2.9. Fertilidade. . . . .   | 68            |
| 6.2.9.1. Correlação simples entre teor de proteína e fertilidade . . . . .                                      | 68            |
| 6.2.9.2. Correlação simples entre "stand" e fertilidade . . . . .   | 69            |



Página

|  |    |
|--|----|
| 6.2.9.3. Correlação parcial entre teor de proteína e fertilidade re- tirado o efeito do "stand". . | 70 |
| 7. CONCLUSÕES. . . . .   | 72 |
| 8. SUMMARY . . . . .   | 75 |
| 9. LITERATURA CITADA. . . . .  | 77 |
| 10. APÊNDICE. . . . .  | 82 |

LISTA DAS TABELAS

| <u>Tabela</u> |   | <u>Página</u> |
|---------------|---|---------------|
| 1             | - Médias das 80 cultivares para os caracteres estudados. . . . .  | 83            |
| 2             | - Coeficientes de correlação entre percentagem de proteína e demais caracteres e respectivos valores de "t" para teste de significância. . . . .  | 86            |
| 3             | - Coeficientes de correlação simples entre "stand" e demais caracteres e respectivos valores de "t" para teste de significância.  | 87            |
| 4             | - Coeficientes de correlação simples, coeficientes de correlação parcial entre comprimento da panícula e outros caracteres e valores "t" correspondentes para teste de significância. . . . . | 88            |
| 5             | - Coeficientes de correlação simples e parcial entre fertilidade e produção de grãos e valores "t" correspondentes para teste de significância. . . . .                                       | 89            |

## CURRICULUM VITAE

MARIA FLOR DO CÉU DE ARAÚJO MOURA, natural de Teresina (PI), filha de Helena de Araújo Moura, obteve o título de Engenheiro Agrônomo no curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Foi admitida na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, onde é atualmente Auxiliar de Ensino. Obteve ingresso no curso de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo, onde desenvolveu pesquisa na área de melhoramento de arroz.

## 1. RESUMO

Com o objetivo de se avaliar as correlações fenotípicas entre diversos caracteres da planta do arroz de sequeiro (*Oryza sativa* L.) e o teor de proteína dos grãos, foram cultivadas, em 1978/79, no campo experimental do Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo, 81 cultivares desta espécie recebidas do Banco de Germoplasma do Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), EMBRAPA, Goiânia.

O material foi disposto em 4 blocos onde as parcelas experimentais correspondentes a cada cultivar foram constituídas por 40 plantas distribuídas em 2 linhas de 2 metros.

Além do teor de proteína dos grãos, medido em percentagem, foram observados os seguintes caracteres: altura da planta, número de perfilhos, comprimento da panícula,

peso de 1.000 grãos, relação comprimento/largura do grão, comprimento do grão, produção de grãos e fertilidade.

O teor de proteína dos grãos mostrou correlação positiva com altura da planta e correlação negativa com os caracteres comprimento da panícula, produção de grãos e fertilidade. Para número de perfilhos, peso de 1.000 grãos, relação comprimento/largura e comprimento dos grãos foi constatada ausência de correlação.

A análise estatística feita com os dados obtidos experimentalmente foi utilizada na discussão do problema de melhoramento do arroz em relação ao aumento do teor de proteína dos grãos.

## 2. INTRODUÇÃO

O arroz, embora não seja, das espécies cultivadas, a de maior importância econômica para o mundo em termos de valor total da produção, é, sem qualquer dúvida, responsável por uma fração considerável dos alimentos consumidos diariamente por grande parte da população da terra. Sob esse aspecto, a sua importância se torna maior do que a de outras especies cultivadas, podendo ser comparada com o trigo, o milho, a batata, a soja, etc. Das espécies cujo produto entra na alimentação diária de toda a população humana, o trigo ocupa o primeiro lugar, representando não somente a espécie de mais alta importância sob esse aspecto, como também de grande valor econômico. Entretanto as áreas disponíveis para a cultura do trigo são muito menores do que aquelas que são ou podem ser utilizadas na cultura do arroz. Esta espécie encontra condições apropriadas para a produção, desde 49º de latitude norte até 35º de latitude sul e desde o nível do mar até uma altitude de 3.000 metros, em terras alagadas ou cujo

fornecimento de água deva ser feito obrigatoriamente por irrigação ou pelas chuvas. Além disso, não há, geralmente, grandes problemas afetando a produção da espécie decorrentes de menor fertilidade da terra, de variações da temperatura ambiente e da ocorrência de pragas e doenças. Por outro lado, o arroz se constitui na base da alimentação de muitos povos principalmente os asiáticos, podendo-se dizer que seja a principal fonte fornecedora de calorias da alimentação de dois terços da população humana.

No Brasil, o arroz não é a espécie vegetal de maior importância econômica em relação ao café e a cana-de-açúcar que ocupam os primeiros lugares. Porém, de uma forma semelhante àquela própria dos países asiáticos, o arroz se constitui em grande parte da dieta alimentar de seus habitantes. Esse fato explica ser o Brasil o maior produtor do hemisfério ocidental com uma produção anual de quase 10 milhões de toneladas.

A cultura do arroz no Brasil tem sido até hoje suficiente apenas para o abastecimento do mercado interno, ficando a exportação restrita, a possibilidade de haver excedente na produção. Embora o seu cultivo seja fácil e se encontre grandemente difundido em todo o país, sua produção é feita em larga escala apenas nas regiões Centro Oeste (Mato Grosso e Goiás), Sudeste (Rio de Janeiro e São Paulo), região Sul (Rio Grande do Sul) e região Norte (Maranhão).

O arroz, assim como todos os demais cereais, representa uma importante fonte de carboidratos na alimentação humana. Em relação a esse aspecto, o arroz integral, com 74,8% de carboidratos, supera ligeiramente o milho (74,0%) e é razoavelmente inferior ao trigo (81,1%) e, com respeito a proteína, com 8,5%, é inferior tanto ao milho (11,4%) quanto ao trigo (12,3%), segundo dados apresentados por *EGGUM (1979)*. Embora não seja tão rico em proteína quanto o trigo ou mesmo o milho, é mais rico do que esses cereais em lisina, treonina e triptofano, o que faz do arroz uma fonte de proteína de grande valor nutritivo (*JULIANO e BEACHELL, 1975; NANDA e COFFMAN, 1978 e EGGUM, 1979*). O alto conteúdo de lisina da proteína do arroz torna a proteína deste cereal comparável com a do milho opaco-2, conforme citação de Mertz e colaboradores em *JULIANO e BEACHELL (1975)*.

O teor de proteína do arroz varia não somente em função da natureza genética do material considerado como também em consequência de práticas culturais, o que tem justificado o desenvolvimento de muitos trabalhos no sentido de se conhecer as condições que poderiam resultar na obtenção de maior quantidade de proteína por área cultivada. Entre os fatores do ambiente que, com esse objetivo, têm sido investigados, se destacam a adubação nitrogenada, a estação de cultivo, o controle de ervas daninhas e o uso de irrigação. Para o melhoramento genético do arroz no teor de proteína, têm si-



do investigados,exaustivamente, a utilização de cultivares de mais alto teor de proteína, diretamente ou em cruzamentos e a utilização de mutações induzidas. Em todos os trabalhos referentes a este assunto, os autores têm sido concordes em admitir a existência de sérios problemas quanto a serem obtidos cultivares de mais alto teor de proteína sem prejuízo na produção pois, quase sempre, os pequenos aumentos no teor de proteína conseguidos se fazem as custas da diminuição da produção total de grãos por área cultivada.

O presente trabalho visa estudar, em um grupo de cultivares brasileiras, as correlações entre teor de proteína dos grãos e diversos caracteres da planta no sentido de se obter informações que possam ser úteis em futuros programas de melhoramento da espécie para aumento do teor de proteína. Este aumento assim conseguido poderia significar um aumento no fornecimento de proteína nas dietas alimentares baseadas no arroz.

Sob este aspecto, embora muitos trabalhos tenham sido conduzidos em outros países, muito pouco já foi feito no Brasil, onde se destaca o trabalho pioneiro de ANDO *et alii* (1979).

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

A literatura concernente ao problema da proteína no arroz é bastante variada em relação aos muitos problemas aqui envolvidos, dada a importância desta espécie na alimentação humana. Tais trabalhos foram desenvolvidos principalmente com respeito a caracterização das cultivares de maior significado como fonte produtora de grãos e também no sentido de se conseguir recombinações gênicas de mais alto valor produtivo e de se aperfeiçoar métodos seletivos para o seu reconhecimento.

Em relação a referida caracterização, esses trabalhos dão ênfase, particularmente, à medida da variabilidade do teor de proteína tanto entre como dentro de cultivares.

*WEBB et alii (1968)* estudando grande parte da coleção mundial pertencente ao Departamento de Agricultura dos Estados Unidos constituída por cerca de 4.400 cultivares de arroz provenientes de 57 países, durante o período de 1963 até 1966, em Arkansas, encontraram uma variação dentro dos

limites de 5,3 a 13,6% no teor de proteína.

*NANDA e COFFMAN (1978)* mostraram que, entre as 13.089 variedades do grupo Índica pertencentes a coleção mundial de germoplasma de arroz do *INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE*, o conteúdo de proteína variou de 4,3 a 18,2% na estação seca e, de 3,5 a 15,9% na estação úmida e que, entre as 4.217 variedades de arroz do grupo japônica, essa variação foi de 6,4 a 16,7% na estação seca e de 5,6 a 15,3%, na estação úmida.

*TANAKA (1973)* estudando no Japão 718 mutantes originados tanto de cultivares de arroz não glutinosos como glutinosos, 754 cultivares nativos coletados em diversas regiões espalhadas por todo o Japão e 265 cultivares consideradas como de alta produção em um total de 817 locais, concluiu que os mais altos níveis no teor de proteína foram encontrados nos mutantes, os quais apresentaram uma variação de 4 até 16%; que os mais baixos teores foram localizados nas cultivares de alta produção, com uma amplitude de variação de 5,5 a 10,1%; e que as cultivares não melhoradas próprias de regiões espalhadas por todo o Japão apresentaram valores intermediários desde 5 até 12% de proteína. Este trabalho mostra essa associação importante entre mais baixo teor de proteína e mais alta produção de grãos das cultivares melhoradas em comparação com variedades nativas. Além disso, mostra tam-

bem a importância que novos mutantes podem representar em relação a possibilidade de aumento no teor de proteína no arroz.

*SAMPATH e SESHU (1957)* estudaram o teor de proteína em variedades cultivadas de glumas curtas, de glumas longas, em tetraplóides e em diferentes espécies selvagens de arroz, e concluíram que os mais altos teores ocorriam nos tetraplóides, com variação desde 10,7 até 12% e os mais baixos teores, nas variedades de glumas curtas, com média 7,9% e amplitude de 6,5 a 8,7%. As cultivares de glumas longas mostraram média igual a 10,0% e amplitude de 9,4 a 11,3%. Das espécies selvagens estudadas, *Oryza perennis*, proveniente do Sudão, apresentou o mais baixo teor em proteína (7,8%) e *Oryza australiensis*, o mais alto (10,1%). Os resultados obtidos mostram, portanto, uma variação menos intensa entre cultivares dentro de cada grupo e mesmo entre espécies do que aquelas assinaladas por outros autores, o que foi devido provavelmente ao pequeno número de cultivares dentro de cada grupo.

*GHOSH e SAMPATH (1975)* estudaram, na Índia, o teor de proteína de recombinantes obtidos de cruzamento entre variedades exóticas de arroz, com o objetivo de obter variedades aliando alta produção de grãos com alto teor de proteína, na descendência do cruzamento entre as cultivares Gaisen Mochi, do Japão e, Pirurutong, das Filipinas, verificando que o teor de proteína variou de 8,5 a 11,5%, embora as variedades paternas tivessem apresentado um teor bastante elevado

(13,5 e 13,9%, respectivamente). A variação nessa descendência, apesar de ser relativamente ampla, conduziu a um resultado insatisfatório, já que os recombinantes dos genes das duas cultivares se expressaram apenas em produção sensivelmente mais baixa de proteína, mostrando que, no caso, o caráter está sujeito a uma herança complexa.

A variação observada entre plantas dentro das cultivares tem sido assinalada como sendo tanto ou mesmo mais intensa do que a variação entre cultivares e isso se justifica não somente pela possibilidade da existência de variação genotípica mas também, principalmente, pelos efeitos que o ambiente exerce sobre a produção de proteína das plantas pertencentes à mesma cultivar.

*GOMEZ e De DATTA (1975)* examinaram os dados de 964 parcelas experimentais pertencentes a cultivar IR 8 e 538 parcelas de IR 480-5-9, em relação ao conteúdo de proteína, verificando que a estação do ano, o local, a adubação nitrogenada, o manejo da água e o controle de ervas daninhas, se constituíram nas principais fontes de variação entre plantas, em relação ao teor de proteína. Para a cultivar IR 8, o conteúdo de proteína variou de 4,8 a 12,1% e, para a linhagem IR 480-5-9, de 6,4 a 17,4%.

*JULIANO (1972)* e *JULIANO et alii (1964)*, citados por *JULIANO e BEACHELL (1975)*, mostraram que o teor de proteína do arroz com 14% de umidade, pode variar até 6% dentro

de uma mesma variedade.

*JULIANO (1972)*, citado por *JULIANO e BEACHELL (1975)*, observou que na cultivar IR 8, o teor de proteína variou de 6 a 12%.

Em relação ao efeito que a estação do ano exerce sobre o teor de proteína do arroz, *GOMEZ e De DATTA (1975)* assinalaram haver uma diferença de 0,5% a mais no teor de proteína do grão de arroz cultivado na estação úmida do que na estação seca. Esta diferença estaria relacionada com o efeito da radiação solar durante o desenvolvimento dos grãos, de forma a diminuir o teor de proteína quando ocorrer alta radiação solar durante essa fase.

*De DATTA et alii (1972)* conduziram experimentos de campo no sentido de determinar diferenças entre variedades e estudar os efeitos da densidade de plantio, época de aplicação de nitrogênio e aplicação de herbicidas químicos em relação ao teor de proteína do grão. Com respeito à densidade de plantio, comparando os espaçamentos 20X20, 40X40, 50X50 e 100X100 centímetros, concluíram que o teor de proteína do grão da cultivar IR 8, era mais alto nos espaçamentos amplos do que nos espaçamentos menores. Foi explicado que, com espaçamentos amplos, o teor de proteína aumentava devido a maior quantidade de nitrogênio disponível às plantas. Entretanto, em espaçamentos maiores a produção de grãos diminuía porque

diminuía o número de panículas produzidas por unidade de área. Quanto a adubação nitrogenada, a aplicação de nitrogênio em pequenas doses durante o plantio e início do desenvolvimento da panícula ou emborrachamento, resultou em maior teor de proteína do que aplicação apenas durante a sementeira. O teor de proteína também foi aumentado com aplicação dos herbicidas Sime-trine, Simazine e outros, sem haver diminuição da produção de grãos.

Com relação ao efeito direto da adubação nitrogenada no aumento da proteína do grão do arroz, *KUSHIBUCHI et alii (1974)* citaram que tal aumento pode ir até 10 a 15% sob condições de adubação forte. Aumento desse teor também foi assinalado por *BHATIA e RABSON (1976)* e *GOMEZ e De DATTA (1975)*. Em 1975, o *INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE* publicou os resultados comparativos da produção de grãos em toneladas por hectares, do teor de proteína em percentagem e do teor de proteína produzida em miligrama, por semente, de um grupo de linhagens derivadas do IR 8 sob diferentes condições de adubação nitrogenada, concluindo que a adubação parcelada produziu melhores resultados do que a não parcelada e que esta determinou maior aumento nas três variáveis, do que ausência de adubação.

*BHATIA e RABSON (1976)* fizeram amplas considerações a respeito de problemas fotossintéticos em relação ao melhoramento de cereais para teor de proteína, mostrando que a

intensificação de assimilação de carbono pela fotossíntese e de nitrogênio disponível no solo são necessários para garantir o aumento da concentração de proteína com simultânea manutenção de altas produções de grãos. A síntese de maior quantidade tanto de proteína como de carboidratos nos grãos (ou maior produção de grãos), requer maior atividade fotossintética e maior quantidade de nitrogênio disponível. Assim sendo, o problema relativo ao melhoramento do arroz para aumento do teor de proteína sem diminuição na produção total de grãos, está sujeita não somente às possibilidades ambientais como também às possibilidades gênicas de cada genótipo em ser capaz de intensificar o processo da fotossíntese.

Melhoramento genético do arroz para mais alto teor em proteína, tem sido tentado intensamente no International Rice Research Institute, Manila (IRRI), no Central Rice Research Institute, Cuttack (CRRI), no Indian Agriculture Research Institute, New Delhi (IARI), na Central Agricultural Experiment Station (Japão) e no Agricultural Research Service (U.S. Department of Agriculture). Via de regra, o melhoramento do arroz para tal finalidade tem sido tentado pelos métodos clássicos de melhoramento, quais sejam: seleção de cultivares de alta produção de grãos e de maior teor de proteína, hibridação de cultivares seguida de seleção de bons recombinantes e indução de mutações seguida de recombinação gênica para seleção de genótipos superiores. Em todos esses pro-



cessos, interfere, evidentemente, o papel que possa ter o ambiente na expressão fenotípica dos genes responsáveis pelo mais alto teor de proteína. Em relação a esse aspecto, *GOMEZ (1979)* mostrou que, em 17.587 cultivares de arroz da coleção de germoplasma do *INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE*, havia um coeficiente de variação entre variedades igual a 20%, mas que dentro da variedade IR 8, apenas 13%. Esse fato, mostra tanto a possibilidade de melhoramento genético como a de melhoramento do ambiente para o teor de proteína do arroz.

*GHOSH e SAMPATH (1975)* utilizaram para o melhoramento de arroz com alta proteína, uma combinação do método da hibridação com a indução de mutação. Do cruzamento entre duas variedades exóticas foi selecionado um recombinante com alto teor de proteína que, após irradiação e seleção de mutantes na progênie, foi cruzado como doador com uma variedade adaptada e duas variedades de alta produção semi-anãs. De uma dessas três combinações, surgiram recombinantes de alta produção de grãos e alto teor de proteína.

*NANDA e COFFMAN (1978)* relataram o cruzamento efetuado entre seis variedades contendo mais de 14% de proteína com a cultivar IR 8, assinalando que, as melhores linhagens obtidas, tinham teor de proteína mais alto do que a IR 8, mas apenas dois terços de sua produção de grãos. Outros trabalhos com o mesmo sentido foram conduzidos pelo *INTERNATIONAL*

*RICE RESEARCH INSTITUTE* mostrando que, embora poucas linhagens tenham sido conseguidas com aumento tanto na produção de grãos como no teor de proteína, tais caracteres não se expressaram consistentemente de estação a estação.

*GOMEZ e De DATTA (1975)* relataram a existência de uma relação quadrática, dentro de uma mesma variedade, entre produção de grãos e conteúdo de proteína. Esses dois caracteres poderiam se expressar, ao mesmo tempo, mais intensamente, em consequência de medidas tomadas no manejo e nas práticas culturais, mas apenas até um certo nível, além do qual, o aumento no conteúdo de proteína resultaria em um decréscimo na produção de grãos. Sugeriram que, para cada cultivar, deve ser estudado o limiar proteína-produção.

A existência de correlação negativa entre produção de grãos e teor de proteína tem sido assinalada, por vários autores, como sendo um dos maiores obstáculos ao trabalho do melhorista no sentido do aumento da proteína do arroz. Em relação a este aspecto do problema, *GOMEZ (1979)* relatou que, embora tal correlação negativa exista, o seu valor é pequeno. De todos os testes feitos nesse sentido pelo *INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE de 1973 a 1977*, envolvendo de duas a quatro centenas de cultivares por ano, tanto na estação seca como na estação úmida, o mais alto valor do coeficiente de correlação foi - 0,50 obtido em 1975. De 1973 a 1976, todos os coeficientes de correlação foram negativos

e significativos a 1% nas duas estações, tendo sido o valor mínimo - 0,13, obtido na estação seca de 1974. Em 1977 os coeficientes de correlação obtidos foram não significativos, sendo 0,02 na estação seca e - 0,03 na estação úmida (NANDA e COFFMAN, 1978).

O valor negativo do coeficiente de correlação entre percentagem de proteína e produção de grãos, tem sido assinalado por vários autores na literatura. GOMEZ (1979) relacionou citações a esse respeito feitas por Erickson em 1967 e por Carnahan e colaboradores em 1972. Outras citações foram feitas por KUSHIBUCHI *et alii* (1974), HIGASHI e KUSHIBUCHI (1974), NARAHARI *et alii* (1975), HIGASHI e KUSHIBUCHI (1976), KHUSH e COFFMAN (1977) e COFFMAN e JULIANO (1979).

ANDO *et alii* (1979) estudando diversos caracteres em linhagens mutantes de arroz, notaram que, de um modo geral, havia tendência para maior teor de proteína nas linhagens de mais baixa produção e vice-versa. Assim, em 1976-1977, na linhagem L-7, de todas, a de mais baixa produção (72,9 em comparação com 100 do controle), ocorreu o mais alto teor de proteína (120,2 em comparação a 100 do controle) e, na linhagem L-30, em 1977-1978, a de mais alta produção (107,5), ocorreu o mais baixo teor de proteína (91,5). Entretanto, na linhagem L-82 em 1977-1978, tanto a produção como o teor de proteína foram mais alto do que o controle. Apesar desses resultados, comparando-se os valores obtidos em 1976-1977 com

aqueles de 1977-1978, verificou-se que, para as três linhagens, o aumento da produção foi sempre acompanhado pela diminuição no teor de proteína.

Estudos a respeito de correlação fenotípica entre conteúdo de proteína e outros caracteres do arroz, também são bastante frequentes na literatura.

*HILLERISLAMBERS et alii* (1973) estudando a herança do conteúdo de proteína em seis populações híbridas de arroz, verificaram que o alto teor de proteína estava significativamente correlacionado com baixa estatura da planta. *HIGASHI e KUSHIBUCHI* (1976) estudando gerações  $F_2$  e  $F_4$  derivadas do cruzamento entre duas cultivares de arroz, uma com alto e outra com baixo teor de proteína, verificaram que os segregantes de porte baixo tenderam a ser mais ricos em proteína.

*TANAKA e TAKAGI* (1970) estudaram em 545 linhagens mutantes obtidas da variedade Norin 8, as correlações entre teor de proteína e caracteres fenotípicos dessas linhagens, com o objetivo de obter informações úteis para o melhoramento do arroz. Em relação aos caracteres comprimento do colmo e teor de proteína em 537 linhagens mutantes, foi obtido um coeficiente de correlação igual a - 0,4791. Os dados apresentados porém mostram uma variação considerável no teor de proteína a qual foi de 5 a 11%, para as classes de 60 a 90 centímetros de comprimento do colmo. Os autores citaram

a possibilidade de tal correlação ser negativa, como uma consequência da própria natureza do material utilizado pois, muitas das linhagens estudadas, eram mutantes anões de alto teor de proteína. Correlação negativa entre teor de proteína e comprimento do colmo no arroz, também foi constatada por *KATAOKA (1978)*, estudando as gerações  $F_2$  e  $F_3$  do cruzamento entre as variedades Norin 1 e Norin 22.

*TANAKA e TAKAGI (1970)* também estudaram o coeficiente de correlação entre teor de proteína e peso de um único grão no arroz integral obtendo, para 333 linhagens mutantes, um valor - 0,5785 significativo ao nível de 1%. Verificaram também que, embora linhagens com alto teor de proteína tendessem a ter grãos menores, algumas linhagens com grãos grandes tinham alto teor em proteína, levando a conclusão sobre a inexistência de ligação entre genes afetando o tamanho dos grãos e os genes afetando o teor de proteína. Entretanto, *TANAKA (1971)*, referindo-se ao mesmo material já citado em *TANAKA e TAKAGI (1970)*, afirma ter sido igual a 0,07916, não significativo, o coeficiente de correlação obtido com as 333 linhagens mutantes, entre teor de proteína e peso individual dos grãos do arroz integral. *HILLERISLAMBERS et alii (1973)* também encontraram correlação significativa entre alto teor de proteína e grãos leves ( $r = - 0,115$ ), estudando um material constituído pelas seis populações híbridas possíveis do cruzamento entre quatro variedades: Calrose, dos Estados Uni-

dos, Ku Jung Do, da Coreia e Kitaminori e Isao Mochi, do Japão.

*WEBB et alii (1968)* estudaram as correlações entre vários caracteres do arroz e teor de proteína em dois grupos de variedades, amiláceas e não amiláceas, provenientes de nove países. No grupo não amiláceo, os coeficientes de correlação entre comprimento do grão e teor de proteína variaram desde 0,49, significativo a 1%, até - 0,20, não significativo. Dos nove países, cinco produziram correlações positivas e significativas a 1%. Para as correlações entre a relação comprimento/largura do grão e teor de proteína, para o mesmo grupo amiláceo, as correlações variaram desde 0,41, significativo a 1%, até - 0,13, não significativo. Dos mesmos nove países, quatro mostraram correlação positiva e significativa. No grupo amiláceo, onde foram considerados apenas três países, a correlação entre comprimento dos grãos e teor de proteína foi, no total, igual a 0,19, significativo a 1%, variando de um valor mais alto igual a 0,50, significativo a 1%, ao valor mais baixo -0,16, não significativo. Finalmente, para o coeficiente de correlação entre relação comprimento/largura do grão e teor de proteína, o valor total obtido foi 0,11 não significativo, com uma variação desde 0,40, significativo a 1%, até - 0,22, não significativo.

*HIGASHI et alii (1974)* estudando variedades ja

ponesas de arroz, verificaram haver uma correlação negativa entre percentagem de proteína e peso de 1.000 grãos. O mesmo resultado foi obtido por *KATAOKA (1978)* estudando as gerações  $F_2$  e  $F_3$  do cruzamento entre as variedades de arroz Norin 1 e Norin 22.

Estudos de correlação entre vários outros caracteres da planta do arroz e teor de proteína dos grãos também são bastantes comuns na literatura. Dentre estes se destaca o de *KATAOKA (1978)* que mostrou, estudando as gerações  $F_2$  e  $F_3$  dos cruzamentos recíprocos entre as cultivares Norin 1 e Norin 22, correlação negativa entre teor de proteína e número de panículas. Correlação negativa entre teor de proteína e época de emborrachamento ou precocidade foi também constatada por *WEBB et alii (1968)*, *TANAKA e TAKAGI (1970)*, *HILLERIS-LAMBERS et alii (1973)*, *KUSHIBUCHI et alii (1974)*, *HIGASHI et alii (1974)*, *HIGASHI e KUSHIBUCHI (1976)* e *KATAOKA (1978)*.

#### 4. MATERIAL

O material estudado neste trabalho constava inicialmente de 81 cultivares brasileiras de arroz de sequeiro mas foi reduzido posteriormente a 80 devido a falta de dados para análise de uma delas.

De cada uma dessas cultivares, abaixo relacionadas, uma amostra de aproximadamente 100 gramas de sementes foi fornecida pelo Banco de Germoplasma do Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), EMBRAPA-GOIÂNIA.

|                 |            |
|-----------------|------------|
| Bico Ganga      | Linha 2459 |
| Guaíra          | H 10/V7    |
| Dourado Precoce | KT 29      |
| 4 Meses         | AUS 75     |
| Guedes          | AUS 8      |
| Catalão         | AUS 61     |
| Amarelão        | Come Crú   |
| Pratão Precoce  | DV - 88    |



|                    |                 |
|--------------------|-----------------|
| Pratão             | De Abril        |
| Matão              | HBJ - Boro II   |
| Fernandes          | IPSL 1369       |
| Iguape Redondo     | IPSL 1869       |
| IAC 5544           | IPSL 162        |
| IAC 25             | IPSL 1070       |
| IAC 1246           | IPSL 469        |
| IAC 1131           | IPSL 2270       |
| IAC 120            | Iguapão         |
| IAC 47             | Iguape          |
| IAC 5032           | IAC 416         |
| IPSL 462           | Montanha Liso   |
| IPSL 970           | Nuglin 24       |
| IPSL 2060          | Linha 3604      |
| IPSL 270           | IPSL 2070       |
| IPSL 165           | TKM 6           |
| Kinka BC           | P 69 - 205      |
| Pérola de Campinas | Canela de Aço   |
| Bacaba             | Agulhão         |
| Procópio           | Batatais        |
| Santa América      | Zebú            |
| Guapinha           | Cartuna         |
| Brejeiro           | E 425           |
| Caqui              | PI 160-638      |
| Cana Roxa          | Preto Cultivado |
| Corte              | Agulha ESAV     |

|               |                     |
|---------------|---------------------|
| Agulha Branco | IPSL 1770           |
| Ourinho       | Patnai 6            |
| Bico Preto    | B 9 - 34 - 8        |
| Saquarema     | IPSL 163            |
| Palha Murcha  | SZU Miau            |
| Paranazinho   | IPSL II 2070        |
|               | Lagiado (eliminada) |

## 5. MÉTODOS

### 5.1. Obtenção dos dados experimentais

Para obtenção dos dados experimentais, 81 cultivares foram dispostas no campo em 4 blocos, obedecendo-se, em cada um deles, um sorteio ao acaso apropriado para uma análise de variância em "lattice" 9X9. Dentro de cada bloco (repetição), cada cultivar ocupou uma só parcela experimental. Nessas condições, os caracteres em estudo foram avaliados em cada uma das quatro repetições com as quais se obteve uma média final representativa da cultivar, para efeito de cálculo das correlações. A cultivar Lagiado foi eliminada do trabalho por falta de dados.

Para cada uma das 80 cultivares foram observados os seguintes caracteres:

1. Teor de proteína
2. Número de plantas ("stand")
3. Altura da planta

4. Número de perfilhos
5. Comprimento da panícula
6. Peso de 1.000 grãos
7. Relação comprimento/largura dos grãos
8. Comprimento dos grãos
9. Produção total de grãos
10. Fertilidade

#### 5.1.1. Semeadura

No ano agrícola 1978/79, no campo experimental do Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo, as 81 cultivares foram plantadas em covas isoladas. As parcelas experimentais foram constituídas por 2 linhas de 2 metros de comprimento, com espaçamento entre linhas de 50 centímetros e, entre covas, de 10 centímetros, cada uma perfazendo assim um total de 40 sementes. Devido as condições topográficas e físicas do terreno e condições meteorológicas reinantes durante o período da germinação, houve algum prejuízo na homogeneidade das amostras utilizadas para as cultivares, em consequência de falhas na germinação.

### 5.1.2. Altura da planta

A altura das plantas foi tomada em centímetros com o emprego de uma régua comum. Para isso a régua foi apoiada no solo junto a planta, sendo estimada sua altura até o ponto mais alto atingido pelas folhas ou pelas panículas esticadas para cima. Essa medida foi avaliada após o início do florescimento, em 5 plantas competitivas por repetição, escolhidas ao acaso, totalizando 20 plantas por cultivar.

### 5.1.3. Número de perfilhos

A contagem do número de perfilhos foi feita na mesma ocasião e nas mesmas plantas utilizadas para medida da altura, tendo sido considerados todos eles, qualquer que fosse o estágio de desenvolvimento.

### 5.1.4. Comprimento da panícula

A medida do comprimento da panícula desde o primeiro nó até a extremidade foi feita em centímetros, em laboratório, após a colheita, com o emprego de uma régua milimetrada, utilizando-se uma só panícula escolhida ao acaso de cada uma das cinco plantas casualizadas dentro de cada repetição.

#### 5.1.5. Peso de 1.000 grãos

Para obtenção do peso de 1.000 grãos foi utilizada uma balança elétrica Mettler P 1210 com aproximação até miligrama. Para isso foram tomadas todas as sementes férteis presentes nas panículas utilizadas para medida do comprimento. Como o número de grãos férteis existentes nessas cinco panículas foi sempre inferior a 1.000, o peso de 1.000 grãos foi estimado, em gramas, em proporção para esse total, do total de grãos existentes.

#### 5.1.6. Relação comprimento/largura do grão

Para cálculo da relação comprimento/largura do grão foi usado um aparelho Dial Caliper, Kori Seiki Ltd. Para isso foram tomados ao acaso cinco grãos férteis entre todos aqueles das cinco panículas utilizadas para medida do comprimento e do peso de 1.000 grãos.

#### 5.1.7. Comprimento do grão

Para esse caráter foi utilizada, em milímetros, a medida já usada para cálculo da relação comprimento/largura do grão.

#### 5.1.8. Produção de grãos

A produção total de grãos por parcela foi medida em gramas com o emprego da mesma balança elétrica utilizada para o cálculo do peso de 1.000 grãos. O material pesado foi constituído apenas das sementes férteis, separadas manualmente, por ventilação, das sementes estéreis encontradas em todas as panículas produzidas em cada parcela.

#### 5.1.9. Fertilidade

A fertilidade foi avaliada em percentagem no conjunto das cinco panículas utilizadas para medidas anteriores. Para isso as panículas foram debulhadas sendo as sementes separadas manualmente em dois grupos, cheias e vazias, das quais as primeiras foram consideradas férteis.

#### 5.1.10. Teor de proteína

A análise da proteína foi feita no grão integral obtido pela eliminação manual das glumas. Os grãos de cada amostra de peso igual a cinco gramas foram secos e triturados em moinho Janke & Kunkel KG, A 10S1. O pó obtido foi digerido em mistura digestora ácida, seguindo-se a determinação quantitativa de nitrogênio total pelo analisador automáti

co da Technicon. O teor de proteína em percentagem foi obtido usando-se o fator 6,25.

#### 5.1.11. "Stand"

Para determinação do "stand" foram contadas as plantas existentes em cada repetição por ocasião da época do início do florescimento.

### 5.2. Análise estatística

A análise estatística foi feita com base na estimativa dos coeficientes de correlação simples entre percentagem de proteína e cada um dos caracteres medidos nas plantas, quais sejam: altura da planta, número de perfilhos, comprimento da panícula, peso de 1.000 grãos, relação comprimento/largura do grão, comprimento do grão, produção total de grãos e fertilidade. Para cálculo das estimativas desses coeficientes de correlação, cada cultivar contribuiu com um par de medidas, utilizando-se a fórmula:

$$r_{X,Y} = \frac{\text{cov } XY}{s_X \cdot s_Y}$$

O objetivo dessa análise foi mostrar como caracteres fenotípicos de fácil observação no arroz e de importância direta ou indireta na produção estão associados com o



teor de proteína dos grãos.

Uma vez que algumas dessas características fenotípicas estão associadas entre si pelo fato de interferirem direta ou indiretamente na produção, também foram calculados coeficientes de correlação simples entre comprimento da panícula e cada um dos seguintes caracteres: produção, altura da planta, número de perfilhos, peso de 1.000 grãos e fertilidade; e também, entre fertilidade e produção de grãos.

Considerando-se a possibilidade do número de plantas por parcela ("stand") estar afetando vários caracteres cuja expressão pudesse depender, pelo menos em parte, do grau de competição entre as plantas nas linhas, foram também calculados os coeficientes de correlação parcial entre percentagem de proteína e os demais caracteres, com a retirada do efeito do "stand", utilizando-se a fórmula seguinte:

$$r_{Y1.2} = \frac{r_{Y1} - r_{Y2} r_{12}}{\sqrt{(1-r_{Y2}^2) (1-r_{Y12}^2)}}$$

onde:

Índice Y representa percentagem de proteína

Índice 1 representa um caráter qualquer

Índice 2 representa o "stand"

$r_{Y1.2}$  = coeficiente de correlação parcial entre os caracteres Y e 1, retirado o efeito do caráter 2.

$r_{Y1}$  = coeficiente de correlação simples entre os caracteres Y e 1.

$r_{Y2}$  = coeficiente de correlação simples entre os caracteres Y e 2.

Para os caracteres percentagem de proteína, "stand" e percentagem de sementes férteis, os dados obtidos foram transformados, respectivamente em:  $\sqrt{X}$ ,  $\sqrt{X+1}$  e arco seno  $\sqrt{X}$ .

A significância dos valores dos coeficientes de correlação foi verificada, por sua transformação no valor "t", por meio da fórmula:

$$t = \frac{r \sqrt{N-K-1}}{\sqrt{1-r^2}}$$

onde:

- r = coeficiente de correlação
- N = número de pares de caracteres da amostra
- K = número de variáveis independentes

Para verificação da significância do valor "t", foi usada a tabela de FISHER e YATES, transcrita por STEEL e TORRIE (1960) com N-2 e N-3 graus de liberdade, respectivamente, para coeficiente de correlação simples e coeficiente de correlação parcial.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1. Médias

As médias de cada um dos dez caracteres estudados para as 80 cultivares, se encontram na Tabela 1, onde esses caracteres foram enumerados de 1 a 10 conforme a relação seguinte:

1. Teor de proteína (%)
2. "Stand"
3. Altura da planta (cm)
4. Número de perfilhos
5. Comprimento da panícula (cm)
6. Peso de 1.000 grãos (g)
7. Relação comprimento/largura de grão
8. Comprimento de grão (mm)
9. Produção de grãos (g)
10. Fertilidade (%)

Em relação as médias estimadas para teor de pro

teína das 80 cultivares, esta Tabela 1 permite a constatação de uma ampla variação dentro dos limites de 9,96%, na cultivar Patnai 6, a 16,85%, na cultivar Canela de Aço, a qual se assemelha bastante com os resultados obtidos por *WEBB et alii* (1968), *TANAKA* (1973) e *NANDA e COFFMAN* (1978). Variabilidade semelhante também foi encontrada por *SAMPATH e SESHU* (1957), em relação à diferentes tipos de arroz quanto ao comprimento das glumas e por *GHOSH e SAMPATH* (1975), em seleções obtidas após hibridação entre germoplasmas exóticos.

## 6.2. Coeficiente de correlação

Os coeficientes de correlação simples e parcial entre o caráter teor de proteína e os demais caracteres e os respectivos valores de "t", usados para teste de significância, estão relacionados na Tabela 2. Nesta tabela, os coefi cient es de correlação parcial foram calculados com a retirada do efeito do "stand".

Os coeficientes de correlação simples entre o caráter "stand" e os demais caracteres e respectivos valores de "t", calculados para teste de significância, constam da Ta bela 3.

Os coeficientes de correlação simples e parcial entre comprimento da panícula e outros caracteres e respecti-

vos valores de "t", usados para teste de significância, se encontram na Tabela 4, onde os coeficientes de correlação parcial foram calculados com a retirada do efeito do "stand".

Os coeficientes de correlação simples e parcial entre fertilidade e produção de grãos e valores de "t" correspondentes, calculados para teste de significância, se encontram na Tabela 5. Nesta tabela, a correlação parcial foi calculada com a retirada do efeito do "stand".

A discussão a respeito dos resultados obtidos em relação a esses coeficientes de correlação simples e parciais constantes das Tabelas 2, 3, 4 e 5, será feita, a seguir, para cada caráter considerado isoladamente, tanto quanto isso seja possível.

#### 6.2.1. Correlação simples entre teor de proteína e "stand"

Da análise dos dados experimentais, foi obtido um coeficiente de correção  $r = 0,2526$ , para o qual o valor  $t = 2,3056$ , foi significativo ao nível de 5% (Tabela 2), indicando que, quando o número de plantas por parcela aumenta, aumenta também o teor de proteína dos grãos. Essa associação não encontra uma explicação razoável dentro do ponto de vista biológico pois, o maior número de plantas desenvolvendo-se na

mesma área deve determinar um desvio de nitrogênio disponível no solo para o seu desenvolvimento principalmente durante a fase vegetativa, em detrimento de sua utilização nos grãos. Esta ocorrência seria de se esperar já que o teor de nitrogênio no solo é baixo e, geralmente, limitante da produção. O problema talvez não ocorresse caso houvesse no solo nitrogênio suficiente para atender as necessidades das plantas em todas as suas fases. O resultado obtido experimentalmente está mesmo em completo desacordo com aqueles de outros trabalhos referentes aos efeitos do manejo e das práticas culturais, sobre o teor de proteína dos grãos de arroz. Dentre esses trabalhos já foi demonstrado que esse teor aumenta com o aumento do espaçamento que, assim, determinaria um melhor aproveitamento do nitrogênio do solo pelas plantas (*De DATTA et alii, 1972*). A constatação do aumento do teor de proteína dos grãos, resultante de um controle eficiente de ervas daninhas (*GOMEZ e De DATTA, 1975*), também justificaria a obtenção de uma correlação negativa entre teor de proteína dos grãos e "stand", também contrariando os dados aqui obtidos. *BHATIA e RABSON (1976)* apresentaram uma completa discussão a respeito do problema da necessidade de um maior fornecimento de nitrogênio no solo para permitir, apenas sob o ponto de vista fotossintético, a produção de proteína adicional nos grãos de cereais. Outros trabalhos também mostraram a existência de correlação negativa entre teor de proteína dos grãos e vários caracteres da planta do arroz, os quais também estariam ligados com o desvio de

nitrogênio disponível no solo para a sua organização em prejuízo de seu aproveitamento na elaboração da proteína dos grãos. Dentre eles podem ser lembrados os de *HIGASHI et alii* (1974), em relação a produção e peso de 1.000 grãos; de *KATAOKA* (1978), sobre comprimento do colmo, número de panículas e peso de 1.000 grãos; de *TANAKA e TAKAGI* (1970), em relação ao comprimento do colmo; e de *HILLERISLAMBERS et alii* (1973), quanto ao peso dos grãos e ao porte da planta. Esses trabalhos serão comentados com maiores detalhes quando forem abordadas, nesta discussão, as correlações entre teor de proteína dos grãos e outros caracteres da própria planta do arroz.

A significância do valor positivo do coeficiente de correlação obtido para teor de proteína dos grãos e "stand", embora detectada apenas ao nível de 5%, não poderá deixar de ser considerada para a justificativa e a interpretação dos resultados a que se chegou para as correlações parciais entre os demais caracteres e o teor de proteína dos grãos, com a retirada do efeito do "stand". A causa dessa significância não poderá ser explicada mas, com a retirada do efeito do "stand", pode-se esperar que tal resultado deixe de prejudicar as conclusões finais do trabalho.

## 6.2.2. Altura da planta

### 6.2.2.1. Correlação simples entre teor de proteína e altura da planta

Ao valor  $r = 0,1762$  correspondeu um valor  $t = 1,5809$ , não significativo (Tabela 2), indicando que o valor calculado para a correlação entre teor de proteína e altura da planta pode ser explicado pelo acaso. Entretanto, é possível que hajam causas comuns de variação entre essas duas características mas que a amostragem estudada não tenha sido suficientemente grande para que fosse detectado significância para o valor calculado, no nível de decisão estabelecido. Na hipótese de estar havendo alguma correlação que, por ter sido muito pequena, não tenha acusado significância no teste "t", deve-se concluir que o teor de proteína da semente aumenta com o aumento da altura da planta. Contudo, como do coeficiente de correlação calculado não foi retirado o efeito que o "stand" poderia estar determinando sobre os dois caracteres, essa conclusão pode não merecer muito crédito. Na verdade, uma explicação para correlação positiva entre teor de proteína dos grãos e altura da planta, não pode ser encontrada com facilidade pois mais provável pareceria ser a ocorrência contrária. Assim, se a proteína do grão depende do nitrogênio disponível no solo, quanto maior for a altura das plantas maior será a sua necessidade desse elemento. E como o teor de nitrogênio disponível no solo é geralmente baixo, seria justifi



cável que uma planta alta encontrasse maiores dificuldades na produção de sementes ricas em proteína, do que uma planta baixa. Este raciocínio encontra apoio em vários trabalhos, tais como o de *HIGASHI e KUSHIBUCHI (1976)*, onde foi constatado que segregantes de porte baixo tendiam a ter maior teor de proteína nos grãos do que genótipos de porte alto. Igualmente, *HILLERISLAMBERS et alii (1973)* também verificaram que alto teor de proteína no arroz estava correlacionad significativa mente com baixo porte da planta. O valor positivo para o coeficiente de correlação entre teor de proteína e altura da planta aqui obtido ( $r = 0,1762$ ), entretanto, mesmo que estivesse expressando causas comuns de variação entre as duas variáveis a despeito da não significância do valor "t" a ele correspondente, é excessivamente baixo para que o fato possa vir a ter alguma utilidade prática em termos de me lhoramento para teor de proteína como uma resposta correlacio nada à seleção para altura da planta.

#### 6.2.2.2. Correlação simples entre "stand" e altura da planta

Para o valor do coeficiente de correlação entre esses dois caracteres ( $r = -0,1540$ ), também correspondeu um valor "t" não significativo ( $t = -1,3765$ ) (Tabela 3), com o que se pode concluir que o simples acaso justifica o valor calculado. Se assim for, o sinal negativo do coeficiente de

correlação não estaria significando necessariamente que o maior número de plantas por parcela causasse a diminuição na altura da planta. Entretanto, esse efeito, caso tivesse sido constatado, encontraria uma justificativa biológica já que, o maior número de plantas por área em caso de alto "stand", poderia causar o menor desenvolvimento das mesmas devido ao prejuízo determinado pela maior concorrência entre elas. Por outro lado, sinal positivo dessa correlação também encontraria explicação biológica pois, para "stand" baixo, as plantas poderiam se desenvolver menos do que para "stand" alto em resposta a concorrência à luminosidade que uma planta exerceria sobre suas vizinhas, principalmente por ter sido de 10 centímetros o espaçamento entre plantas nas linhas. Considerando-se a atuação simultânea desses dois efeitos, pode-se aceitar como válida a ausência de correlação entre altura da planta e "stand". Esta conclusão encontra apoio nos valores bastantes elevados da herdabilidade do caráter altura da planta obtidos por *HILLERISLAMBERS et alii* (1973) em populações  $F_3$  de seis cruzamentos reunindo quatro cultivares de arroz, valores estes que variaram de 0,539 a 0,770.

#### 6.2.2.3. Correlação parcial entre teor de proteína e altura da planta, retirado o efeito do "stand"

Para a correlação parcial entre teor de pro-

teína e altura da planta, com a retirada do efeito do "stand", obteve-se um coeficiente  $r = 0,2250$  para o qual o valor  $t = 2,0263$  foi significativo ao nível de 5% (Tabela 2). Esse resultado mostra que realmente há causas comuns de variação entre teor de proteína e altura, o que não tinha sido concluído durante a interpretação de correlação simples entre essas duas variáveis. Essa significância ocorreu, evidentemente, devido ao aumento do valor da correlação de 0,1762 para 0,2250 em consequência da retirada do efeito do "stand". A explicação para tal modificação nesse coeficiente de correlação pode ser tirada do fato de ter sido não significativo a correlação negativa entre "stand" e altura da planta e de ter sido significativa a correlação positiva entre "stand" e teor de proteína. Se entre "stand" e altura da planta a correlação foi não significativa, isso significa, como já foi concluído, que a variação no número de plantas por parcela não interfere na altura das plantas. Se entre "stand" e teor de proteína a correlação foi positiva e significativa, isso indica que a variação no "stand" determinou uma variação no mesmo sentido no teor de proteína. Assim sendo, quando foi retirado o efeito do "stand" da correlação entre altura da planta e teor de proteína, tal correlação deveria aumentar, como realmente mostrou a variação de  $r = 0,1762$  para  $r = 0,2250$ . Disso se conclue que, o coeficiente de correlação parcial entre altura da planta e teor de proteína deve merecer mais crédito do que o

coeficiente de correlação simples entre essas duas características.

Uma vez que foi positivo e significativo o coeficiente de correlação parcial entre teor de proteína e altura da planta e que tal valor deve merecer mais crédito para discussão do problema, do que o coeficiente de correlação simples, torna-se necessária a substituição da interpretação do coeficiente de correlação simples, pela análise do coeficiente de correlação parcial. Esta interpretação, entretanto, não encontra apoio tanto em raciocínios que se possa fazer a respeito, como na literatura concernente ao problema, o que não aconteceria caso tal correlação significativa tivesse sido negativa. Obviamente, se o acréscimo no teor de proteína dos grãos, assim como em quaisquer outros órgãos da planta, depende da disponibilidade do nitrogênio no solo, o aumento na altura da planta deveria resultar na diminuição do teor de proteína dos grãos. Da literatura de apoio a este raciocínio deve ser destacado o trabalho de *HIGASHI e KUSHIBUCHI (1976)* a respeito da associação entre teor de proteína dos grãos e porte da planta. Estudando os  $F_2$ ,  $F_3$  e  $F_4$  segregantes obtidos do cruzamento entre variedades contrastantes quanto ao teor de proteína, esses autores constataram que genótipos de porte baixo tendiam a ser ricos em proteína, em contraste com segregantes de porte alto. *KATAOKA (1978)* mostrou que o teor de proteína dos grãos mantém uma correlação negativa com compri

mento do colmo. *TANAKA e TAKAGI (1970)*, estudando mutantes obtidos de uma variedade de arroz do grupo japônica, encontraram correlação negativa entre comprimento do colmo e teor de proteína dos grãos, embora houvesse grande variação nesse teor em cada grupo relativo ao comprimento do colmo. Finalmente, *HILLERISLAMBERS et alii (1973)* também assinalaram a ocorrência de correlação negativa significativa entre teor de proteína e porte da planta.

Com base no resultado positivo e significativo do coeficiente de correlação aqui obtido, indicando a presença de causas comuns de variação entre teor de proteína dos grãos e altura da planta, poder-se-ia pensar em aproveitar o fato na tentativa de promover o melhoramento do arroz no aumento do teor de proteína dos grãos, por meio da seleção sobre o caráter altura. Entretanto, em relação a esse aspecto do problema, duas observações importantes devem ser feitas. Em primeiro lugar, o valor  $r = 0,2250$  (Tabela 2) ainda é muito baixo para permitir uma resposta correlacionada no teor de proteína, que justificasse seleção na altura com tal finalidade. Em segundo lugar, o aumento da altura das plantas traria, com toda certeza, um certo número de modificações desfavoráveis à cultura do arroz. Provavelmente, a maior altura das plantas deve estar correlacionada, fisiologicamente, com menor precocidade, menor resistência ao acamamento e menor produção.

### 6.2.3. Número de perfilhos

#### 6.2.3.1. Correlação simples entre teor de proteína e número de perfilhos

Para o coeficiente de correlação simples entre teor de proteína e número de perfilhos ( $r = -0,2353$ ), o valor "t" calculado ( $t = -2,1266$ ) foi significativo a 5% (Tabela 2), o que permitiria a conclusão de que o aumento no número de perfilhos corresponderia a uma diminuição no teor de proteína e vice-versa. Esse resultado está de acordo com o esperado pois, a maior perfilhação exigiria da planta a utilização do nitrogênio disponível no solo, principalmente para o desenvolvimento dos perfilhos, em detrimento de sua presença nos grãos. Assim, uma planta com muitos perfilhos consumiria, para o seu desenvolvimento, grande parte do nitrogênio disponível no solo, restando pouco para formação da proteína dos grãos, enquanto que, uma planta com poucos perfilhos, não consumiria tanto nitrogênio para o seu desenvolvimento, restando maior quantidade desse elemento no solo para ser aproveitado, mais tarde, na elaboração da proteína dos grãos. Em apoio a essa afirmação pode ser citado o trabalho de *BHATIA e RABSON (1976)* a respeito da necessidade de maior fornecimento de nitrogênio à planta para que seja permitida, sob o ponto de vista da fotossíntese, a produção de uma quantidade adicional de proteína nos grãos.

### 6.2.3.2. Correlação simples entre "stand" e número de perfilhos

Os resultados obtidos e expostos na Tabela 3 relativos ao coeficiente de correlação ( $r = -0,5236$ ) e ao valor "t" a ele correspondente ( $t = -5,4281$ ), significativo a 1%, levam à conclusão que o aumento no "stand" determina uma diminuição no número de perfilhos. A presença de causas comuns de variação, nesse sentido, entre essas duas variáveis era inteiramente esperada pois, no arroz, o cultivo de plantas com espaçamento nas linhas menor do que 20 cm e, as vezes, até mesmo menor do que 30 centímetros, afeta a capacidade de perfilhamento, diminuindo-a. Assim é que, no plantio comercial feito em linha, onde se usa uma densidade de 50 sementes por metro linear, cada planta produz, geralmente, um só perfilho.

### 6.2.3.3. Correlação parcial entre teor de proteína e número de perfilhos, retirado o efeito do "stand"

Entre os caracteres teor de proteína e número de perfilhos, após a retirada do efeito do "stand", obteve-se um coeficiente de correlação parcial  $r = -0,1250$ , para o qual foi não significativo o valor  $t = -1,1055$  (Tabela 2). Houve, portanto, uma diminuição sensível do coeficiente de correla-

ção simples ( $r = -0,2353$ ) para o coeficiente de correlação parcial. A variação que ocorreu no "stand" entre as cultivares mostrou uma associação inteiramente inesperada com o teor de proteína em relação aos diferentes materiais genéticos empregados, como mostra o valor  $r = 0,2526$  (Tabela 2), já comentada no ítem 6.2.1. referente a discussão dos resultados sobre a correlação simples entre teor de proteína e "stand". Não se pode encontrar com facilidade uma explicação direta para isso pois, o aumento do número de plantas por parcela não deveria estar correlacionado com o aumento do teor de proteína dos grãos. Porém, já que o "stand" mostrou correlação significativa e negativa com número de perfilhos, retirando-se seu efeito tanto sobre o número de perfilhos como sobre o teor de proteína torna-se justificável, sob o ponto de vista puramente estatístico, a não significância do coeficiente de correlação parcial entre número de perfilhos e teor de proteína, com a retirada do efeito do "stand", mesmo nas condições de ter sido negativo e significativo o coeficiente de correlação simples entre esses dois caracteres.

A não significância do valor  $t = -1,1055$  (Tabela 2), correspondente a esse coeficiente de correlação parcial, leva a conclusão de que a associação estimada pelo valor  $r = -0,1250$  (Tabela 2) pode ser explicada pelo acaso. Dessa forma, a variação no número de perfilhos não implicaria na variação no teor de proteína dos grãos, Essa conclusão, porém,



não encontra no trabalho de *BHATIA e RABSON (1976)* aquele apoio referido durante a discussão da correlação simples entre teor de proteína e número de perfilhos. A mais provável explicação para a não significância do valor  $r = -0,1250$  estimado, poderia, talvez, ser encontrada na hipótese de que, a amostra utilizada nas condições em que o experimento foi montado teria sido insuficiente para acusar, dentro do nível de decisão estabelecido, a presença de correlação entre teor de proteína e número de perfilhos.

Sob o ponto de vista de melhoramento, a inexistência de correlação entre número de perfilhos e teor de proteína, expressa pelo valor  $r = -0,1250$ , permite assinalar algumas implicações. Em primeiro lugar, aceitando-se a hipótese de que os caracteres teor de proteína e número de perfilhos sejam independentes, não se deverá pensar no melhoramento do arroz para teor de proteína nos grãos como uma resposta correlacionada da seleção para número de perfilhos. Em segundo lugar, admitindo-se a existência de correlação a qual, por ter sido muito baixa, não tivesse acusado significância, ainda assim o melhoramento do arroz em teor de proteína por meio da seleção para número de perfilhos não deverá ser tentada devido ao valor muito baixo da resposta correlacionada. Finalmente, mesmo que isso fosse indicado, como o coeficiente de correlação foi negativo seria inteiramente destituída de qualquer lógica a aplicação de uma seleção para diminuir o nú

mero de perfilhos na tentativa de se aumentar o teor de proteína já que a produção total de uma cultivar é geralmente função de sua capacidade de perfilhação. Em relação a este aspecto do problema cabe, porém, uma observação. Não há dúvida que plantas espaçadas 20 centímetros nas linhas perfilham muito mais do que plantas cultivadas em linha corrida preparada com uma densidade de 50 sementes por metro linear. Entretanto, também não há dúvida que o número de plantas por área nesta segunda situação é muito maior do que naquela. Assim sendo, poderia ficar alguma dúvida a respeito da possível vantagem que a maior capacidade de perfilhação de uma cultivar pudesse trazer em termos de produção por área, nas condições normais de plantio em linha contínua. Contudo, mesmo neste método de plantio, a maior capacidade de perfilhação de uma cultivar ainda é um fator importante pois, por seu intermédio, a desuniformidade na distribuição das sementes nos sulcos por ocasião da semeadura, acrescentada das falhas nas linhas decorrentes de problemas na germinação das sementes, serão compensadas. Por esse motivo, mesmo no plantio em linha contínua, é de se esperar que a maior capacidade de perfilhação de uma cultivar esteja associada com a maior produção por área. Esta afirmação encontra apoio em *De DATTA et alii (1972)* ao afirmarem que alta capacidade de perfilhação é um caráter importante para alta produção de grãos de arroz nos trópicos.

#### 6.2.4. Comprimento da panícula

##### 6.2.4.1. Correlação simples entre teor de proteína e comprimento da panícula

Considerando-se que, para o valor  $r = -0,3560$  correspondeu um valor  $t = -3,3645$ , significativo ao nível de 1% (Tabela 2), poder-se-ia concluir que há causas comuns de variação entre teor de proteína e comprimento da panícula, no sentido de que o aumento no comprimento da panícula corresponderia a uma diminuição no teor de proteína. Para se explicar o motivo dessa correlação, com base no raciocínio de que o maior desenvolvimento vegetativo da planta estaria obrigando-a a aproveitar o nitrogênio disponível no solo para atender principalmente a esse desenvolvimento vegetativo, em detrimento do teor de proteína nos grãos, torna-se necessário admitir que o referido motivo não deve ser o efeito direto que o comprimento da panícula exerceria sobre o teor de proteína dos grãos. Isso porque, considerando-se constantes o número, o tamanho, o peso e a constituição dos grãos, a necessidade de nitrogênio para a organização de uma panícula longa deve ser praticamente a mesma que para uma panícula curta. Assim encarado o problema, torna-se necessário procurar os efeitos associados com o maior comprimento da panícula, que poderiam estar afetando o teor de proteína dos grãos. Tais efeitos podem ser reconhecidos examinando-se os dados da Tabela 4. De um modo geral, os valores dos coeficientes de correlação par-

cial da Tabela 4, mostram praticamente os mesmos fenômenos envolvidos pelos dados dos coeficientes de correlação simples da mesma Tabela. E já que as correlações parciais entre comprimento da panícula e as características relacionadas diretamente com a necessidade de aproveitamento do nitrogênio pela planta, retirado o efeito do "stand", devem ser mais fidedignas do que as respectivas correlações simples, torna-se conveniente preferi-las neste ponto da discussão. Assim sendo, verifica-se nessa tabela, que o comprimento da panícula está correlacionada com produção de grãos, peso de 1.000 grãos e fertilidade, mas não está, com altura da planta e número de perfilhos. Portanto, a correlação negativa entre comprimento da panícula e teor de proteína dos grãos ( $r = -0,3560$ ) deve ter sido devida, provavelmente, ao efeito que o comprimento da panícula exerce sobre a produção de grãos. E como o maior comprimento da panícula determina maior produção ( $r = 0,5613$ ), maior peso de 1.000 grãos ( $r = 0,2354$ ) e maior fertilidade ( $r = 0,5241$ ) (Tabela 4), estas seriam as causas da correlação negativa entre teor de proteína e comprimento da panícula. Esta afirmativa encontra apoio na bibliografia relativa ao problema, onde os autores são concordes em afirmar que o aumento na produção de grãos determina uma diminuição no teor de proteína, conforme foi mostrado por TANAKA e TAKAGI (1970), HILLERISLAMBERS *et alii* (1973), HIGASHI *et alii* (1974), KUSHIBUCHI *et alii* (1974) HIGASHI e KUSHIBUCHI (1976).

#### 6.2.4.2. Correlação simples entre "stand" e comprimento da panícula

Para o valor  $r = -0,3364$  correspondente a correlação simples entre "stand" e comprimento da panícula, também foi obtido um valor "t" significativo ao nível de 1% (Tabela 3). Isso mostra que o número de plantas em cada parcela experimental estaria afetando o comprimento da panícula de forma que o aumento na primeira variável corresponderia a um aumento na segunda e vice-versa. Esse resultado pode ser considerado, até certo ponto, como um resultado esperado sob a hipótese de que a maior concorrência entre as plantas nas parcelas de maior "stand" estaria afetando o comprimento da panícula, como uma das expressões do prejuízo que o aumento desse número de plantas estaria exercendo sobre todo o desenvolvimento vegetativo.

#### 6.2.4.3. Correlação parcial entre teor de proteína e comprimento da panícula, retirado o efeito do "stand"

Uma vez que o "stand" mostrou correlação significativa tanto com o comprimento da panícula como com o teor de proteína, deve-se preferir considerar na discussão, em lugar da correlação simples entre teor de proteína e comprimento da panícula, a correlação parcial entre esses dois caractere

res, com a retirada do efeito do "stand". Essa correlação parcial ( $r = -0,2974$ ), embora tivesse sido um pouco menor do que a correlação simples, ainda correspondeu a um valor "t" significativo ao mesmo nível de 1% (Tabela 2). E como a retirada do efeito do "stand" não modificou nem o sentido da correlação, nem o nível de significância, pode-se repetir aqui as mesmas considerações já feitas por ocasião da discussão do item 6.2.4.1. relativa a correlação simples entre teor de proteína e comprimento da panícula. Portanto, pode-se concluir que o motivo da correlação negativa entre teor de proteína e comprimento da panícula tenha sido o fato das panículas longas terem, provavelmente, maior número de grãos do que as panículas curtas. Esse aumento no número de grãos das panículas longas faria com que o teor de proteína desses grãos ficasse diminuído.

Considerando-se a existência de uma correlação parcial negativa entre teor de proteína e comprimento da panícula, retirado o efeito do "stand", poder-se-ia pensar no aproveitamento desta informação para se promover o melhoramento do arroz quanto ao teor de proteína dos grãos, por meio da seleção sobre o caráter comprimento da panícula. Entretanto, caberiam aqui novamente duas considerações importantes que invalidam essa pretensão. Em primeiro lugar, o valor do coeficiente de correlação ( $r = -0,2974$ ) foi relativamente baixo, com o que não se poderia esperar uma resposta substancial

correlacionada sobre o caráter teor de proteína. Em segundo lugar, esse pequeno aumento no teor de proteína talvez obtido, acarretaria prejuízo de outros caracteres, tais como peso de 1.000 grãos, fertilidade e produção de grãos, conforme se pode deduzir da observação dos dados apresentados na Tabela 4.

#### 6.2.5. Peso de 1.000 grãos

##### 6.2.5.1. Correlação simples entre teor de proteína e peso de 1.000 grãos

A não significância do valor "t" correspondente a correlação simples entre teor de proteína e peso de 1.000 grãos, indica que o valor 0,1115 (Tabela 2), aqui estimado para este coeficiente, não deve ser explicado pela suposição da existência de qualquer correspondência entre as causas determinantes desses dois caracteres, uma vez que o próprio acaso pode explicá-lo. Esse resultado encontra apoio em *TANAKA (1971)* que mostrou ausência de correlação entre peso de grãos individuais e teor de proteína. Entretanto, *TANAKA e TAKAGI (1970)* encontraram coeficiente de correlação significativo ao nível de 1% ( $r = -0,5785$ ) entre peso médio do grão de arroz integral e teor de proteína em linhagens obtidas por mutação induzida da variedade Norin 8. Resultados semelhantes foram obtidos por *HIGASHI et alii (1974)* e *KATAOKA (1978)* com referência a correlação entre os caracteres teor de pro-

teína e peso de 1.000 grãos. Essa discordância desses resultados indica que o problema deve ser complexo. Assim sendo, o resultado aqui obtido, refletido no valor  $r = -0,1115$ , não significativo, para o coeficiente de correlação entre teor de proteína e peso de 1.000 grãos, poderia receber, entre outras, duas explicações. Em primeiro lugar, esse resultado seria explicado como a consequência de um efeito de amostragem insuficiente ou inadequado que, por tais motivos, teria sido incapaz de assinalar, dentro do limite de decisão estatístico tomado, a presença de causas comuns de variação. Em segundo lugar, essa não significância poderia ter sido um reflexo das diferenças entre as capacidades de produção de sementes associadas com as diferenças entre os pesos individuais dos grãos dos diferentes materiais genéticos estudados. Conforme consta da literatura, produção está negativamente correlacionada com teor de proteína (*HIGASHI et alii, 1974; KUSHIBUCHI et alii, 1974; HIGASHI e KUSHIBUCHI, 1976; NANDA e COFFMAN, 1978 e COFFMAN e JULIANO, 1979*). Entretanto, quando se toma 1.000 grãos de qualquer cultivar, desaparecem as diferenças entre suas respectivas produções, podendo-se esperar disso, a ocorrência de uma tendência ao desaparecimento da correlação entre o valor da produção, medido pelo peso de 1.000 grãos e o teor de proteína. Isso porque os 1.000 grãos de uma cultivar de alta produção poderiam ser tanto mais pesados como mais leves do que os 1.000 grãos de uma outra cultivar de baixa produção, tudo dependendo do peso individual dos grãos de cada uma.



#### 6.2.5.2. Correlação simples entre "stand" e peso de 1.000 grãos

A não significância do valor "t" obtido para teste deste coeficiente de correlação, constante da Tabela 3 ( $r = 0,0603$ ,  $t = 0,5335$ ), indica a existência de independência entre as duas variáveis. Esse resultado era esperado já que dificilmente o "stand" poderia modificar o peso de 1.000 grãos. O aumento da concorrência entre plantas resultante de um "stand" alto deve causar a diminuição total da produção pela redução do número de panículas produzidas mas não deve afetar as características próprias dos grãos, diminuindo-os, já que o tamanho dos grãos é uma característica bastante constante de cada cultivar. Este raciocínio encontra apoio nos altos valores da herdabilidade do caráter peso de 100 grãos obtidos por *HILLERISLAMBERS et alii* (1973) em populações  $F_3$  obtidas de diversos cruzamentos entre cultivares de arroz, os quais variaram de 0,759 a 0,845.

#### 6.2.5.3. Correlação parcial entre teor de proteína e peso de 1.000 grãos, retirado o efeito do "stand"

O coeficiente de correlação parcial entre teor de proteína e peso de 1.000 grãos, retirado o efeito do "stand" ( $r = 0,0997$ ) não diferiu muito do coeficiente de correlação

simples correspondente e, a ele, o valor "t" calculado para teste de significância ( $t = 0,8793$ ), continuou sendo não significativo (Tabela 2). A consistência desses resultados se justifica lembrando-se que o "stand" não afetou o peso de 1.000 grãos mas apenas o teor de proteína, com o que, a retirada do seu efeito, manteria a ausência de correlação entre peso de 1.000 grãos e teor de proteína, tal como ocorreu. Uma vez que a correlação parcial entre teor de proteína e peso de 1.000 grãos, retirado o efeito do "stand", foi não significativo pode-se concluir que os dois caracteres não devem ter, provavelmente, causas comuns de variação. Isso seria de se esperar, com base nos resultados obtidos por *HILLERISLAMBERS et alii* (1973) a respeito dos valores elevados para herdabilidade do caráter peso de 1.000 grãos.

Em relação ao problema de melhoramento para teor de proteína, o coeficiente de correlação parcial aqui obtido ( $r = 0,0997$ ), tanto por seu valor muito baixo, como pela não significância do "t" a ele correspondente (Tabela 2) contra indicam qualquer possibilidade da tentativa para o aumento do teor de proteína do grão de arroz pela seleção do caráter peso de 1.000 grãos.

## 6.2.6. Relação comprimento/largura do grão

### 6.2.6.1. Correlação simples entre teor de proteína e relação comprimento/largura do grão

O valor exposto na Tabela 2 para o coeficiente de correlação simples entre teor de proteína e relação comprimento/largura do grão ( $r = -0,0379$ ) para o qual o valor "t" foi não significativo ( $t = -0,3349$ ), leva a concluir que não devem haver causas comuns de variação entre esses dois caracteres. Esse resultado era esperado já que a relação comprimento/largura de grão, por si só, nada diz a respeito da quantidade de material utilizado pela planta para formação dos grãos. Correlações não significativas entre teor de proteína e relação comprimento/largura do grão, foram obtidas por *WEBB et alii (1968)* com material proveniente da China e do Japão. Entretanto, para material proveniente da Coreia, foi encontrada correlação significativa ao nível de 1%. Esta disparidade entre resultados leva a crer que a existência ou não de correlação entre teor de proteína e relação comprimento/largura do grão deve depender, principalmente, da natureza do material genético tomado para estudo.

#### 6.2.6.2. Correlação simples entre "stand" e relação comprimento/largura do grão

A não significância do coeficiente de correlação entre "stand" e relação comprimento/largura do grão, assinalada na Tabela 3 ( $r = -0,0617$ ,  $t = -0,5459$ ), mostra que o número de plantas por parcela não afetou este caráter. Esse resultado era esperado uma vez que o formato do grão, descrito pela relação entre aquelas duas dimensões, deve depender, principalmente, do genótipo das plantas, qualquer que seja a intensidade de competição entre elas. A variação no "stand", caso afetasse o tamanho dos grãos, deveria modificar tanto o seu comprimento como a sua largura, mantendo inalterada a relação entre ambos.

#### 6.2.6.3. Correlação parcial entre teor de proteína e relação comprimento/largura do grão, retirado o efeito do "stand"

O coeficiente de correlação parcial entre teor de proteína e relação comprimento/largura do grão, com a retirada do efeito do "stand" ( $r = -0,0231$ ) foi muito semelhante ao correspondente coeficiente de correlação simples, mantendo-se também a mesma não significância para o valor "t" correspondente ( $t = -0,2028$ ), conforme dados da Tabela 2. A semelhança entre esses resultados se explica com base na informa

ção de que o "stand" não afetou a relação comprimento/largura do grão, mas somente o teor de proteína, resultando disso que, com a saída do seu efeito, deveria ficar mantida a ausência de correlação entre relação comprimento/largura do grão e teor de proteína, conforme foi observado. Desde que a correlação parcial entre teor de proteína e relação comprimento/largura do grão, com a retirada do efeito do "stand", foi não significativa, pode-se admitir que os dois caracteres, provavelmente, sejam independentes. Esta conclusão concorda com os resultados obtidos por *WEBB et alii (1968)* no estudo de cultivares provenientes da China e do Japão, para as quais as correlações entre esses dois caracteres foram não significativas. Entretanto, a aceitação da inexistência de causas comuns de variação entre os caracteres teor de proteína e relação comprimento/largura do grão não deve ser generalizada já que, no mesmo trabalho referido, esses autores encontraram correlação positiva e significativa ao nível de 1%, com material proveniente da Coreia.

Quanto ao melhoramento do arroz para aumento no teor de proteína por meio da seleção sobre o caráter relação comprimento/largura do grão, o coeficiente de correlação obtido, apenas ligeiramente diferente de zero ( $r = -0,0231$ ), mostra que, pelo menos no material genético considerado, tal possibilidade não deve ser tentada.

### 6.2.7. Comprimento do grão

#### 6.2.7.1. Correlação simples entre teor de proteína e comprimento do grão

A não significância do valor "t" calculado para o coeficiente de correlação simples entre teor de proteína e comprimento do grão, conforme mostra a Tabela 2 ( $r = 0,1737$ ,  $t = 1,5578$ ), indica a inexistência de causas comuns de variação entre esses dois caracteres, que pudessem ser detectadas dentro do nível de significância adotado e nas condições experimentais utilizadas. Esse resultado era esperado já que, apenas o comprimento do grão no arroz não deve ser uma medida suficiente para avaliar a quantidade de material utilizado no desenvolvimento de toda semente. Essa quantidade poderia variar como função do comprimento do grão caso o maior comprimento estivesse sempre relacionado com maior largura, o que não ocorre obrigatoriamente. Muitas cultivares de grãos longos possuem sementes finas e, muitas de grãos curtos possuem sementes grossas, conforme foi mostrado na Tabela 1 no tocante ao caráter relação comprimento/largura. Por esse motivo, há cultivares de sementes longas com alto ou com baixo teor de proteína, o mesmo acontecendo com cultivares de sementes curtas. Essa afirmação está de acordo com os resultados obtidos por *WEBB et alii (1968)* que obtiveram para a correlação entre teor de proteína e comprimento do grão resultado significativo em relação a certas cultivares e resultados não

significativos, em relação a outras.

#### 6.2.7.2. Correlação simples entre "stand" e comprimento do grão

De todos os coeficientes de correlação simples entre "stand" e os demais caracteres estudados, o menor valor foi obtido para a correlação com o comprimento do grão, para o qual o valor "t" foi não significativo ( $r=0,0067$ ,  $t = 0,0592$ ), conforme mostra a Tabela 3. Esse resultado indica a inexistência de qualquer associação entre os dois caracteres, o que seria de se esperar, pois o comprimento dos grãos é um caráter que depende principalmente do genótipo das plantas, qualquer que seja a intensidade de competição entre elas. Provavelmente, a maior competição entre plantas deverá prejudicar a produção de cada uma no total de panículas por planta e mesmo no total de sementes por panícula, mas não deve afetar o formato e o desenvolvimento dos grãos.

#### 6.2.7.3. Correlação parcial entre teor de proteína e comprimento do grão, retirado o efeito do "stand"

O coeficiente de correlação parcial entre o teor de proteína e comprimento do grão, com a retirada do efeito do "stand", ( $r = 0,1778$ ) mostrou uma grande semelhança com

o coeficiente de correlação simples entre aqueles dois caracteres. Com isso, também foi mantida a mesma não significância para o valor "t" utilizado para testá-lo ( $t = 1,5854$ ), conforme mostram os dados da Tabela 2. A grande correspondência entre esses resultados encontra uma justificativa apoiada na informação de que o "stand" não afetou o comprimento do grão mas apenas o seu teor em proteína. Resultaria desse facto que, com a retirada do efeito do "stand", deveria permanecer a ausência de correlação entre comprimento do grão e teor de proteína, tal como foi observado nos dados experimentais. Uma vez que a correlação parcial entre teor de proteína e comprimento do grão, com a retirada do efeito do "stand", foi verificada ser não significativa, pode-se aceitar que tais caracteres sejam, provavelmente, independentes em relação as suas respectivas causas, pelo menos no que diz respeito ao material genético utilizado no presente trabalho. Essa conclusão concorda com os resultados obtidos por *WEBB et alii* (1968) no tocante à variedades de sementes opacas de arroz provenientes da China e do Japão para as quais foram não significativas as correlações entre teor de proteína e comprimento dos grãos. Entretanto, discorda dos resultados desses mesmos autores com respeito à variedades opacas da Coreia e não opacas da China. Assim sendo, os resultados obtidos no presente trabalho devem ser tomados apenas como uma consequência da natureza do material genético estudado, não devendo, por isso, ser generalizados.



Em vista do exposto, pode-se concluir que a seleção do arroz em relação ao caráter comprimento dos grãos visando trazer algum melhoramento em termos de conteúdo de proteína, não deve determinar resultados compensadores no que diz respeito ao material genético aqui estudado. Isso, porém, não exclue essa possibilidade para outros materiais genéticos pois, conforme *WEBB et alii (1968)*, a correlação entre teor de proteína e comprimento do grão em variedades de sementes opacas foi igual a 0,50, significativa a 1%. Para tais variedades seria possível pensar-se na seleção de linhagens de grãos longos como uma tentativa de se conseguir maior teor de proteína no grão.

#### 6.2.8. Produção de grãos

##### 6.2.8.1. Correlação simples entre teor de proteína e produção de grãos

O valor -0,4143 obtido para o coeficiente de correlação simples entre teor de proteína e produção de grãos e para o qual foi obtido um valor "t" significativo a 1% ( $t = -4,0204$ ), conforme dados da Tabela 2, indica a existência de causas comuns de variação entre os dois caracteres. Esse resultado confirma a maioria daqueles encontrados na literatura a respeito do problema. Os resultados publicados por *NANDA e COFFMAN (1978)*, obtidos no International Rice Research

Instituído durante o período de 1973 a 1976 mostram correlações negativas e significativas entre teor de proteína e produção de grão de arroz integral, tanto para a estação seca como para a úmida, variando esses coeficientes desde um valor mínimo de -0,13 até um valor máximo de -0,50. Contudo, o mesmo teste efetuado em 1977, já mostra correlação não significativa. *HIGASHI et alii* (1974), *KUSHIBUCHI et alii* (1974), *HIGASHI e KUSHIBUCHI* (1976), *Erickson, Carnahan et alii e Hillebrislambers et alii*, citados por *GOMEZ* (1979) e *COFFMAN e JULIANO* (1979) relataram a ocorrência de correlação negativa de baixo valor entre teor de proteína e produção de grãos. *GOMEZ e De DATTA* (1975) detectaram a existência de uma interrelação quadrática entre produção de grãos e teor de proteína de tal forma que, por efeito do manejo e práticas culturais, esses dois caracteres aumentam simultaneamente até um determinado ponto, além do qual, o aumento da produção mostra uma associação com a diminuição em proteína.

#### 6.2.8.2. Correlação simples entre "stand" e produção de grãos

Para o coeficiente de correlação simples entre "stand" e produção de grãos, foi obtido um valor bastante baixo ( $r = 0,1197$ ) e não significativo ( $t = 1,0647$ ), conforme mostra a Tabela 3, do que se conclui que as diferenças entre número de plantas por parcela não afetaram, de forma significati

va, a produção. Entretanto, uma vez que o espaçamento adotado entre plantas nas linhas foi de apenas 10 centímetros, não seria de se estranhar a ocorrência de uma correlação negativa entre "stand" e produção, mesmo porque o "stand" afetou, negativamente tanto o número de perfilhos como o comprimento da panícula, caracteres estes bastante relacionados com a produção. Contudo, mesmo que o "stand" também tivesse afetado a produção, esse resultado não traria quaisquer dificuldades no que diz respeito ao estudo da correlação entre teor de proteína e produção já que foi adotada uma análise para retirar o efeito do "stand" das correlações. Em conclusão, uma vez que não houve efeito do "stand" sobre a produção, seria de se esperar que a correlação simples obtida para os caracteres teor de proteína e produção seria capaz de expressar a real natureza do fenômeno biológico entre eles.

#### 6.2.8.3. Correlação parcial entre teor de proteína e produção de grãos, retirado o efeito do "stand"

Ao se retirar o efeito do "stand" do coeficiente de correlação simples entre teor de proteína e produção, verificou-se um pequeno aumento no valor desse coeficiente de -0,4143 para -0,4628 (Tabela 2). Isso ocorrendo, foi mantida a mesma significância ao nível de 1% para o coeficiente de correlação parcial. Essa significância e o valor negativo

da correlação indicam que o aumento da produção de grãos resulta numa diminuição do teor de proteína. A pequena modificação sofrida pelo coeficiente de correlação simples entre teor de proteína e produção de grãos, causada pela retirada do efeito do "stand" seria de se esperar já que, como o "stand" não afetou a produção, a retirada do seu efeito não poderia diminuir a associação mostrada pela correlação simples entre produção e proteína, mas apenas, aumentá-la, tal como ocorreu. Esse resultado confirma, portanto, os resultados obtidos por *NANDA e COFFMAN (1978)* durante o período de 1973 a 1976, mas discorda daqueles obtidos em 1977. Concorda também com os resultados obtidos por *HIGASHI et alii (1974)*, *KUSHIBUCHI et alii (1974)*, *GOMEZ e De DATTA (1975)*, *HIGASHI e KUSHIBUCHI (1976)*, *Erickson, Carnahan et alii e Hillerislambers et alii*, citados por *GOMEZ (1979)* *COFFMAN e JULIANO (1979)*.

O sinal negativo e o valor relativamente elevado do coeficiente de correlação parcial entre teor de proteína e produção de grãos, retirado o efeito do "stand", mostram a ineficiência com que a seleção para produção de grãos poderia ser pensada para provocar o aumento no teor de proteína, contraindicando inteiramente sua aplicação em melhoramento genético. Isso, evidentemente, não exclue a possibilidade de se aumentar simultaneamente os dois caracteres por controle do ambiente e modificações no manejo, conforme mostram

GOMEZ e De DATTA (1975). Considerando apenas o aspecto genético do aumento do teor de proteína dos grãos do arroz, a dificuldade que um coeficiente alto e negativo, tal como o que foi encontrado, pode trazer ao melhoramento, permite supor que tal valor poderia ser explicado, pelo menos, parcialmente, pela existência de ligação entre genes para alto teor em proteína e genes que determinam a diminuição da produção de grãos. Se assim for, seleções em gerações segregantes obtidas de cruzamentos entre cultivares, poderiam ser tentadas pelo menos com o objetivo de se conseguir um ligeiro aumento no conteúdo de proteína, sem diminuir ou sem provocar na produção uma diminuição que pudesse não compensar o aumento conseguido na proteína. O problema do aumento do teor de proteína do grão em arroz, entretanto, é mais complexo do que parece pois também está associado com o nível de nitrogênio disponível no solo. Tanto é assim que GOVINDASWAMI *et alii* (1973) consideraram que as condições ambientes ideais para seleção de genótipos capazes de proporcionar mais alto teor de proteína nos grãos, são aquelas de altos níveis de nitrogênio disponível no solo. BHATHIA e RABSON (1976), discutindo o assunto, ilustram esse problema considerando que a cultivar IR 8, mantida em condições ótimas de ambiente, com a produção de cerca de 6.000 kg/ha e com 8% de proteína nos grãos, equivaleria, em termos de produção fotossintética, a uma outra cultivar de mesma produção mas com 10% de proteína, desde que lhe tivesse sido oferecido um aumento de 24% no nitrogênio disponível no solo. Portanto,

para garantir um pequeno aumento no teor de proteína dos grãos, seria necessário um grande aumento na disponibilidade de nitrogênio no solo. Considerando o preço desse aumento de nitrogênio disponível no solo, ficaria uma questão de cálculo, a decisão sobre haver ou não compensação na utilização de métodos de melhoramento para aumento do teor de proteína sem prejuízo na produção, para a utilização das cultivares melhoradas acaso obtidas, em substituição das variedades atualmente utilizadas.

Por outro lado, no caso do alto teor de proteína estar correlacionada com baixa produção e, baixo teor de proteína com alta produção, como consequência de genes de efeitos pleiotrópicos, não haveria qualquer chance de se conseguir, por seleção, aumento no teor de proteína sem que isso resultasse em perda parcial da produção total de grãos.

Provavelmente, para as condições brasileiras de cultivo de arroz, venha a ser mais promissora a idéia da aplicação de uma simples seleção, entre as cultivares de produção satisfatória, daquelas que, nas condições normais utilizadas no cultivo da espécie nos principais centros produtores, expressem seus respectivos genótipos no mais alto teor de proteína. Se a seleção fosse feita nas condições de alto nível de nitrogênio no solo, sem dúvida alguma, seriam selecionados os melhores genótipos. Entretanto, esses genótipos iriam se expressar, provavelmente, de forma muito insatisfató

ria nas condições de baixo teor de nitrogênio próprias das regiões onde a espécie é normalmente cultivada no Brasil.

#### 6.2.9. Fertilidade

##### 6.2.9.1. Correlação simples entre teor de proteína e fertilidade

Para o coeficiente de correlação simples entre teor de proteína e fertilidade ( $r = -0,5254$ ) obteve-se um valor "t" significativo ao nível de 1% ( $t = -5,4539$ ), conforme mostra a Tabela 2. Essa significância indica a existência de causas comuns de variação entre esses dois caracteres. Esse resultado é coerente com aquilo que se esperaria acontecer, já que a quantidade de sementes férteis na panícula deve estar fortemente associada com a extensão dos problemas encontrados pelas plantas para a elaboração da proteína contida nos grãos. Já que tais problemas deverão ser tanto maiores quanto maior for a percentagem de sementes férteis, seria de se esperar uma correlação negativa entre esses dois caracteres, o que foi realmente obtido. Embora na literatura, nada tenha sido encontrado sobre tal correlação, muitos trabalhos já foram publicados em relação ao problema afim referente a associação entre o teor de proteína e produção de grãos. Nestes trabalhos, conforme já foi comentado na discussão sobre correlação entre teor de proteína e produção de grãos,

os autores foram, via de regra, concordes em admitir a existência de correlação negativa e significativa. Entre esses trabalhos devem ser citados os de HIGASHI *et alii* (1974), KUSHIBUCHI *et alii* (1974), GOMEZ e De DATTA (1975), HIGASHI e KUSHIBUCHI (1976), NANDA e COFFMAN (1978), Erickson, Carnahan *et alii* e Hillerislambers *et alii*, citados por GOMEZ (1979) e COFFMAN e JULIANO (1979). Por esse motivo seria oportuno lembrar aqui, que no presente trabalho, os mais altos valores dos coeficientes de correlação obtidos entre todos aqueles calculados, se referiram a correlação simples entre fertilidade e produção de grãos ( $r = 0,8281$ ) e coeficiente de correlação parcial entre esses mesmos caracteres, retirado o efeito do "stand", ( $r = 0,8537$ ) (Tabela 5). Uma vez que foi elevada a correlação entre fertilidade e produção de grãos e que tenha sido obtido o valor  $r = -0,5254$  para o coeficiente de correlação simples entre teor de proteína e fertilidade (Tabela 2) seria, até certo ponto, justificável, afirmar que os dados constantes na literatura para a correlação entre teor de proteína e produção de grãos, concordam com os resultados aqui obtidos entre teor de proteína e fertilidade.

#### 6.2.9.2. Correlação simples entre "stand" e fertilidade

A ausência de correlação entre "stand" e fertilidade ( $r = -0,1161$ ), mostrada pelo valor  $t = -1,0323$ , não



significativo (Tabela 3), seria também de se esperar já que a fertilidade por panícula não deve ser afetada pelo número de plantas por área. A fertilidade do arroz é afetada pela natureza genética da própria cultivar, pela posição da espiguetas na panícula é, principalmente, pela temperatura reinante durante a polinização.

#### 6.2.9.3. Correlação parcial entre teor de proteína e fertilidade retirado o efeito do "stand"

Para o coeficiente de correlação parcial entre teor de proteína e fertilidade, retirado o efeito do "stand", foi obtido um coeficiente de correlação igual a  $-0,5162$  para o qual o valor "t" calculado para teste acusou significância ao nível de 1% (Tabela 2). Houve portanto, com a saída do efeito do "stand" uma pequena redução no coeficiente de correlação entre aquelas duas variáveis, a qual não modificou o nível de significância tomado para decisão estatística. Assim sendo, a conclusão a que se chegou ao se considerar a presença de causas comuns de variação entre teor de proteína e fertilidade, durante a discussão da correlação simples, deve aqui ser mantida. A manutenção daquela conclusão foi coerente com o fato de não ter havido associação entre "stand" e fertilidade. Isso ocorrendo, a retirada do efeito do "stand" não deveria mesmo modificar a expressão do fenômeno.

no mostrado pela correlação simples entre fertilidade e proteína. O valor negativo e significativo do coeficiente de correlação parcial entre teor de proteína e fertilidade leva a concluir que fatores atuantes no aumento da fertilidade estão, pelo menos em parte, determinando a diminuição do teor de proteína do grão. A literatura referente ao estudo da correlação entre teor de proteína e caracteres ligados a produção do arroz não focaliza diretamente o caráter fertilidade mas se refere frequentemente ao caráter produção de grãos o qual está, evidentemente, muito de perto associado com a fertilidade. Assim sendo, as correlações negativas, citadas na literatura, para teor de proteína e produção de grãos podem servir, até certo ponto, como apoio à conclusão aqui chegada. Dentre tais trabalhos podem ser lembrados os de *HIGASHI et alii* (1974), *KUSHIBUCHI et alii* (1974), *GOMEZ e De DATTA* (1975), *HIGASHI e KUSHIBUCHI* (1976), *NANDA e COFFMAN* (1978), *Erickson, Carnahan et alii e Hillerislammers et alii*, citados por *GOMEZ* (1979) e *COFFMAN e JULIANO* (1979).

Em relação ao melhoramento do arroz para aumento do teor de proteína dos grãos por meio da seleção para fertilidade, o valor negativo e relativamente elevado obtido para a correlação entre esses dois caracteres, indica a absoluta inconveniência do processo pois não haveria qualquer interesse de ordem prática em se conseguir o aumento do teor de proteína do grão, pelo preço da diminuição que isso causaria na produção total como consequência da diminuição da fertilidade.

## 7. CONCLUSÕES

Para as 80 cultivares de arroz de sequeiro estudadas, a análise feita em relação às médias obtidas para os caracteres nelas consideradas e aos coeficientes de correlação de tais caracteres com teor de proteína dos grãos, podem ser tiradas as seguintes conclusões:

1. O teor de proteína variou dentro de amplos limites, desde 9,96% até 16,85%.

2. A variação no teor de proteína constatada nas cultivares estudadas mostra a possibilidade de se tentar o melhoramento do arroz em relação a esse caráter por simples seleção entre aquelas de produção satisfatória.

3. Há uma correlação positiva de baixo valor entre teor de proteína dos grãos e altura da planta.

4. A ocorrência de correlação positiva entre altura da planta e teor de proteína dos grãos não deve ser utilizada para orientar a seleção do arroz no sentido de

umentar o teor de proteína dos grãos por meio do aumento do porte da planta.

5. É possível encontrar-se correlação não significativa entre teor de proteína dos grãos e número de perfilhos, o que contraindicaria a tentativa de melhoramento do arroz com respeito ao teor de proteína por meio da seleção sobre o número de perfilhos.

6. Há uma correlação negativa entre teor de proteína e comprimento da panícula.

7. O sinal negativo da correlação entre teor de proteína dos grãos e comprimento da panícula deve desencorajar a prática do melhoramento do arroz para aumento do teor de proteína por meio da seleção pelo comprimento da panícula já que há uma correlação positiva entre comprimento da panícula e os caracteres peso de 1.000 grãos, fertilidade e produção.

8. Os caracteres teor de proteína dos grãos e peso de 1.000 grãos são independentes, de forma a desaconselhar o melhoramento para o primeiro por meio da seleção sobre o segundo caráter.

9. Os caracteres teor de proteína dos grãos e relação comprimento/largura do grão não mostram qualquer associação que possa ser utilizada para melhoramento do primeiro por meio da seleção sobre o outro.

10. O melhoramento para aumento do teor de proteína dos grãos por meio da seleção sobre o caráter comprimento dos grãos não deve ser tentado devido ao fato desses caracteres serem independentes.

11. Para os caracteres teor de proteína dos grãos e produção de grãos há correlação negativa e relativamente alta.

12. O melhoramento do arroz em relação ao teor de proteína por meio da seleção pela produção de grãos não deve ser tentado devido ao valor negativo do coeficiente de correlação entre os dois caracteres.

13. O melhoramento do arroz para teor de proteína deve trazer melhores resultados pela simples seleção, nas condições normais de cultivo das cultivares aliando produção satisfatória com mais alto teor de proteína.

14. Há uma correlação negativa relativamente elevada entre teor de proteína dos grãos e fertilidade, contraindicando o uso da seleção sobre o caráter fertilidade com o objetivo de aumentar o teor de proteína dos grãos.

## 8. SUMMARY

In order to evaluate the phenotypic correlations between some agronomic characters of upland rice (*Oryza sativa* L.) and protein content of the grains, 81 cultivars received from the Banco de Germoplasma of the Centro Nacional de Pesquisas de Arroz e Feijão (CNPAP), EMBRAPA, Goiânia, were grown in 1978/79 in the experimental area of the Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo.

The experimental material was arranged in four blocks where the plots corresponding to each variety were made up of 40 plants grown in two lines of 2 meters each.

In addition to the grain protein content which was estimated in percentages, the following characters were observed: plant height, number of tillers per plant, panicle length, weight of 1.000 grains, kernel length/width ratio, kernel length, grain yield, and fertility.

The grain protein content showed positive correlation with plant height, and negative correlation with the characters panicle length, grain yield, and fertility. No correlation was found for number of tillers, weight of 1.000 grains, kernel length/width ratio or kernel length.

The statistical analyses of the experimental data were used for a discussion of the problem of rice improvement to increase the protein content of the grains.

## 9. LITERATURA CITADA

ANDO, A., O.J. CROCOMO, A. TULMAN NETO e J.O.M. MENTEN, 1979.

Melhoramento protéico do arroz (*Oryza sativa* L.). I. Resultados preliminares. In: Anais da I Reunião de Técnicos em Rizicultura do Estado de São Paulo. Campinas - São Paulo, Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo. 271-277.

BHATIA, C.R. e R. RABSON, 1976. Bioenergetic considerations in cereal breeding for protein improvement. *Science*, 194:1418-1421.

COFFMAN, W.R. e B.O. JULIANO, 1979. Seed protein improvement in rice. In: Seed Protein. Improvement in cereals and grain legumes. Vienna, International Agency Energy Atomic, 2:261-277.



- De DATTA, S.K., W.N. OBCEMEA e R.K. JANA, 1972. Protein content of rice grain as affected by nitrogen fertilizer and some triazines and substituted ureas. *Agronomy Journal*, 64:785-788.
- EGGUM, B.O., 1979. The nutritional value of rice in comparison with other cereals. In: Proceedings of the Workshop on Chemical Aspects of Rice Grain Quality. Los Baños, Laguna, Philippines. International Rice Research Institute. 91-111.
- GOMEZ, K.A., 1979. Effect of environment on protein and amylose content of rice. In: Proceedings of the Workshop on Chemical Aspects of Rice Grain Quality. Los Baños, Laguna, Phillipines. International Rice Research Institute. 59-68.
- GOMEZ, K.A. e S.K. De DATTA, 1975. Influence of environment on protein content of rice. *Agronomy Journal*, 67:565-568.
- GHOSH, A.K. e S. SAMPATH, 1975. Breeding rice varieties with more protein. *Indian J. Agric. Sci.*, 45(4):156-159.
- GOVINDASWAMI, S., A.K. GHOSH, M.K. SINHA, R.N. DE e A.B. DAS, 1973. Genetic variability of protein content in rice. *Indian J. Agric. Sci.*, 43(8):805-809.

HIGASHI, T. e K. KUSHIBUCHI, 1976. Studies on breeding for high protein rice. II. Inheritance of the high protein property in a japonica rice cross. *Japanese Journal of Breeding*, 26(1):17-24.

HIGASHI, T., K. KUSHIBUCHI e R. ITO, 1974. Studies on breeding for high protein rice. I. Protein content of different rice varieties and their relations with some agronomical traits including yield. *Japanese Journal of Breeding*, 24(2):88-96.

HILLERISLAMBERS, J., J.N. RUTGER, C.O. QUALSET e W.J. WISER, 1973. Genetic and environmental variation in protein content of rice (*Oryza sativa* L.). *Euphytica*, 22:264-273.

INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. Annual Report for 1975. Los Baños, Laguna, Philippines.

JULIANO, B.O. e H.M. BEACHELL, 1975. Status of rice protein improvement. In: High Quality Protein Maize. Proceedings of the CIMMYT-Purdue. Symposium on protein quality maize. Pennsylvania, Dowden, Hutchinson & Ross. 457-469.

KATAOKA, K., 1978. Inheritance of grain protein content in rice. *Japanese Journal of Breeding*, 26(1):17-24.

- KHUSH, G.S. e W.R. COFFMAN, 1977. Genetic evaluation and utilization (GEU) program. *Theor. Appl. Genet.*, 51:97-110.
- KUSHIBUCHI, K., M. OKADA e S. WATANABE, 1974. Breeding for high protein rice by the use of artificially induced mutants. In: Improvement of plant protein by mutation, Gamma Field Symposia No. 13. Ohmiyamach, Ibaraki-Ken, Japan. Institute of Radiation Breeding Nias Maf. 37-45.
- NANDA, J.S. e W.R. COFFMAN, 1978. IRRI's efforts to improve the protein content of rice. In: Workshop on chemical aspects of grain quality. Los Baños, Laguna, Philippines. International Rice Research Institute. 1-20.
- NARAHARI, P., C.R. BHATIA, T. GOPALAKRISHNA e R.K. MITRA, 1975. Mutation induction of protein variability in wheat and rice. In: Evaluation of Seed Protein Alterations by Mutation Breeding, Proceedings of a Research Co-ordination Meeting Hahnenkle, Vienna, International Agency Energy Atomic. 119-127.
- SAMPATH, S. e D.V. SESHU, 1957. Variability in protein content of rice. *Current Science*, 26:139.

STEEL, R.G.D. and J.H. TORRIE, 1960. Principles and Procedures of Statistics. New York, Mc Graw-Hill. Book Company, Inc. 481p.

TANAKA, S., 1971. Radiation induced rice mutants with high protein content. In: Rice Breeding with Induced Mutations. Technical Reports Series. No. 131. Vienna, International Agency Energy Atomic. 183-187.

TANAKA, S., 1973. Varietal differences in protein content of rice. In: Nuclear Techniques for Seed Protein Improvement. Vienna, International Agency Energy Atomic. 107-113.

TANAKA, S. e Y. TAKAGI, 1970. Protein content of rice mutants. In: Improving Plant Protein by Nuclear Techniques. Proceedings of a Symposium on Plant Protein Resources. Vienna, International Agency Energy Atomic. 55-62.

WEBB, B.D., C.N. BOLICH, C.R. ADAIR e T.H. JOHNSTON, 1968. Characteristics of rice varieties in the U.S. Department of Agriculture Collection. *Crop Science*, 8:361-365.

10. APENDICE

Tabela 1 - Médias das 80 cultivares para os caracteres estudados.

| CULTIVARES      | CARACTERES |       |        |       |       |       |      |       |        |       |
|-----------------|------------|-------|--------|-------|-------|-------|------|-------|--------|-------|
|                 | 1          | 2     | 3      | 4     | 5     | 6     | 7    | 8     | 9      | 10    |
| Bico Ganga      | 13,34      | 12,50 | 101,55 | 12,10 | 19,05 | 23,46 | 2,98 | 8,35  | 128,49 | 24,52 |
| Guaira          | 12,17      | 10,25 | 109,45 | 15,78 | 22,18 | 29,24 | 3,27 | 9,24  | 304,91 | 49,79 |
| Dourado Precoce | 11,89      | 16,00 | 102,67 | 11,75 | 20,11 | 31,48 | 3,20 | 9,25  | 512,49 | 74,81 |
| 4 Meses         | 11,89      | 12,00 | 95,07  | 9,55  | 21,69 | 27,47 | 2,95 | 8,71  | 315,26 | 64,07 |
| Guedes          | 13,86      | 11,50 | 107,30 | 14,45 | 21,42 | 33,92 | 3,26 | 10,09 | 98,80  | 19,46 |
| Catalão         | 10,89      | 9,25  | 98,99  | 26,74 | 24,41 | 26,49 | 3,15 | 8,77  | 510,13 | 80,03 |
| Amaralão        | 13,31      | 20,50 | 109,40 | 9,05  | 19,62 | 21,81 | 3,02 | 8,89  | 123,71 | 22,24 |
| Pratao Precoce  | 11,39      | 15,75 | 111,30 | 10,90 | 22,50 | 30,77 | 3,25 | 9,42  | 477,72 | 71,29 |
| Pratao          | 13,28      | 11,50 | 109,50 | 12,15 | 17,53 | 27,79 | 2,88 | 8,95  | 136,44 | 28,31 |
| Matão           | 11,68      | 15,00 | 116,55 | 12,45 | 20,49 | 26,45 | 2,91 | 8,84  | 354,74 | 64,61 |
| Fernandes       | 11,80      | 10,00 | 105,82 | 10,55 | 20,81 | 28,71 | 2,86 | 8,69  | 309,98 | 55,98 |
| Iguape Redondo  | 12,46      | 15,25 | 97,13  | 13,00 | 17,44 | 30,54 | 2,43 | 8,48  | 179,82 | 34,59 |
| I AC 5544       | 12,51      | 22,00 | 92,67  | 8,35  | 20,95 | 30,05 | 2,91 | 8,88  | 270,91 | 61,87 |
| I AC 25         | 11,40      | 17,00 | 98,45  | 9,65  | 22,64 | 27,57 | 3,26 | 9,05  | 411,38 | 71,56 |
| I AC            | 11,78      | 17,25 | 102,65 | 11,45 | 20,56 | 29,42 | 2,91 | 8,83  | 353,73 | 57,58 |
| I AC 1131       | 12,00      | 9,75  | 106,97 | 14,70 | 20,02 | 30,71 | 3,04 | 9,23  | 344,43 | 73,06 |
| I AC 120        | 14,06      | 3,25  | 108,16 | 20,69 | 20,27 | 26,89 | 3,24 | 9,55  | 25,97  | 25,32 |
| I AC 47         | 12,05      | 18,25 | 104,60 | 11,85 | 20,22 | 30,22 | 2,92 | 8,93  | 257,70 | 51,60 |
| I AC            | 12,57      | 20,00 | 96,22  | 14,05 | 20,84 | 28,71 | 2,85 | 8,67  | 419,20 | 61,97 |
| IPSL 462        | 13,24      | 21,75 | 112,75 | 10,55 | 21,29 | 26,69 | 2,94 | 8,89  | 207,82 | 48,76 |
| IPSL 970        | 11,62      | 5,25  | 113,87 | 21,45 | 22,94 | 26,62 | 3,01 | 8,57  | 285,18 | 64,98 |
| IPSL 2060       | 13,67      | 21,75 | 102,57 | 9,80  | 18,57 | 26,58 | 2,77 | 8,71  | 176,17 | 36,57 |
| IPSL 270        | 13,50      | 16,00 | 111,25 | 10,30 | 20,35 | 28,16 | 2,79 | 8,54  | 225,03 | 48,53 |
| IPSL 165        | 12,72      | 17,50 | 117,15 | 10,65 | 20,50 | 24,91 | 2,89 | 8,73  | 260,05 | 47,07 |
| Kinca BC        | 12,45      | 11,75 | 92,62  | 12,10 | 20,29 | 26,05 | 2,06 | 7,24  | 318,38 | 74,63 |
| Linha 2459      | 11,06      | 12,25 | 79,17  | 11,40 | 18,35 | 28,99 | 3,03 | 9,12  | 183,40 | 53,08 |
| H 10/V7         | 11,55      | 6,75  | 109,59 | 17,89 | 22,29 | 26,27 | 2,74 | 8,97  | 305,42 | 70,13 |

Continua

Tabela 1 (Continuação)

| CUL TIVARES        | C A R A C T E R E S |       |        |       |       |       |      |      |        |       |
|--------------------|---------------------|-------|--------|-------|-------|-------|------|------|--------|-------|
|                    | 1                   | 2     | 3      | 4     | 5     | 6     | 7    | 8    | 9      | 10    |
| KT 29              | 11,61               | 10,00 | 96,70  | 9,45  | 19,82 | 27,79 | 2,58 | 8,12 | 169,93 | 64,95 |
| AUS 75             | 12,59               | 12,00 | 79,13  | 16,80 | 18,01 | 16,96 | 2,59 | 7,14 | 123,61 | 25,55 |
| AUS 8              | 12,46               | 12,00 | 78,35  | 18,45 | 23,29 | 22,51 | 3,51 | 8,77 | 271,58 | 50,37 |
| AUS 61             | 12,80               | 8,50  | 92,05  | 19,50 | 21,79 | 23,14 | 2,98 | 8,33 | 204,95 | 40,86 |
| Come Cru           | 13,30               | 11,25 | 89,77  | 11,15 | 18,82 | 23,22 | 2,41 | 7,56 | 146,99 | 47,82 |
| DV-88              | 12,19               | 11,75 | 99,80  | 13,60 | 20,75 | 31,41 | 2,93 | 9,01 | 364,75 | 69,02 |
| De Abri I          | 12,94               | 21,50 | 96,75  | 17,00 | 18,21 | 23,29 | 3,39 | 9,05 | 155,75 | 36,68 |
| HBJ Boro II        | 12,64               | 17,75 | 97,75  | 17,25 | 16,66 | 17,95 | 2,82 | 7,02 | 166,16 | 37,03 |
| IPSL 1369          | 12,34               | 11,00 | 116,54 | 14,30 | 20,41 | 29,70 | 2,95 | 9,17 | 224,97 | 50,61 |
| IPSL 1869          | 12,83               | 8,50  | 115,13 | 17,90 | 19,57 | 23,63 | 2,82 | 8,65 | 184,40 | 45,58 |
| IPSL 162           | 12,58               | 10,75 | 116,87 | 16,60 | 19,09 | 27,80 | 2,76 | 8,63 | 191,16 | 49,00 |
| IPSL 1070          | 11,78               | 10,25 | 94,78  | 11,15 | 22,56 | 28,96 | 3,04 | 9,19 | 288,95 | 57,31 |
| IPSL 469           | 13,91               | 9,25  | 112,25 | 15,39 | 19,06 | 24,18 | 2,98 | 9,13 | 101,66 | 48,74 |
| IPSL 2270          | 12,85               | 10,00 | 103,05 | 12,55 | 22,43 | 28,25 | 2,80 | 9,19 | 218,49 | 54,67 |
| Iguapão            | 12,05               | 13,50 | 108,40 | 14,00 | 19,87 | 26,19 | 2,93 | 8,83 | 184,29 | 30,11 |
| Iguape             | 11,87               | 12,00 | 105,67 | 10,50 | 22,23 | 28,95 | 3,25 | 9,40 | 410,82 | 74,81 |
| IAC 416            | 11,89               | 8,50  | 110,20 | 14,90 | 20,60 | 21,50 | 2,96 | 8,80 | 70,74  | 24,34 |
| Montanha Liso      | 15,08               | 14,25 | 99,17  | 16,35 | 17,11 | 26,85 | 2,89 | 8,82 | 225,68 | 45,29 |
| Nuglin 24          | 11,94               | 13,50 | 97,50  | 10,30 | 22,46 | 28,34 | 3,18 | 8,97 | 276,93 | 63,49 |
| Linha 3604         | 11,13               | 13,00 | 84,40  | 25,30 | 19,33 | 20,27 | 2,49 | 7,07 | 244,64 | 70,57 |
| IPSL 2070          | 12,16               | 15,25 | 95,17  | 12,45 | 19,53 | 29,43 | 2,88 | 8,79 | 306,03 | 53,54 |
| TKM 6              | 11,47               | 11,50 | 102,57 | 17,35 | 23,88 | 16,51 | 3,92 | 8,65 | 131,57 | 50,56 |
| P 69-205           | 12,07               | 13,00 | 101,57 | 15,90 | 20,74 | 27,59 | 2,87 | 8,00 | 139,33 | 50,19 |
| Perola de Campinas | 11,30               | 11,75 | 118,00 | 11,70 | 20,43 | 29,07 | 2,82 | 8,51 | 436,84 | 64,22 |
| Bacaba             | 13,19               | 10,75 | 110,00 | 13,35 | 19,36 | 22,52 | 2,58 | 8,39 | 121,18 | 36,06 |
| Procópio           | 11,54               | 12,50 | 107,05 | 12,55 | 23,96 | 28,12 | 3,17 | 9,33 | 351,20 | 57,29 |
| Santa América      | 11,91               | 21,75 | 100,98 | 10,65 | 19,49 | 29,69 | 2,96 | 8,84 | 468,63 | 72,65 |
| Guapinha           | 13,33               | 23,25 | 96,74  | 11,05 | 18,55 | 26,30 | 2,90 | 8,65 | 307,41 | 52,07 |
| Brejeiro           | 13,69               | 20,75 | 100,70 | 10,30 | 20,95 | 24,02 | 3,15 | 9,09 | 119,81 | 30,54 |
| Caqui              | 12,73               | 16,50 | 94,87  | 17,60 | 21,14 | 27,03 | 2,70 | 8,67 | 360,96 | 65,54 |

Continua

Tabela 1 (Continuação)

| CULTIVARES      | C A R A C T E R E S |       |        |       |       |       |      |      |        |       |
|-----------------|---------------------|-------|--------|-------|-------|-------|------|------|--------|-------|
|                 | 1                   | 2     | 3      | 4     | 5     | 6     | 7    | 8    | 9      | 10    |
| Cana Roxa       | 13,05               | 22,75 | 94,01  | 17,05 | 16,73 | 20,22 | 3,32 | 9,13 | 137,01 | 20,30 |
| Corte           | 13,58               | 18,75 | 93,65  | 10,80 | 18,23 | 32,70 | 2,89 | 8,65 | 315,94 | 59,62 |
| Aguilha Branco  | 11,83               | 10,50 | 112,25 | 17,60 | 22,45 | 28,45 | 3,04 | 8,75 | 390,41 | 67,65 |
| Ourinho         | 12,77               | 17,25 | 102,50 | 13,65 | 17,95 | 28,19 | 2,21 | 7,65 | 238,21 | 64,41 |
| Bico Preto      | 12,77               | 17,75 | 98,78  | 10,60 | 18,87 | 26,47 | 2,79 | 8,50 | 271,31 | 52,88 |
| Saquarema       | 12,52               | 23,00 | 87,87  | 11,15 | 16,78 | 19,24 | 2,66 | 8,18 | 7,93   | 24,75 |
| Palha Murcha    | 12,57               | 13,75 | 104,73 | 9,05  | 17,41 | 30,54 | 2,36 | 8,15 | 201,13 | 40,87 |
| Paranazinho     | 12,50               | 15,00 | 93,47  | 12,15 | 19,13 | 22,64 | 3,30 | 8,41 | 11,87  | 8,55  |
| Canela de aço   | 16,85               | 19,25 | 104,35 | 7,40  | 19,29 | 24,96 | 2,35 | 8,14 | 48,19  | 17,57 |
| Aguilhão        | 12,29               | 24,75 | 96,45  | 9,65  | 20,64 | 27,07 | 2,87 | 8,75 | 405,13 | 61,90 |
| Batatais        | 11,91               | 17,75 | 99,63  | 9,65  | 22,67 | 28,72 | 2,75 | 8,50 | 470,05 | 69,29 |
| Zebū            | 14,21               | 12,75 | 108,40 | 12,80 | 16,77 | 23,11 | 2,21 | 7,39 | 81,47  | 17,78 |
| Cartuna         | 10,89               | 11,50 | 116,47 | 9,35  | 24,85 | 23,57 | 3,02 | 8,72 | 351,52 | 71,12 |
| E 425           | 13,36               | 20,25 | 97,00  | 6,75  | 17,25 | 32,64 | 2,85 | 9,05 | 205,99 | 31,37 |
| P I 160-638     | 12,33               | 21,00 | 90,22  | 12,65 | 19,52 | 23,06 | 2,51 | 7,73 | 248,21 | 52,06 |
| Preto Cultivado | 12,66               | 16,50 | 109,00 | 10,10 | 19,01 | 29,06 | 2,82 | 8,75 | 213,41 | 36,67 |
| Aguilha ESAV    | 11,94               | 17,75 | 111,85 | 13,05 | 19,87 | 27,75 | 2,92 | 8,95 | 451,54 | 56,00 |
| IPSL 1770.      | 12,57               | 16,75 | 111,80 | 12,10 | 18,19 | 21,21 | 2,88 | 8,59 | 120,87 | 26,87 |
| Patnai 6        | 9,96                | 8,25  | 99,40  | 21,10 | 20,24 | 19,90 | 2,68 | 7,31 | 233,23 | 64,48 |
| B 9-34-8        | 10,09               | 11,75 | 57,72  | 15,00 | 21,20 | 22,16 | 2,21 | 6,73 | 219,85 | 58,52 |
| IPSL 163        | 12,45               | 16,75 | 107,73 | 10,35 | 19,87 | 24,43 | 2,95 | 8,91 | 251,77 | 49,07 |
| SZU Miau        | 11,17               | 12,25 | 89,62  | 23,95 | 16,87 | 15,62 | 3,11 | 7,76 | 193,88 | 51,24 |
| IPSL II 2070    | 12,03               | 19,25 | 100,85 | 10,35 | 21,19 | 29,35 | 2,87 | 8,87 | 456,49 | 62,12 |

NOTA: 1- Teor de proteína (%); 2- "Stand"; 3- Altura da planta (cm); 4- Número de perfilhos; 5- Comprimido da panícula (cm); 6- Peso de 1.000 grãos (g); 7- Relação comprimento / largura do grão; 8- Comprimento do grão (mm); 9- Produção de grãos (g); 10- Fertilidade (%).



Tabela 2 - Coeficientes de correlação entre teor de proteína e demais caracteres e respectivos valores de "t" para teste de significância.

| C A R A C T E R E S            | Correlação simples |                       | Correlação parcial |                       |
|--------------------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|
|                                | r                  | t                     | r                  | t                     |
| Altura da planta               | 0,1762             | 1,5809 <sup>ns</sup>  | 0,2250             | 2,0263*               |
| Número de perfilhos            | -0,2353            | -2,1266*              | -0,1250            | -1,1055 <sup>ns</sup> |
| Comprimento da panícula        | -0,3560            | -3,3645**             | -0,2974            | -2,7335**             |
| Peso de 1.000 grãos            | 0,1115             | 0,9908 <sup>ns</sup>  | 0,0997             | 0,8793 <sup>ns</sup>  |
| Relação compr./largura do grão | -0,0379            | -0,3349 <sup>ns</sup> | -0,0231            | -0,2028 <sup>ns</sup> |
| Comprimento do grão            | 0,1737             | 1,5578 <sup>ns</sup>  | 0,1778             | 1,5854 <sup>ns</sup>  |
| Produção de grãos              | -0,4143            | -4,0204**             | -0,4628            | -4,5816**             |
| Fertilidade                    | -0,5254            | -5,4539**             | -0,5162            | -5,2891**             |
| "Stand"                        | 0,2526             | 2,3056*               | -                  | -                     |

\* - significância ao nível de 5% de probabilidade.

\*\* - significância ao nível de 1% de probabilidade.

ns - não significância.

Tabela 3 - Coeficientes de correlação simples entre "stand" e demais caracteres e respectivos valores de "t" para teste de significância.

| C A R A C T E R E S            | r       | t                     |
|--------------------------------|---------|-----------------------|
| Altura da planta               | -0,1540 | -1,3765 <sup>ns</sup> |
| Número de perfilhos            | -0,5236 | -5,4281**             |
| Comprimento da Panícula        | -0,3364 | -3,1548**             |
| Peso de 1.000 grãos            | 0,0603  | 0,5335 <sup>ns</sup>  |
| Relação compr./largura do grão | -0,0617 | -0,5459 <sup>ns</sup> |
| Comprimento do grão            | 0,0067  | 0,0592 <sup>ns</sup>  |
| Produção de grãos              | 0,1197  | 1,0647 <sup>ns</sup>  |
| Fertilidade                    | -0,1161 | -1,0323 <sup>ns</sup> |

\*\* - significância ao nível de 1% de probabilidade.

ns - não significância.

Tabela 4 - Coeficientes de correlação simples, coeficientes de correlação parcial entre comprimento da panícula e outros caracteres e valores "t" correspondentes para teste de significância.

| C A R A C T E R E S | Correlação simples |                      | Correlação parcial |                       |
|---------------------|--------------------|----------------------|--------------------|-----------------------|
|                     | r                  | t                    | r                  | t                     |
| Altura da planta    | 0,1556             | 1,3912 <sup>ns</sup> | 0,1103             | 0,9737 <sup>ns</sup>  |
| Número de perfilhos | 0,0837             | 0,7418 <sup>ns</sup> | -0,1435            | -1,2723 <sup>ns</sup> |
| Peso de 1.000 grãos | 0,2011             | 1,8131 <sup>ns</sup> | 0,2354             | 2,1253*               |
| Produção de grãos   | 0,4846             | 4,8924**             | 0,5613             | 5,9513**              |
| Fertilidade         | 0,5293             | 5,1000**             | 0,5241             | 5,3996**              |

\* - significância ao nível de 5% de probabilidade.

\*\* - significância ao nível de 1% de probabilidade.

ns - não significância.

Tabela 5 - Coeficientes de correlação simples e parcial entre fertilidade e produção de grãos e valores "t" correspondentes para teste de significância.

| Correlação simples |           | Correlação parcial |           |
|--------------------|-----------|--------------------|-----------|
| r                  | t         | r                  | t         |
| 0,8281             | 13,0458** | 0,8537             | 14,3865** |

\*\* - significância ao nível de 1% de probabilidade.