



Hinc patriam sustinet

**Instituto Superior de Agronomia  
Universidade Técnica de Lisboa**



## **CARACTERIZAÇÃO E APROVEITAMENTO TECNOLÓGICO DE VARIEDADES DE ARROZ AUTÓCTONE DE TIMOR-LESTE**

**CARLITO PINTO**

Dissertação para obtenção do Grau do Mestre em:

**Engenharia Alimentar**

Orientador: Doutora Maria Luísa Duarte Martins Beirão da Costa

Co-orientador: Doutora Carla Maria Cadete Martins Moita Brites

### **Júri:**

Presidente: Doutor Raul Filipe Xisto Bruno de Sousa, Professor Catedrático do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa

Vogais: Doutora Maria Luísa Duarte Martins Beirão da Costa, Professora Aposentada do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa;

Doutora Carla Maria Cadete Martins Moita Brites, Investigadora Auxiliar do Instituto Nacional de Recursos Biológicos, I.P.

Doutora Maria Otilia de Almeida Carvalho da Mata, Investigadora Auxiliar do Instituto de Investigação Científica Tropical.

Lisboa, 2009

## **Agradecimentos**

A realização e conclusão deste trabalho só foi possível com o apoio e colaboração de um grande número de pessoas, que directa ou indirectamente me ajudaram, e a quem quero expressar o meu sincero agradecimento. Se não fossem contributos dessas pessoas, eu nunca teria realizado e concluído deste trabalho.

Quero agradecer à Professora Maria Luísa Beirão da Costa que aceitou ser minha orientadora e pela sua ajuda na revisão final.

Agradeço à Doutora Carla Moita Brites por ter aceite ser co-orientadora deste trabalho e pelo apoio generoso e incondicional prestada durante a realização e conclusão deste trabalho.

Agradeço a todos os meus familiares que me ajudaram a recolher amostras de arroz e me enviaram desde Timor para a realização deste trabalho, em especial ao meu primo Virgílio Amaral.

Agradeço com toda a minha sincera gratidão e humildade ao Engenheiro Miguel Nogueira, pela sua grandeza e bondade, pelo facto de me ter trazido as amostras de arroz de Díli para Lisboa mesmo sem me conhecer pessoalmente.

Agradeço à Doutora Fátima Calouro por ter autorizado a utilização dos meios laboratoriais da unidade de Tecnologia Alimentar para a realização deste trabalho.

Agradeço ao Engenheiro Alberto Vargues por ter autorizado utilizar os equipamentos do laboratório de Centro Operativo de Tecnológico do Arroz em Salvaterra de Magos para descascar as amostras de arroz e pelo transporte que me disponibilizou.

Agradeço à Engenheira Maria de Lourdes (Milú), à D. Fernanda e a todo o pessoal do L-INIA pela simpatia e apoio que me deram.

Agradeço ao Professor João Rendes da Faculdade da Agronomia da Universidade Nacional de Timor-Leste pela sua gentileza por me ter enviado os dados referentes à agricultura de Timor-Leste.

Agradeço aos meus amigos Licínio Freitas, Rogério Miguel e o António Santos pela ajuda e pelo apoio incondicional durante a minha estadia em Portugal, mesmo que não sendo alunos do ISA estiveram sempre prontamente disponíveis em me ajudar e corrigir o meu português, não só neste mas em muitos tantos trabalhos realizados no ISA durante o meu percurso académico.

Agradeço à minha tutora, Professora Emília Pinto Preuhsler que me acompanhou e me apoiou durante o meu percurso académico no ISA principalmente nos momentos mais complicados.

Não posso deixar de me lembrar também das minhas colegas da turma Alimentar que me ajudaram muito nos momentos mais difíceis, principalmente às minhas amigas e colegas: Mara Carvalheira, Cláudia Belchior, Diana Fernandes e de mais colegas da turma pela simpatia e companheirismo.

E por fim agradeço a todos os professores do ISA que fizeram parte o meu percurso académico no ISA.

## Resumo

O arroz é o principal alimento de 60% da população Timorenses e constitui uma das formas mais promissoras para solucionar o problema alimentar de Timor-Leste com um aproveitamento intensivo das várzeas e planícies costeiras para a sua cultura.

O objectivo deste trabalho foi o de estudar algumas características físico-químicas (cor, teor de amilose e perfis de viscosidade) de 10 variedades de arroz produzidas em Timor-Leste assim como a influência da manipulação e processamento após a colheita.

A coloração do arroz branqueado foi avaliada no Chromameter CR-200 e os resultados desta avaliação mostram que existem diferenças significativas entre variedades e influência do tipo de descascador utilizado ( $P < 0,001$ ).

Das 10 variedades analisadas a que apresentou um teor de amilose média mais baixa foi a variedade Nona Porto (28,47% na matéria seca) e a mais alta Hare Ikan (41,80% na matéria seca). Fez-se sentir nos resultados a influência do tipo de descascador e de moinho utilizado ( $P < 0,001$ ). As propriedades da viscosidade da pasta da farinha do arroz foram avaliadas no RVA. Diferentes moendas apresentaram resultados significativamente diferentes nos parâmetros do RVA ( $P < 0,001$ ), enquanto que os diferentes descascadores não influenciaram nos parâmetros do RVA ( $P > 0,05$ ).

**Palavra-chave:** Arroz, Amido, Cor, Analisador Rápido de Viscosidade, Retrogradação, Timor-Leste.

## **Abstract**

The rice is the staple food of 60% of the Timorese people and is one of the best promises to solve the food problem of East Timor to be raised in a intensive use of flood and coastal plains.

The aim of this work was to study some physico-chemical properties (colour, amylose content and viscosity profiles) of 10 varieties of rice produced in East Timor as well as the influence of handling and processing after harvest.

The variation of colour in milled rice was evaluated by the Chromameter CR-200. Evaluation results showed that there are a significant influence ( $P < 0.001$ ) of the varieties and the types of peelers used.

From the 10 varieties evaluated the one that showed the lowest amylose content average was the Nona Porto variety (28.47% of the dry matter) being free highest, 41.80% of the dry matter observed in the Hare Ikan variety. These numbers are significantly influenced by the different mills and type of peelers used ( $P < 0.001$ ). The properties of the paste viscosity of rice flour was evaluated in the RVA in which the various mills have significantly different results on the RVA parameters ( $P < 0.001$ ).

**Key Words:** *Rice, Starch, Colour, Rapid Visco Analyser, Retrogradation, East Timor.*

### ***Extended Abstract***

The rice is a Timorese subsistence and family crop ensuring food security of the farmer along the year, especially between the two harvest seasons. Among the basic food, rice is the staple food of 60% of the Timorese people and is one of the best promises to solve the food problem of East Timor to be raised in a intensive use of flood and coastal plains. Actually, East Timor is not able to produce sufficient amount of rice for domestic consumption, being about half the annual consumption ensured by the importation from other countries. The pestle and mortar are widely used in rural areas to dehusk the rice. However nowadays electric peelers are also use in. Nevertheless the efficiency of both methods it's low.

The aim of this work was to study some physico-chemical properties (colour, amylose content and viscosity profiles) of 10 varieties of rice produced in East Timor as well as the influence of handling and processing after harvest.

The variation of colour in milled rice was evaluated by the Chromameter CR-200. Evaluation results showed that there are a significant influence ( $P < 0.001$ ) of the varieties and the types of peelers used. The highest value of whiteness index was displayed by the Hare Ikan variety ( $WI=72.75$ ) and the lowest was shown by the Membrano variety ( $WI=63.43$ ).

From the 10 varieties evaluated the one that showed the lowest amylose content average was the Nona Porto variety (28.47% of the dry matter) being free highest, 41.80% of the dry matter observed in the Hare Ikan variety. These numbers are significantly influenced by the different mills and type of peelers used ( $P < 0.001$ ). The properties of the paste viscosity of rice flour was evaluated in the RVA in which the various mills have significantly different results on the RVA parameters ( $P < 0.001$ ) while the other peelers did not influenciate significantly the RVA parameters ( $P > 0.05$ ). The lowest temperature of starch gelatinization (pasting temperature) was of 74.50°C in the variety of rice Caicoli and the highest was 84.06°C, in the variety of rice Nakroma.

**Key Words:** *Rice, Starch, Colour, Rapid Visco Analyser, Retrogradation, East Timor.*

## Índice

<b>1. Introdução</b> .....	<b>1</b>
<b>2. História do Arroz</b> .....	<b>2</b>
2.1. Origem e Dispersão .....	2
2.2. Morfologia.....	3
2.3. Produção mundial .....	4
2.4. A Orizicultura Timorense, os seus Condicionamentos e a sua Evolução .....	4
2.4.1. Condições edafoclimáticas.....	6
2.4.2. As Principais zonas de Produção.....	8
2.4.2.1. Preparação do Terreno .....	12
2.4.2.2. Sementeira .....	13
2.4.2.3. Colheita a consumo.....	13
2.5. Nomenclatura .....	16
2.6. Outras designações Comerciais .....	18
<b>3. O Grão do Arroz Após a Colheita</b> .....	<b>20</b>
3.1. Estrutura anatómica do grão .....	20
3.2. Qualidade do Arroz .....	21
3.2.1. Características da qualidade do arroz paddy .....	21
3.2.2. Características da qualidade do arroz branqueado.....	23
3.2.2.1. Qualidades Físicas .....	23
3.2.2.1.1. Rendimento .....	24
3.2.2.1.2. Biometria .....	25
3.2.2.1.3. Cor .....	25
3.2.2.2. Qualidade de Processamento e Culinária .....	27
3.2.2.2.1. Textura .....	28
3.2.2.3. Composição Química .....	29
3.2.2.3.1. Amido .....	30
3.2.2.3.2. Propriedades físico-químicas do amido.....	32
3.2.2.3.2.1. A Gelatinização.....	34
3.2.2.3.2.2. Formação da Pasta .....	35
3.2.2.3.2.3. Retrogradação .....	36
3.2.2.3.3. Métodos de Análises das Propriedades Físicas do Amido.....	37
3.2.3. Qualidade Nutricional do Arroz na Alimentação Humana .....	38
<b>4. Desenvolvimento Experimental</b> .....	<b>40</b>
4.1. Material.....	40
4.2. Métodos.....	41

4.2.1. Determinação da Cor .....	41
4.2.2. Determinação do teor de amilose.....	42
4.2.3. Determinação da viscosidade .....	42
4.2.4. Análise estatística.....	43
4.2.4.1. Análise de variância .....	43
<b>5. Resultados e Discussão .....</b>	<b>44</b>
<b>6. Conclusões .....</b>	<b>53</b>
<b>7. Bibliografia.....</b>	<b>55</b>
<b>8. Cibergrafia .....</b>	<b>58</b>
<b>9. Anexos .....</b>	<b>58</b>

## Índice de Figura

Figura 2- 1. Mapa climático de Timor-Leste.....	8
Figura 2- 2. Imagem das zonas "tipo" de orizicultura praticada.....	9
Figura 2- 3. Imagem das principais culturas praticadas em Timor-Leste.....	10
Figura 2- 4. Distritos com maior produção de arroz paddy em 2008.....	11
Figura 3- 1. Estrutura anatómica do grão.....	20
Figura 3- 2. Diagrama de CIE L*a*b*.....	26
Figura 3- 3. Estrutura do amido: a) Amilose; b) Amilopectina.....	31
Figura 3- 4. Perfil do Analisador rápido de viscosidade (RVA).....	38
Figura 4- 1. Moinhos: 1) Falling Lab. Mill 3100; 2) Retsch Zn 100.....	41
Figura 4- 2. Chromameter CR-200.....	41
Figura 4- 3. Espectro fotómetro, Hitachi U-2010.....	42
Figura 4- 4. RVA, Newport Scientific, Austrália.....	43
Figura 5 – 1. Imagem do arroz integral das variedades: a) Brito; b) Hare Ikan de cor vermelha e castanha separadas.....	45
Figura 5- 2. Perfil da viscosidade (cP) em função do tempo e da temperatura, obtido no RVA para as farinhas do arroz de diferentes variedades.....	52

## Índice de Quadros

Quadro 2- 1. Área e a produção de arroz paddy por distrito em 2007 e 2008. ....	11
Quadro 2 – 2. Área de Produção, produção e Importação de arroz de 1998 a 2008. ....	12
Quadro 2 – 3. Consumo de Arroz em Timor-Leste .....	15
Quadro 3 – 1. Composição Nutricional dos Cereais. ....	39
Quadro 3 – 2. Composição Nutricional do Arroz. ....	40
Quadro 5 – 1. Média dos resultados dos parâmetros L*a*b* e o índice de brancura e da intensidade da cor para 10 variedades. Classificada pelo teste de Duncan. .	45
Quadro 5 – 2. Média dos resultados dos parâmetros da cor para 3 tipos de descasque. Classificada pelo teste de Duncan. ....	46
Quadro 5 – 3. Análise de variância dos resultados dos parâmetros L*a*b* para 10 variedades e 3 tipos de descasque. ....	46
Quadro 5 – 4. Teor médio da amilose do arroz integral de 2 variedades. ....	47
Quadro 5 – 5. Análise da variância dos resultados do teor de amilose para 10 variedades e 3 tipos de descasque. ....	47
Quadro 5 – 6. Análise da variância dos resultados do teor de amilose para 10 variedades e 2 tipos de moendas laboratoriais. ....	48
Quadro 5 – 7. Média dos resultados do teor de amilose e Parâmetros do RVA para farinhas de 10 variedades obtidas de Moinho falling laboratory mill 3100 e de 3 tipos de descasque. Classificada pelos testes de Duncan. ....	49
Quadro 5 – 8. Intervalo da variação das médias dos resultados da amilose e dos parâmetros do RVA. ....	49
Quadro 5 – 9. Análise de variância dos resultados dos parâmetros do RVA para 10 variedades e 3 tipos de descasque. ....	49
Quadro 5 – 10. Média dos resultados dos parâmetros do RVA para 3 tipos de descasque. Classificada pelo teste de Duncan. ....	50
Quadro 5 – 11. Médios dos resultados dos parâmetros do RVA do arroz integral de 2 variedades. ....	50
Quadro 5 – 12. Análise de variância dos resultados dos Parâmetros do RVA para 11 variedades e 2 tipos de Moendas laboratoriais. ....	51
Quadro 5 – 13. Média dos resultados do teor de amilose e Parâmetros do RVA para farinhas de 10 variedades obtidas de 2 Moinhos. Classificada pelo teste de Duncan. ....	51
Quadro 5 – 14. Intervalo da variação das médias dos resultados da amilose e dos parâmetros do RVA. ....	52

## Lista de Abreviaturas

AACC – American Association Cereal Chemists

BIMAS – “Bimbingan Masyarakat” em língua Indonésio. É um programa nacional de intensificação da agricultura.

CIE - Commission Internationale de L'Éclairage.

DNE – Direcção Nacional de Estatísticas de Timor-Leste

FAO – Food and Agriculture Organization

IRRI – International Rice Research Institute

JICA – Japan International Cooperation Agency

MAFP – Ministério da agricultura Floresta e Pecas de Timor-Leste

MEAU – Missão de Estudos Agronómicos do Ultramar

ONG – Organização Não Governamental

RVA – Rapid Visco Analyser

TG – Temperatura de gelatinização

WFP – World Food Programme

ADP-glucose – Adenina difosfato glucose

UDP-glucose – Uradina difosfato glucose

## 1. Introdução

O arroz é um dos cereais mais importantes na alimentação humana com uma produção mundial de aproximadamente 683 milhões de toneladas (FAOSTAT, 2008). Constitui o alimento base de mais de metade da população mundial, sendo cultivado em cinco continentes. Cerca de 90% do arroz é produzido e consumido na Ásia e apenas 5% da produção entra no mercado internacional.

Toda a economia actual da população timorense está ligada à terra e esta situação tem tendência para se prolongar ainda por muito tempo. A agricultura tem um papel chave no desenvolvimento e progresso social de Timor-Leste já que ela ocupa e sustenta a maior parte da população.

Mesmo assim, a agricultura timorense tem sido e continua a ser uma actividade profundamente primitiva e atrasada, correspondendo perfeitamente às grandes dificuldades do meio e ao baixo nível económico e educacional das populações rurais. Na verdade, a evolução da agricultura de Timor-Leste enfrenta muitos desafios pela frente. Estes vão desde as questões imediatas tais como a fome e a má nutrição (segurança alimentar), às infra-estruturas agrícolas, à adopção das novas tecnologias e mecanização até à transformação dos produtos agrícolas. Entre os géneros alimentícios básicos, o arroz constitui uma das melhores potencialidades para a solução do problema alimentar de Timor-Leste com um aproveitamento intensivo das várzeas e planícies costeiras para a sua cultura. O arroz é de facto, o principal alimento de 60% da população Timorense, sendo os outros alimentos o milho, a mandioca, o inhame e a banana.

O objectivo primário da orizicultura timorense é o de agricultura de subsistência e familiar com objectivo de assegurar a segurança alimentar do próprio agricultor durante um ano entre as duas épocas de colheita. A maioria das populações timorenses vive em zonas rurais e utiliza meios artesanais para descascar arroz, devido à indisponibilidade de equipamento de descasque adequado e eficiente, falta de embalagem e condições de armazenamento adequado.

Para desenvolver a orizicultura de Timor-Leste é necessário investir em infra-estruturas, tais como: meios de transporte, sistemas da rede de irrigação, tractores, facilidade de acesso aos adubos, melhoria no processamento pós-colheita, embalagens para o transporte e armazenamento adequado.

Em Timor, como noutros países subdesenvolvidos, subsiste um facto essencial: o doloroso esforço dispensado pelo homem para alcançar diminutos resultados. O desenvolvimento da orizicultura deveria surgir assim, não apenas como meio de lutar eficazmente contra a fome ou má nutrição, mas também como pedra angular no

desenvolvimento económico e social, trata-se de uma relação fundamental, por vezes compreendida mas nem sempre considerada na prática, entre o problema alimentar, a política do desenvolvimento agrícola e o crescimento global.

Assim, este trabalho tem como objectivo, determinar e comparar as características físico-químicas de dez variedades de arroz produzidas em três locais diferentes de Timor-Leste, assim como a influência da manipulação e processamento pós-colheita em parâmetros de avaliação da qualidade com o fim de melhorar as suas condições.

## **2. História do Arroz**

### **2.1. Origem e Dispersão**

O arroz (*Oryza sativa* L.) é de origem asiática em local incerto. Admite-se que o centro de origem do arroz se situa na zona pré-himalaiana do sudeste asiático, parte Este da Índia e Sul da China. Alguns autores admitem que a domesticação ocorreu na Índia (entre 1500 e 2000 anos A.C) e, ainda em período muito antigo, o cultivo expandiu-se para o sul da China e outros países do Sul e Este da Ásia. Outros autores consideram que o cultivo na China é o mais antigo (a 7000 anos). Mas há muitos autores que concordam que o arroz foi domesticado em três sítios diferentes – na Índia, Indonésia e na China, por isso, se conhecem três tipos de subespécies de arroz: indica; javanica e japonica respectivamente (Schalbroeck, 2001).

A Pérsia, o ocidente da Índia, e a China a oriente podem considerar-se os principais difusores da cultura do arroz. Da Pérsia, o arroz passou para o sul do Turquestão, Mesopotâmia, Arábia e Turquia (Silva, 1975).

Inúmeros botânicos defendem também a ideia do aparecimento do grão no Sudeste asiático. Em favor dessas hipóteses, existem as tradições antigas na China, os nomes com que o vegetal é conhecido nas antigas línguas da Ásia e as informações de autores gregos e romanos. Tudo isso reforça a opinião daqueles que excluem qualquer outra origem a não ser a asiática.

A introdução da cultura de arroz em Timor-Leste não está exactamente datada. Quando no princípio do século XVI, os portugueses chegaram a Timor, encontraram na ilha uma civilização da Idade do Ferro. Os timorenses viviam da agricultura e criação de gado bem como da recolha de alguns produtos florestais. Cultivavam-se cana doce, laranjas, limões, amêndoas, inhame, bananas, milho e arroz (Reis, 2000).

A presença dos portugueses em Timor durante 4 séculos resultou numa influência praticamente imutável nestas matérias: foram introduzidas algumas culturas alimentares novas, na sua maioria originárias do Brasil (como a mandioca ou milho). Na década de 1960, foram introduzidas as variedades de arroz melhoradas do IRRI das Filipinas IR3, IR4, IR5 e IR8 pelos agrónomos Portugueses (Gonçalves *et al.*, 1974) e IR64 e Membrano nos anos 1980 e 1990 respectivamente pelos Indonésios (MAFP, 2006). O comércio de variedade certificada é inexistente, os agricultores desconhecem qual o tipo de variedade semeada mas, actualmente a variedade IR64 é dominante em Timor-Leste.

## 2.2. Morfologia

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma planta anual da família das gramíneas, de que se conhecem diferentes variedades cultivadas.

O seu sistema radicular é formado por raízes seminais e adventícias que constituem o característico raizame fasciculado.

O caule é um colmo, com nós bem marcados, correspondentes a tabiques internos e externos revestidos pelas bainhas das folhas que os envolvem. Cada planta possui vários colmos cujo número depende do seu grau de afilhamento. A altura dos colmos, designada frequentemente por estrutura, é medida desde a base do colmo principal até ao nó inferior da panícula. O tamanho da planta depende de cada variedade e das condições ambientais, variando de 0,6 m (mais baixa) a 1,1 m (alta) e muito alta superior de 1,1 m (Silva, 1971).

O ciclo de desenvolvimento do arroz compreende três períodos: vegetativo, reprodutivo e maturação (Silva, 1971; Schalbrock, 2001). Nos climas tropicais e subtropicais, a sua duração é de 100 a 130 dias em média, dependendo de vários factores: das variedades, época de sementeira, região de cultivo e das condições de fertilidade do solo. A maior parte da variação de ciclo entre culturas ocorre no período vegetativo.

O período vegetativo compreende o período que vai da germinação da semente à diferenciação do primórdio floral. O número de dias da sementeira à emergência depende da temperatura e humidade do solo nos sistemas de sementeira em solo seco.

O período reprodutivo compreende o período entre a diferenciação do primórdio floral e a inflorescência. A sua duração varia de três a cinco semanas. A partir da diferenciação, os entrenós do colmo começam a alongar-se rapidamente e a planta cresce bastante.

O período de maturação corresponde ao período que vai da inflorescência à maturação fisiológica do grão, e varia de 30 a 40 dias, em função, principalmente, das condições de temperatura do ar. O ciclo cultural termina com a maturação do grão, que se traduz pela acumulação do amido e perda de humidade.

### **2.3. Produção mundial**

O arroz, a nível mundial ocupa o primeiro lugar nas culturas destinadas à alimentação humana. Segundo a FAO, a produção mundial do arroz em casca (paddy) em 2008 atingiu 683 milhões de toneladas equivalentes a 456 milhões toneladas de arroz descascado.

A China, Índia, Indonésia, Bangladesh, Tailândia, Vietname e Myanmar são os maiores países produtores do mundo. Em 2008, a China foi o maior produtor de arroz (paddy) no mundo com 194,6 milhões de toneladas. Seguiu-se a Índia que produziu 147 milhões de toneladas, a Indonésia 60,3 milhões de toneladas, o Bangladesh com 45 milhões de toneladas, o Vietname com 38,6 milhões de toneladas, a Tailândia com 31,5 milhões de toneladas e Myanmar com 30,5 milhões de toneladas. A produção total desses países em 2008, foi cerca de 80% da produção mundial. Alguma alteração na quantidade de produção de arroz desses países, iria influenciar grandemente o volume da produção mundial.

Cerca de 90% do arroz produzido destina-se ao consumo humano como alimento. A produção mundial de arroz na última década tem vindo a aumentar, esse aumento na produção é para garantir uma maior quantidade de arroz disponível para consumo, pois cada vez mais a procura de arroz é maior devido ao aumento da população nos países produtores.

Em média, a energia obtida através do consumo do arroz foi cerca de 400 – 480 kcal/capita/dia nos anos 1960, aumentou para cerca de 560 – 580 kcal/capita/dia nos finais dos anos 1990. Segundo a FAO em 2003, o consumo em países como Myanmar, Laos, Vietname, Bangladesh, no Camboja e na Indonésia é superior a 140 kg/capita/ano, e é considerado o mais elevado, enquanto países como Tailândia, Filipina, Sri Lanka, Serra Leoa, Coreia do Sul, China, Nepal, Guiné-Bissau, Cuba entre outros é de 70 – 140 kg/capita/ano, e é considerado elevado.

### **2.4. A Orizicultura Timorense, os seus Condicionamentos e a sua Evolução**

A agricultura timorense antes da aplicação do plano de Fomento nos anos 60 era uma actividade muito primitiva e de baixa produtividade. Os timorenses cultivam o pedaço de terra que está junto à sua habitação, por vezes por alguns metros quadrados apenas de solo empobrecido por culturas seguidas sem fertilização. A preparação do solo é efectuada com meios rudimentares, um pau ou um ferro aguçado que picam o terreno, principalmente para o nivelamento e a construção de diques para obter um nível de acumulação de água nos tabuleiros mais uniforme. Os tabuleiros são preparados de forma muito primitiva, com o auxílio de búfalos que espezinham a terra, amassando-a juntamente com as ervas. A

semente que havia sido posta a germinar três dias antes é depois lançada directamente ao tabuleiro.

Não se aplica fertilização, as colheitas são para consumo directo e não há uma selecção de semente para o cultivo.

Após o estabelecimento do II Plano de Fomento em 1960 (Reis, 2000), a abertura de novos terrenos para o cultivo de arroz e a melhoria da rede de irrigação nos principais centros agrícolas em Viqueque e Baucau nos anos 1960 marcou o início de uma nova época agrícola em Timor-Leste.

A introdução de tractores em número suficiente e a criação de vários centros de extensão rural em Natarbora, Betano e Loes ocorreram nesse período. Assim como o esforço governamental, os colégios de Missionários em Fatumaca, Fuloro e Maliana contribuíram para a introdução e promoção das máquinas agrícolas. Novas variedades de arroz, tais como, IR-5 e IR-8, foram trazidas do IRRI em Los Baños Filipinas introduzidas e difundidas com maior sucesso nos anos 1970 (Gonçalves *et al.*, 1974). Nos finais dos anos 1990 ainda se utilizam as sementes dessas variedades pois, foram consideradas as melhores variedades para o território com ou sem adubação. Outras inovações introduzidas, a par das novas sementes foi o método de transplante de cultivo do arroz irrigado e os primeiros ensaios de utilização dos fertilizantes químicos (adubação azotadas e fosfatadas) e obtendo-se rendimento *paddy* entre os 4,3 a 5,5 ton/ha (Gonçalves *et al.*, 1974).

As mudanças nos vários sectores da economia no período entre 1960 a 1970 (Reis, 2000) e as várias recomendações apresentados pelos grupos de investigadores (principalmente do MEAU), não foram acompanhadas com seriedade na aplicação dos Planos de Fomento e além disso, os sucessivos conflitos políticos no território, fizeram com que a agricultura timorense fosse e continuasse a ser ainda hoje uma agricultura de subsistência de baixa produtividade e pouca desenvolvida.

O mesmo caminho foi seguido durante mais de duas décadas (1975 – 1999) pelo regime Indonésio. O desenvolvimento agrícola foi a principal preocupação do governo indonésio, fazer com que Timor-Leste conseguisse a auto-suficiência alimentar. Para atingir este objectivo, foi criado um programa nacional de intensificação da cultura do arroz (chamado “BIMAS”) que se caracterizava pela adopção das tecnologias da revolução verde tais como a utilização de máquinas agrícolas em larga escala, sementes híbridas, fertilização química e uma maior rede de irrigação. O resultado foi um investimento substancial na irrigação que resultou num aumento da produção do arroz em Timor-Leste. Ao contrário da época da administração Portuguesa, a prioridade do desenvolvimento agrícola foi concentrada em regiões da parte ocidental do território nomeadamente em Maliana e Suai.

Durante a administração indonésia, as populações eram obrigadas a viver num sítio fortemente controlado para facilitar as operações militares e ao mesmo tempo os indonésios introduziam os métodos e técnicas agrícolas. Alguns mecanismos de melhoramento da cultura do arroz em Timor-Leste vieram através de um programa chamado transmigração criado na Indonésia. Este programa consistia em deslocar agricultores da Indonésia e trazê-los para Timor-Leste para introduzir novas técnicas agrícolas, tais como sistema de tracção animal (muito utilizado em Bali) e que teve algum sucesso principalmente na parte ocidental de Timor-Leste.

Em 1999, a infra-estrutura agrícola sofreu uma destruição muito significativa devido aos conflitos verificados no território. Após a independência, o governo e vários ONG trabalharam juntos para reconstruir a agricultura timorense através da reabilitação das infra-estruturas, aumento da capacidade de recursos humanos e dando formação aos agricultores, e a criação de um centro de extensão rural que consiste na distribuição de sementes de variedades melhoradas mais resistentes a doenças e mais adaptado ao clima local.

Para a realização do plano de reconstrução, o Ministério da Agricultura, Floresta e Pescas de Timor-Leste (MAFP) organizou uma estrutura incluindo um conjunto de pessoal administrativo e funcionários de campo para gerir a reconstrução do sector agrícola. Houve um esforço considerável de reabilitação e de substituição de infra-estruturas agrícolas e de instalação do processamento de produtos agrícolas tais como: maquinaria do processamento do café, máquina descascadora de arroz para as aldeias e debulhadoras de milho (MAFP, 2006).

#### **2.4.1. Condições edafoclimáticas**

A temperatura é com certeza um dos factores mais importantes que condiciona o ciclo vegetativo do arroz. Para que as plantas possam crescer e atingir o seu completo desenvolvimento é necessário que a temperatura total durante o ciclo vegetativo atinja determinados valores e que, além disso, os valores máximos e mínimos estejam dentro de determinados limites, pois, de contrário, as plantas podem não completar ou mesmo não chegar a realizar as diferentes fases do seu período vegetativo.

Na altura da sementeira a temperatura da água e do solo deve ser pelo menos de 12°C a 14°C o que, evidentemente limita as datas de sementeira nas regiões mais setentrionais. A floração necessita de uma temperatura mínima de 22°C; a polinização efectua-se a temperaturas variáveis, consoante a humidade atmosférica, mas geralmente

nunca abaixo dos 22°C. Para a maturação a temperatura mínima exigida parece ser de cerca de 19°C.

Estes valores mostram por que razão a cultura do arroz é limitada, nas zonas temperadas, às estações mais quentes (caso de Portugal), enquanto que nas regiões tropicais e subtropicais se cultiva durante todo o ano (caso de Timor-Leste).

A temperatura média mensal em Timor-Leste varia, consoante o local observado, entre 19°C e 30°C, tomando os dois extremos térmicos observados. Contudo, localmente, as amplitudes térmicas são de apenas 2°C a 4°C anuais, características comum dos climas tropicais (Silva, 1956; Soares, 1957).

Ainda que as diferenças climáticas globais em Timor-Leste sejam pequenas, nomeadamente no que diz respeito às variações térmicas regionais, a precipitação apresenta variações consideráveis no território, permitindo diferenciar diversas zonas do país e classificá-las com base neste parâmetro.

Consideram-se secos, todos os meses com precipitações inferiores a 60 mm e meses húmidos os que apresentam valores superiores a 100 mm, correspondendo os valores intermédios aos meses de transição. Segundo as classificações de Schmidt e Ferguson, que tem por base a relação entre o número de meses secos e meses húmidos num determinado local, existem oito tipos de climas, classificados com letras de A a H, que é muito utilizada na análise de território com climas isotérmicos como Timor-Leste.

Em Timor-Leste apenas se observam os tipos de clima C a G, o que é um sinal da relativa homogeneidade climática do território. De uma forma global, toda a zona sul do território apresenta climas húmidos dos tipos C (precipitação média anual: 2000 – 2500 mm) e D (precipitação média anual: 1500 – 2000 mm), Figura 2 -1. O clima do tipo E (precipitação média anual: 1000 - 1500 mm), pode ser considerado seco pois nele o número de meses secos é superior ou idêntico ao número de meses húmido, caracteriza a maioria da costa norte. Os climas F, (precipitação média anual situa-se 700 - 1000 mm) e G (entre os 500 - 700 mm), são os climas mais secos, e apenas podem ser encontrados em pequenas áreas próximas da linha de costa norte.

O clima de Timor-Leste é claramente isotérmico, sendo a precipitação o factor climático mais notável. As chuvas são essenciais à orizicultura, quer directamente, quer através dos cursos de água que vão alimentando. O bom êxito da cultura depende da sua regularidade, pois a superabundância dum mês não compensa a deficiência de outro.

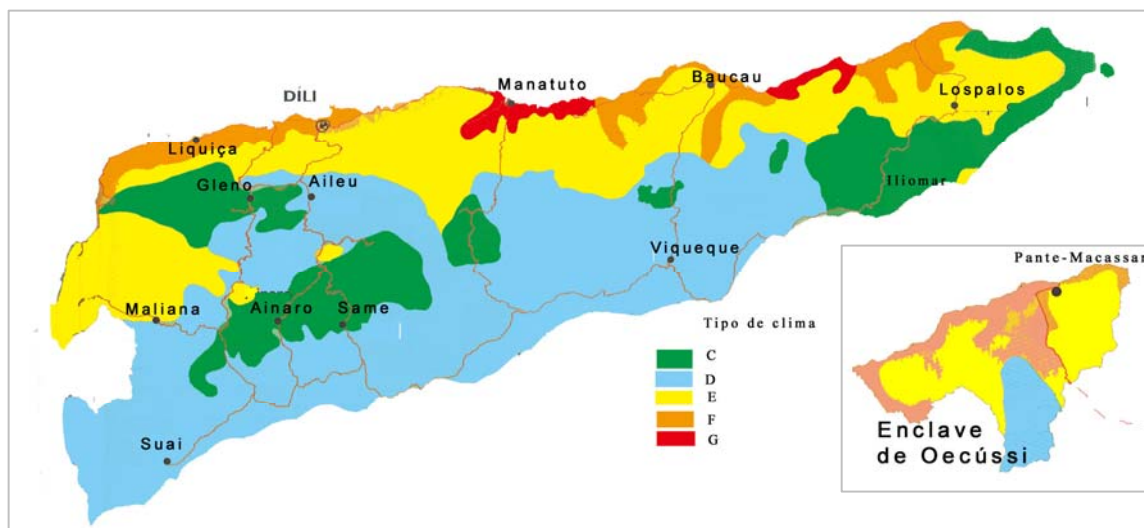


Figura 2 – 1. Mapa climático de Timor-Leste.

Fonte: Adaptado de Atlas de Timor-Leste, 2002.

#### 2.4.2. As Principais zonas de Produção

O arroz (*Oryza sativa* L.) é cultivado em larga escala em todo o território de Timor-Leste em inúmeras formas, e em vários habitats desde as zonas planas e inundadas até zonas altas e secas com 1200 m de altura.

A irrigação do solo é um dos principais factores determinantes na distribuição geográfica das diferentes culturas. Cerca de metade do território é irrigável (Figura 2 -2), correspondendo a três áreas principais: a maioria da costa sul, parte da costa norte entre o distrito de Manatuto e Lautém a maioria do distrito de Bobonaro. É, principalmente nestas áreas que se encontram as várzeas, onde se pratica uma cultura de arroz alagado. As áreas não irrigáveis de Timor-Leste, correspondentes às zonas de relevo mais acentuado do centro do território, são na maioria destinadas ao cultivo de café.

##### ▪ Arroz de regadio (arroz irrigado)

Referenciado como uma das culturas mais importantes para Timor-Leste, o arroz, mais especificamente o arroz de regadio, segundo o Ministério da Agricultura Floresta e Pescas de Timor-Leste, apresentava uma área potencial total para a cultura de arroz irrigado em 2003 de cerca de 85099 ha, situada principalmente na Costa Sul e Costa Norte (Região de Baucau e Manatuto) e interior Oeste (principalmente no distrito de Bobonaro e Oecússi) (Figura 2 -2), a área total cultivada é de 29597 ha (34,8% da área potencial total). O distrito

de Bobonaro, nomeadamente no subdistrito de Maliana, o distrito de Oecússi e Manatuto actualmente já possuem um sistema de rede de irrigação mais desenvolvida enquanto nos outros distritos a rede de irrigação ainda é muito tradicional construída pelos agricultores.

- Arroz de sequeiro

No caso do arroz de sequeiro, em 2003, a área potencial para o cultivo na maioria situava-se no distrito de Lautém, na costa sul e interior Oeste (Figura 2 -2), principalmente nas regiões onde as chuvas são mais abundantes, totalizando uma área com cerca de 147884 ha em que a área cultivada é de 3784 ha (2,6% da área potencial) (DNE, 2007). Estes dados indicam que grande parte da área potencial para o cultivo de arroz está ainda por utilizar, devido principalmente à imaturidade da rede de irrigação, à chuva irregular, à falta de meios e de poucos incentivos aos agricultores.



Figura 2 – 2. Imagem das zonas "tipo" de orizicultura praticada.

Fonte: Adaptado de Pinheiro da Luz, 2003.

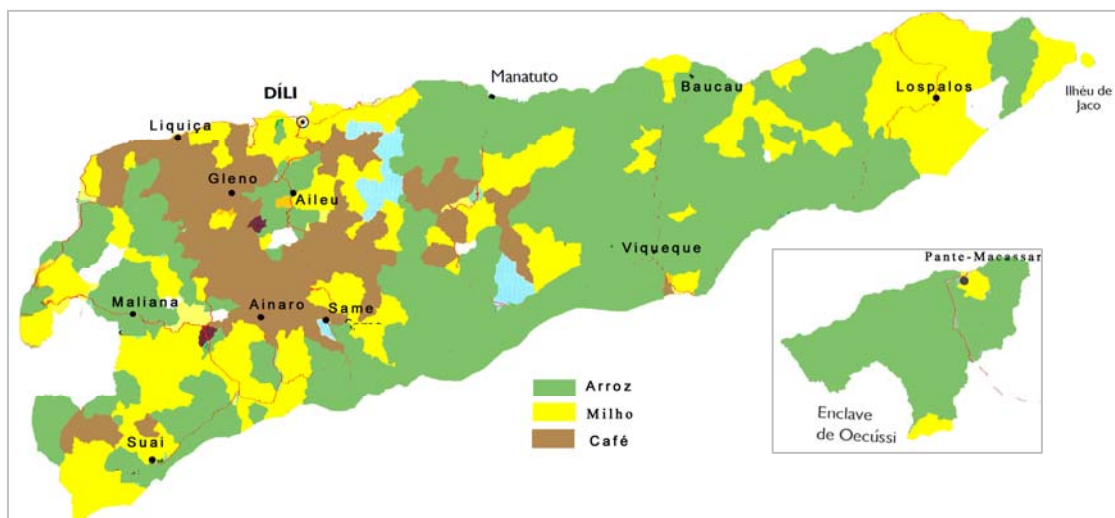


Figura 2 – 3. Imagem das principais culturas praticadas em Timor-Leste.

Fonte: Adaptado de Atlas de Timor-Leste, 2002.

Em 2006, a área total da orizicultura era cerca de 45 mil hectares e diminuiu para 31 mil hectares em 2007, ou seja, a área diminuiu em 2007 cerca de 30% (Quadro 2 -1 e 2 -2). Em 2008, a área de orizicultura e a produção recuperou ao nível de 2006. A produção de arroz paddy foi de 77 mil toneladas equivalente a 54 mil toneladas de arroz descascado (branqueado). Os distritos de Baucau, Bobonaro, Lautém, Oecússi e Viqueque são os maiores produtores de arroz (Figura 2 -4) cerca de 72% da produção total (Quadro 2 -1). Em termos de área, em 2008 os 5 distritos representam 67% da área total da orizicultura timorense (MAFP, 2008). Os dados referidos no quadro 2-2 mostram-nos que Timor-Leste ainda não consegue produzir quantidade de arroz suficiente para o consumo interno e cerca de metade do consumo anual é assegurada pela importação. No quadro 2-2, a importação de arroz em 2006 foi muito baixa relativamente aos anos anteriores, isto deveu-se à crise político-militar verificada no território. Para a substituição da importação de arroz, Timor-Leste recebeu ajudas de ONG tais como WFP e JICA, o que fez com que o governo de Timor-Leste destina-se o seu orçamento para outras áreas, como por exemplo para apoios às populações deslocadas no território devido à crise referida.



Figura 2 – 4. Distritos com maior produção de arroz paddy em 2008.

Quadro 2 – 1. Área e a produção de arroz paddy por distrito em 2007 e 2008<sup>1</sup>.

Ano	2007				2008		
	Área Potencial (ha)	Área cultivada (ha)	Área colhida (ha)	Produção (t)	Área cultivada (ha)	Área colhida (ha)	Produção (t)
Aileu	1820	576	573	574	776	776	931
Ainaro	2309	1958	1924	3848	1958	1958	2937
Baucau	28835	4276	3660	6588	5071	5071	10142
Bobonaro	7327	3120	3120	7800	6665	6665	16662
Covalima	12434	4015	2848	5411	4015	4015	6022
Díli	220	67	67	91	-	-	-
Ermera	10811	1055	1055	1371	1055	1055	1371
Lautém	6439	6250	6250	9375	6538	6538	7845
Liquiça	370	241	241	289	310	310	465
Manatuto	18650	4200	4091	8187	3450	3450	5175
Manufahi	7000	1118	1095	2190	3160	3160	4740
Oe-Cusse	3120	2252	2252	3378	5996	5996	8994
Viqueque	9293	5240	4209	6313	6057	6057	12114
<b>Total</b>	<b>108628</b>	<b>34368</b>	<b>31385</b>	<b>55415</b>	<b>45051</b>	<b>45051</b>	<b>77398</b>

Fonte: MAFP de Timor-Leste, 2008.

<sup>1</sup> Dados fornecidos pelo MAFP de Timor-Leste, Direcção Geral de Produção de Alimento.

Quadro 2 – 2. Área de Produção, produção e Importação de arroz de 1998 a 2008.

Anos	Área (1000 ha)	Produção		Importação (1000 t)	Disponibilidade (1000 t)
		Arroz paddy (1000 t)	Arroz descascado <sup>2</sup> (1000 t)		
1998	13,8	36,8	25,8	36,0	61,8
1999	15,7	43,6	30,5	38,0	68,5
2000	17,0	51,0	35,7	36,0	71,7
2001	35,0	53,8	37,7	36,0	73,7
2002	35,0	53,7	37,6	36,5	74,1
2003*	33,4	100,0	100,0	48,0	118,0
2004	43,0	61,5	43,1	55,8	98,9
2005	43,0	60,0	42,0	57,0	99,0
2006	45,0	65,0	45,5	8,6	54,1
2007*	34,4	55,4	38,8	-	38,8
2008*	45,1	77,4	54,2	-	54,2

Fonte: Adaptado da FAOSTAT, 2008.

#### 2.4.2.1. Preparação do Terreno

A preparação do terreno é a principal chave para realizar uma boa cultura. A preparação do terreno para a sementeira do arroz realiza-se no início da época de chuva. Em primeiro lugar, o terreno é nivelado seguindo-se a construção de diques para que as águas das chuvas e /ou água de alimentação se acumulem nos tabuleiros.

Quando a água acumulada nos tabuleiros é adequada, a terra é movida com ajuda de búfalos ou utilizando o tractor de mão (anexos I). A maior parte dos agricultores da costa sul utiliza búfalos e a terra é movida pela passagem contínua dos búfalos conduzidos pelos agricultores enquanto nos distritos de Bobonaro e de Covalima a maioria dos agricultores já utiliza tractores de mão. Os agricultores preferem utilizar tractores de mão pois têm maior rendimento do que com animais, uma vez que, o tempo necessário para a preparação do terreno é muito limitado. Contudo, a utilização de tractor de mão tem um custo mais elevado do que a tracção animal, visto que a maioria dos agricultores possuem animais próprios.

<sup>2</sup> Produção equivalente ao arroz descascado com um rendimento de descasque de 70%

\* Os anos de 2003, 2007 e 2008 são adaptados do MAFP de Timor-Leste, 2008.

#### **2.4.2.2. Sementeira**

A época da sementeira do arroz na costa norte realiza-se em Dezembro / Janeiro e na costa sul em Abril / Maio. O clima tropical quente e a temperatura média anual entre 19°C e 30°C permitem que, o arroz possa ser cultivado durante todo o ano dependendo da disponibilidade de água e a época de chuva. Nas regiões com dupla estação chuvosa, que correspondem de uma forma geral a toda a vertente sul da ilha, são possíveis duas colheitas por ano, e no caso de certas variedades de arroz de ciclo vegetativo mais curto e, em terras irrigadas, são mesmo possíveis três colheita por ano.

Em Timor-Leste ainda não existe um centro de melhoramento e multiplicação de sementes. Os agricultores geralmente utilizam as sementes guardadas da colheita anterior e a qualidade da semente é muito baixa, devido à falta de controlo, à mistura de variedades e à não introdução de variedades melhoradas.

A sementeira pode ser realizada por duas formas: por transplantação e por sementeira directa. A transplantação necessita de preparar as culturas num viveiro próximo do campo da cultura, necessita muito tempo e mão-de-obra. Em Timor-Leste, normalmente a mão-de-obra é não remunerada, pois, são familiares e vizinhos do agricultor que a integram, daí que resulta melhor rendimento com o arroz transplantado do que com a sementeira directa mas, a área plantada é muito menor pois todas as preparações do terreno são efectuadas manualmente, utilizando animais de tracção ou semi-mecânica utilizando tractores de mão. As actividades como o nivelamento, a construção de diques e a transplantação são realizadas manualmente pelos homens. Na sementeira directa, a preparação do terreno é do mesmo modo mas a realização da sementeira não necessita de um grande número de pessoas e pode-se realizar em pouco tempo pois as sementes pré germinadas são lançadas manualmente nos tabuleiros já pré-preparados e dessa forma o agricultor consegue plantar uma área maior do que pelo método de transplantação. Daí que, com o tempo e a mão-de-obra limitada, muitos agricultores optem pelo método da sementeira directa com objectivo de plantar maior área possível para obterem maior produção.

#### **2.4.2.3. Colheita a consumo**

A época de colheita na costa norte é realizada em Junho/Julho e na costa sul Agosto/Setembro, dependendo do tempo da sementeira. Em Timor-Leste, a colheita é feita manualmente, utilizando facas para cortar a panícula de arroz maduro (anexo I).

A colheita do arroz consiste em 4 operações básicas:

1. Corte: corte de panículas de arroz madura com facas e a cultura cortada fica estendida no chão.
2. Movimentação: mover as culturas cortadas para o local de debulha. As panículas são atadas para facilitar o transporte para o local de debulha.
3. Debulha: separar o grão de arroz do resto da cultura, também é efectuada manualmente através do pisar com os pés as panículas até que os grãos de arroz caíam para o tapete devidamente preparado. A pisa do arroz (conhecido por *Sama hare*) é um acto cerimonial e é muito apreciado pelos timorenses com cânticos especiais durante os actos.
4. Limpeza: remover os grãos imaturos e outras impurezas através do vento, isto é, o arroz é levantado na direcção do vento, assim as impurezas e os grãos imaturos são separadas do arroz.

A forma de colheita praticada pode afectar a qualidade e o rendimento do arroz. A possibilidade de ser ingerido por aves, insectos e caído ao chão é maior, pois o arroz cortado é deixado no local (estendido no chão) durante vários dias até a concretização da operação de debulha.

A falta de selecção, controlo e multiplicação de sementes resultaram em culturas não uniformes que produzem grãos com tamanhos e formas diferentes e com diferentes tempos de maturação e, visto que a colheita ocorre numa dada altura, resulta uma perda de 10 a 20% (MAFP, 2006) no rendimento devido à queda dos grãos com maturação precoce, muito grãos são partidos durante o processo de descasque e branqueamento devido ao diferente tamanho, forma e dureza.

Devido à falta de meios de transportes em Timor-Leste, o arroz (paddy) colhido em maior parte do território, é transportado pelo homem e com ajuda de animais nomeadamente com cavalos. Contudo, os campos de cultura de arroz que têm proximidade da estrada principalmente na costa norte e no distrito de Bobonaro têm fácil acesso aos meios de transportes mecânicos.

A secagem de arroz em casca é efectuada ao sol e depois é armazenado num cesto tradicional feito da folha de palmeira. O armazenamento tradicional em cesto tem muitas desvantagens, pois o arroz é exposto à humidade e aos ratos já que muito facilmente absorve humidade do ar, é comido e nalgum caso contaminado pelos ratos. Actualmente alguns agricultores já utilizam tambores de metais para armazenar o arroz em casca principalmente para sementes para multiplicar.

Para descascar o arroz, o pilão e o almofariz são muito utilizados nas zonas rurais(anexo I), actualmente já existem descascadores eléctricos para o consumo doméstico. Mas mesmo assim, a eficiência dos dois métodos é baixa. Tal como já foi referido

anteriormente, não se utilizam sacas/embalagens adequadas para armazenamento do arroz em casca e arroz branqueado.

Os últimos dados do consumo foram estimados em 2003 (FAOSTAT, 2008) um consumo de 112 kg/capita/ano (Quadro 2 -3). O milho é consumido como substituto do arroz principalmente pelas populações que vivem nas zonas rurais e em anos de má colheita. A presença dos indonésios por mais de duas décadas em Timor-Leste influenciou muito o hábito de consumo dos timorenses porque antigamente para os timorenses o arroz era considerado como um alimento de elite pois só era consumido nas cerimónias e nas ocasiões especiais. Actualmente, a procura do arroz como principal alimento tem vindo a aumentar, isto devido ao rápido crescimento da população e às mudanças nos hábitos de consumo dos timorenses.

Quadro 2 – 3. Consumo de Arroz em Timor-Leste

Ano	Consumo	
	(1000 t)	(kg/capita/ano)
1998	71	83
1999	74	84
2000	71	91
2001	73	96
2002	68	86
2003	88	112

Fonte: Adaptado da FAOSTAT, 2008.

Conclui-se assim que, para que a orizicultura timorense deixe de basear numa agricultura de subsistência e de baixa produtividade, é necessário um estudo de carácter técnico e a execução de obras hidroagrícolas. Como em Timor-Leste existem três regiões agrícolas: Costa Norte, Costa Sul e das Montanhas, sugere-se que o desenvolvimento deveria ser feito de acordo com as actividades agrícolas praticadas em cada região agrícola. No caso do arroz, para melhorar e aumentar o rendimento da produção, deveria-se desenvolver um sistema de rede de irrigação mais adequado e permanente. Nas regiões agrícolas, por exemplo da costa norte que têm muita escassez de chuva, é sugere-se que se faça uma obra de irrigação e drenagem como meio adequado para aumentar a produção de arroz nessa região. Na região agrícola da costa sul, onde a chuva é mais abundante, é possível realizar a cultura de arroz de sequeiro, mas também a cultura de regadio, mas esta exige algumas precauções que evitem o assoreamento dos férteis aluviões, é necessário construir um sistema de rede de irrigação mais eficaz e com mais segurança para o

desenvolvimento sustentável da orizicultura nesta região. Para as regiões montanhosas de Timor-Leste que estão mais vocacionadas para o cultivo de café, também aí se pode cultivar o arroz de sequeiro, pois a região tem chuva abundante, mas é sugerido uma melhoria dos meios e técnicas de cultivo praticadas pelos agricultores.

Assim, refere-se que para alimentar e desenvolver os timorenses, só há uma saída, diversificar e intensificar a agricultura timorense, transformar Timor em terras de arroz, com desenvolvimento da irrigação, adopção das máquinas agrícolas e aproveitamento das baixas costeiras e as íngremes encostas das montanhas para o seu cultivo. Também é necessário melhorar o processamento pós-colheita, os meios de transporte e armazenamento e um melhor sistema de distribuição dos produtos agrícolas.

## 2.5. Nomenclatura

O arroz é comercializado segundo um conjunto de características que são regulamentados. Em Portugal, existe legislação específica (Decreto-Lei nº 62 – 19 de Abril de 2000) que especifica os termos utilizados para caracterizar o arroz:

### 1. Quanto ao estado físico do arroz:

- Arroz em casca (paddy) – arroz envolvido pela casca após a debulha;
- Arroz integral – o arroz paddy em que apenas a casca foi removida;
- Arroz semibranqueado – arroz em casca (paddy) a que foi removida a casca, uma parte do gérmen e todas ou parte das camadas externas do pericarpo, mas não as camadas internas;
- Arroz branqueado – arroz em casca (paddy) a que foram eliminadas a casca, a totalidade das camadas exteriores e interiores do pericarpo, a totalidade do gérmen no caso do arroz de grãos longos e de grãos médios, ou pelo menos uma parte no caso do arroz de grãos redondos, as em que podem substituir estrias brancas longitudinais em 10% dos grãos no máximo;

### 2. Quanto ao comprimento dos grãos de arroz:

- Arroz de grãos redondos – arroz cujos grãos tenham um comprimento inferior ou igual a 5,2 mm e cuja relação comprimento/largura seja inferior a 2;
- Arroz de grãos médios – arroz cujos grãos tenham um comprimento superior a 5,2 mm e inferior ou igual a 6,0 mm e cuja relação comprimento/largura seja inferior a 3;
- Arroz de grãos longos:

A – Arroz de grãos com um comprimento superior a 6,0 mm e cuja relação comprimento/largura seja superior a 2 e inferior a 3;

B – Arroz de grãos com um comprimento superior a 6,0 mm e relação comprimento/largura seja superior ou igual a 3;

3. Quanto ao tratamento a que o arroz foi sujeito

- Arroz estufado ou vaporizado (paraboiled) – arroz que em casca ou película e após imersão em água, vaporização e secagem é submetido a laboração industrial, para ser preparado para consumo, e cujo amido se encontra totalmente gelatinizado;
- Arroz pré-cozido – arroz que sofreu um tratamento físico permitindo a redução do tempo de cozedura de modo significativo;
- Arroz glaciado – arroz branqueado envolvido por uma película de glucose e talco, próprios para consumo humano;
- Arroz matizado – arroz branqueado envolvido por uma camada de óleo comestível, em conformidade com a regulamentação em vigor;

4. Quanto à comercialização do arroz:

- Classe comercial: forma de apresentação e caracterização do arroz pronto para consumo;
- Tipo comercial: agrupamento de variedades com determinadas características afins no aspecto, tamanho, forma, resistência à cozedura e com relativa homogeneidade.

5. Quanto às características dos grãos de arroz trincas e seus defeitos:

- Grão inteiro – grão ao qual independentemente das características próprias de cada fase de laboração, foi retirada, no máximo, uma parte da «ponta»;
- Grão despontado – grão do arroz do qual foi removida, durante a operação de branqueio, a totalidade do dente apical ou ponta;
- Grão partido ou trinca – fragmento do grão cujo comprimento é igual ou inferior a três quartos do comprimento médio do grão inteiro; as trincas compreendem:
  - Trinca grande – fragmento de grão cujo comprimento é igual ou superior a metade do comprimento de um grão inteiro;
  - Trinca média – fragmento de grão cujo comprimento é igual ou superior a um quarto do comprimento do grão, mas que não atinge o tamanho mínimo da trinca grada;
  - Trinca miúda – fragmento de grão cujo comprimento é inferior a um quarto do grão e que ficam retidos num crivo de malhas de 1,4 mm;
  - Migalha ou fragmento – pequeno ou partícula de um grão que possa passar através de um crivo de malhas de 1,4 mm, sendo equiparado a fragmentos de grãos fendidos, fragmentos de grãos provocados por uma fenda longitudinal do grão;

- Grão verde – grão de maturação incompleta;
- Grão deformado – grão com características morfológicas nitidamente divergentes do grão típico da variedade;
- Grão danificado – grão variado, germinado, fermentado ou atacado por predadores;
- Grão fendido – grão partido longitudinalmente;
- Grão gessado – grão em que pelo menos três quartos da sua superfície têm um aspecto opaco e farinhoso;
- Grão estriado de vermelho – grão que apresenta estrias longitudinais revestidas total ou parcialmente de pericarpo de cor vermelha de intensidade variável;
- Grão vermelho – grão em que um quarto ou mais da sua superfície está revestido de pericarpo de cor vermelha;
- Grão manchado – grão que apresenta em pontos restritos da sua superfície uma alteração evidente da sua cor natural, com manchas de diversas cores de tons escuros, de tamanho igual ou inferior a metade do grão, ou com estrias negras e profundas;
- Grão amarelo – grão não estufado, de cor amarelo-limão a amarelo-alaranjada, no todo em aparte devido a deterioração;
- Casca – subproduto constituído pelas glumas e glumelas que envolvem a cariopse;
- Farelo de casca – subproduto obtido na operação de descasque, resultante da trituração da casca;
- Sêmea – subproduto constituído pelos resíduos das camadas do pericarpo, resultante da acção de desgaste provocada pela operação de branqueio;
- Gérmen – embrião da semente;
- Farinha – produto resultante da moenda de grãos inteiros ou trincas branqueadas;

## 2.6. Outras designações Comerciais

No mercado, existem outras designações que agrupam o arroz segundo o tamanho do grão (longo, extra longo e agulha) ou segundo a aptidão culinária ou o tipo de tratamento a que é submetido. Os que têm maior representatividade são:

- **Agulha (Indica)** – Arroz de grãos compridos e estreitos. Tem um teor de amilose intermédio a elevado por isso depois de cozido e arrefecido a sua textura fica mais

firme; Coze com facilidade e o arroz continua solto e tem dificuldade em absorver a água de cozedura.

- **Carolino (Japónica)** – O grão cru é longo e mais arredondado (oblongo) do que o arroz agulha. Tem um teor de amilose inferior do que o arroz agulha e, por isso, depois de cozido fica com uma textura menos firme; absorve facilmente a água de cozedura, retendo todos os sabores que lhe são adicionados.
- **Risotto** – Arroz de grão médio que absorve bem a água, formando uma massa cremosa depois de cozido, é muito utilizado na cozinha italiana;
- **Basmati** – Arroz aromático de grão longo, geralmente usado em pratos indianos. É considerado o arroz de maior qualidade;
- **Gomoso** – Pegajoso depois de cozido, este arroz é muito usado no extremo Oriente. Quase redondo, tem um sabor levemente adocicado;
- **Jasmine** – Arroz aromático, semelhante ao basmati, mas com textura mais gomosa. Muito usado na cozinha chinesa;
- **Arroz selvagem** – Não se trata na realidade de arroz, mas de sementes de uma erva aquática selvagem da América do Norte. Os “grãos” são longos, esguios e negros, ricos em vitaminas do complexo B (à excepção da vitamina B12). O arroz selvagem é muitas vezes utilizado em saladas, misturados com arroz basmati;

### 3. O Grão do Arroz Após a Colheita

#### 3.1. Estrutura anatômica do grão

O grão do arroz é constituído pela cariopse e pela casca. A cariopse é constituída maioritariamente pelo endosperma e o embrião e está envolvida pela casca, é composta essencialmente por duas folhas modificadas, a lema e a pálea, que oferece a protecção contra alguns ataques dos insectos e doenças e também como uma barreira para evitar as mudanças rápidas do conteúdo da humidade da cariopse. O grão do arroz no estado de colheita geralmente conhecido por “*paddy*” contém 18 a 20% de casca.

A área entre a casca e o endosperma é composta por 3 camadas distintas: o pericarpo, o tegumento e o aleurona (figura 3 -1). A percentagem do peso de várias fracções do arroz integral segundo Juliano (1972) está distribuída da seguinte forma: pericarpo 1 a 2%, aleurona 4 a 6%, gérmen 2 a 3%, e endosperma 89 a 94%.

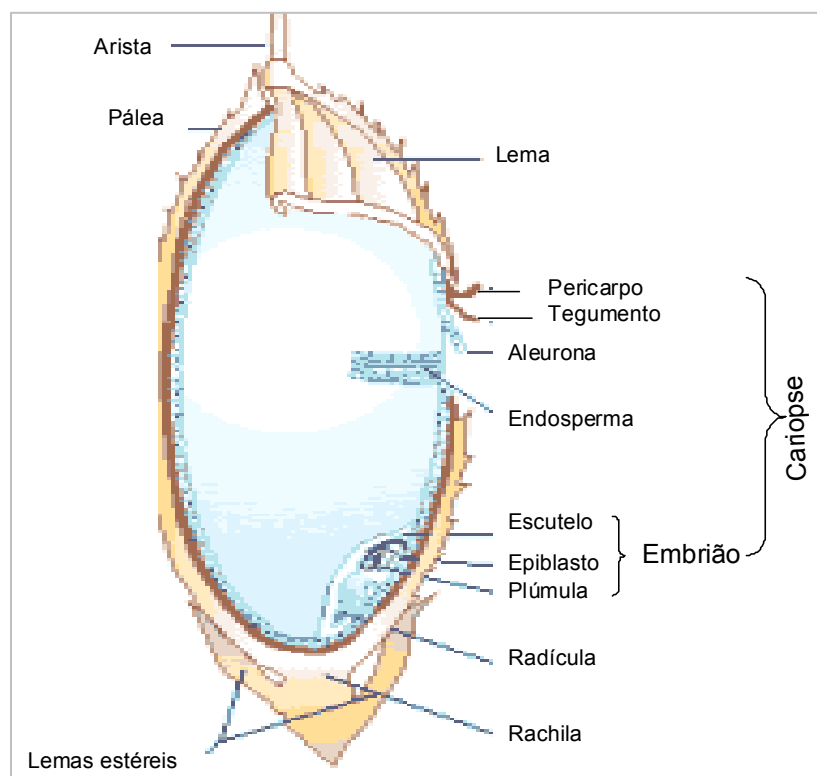


Figura 3- 1. Estrutura anatômica do grão.

[http://www.foodmarketexchange.com/datacenter/product/grain/rice/detail/dc\\_pi\\_gr\\_rice0202\\_01.htm](http://www.foodmarketexchange.com/datacenter/product/grain/rice/detail/dc_pi_gr_rice0202_01.htm)

A cariopse é coberta por um pericarpo fibroso de espessura variável. O pericarpo é constituído por seis camadas das quais cinco são transversais. O pericarpo é ainda classificado em pericarpo exterior, constituído por células alongadas transversalmente com parede celular profundamente ondulada; a hipoderme ou mesocarpo também com células transversalmente alongadas mas com as paredes celulares mais lisas.

O endosperma e o embrião são delimitados pela camada de aleurona que se situa abaixo do tegumento. A aleurona pode ter uma a cinco camadas celulares e é mais espessa do lado dorsal do que do lado ventral e mais espessa nos grãos curtos do que nos grãos longos (Juliano, 1993), variando com o tipo de variedade. A aleurona é composta por células de parênquima quadrangulares ou rectangulares com parede celular fina (2 $\mu$ ).

### **3.2. Qualidade do Arroz**

A qualidade do arroz tal como outros produtos alimentares é avaliada de acordo com a sua aptidão de uso e o seu destino final, particularmente para os consumidores.

Há vários factores que influenciam e fundamentam a qualidade do arroz como características do arroz em casca (paddy) e arroz descascado (branqueado). Existem quatro critérios de qualidade para o arroz (Webb e Stermer, 1972; Sharp, 1991):

1. Qualidade do descasque principalmente o rendimento do descasque
2. Qualidade sanitária designadamente grão limpo, grão são e livre de impurezas.
3. Qualidade para o processamento e culinária
4. Qualidade nutricional

A qualidade do arroz não depende apenas da variedade do arroz mas também depende do ambiente da produção, do processo da colheita, do sistema de descasque utilizado e do processamento.

#### **3.2.1. Características da qualidade do arroz paddy**

Existem inúmeras características inter-relacionadas que determinam a qualidade do arroz em casca, tais como: o teor da humidade do grão, pureza da variedade, das percentagens do grão quebrado e dos grãos imaturos, uniformidade da cor, grão fermentado e grão danificado. Há ainda outros requisitos que devem ser cumpridos para produzir uma boa qualidade de arroz descascado, uma humidade relativa de 14%, a máquina descascadora estar limpa, bem conservada e operada por um operador qualificado e bem

treinado. Quando estes requisitos não são cumpridos, geralmente resulta uma baixa na qualidade do arroz descascado.

Uma boa qualidade do arroz em casca significa a uniformidade da maturação do grão, uniformidade do tamanho e forma, isenta de fissuras, sem grãos vazios ou meio vazios, sem grãos fermentados ou gessados e livre de outros tipos de contaminantes como por exemplo sementes de ervas infestantes.

Estas características são determinadas pelas condições edafoclimáticas que ocorrem durante a produção, práticas de produção, condição do solo, pureza das variedades, método de colheita e as práticas pós colheita.

A humidade do grão é um factor que influencia todos os aspectos do grão de arroz paddy e, para uma maior qualidade do arroz é essencial um nível óptimo para potenciar o rendimento do grão inteiro. Os grãos com humidade muito elevada ficam mais moles e resistem à pressão, o que resulta numa maior quantidade de grãos partidos durante o processo de descasque. Enquanto os grãos demasiadamente secos vão ser mais quebradiços resultando também num maior número de grãos partidos.

O grau da pureza refere-se, à ausência de materiais estranhos tais como a palha, pedra, sementes das ervas, terra, ramos, arroz imaturo, etc. A presença destes materiais podem reduzir o rendimento e a qualidade do arroz descascado e aumentam o desgaste e estragos na máquina.

A mistura de diferentes variedades pode criar dificuldades durante o processo de descasque, o que pode conduzir a muitos grãos partidos e a um rendimento industrial mais baixo. Grãos de diferentes dimensões e de diferentes formas, dificultam o ajustamento da máquina descascadora e da máquina branqueadora, resultando na não uniformidade no processo de descasque e de branqueamento, pois a homogeneidade da dimensão do grão é o factor essencial deste processo.

A presença de maior quantidade de grãos imaturos pode afectar muito o rendimento do arroz descascado e a sua qualidade. Os grãos imaturos são muito pequenos, o endosperma é gessado e podem produzir mais sêmea e trinca. Daí que, o estado óptimo de maturação do grão para ser colhido é quando a humidade se situa entre os 20 – 24%, ou cerca de 30 dias depois da inflorescência para regiões tropicais.

Os grãos danificados podem causar a deterioração de outros grãos devido a alterações bioquímicas no grão, que podem produzir um odor e cheiro desagradável e alterações da aparência física. Isto pode ocorrer no campo durante a colheita, durante a operação de secagem, ou durante o armazenamento e manuseamento. O clima com ambiente muito húmido depois da maturação do arroz também pode causar vários tipos de alterações na coloração e promover o crescimento de fungos (Webb e Stermer, 1972).

Uma depreciação frequente após a colheita é a cor amarelada do grão causada por exposição em excesso às condições ambientais húmidas antes da secagem. Estas alterações são resultados da combinação da actividade microbiológica com a composição, reacção exotérmica que provoca aumento da temperatura no grão. Os grãos fermentados frequentemente têm partes do seu amido gelatinizado e geralmente resistem à pressão aplicada durante o processo de descasque. A presença de grãos fermentados não afecta significativamente o rendimento do descasque mas, faz diminuir a qualidade do arroz descascado pois a sua aparência fica menos atractiva. Os grãos também podem ser danificados pela influência de insectos, que afectam as colheitas e actuam no armazenamento prejudicando a qualidade do arroz obtido.

### **3.2.2. Características da qualidade do arroz branqueado**

Contrariamente a outros cereais, o arroz é maioritariamente processado e consumido na forma de grão inteiro, é por isso que as propriedades físicas do endosperma devem ser privilegiadas tais como a dimensão, a forma, a uniformidade e a aparência geral. Este conjunto de características é muito significativo para a classificação, e para a descrição da qualidade do arroz.

O arroz para ser consumido tem de ser descascado e maioritariamente é também polido (branqueado), estes processos são cruciais para a qualidade final do grão.

#### **3.2.2.1. Qualidades Físicas**

Geralmente, as qualidades físicas do descasque, do processamento e da culinária do arroz estão inter-relacionados. A qualidade física do arroz está associada ao elevado índice de brancura, as características biométricas dentro de limites estabelecidos para cada variedade e tipo de arroz, grão são e livre de materiais estranhos.

A dimensão física do endosperma do arroz (tamanho do grão, forma, peso, e uniformidade) é muito importante na política de comercialização e na classificação do arroz, assim como para o desenvolvimento de novas variedades de arroz (Webb *et al.*, 1972). Desse modo, é muito importante após a colheita classificar bem os tipos de arroz de forma homogénea de acordo com a sua dimensão, forma e variedades, pois as suas características estão associadas a diferentes graus de descasque, modo de cozer e de processamento.

A brancura é umas características físicas da variedade e está relacionado com o grau de descasque. Pois o branqueamento e o polimento afectam grandemente a cor do grão.

Durante o branqueamento, a sêmea do arroz integral é removida. A cor do arroz descascado muitas vezes está relacionada com a aparência geral do grão e é um dos indicadores de qualidade mais importante, que pode influenciar a percepção e aceitação do consumidor.

A uniformidade e a translucidez dos grãos são aspectos cruciais da qualidade do grão para os consumidores, indústrias de descasque de arroz, vendedores e retalhistas. As impurezas e endosperma danificados obviamente afectam o valor comercial do arroz, além disso, reduzem a utilidade do arroz e baixam o rendimento de descasque, afectando a sua aptidão de uso para alimento (Webb e Stermer, 1972).

### **3.2.2.1.1. Rendimento**

O rendimento industrial é o primeiro parâmetro a considerar, depende do grau de descasque, do nível de grãos partidos e da cor (grau de brancura).

Os parâmetros mais importantes durante o processo de descasque são o rendimento do grão inteiro, a brancura do arroz e a presença de endosperma alterado tais como grão gessado ou endosperma danificado são factores que determinam a qualidade final do arroz descascado. Estes parâmetros são dos mais utilizados na definição da qualidade do arroz descascado no mercado pois o preço do arroz tem uma relação muito forte com o tamanho e a forma do grão, a brancura e a limpeza do arroz.

O rendimento do grão inteiro é a percentagem do grão inteiro e bem descascado obtido durante o descasque e o rendimento industrial (rendimento total). No entanto, o objectivo do descasque é remover a casca, a sêmea, e o gérmen com o mínimo de grãos partidos. O grau do descasque é uma medida de percentagem da sêmea removida do endosperma que pode afectar o rendimento do arroz descascado e influenciar a percepção do consumidor. Além do rendimento do grão inteiro obtido, o grau de descasque, influencia a cor e também o comportamento do arroz cozido. Por exemplo, o arroz integral absorve mal a água e coze durante mais tempo do que arroz branqueado.

O elevado rendimento do grão inteiro é um dos critérios mais importantes para a avaliação da qualidade do arroz descascado. Os grãos partidos, normalmente são metades do grão inteiro. Hoje em dia, a percentagem do grão inteiro do arroz descascado (rendimento potencial do grão inteiro) depende da data de colheita e dos processos de secagem e de descasque. Em geral, a data de colheitas, a secagem e o descasque podem ser responsáveis por algumas perdas e danos nos grãos do arroz.

### 3.2.2.1.2. Biometria

As características biométricas do arroz branqueado (comprimento e relação comprimento/largura) são características de cada variedade e é um dos parâmetros da qualidade que pode influenciar a aceitabilidade do consumidor e consequentemente afecta o seu valor comercial.

O arroz descascado pode ser classificado pela forma, dimensão e comprimento do grão. Os tipos de grãos que se encontram no mercado podem ser classificados em: grãos longos (A e B) comprimento superior a 6 mm, médios: comprimento 5,2 – 6,0 mm e redondos inferior a 3,0 mm definido no Decreto – Lei nº 62/2000, 19 de Abril de 2000.

### 3.2.2.1.3. Cor

A cor é um componente muito importante para a maioria dos produtos agrícolas, alimentos e pigmentos industriais. A cor está também estreitamente associada a alguns factores tais como a frescura, maturação, conveniência e produtos seguros para o seu consumo. Portanto, a cor é um factor de classificação muito importante na maioria dos produtos alimentares. Além disso, a cor é o primeiro atributo percebido pelos consumidores para avaliarem o produto.

O espaço de cor  $L^*a^*b^*$  definido pela *Commission Internationale de L'Éclairage* – CIE  $L^*a^*b^*$  é o mais utilizado na medição da cor de um objecto. O valor  $L^*$  indica a luminosidade (brancura) e traduz a variação da tonalidade branco/escuro numa escala de 0 a 100%, onde o branco equivale a 100% e o preto 0%. Na figura 3-2 encontra-se representado o diagrama de cromaticidade  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ . Neste diagrama  $a^*$  e  $b^*$  indicam a direcção das cores:  $+a^*$  é a direcção do vermelho,  $-a^*$  é a direcção do verde,  $+b^*$  é a direcção do amarelo,  $-b^*$  é a direcção do azul. Quando os valores de  $a^*$  e  $b^*$  se aproximam de zero ou zero, corresponde ao neutro.

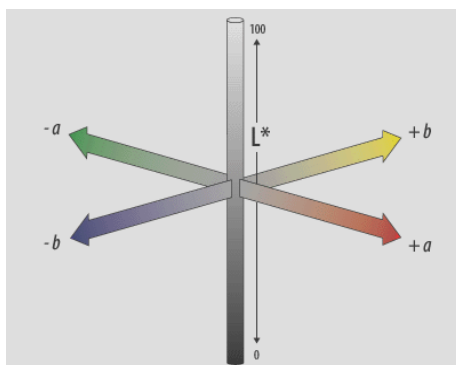


Figura 3 – 2. Diagrama de CIE L\*a\*b\*.

Fonte: [http://dba.med.sc.edu/price/irf/Adobe\\_tg/models/cielab.html](http://dba.med.sc.edu/price/irf/Adobe_tg/models/cielab.html)

As diferenças de cor podem ser calculadas utilizando um padrão de referência pelas equações:

$$\Delta L^* = L^*_{amostra} - L^*_{padr\tilde{a}o} \quad 3 - 1$$

$$\Delta a^* = a^*_{amostra} - a^*_{padr\tilde{a}o} \quad 3 - 2$$

$$\Delta b^* = b^*_{amostra} - b^*_{padr\tilde{a}o} \quad 3 - 3$$

A Variação Total de Cor ( $\Delta E$ ) e o Índice de Brancura (*Whiteness Index* – WI) podem ser calculadas através das equações:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad 3 - 4$$

$$WI = 100 - \sqrt{(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}} \quad 3 - 5$$

A cor é um dos critérios da qualidade para todo o tipo de arroz e a sua avaliação é geralmente realizada no grão de arroz inteiro bem descascado.

A ausência de brancura e homogeneidade na cor do grão tem um impacto negativo sobre a aceitabilidade do consumidor e pode resultar na perda do valor comercial do arroz no mercado. A intensidade da cor e a brancura do arroz dependem da taxa de remoção da sêmea durante o processo de descasque e branqueamento. No entanto, cada lote de arroz tem um grau de descasque específico pois a quantidade da sêmea do endosperma do arroz varia com a variedade, as condições ambientais e práticas agrícolas (Roy *et al.*, 2008). A intensidade da cor (C) pode ser calculada através da equação:

$$C = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$$

3 - 6

Segundo Roy *et al.* (2008), a intensidade da cor do arroz integral da variedade japónica é ligeiramente superior que a variedade indica, no entanto, arroz branqueado da variedade japónica tem índice de brancura mais baixa do que a variedade indica. A intensidade da cor e a índice de brancura estão dependentes do rigor do descasque, i.e., quando o grau do descasque aumenta, a intensidade da cor diminui e aumenta o índice de brancura.

### 3.2.2.2. Qualidade de Processamento e Culinária

A lei da procura e da oferta no mercado é válida para todos os tipos de bens sem excepção para o arroz. Quanto maior for a quantidade de arroz disponível no mercado, a procura para obter a melhor qualidade de arroz aumenta.

A aceitação e a preferência do consumidor no que diz respeito aos tipos culinários são muito importantes para classificar o arroz. De país para país e de região para região, os consumidores exibem diferenças de comportamento quanto ao tipo de arroz preferido. Uns preferem o arroz cozido seco e macio outros com grãos mais soltos depois de cozidos, outros preferem o arroz cozido húmido e fácil de mastigar. Visto que, os diferentes grupos culturais preferem várias texturas do arroz cozido, estes condicionam o tipo de procura doméstica e o comércio internacional. Os processamentos de arroz também requerem diferentes qualidades de textura para utilizar convenientemente na preparação de várias receitas culinárias.

As propriedades físicas do grão cru tais como: comprimento, largura, translucidez, grau de descasque, a cor e a idade do arroz descascado são indicadores da qualidade.

A qualidade do arroz cozido é muito importante para os consumidores e é influenciada pela variedade, sistema de cultivo e práticas pós-colheita, grau de descasque e método culinário (Perdon *et al.*, 2001).

A garantia da qualidade junto do consumidor implica a classificação das variedades de acordo com os parâmetros de qualidade que influenciam o comportamento culinário tais como a biometria, cor do grão, teor de amilose e outros aspectos relacionados com a textura, aroma e sabor do arroz cozido e a constituição de lotes homogêneos para cada tipo culinário (Brites, 2009).

O critério da qualidade do consumidor (qualidade para cozer e comer) é determinado pelas propriedades físico-químicas que dependem da composição química do grão,

nomeadamente os conteúdos de amilose aparente. O conteúdo de amilose do amido do arroz é o maior factor da composição química correlacionada com a qualidade do arroz para o consumo. O teor de amilose está directamente relacionado com a expansão do volume e absorção de água durante a cozedura e a dureza do arroz cozido (Juliano, 1993). Por exemplo, no caso do arroz carolino (japonica) que tem um teor de amilose inferior do que o arroz agulha (indica), absorve facilmente a água de cozedura consequentemente aumenta o seu volume e a textura final do arroz cozido é menos firme.

#### **3.2.2.2.1. Textura**

A textura é uma propriedade muito difícil de definir. É um grupo de propriedades físicas com implicações sensoriais que derivam da estrutura do alimento que, por sua vez, é determinada pela sua composição química. É uma característica do alimento que é percebida através dos sentidos, pela sensação do tacto normalmente nas mãos e na boca.

A textura dos alimentos é fundamentalmente uma propriedade sensorial que pode ser quantificada se reduzirmos à sua componente mecânica, usando métodos físicos simples para medir a resistência que o alimento opõe à deformação provocada por acção de uma força. A textura de um alimento pode ser avaliada através de uma avaliação instrumental recorrendo a testes reológicos, em que se simulam as sensações percebidas pelo sentido e tacto, estudando a deformação, desintegração e escoamento de um alimento sob uma força, medidas objectivamente por funções de massa, tempo e distancia, em que os resultados são expressos em unidades de medida; ou através de uma avaliação sensorial em que se recorre a um painel de provadores para provar e mastigar o alimento e descrever as sensações recolhidas.

Segundo Brites, (2009) a textura final do arroz cozido é determinada pelo tempo, temperatura e quantidade de água, pois a quantidade de água absorvida pelo arroz durante a cozedura varia consoante a variedade, o tempo e a técnica culinária. A textura do arroz cozido é também determinada principalmente pela razão amilose/amilopectina do amido (Becker *et al.*, 1991). A textura pode ser avaliada através de um ensaio padronizado, por exemplo o ensaio do Borásio para determinar o aumento de volume, resistência à sobrecozedura e à desintegração.

Para estudar propriedades como a textura, temos por exemplo a reologia, uma ciência que estuda o escoamento e deformação dos materiais quando sujeitos a tensões, mais precisamente no domínio da psicorreologia, que estabelece relações entre os resultados da análise sensorial e das medidas instrumentais destes parâmetros (Sousa, 2001).

Um dos aparelhos com maior rigor para medir a textura é o texturómetro. O Texturómetro é operado com sondas de extrusão e compressão para determinar respectivamente, a consistência (firmeza) e adesividade do arroz depois de cozido (Brites, 2009). A firmeza do arroz avaliada pelo texturómetro é equivalente à força (em kg/cm<sup>2</sup>) necessária para a extrusão do arroz através das perfurações da sonda a uma dada velocidade.

### 3.2.2.3. Composição Química

A composição química do arroz é dependente do ambiente de cultivo e da interacção entre a variedade e o ambiente. O arroz é um alimento rico em glúcidos e teor médio em proteínas de origem vegetal, é um alimento indicado para a nossa alimentação como acompanhante de outros alimentos.

O amido (hidrato de carbono) é o polissacárido principal constituinte do endosperma do arroz branqueado e cerca de 90% do seu peso seco.

Além de amido, outros compostos de glúcidos tais como hemicelulose, celulose e açúcares livres também estão presentes no arroz. A hemicelulose e celulose encontram-se em maior quantidade na sêmea e no gérmen. Enquanto os açúcares se encontram no embrião e no endosperma. Os principais açúcares presentes são a sacarose e também em menor quantidades a rafinose, a glucose e a frutose (Juliano, 1972).

A proteína é o secundo constituinte mais abundante no arroz a seguir ao amido. A proteína no arroz integral é de 8 a 12%. Além de proteína, os compostos não amiláceos tais como: os lípidos, fibra, cinzas e lenhinas também existem no arroz mas em geral localizam-se na parte exterior da camada do arroz integral (pericarpo).

A fracção proteica do arroz é classificada em 4 grupo baseadas nas suas solubilidades: Albumina (solúvel em água), globulina (solúvel em sal), prolamina (solúvel em álcool) e glutelina (solúvel em ácido ou alcalino). A fracção proteica solúvel é geralmente distribuída desequilibradamente no pericarpo e endosperma daí que o arroz integral tem um conteúdo de albumina e globulina mais elevada do que arroz branqueado. A glutelina (*orizeína*) é a maior fracção proteica do arroz integral e arroz branqueado, e a albumina e a globulina são concentrados na camada de aleurona e no gérmen (Juliano, 1972; Lookhart, 1991).

Relativamente aos compostos lipídicos, cerca de 80% dos lípidos do arroz integral encontra-se na sêmea e cerca de um terço dessa fracção está no embrião. A composição dos ácidos gordos do arroz integral e as suas fracções são maioritariamente constituídos por ácido oleico, ácido linoleico e o ácido palmítico (Juliano, 1972).

A composição mineral no arroz varia consideravelmente, de acordo com a natureza do solo onde foi cultivado. A distribuição do ferro, fósforo e o potássio são semelhantes nas cinzas. No entanto, alguns minerais apresentam relativamente maior distribuição no grão. Por exemplo, o arroz branqueado tem 63% de sódio e 74% de compostos de cálcio do arroz integral.

### 3.2.2.3.1. Amido

O arroz é um dos cereais que tem os grânulos de amido com dimensão mais pequenas, variam entre os 3 – 5  $\mu\text{m}$  no estado maturo (Champagne, 1996). Muitos grânulos de amido crescem como uma entidade individual dentro da célula de um cloroplasto ou amiloplasto. O arroz contém compostos de grânulos em que muitos grânulos de amido se desenvolvem dentro de um único amiloplasto.

A biossíntese do amido nas plantas é através da conversão da sacarose em amido com envolvimento da sacarose-sintetase, ADP-glucose e UDP-glucose pirofosforilase e amido-sintetase (Juliano, 1972). A *amido-sintetase* é a enzima que catalisa a transferência da glucose, a partir de um dador activado na forma nucleósido-difosfato, para a extremidade não redutora de uma cadeia iniciadora, estabelecendo as ligações glucosídicas  $\alpha$ -1,4 da cadeia linear (amilose) (figura 3 - 3.a). A formação de ramificações na amilopectina é efectuada por uma enzima específica (*branching enzyme*, ou seja, “enzima ramificadora”) é uma: *6-glicosil-transferase*. Segundo Campos (2002), esta enzima hidrolisa uma ligação  $\alpha$ -1,4 da cadeia principal da amilose, destacando desse modo um segmento que é transferido para a posição 6 de um resíduo de glucose situado a alguma distância (em média entre elas de 25 resíduos), estabelecendo assim o ponto de ramificação, a ligação glucosídica  $\alpha$ -1,6 (figura 3 - 3.b).

O amido do arroz como outros amidos de cereais é composto por dois polímeros de D-glucose: amilose e amilopectina e é o maior constituinte do arroz descascado, cerca de 90% do peso seco do arroz branco. Estas duas moléculas são bastante semelhantes, diferindo apenas na frequência das ramificações e no grau de polimerização. O grau de polimerização está associado à massa molecular do polímero e refere-se ao número de unidades de D-glucose ligadas através das ligações  $\alpha$ -1,4 na cadeia.

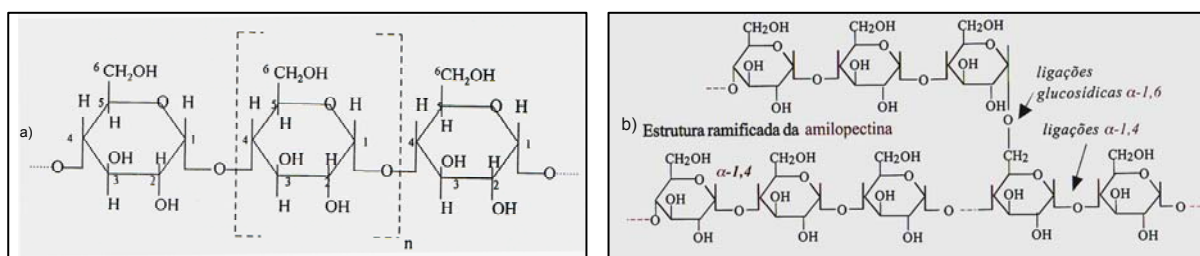


Figura 3- 3. Estrutura do amido: a) Amilose; b) Amilopectina.

Fonte: Thomas e Atwell, 1999; Campos, 2002.

A amilose foi considerada por muito tempo como um polímero de glucose de cadeia linear. No entanto, nos últimos anos comprovou-se que a amilose é composta pela cadeia linear e duas a quatro cadeias ramificadas (Juliano, 1993; Champagne, 1996). Embora se assumia que a molécula de amilose tem uma cadeia linear, na realidade, a sua estrutura é helicoidal. No interior da hélice existem átomos de hidrogénio e, portanto, tem natureza hidrofóbica, que permite que a amilose forme um complexo com ácidos gordos livres, alguns álcoois e também com o iodo.

O complexo formado com o iodo é uma ferramenta muito importante para avaliar e caracterizar o amido. A coloração da reacção com a solução de iodo depende do complexo formado quando o iodo é encaixado na cadeia helicoidal dentro da estrutura granular do amido (Thomas e Atwell, 1999) e varia do amarelo, castanho ao azul.

A absorvância da cor azul resultante da formação do complexo entre amilose e iodo, geralmente é avaliada no espectrofotómetro (método colorimétrico), embora seja um método mais rápido e conveniente, mas quando a solubilização de amilose for incompleta pode resultar numa coloração menos azul e iria influenciar o resultado da análise. Também a absorvância máxima do comprimento de onda do complexo de iodo e amilose varia com o grau de polimerização e por outro lado, o complexo formado entre o iodo e amilopectina, pode também interferir na absorção do comprimento de onda (Copeland *et al.*, 2009).

A amilose do amido de arroz tem um grau de polimerização de 1000 a 1100 unidades de glucose e em média o comprimento da cadeia é de 250 – 320 unidade de glucose. Segundo Juliano (1993) a fracção ramificada constitui 25 a 50% do número e 30 a 60% do peso da amilose.

O teor de amilose varia com a fonte botânica do amido e é afectado pelo clima e a condição do solo durante o desenvolvimento do grão. A temperatura elevada diminui o teor de amilose do arroz, enquanto que a temperatura mais baixa tem um efeito contrário (Champagne, 1996).

O arroz pode ser classificado segundo o conteúdo da amilose do arroz: *waxy* 1 a 2%, muito baixa 3 a 15%, baixa 16 a 20%, intermédia 21 a 25%, elevada 26 a 30% e muito elevado superior a 30% (Jayamani, *et al.*, 2007).

A amilopectina é um polímero de glucose que tem elevada ramificação, em média possui 96% ligações  $\alpha$ -1,4 e 4% de ligações  $\alpha$ -1,6. O comprimento da cadeia é de 18 a 21 unidades de glucose e o grau de polimerização e a distribuição da cadeia linear na maioria são diferentes. Em média o grau de polimerização mais baixa observada na subespécie indica é de 4700 e japónica é de 12800 (Champagne, 1996).

O conteúdo de amilose (a fracção linear) do arroz branco não *waxy* constitui 7 a 33% do peso seco ou 8 a 37% do amido (Juliano, 1993). A amilopectina (a fracção ramificada) é o maior constituinte do amido e é a totalidade da fracção do amido do arroz *waxy* (glutinoso). O amido do tipo *waxy* e não *waxy* tem dimensão do grânulo semelhante. Segundo Webb (1985) o arroz de grãos longos cozidos é mais seco e macio, isto são características típicas de arroz com elevado conteúdo de amilose e possui temperatura de gelatinização entre intermédia a alta enquanto que os de grãos curto e médio têm um comportamento de cozedura diferente, são mais húmidos e pegajosos, o conteúdo de amilose e a temperatura de gelatinização são relativamente mais baixos.

### 3.2.2.3.2. Propriedades físico-químicas do amido

A composição do amido exerce grande influência nas suas propriedades físico-químicas e funcionais. Como já foi referido anteriormente, os grânulos de amido são constituídos por polímeros de amilose e amilopectina, e as suas propriedades estão relacionados com a proporção dos dois polímeros e com a sua organização estrutural no interior dos grânulos.

No arroz, a amilose contribui para a textura e para o estado pegajoso do arroz cozido, ao passo que a amilopectina contribui mais para a temperatura de gelatinização e para as propriedades da pasta. A presença de menores constituintes também pode influenciar as propriedades do amido.

As propriedades físicas do arroz cozido são controladas pela amilose, no entanto, estudos mais recentemente mostraram que devem ser considerados também outros compostos presentes no arroz para explicar melhor o seu comportamento culinário. Por exemplo a textura do arroz foi relacionada com outros componentes não amiláceos (Champagne *et al.*, 1999). Do mesmo modo, as propriedades da pasta têm sido ligadas a outros componentes do grão como a proteína, fósforo e o comprimento da cadeia da amilopectina (Maedows, 2002). O amido são composto por moléculas de amilose e

amilopectina pode ter uma infinidade de variações estruturais tais como o grau de ramificação, o comprimento da ramificação e a estrutura helicoidal. Cada atributo da estrutura pode proporcionar diferentes graus de interações ou formar complexos com outros componentes do arroz tais como a proteína e os fosfolípidos (Meadows, 2002). Por exemplo, as hélices da amilose parecem formar um complexo de inclusão com os lípidos que desempenha um papel nas propriedades reológicas.

Outros exemplos citados por Copeland *et al.* (2009) referem que os complexos formados entre amilose e os lípidos reduzem a solubilidade do amido na água, alteram as propriedades reológicas das pastas, aumentam a temperatura de gelatinização, reduzem a rigidez do gel, retardam a retrogradação e reduzem a susceptibilidade à hidrólise enzimática.

O fósforo é um dos constituintes que também vem referenciado e embora a sua concentração no amido seja muito baixa (inferior a 0,09%) tem um papel muito importante nas propriedades funcionais do amido tais como o brilho, a consistência da viscosidade e a estabilidade da pasta (Jane *et al.*, 1996). O fósforo está presente no amido principalmente na forma de monoéster de fosfato e fosfolípidos. Os dois constituintes têm efeitos opostos nas propriedades do amido. Os derivados de monoéster de fosfato aumentam o brilho e a viscosidade da pasta ao passo que os fosfolípidos tornam a pasta opaca e diminui em sua viscosidade (Jane *et al.*, 1996).

Os fosfolípidos no amido têm tendência para formar complexos com amilose e com a cadeia ramificada da amilopectina mais longa, limitam o inchaço e dispersão e produzem pastas mais opacas. O amido de arroz com elevado teor de fosfolípidos produz pastas opacas e soluções com baixas transmitâncias.

A presença de quantidade substancial de ácidos gordos no amido de arroz contribui também para a alta temperatura de retrogradação que ocorre entre 70 a 90°C (Jane *et al.*, 1996). A alta temperatura de retrogradação é o resultado da formação do complexo entre a amilose e ácidos gordos livres.

Como já foi referido, a proteína é o segundo componente com percentagem mais elevada no arroz. A proteína do arroz contém principalmente a glutelina (orizeína). Existem outras proteínas incluído as albuminas, globulinas, e prolaminas mas as suas funções nomeadamente nas propriedades reológicas ainda não são conhecidas. Meadows (2002) referiu que a ligação entre a glutelina (orizeína) e amido é um dos factores mais importantes que afecta a adesividade e existe uma relação linear entre a razão de ligação e a adesividade. Mas segundo Champagne *et al.* (1999), o impacto do conteúdo da proteína na textura do arroz cozido é menor e existe uma relação não linear entre as propriedades da textura e o conteúdo da proteína no arroz.

### 3.2.2.3.2.1. A Gelatinização

Os investigadores tentaram por muitos anos definir correctamente a gelatinização do amido. Alguns afirmavam que a gelatinização começa quando os grânulos perdem a sua birrefringência, outros acreditavam que começa quando ocorre um aumento da viscosidade. As palavras tais como “cozinhar”, “solubilização”, e “espessamento” embora não sejam exactas do ponto de vista químico, foram muitas vezes usadas para caracterizar o processo de gelatinização.

A definição da gelatinização mais abrangente foi estabelecida na Conferencia da Ciência e da Tecnologia do Amido em 1988 propondo que a gelatinização do amido é um fenómeno caracterizado pela destruição da estrutura ou ordem interna dos grânulos de amido, o que provoca alterações irreversíveis nas propriedades tais como o aumento do tamanho do grânulo devido à absorção de água, perda de birrefringência, fusão da parte cristalina e solubilização dos grânulos de amido. O ponto inicial de gelatinização e o intervalo da temperatura em que ocorre é determinado pela concentração do amido, pelo método utilizado para avaliar o fenómeno e pela heterogeneidade e o tipo de grânulos existente na população (Thomas e Atwell, 1999).

A temperatura de gelatinização (TG) é a gama de temperatura durante a qual os grânulos de amido começam a inchar irreversivelmente na água quente, acompanhada por uma perda de birrefringência. A temperatura da gelatinização pode variar entre 55°C a 80°C dependendo da variedade e do ambiente. O arroz pode ser classificado em três grupos baseados na temperatura de gelatinização do amido, i.e., a temperatura de gelatinização baixa 55°C a 69°C, intermédia 70°C a 74°C, e se a temperatura de gelatinização for alta entre os 74°C a 80°C (Juliano, 1972 e 1993).

A temperatura de gelatinização afecta o grau de cozedura do arroz porque a temperatura de gelatinização tem uma correlação directa com o tempo da cozedura (Juliano, 1993). Assim, as diferenças de temperatura de gelatinização podem ser reflectidas nos diferentes tempos de cozedura do arroz. As variedades com temperatura de gelatinização elevada devem ser cozidas durante mais tempo do que aquelas com baixo valor de temperatura de gelatinização. Uma variedade com temperatura de gelatinização do amido baixa tende a começar a absorver água e inchar a mais baixa temperatura (abaixo da temperatura de gelatinização) durante a cozedura do que uma variedade com temperatura de gelatinização do amido elevada.

### 3.2.2.3.2.2. Formação da Pasta

Além do conteúdo de amilose, as propriedades da pasta e da gelatinização estão entre as propriedades físico-químicas do amido mais importantes e que determinam a sua aplicação na indústria alimentar. As propriedades da viscosidade da pasta e a temperatura da gelatinização contribuem para a qualidade culinária, por isso, as propriedades da viscosidade da pasta têm sido usadas para estimar a qualidade de vários produtos tais como a textura do arroz cozido (Jin-song, 2008). As propriedades da viscosidade da pasta do amido podem ser avaliadas utilizando vários instrumentos tais como Rapid Visco Analyser (RVA, Newport, Australia) e o amilógrafo (Brabender, Duisberg, Germany).

Nos ensaios que utilizam esses equipamentos, avalia-se o comportamento de uma suspensão de farinha de arroz em água sujeita a um ciclo de aquecimento sob agitação. Quando o aquecimento é contínuo cada vez mais o volume dos grânulos de amido expande e a viscosidade também aumenta. A viscosidade da pasta atinge o valor máximo quando a maior parte dos grânulos de amido absorvem água e incham, mas permanecem intactos, o que é chamado como pico da viscosidade (*peak viscosity*). A este ponto, o amido está completamente gelatinizado e está em pasta. A taxa do aumento da dimensão do grânulo de amido e a quebra da viscosidade (*breakdown viscosity*) são dependentes do tipo e da concentração do amido, do gradiente de temperatura, da razão da amilose/amilopectina, da composição do amido e da presença nomeadamente lípidos e proteínas (Copeland *et al.*, 2009).

A formação da pasta é um fenómeno que ocorre a seguir à gelatinização e corresponde à dissolução do amido que envolve um aumento do volume dos grânulos, exsudação dos componentes moleculares do grânulo e eventualmente a ruptura total dos grânulos. É importante notar, que a formação da pasta não é exactamente independente da gelatinização mas é muitas vezes descrita como a continuação da gelatinização. De facto, não há um ponto definitivo em que a gelatinização acaba e começa a formação da pasta e que normalmente está ligado ao desenvolvimento da viscosidade.

Quando os grânulos de amido são aquecidos na água, o volume dos grânulos aumenta, as pequenas moléculas de amilose começam a solubilizar e a libertar-se dos grânulos. Se o aquecimento continuar, as restantes moléculas de amilose e a amilopectina são libertadas dos grânulos. A viscosidade da pasta atinge o valor máximo quando a maioria dos grânulos incham e continuam intactos, com o aquecimento, a solubilização dos polímeros aumenta, começa a ruptura dos grânulos e a perda da sua integridade estrutural (Thomas e Atwell, 1999).

### 3.2.2.3.2.3. Retrogradação

Os polímeros de amido solubilizados e os restantes fragmentos dos grânulos de amido insolúveis têm tendência a reorganizar-se durante a fase de arrefecimento da pasta. Esta reorganização é chamada de retrogradação.

A retrogradação do amido é um processo que ocorre depois da gelatinização e formação da pasta e consiste na reorganização da estrutura das cadeias do amido. A reorganização inicia-se através da simples união de duas ou mais cadeias de amido num ponto que depois se desenvolve em mais pontos de contacto e que vão originar extensivamente uma estrutura ordenada, com textura de gel e a viscosidade tende a aumentar para a viscosidade final (*final viscosity*). O acréscimo da viscosidade que ocorre após o arrefecimento do gel designado por retrogradação é um indicador do aumento de firmeza (endurecimento) no arroz cozido depois de arrefecido (Brites *et al.*, 2005) e geralmente está associado ao conteúdo em amilose do arroz. Segundo Mariotti *et al.* (2009) o grau de retrogradação afecta fortemente algumas propriedades físicas do arroz cozido tais como a firmeza (dureza) e o estado pegajoso, aspectos muito importante para os consumidores. A retrogradação do amido de arroz também tem uma implicação tecnológica muito importante para definir adequadamente o uso da farinha de arroz como ingrediente em produtos sem glúten (Mariotti, *et al.*, 2009).

A amilose, sendo uma molécula linear tem maior capacidade de estabelecer ligações com o hidrogénio, no entanto, tem maior tendência para a retrogradação do que a molécula de amilopectina que possui muitas ramificações. A maior capacidade de ligação a hidrogénio e retrogradação da amilose podem evitar a desintegração do grão durante a cozedura.

À medida que a retrogradação decorre, o gel de amido torna-se cada vez mais opaco e com uma consistência que permite ser cortado com uma faca. Com o tempo, o gel tende a ficar semelhante a borracha e tem tendência a perder água, fenómeno conhecido por sinerése.

A consistência do gel mede a tendência do arroz cozido para endurecer depois de arrefecido. A dureza da consistência do gel é geralmente associada ao grau de cozedura e estas características são particularmente mais evidentes quando os conteúdos de amilose são mais elevados. O teste de consistência do gel foi desenvolvido como um índice da dureza do arroz cozido e é indicado para variedades com elevada quantidade de amilose.

De acordo com o comprimento do gel, o arroz pode ser classificado em: mole 61 a 100 mm; médio 41 a 60 mm; e duro 27 a 40 mm (Juliano, 1993). A presença de uma elevada quantidade de proteína no arroz contribui também para a dureza da consistência do gel.

Geralmente, a amilopectina contribui mais do que a amilose para a consistência do gel e a viscosidade do amido (Juliano, 1993).

### 3.2.2.3.3. Métodos de Análises das Propriedades Físicas do Amido

O valor comercial do arroz no mercado é fortemente afectado pela qualidade sensorial do arroz cozido. Convencionalmente, a qualidade sensorial do arroz tem sido avaliada pela avaliação da preferência sensorial e combinação de uma série de avaliações das propriedades físico-químicas.

O perfil de viscosidade das suspensões da farinha ou do amido em água aquecida pode ser avaliado recorrendo a diversas metodologias e com auxílio de vários equipamentos que avaliam os comportamentos reológicos das suspensões e géis formados.

Um dos métodos utilizados para avaliar alguns fenómenos reológicos nomeadamente o perfil da viscosidade é o *Rapid Visco Analyser* (RVA Newport, Australia). O RVA é um sistema rotacional e com um ciclo de aquecimento e arrefecimento. O ensaio realiza-se em pouco tempo e com pouca quantidade de amostra. Além disso, o RVA possui um programa que controla o processo de mistura, aquecimento e arrefecimento rápido das amostras durante a formação da pasta e a gelatinização.

As propriedades do arroz tais como: resistência ao processamento e formação da pasta são determinados utilizando um *Rapid Visco analyser* (RVA) que medem as mudanças de viscosidades ao longo das variações dos perfis das temperaturas (figura 3-4). As características da viscosidade são traçadas a partir dos três parâmetros do perfil da curva da pasta: o pico da viscosidade (*peak viscosity*) é a viscosidade máxima ocorrida durante o processo de aquecimento; a viscosidade mínima (*trough1 viscosity*) é a viscosidade mínima depois do pico e a viscosidade final (*final viscosity*) é a viscosidade no momento final do teste. Além dos três parâmetros da viscosidade, regista-se também o início da temperatura da formação da pasta (*pasting temperature*), e o tempo em que ocorre a viscosidade máxima (*peak time*)

A partir dos três parâmetros, determinam-se os outros parâmetros tais como: quebra da viscosidade (*breakdown viscosity* = pico da viscosidade – viscosidade mínima), retrogradação (*setback1 viscosity* = viscosidade final – pico da viscosidade). Todos os parâmetros da RVA são expressados em *Rapid Visco Units* (RVU<sup>3</sup>) ou em *centipoise* (cP).

---

<sup>3</sup> 1 RVU = 12 cP

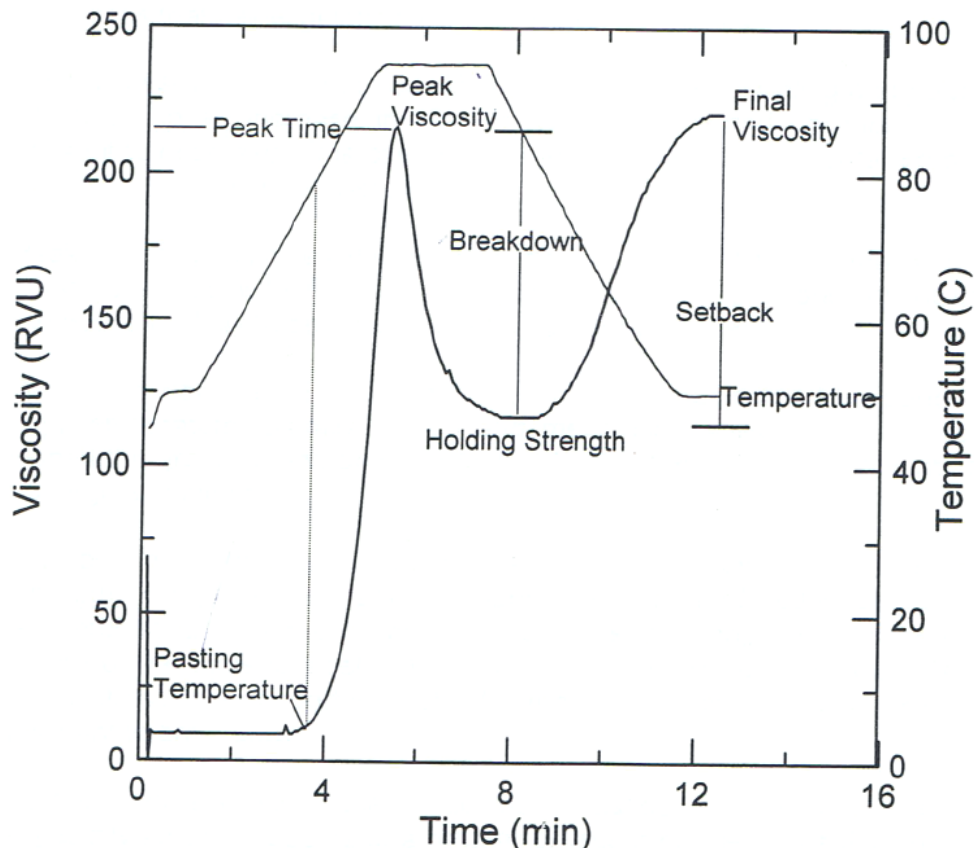


Figura 3 – 4. Perfil do Analisador rápido de viscosidade (RVA).

Fonte: Manual do RVA, Newport Scientific, Austrália, 1998.

### 3.2.3. Qualidade Nutricional do Arroz na Alimentação Humana

A composição nutricional do arroz assume cada vez mais um papel importante para a avaliação da qualidade.

Do ponto de vista nutricional, o arroz tem grande quantidade em hidratos de carbono (amido), também é uma boa fonte de proteína, ferro, tiamina (vitamina B1), riboflavina (vitamina B2) e fósforo. O nível de proteína no arroz é mais baixo relativamente a outros cereais (Quadro 3-1). O arroz também tem baixo teor de fibra mas fornece ligeiramente mais calorias do que o trigo graças à maior quantidade de hidratos de carbono.

A composição do grão varia substancialmente do endosperma para a camada de aleurona e pericarpo (figura 3-1). Daí que os grãos de arroz descascados com diferentes graus de descasque variam as suas propriedades nutricionais e sensoriais (Roy *et al.*, 2008).

A concentração da proteína do arroz é mais elevada no pericarpo e diminui gradualmente em relação ao centro, a concentração do amido aumenta da superfície para o centro do arroz descascado. O gérmen e a sêmea contêm, elevado teor proteico, vitaminas e minerais, por isso, a remoção do gérmen e da sêmea do arroz integral no processo de descasque e branqueamento produz um alimento com poucos nutrientes comparado com o arroz integral. O arroz é isento de colesterol e as suas proteínas são de baixo valor biológico pois são pobres em aminoácidos essenciais e não possuem glúten. É um alimento quase completo, faltando-lhe apenas algumas vitaminas – A, C e D, e é limitado em alguns aminoácidos, como a lisina mas, segundo Juliano (1972 e 1993), a proteína do arroz é uma das proteínas dos cereais que tem maior quantidade em lisina, tendo maior valor nutricional do que outros cereais.

As vitaminas, estão geralmente presentes em mais elevados níveis no arroz integral do que no arroz branqueado. A maior parte dessas vitaminas localizam-se na camada aleurona e no embrião. O arroz branqueado perde a maior parte das suas vitaminas (tiamina, riboflavina e niacina) no descasque. O arroz vaporizado tem concentração de vitaminas mais elevadas que o branqueado pois o processo de vaporização faz com que as vitaminas migrem das camadas de aleurona e gérmen para o endosperma amiláceo.

Quadro 3 – 1. Composição Nutricional dos Cereais.

Tipo de Cereais	Água (%)	Energia (kcal)	Hid. Carbono (%)	Gordura (%)	Proteína (%)	Tiamina (µg/100g)	Riboflavina (µg/100g)	Niacina (mg/100g)
Arroz*	11,9	364	79,7	0,6	7,2	66	21	1,6
Aveia	11,3	388	70	7,5	11,2	500	150	1,0
Centeio	11,4	319	73	1,9	11,0	410	160	1,3
Cevada	10,9	332	73	1,8	11,0	460	120	5,5
Milho	11,9	356	73	4,3	9,5	450	110	2,0
Trigo Duro	13,0	332	70	2,0	13,8	450	130	5,4
Trigo Mole	13,1	333	74	1,9	10,5	380	80	4,3

Fonte: Adaptado de Ferreira, 1994. Nota: \*Adaptado de Brites, 2009.

O valor nutricional do arroz varia pouco entre variedades. O arroz integral contém ligeiramente maior teor proteico, de gordura, de vitaminas e minerais do que arroz branqueado (quadro 3-2). No arroz branqueado, as designações de classe ou tipo comercial só têm a ver com características biométricas e de apresentação e os seus componentes nutricionais não variam muito.

Quadro 3 – 2. Composição Nutricional do Arroz.

Tipo de Arroz	Energia (Kcal)	Proteína (%)	Gordura (%)	Hid. Carbono (%)	Água (%)	Tiamina (µg/100g)	Riboflavina (µg/100g)	Niacina (mg/100g)
Arroz integral cru	357	7,6	1,5	77,6	12,9	330	50	4,6
Arroz branqueado cru	364	7,2	0,6	79,7	11,9	66	21	1,61
Arroz branqueado cozido	109	2	0,1	24,2	73,6	-	-	-

Fonte: Brites, 2009.

## 4. Desenvolvimento Experimental

### 4.1. Material

Para a realização deste trabalho, utilizaram-se dez amostras de variedades de arroz produzidas em três locais diferentes em Timor-Leste. Todas as amostras de arroz recolhidas em Timor-Leste foram produzidas em 2008.

Os locais de cultivo das amostras de arroz recolhidas para a realização deste trabalho, foram para as variedades: IR64, Membrano e Nona Porto o distrito de Bobonaro, para as variedades Brito, Caicoli, Derok Musan, Hare Ikan, Fulan 3, e Nakroma o distrito de Manatuto e para a variedade IR16 o subdistrito de Iliomar do distrito de Lautém.

Tendo em conta as condições de vida das populações rurais em Timor-Leste, algumas amostras de arroz foram descascados artesanalmente “1A” (em pilão e almofariz) e outras industrialmente em máquina de descascadora Satake, 100 kW e 900 rpm “1M”.

As variedades: Nakroma, IR16, IR 64, Membrano e Nona Porto foram descascados artesanalmente e as restantes variedades: Brito, Caicoli, Derok Musan, Hare Ikan e Fulan3, foram descascadas industrialmente no descascador Satake.

Amostras de 2009 das mesmas variedades de arroz em casca (paddy) foram descascadas no descascador laboratorial Satake, potência 0,2 a 0,4 kW e 1900 rpm, branqueadas em máquina laboratorial “LUSITAL” a trinca foi separada dos grãos inteiros no separador SUZUKI no Centro Operativo e Tecnológico do Arroz COTArroz (Salvaterra de Magos, Portugal). Determinaram-se os rendimentos industriais, proporções de grãos inteiros e de trincas (anexo II).

As amostras branqueadas provenientes dos 3 tipos de descascadoras foram analisadas para a determinação do teor de humidade, teor de amilose e análise da

viscosidade, as amostras foram moídas em dois moinhos laboratoriais: Falling Laboratory Mill 3100 e Retsch ZN 100 com um crivo de 0,5 mm no L-INIA em Oeiras.

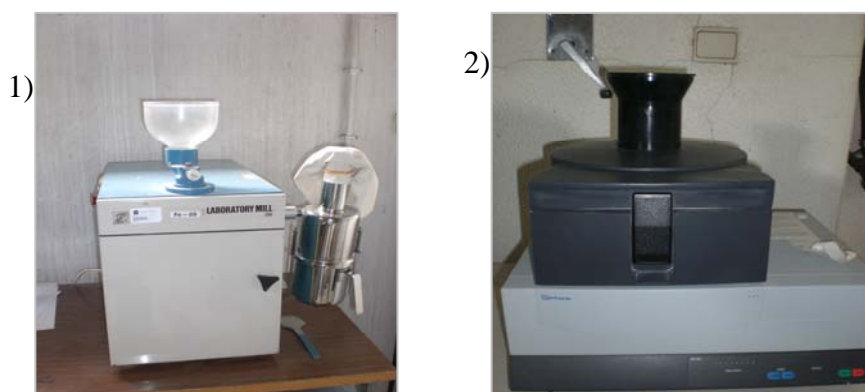


Figura 4 - 1. Moinhos: 1) Falling Lab. Mill 3100; 2) Retsch Zn 100.

## 4.2. Métodos

### 4.2.1. Determinação da Cor

Colocaram-se cerca de 30 g de arroz num recipiente de vidro e realizaram-se 5 vez por amostra a avaliação da cor por colorimetria no Minolta Chromameter CR-200, registando-se os três parâmetros:  $L^*$  = índice de brancura,  $\pm a^*$  = índice de vermelho/verde e  $\pm b^*$  = índice de amarelo/azul.



Figura 4 – 2. Chromameter CR-200.

#### 4.2.2. Determinação do teor de amilose

Para determinar o teor de amilose na farinha do arroz, utilizou-se o método colorimétrico em meio ácido com iodo, pois a molécula de amilose tem elevada afinidade para com o iodo.



Figura 4 – 3. Espectro fotómetro, Hitachi U-2010.

Pesaram-se  $100 \pm 5$  mg de farinha de arroz e colocaram-se numa balão de 100 mL e adicionaram-se 1 mL de etanol 95% e 9 mL de hidróxido de sódio 1 mol/L; as amostras foram agitadas e foram aquecidas em banho-maria durante 10 minutos a 100 °C e deixaram-se arrefecer até à temperatura ambiente e completou-se o volume até 100 mL com água destilada. Retiraram-se 5 mL da suspensão e colocaram-se em balões de 100 mL previamente preenchidos com  $\pm 50$  mL de água destilada. Adicionaram-se 1 mL de ácido acético e 2 mL de solução de iodo (marca Fluka), agitaram-se suavemente, completou-se o volume até 100 mL com água destilada, agitaram-se outra vez e deixaram-se repousar durante 10 minutos. A determinação da absorvância foi realizada no espectrofotómetro Hitachi, modelo U – 2010 a comprimento de onda 720 nm com uma leitura por cada repetição em duplicado. A determinação do teor de amilose foi realizada a partir da equação da Curva de Calibração do Método Rotina segundo o método (ISO 6647 – 2: 2006). A determinação da amilose realizou-se em triplicado.

#### 4.2.3. Determinação da viscosidade

Para a análise da viscosidade da pasta de farinha de arroz, pesaram-se 3 g de farinha de arroz (base húmida) e colocaram-se num frasco de alumínio e adicionaram-se 25 mL de água destilada. As viscosidades das suspensões de farinhas de arroz foram analisadas no viscosímetro (RVA – Rapid Visco Analyser, Newport Scientific Instruments, Austrália) com um ciclo de aquecimento a 95°C seguido de arrefecimento a 50°C de acordo com a norma AACC 61-02: 1999. As amostras são agitadas pela rotação da pá a 960 rpm durante os primeiros 10 s do teste, seguidamente a velocidade da rotação da pá é constante a 160 rpm até ao final do teste. As análises decorreram durante 12 minutos e 30 segundos e registaram-se a temperatura inicial da formação da pasta, o pico da viscosidade, a

viscosidade mínima e a viscosidade final, a quebra de viscosidade (*Breakdown*), e a retrogradação (*Setback*<sup>1</sup>). Todas as análises realizaram-se em triplicado e os parâmetros de RVA são expressos em centipoise (cP).



Figura 4 – 4. RVA, Newport Scientific, Austrália.

#### **4.2.4. Análise estatística**

##### **4.2.4.1. Análise de variância**

A variação nos valores médios de amilose, parâmetros do RVA e cor foi avaliada por intermédio de análises de variância considerando-se como fonte de variação as 10 variedades, os 3 tipos de descasque e dois tipos de moinho.

Realizam-se comparações de médios que foram agrupadas de acordo com o teste de Duncan para  $\alpha=0,05$ .

## 5. Resultados e Discussão

### Relação dos Parâmetros da Cor e Descasque

A análise de variância no quadro 5-3 mostrou-nos que as variedades e o tipo de descasque utilizado são factores que influenciam a cor final do arroz ( $P < 0,001$ ). Dado que a brancura está muito correlacionada com o valor  $L^*$ , as amostras descascadas artesanalmente em Timor-Leste apresentam uma brancura ( $L^*=66,06$ ) e um índice de brancura ( $WI=64,42$ ) inferior às amostras descascadas com máquina descascadora eléctrica laboratorial no Centro Operativo e Tecnológico do Arroz, COTArroz ( $L^*=70,21$  e  $WI=69,28$ ) e às amostras descascadas com máquina descascadora eléctrica em Timor-Leste ( $L^*=71,32$  e  $WI=69,66$ ) (quadro 5-2). Podemos ainda observar no quadro 5-2 que as amostras descascadas com equipamento artesanal e com máquina descascadora eléctrica em Timor-Leste apresentam coloração mais intensa ( $C=10,68$  e  $C=9,90$ ) do que as amostras descascadas com máquina descascadora eléctrica laboratorial no COTArroz ( $C=7,49$ ).

A média do índice de brancura mais baixo ( $WI= 63,40$ ) foi observada na variedade Membrano e o mais alto ( $WI=72,75$ ) exibida pela variedade Hare Ikan (quadro 5-1). Quanto à intensidade da cor, a mais elevada é observada na variedade Nakroma ( $C=10,5$ ) e a mais baixa é observada na variedade Fulan3 ( $C=7,43$ ). O teste de Duncan mostrou que a variedade Hare Ikan apresenta uma brancura diferente das restantes variedades, enquanto a variedade Brito, Caicoli, Fulan3, Derok Musan e IR64, apresentam uma brancura semelhante. Para o parâmetro  $a^*$ , as amostras descascadas no COTArroz são diferentes das amostras descascadas em Timor-Leste e para o parâmetro  $b^*$ , os três tipos de descasque são significativamente diferentes. O valor do parâmetro  $\pm b^*$  que nos mostra o nível de coloração do arroz (amarelos/azul) sendo que o azul é o mais baixo ( $-b^*$ ) e o amarelo o mais alto ( $b^*$ ), indicou-nos que o nível de coloração mais baixo foi apresentado pela variedade Fulan3 ( $b^*=7,43$ ) e o mais alto apresentado pela variedade Nakroma ( $b^*=10,15$ ).

Detectou-se heterogeneidade na coloração do grão integral, na maioria das variedades apresentam misturas de grãos vermelhos e castanhos (figura 5-1)

No entanto, a mistura não é detectável após a remoção da sêmea e os dados respectivos à coloração referem-se às amostras branqueadas.



Figura 5 – 1. Imagem do arroz integral da variedade: a) Brito; b) Hare Ikan de cor vermelha e castanha separadas.

Quadro 5 – 1. Média dos resultados dos parâmetros  $L^*a^*b^*$  e o índice de brancura e da intensidade da cor para 10 variedades.<sup>4</sup> Classificada pelo teste de Duncan.

Variedades	Média				
	$L^*$	$a^*$	$b^*$	WI	C
Caicoli	71,18 <sup>b</sup>	-0,297 <sup>d</sup>	8,42c <sup>d</sup>	69,97	8,42
Brito	72,88 <sup>b</sup>	0,384 <sup>b</sup>	8,22 <sup>e</sup>	70,70	8,22
Derok Musan	71,18 <sup>b</sup>	-0,049 <sup>d</sup>	8,29 <sup>de</sup>	70,04	8,19
Fulan 3	72,83 <sup>b</sup>	0,037 <sup>d</sup>	7,43 <sup>e</sup>	70,86	7,43
R16	68,70 <sup>c</sup>	0,33 <sup>bc</sup>	9,05 <sup>bcd</sup>	66,46	9,05
IR64	71,75 <sup>b</sup>	-0,31 <sup>d</sup>	8,99bc	69,43	8,89
Hare Ikan	74,23 <sup>a</sup>	0,968 <sup>a</sup>	8,80 <sup>cd</sup>	72,75	8,86
Membrano	65,63 <sup>d</sup>	-0,155 <sup>d</sup>	9,41 <sup>abc</sup>	63,40	9,41
Nakroma	69,62 <sup>c</sup>	-0,057 <sup>d</sup>	10,15 <sup>a</sup>	67,02	10,15
Nona Porto	65,13 <sup>d</sup>	0,602 <sup>b</sup>	9,89 <sup>ab</sup>	63,73	9,91

Nota: a, b, c, d – Os valores seguidos das mesmas letras não são significativamente diferentes para  $\alpha=0,05$ .

<sup>4</sup> O índice de brancura (WI) e a intensidade da cor do arroz branqueado (C) foram calculados a partir das equações 3-5 e 3-6 respectivamente.

Quadro 5 – 2. Média dos resultados dos parâmetros da cor para 3 tipos de descasque. Classificada pelo teste de Duncan.

Descasque	L*	a*	b*	WI	C
1M	71,32 <sup>a</sup>	0,64 <sup>a</sup>	9,88 <sup>b</sup>	69,66	9,90
1A	66,06 <sup>b</sup>	0,46 <sup>a</sup>	10,67 <sup>a</sup>	64,42	10,68
2	70,21 <sup>a</sup>	-0,24 <sup>b</sup>	7,49 <sup>c</sup>	69,28	7,49

Nota: a, b, c, d – Os valores seguidos das mesmas letras não são significativamente diferentes para  $\alpha=0,05$ .

1A – Descascado artesanalmente;

1M – Descascado com máquina descascadora eléctrica em Timor-Leste;

2 – Descascado com máquina descascadora eléctrica laboratorial no COTArroz.

Quadro 5 – 3. Análise de variância dos resultados dos parâmetros L\*a\*b\* para 10 variedades e 3 tipos de descasque.

Fonte de variação	Grau de liberdade	Quadrados médios		
		L*	a*	b*
Variedades	9	61,63***	1,62***	6,04***
Descasque	2	20,38**	8,56***	92,02***
Residual	88	5,36	0,13	1,04

Nota: \* - significativo para  $\alpha=0,05$ ; \*\* - significativo para  $\alpha=0,01$ ; \*\*\* - significativo para  $\alpha=0,001$ .

### Relação da Amilose e Descasque

A análise de variância no quadro 5-5 mostrou que tanto o efeito das variedades como o das máquinas descascadoras são muito significativos ( $P < 0,001$ ) para os resultados do conteúdo de amilose. O teste de Duncan que agrupa as variedades pelo conteúdo de amilose mostrou que a maioria das variedades são semelhantes excepto a variedade Membrano e Nona Porto que são semelhantes entre si mas são significativamente diferentes das restantes (quadro 5-7). Os tipos de descascadoras utilizadas também conduzem a resultados de amilose significativamente diferentes. As amostras descascadas com a máquina descascadora laboratorial no Centro Operativo e Tecnológico do Arroz (COTArroz) apresenta teor médio de amilose mais elevado (38,24%), e o mais baixo é obtido nas amostras descascadas em Timor-Leste com máquina descascadora eléctrica (33,56%).

Dado que após o descasque foram detectadas misturas de grãos (figura 5-1) em 2 variedades separam-se os grãos vermelhos dos castanhos e posteriormente determinou-se o teor de amilose que foi muito semelhante (quadro 5-4).

Quadro 5 – 4. Teor médio da amilose do arroz integral de 2 variedades.<sup>5</sup>

Variedades	Amilose (% m.s)
Brito (grão castanho)	29,51
Brito (grão vermelho)	33,07
Hare Ikan (grão castanho)	34,17
Hare Ikan (grão vermelho)	34,04

Quadro 5 – 5. Análise da variância dos resultados do teor de amilose para 10 variedades e 3 tipos de descasque.

Fonte de variação	Grau de liberdade	Quadrados médios
Variedades	9	91,44***
Descasque	2	224,51***
Residual	27	4,66

Nota: \* - significativo para  $\alpha=0,05$ ; \*\* - significativo para  $\alpha=0,01$ ; \*\*\* - significativo para  $\alpha=0,001$ .

### Relação da Amilose e da Moenda

A análise da variância no quadro 5-6 mostrou que, o conteúdo da amilose varia significativamente entre as variedades analisadas ( $P < 0,05$ ) e os moinhos utilizados para a produção da farinha ( $P < 0,001$ ). Todas as amostras analisadas apresentam um teor de amilose superior a 25%, o que significa que as variedades analisadas pertencem aos grupos de amilose elevada da subespécie Indica. O teor de amilose médio mais baixo é apresentado pela variedade Nona Porto com 29,74% na matéria seca e o mais elevado foi observado na variedade Hare Ikan e é de 41,80% na matéria seca. O que caracterizam o teste de Duncan para a variabilidade de amilose e da moenda mostrou (quadro 5-13) que o conteúdo da amilose das variedades analisadas é semelhante, excepto a variedade Hare Ikan que apresenta uma diferença significativa relativamente às variedades Membrano, Nakroma e Nona Porto. Também a variedade Caicoli mostrou uma significativa diferença para a variedade Membrano e Nona Porto (quadro 5-13).

O teste de Duncan mostrou também que o uso de diferentes moinhos para a moenda do grão e produção de farinha afectam o conteúdo da amilose. Provavelmente porque os grânulos de amido foram danificados durante a moagem. O resultado dos dois moinhos mostrou que o moinho Retsch Zn 100 obteve o teor de amilose médio mais alta (39,09%) e o teor médio mais baixo (34,02%) obtido do moinho Falling Laboratory Mill 3100.

<sup>5</sup> Os dados não foram analisados estatisticamente.

Quadro 5 – 6. Análise da variância dos resultados do teor de amilose para 10 variedades e 2 tipos de moendas laboratoriais.

Fonte de Variação	Grau de liberdade	Quadrados médios
Variedades	9	52,54*
Moenda	1	256,39***
Residual	28	17,66

Nota: \* - significativo para  $\alpha=0,05$ ; \*\* - significativo para  $\alpha=0,01$ ; \*\*\* - significativo para  $\alpha=0,001$ .

### Relação dos parâmetros do RVA e Descasque

A análise da variância dos resultados dos parâmetros do RVA provenientes de grãos de 10 variedades e 3 procedimentos de descasque (quadro 5-9) mostrou-nos que a variabilidade das variedades é muito significativa ( $P < 0,001$ ), mas o tipo de descasque não é significativo para alguns parâmetros do RVA tais como: a viscosidade final (*final viscosity*), e o tempo em que ocorre a viscosidade máxima (*peak time*) ( $P > 0,05$ ). O teste de Duncan mostrou que as amostras descascadas com máquina descascadora eléctrica em Timor-Leste e no COTArroz são significativamente diferentes das amostras descascadas com equipamento artesanal (Pilão e almofariz) nos parâmetros do RVA como: viscosidade mínima (*trough1*), enfraquecimento (*breakdown*), retrogradação (*setback1*) e temperatura de gelatinização (*pasting temperature*) (quadro 5-10). As diferenças encontradas poderão ser devidas ao facto de no processo artesanal as camadas do grão não serem removidas uniformemente, essas camadas contém compostos proteicos e fosfolípidos que podem influenciar as propriedades da viscosidade da pasta da farinha do arroz.

Os três tipos de descasque influenciam e contribuem para diferentes picos viscosidade, enquanto que não são significativos para parâmetros como a viscosidade final e o tempo em que ocorre a viscosidade máxima. No quadro 5-7 observa-se que as variedades Caicoli e Nakroma apresentam viscosidades máximas e temperatura de gelatinização significativamente diferentes mas têm umas semelhanças na retrogradação isto indica que os grânulos do amido das duas variedades são susceptíveis à retrogradação portanto têm um aumento significativo da viscosidade final em relação à viscosidade máxima. No quadro 5-8, podemos observar ainda que a temperatura de gelatinização mais alta foi observada na variedade Nakroma ( $TG=83,40^{\circ}C$ ) e mais baixa observada na variedade Caicoli ( $TG=74,50^{\circ}C$ ).

Determinou-se também a viscosidade da farinha do arroz integral provenientes dos grãos castanhos e dos vermelhos de 2 variedades previamente separados (quadro 5-11).

Os dados não foram analisados estatisticamente, mas observou-se que os parâmetros do RVA para as farinhas do arroz integral de cor castanha e vermelha são semelhantes, excepto nos valores da retrogradação. Constatou-se também que o valor do enfraquecimento para a variedade Hare Ikan era diferente.

Quadro 5 – 7. Média dos resultados do teor de amilose e Parâmetros do RVA para farinhas de 10 variedades obtidas de Moinho falling laboratory mill 3100 e de 3 tipos de descasque. Classificada pelos testes de Duncan.

Variedades	Amilose (%)	Viscosidade máxima (cP)	Viscosidade mínima (cP)	Enfraquecimento (cP)	Viscosidade final (cP)	Retrogradação (cP)	Tempo do pico (min)	TG (°C)
Brito	36,41 <sup>bc</sup>	3576 <sup>d</sup>	1934 <sup>c</sup>	1643 <sup>b</sup>	3629 <sup>d</sup>	52,5 <sup>d</sup>	5,61 <sup>d</sup>	78,49 <sup>cd</sup>
Caicoli	39,98 <sup>a</sup>	3763 <sup>c</sup>	2891 <sup>a</sup>	873 <sup>d</sup>	4749 <sup>a</sup>	986 <sup>a</sup>	6,14 <sup>a</sup>	74,50 <sup>e</sup>
Derok Musan	35,58 <sup>c</sup>	3569 <sup>d</sup>	2384 <sup>b</sup>	1185 <sup>c</sup>	4127 <sup>b</sup>	559 <sup>b</sup>	5,92 <sup>b</sup>	75,66 <sup>e</sup>
Fulan3	36,66 <sup>abc</sup>	3233 <sup>f</sup>	1718 <sup>c</sup>	1514 <sup>b</sup>	3289 <sup>e</sup>	56,2 <sup>d</sup>	5,66 <sup>cd</sup>	79,04 <sup>bcd</sup>
Hare Ikan	39,70 <sup>ab</sup>	3951 <sup>b</sup>	2495 <sup>b</sup>	1457 <sup>b</sup>	4215 <sup>b</sup>	264 <sup>cd</sup>	5,80 <sup>bc</sup>	78,42 <sup>d</sup>
IR16	39,24 <sup>ab</sup>	3427 <sup>e</sup>	1917 <sup>c</sup>	1510 <sup>b</sup>	3752 <sup>cd</sup>	326 <sup>bc</sup>	5,70 <sup>cd</sup>	80,46 <sup>b</sup>
IR64	36,79 <sup>abc</sup>	3555 <sup>d</sup>	1903 <sup>c</sup>	1653 <sup>b</sup>	3579 <sup>de</sup>	24,0 <sup>d</sup>	5,73 <sup>cd</sup>	80,12 <sup>bc</sup>
Membrano	30,05 <sup>d</sup>	3906 <sup>b</sup>	2333 <sup>b</sup>	1573 <sup>b</sup>	3863 <sup>bc</sup>	56,8 <sup>d</sup>	5,77 <sup>cd</sup>	79,48 <sup>bcd</sup>
Nakroma	38,47 <sup>abc</sup>	2779 <sup>g</sup>	1919 <sup>c</sup>	860 <sup>d</sup>	3803 <sup>cd</sup>	1024 <sup>a</sup>	5,67 <sup>cd</sup>	83,40 <sup>a</sup>
Nona Porto	28,47 <sup>d</sup>	4266 <sup>a</sup>	2408 <sup>b</sup>	1858 <sup>a</sup>	4038 <sup>bc</sup>	-228 <sup>e</sup>	5,79 <sup>bc</sup>	78,07 <sup>d</sup>

Nota: a, b, c, d, e, f – Os valores seguidos das mesmas letras não são significativamente diferentes para  $\alpha=0,05$ .

Quadro 5 – 8. Intervalo da variação das médias dos resultados da amilose e dos parâmetros do RVA.

Amilose (%)	Viscosidade máxima (cP)	Viscosidade mínima (cP)	Enfraquecimento (cP)	Viscosidade final (cP)	Retrogradação (cP)	Tempo do pico (min)	TG (°C)
28,47-39,98	2779-4266	1718-2891	860-1858	3289-4749	-228 - 1024	5,61 - 6,14	74,50 - 83,40

Quadro 5 – 9. Análise de variância dos resultados dos parâmetros do RVA para 10 variedades e 3 tipos de descasque.

Fonte de variação	GL	Quadrados médio						
		Viscosidade máxima (cP)	Viscosidade mínima (cP)	Enfraquecimento (cP)	Viscosidade final (cP)	Retrogradação (cP)	Tempo do pico (min)	TG (°C)
Variedades	9	955887***	801827***	572372***	989931***	987888***	0,15***	37,39***
Descasque	2	4709 <sup>n.s</sup>	141110*	155693**	44848 <sup>n.s</sup>	78519 <sup>n.s</sup>	0,04 <sup>n.s</sup>	19,83***
Residual	46	11257	39733	23982	65601	44725	0,02	1,67

Nota: n.s – Não significativo; \* - significativo para  $\alpha=0,05$ ; \*\* - significativo para  $\alpha=0,01$ ; \*\*\* - significativo para  $\alpha=0,001$ .

Quadro 5 – 10. Média dos resultados dos parâmetros do RVA para 3 tipos de descasque. Classificada pelo teste de Duncan.

Tipo de Descasque	Parâmetros do RVA						
	Viscosidade máxima (cP)	Viscosidade mínima (cP)	Enfraquecimento (cP)	Viscosidade final (cP)	Retrogradação (cP)	Tempo do pico (min)	TG (°C)
1A	3774 <sup>a</sup>	2080 <sup>b</sup>	1693 <sup>a</sup>	3873 <sup>a</sup>	98,75 <sup>b</sup>	5,73 <sup>a</sup>	79,84 <sup>a</sup>
1M	3490 <sup>c</sup>	2149 <sup>ab</sup>	1341 <sup>b</sup>	3931 <sup>a</sup>	441 <sup>a</sup>	5,76 <sup>a</sup>	79,27 <sup>a</sup>
2	3601 <sup>b</sup>	2258 <sup>a</sup>	1343 <sup>b</sup>	3921 <sup>a</sup>	320 <sup>a</sup>	5,81 <sup>a</sup>	78,03 <sup>b</sup>

Nota: a, b, c – Os valores seguidos das mesmas letras não são significativamente diferentes para  $\alpha=0,05$ .

1A – Descascado artesanalmente; 1M – Descascado com máquina descascadora eléctrica em Timor-Leste; 2 – Descascado com máquina descascadora eléctrica laboratorial no COTArroz.

Quadro 5 – 11. Médios dos resultados dos parâmetros do RVA do arroz integral de 2 variedades.<sup>6</sup>

Variedades	Parâmetros do RVA						
	Viscosidade máxima (cP)	Viscosidade mínima (cP)	Enfraquecimento (cP)	Viscosidade final (cP)	Retrogradação (cP)	Tempo do pico (min)	TG (°C)
Brito (C)	2557	1469	1089	2873	316	5,53	79,87
Brito (V)	2584	1533	1051	2821	2821	5,53	79,03
Hare Ikan (C)	3017	1927	1089	3451	435	5,73	79,10
Hare Ikan (V)	2877	2063	814	3476	599	5,82	79,55

Nota: C – Arroz integral de cor castanha; V – Arroz integral de cor vermelho.

### Relação dos Parâmetros do RVA e da Moenda

A viscosidade da pasta da farinha do arroz foi avaliada no RVA como mostram os gráficos na figura 5-2. A análise da variância dos parâmetros do RVA (quadro 5-12) mostrou que tanto as variedades de arroz como a utilização de diferentes tipos de moinhos para a produção da farinha do arroz, influenciam o resultado final dos parâmetros do RVA ( $P < 0,001$ ).

Os perfis de viscosidade das suspensões de farinhas do arroz que se apresentam na figura 5-2. E o teste de Duncan mostraram-nos que o pico da viscosidade mais alto é obtido para a variedade Nona Porto, o mais baixo na variedade Nakroma e a viscosidade mínima mais baixa na variedade Fulan3 e a viscosidade mínima mais alta na variedade Caicoli (quadro 5-13). As variedades Caicoli e Nakroma apresentam a viscosidade final mais alta e que normalmente está associada à retrogradação. O aumento da viscosidade final indica maior capacidade de retrogradação das variedades Caicoli e Nakroma (quadro 5-13). A

<sup>6</sup> Os dados não foram analisados estatisticamente.

viscosidade máxima (pico máximo) é atingida quando a maior parte dos grânulos de amido absorvem água e incham mas continuam intactos. O quadro 5-13, mostra-nos que a variedade Nona Porto apresenta a viscosidade máxima mais alta (4002 cP) e o valor da retrogradação é o mais baixo (-134 cP), o que indica que o amido da variedade Nona Porto é pouco susceptível à retrogradação, ou seja, a maior parte dos grânulos de amido gelatinizados não têm capacidade para reorganizar a sua estrutura. O quadro 5-13 mostra-nos ainda que a variedade Nakroma apresenta uma temperatura de gelatinização mais elevada (TG = 84,06°C) e a mais baixa observada é na variedade Caicoli (TG=77,12°C).

Quadro 5 – 12. Análise de variância dos resultados dos Parâmetros do RVA para 11 variedades e 2 tipos de Moendas laboratoriais.<sup>7</sup>

Fonte de variação	GL	Quadrados médio						
		Viscosidade máxima (cP)	Viscosidade mínima (cP)	Enfraquecimento (cP)	Viscosidade final (cP)	Retrogradação (cP)	Tempo do pico (min)	TG (°C)
Variedades	10	771745***	740780* **	525012***	659068***	922800***	29***	29***
Moenda	1	1383882***	579047** *	172585***	743060***	98832***	14***	14**
Residual	52	15196	11089	2789	11622	3171	1,17	1,17

Nota: n.s – Não significativo; \* - significativo para  $\alpha=0,05$ ; \*\* - significativo para  $\alpha=0,01$ ; \*\*\* - significativo para  $\alpha=0,001$ .

Quadro 5 – 13. Média dos resultados do teor de amilose e Parâmetros do RVA para farinhas de 10 variedades obtidas de 2 Moinhos. Classificada pelo teste de Duncan.

Variedades	Amilose (%)	Viscosidade máxima (cP)	Viscosidade mínima (cP)	Enfraquecimento (cP)	Viscosidade final (cP)	Retrogradação (cP)	Tempo do pico (min)	TG (°C)
Brito	35,54 <sup>abcd</sup>	3582 <sup>c</sup>	2035 <sup>cd</sup>	1546 <sup>cd</sup>	3807 <sup>de</sup>	225 <sup>de</sup>	5,69 <sup>cd</sup>	78,20 <sup>de</sup>
Caicoli	40,27 <sup>ab</sup>	3573 <sup>c</sup>	2623 <sup>a</sup>	950 <sup>f</sup>	4472 <sup>a</sup>	900 <sup>b</sup>	6,08 <sup>a</sup>	77,12 <sup>e</sup>
Derok Musan	37,48 <sup>abc</sup>	3335 <sup>d</sup>	1797 <sup>efg</sup>	1538 <sup>cd</sup>	3450 <sup>g</sup>	115 <sup>fg</sup>	5,61 <sup>e</sup>	78,89 <sup>cd</sup>
Fulan3	38,49 <sup>abc</sup>	3155 <sup>e</sup>	1670 <sup>g</sup>	1485 <sup>d</sup>	3230 <sup>h</sup>	75 <sup>g</sup>	5,67 <sup>d</sup>	78,88 <sup>cd</sup>
Hare Ikan	41,80 <sup>a</sup>	3799 <sup>b</sup>	2303 <sup>b</sup>	1496 <sup>d</sup>	4063 <sup>b</sup>	264 <sup>d</sup>	5,74 <sup>bc</sup>	78,50 <sup>d</sup>
IR16	38,48 <sup>abc</sup>	3185 <sup>e</sup>	1774 <sup>fg</sup>	1412 <sup>e</sup>	3701 <sup>ef</sup>	516 <sup>c</sup>	5,70 <sup>cd</sup>	82,32 <sup>b</sup>
IR64	36,78 <sup>abc</sup>	3564 <sup>c</sup>	1895 <sup>ef</sup>	1669 <sup>b</sup>	3653 <sup>f</sup>	89 <sup>g</sup>	5,71 <sup>cd</sup>	79,93 <sup>c</sup>
Membrano	32,42 <sup>cd</sup>	3615 <sup>c</sup>	2100 <sup>c</sup>	1515 <sup>d</sup>	3785 <sup>de</sup>	169 <sup>ef</sup>	5,70 <sup>cd</sup>	79,88 <sup>c</sup>
Nakroma	34,56 <sup>bcd</sup>	2782 <sup>f</sup>	1919 <sup>de</sup>	863 <sup>g</sup>	3975 <sup>bc</sup>	1193 <sup>a</sup>	5,68 <sup>d</sup>	84,06 <sup>a</sup>
Nona Porto	29,74 <sup>d</sup>	4002 <sup>a</sup>	2125 <sup>c</sup>	1877 <sup>a</sup>	3868 <sup>cd</sup>	-134 <sup>h</sup>	5,77 <sup>b</sup>	81,68 <sup>b</sup>

Nota: a, b, c, d, e, f, g, h – Os valores seguidos das mesmas letras não são significativamente diferentes para  $\alpha=0,05$ .

<sup>7</sup> Na análise incluiu uma amostra de arroz não é de Timor-Leste.

Quadro 5 – 14. Intervalo da variação das médias dos resultados da amilose e dos parâmetros do RVA.

Amilose (%)	Viscosidade máxima (cP)	Viscosidade mínima (cP)	Enfraquecimento (cP)	Viscosidade final (cP)	Retrogradação (cP)	Tempo do pico (min)	TG (°C)
29,74-41,80	2782-4002	1670-2623	863-1877	3230-4472	-133-1193	5,61 - 6,08	77,12-84,06

**Graphical Analysis Results - 20090902**

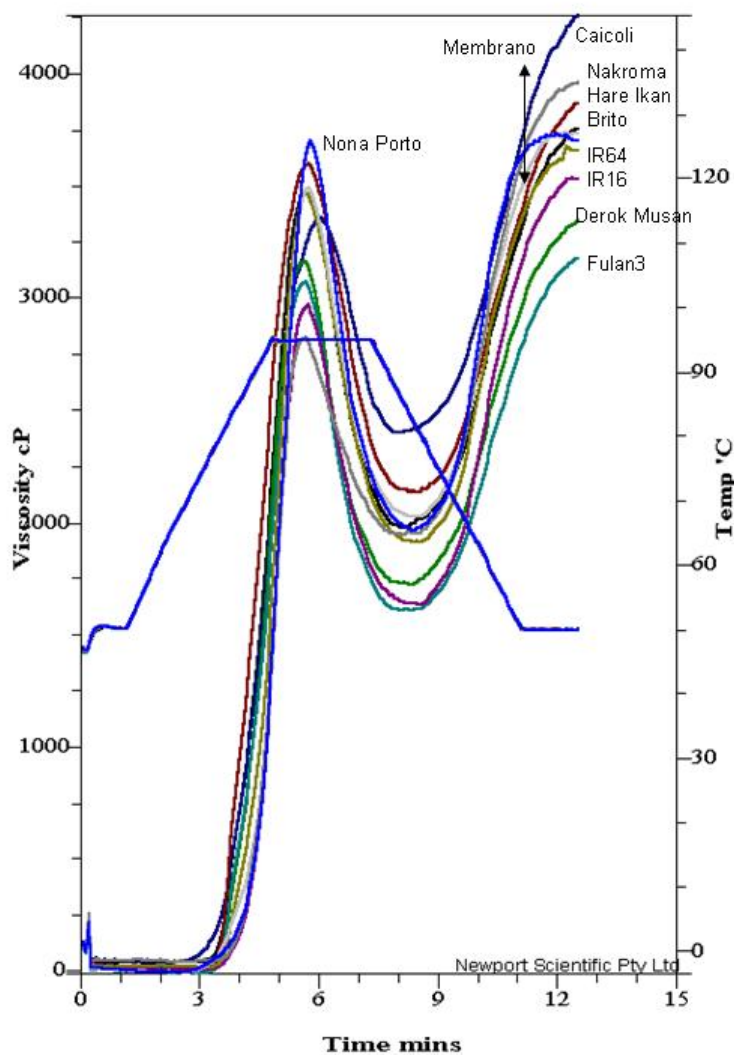


Figura 5 – 2. Perfil da viscosidade (cP) em função do tempo e da temperatura, obtido no RVA para as farinhas do arroz de diferentes variedades<sup>8</sup>.

<sup>8</sup> Na figura 5-1 estão representadas as análises referentes à farinha de arroz obtido no moinho falling laboratory mill 3100.

## 6. Conclusões

Este trabalho foi realizado com o objectivo de estudar as características físico-químicas de 10 variedades de arroz produzidas em Timor-Leste, assim como a influência da manipulação e processamento após a colheita em parâmetros de avaliação da qualidade.

Será errado dizer que este é um trabalho concluído, pois ainda há muitos aspectos relacionados com a qualidade final do arroz que deveriam ter sido mais detalhados e aprofundado neste estudo contudo, este trabalho é um trabalho pioneiro na área do processamento pós-colheita do arroz de Timor-Leste, o que tornou mais difícil o delineamento, a discussão e a conclusão dos resultados das análises. Mesmo assim, com base nos resultados alcançados pode concluir-se que a da coloração do grão é influenciada pelas variedades e pelos tipos de descascadoras utilizadas ( $P < 0,001$ ). A variedade Hare Ikan apresenta o índice de brancura média mais elevado ( $WI=72,75$  e  $L^*=74,23$ ) e o mais baixo observou-se na variedade Membrano ( $WI= 63,40$  e  $L^*=64,63$ ). As duas máquinas descascadoras eléctricas apresentam índices de brancura semelhantes ( $WI=69,28$  e  $L^*=70,21$ ) e ( $WI=69,66$  e  $L^*=71,32$ ) respectivamente para as amostras descascadas em Timor-Leste e no Centro Operativo e Tecnológico do Arroz, COTArroz em Salvaterra de Magos. Enquanto que a média do índice de brancura para as amostras descascadas artesanalmente é de  $WI=64,42$  ( $L^*=66,06$ ) inferior aos resultados das duas descascadoras eléctricas e por outro lado também se apresenta uma coloração mais intensa ( $C=10,68$ ).

Relativamente ao teor de amilose na farinha do arroz estudado, pode concluir-se que os tipos de descascadoras utilizadas e os moinhos utilizados na produção da farinha do arroz influenciam significativamente o conteúdo da amilose ( $P < 0,001$ ). Todas as variedades em estudo apresentaram teores médios muito elevados, variando entre 28,47% e 41,80% na matéria seca, isto é uma das características do arroz da subespécie indica.

Da análise do comportamento reológico nomeadamente a viscosidade da pasta da farinha do arroz no RVA, conclui-se que as variedades estudadas possuem uma temperatura de gelatinização muito alta entre 74,50°C e 84,06°C observada respectivamente nas variedades Caicoli e Nakroma. Os resultados das análises no RVA mostraram também que os moinhos utilizados na produção de farinha de arroz influenciaram os parâmetros finais do RVA ( $P < 0,001$ ) enquanto que os tipos de descascadoras utilizadas no descasque do arroz não tiveram influência relevante nos parâmetros do RVA. Os perfis da viscosidade e respectivos valores dos parâmetros do RVA são distintos dos habitualmente obtidos com as variedades do tipo indico.

Neste estudo não foram realizados testes culinários, análise sensorial e determinação das características biométricas do arroz e que são muitos importantes para os consumidores, devido às amostras não terem condições apropriadas para se realizarem as análises, pois

apresentavam uma grande quantidade de trincas, grãos gessados e sem uma separação prévia. Assim sugere-se que para o futuro deve realizar-se uma continuação deste trabalho com um estudo mais aprofundado na área nutricional, que está relacionada com a prática agrícola, condicionamento e processamento após a colheita, aspectos que podem influenciar e afectar a qualidade nutricional do arroz.

## 7. Bibliografia

- Atlas de Timor-Leste, 2002. Faculdade de Arquitectura – UTL e Grupo de Estudos de Reconstrução de Timor-Leste (GERTIL). Lidel – edição técnica, Lda.
- Becker, R.; Hanners, G. D., 1991. Carbohydrate Composition of Cereal Grains, p. 471 – 476 in: Handbook of Cereals Science and Technology. Ed. Klaus J. Lorenz and Karl Kulp.
- Brites, C., 2009. Como Avaliar a Qualidade do Arroz, p. 36 – 38. Vida Rural, Abril 2009.
- Brites, C.; Vargues, A.; Guerra, M.; Trigo, M. J.; Curado, T.; Gama, A.; Cruz, T., 2005. Caracterização da Qualidade do Arroz Carolino do Vale do Mondego, Oeiras.
- Brites, C.; Guerreiro, M.; Modesto, M. L., 2004. O Arroz Carolino; Uma jóia da nossa gastronomia. Edição: Centro Operativo e Tecnológico do Arroz, Salvaterra de Magos, Portugal.
- Campos, L. S., 2002. Entender a Bioquímica. 3ª Edição, Escolar Editora, Lisboa, p. 258, 335 – 337.
- Champagne, E. T., 1996. Rice Starch Composition and Characteristics. American Association of Cereal Chemists. Cereal Foods World. 42 (11): 833 – 837.
- Champagne, E. T.; Bett, K. L.; Vinyard, B. T.; McClung, A. M.; Barton II, F.; Moldenhaur, K.; Linscombe, S.; McKenzie, K., 1999. Correlation between Cooked Rice Texture and Rapid Visco Analyser Measurements. Cereal Chemistry 76(5): 764 – 771.
- Copeland, L.; Blazek, J.; Salman, H.; Tang, M. C., 2009. Form and Functionality of Starch. Food Hydrocolloids 23 (2009) 1527 – 1534.
- Cruz, T. R., 2004. Caracterização Físico-Química e funcionalidade de Variedades de Arroz. Trabalho Final em Engenharia Alimentar. ISA, UTL, Lisboa.
- Decreto – Lei nº 62/2000, 19 de Abril de 2000. Diário da República – I Série – A, nº 93, 1689 – 1692.
- Direcção Nacional de Estatística (DNE), 2007. Timor-Leste em Números 2003 – 2005.
- Directorate of Agribusiness, Ministry of Agriculture Forestry and Fishers (MAFF), 2006. Commodity Profile Series: 1, Version 2 – Rice, Timor-Leste.
- FAO: Rice Market Monitor, February 2009, Volume XII – Issue nº 1. Disponível em: [http://www.fao.org/es/ESC/en/15/70/highlight\\_71.html](http://www.fao.org/es/ESC/en/15/70/highlight_71.html).
- Felgas, H. A. E., 1956. Timor Português. Monografias dos Territórios do Ultramar. Agenda Geral do Ultramar, Lisboa, p. 431 – 480.
- Ferreira, F. A. G., 1994. Nutrição Humana. Fundação Calouste Gulbenkian. 2ª Edição, Lisboa, p.826 – 837.
- Ferreira, T. S., 1998. A Cor como Atributo de Qualidade de Concentrados de Sumo de Frutos e seus Derivados. Relatório do Trabalho de Fim de Curso de Engenharia Agro-Industrial. ISA, UTL, Lisboa.

- Fitzgerald, M. A.; McCouch, S. R.; Hall, R. D., 2008. Not Just a Grain of Rice: The Guest for Quality. *Trend in Plant Science* 14 (3): 133 – 139.
- Gonçalves, M.M.; Cardoso, A. P. S.; Siong, N. S.; Min, M. S., 1974. Melhoramento da cultura do arroz em Timor: Introdução e seleção de variedades e primeiros ensaios de adubação. *Missão de Estudos Agronómicos do Ultramar – Comunicação*, nº 84, Lisboa.
- International Rice Research Institute (IRRI): Rice Quality. Disponível em [www.knowledgebank.irri.org](http://www.knowledgebank.irri.org).
- Jane, J.; Kasemsuan, T.; Chen, J. F.; Juliano, B. O., 1996. Phosphorus in Rice and Other Starch. *American Association of Cereal Chemists. Cereal Food World*. 41(11): 827 – 832.
- Jayamani, P.; Negrão, S.; Brites, C.; Oliveira, M. M., 2007. Potential of waxy gene microsatellite and single-nucleotide polymorphisms to develop japonica varieties with desired amylose levels in rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Cereal Science* 46 (2007): 178 – 186.
- Jin-song, B., 2008. Accurate Measurement of Pasting Temperature by Rapid Visco Analyser: a Case Study Using Rice Flour. *Rice Science*, 15 (1): 69 – 72.
- Juliano, B. O., 1993. Rice in Human Nutrition. Biochemistry Unit Plant Breeding, Genetics and Biochemistry Division International Rice Research Institute. Food and Agriculture Organization of the United Nation, Rome.
- Juliano, B. O., 1972. The Rice Caryopsis and its Composition, p.16 – 62 in: *Rice Chemistry and Technology*. Ed. D. F. Houston. American Association of Cereal Chemists. St. Paul, Minnesota, USA.
- Lookhart, G. L., 1991. Cereal Proteins: Composition of Their Major Fractions and Methods for Identification. U. S. Department of Agriculture. Manhattan, Kansas, p. 445 – 446 in: *Handbook of Cereals Science and Technology*. Ed. Klaus J. Lorenz and Karl Kulp.
- Mariotti, M.; Sinelli, N.; Catenacci, F.; Pagani, M. A.; Lucisano, M., 2009. Retrogradation Behaviour of Milled and Brown Rice Pastes during Ageing. *Journal of Cereal Science* 49 (2009): 171 – 177.
- Martinez, J. M. H.; Schoenmakers, P. J.; Kok, W. T., 2004. Determination of the amylose–amylopectin ratio of starches by iodine-affinity capillary electrophoresis. *Journal of Chromatography A*, 1053 (2004): 227 – 234.
- Martins, J. M. R., 2000. Acompanhamento das Tecnologias de Produção de Arroz no Vale do Sado. Relatório do Final do Curso de Engenharia Agronómica. ISA, UTL, Lisboa.
- Meadows, F., 2002. Pasting Process in Rice Flour Using Rapid Visco Analyser Curves and First Derivatives. *Cereal Chemistry* 79 (4): 559 – 562.

- Norma AACC 61 – 02, (1999). Determination of the Pasting Properties of Rice with the Rapid Visco Analyser.
- Norma ISO/DIS 6647 – 2, (2006). Determination of Amylose Content - Part 2: Routine Methods.
- Newport Scientific. Application Manual for the Rapid Visco Analyser. Issued November 1998. Newport Scientific Pty. Ltd. Warriewood NSW 2102, Australia.
- Perdon, A.; Siebenmorgen, T.; Mauromoustakos, A.; Griffin, V.; Johnson, F., 2001. Degree of milling effects on rice pasting properties. *Cereal Chemistry* 78 (2): 205 – 209.
- Pinheiro da Luz, L. M., 2003. Análise da Aptidão Cultural de Timor-Leste Utilizando um Sistema de Informação Geográfica. Dissertação para Obtenção do Grau de Mestre em Sistema de Informação Geográfica, IST, Universidade Técnica de Lisboa.
- Reis, L. M. M. S., 2000. Timor-Leste, 1953 – 1975: O Desenvolvimento Agrícola na Última Fase da Colonização Portuguesa. Dissertação Apresentada no Instituto Superior de Agronomia para efeitos de obtenção do grau de Mestre. ISA, UTL, Lisboa.
- Roy, P.; Ijiri, T.; Okadome, H.; Nei, D.; Orikasa, T.; Nakamura, N.; Shiina, T., 2008. Effect of Processing Conditions on Overall energy Consumption and Quality of Rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Food Engineering* 89 (2008): 343 – 348.
- Santos, C. A. L., 2004. Caracterização Físico-química e Funcional do Amido de Variedades de Trigo Mole de Diferentes Graus de Dureza. Relatório do Trabalho de Fim de Curso de Engenharia Alimentar. ISA, UTL, Lisboa.
- Schalbroeck, J. J., 2001. Rice. *Oryza sativa* L., p. 57 – 77 in: *Corp Production in Tropical Africa*. Ed. Roman H. Raemaekers. Directorate General for International Co-operation Ministry of Foreign Affairs, External Trade and International Co-operation. Brussels, Belgium.
- Sharp, R. N., 1991. Rice: Production, Processing, and Utilization. University of Arkansas, Fayetteville, Arkansas, p. 301 – 324 in: *Handbook of Cereal Science and Technology*. Ed. Klaus J. Lorenz and Karl Kulp.
- Silva, H. L., 1956. Timor e a Cultura do Café. Junta de Investigação do Ultramar (Memórias - Série de Agronomia Tropical I). Ministério do Ultramar, Lisboa.
- Silva, M. V., 1969. Bases para o Desenvolvimento da Cultura do Arroz em Timor. Missão de Estudos Agronómicos do Ultramar, Lisboa.
- Silva, M. V., 1971. Arroz. Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa.
- Silva, M. V., 1975. A Cultura do Arroz. Coleção Técnica Agrária. Clássica Editora, Lisboa.
- Soares, F. A., 1957. Estudos, Ensaios e Documentação, XXXIV. O Clima e o Solo de Timor, Suas Relações com a Agricultura. Ministério do Ultramar, Junta de Investigações do Ultramar, Lisboa.

- Sousa, I., 2001. A Reologia dos Produtos Alimentares, p. 131 – 158 in: Reologia e suas Aplicações Industriais. Instituto PIAGET.
- Thomas, D. J.; Atwell, W. A., 1999. Starches. Eagan Press Handbook Series. St. Paul, Minnesota, USA.
- Webb, B. D.; Stermer, R. A., 1972. Criteria of Rice Quality, p. 102 – 120 in: Rice Chemistry and Technology. Ed. D. F. Houston. American Association of Cereal Chemists. St. Paul, Minnesota, USA.
- Webb, B. D., 1985. Criteria of rice quality in the United States, p. 403 – 442 in: Rice Chemistry and Technology. B. O. Juliano, ed. American Association of Cereal Chemistry, St. Paul, Minnesota, USA.

## 8. Cibergrafia

1. [www.aciar.gov.au/country/East+Timor](http://www.aciar.gov.au/country/East+Timor) (28-02-2009)
2. [www.fao.org/es/ess/top/country.html?lang=en&country=176](http://www.fao.org/es/ess/top/country.html?lang=en&country=176) (16-04-2009)
3. [www.faostat.fao.org](http://www.faostat.fao.org) (07-06-2009)
4. [www.knowledgebank.irri.org](http://www.knowledgebank.irri.org) (26 – 02 -2009)
5. [www.aciar.gov.au/node/665](http://www.aciar.gov.au/node/665) (28-03-2009)
6. [Www.foodmarketexchange.com/datacenter/product/grain/rice/detail/dc\\_pi\\_gr\\_rice0202\\_01.htm](http://www.foodmarketexchange.com/datacenter/product/grain/rice/detail/dc_pi_gr_rice0202_01.htm) (02 – 07 – 2009)
7. <http://www.specialchem4coatings.com/tc/color-handbook/index.aspx?id=cielab>.  
(Consultado em: 08 – 07 – 2009).

## 9. Anexos

## Anexos I – Práticas de oriziculturas, colheita e a forma de descasque do arroz



Figura I-1. Preparação do terreno com o tractor de mão



Figura I-2. Preparação do terreno com os animais.



Figura I-3. Transplantação de arroz.



Figura I-4. Colheita do arroz. A cultura cortada é atada e transportada para o local de debulha.



Figura I-5. Local de debulha



Figura I-6. Descasque artesanal com pilão e almofariz.



Figura I-7. Máquina descascadora eléctrica, Satake para o consumo doméstico.

**Máquina descascadora, branqueadora e separadora laboratorial no Centro Operativo e Tecnológico do Arroz, COTArroz em Salvaterra de Magos.**



Figura I-8. Descascadora, Satake.



Figura I-9. Branqueadora, LUSITAL



Figura I-10. Separadora, Suzuki

## Anexos II. Análise de rendimento industrial

### Colheita de 2008

As amostras de arroz paddy de 200g foram descascadas no Laboratório do Centro Operativo e Tecnológico de Arroz, COTArroz em Salvaterra de Magos e determinou-se o rendimento do descasque. A coloração do grão branqueado foi avaliada no chromameter CR-200. Os grãos branqueados foram moídos e posteriormente determinou-se o teor de amilose e a viscosidade da pasta da farinha.

Rendimento médio industrial de 200 g de arroz paddy

Variedades	Rendimento		
	Trincas (%)	Grãos Inteiros (%)	Industrial (%)
Caicoli	8,89	60,46	69,35
Brito	16,14	49,22	65,69
Derok Musan	10,75	54,94	65,69
Fulan 3	12,86	55,69	68,54
IR16	6,49	62,73	69,21
IR64	13,59	54,4	67,99
Hare Ikan	27,20	35,06	62,26
Membrano	12,01	55,40	67,41
Nakroma	15,51	53,36	68,86
Nona Porto	5,53	61,85	67,37

### **Anexos III. Análise Estatística**

### Anexos III-1. Variedades e tipo de descascadora como fonte de variação nos parâmetros da cor.

The SAS System

15:46 Saturday, March 18, 2000

9

Obs	Variedade	Descasque	L	a	b
1	Brito	1M	70.79	0.91	9.50
2	Brito	1M	73.13	0.90	9.63
3	Brito	1M	71.09	0.77	9.03
4	Brito	1M	71.22	0.09	9.60
5	Brito	1M	73.19	0.06	10.21
6	Brito	2	70.74	0.62	7.48
7	Brito	2	70.16	0.37	7.36
8	Brito	2	73.50	-0.06	6.08
9	Brito	2	73.92	-0.23	6.78
10	Brito	2	71.06	0.41	6.49
11	Caicoli	1M	71.74	0.22	9.40
12	Caicoli	1M	70.90	0.13	9.71
13	Caicoli	1M	71.26	0.07	9.41
14	Caicoli	1M	71.62	0.02	10.00
15	Caicoli	1M	71.44	0.51	10.40
16	Caicoli	2	70.20	-0.93	7.44
17	Caicoli	2	69.65	-1.28	7.00
18	Caicoli	2	69.98	-0.34	6.46
19	Caicoli	2	75.54	-0.88	6.89
20	Caicoli	2	69.44	-0.49	7.48
21	DerokMus	1M	72.02	0.09	9.90
22	DerokMus	1M	71.23	0.61	9.31
23	DerokMus	1M	72.17	1.20	10.01
24	DerokMus	1M	71.95	0.95	9.65
25	DerokMus	1M	71.90	0.45	9.61
26	DerokMus	2	70.10	-0.97	6.38
27	DerokMus	2	70.47	-0.59	6.58
28	DerokMus	2	69.02	-0.81	7.43
29	DerokMus	2	70.48	-0.66	7.00
30	DerokMus	2	72.42	-0.76	6.01
31	HareIkan	1M	73.06	1.06	10.77
32	HareIkan	1M	74.37	1.36	10.53
33	HareIkan	1M	73.32	1.67	10.46
34	HareIkan	1M	75.42	2.02	10.33
35	HareIkan	1M	73.64	2.00	11.57
36	HareIkan	2	76.36	0.19	6.62
37	HareIkan	2	72.48	0.73	7.55
38	HareIkan	2	73.18	0.14	6.86
39	HareIkan	2	73.28	0.04	7.20
40	HareIkan	2	77.20	0.47	6.13
41	Fulan3	1M	72.51	0.29	9.32
42	Fulan3	1M	73.57	0.56	9.45
43	Fulan3	1M	72.49	0.43	9.24
44	Fulan3	1M	73.24	0.36	9.01
45	Fulan3	1M	72.37	0.33	0.93
46	Fulan3	2	72.31	-0.42	6.97
47	Fulan3	2	71.39	-0.33	7.06
48	Fulan3	2	71.19	-0.16	6.73
49	Fulan3	2	67.64	-0.20	7.93
50	Fulan3	2	71.54	-0.49	7.63
51	Nakroma	1M	60.79	0.05	12.10
52	Nakroma	1M	69.04	0.36	11.62
53	Nakroma	1M	60.10	0.75	11.42
54	Nakroma	1M	70.46	0.32	12.46
55	Nakroma	1M	69.69	0.62	11.94
56	Nakroma	2	70.85	-0.59	9.24
57	Nakroma	2	70.81	-0.53	8.13
58	Nakroma	2	72.26	-0.24	7.71
59	Nakroma	2	70.35	-0.62	8.88
60	Nakroma	2	71.87	-0.69	8.03
61	IR16	1A	66.90	0.92	10.45
62	IR16	1A	66.05	0.95	11.24
63	IR16	1A	67.57	1.00	10.04
64	IR16	1A	63.75	1.29	10.25
65	IR16	1A	67.31	0.40	10.10
66	IR16	2	68.17	-0.49	7.97
67	IR16	2	68.22	-0.01	8.23
68	IR16	2	70.11	-0.43	7.23

69	IR16	2	69.97	-0.13	7.63
70	IR16	2	68.96	-0.20	7.33
71	Membrano	1A	67.93	0.39	11.06
72	Membrano	1A	67.57	0.04	10.70
73	Membrano	1A	60.04	0.16	11.09
74	Membrano	1A	60.45	0.29	11.29
75	Membrano	1A	60.10	0.21	10.69
76	Membrano	2	66.88	-0.85	8.25
77	Membrano	2	66.27	-0.46	7.35
78	Membrano	2	65.92	-0.06	8.04
79	Membrano	2	65.06	-0.74	8.07
80	Membrano	2	66.06	-0.53	7.51
81	NonaPort	1A	67.73	1.00	11.53
82	NonaPort	1A	60.79	0.55	10.06
83	NonaPort	1A	60.59	0.02	11.44
84	NonaPort	1A	60.39	1.16	11.23
85	NonaPort	1A	67.00	0.09	11.13
86	NonaPort	2	67.36	0.61	8.81
87	NonaPort	2	64.62	1.42	9.70
88	NonaPort	2	66.38	0.43	8.45
89	NonaPort	2	68.96	0.56	8.39
90	NonaPort	2	67.49	0.18	8.17
91	IR64	1A	71.05	0.00	10.57
92	IR64	1A	71.64	0.12	9.97
93	IR64	1A	73.07	0.29	10.10
94	IR64	1A	70.04	0.10	10.20
95	IR64	1A	71.30	0.26	10.35
96	IR64	2	69.71	-0.25	7.60
97	IR64	2	68.83	-0.45	7.57
98	IR64	2	71.15	-0.43	7.19
99	IR64	2	70.10	-0.59	7.60
100	IR64	2	70.65	-0.36	7.73

The SAS System 15:46 Saturday, March 18, 2000

11

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
Variedade	10	Brito Caicoli DerokMus Fulan3 HareIkan IR16 IR64 Membrano Nakroma
NonaPort		
Descasque	3	1A 1M 2

Number of observations 100  
The SAS System 15:46 Saturday, March 18, 2000

12

The GLM Procedure

Dependent Variable: L

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	11	911.027227	82.820657	15.46	<.0001
Error	88	471.398448	5.356801		
Corrected Total	99	1382.425675			

R-Square Coeff Var Root MSE L Mean  
0.659006 3.320031 2.314476 69.71250

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Variedade	9	554.6775747	61.6308416	11.51	<.0001
Descasque	2	40.7624817	20.3812408	3.80	0.0260

The SAS System 15:46 Saturday, March 18, 2000

13

The GLM Procedure

Dependent Variable: a

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	11	31.37009267	2.85182661	22.00	<.0001
Error	88	11.40528333	0.12960549		
Corrected Total	99	42.77537600			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	a Mean
0.733368	220.5929	0.360008	0.163200

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Variedade	9	14.60925533	1.62325059	12.52	<.0001
Descasque	2	17.11153667	8.55576833	66.01	<.0001

The SAS System 15:46 Saturday, March 18, 2000

14

The GLM Procedure

Dependent Variable: b

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	11	245.8687482	22.3517044	21.41	<.0001
Error	88	91.8575558	1.0438359		
Corrected Total	99	337.7263040			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	b Mean
0.728012	11.55279	1.021683	8.843600

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Variedade	9	54.3337092	6.0370788	5.78	<.0001
Descasque	2	184.0432242	92.0216121	88.16	<.0001

The SAS System 15:46 Saturday, March 18, 2000

15

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for L

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	88
Error Mean Square	5.356801

Number of Means	2	3	4	5	6	7	8	9
Critical Range	2.057	2.165	2.236	2.288	2.328	2.361	2.388	2.411

10  
2.430

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	Variedade
A	74.231	10	HareIkan

B	71.880	10	Brito
B			
B	71.825	10	Fulan3
B			
B	71.177	10	Caicoli
B			
B	71.176	10	DerokMus
B			
B	70.754	10	IR64
C	68.622	10	Nakroma
C			
C	67.701	10	IR16
D	65.131	10	NonaPort
D			
D	64.628	10	Membrano

The SAS System 15:46 Saturday, March 18, 2000

16

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for a

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	88
Error Mean Square	0.129605

Number of Means	2	3	4	5	6	7	8	9
10								
Critical Range	.3200	.3367	.3478	.3559	.3622	.3672	.3714	.3750
	.3780							

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	Variedade
A	0.9680	10	HareIkan
B	0.6020	10	NonaPort
B			
B	0.3840	10	Brito
B			
C	0.3300	10	IR16
C			
C	0.0370	10	Fulan3
D			
D	-0.0490	10	DerokMus
D			
D	-0.0570	10	Nakroma
D			
D	-0.1310	10	IR64
D			
D	-0.1550	10	Membrano
D			
D	-0.2970	10	Caicoli

The SAS System 15:46 Saturday, March 18, 2000

17

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for b

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	88

	Error Mean Square							
	1.043836							
Number of Means	2	3	4	5	6	7	8	9
10								
Critical Range	0.908	0.956	0.987	1.010	1.028	1.042	1.054	1.064
1.073								

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	Variedade
A	10.1530	10	Nakroma
A			
B A	9.8910	10	NonaPort
B A			
B A C	9.4050	10	Membrano
B C			
B D C	9.0470	10	IR16
D C			
D C	8.8880	10	IR64
D C			
D C	8.8020	10	HareIkan
D C			
D C	8.4190	10	Caicoli
D			
E D	8.2160	10	Brito
E D			
E D	8.1880	10	DerokMus
E			
E	7.4270	10	Fulan3

The SAS System 15:46 Saturday, March 18, 2000

18

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for L

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	88
Error Mean Square	5.356801
Harmonic Mean of Cell Sizes	29.03226

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3
Critical Range	1.207	1.270

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	Descasque
A	71.3240	30	1M
A			
A	70.2052	50	2
B	66.0635	20	1A

The SAS System 15:46 Saturday, March 18, 2000

19

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for a

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05  
 Error Degrees of Freedom 88  
 Error Mean Square 0.129605  
 Harmonic Mean of Cell Sizes 29.03226

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means 2 3  
 Critical Range .1878 .1976

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	Descasque
A	0.63867	30	1M
A			
A	0.46200	20	1A
B	-0.24160	50	2

The SAS System

15:46 Saturday, March 18, 2000

20

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for b

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05  
 Error Degrees of Freedom 88  
 Error Mean Square 1.043836  
 Harmonic Mean of Cell Sizes 29.03226

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means 2 3  
 Critical Range .5329 .5608

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	Descasque
A	10.6745	20	1A
B	9.8840	30	1M
C	7.4870	50	2

**Anexos III-2. Variedades e tipo de descascadora como fonte de variação da amilose.**

1

The SAS System                      11:38 Thursday, March 16, 2000

Obs	Variedade	Descasque	Rep	Humidade	Amilose
1	Brito	1M	1	11.95	30.93
2	Brito	1M	2	11.95	31.49
3	Brito	2	1	12.41	41.19
4	Brito	2	2	12.41	42.03
5	Caicoli	1M	1	11.84	31.73
6	Caicoli	1M	2	11.84	37.02
7	Caicoli	2	1	12.64	44.81
8	Caicoli	2	2	12.64	46.36
9	DerokMus	1M	1	12.35	29.11
10	DerokMus	1M	2	12.35	36.68
11	DerokMus	2	1	12.92	36.21
12	DerokMus	2	2	12.92	40.30
13	HareIkan	1M	1	11.95	35.40
14	HareIkan	1M	2	11.95	34.28
15	HareIkan	2	1	13.67	43.78
16	HareIkan	2	2	13.67	45.35
17	Fulan3	1M	1	11.80	31.72
18	Fulan3	1M	2	11.80	31.58
19	Fulan3	2	1	13.40	41.23
20	Fulan3	2	2	13.40	42.09
21	Nakroma	1M	1	11.20	35.65
22	Nakroma	1M	2	11.20	37.17
23	Nakroma	2	1	12.95	38.34
24	Nakroma	2	2	12.05	42.70
25	IR16	1A	1	12.45	39.10
26	IR16	1A	2	12.45	37.28
27	IR16	2	1	13.19	41.28
28	IR16	2	2	13.19	39.30
29	Membrano	1A	1	12.30	30.78
30	Membrano	1A	2	12.30	33.02
31	Membrano	2	1	13.41	28.48
32	Membrano	2	2	13.41	27.91
33	NonaPort	1A	1	12.51	29.73
34	NonaPort	1A	2	12.51	30.85
35	NonaPort	2	1	12.96	26.36
36	NonaPort	2	2	12.96	26.92
37	IR64	1A	1	12.31	39.18
38	IR64	1A	2	12.31	37.78
39	IR64	2	1	13.11	34.74
40	IR64	2	2	13.11	35.45

2

The SAS System                      11:38 Thursday, March 16, 2000

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
Variedade	10	Brito Caicoli DerokMus Fulan3 HareIkan IR16 IR64 Membrano Nakroma NonaPort
Descasque	3	1A 1M 2
Rep	2	1 2

Number of observations                      40  
The SAS System                      11:38 Thursday, March 16, 2000

3

The GLM Procedure

Dependent Variable: Humidade

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
--------	----	----------------	-------------	---------	--------

Model	12	13.45911000	1.12159250	14.73	<.0001
Error	27	2.05560000	0.07613333		
Corrected Total	39	15.51471000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Humidade Mean
0.867506	2.199727	0.275923	12.54350

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Variedade	9	2.89724667	0.32191630	4.23	0.0017
Descasque	2	9.33625000	4.66812500	61.32	<.0001
Rep	1	0.02025000	0.02025000	0.27	0.6102

The SAS System 11:38 Thursday, March 16, 2000

4

The GLM Procedure

Dependent Variable: Amilose

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	12	1023.888579	85.324048	18.37	<.0001
Error	27	125.384618	4.643875		
Corrected Total	39	1149.273197			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Amilose Mean
0.890901	5.964022	2.154965	36.13275

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Variedade	9	822.9952008	91.4439112	19.69	<.0001
Descasque	2	449.0231042	224.5115521	48.35	<.0001
Rep	1	16.6539025	16.6539025	3.59	0.0690

The SAS System 11:38 Thursday, March 16, 2000

5

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for Humidade

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	27
Error Mean Square	0.076133

Number of Means	2	3	4	5	6	7	8	9
Critical Range	.4003	.4206	.4337	.4430	.4500	.4554	.4598	.4633
	.4662							

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	Variedade
A	12.8550	4	Membrano
A	12.8200	4	IR16
A	12.8100	4	HareIkan



Number of Means	2	3
Critical Range	.2349	.2468

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	Descasque
A	13.0210	20	2
B	12.3925	8	1A
C	11.8483	12	1M

The SAS System 11:38 Thursday, March 16, 2000

8

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for Amilose

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	27
Error Mean Square	4.643875
Harmonic Mean of Cell Sizes	11.6129

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3
Critical Range	1.835	1.928

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	Descasque
A	38.2415	20	2
B	34.7150	8	1A
B	33.5633	12	1M

**Anexos III-3. Variedades e tipo de moinhos como fonte de variação da amilose**

57

The SAS System                      09:58 Friday, March 17, 2000

Obs	Variedade	Descasque	Moenda	Rep	Humidade	Amilose
1	Brito	1M	1	1	11.95	30.93
2	Brito	1M	1	2	11.95	31.49
3	Brito	1M	2	1	12.75	38.39
4	Brito	1M	2	2	12.75	41.35
5	Caicoli	1M	1	1	11.84	31.73
6	Caicoli	1M	1	2	11.84	37.02
7	Caicoli	1M	2	1	11.75	45.89
8	Caicoli	1M	2	2	11.75	46.45
9	DerokMus	1M	1	1	12.35	29.11
10	DerokMus	1M	1	2	12.35	36.68
11	DerokMus	1M	2	1	12.90	41.42
12	DerokMus	1M	2	2	12.90	42.69
13	HareIkan	1M	1	1	11.95	35.40
14	HareIkan	1M	1	2	11.95	34.28
15	HareIkan	1M	2	1	12.65	48.89
16	HareIkan	1M	2	2	12.65	48.61
17	Fulan3	1M	1	1	11.80	31.72
18	Fulan3	1M	1	2	11.80	31.58
19	Fulan3	1M	2	1	13.25	44.84
20	Fulan3	1M	2	2	13.25	45.83
21	Nakroma	1M	1	1	11.20	35.65
22	Nakroma	1M	1	2	11.20	37.17
23	Nakroma	1M	2	1	11.45	32.15
24	Nakroma	1M	2	2	11.45	33.26
25	IR16	1A	1	1	12.45	39.10
26	IR16	1A	1	2	12.45	37.28
27	IR16	1A	2	1	11.71	38.22
28	IR16	1A	2	2	11.71	39.33
29	Membrano	1A	1	1	12.30	30.78
30	Membrano	1A	1	2	12.30	33.02
31	Membrano	1A	2	1	12.84	32.24
32	Membrano	1A	2	2	12.84	33.65
33	NonaPort	1A	1	1	12.51	29.73
34	NonaPort	1A	1	2	12.51	30.85
35	NonaPort	1A	2	1	12.76	28.13
36	NonaPort	1A	2	2	12.76	30.24
37	IR64	1A	1	1	12.31	39.18
38	IR64	1A	1	2	12.31	37.78
39	IR64	1A	2	1	13.10	34.31
40	IR64	1A	2	2	13.10	35.86

58

The SAS System                      09:58 Friday, March 17, 2000

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
Variedade	10	Brito Caicoli DerokMus Fulan3 HareIkan IR16 IR64 Membrano Nakroma NonaPort
Moenda	2	1 2
Rep	2	1 2

Number of observations                      40

The SAS System                      09:58 Friday, March 17, 2000

59

The GLM Procedure

Dependent Variable: Humidade

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
--------	----	----------------	-------------	---------	--------

Model	11	9.06956000	0.82450545	7.43	<.0001
Error	28	3.10640000	0.11094286		
Corrected Total	39	12.17596000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Humidade Mean
0.744874	2.709957	0.333081	12.29100

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Variedade	9	7.04456000	0.78272889	7.06	<.0001
Moenda	1	2.02500000	2.02500000	18.25	0.0002
Rep	1	0.00000000	0.00000000	0.00	1.0000

60

The SAS System 09:58 Friday, March 17, 2000

The GLM Procedure

Dependent Variable: Amilose

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	11	746.975877	67.906898	3.85	0.0019
Error	28	494.498700	17.660668		
Corrected Total	39	1241.474578			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Amilose Mean
0.601684	11.49603	4.202460	36.55575

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Variedade	9	472.8832525	52.5425836	2.98	0.0129
Moenda	1	256.3903225	256.3903225	14.52	0.0007
Rep	1	17.7023025	17.7023025	1.00	0.3253

61

The SAS System 09:58 Friday, March 17, 2000

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for Humidade

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	28
Error Mean Square	0.110943

Number of Means	2	3	4	5	6	7	8	9
Critical Range	.4825	.5069	.5227	.5340	.5425	.5491	.5544	.5587
	.5623							

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	Variedade
A	12.7050	4	IR64
A	12.6350	4	NonaPort
A	12.6250	4	DerokMus

	A				
B	A	12.5700	4	Membrano	
B	A				
B	A	12.5250	4	Fulan3	
B	A				
B	A	12.3500	4	Brito	
B	A				
B	A	C	12.3000	4	HareIkan
B		C			
B		C	12.0800	4	IR16
		C			
	D	C	11.7950	4	Caicoli
	D				
	D		11.3250	4	Nakroma
			The SAS System		09:58 Friday, March 17, 2000

62

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for Amilose

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	28
Error Mean Square	17.66067

Number of Means	2	3	4	5	6	7	8	9
10								
Critical Range	6.087	6.396	6.595	6.738	6.845	6.928	6.995	7.049
7.094								

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	Variedade			
	A	41.795	4	HareIkan		
	A					
B	A	40.273	4	Caicoli		
B	A					
B	A	C	38.493	4	Fulan3	
B	A	C				
B	A	C	38.483	4	IR16	
B	A	C				
B	A	C	37.475	4	DerokMus	
B	A	C				
B	A	C	36.783	4	IR64	
B	A	C				
B	D	A	C	35.540	4	Brito
B	D		C			
B	D		C	34.558	4	Nakroma
			C			
			C	32.423	4	Membrano
				29.738	4	NonaPort
			The SAS System			09:58 Friday, March 17, 2000

63

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for Humidade

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	28
Error Mean Square	0.110943

Number of Means	2
-----------------	---

Critical Range .2158

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	Moenda
A	12.5160	20	2
B	12.0660	20	1

The SAS System

09:58 Friday, March 17, 2000

64

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for Amilose

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	28
Error Mean Square	17.66067

Number of Means	2
Critical Range	2.722

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	Moenda
A	39.088	20	2
B	34.024	20	1

**Anexos III-4. Variedades e tipo de descascadora como fonte de variação nos parâmetros do RVA**

3

The SAS System                      09:58 Friday, March 17, 2000

Obs	Variedade	descasque	Rep	Peak	Trough	Break	Final	Set	Time	Temp
1	Brito	1M	1	3708	2126	1582	3862	154	5.60	78.10
2	Brito	1M	2	3680	2079	1601	3860	180	5.67	78.20
3	Brito	1M	3	3628	2067	1561	3837	209	5.73	78.30
4	Brito	2	1	3476	1802	1674	3428	-48	5.60	79.10
5	Brito	2	2	3520	1779	1741	3416	-104	5.53	78.20
6	Brito	2	3	3445	1749	1696	3369	-76	5.53	79.05
7	Caicoli	1M	1	3918	2911	1007	4814	896	6.13	77.40
8	Caicoli	1M	2	3784	2860	924	4679	895	6.13	76.00
9	Caicoli	1M	3	3808	2876	932	4736	928	6.13	77.55
10	Caicoli	2	1	3601	2805	796	4727	1126	6.13	72.85
11	Caicoli	2	2	3777	2989	788	4773	996	6.20	72.00
12	Caicoli	2	3	3692	2903	789	4766	1074	6.13	71.20
13	DerokMus	1M	1	3345	1803	1542	3458	113	5.60	78.30
14	DerokMus	1M	2	3528	1883	1645	3560	32	5.60	79.00
15	DerokMus	1M	3	3547	1883	1664	3565	18	5.60	79.05
16	DerokMus	2	1	3701	2905	796	4791	1090	6.27	72.85
17	DerokMus	2	2	3681	2916	765	4745	1064	6.20	71.95
18	DerokMus	2	3	3611	2911	700	4645	1034	6.27	72.80
19	HareIkan	1M	1	3874	2413	1461	4154	280	5.80	78.25
20	HareIkan	1M	2	3926	2403	1523	4162	236	5.73	79.05
21	HareIkan	1M	3	3993	2460	1533	4196	203	5.80	78.30
22	HareIkan	2	1	3989	2487	1502	4242	253	5.73	78.30
23	HareIkan	2	2	3897	2542	1355	4227	330	5.87	78.35
24	HareIkan	2	3	4028	2662	1366	4311	283	5.87	78.25
25	Fulan3	1M	1	3268	1703	1565	3287	19	5.67	79.05
26	Fulan3	1M	2	3240	1730	1510	3255	15	5.67	79.00
27	Fulan3	1M	3	3272	1761	1511	3329	57	5.67	79.15
28	Fulan3	2	1	3194	1660	1534	3256	62	5.60	78.90
29	Fulan3	2	2	3168	1716	1452	3264	96	5.67	79.05
30	Fulan3	2	3	3253	1739	1514	3341	88	5.67	79.10
31	Nakroma	1M	1	2728	1897	831	3980	1252	5.67	84.60
32	Nakroma	1M	2	2784	1922	862	4043	1259	5.73	83.00
33	Nakroma	1M	3	2785	1908	877	3980	1195	5.67	84.55
34	Nakroma	2	1	2813	1933	880	3624	811	5.60	82.25
35	Nakroma	2	2	2799	1933	866	3613	814	5.67	83.05
36	Nakroma	2	3	2764	1918	846	3579	815	5.67	82.95
37	IR16	1A	1	3355	1908	1447	3937	582	5.73	80.55
38	IR16	1A	2	3452	1942	1510	3931	479	5.73	80.55
39	IR16	1A	3	3422	1927	1495	3894	472	5.73	80.65
40	IR16	2	1	3362	1827	1535	3524	162	5.60	79.90
41	IR16	2	2	3517	1973	1544	3630	113	5.67	80.50
42	IR16	2	3	3451	1924	1527	3596	145	5.73	80.60
43	Membrano	1A	1	3711	2127	1584	3809	98	5.67	79.95
44	Membrano	1A	2	3723	2171	1552	3827	104	5.67	79.85
45	Membrano	1A	3	3736	2177	1559	3844	108	5.73	79.80
46	Membrano	2	1	4070	2512	1558	4129	59	5.87	79.95
47	Membrano	2	2	4113	2531	1582	4112	-1	5.87	78.30
48	Membrano	2	3	4081	2477	1604	4054	-27	5.80	79.00
49	NonaPort	1A	1	4340	2336	2004	4047	-293	5.80	78.30
50	NonaPort	1A	2	4362	2339	2023	4111	-251	5.73	79.05
51	NonaPort	1A	3	4354	2400	1954	4143	-211	5.80	79.95
52	NonaPort	2	1	4223	2464	1759	3972	-251	5.80	76.85
53	NonaPort	2	2	4160	2406	1754	3927	-233	5.73	77.45
54	NonaPort	2	3	4154	2501	1653	4026	-128	5.87	76.80
55	IR64	1A	1	3618	1904	1714	3656	38	5.73	79.80
56	IR64	1A	2	3539	1846	1693	3596	57	5.73	79.90
57	IR64	1A	3	3677	1888	1789	3679	2	5.73	79.75
58	IR64	2	1	3469	1897	1572	3485	16	5.73	80.60
59	IR64	2	2	3493	1957	1536	3530	37	5.80	79.90
60	IR64	2	3	3536	1925	1611	3530	-6	5.67	80.75

5

The SAS System                      09:58 Friday, March 17, 2000

The GLM Procedure  
Class Level Information

```

Class          Levels  Values
Variedade      10 Brito Caicoli DerokMus Fulan3 HareIkan IR16 IR64 Membrano Nakroma
NonaPort
descasque      3  1A 1M 2
Rep            3  1 2 3
    
```

The GLM Procedure

Dependent Variable: Peak

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	13	9191330.911	707025.455	62.80	<.0001
Error	46	517847.272	11257.549		
Corrected Total	59	9709178.183			

R-Square      Coeff Var      Root MSE      Peak Mean  
 0.946664      2.945317      106.1016      3602.383

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Variedade	9	8602984.089	955887.121	84.91	<.0001
descasque	2	9418.028	4709.014	0.42	0.6606
Rep	2	6298.533	3149.267	0.28	0.7573

The SAS System      09:58 Friday, March 17, 2000

7

The GLM Procedure

Dependent Variable: Trough

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	13	7540871.158	580067.012	14.60	<.0001
Error	46	1827735.025	39733.370		
Corrected Total	59	9368606.183			

R-Square      Coeff Var      Root MSE      Trough Mean  
 0.804909      9.102417      199.3323      2189.883

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Variedade	9	7216448.658	801827.629	20.18	<.0001
descasque	2	282221.042	141110.521	3.55	0.0368
Rep	2	11180.433	5590.217	0.14	0.8691

The SAS System      09:58 Friday, March 17, 2000

8

The GLM Procedure

Dependent Variable: Break

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	13	6337948.369	487534.490	20.33	<.0001
Error	46	1103186.631	23982.318		
Corrected Total	59	7441135.000			

R-Square      Coeff Var      Root MSE      Break Mean  
 0.851745      10.96370      154.8623      1412.500

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Variedade	9	5151355.181	572372.798	23.87	<.0001
descasque	2	311386.736	155693.368	6.49	0.0033
Rep	2	699.300	349.650	0.01	0.9855
The SAS System				09:58	Friday, March 17, 2000

9

The GLM Procedure

Dependent Variable: Final

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	13	8937850.27	687526.94	10.48	<.0001
Error	46	3017681.91	65601.78		
Corrected Total	59	11955532.18			

R-Square      Coeff Var      Root MSE      Final Mean  
 0.747591      6.543264      256.1284      3914.383

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Variedade	9	8909387.131	989931.903	15.09	<.0001
descasque	2	89697.819	44848.910	0.68	0.5098
Rep	2	1469.433	734.717	0.01	0.9889
The SAS System				09:58	Friday, March 17, 2000

10

The GLM Procedure

Dependent Variable: Set

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	13	9741353.33	749334.87	16.75	<.0001
Error	46	2057340.68	44724.80		
Corrected Total	59	11798694.00			

R-Square      Coeff Var      Root MSE      Set Mean  
 0.825630      67.78281      211.4824      312.0000

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Variedade	9	8891000.175	987888.908	22.09	<.0001
descasque	2	157038.625	78519.313	1.76	0.1842
Rep	2	2508.700	1254.350	0.03	0.9724
The SAS System				09:58	Friday, March 17, 2000

11

The GLM Procedure

Dependent Variable: Time

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	13	1.38566778	0.10658983	7.06	<.0001
Error	46	0.69415056	0.01509023		

```

Corrected Total          59      2.07981833

                                R-Square    Coeff Var    Root MSE    Time Mean
                                0.666245    2.125728    0.122842    5.778833

Source                    DF      Type III SS    Mean Square    F Value    Pr > F
Variedade                 9      1.31131389    0.14570154    9.66      <.0001
descasque                 2      0.07740278    0.03870139    2.56      0.0879
Rep                       2      0.00556333    0.00278167    0.18      0.8323
                                The SAS System          09:58 Friday, March 17, 2000
12

```

The GLM Procedure

Dependent Variable: Temp

```

Source                    DF      Sum of Squares    Mean Square    F Value    Pr > F
Model                    13      372.0595278      28.6199637    17.15      <.0001
Error                    46      76.7485972      1.6684478
Corrected Total          59      448.8081250

                                R-Square    Coeff Var    Root MSE    Temp Mean
                                0.828995    1.639973    1.291684    78.76250

Source                    DF      Type III SS    Mean Square    F Value    Pr > F
Variedade                 9      336.5119306    37.3902145    22.41      <.0001
descasque                 2      39.6554861    19.8277431    11.88      <.0001
Rep                       2      0.7030000     0.3515000     0.21      0.8108
                                The SAS System          09:58 Friday, March 17, 2000
13

```

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for Peak

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

```

                                Alpha          0.05
                                Error Degrees of Freedom    46
                                Error Mean Square          11257.55

Number of Means    2      3      4      5      6      7      8      9
10
Critical Range    123.3  129.7  133.9  136.9  139.2  141.0  142.5  143.8
144.9

```

Means with the same letter are not significantly different.

```

Duncan Grouping    Mean    N    Variedade
                    A      4265.50  6    NonaPort
                    B      3951.17  6    HareIkan
                    B      3905.67  6    Membrano
                    C      3763.33  6    Caicoli
                    D      3576.17  6    Brito

```

D				
D	3568.83	6	DerokMus	
D				
D	3555.33	6	IR64	
E	3426.50	6	IR16	
F	3232.50	6	Fulan3	
G	2778.83	6	Nakroma	
The SAS System				09:58 Friday, March 17, 2000

14

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for Trough

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	46
Error Mean Square	39733.37

Number of Means	2	3	4	5	6	7	8	9
10								
Critical Range	231.7	243.6	251.5	257.2	261.5	265.0	267.8	270.2
272.2								

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	Variedade
A	2890.7	6	Caicoli
B	2494.5	6	HareIkan
B	2407.7	6	NonaPort
B	2383.5	6	DerokMus
B	2332.5	6	Membrano
C	1933.7	6	Brito
C	1918.5	6	Nakroma
C	1916.8	6	IR16
C	1902.8	6	IR64
C	1718.2	6	Fulan3

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for Break

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	46
Error Mean Square	23982.32

Number of Means	2	3	4	5	6	7	8	9
10								
Critical Range	180.0	189.3	195.4	199.8	203.2	205.9	208.1	209.9
211.4								

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	Variedade
A	1857.83	6	NonaPort
B	1652.50	6	IR64
B	1642.50	6	Brito
B	1573.17	6	Membrano
B	1514.33	6	Fulan3
B	1509.67	6	IR16
B	1456.67	6	HareIkan
C	1185.33	6	DerokMus
D	872.67	6	Caicoli
D	860.33	6	Nakroma

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for Final

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05  
 Error Degrees of Freedom 46  
 Error Mean Square 65601.78

Number of Means	2	3	4	5	6	7	8	9
10								
Critical Range	297.7	313.0	323.1	330.4	336.0	340.5	344.1	347.1
	349.7							

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	Variedade
A	4749.2	6	Caicoli
B	4215.3	6	HareIkan
B	4127.3	6	DerokMus
B	4037.7	6	NonaPort
C	3962.5	6	Membrano
C	3803.2	6	Nakroma
C	3752.0	6	IR16
C	3628.7	6	Brito
D	3579.3	6	IR64
E	3288.7	6	Fulan3

The SAS System

09:58 Friday, March 17, 2000

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for Set

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05  
 Error Degrees of Freedom 46  
 Error Mean Square 44724.8

Number of Means	2	3	4	5	6	7	8	9
10								
Critical Range	245.8	258.5	266.8	272.8	277.5	281.1	284.1	286.6
288.7								

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	Variedade
A	1024.3	6	Nakroma
A			
A	985.8	6	Caicoli
B	558.5	6	DerokMus
B			
C	325.5	6	IR16
C			
C	264.2	6	HareIkan
D			
D	56.8	6	Membrano
D			
D	56.2	6	Fulan3
D			
D	52.5	6	Brito
D			
D	24.0	6	IR64
E	-227.8	6	NonaPort

The SAS System 09:58 Friday, March 17, 2000

18

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for Time

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05  
 Error Degrees of Freedom 46  
 Error Mean Square 0.01509

Number of Means	2	3	4	5	6	7	8	9
10								
Critical Range	.1428	.1501	.1550	.1585	.1612	.1633	.1650	.1665
.1677								

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	Variedade
A	6.14167	6	Caicoli
B	5.92333	6	DerokMus
B			
C	5.80000	6	HareIkan
C			
C	5.78833	6	NonaPort
C			
C	5.76833	6	Membrano
C			
C	5.73167	6	IR64
C			
C	5.69833	6	IR16
C			
C	5.66833	6	Nakroma

```

C      D
C      D      5.65833      6      Fulan3
      D
      D      5.61000      6      Brito
The SAS System                                09:58 Friday, March 17, 2000
19

```

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for Temp

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

```

Alpha                                0.05
Error Degrees of Freedom              46
Error Mean Square                     1.668448

```

Number of Means	2	3	4	5	6	7	8	9
Critical Range	1.501	1.579	1.630	1.666	1.695	1.717	1.735	1.751
	1.764							

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	Variedade
A	83.4000	6	Nakroma
B	80.4583	6	IR16
C	80.1167	6	IR64
B	79.4750	6	Membrano
D	79.0417	6	Fulan3
D	78.4917	6	Brito
D	78.4167	6	HareIkan
D	78.0667	6	NonaPort
E	75.6583	6	DerokMus
E	74.5000	6	Caicoli

```

The SAS System                                09:58 Friday, March 17, 2000
20

```

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for Peak

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

```

Alpha                                0.05
Error Degrees of Freedom              46
Error Mean Square                    11257.55
Harmonic Mean of Cell Sizes          17.41935

```

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3
Critical Range	72.37	76.11

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	descasque
-----------------	------	---	-----------

```

A      3774.08    12    1A
B      3601.27    30     2
C      3489.78    18    1M
The SAS System                                09:58 Friday, March 17, 2000
21

```

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for Trough

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

```

Alpha                                0.05
Error Degrees of Freedom              46
Error Mean Square                     39733.37
Harmonic Mean of Cell Sizes          17.41935

```

NOTE: Cell sizes are not equal.

```

Number of Means          2          3
Critical Range           136.0       143.0

```

Means with the same letter are not significantly different.

```

Duncan Grouping      Mean      N      descasque
      A      2258.10    30      2
      A
B      A      2149.17    18      1M
B
B      2080.42    12      1A
The SAS System                                09:58 Friday, March 17, 2000

```

22

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for Break

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

```

Alpha                                0.05
Error Degrees of Freedom              46
Error Mean Square                     23982.32
Harmonic Mean of Cell Sizes          17.41935

```

NOTE: Cell sizes are not equal.

```

Number of Means          2          3
Critical Range           105.6       111.1

```

Means with the same letter are not significantly different.

```

Duncan Grouping      Mean      N      descasque
      A      1693.67    12      1A
      B
B      1343.17    30      2
B
B      1340.61    18      1M

```

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for Final

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

rate.

Alpha 0.05  
 Error Degrees of Freedom 46  
 Error Mean Square 65601.78  
 Harmonic Mean of Cell Sizes 17.41935

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means 2 3  
 Critical Range 174.7 183.7

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	descasque
A	3930.94	18	1M
A			
A	3921.07	30	2
A			
A	3872.83	12	1A

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for Set

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05  
 Error Degrees of Freedom 46  
 Error Mean Square 44724.8  
 Harmonic Mean of Cell Sizes 17.41935

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means 2 3  
 Critical Range 144.2 151.7

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	descasque
A	441.17	18	1M
A			
A	319.80	30	2
B	98.75	12	1A

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for Time

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05  
 Error Degrees of Freedom 46  
 Error Mean Square 0.01509  
 Harmonic Mean of Cell Sizes 17.41935

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means 2 3  
 Critical Range .08379 .08811

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	descasque
A	5.81167	30	2
A			
A	5.75556	18	1M
A			
A	5.73167	12	1A

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for Temp

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	46
Error Mean Square	1.668448
Harmonic Mean of Cell Sizes	17.41935

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3
Critical Range	.8810	.9265

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	descasque
A	79.8417	12	1A
A			
A	79.2694	18	1M
B	78.0267	30	2

**Anexos III-5. Variedades e tipo de moinhos como fonte de variação nos parâmetros do RVA.**

Obs	Variedade	Moenda	Rep	Peak	Trough	Breakdown	Final	Set	Time	Temp
1	Brito	1	1	3708	2126	1582	3862	154	5.60	78.10
2	Brito	1	2	3680	2079	1601	3860	180	5.67	78.20
3	Brito	1	3	3628	2067	1561	3837	209	5.73	78.30
4	Brito	2	1	3467	1981	1486	3755	288	5.67	78.35
5	Brito	2	2	3509	1973	1536	3766	257	5.73	78.10
6	Brito	2	3	3497	1983	1514	3761	264	5.73	78.15
7	Caicoli	1	1	3918	2911	1007	4814	896	6.13	77.40
8	Caicoli	1	2	3784	2860	924	4679	895	6.13	76.00
9	Caicoli	1	3	3808	2876	932	4736	928	6.13	77.55
10	Caicoli	2	1	3361	2397	964	4258	897	6.00	75.95
11	Caicoli	2	2	3271	2305	966	4188	917	5.93	77.50
12	Caicoli	2	3	3293	2388	905	4159	866	6.13	78.30
13	DerokMus	1	1	3345	1803	1542	3458	113	5.60	78.30
14	DerokMus	1	2	3528	1883	1645	3560	32	5.60	79.00
15	DerokMus	1	3	3547	1883	1664	3565	18	5.60	79.05
16	DerokMus	2	1	3166	1722	1444	3346	180	5.60	79.00
17	DerokMus	2	2	3236	1777	1459	3401	165	5.67	78.95
18	DerokMus	2	3	3186	1713	1473	3368	182	5.60	79.05
19	HareIkan	1	1	3874	2413	1461	4154	280	5.80	78.25
20	HareIkan	1	2	3926	2403	1523	4162	236	5.73	79.05
21	HareIkan	1	3	3993	2460	1533	4196	203	5.80	78.30
22	HareIkan	2	1	3596	2136	1460	3867	271	5.73	78.25
23	HareIkan	2	2	3690	2192	1498	3993	303	5.67	78.25
24	HareIkan	2	3	3717	2214	1503	4007	290	5.73	78.95
25	Fulan3	1	1	3268	1703	1565	3287	19	5.67	79.05
26	Fulan3	1	2	3240	1730	1510	3255	15	5.67	79.00
27	Fulan3	1	3	3272	1761	1511	3329	57	5.67	79.15
28	Fulan3	2	1	3069	1606	1463	3180	111	5.67	78.95
29	Fulan3	2	2	3027	1584	1443	3135	108	5.67	78.95
30	Fulan3	2	3	3053	1634	1419	3193	140	5.67	78.20
31	Nakroma	1	1	2728	1897	831	3980	1252	5.67	84.60
32	Nakroma	1	2	2784	1922	862	4043	1259	5.73	83.00
33	Nakroma	1	3	2785	1908	877	3980	1195	5.67	84.55
34	Nakroma	2	1	2823	1948	875	3961	1138	5.67	83.90
35	Nakroma	2	2	2756	1908	848	3922	1166	5.67	83.75
36	Nakroma	2	3	2816	1933	883	3964	1148	5.67	84.55
37	IR16	1	1	3355	1908	1447	3937	582	5.73	80.55
38	IR16	1	2	3452	1942	1510	3931	479	5.73	80.55
39	IR16	1	3	3422	1927	1495	3894	472	5.73	80.65
40	IR16	2	1	2968	1634	1334	3532	564	5.73	84.55
41	IR16	2	2	2958	1617	1341	3443	485	5.67	83.85
42	IR16	2	3	2956	1614	1342	3467	511	5.60	83.75
43	Membrano	1	1	3711	2127	1584	3809	98	5.67	79.95
44	Membrano	1	2	3723	2171	1552	3827	104	5.67	79.85
45	Membrano	1	3	3736	2177	1559	3844	108	5.73	79.80
46	Membrano	2	1	3492	2026	1466	3734	242	5.73	79.85
47	Membrano	2	2	3488	2017	1471	3717	229	5.67	79.85
48	Membrano	2	3	3542	2084	1458	3778	236	5.73	79.95
49	NonaPort	1	1	4340	2336	2004	4047	-293	5.80	78.30
50	NonaPort	1	2	4362	2339	2023	4111	-251	5.73	79.05
51	NonaPort	1	3	4354	2400	1954	4143	-211	5.80	79.95
52	NonaPort	2	1	3701	1968	1733	3699	-2	5.80	84.50
53	NonaPort	2	2	3625	1819	1806	3576	-49	5.73	83.75
54	NonaPort	2	3	3631	1887	1744	3635	4	5.73	84.50
55	IR64	1	1	3618	1904	1714	3656	38	5.73	79.80
56	IR64	1	2	3539	1846	1693	3596	57	5.73	79.90
57	IR64	1	3	3677	1888	1789	3679	2	5.73	79.75
58	IR64	2	1	3470	1911	1559	3652	182	5.67	79.80
59	IR64	2	2	3580	1924	1656	3671	91	5.73	80.50
60	IR64	2	3	3501	1898	1603	3666	165	5.67	79.80
61	Jasmine	1	1	4151	2499	1652	4230	79	5.67	83.00
62	Jasmine	1	2	4069	2310	1759	4140	71	5.67	81.35
63	Jasmine	1	3	3906	2226	1680	4100	194	5.67	82.20
64	Jasmine	2	1	3891	2320	1571	4053	162	5.67	83.75
65	Jasmine	2	2	3609	2140	1469	3895	286	5.73	84.45
66	Jasmine	2	3	3729	2250	1479	3956	227	5.67	82.15

The SAS System 15:46 Saturday, March 18, 2000 75

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
Variedade	11	Brito Caicoli DerokMus Fulan3 HareIkan IR16 IR64 Jasmine Membrano Nakroma NonaPort
Moenda	2	1 2

Caracterização e Aproveitamento Tecnológico de Variedades de Arroz Autóctone de Timor-Leste

Rep

3 1 2 3

Number of observations 66  
The SAS System 15:46 Saturday, March 18, 2000 76

The GLM Procedure

Dependent Variable: Peak

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	13	9102548.106	700196.008	46.07	<.0001
Error	52	790240.152	15196.926		
Corrected Total	65	9892788.258			

R-Square 0.920120  
Coeff Var 3.523615  
Root MSE 123.2758  
Peak Mean 3498.561

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Variedade	10	7717452.424	771745.242	50.78	<.0001
Moenda	1	1383882.561	1383882.561	91.06	<.0001
Rep	2	1213.121	606.561	0.04	0.9609

The GLM Procedure

Dependent Variable: Trough

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	13	5294154.242	407242.634	36.72	<.0001
Error	52	576653.697	11089.494		
Corrected Total	65	5870807.939			

R-Square 0.901776  
Coeff Var 5.141166  
Root MSE 105.3067  
Trough Mean 2048.303

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Variedade	10	4707801.606	470780.161	42.45	<.0001
Moenda	1	579047.333	579047.333	52.22	<.0001
Rep	2	7305.303	3652.652	0.33	0.7209

The GLM Procedure

Dependent Variable: Breakdown

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	13	5425560.894	417350.838	149.64	<.0001
Error	52	145033.727	2789.110		
Corrected Total	65	5570594.621			

R-Square 0.973964  
Coeff Var 3.641562  
Root MSE 52.81203  
Breakdown Mean 1450.258

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Variedade	10	5250123.455	525012.345	188.24	<.0001
Moenda	1	172585.227	172585.227	61.88	<.0001
Rep	2	2852.212	1426.106	0.51	0.6027

The GLM Procedure

Dependent Variable: Final

**Caracterização e Aproveitamento Tecnológico de Variedades de Arroz Autóctone de Timor-Leste**

---

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	13	7338425.561	564494.274	48.57	<.0001
Error	52	604372.030	11622.539		
Corrected Total	65	7942797.591			

R-Square      Coeff Var      Root MSE      Final Mean  
 0.923909      2.819076      107.8079      3824.227

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Variedade	10	6590680.091	659068.009	56.71	<.0001
Moenda	1	743060.742	743060.742	63.93	<.0001
Rep	2	4684.727	2342.364	0.20	0.8181
The SAS System      15:46 Saturday, March 18, 2000    80					

The GLM Procedure

Dependent Variable: Set

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	13	9428022.121	725232.471	228.70	<.0001
Error	52	164900.545	3171.164		
Corrected Total	65	9592922.667			

R-Square      Coeff Var      Root MSE      Set Mean  
 0.982810      17.29164      56.31309      325.6667

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Variedade	10	9328001.667	932800.167	294.15	<.0001
Moenda	1	98832.061	98832.061	31.17	<.0001
Rep	2	1188.394	594.197	0.19	0.8297
The SAS System      15:46 Saturday, March 18, 2000    81					

The GLM Procedure

Dependent Variable: Time

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	13	0.89039242	0.06849172	36.02	<.0001
Error	52	0.09886970	0.00190134		
Corrected Total	65	0.98926212			

R-Square      Coeff Var      Root MSE      Time Mean  
 0.900057      0.761084      0.043604      5.729242

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Variedade	10	0.88237879	0.08823788	46.41	<.0001
Moenda	1	0.00640152	0.00640152	3.37	0.0722
Rep	2	0.00161212	0.00080606	0.42	0.6567
The SAS System      15:46 Saturday, March 18, 2000    82					

The GLM Procedure

Dependent Variable: Temp

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	13	304.8236364	23.4479720	20.11	<.0001
Error	52	60.6389394	1.1661334		
Corrected Total	65	365.4625758			

Caracterização e Aproveitamento Tecnológico de Variedades de Arroz Autóctone de Timor-Leste

R-Square      Coeff Var      Root MSE      Temp Mean  
 0.834076      1.346378      1.079877      80.20606

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Variedade	10	290.3067424	29.0306742	24.89	<.0001
Moenda	1	14.1872727	14.1872727	12.17	0.0010
Rep	2	0.3296212	0.1648106	0.14	0.8685

The SAS System      15:46 Saturday, March 18, 2000 83

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for Peak

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha      0.05  
 Error Degrees of Freedom      52  
 Error Mean Square      15196.93

Number of Means	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Critical Range	142.8	150.2	155.1	158.6	161.3	163.5	165.3	166.8	168.0	169.1

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	Variedade
A	4002.17	6	NonaPort
A			
B	3892.50	6	Jasmine
B			
B	3799.33	6	HareIkan
C	3615.33	6	Membrano
C			
C	3581.50	6	Brito
C			
C	3572.50	6	Caicoli
C			
C	3564.17	6	IR64
D	3334.67	6	DerokMus
E	3185.17	6	IR16
E			
E	3154.83	6	Fulan3
F	2782.00	6	Nakroma

The SAS System      15:46 Saturday, March 18, 2000 84

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for Trough

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha      0.05  
 Error Degrees of Freedom      52  
 Error Mean Square      11089.49

Number of Means	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Critical Range	122.0	128.3	132.5	135.5	137.8	139.7	141.2	142.5	143.5	144.5

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	Variedade
A	2622.83	6	Caicoli
B	2303.00	6	HareIkan
B			
B	2290.83	6	Jasmine
C	2124.83	6	NonaPort
C			

	C	2100.33	6	Membrano	
	C				
D	C	2034.83	6	Brito	
D					
D	E	1919.33	6	Nakroma	
	E				
F	E	1895.17	6	IR64	
F	E				
F	E	G	1796.83	6	DerokMus
F		G			
F		G	1773.67	6	IR16
		G			
		G	1669.67	6	Fulan3

The SAS System 15:46 Saturday, March 18, 2000 85

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for Breakdown

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	52
Error Mean Square	2789.11

Number of Means	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Critical Range	61.19	64.36	66.44	67.96	69.12	70.05	70.81	71.44	71.98	72.44

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	Variedade
A	1877.33	6	NonaPort
B	1669.00	6	IR64
C	1601.67	6	Jasmine
C			
D	1546.67	6	Brito
D			
D	1537.83	6	DerokMus
D			
D	1515.00	6	Membrano
D			
D	1496.33	6	HareIkan
D			
D	1485.17	6	Fulan3
E	1411.50	6	IR16
F	949.67	6	Caicoli
G	862.67	6	Nakroma

The SAS System 15:46 Saturday, March 18, 2000 86

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for Final

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	52
Error Mean Square	11622.54

Number of Means	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Critical Range	124.9	131.4	135.6	138.7	141.1	143.0	144.5	145.8	146.9	147.9

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	Variedade
A	4472.33	6	Caicoli
B	4063.17	6	HareIkan
B			
B	4062.33	6	Jasmine
B			

C	B	3975.00	6	Nakroma
C				
C	D	3868.50	6	NonaPort
	D			
E	D	3806.83	6	Brito
E	D			
E	D	3784.83	6	Membrano
E				
E	F	3700.67	6	IR16
	F			
	F	3653.33	6	IR64
	G	3449.67	6	DerokMus
	H	3229.83	6	Fulan3

The SAS System 15:46 Saturday, March 18, 2000 87

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for Set

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	52
Error Mean Square	3171.164

Number of Means	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Critical Range	65.24	68.62	70.85	72.46	73.70	74.69	75.50	76.18	76.75	77.25

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	Variedade	
A	1193.00	6	Nakroma	
B	899.83	6	Caicoli	
C	515.50	6	IR16	
D	263.83	6	HareIkan	
D				
E	225.33	6	Brito	
E				
E	F	169.83	6	Jasmine
E	F			
E	F	169.50	6	Membrano
	F			
G	F	115.00	6	DerokMus
G				
G		89.17	6	IR64
G				
G		75.00	6	Fulan3
H	-133.67	6	NonaPort	

The SAS System 15:46 Saturday, March 18, 2000 88

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for Time

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	52
Error Mean Square	0.001901

Number of Means	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Critical Range	.05052	.05314	.05486	.05611	.05707	.05783	.05846	.05899	.05943	.05981

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	Variedade
A	6.07500	6	Caicoli
B	5.76500	6	NonaPort
B			

C	B	5.74333	6	HareIkan
C				
C	D	5.71000	6	IR64
C	D			
C	D	5.70000	6	Membrano
C	D			
C	D	5.69833	6	IR16
C	D			
C	D	5.68833	6	Brito
D				
D		5.68000	6	Nakroma
D				
D		5.68000	6	Jasmine
D				
D		5.67000	6	Fulan3
E		5.61167	6	DerokMus

The SAS System 15:46 Saturday, March 18, 2000 89

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for Temp

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	52
Error Mean Square	1.166133

Number of Means	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Critical Range	1.251	1.316	1.359	1.390	1.413	1.432	1.448	1.461	1.472	1.481

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	Variedade
A	84.0583	6	Nakroma
A			
B	82.8167	6	Jasmine
B			
B	82.3167	6	IR16
B			
B	81.6750	6	NonaPort
C	79.9250	6	IR64
C			
C	79.8750	6	Membrano
C			
D	78.8917	6	DerokMus
D			
D	78.8833	6	Fulan3
D			
D	78.5083	6	HareIkan
D			
D	78.2000	6	Brito
E			
E	77.1167	6	Caicoli

The SAS System 15:46 Saturday, March 18, 2000 90

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for Peak

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	52
Error Mean Square	15196.93

Number of Means	2
Critical Range	60.90

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	Moenda
A	3643.36	33	1

B 3353.76 33 2  
 The SAS System 15:46 Saturday, March 18, 2000 91

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for Trough

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05  
 Error Degrees of Freedom 52  
 Error Mean Square 11089.49

Number of Means 2  
 Critical Range 52.02

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	Moenda
A	2141.97	33	1
B	1954.64	33	2

The SAS System 15:46 Saturday, March 18, 2000 92

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for Breakdown

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05  
 Error Degrees of Freedom 52  
 Error Mean Square 2789.11

Number of Means 2  
 Critical Range 26.09

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	Moenda
A	1501.39	33	1
B	1399.12	33	2

The SAS System 15:46 Saturday, March 18, 2000 93

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for Final

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05  
 Error Degrees of Freedom 52  
 Error Mean Square 11622.54

Number of Means 2  
 Critical Range 53.26

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	Moenda
A	3930.33	33	1
B	3718.12	33	2

The SAS System 15:46 Saturday, March 18, 2000 94

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for Set

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05  
 Error Degrees of Freedom 52  
 Error Mean Square 3171.164

Number of Means 2  
 Critical Range 27.82

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	Moenda
A	364.36	33	2
B	286.97	33	1

The SAS System 15:46 Saturday, March 18, 2000 95

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for Time

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05  
 Error Degrees of Freedom 52  
 Error Mean Square 0.001901

Number of Means 2  
 Critical Range .02154

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	Moenda
A	5.73909	33	1
A	5.71939	33	2

The SAS System 15:46 Saturday, March 18, 2000 96

The GLM Procedure

Duncan's Multiple Range Test for Temp

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05  
 Error Degrees of Freedom 52  
 Error Mean Square 1.166133

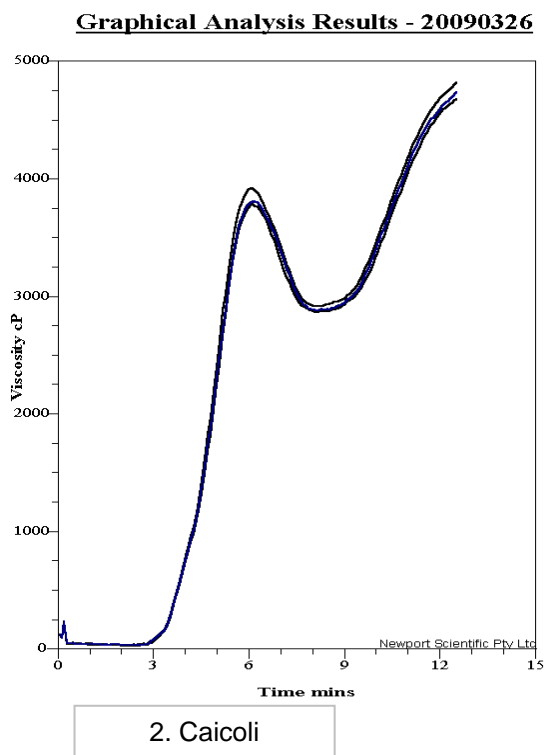
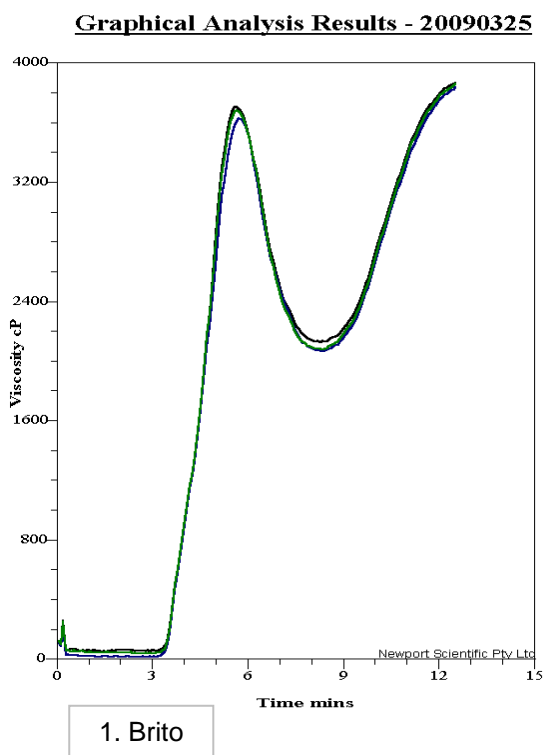
Number of Means 2  
 Critical Range .5335

Means with the same letter are not significantly different.

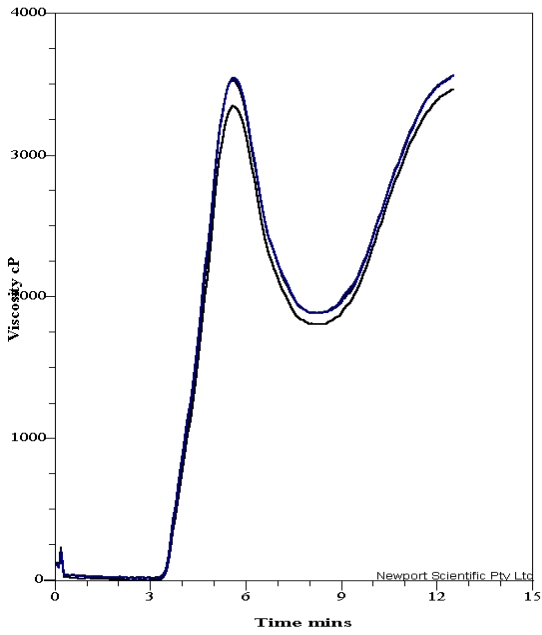
Duncan Grouping	Mean	N	Moenda
A	80.6697	33	2
B	79.7424	33	1

**Anexos IV. Perfis da viscosidade obtido no RVA Newport Scientific, Austrália.**

O arroz paddy foi descascado em Timor-Leste com equipamento artesanal (pilão e almofariz) e com máquina descascadora eléctrica. As variedades Nakroma, IR16, IR64, Membrano e Nona Porto foram descascadas artesanalmente e as variedades Brito, Caicoli, Derok Musan, Hare Ikan e Fulan3 foram descascadas na máquina descascadora eléctrica. O arroz branqueado foi moído no moinho laboratorial, Falling Laboratory Mill 3100 em Oeiras. Posteriormente a viscosidade da farinha do arroz foi avaliada no RVA e todas as análises realizaram-se em triplicado.

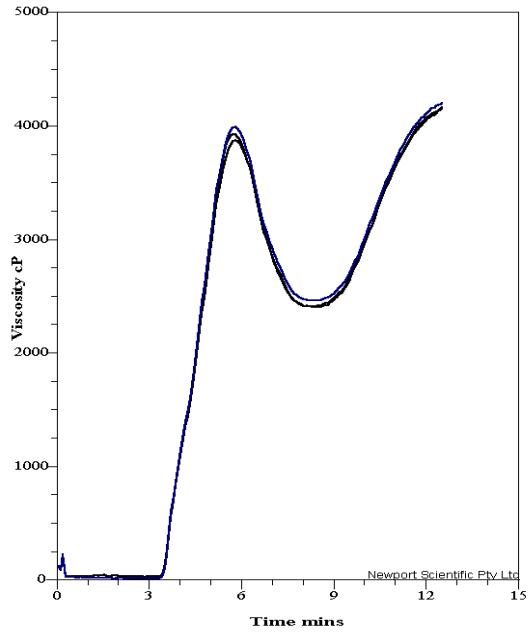


**Graphical Analysis Results - 20090326**



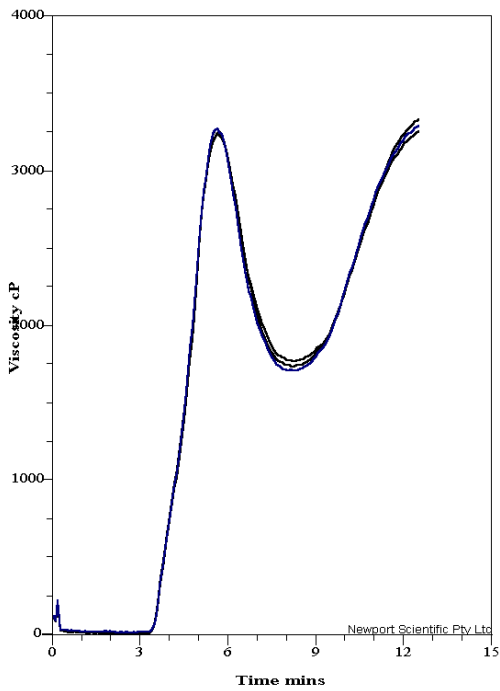
3. Derok Musan

**Graphical Analysis Results - 20090326**



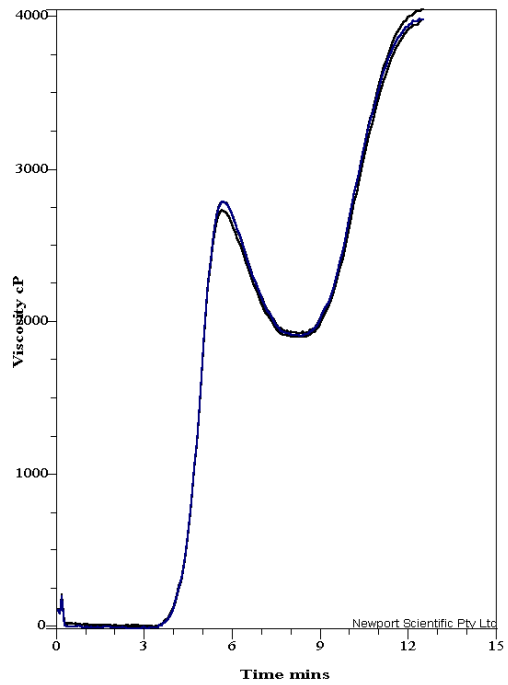
4. Hare Ikan

**Graphical Analysis Results - 20090326**



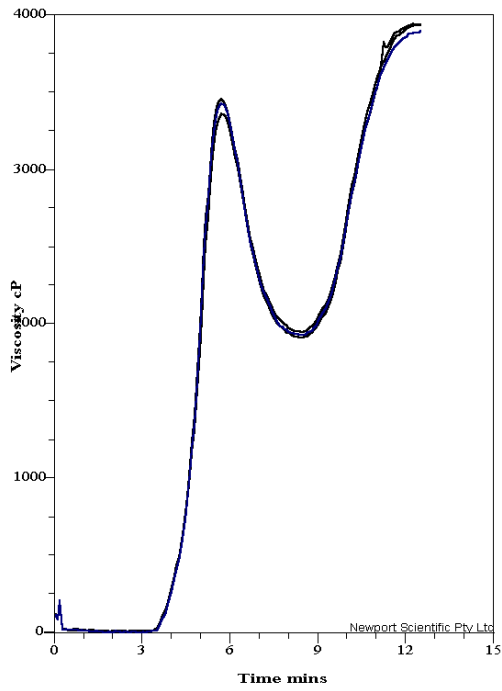
5. Fulan 3

**Graphical Analysis Results - 20090326**



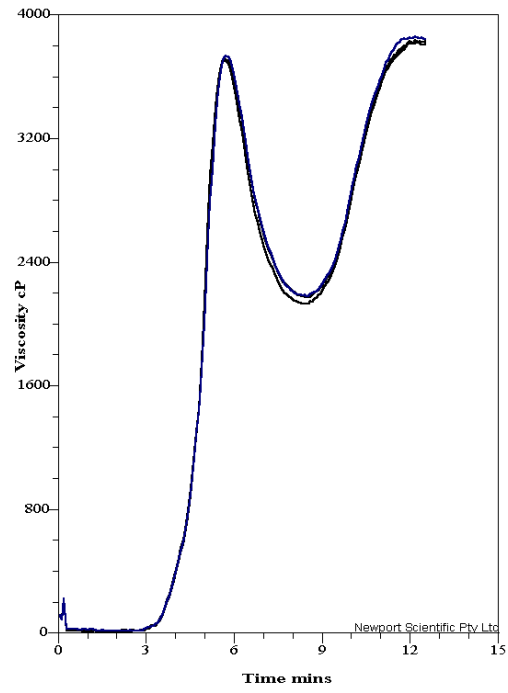
6. Nakroma

**Graphical Analysis Results - 20090326**



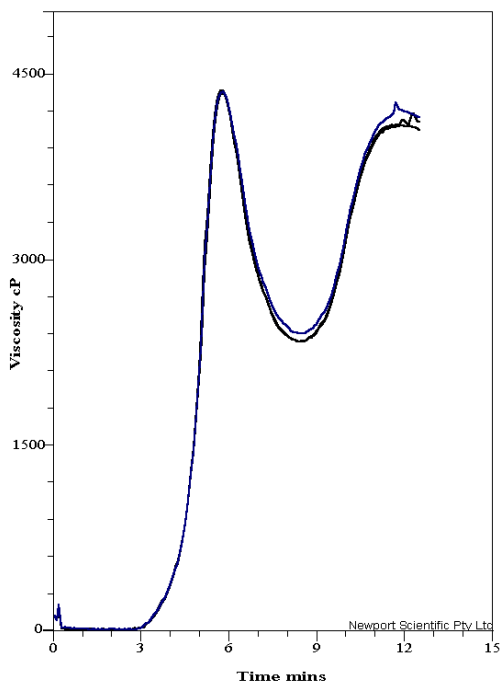
7. IR16

**Graphical Analysis Results - 20090326**



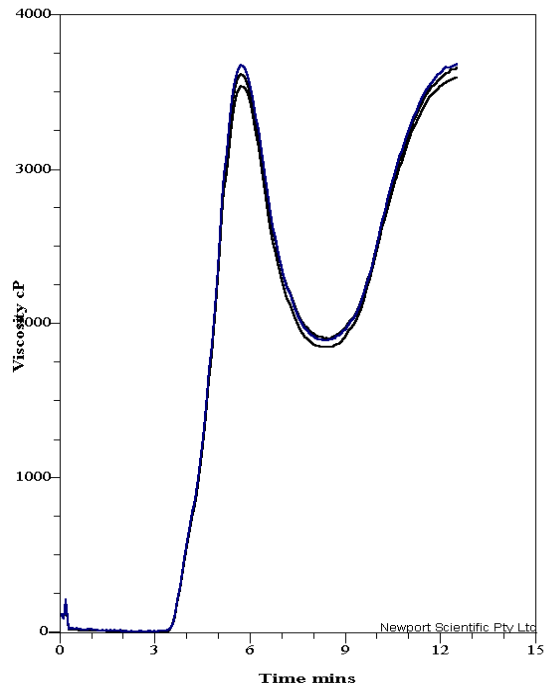
8. Membrano

**Graphical Analysis Results - 20090326**



9. Nona Porto

**Graphical Analysis Results - 20090326**



10. IR64