

1-1-1996

Storage of Rice Seeds - Portuguese

Leopoldo Baudet

Edgar R. Cabrera

Follow this and additional works at: <https://scholarsjunction.msstate.edu/seedtechpapers>

Recommended Citation

Baudet, Leopoldo and Cabrera, Edgar R., "Storage of Rice Seeds - Portuguese" (1996). *Seed Technology Papers*. 204.

<https://scholarsjunction.msstate.edu/seedtechpapers/204>

This Text is brought to you for free and open access by the Mississippi State University Extension Service (MSUES) at Scholars Junction. It has been accepted for inclusion in Seed Technology Papers by an authorized administrator of Scholars Junction. For more information, please contact scholcomm@msstate.libanswers.com.



POSTHARVEST COLLABORATIVE
AGRIBUSINESS SUPPORT PROJECT

ARMAZENAMENTO DAS SEMENTES DE ARROZ

LEOPOLDO BAUDET
EDGAR R. CABRERA

MISSISSIPPI STATE, MS
JULY, 1996

SEED TECHNOLOGY LABORATORY
MISSISSIPPI STATE UNIVERSITY
MISSISSIPPI STATE, MISSISSIPPI



ARMAZENAMENTO DAS SEMENTES DE ARROZ

LEOPOLDO BAUDET
EDGAR R. CABRERA

MISSISSIPPI STATE, MS
JULY, 1996

ARMAZENAMENTO DAS SEMENTES DE ARROZ

1 - INTRODUÇÃO

As sementes de arroz devem ser armazenadas logo após colhidas, a partir do mes de março na região sul do estado de Rio Grande do Sul, Brasil, até sua semeadura que normalmente ocorre a partir do mes de novembro no mesmo ano (8-10 meses). Considerando que ao serem colhidas as sementes são desligadas de seu habitat natural, qual é a planta mae, no gerenciamento da qualidade é responsabilidade da empresa produtora e de todas as pessoas ligadas ao manuseio dessas sementes sua conservação nas melhores condições possíveis durante o período que ficarão armazenadas.

A colheita das sementes de arroz pode-se realizar a partir do momento em que a semente atinge a chamada maturação morfológica ou de colheita, quando a espiga pode ser debulhada e por tanto colhida mecanicamente (melhores resultados quando as sementes apresentam grau de umidade entre 20-23%). Porém, as sementes de arroz atingem a **maturidade fisiológica** (máxima acumulação de matéria seca que geralmente coincide com o máximo de qualidade) de 25 a 35 dias após a antese (fertilização do óvulo ou floração), quando seu grau de umidade está aoredor de 30%. As sementes tem que ficar então praticamente "armazenadas no campo" até que as condições morfológicas ou físicas das sementes, bem como as condições ambientais permitam a colheita. Nesse periodo, as condições climáticas geralmente são desfavoráveis, recomendando-se por tanto **remover as sementes do campo tão logo quanto possível.**

Outro aspecto fundamental que deve ser considerado é que todo o esforço humano e material gasto na produção de sementes de alta qualidade podem-se perder se as condições de armazenamento fornecidas as semente forem inadequadas.

O maior desafio, porém, está relacionado com o fato de que as sementes, organismos vivos e frágeis, deverão germinar acima de 80%, dependendo das condições de competitividade do mercado, e ainda produzir plantas de alto rendimento, expressando todo seu potencial genético. Isto, após as sementes terem sido mecanicamente colhidas, debulhadas, secadas, beneficiadas, manuseadas e armazenadas de uma temporada de produção a outra.

É, por tanto, o principal objetivo do armazenamento **manter** a qualidade fisiológica - capacidade de germinação e emergência - das sementes, minimizando a taxa de deterioração e protegendo-a contra pragas e outro organismos destrutivos. Uma vez no armazém, nem as melhores ou mais sofisticadas condições de armazenamento poderão melhorar a qualidade das sementes, más sím poderão mante-la alta ou piora-la se as condições de armazenamento e as sementes são de baixa qualidade.

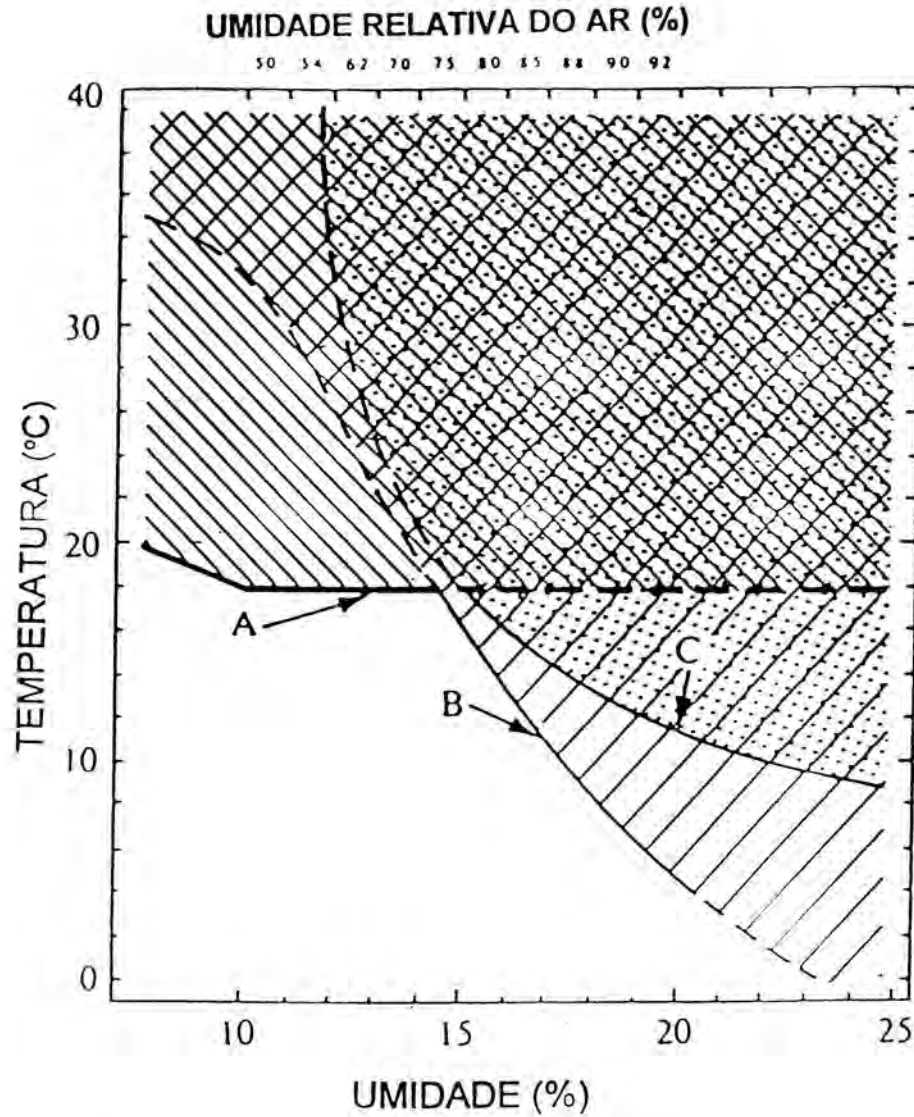
2 - DETERIORAÇÃO DAS SEMENTES DE ARROZ

2.1 - Diferença entre grãos e sementes

O conhecido Diagrama de Consevação dos Cereais apresenta diferentes combinações da umidade de uma massa de grãos e a temperatura, que fornecirão condições seguras para seu armazenamento (Figura 1). Também observão-se aquelas condições em que pode ocorrer aquecimento da massa de grãos provocado por insetos, deterioração por fungos e redução na porcentagem de germinação para o caso das sementes.

De acordo com esse diagrama, a atividade dos insetos (limite A) é muito sensível a temperatura e pode ser controlada mantendo a massa de grãos aoredor de 19-20°C, o que torna-se difícil nos climas tropicais ou sub-tropicais durante os meses mais quentes. O controle dos fungos (limite C) depende tanto da umidade como da temperatura. Em geral, armazenando os grãos com 13% de umidade e temperaturas de até 25°C, a atividade de fungos se mantém controlada, sempre que a umidade ralativa do ar se mantenha abaixo de 65%.

Pode-se observar ainda que o termo "deterioração" está mais relacionado com a atividade de fungos numa massa de grãos do que com a redução da qualidade fisiológica da semente, já que quando a qualidade fisiológica é avaliada pela "redução na germinação" (limite B), se está na realidade avaliando a última e mais desastrosa consequência da deterioração da semente qual é a perda da sua capacidade de germinar. Entretanto, a deterioração está também intimamente ligada à redução progressiva do **vigor da semente**, cujo nível na prática define seu real desempenho no campo. Desta maneira, o conceito de "**deterioração**" não pode ser usado indistintamente tanto para sementes como para grãos.




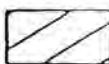

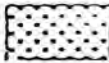
- | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
|  | Armazenamento seguro |  | Deterioração por fungos |
|  | Ataque de insetos |  | Redução na germinação |

Figura 1 - Diagrama de conservação dos cereais (Adaptada de LASSERAN, 1981)

2.2 - Deterioração de sementes

A deterioração de sementes se define como uma série de processos que envolvem mudanças fisiológicas degenerativas que eventualmente causam a perda da viabilidade da semente. Essas transformações ou alterações durante a deterioração são progressivas e terminam na morte da semente, as quais estão determinadas por fatores genéticos, fatores ambientais (clima, nutrição, insetos), procedimentos de colheita, beneficiamento, secagem e manuseio, e condições de armazenamento (Delouche, 1985).

A deterioração de sementes é inevitável, irreversível, muito agressiva e sua intensidade varia entre espécies, variedades e sementes individuais dentro de um lote. Muitas das alterações que ocorrem a nível celular durante a deterioração das sementes são conhecidas, porém seu verdadeiro mecanismo ainda permanece desconhecido.

2.3 - Causas da deterioração

A deterioração das sementes de arroz começa durante a fase de maturação no campo. Nessa fase, microorganismos (fungos, bactérias), insetos, pássaros e roedores podem atacar várias partes da planta antes da colheita afetando o desenvolvimento das sementes.

A semente de arroz atinge a maturidade fisiológica de 25 a 35 dias após a antese (fertilização do óvulo), quando o grau de umidade da semente está entre 25 e 30%. Daqui para frente, a umidade da semente (material higroscópico) flutua diariamente em função das condições do ar circundante, sempre tentando atingir o equilíbrio.

No Ponto de Maturação Fisiológica (PMF), assume-se que a deterioração da semente é **mínima**. Por esta razão, deve evitar-se que as sementes fiquem "armazenadas" no campo, aonde as condições são geralmente desfavoráveis, e deve-se iniciar a colheita o antes possível, desde que o teor de água das sementes esteja abaixo de 25% para facilitar a debulha mecânica das espigas.

O atraso na colheita das sementes de arroz traz as seguintes consequências:

- a) debulha natural em função de que as sementes mais secas separam-se mais facilmente da panícula;
- b) danos provocados por ataques de pássaros, insetos e roedores ao ficarem as sementes mais tempo sob condições de campo;
- c) acamamento ou quebra da planta que fica mais vulnerável ao vento e chuva;
- d) degradação da qualidade do grão pelas rachaduras e fissuras.

Durante o armazenamento, as condições ambientais de temperatura e umidade bem como o teor de água das sementes, controlam tanto as mudanças bioquímicas que caracterizam a deterioração, bem como as perdas provocadas pelos microorganismos e insetos.

O amarelamento das sementes de arroz é um dos maiores problemas nos trópicos úmidos e sub-trópicos. O retardamento da colheita já pode causar amarelamento ainda no campo. O mesmo pode aparecer ou pode aumentar durante as operações de pós-colheita tal como a secagem em silos com ar ambiente, se for muito demorada, ou durante o armazenamento. Nessas situações, pode haver um aumento de 0-5% para 4.5-5.5%, podendo chegar algumas vezes a 20-30% de amarelamento.

A causa do amarelamento do arroz é desconhecida; acredita-se que possa estar relacionada a um problema de "bronzeado" (browning) não enzimático; porém a causa mais aceita é a da respiração microbiana dos fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* antes e durante a secagem, quando microambientes de alta umidade podem provocar aquecimento da massa de sementes. Para reduzir o armazenamento a granel com alta umidade, em função da elevada taxa de respiração dos microorganismos e da própria semente, a semente de arroz deve ser seca imediatamente após colhida e debulhada para evitar o amarelamento e outras discolorações provocadas por fungos devido à alta umidade (BROOKER et alli, 1992).

As causas da deterioração de sementes tem-se confundido com seus efeitos, isto provavelmente porque seu verdadeiro mecanismo ainda seja desconhecido. Os fisiologistas apontam como possíveis causas as seguintes:

- degradação de estruturas funcionais tais como as membranas celulares;
- inativação e degradação de enzimas;
- esgotamento de reservas alimentares;
- auto-oxidação dos lipídeos;
- acumulação de compostos tóxicos;
- degradação genética; etc.

Das causas ou mecanismos originalmente propostos (aoredor de 15 teorias), somente alguns continuam sendo estudados. Atualmente, os fisiologistas estão dedicando maiores esforços à análise de tres teorias: alterações nas membranas celulares; alteração genética ou de nucleótidos; e alterações enzimáticas.

A alteração das enzimas poderia ser considerado o mecanismo da deterioração das sementes; porém cabe a pergunta: esse é o mecanismo que causa a morte da semente ou, de fato, há algum outro mecanismo que causa a alteração ou perda da capacidade enzimática da semente provocando sua morte? A resposta ainda é uma incógnita. Hoje em dia só se tem certeza de que a deterioração é uma consequência da constituição genética da semente, do ambiente durante seu desenvolvimento e de sua composição bioquímica.

3 - FATORES QUE AFETAM A CONSERVAÇÃO DAS SEMENTES DE ARROZ

O principal objetivo do armazenamento é a manutenção da qualidade das sementes reduzindo ao mínimo a deterioração. O armazenamento se inicia quando as sementes alcançam a maturação fisiológica pouco antes da colheita e termina no momento que estão sendo semeadas. Durante todo esse

período, há de fato uma série de fatores que influenciam o potencial de armazenamento das sementes.

Esses fatores são especialmente importantes nos períodos de pré e pós-colheita, até que as sementes já ensacadas entram no armazém, devido a que determinam o nível de **qualidade inicial** das sementes quando iniciam seu armazenamento. Quando as sementes já estão ensacadas na pilha, a influência do sementeiro ou encarregado do armazém torna-se limitada a não ser no controle sanitário. Sementes de alta qualidade inicial se armazenam melhor do que sementes de baixa qualidade inicial.

3.1 - Fatores genéticos

A **longevidade** ou potencial de armazenamento das sementes varia entre as espécies e é un fator intrínseco da própria espécie. As sementes de arroz tem um alto potencial de armazenamento quando comparadas às sementes de soja. Esta diferença é ainda maior quando as condições de armazenamento são desfavoráveis.

Na região litoral sul do estado de Rio Grande do Sul no Brasil, de clima sub-tropical e grande produtora de sementes de arroz, armazenam-se bem essas sementes; porém, também produzindo-se sementes de soja, as condições são limitadas para seu armazenamento, já que essas sementes perdem rapidamente sua qualidade após 4 meses. A mesma região produz grandes quantidades de sementes de cebola, as quais perdem sua viabilidade ainda mais rapidamente durante o armazenamento a menos que sejam secas até 6% de umidade e armazenadas em latas herméticamente fechadas.

Na prática, saber de que há espécies cujas sementes tem vida longa ou curta, permite aos produtores (que não têm meios de controlar o fator genético) tomar decisões em relação ao que produzir em função: do potencial de armazenamento da espécie; das condições ambientais da região onde pretende armazenar as sementes; e do tipo de armazenamento a ser empregado.

inhaland o cheiro característico do rânco, embora o arroz seja considerado um grão tipicamente amiláceo.

O endosperma da semente de arroz consiste principalmente de grânulos de amido, constituindo-se em alimento para o ser humano, bem como para os microorganismos, insetos, roedores e pássaros durante o armazenamento da semente.

A estrutura celular do endosperma está composta de células de forma hexagonal, alongadas desde o centro e com uma configuração radial das células amiláceas mais externas que formam planos altamente suscetíveis a fissuras. Isto é o que faz a semente de arroz suscetível às rachaduras provocadas por danos mecânicos, choques térmicos ou por gradientes fortes de umidade.

Os impactos ao longo dos lados da semente causam maior dano do que nas extremidades da semente. Numa das extremidades está localizado o embrião, por isto que as fissuras afetam mais o endosperma e por tanto o rendimento de engenho do grão de arroz do que a qualidade da semente. Também durante a secagem, temperaturas da semente e grão acima de 48C podem provocar fissuras devido ao choque térmico.

O embrião da semente de arroz é a parte viva, porém permanece dormente até que as condições extrínsecas ou intrínsecas da semente a fazem germinável. As sementes de arroz requerem de um período de "pós-maturação" de aoredor de 2 meses após colhidas para germinarem completamente. A **dormência das sementes de arroz** não dura mais do que 100 dias no armazenamento sob condições de temperatura características dos trópicos.

Inicialmente acreditava-se que a dormência das sementes de arroz era causada pela imaturidade do embrião e pela resistência mecânica ou impermeabilidade à água das estruturas da casca da semente de arroz. Porém, hoje é aceito que a mesma é causada pela impermeabilidade ao oxigênio das estruturas de cobertura da semente (pericarpo) que atuam como barreiras físicas que dificultam a difusão restringindo o fornecimento do mesmo ao embrião. Também estas estruturas atuam como verdadeiros filtros químicos já que a testa e a camada de aleurona compitem por oxigênio com o embrião em função de terem alta atividade metabólica.

TABELA 1. Peso (kg) por unidade de volume (metro cúbico) de sementes de arroz, milho debulhado e soja com diferentes graus de umidade (Adaptado de CABRERA, 1995).

GRAU DE UMIDADE DAS SEMENTES(%) ¹	ARROZ ---KG POR METRO CUBICO---	MILHO ---KG POR METRO CUBICO---	SOJA ---KG POR METRO CUBICO---
8	540	660	720
9	546	667	728
10	552	675	728
11	558	682	744
12	564	690	753
13	571	698	761
14	577	706	770
15	584	714	779
16	591	723	789
17	598	732	798
18	606	741	808
19	613	750	818
20	621	759	828
21	629	769	838
22	637	778	849
23	645	789	860
24	653	799	872
25	662	810	883
26	671	821	895
27	680	703	907
28	690	713	920
29	699	723	933
30	709	733	946
31	720	744	960
32	730	755	837
33	741	766	989
34	752	777	1004
35	764	789	1019

¹ Consideraram-se 496,6kg; 607,2kg e 662,1kg de materia seca para arroz, milho debulhado e soja, respectivamente.

Há uma forte influência da temperatura durante o armazenamento das sementes de arroz na superação da dormência: quanto maior a temperatura, maior é a taxa de superação de dormência. Em laboratório, exposições de 4 a 7 dias das sementes de arroz sob temperaturas de 47 a 50°C são altamente eficientes na superação da dormência; porém, para grandes volúmens de sementes, a secagem artificial a temperatura máxima de 45°C também tem-se recomendado como um meio efetivo para superar a dormência.

3.3 - Fatores de pré e pós-colheita

Estes fatores determinam o nível de qualidade inicial da semente ou sua condição antes de ser ensacada para entrar no armazenamento definitivo, o que é conhecido como o **histórico** da semente. Dependendo desse histórico, as sementes resistirão melhor ou pior às condições desfavoráveis durante o armazenamento.

Todos os **estresses** aos quais as sementes são submetidas antes, durante e após a colheita afetam o potencial de armazenamento das sementes de arroz. Alguns desses fatores são:

- estagio nutricional pobre da planta mãe;
- condições ambientais desfavoráveis (chuvas frequentes e prolongadas, orvalhos fortes, cerração, alta umidade e/ou temperatura) quando a semente ainda está na planta;
- ataques de microorganismos, insetos, pássaros e roedores;
- retardamento da colheita e da secagem;
- danos mecânicos durante a colheita, manuseio, secagem e beneficiamento;
- danos térmicos durante a secagem.

A obtenção de uma semente de alta qualidade inicial é **essencial** para um exitoso armazenamento.

3.4 - Higroscopicidade da semente de arroz.

As sementes de arroz são higroscópicas, ou seja, têm a capacidade de trocar umidade com o ambiente que as rodeia. Em um ambiente úmido, sementes secas absorverão umidade do ambiente; enquanto que em um ambiente seco, sementes úmidas perderão umidade para o ambiente.

Este fenômeno é conhecido como **sorção** de água pela semente e é crítico para os processos de secagem, beneficiamento e para o armazenamento das sementes. O fenômeno da sorção está caracterizado pela **absorção**: água retida fracamente por forças capilares; **adsorção**: água retida mais fortemente por forças polares ou de valência; e **desorção**: liberação da água retida na semente em forma de vapor.

Havendo uma relação de absorção e desorção de umidade das sementes e o ambiente que as rodeia, há também um ponto de equilíbrio onde igualam-se as pressões de vapor de umidade tanto da semente como a do ar. Este é o chamado **Ponto de Equilíbrio Higroscópico (PEH)** das sementes e se define como o teor de água ou grau de umidade alcançado pela semente após certo período de tempo submetida a condições de umidade relativa do ar e temperatura constantes.

O PEH para as sementes de arroz submetidas a umidades relativas de ar de 15 até 90% e temperaturas do ar de 8,3 até 36,2°C é apresentado na Tabela 2. Esses dados são da maior importância para a secagem e para o armazenamento de sementes de arroz, já que em condições estáveis, são esses os graus de umidade que as sementes alcançarão após um período de tempo.

A curva do PEH das sementes é do tipo **sigmoideal**. À temperatura constante, o grau de umidade das sementes aumenta junto com a UR do ar, sendo o incremento mais agudo acima de 80% de UR. Isto explica o fato de que em regiões de alta UR do ar, após um certo período de tempo, as sementes armazenadas atingam um grau de umidade que pode ser altamente prejudicial a sua conservação.

Uma ampla diferença (gradiente) de pressões de vapor de umidade é a que aumenta as taxas de sorção das sementes de arroz. Assim, sementes secas de arroz, com 13% de umidade, quando colocadas num ambiente de 95% de UR do ar absorverão

mais rapidamente umidade, bem como quando colocadas num ambiente de 20% de UR, perderão umidade mais rapidamente.

As curvas do PEH apresentadas na Figura 2 mostram o chamado **efeito histerese**. A uma determinada UR do ar, o grau de umidade da semente não é o mesmo. A absorção e desorção das sementes de arroz são por tanto diferentes, já que a curva de desorção é mais alta em teores de água das sementes de arroz no PEH do que os valores da curva de absorção. Esta diferença pode alcançar em média de 1 a 1,5%.

A absorção e desorção da semente de arroz ocorrem bem lentamente. A 20°C e 53% de UR do ar, as sementes de arroz perdem aoredor de 2% de água alcançando o equilíbrio em 5 dias. À mesma temperatura e com 86,3% de UR do ar, as sementes de arroz aumentam até 5% seu peso e demoram 10 a 15 dias em alcançar o equilíbrio. Nestas condições, a casca da semente de arroz somente varia seu peso em 2-3%.

O grau de umidade da semente flutúa ainda durante o dia na tentativa de alcançar o equilíbrio, podendo variar no caso do arroz em média até 7 pontos percentuais entre as 8:00am e as 12:00am. Na época de colheita nas regiões tropical e sub-tropical, a temperatura ambiental pode variar aoredor de 5°C e a umidade relativa de 65 a 95% em 24 horas. Esta variação diária no grau de umidade aumenta após a semente atingir o PMF ou com o atrazo da colheita, podendo causar estresses que produzem rachaduras ou fissuras na semente, especialmente durante a noite.

Sementes de arroz com 13,5% de umidade entram em equilíbrio com o ar com umidade relativa entre 65 a 70% e temperaturas entre 10 e 30°C. Este grau de umidade de 13,5% minimiza a taxa respiratória porém não a elimina. Abaixo de 13,5% de umidade a taxa respiratória se manterá baixa, porém acima desse nível o incremento é logaritmico.

Sementes de arroz com 12% de umidade entram em equilíbrio com umidades relativas do ar entre 60 e 65% quando armazenadas em ambiente com temperatura média de 26°C, podendo manter-se viáveis satisfatoriamente por até um ano. Se as sementes devem ser conservadas no armazém por mais de um ano, seu grau de umidade deve ser mantido em no máximo 10%. Cabe lembrar que sementes de arroz com 22% de umidade (umidade de colheita), perdem **totalmente** sua viabilidade em 1 semana, sendo que o vigor começa a ser afetado após 24 horas.

TABELA 2 - Ponto de Equilíbrio Higroscópico (grau de umidade em %) das sementes de arroz a várias Umidades Relativas e Temperaturas do ar.

TEMPERATURA		UMIDADE RELATIVA DO AR (%)							
-C	-F	15	20	25	30	35	40	45	50
8,3	47	8,6	9,3	10,1	10,9	11,5	12,1	12,8	13,4
13,9	57	7,6	8,3	9,1	9,9	10,5	11,1	11,8	12,4
19,5	67	6,6	7,3	8,1	8,9	9,5	10,1	10,8	11,4
22,3	72	6,1	6,8	7,6	8,4	9,0	9,6	10,3	10,9
25,0	77	5,6	6,3	7,1	7,9	8,5	9,1	9,8	10,4
27,8	82	5,1	5,8	6,6	7,4	8,0	8,6	9,3	9,9
30,6	87	4,6	5,3	6,1	6,9	7,5	8,1	8,8	9,4
33,4	92	4,1	4,8	5,6	6,4	7,0	7,6	8,3	9,4
36,2	97	3,6	4,3	5,1	5,9	6,5	7,1	7,8	8,4

TEMPERATURA		UMIDADE RELATIVA DO AR (%)							
-C	-F	55	60	65	70	75	80	85	90
8,3	47	14,1	14,8	15,5	16,2	17,0	18,2	19,4	20,6
13,9	57	13,1	13,8	14,5	15,7	16,0	17,2	18,4	19,6
19,5	67	12,1	12,8	13,5	14,7	15,0	16,2	17,4	18,6
22,3	72	11,6	12,3	13,0	13,7	14,5	15,7	16,9	18,1
25,0	77	11,1	11,8	12,5	13,2	14,0	15,2	16,4	17,6
27,8	82	10,6	11,3	12,0	12,7	13,5	14,7	15,9	17,1
30,6	87	10,1	10,8	11,5	12,2	13,0	14,2	15,4	16,6
33,4	92	9,6	10,3	11,0	11,7	12,5	13,7	14,9	16,1
36,2	97	9,1	9,8	10,5	11,2	12,0	13,2	14,4	15,6

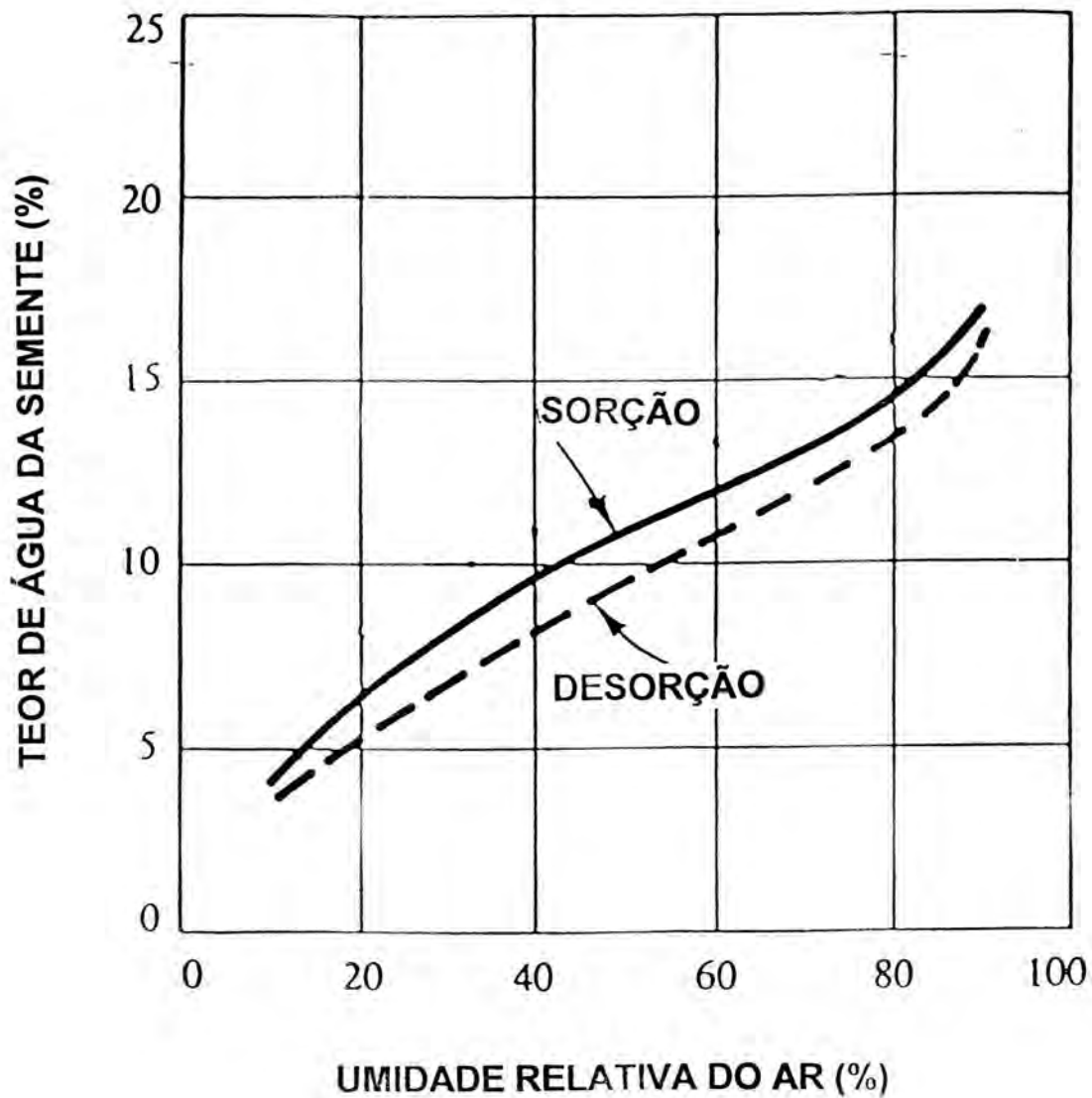


Figura 2 - Curvas de equilíbrio higroscópico das sementes de arroz à temperatura de 25°C (Adaptada de ESMAY, 1979).

O PEH ajuda a determinar se as sementes vão ganhar ou perder umidade durante o armazenamento sob determinadas condições de umidade e temperatura ambientais, o que permite prever se o armazenamento será seguro em função do tempo. Por exemplo, nas condições de Pelotas, RS, aonde a umidade relativa média durante junho e julho é de 83% e a temperatura de aoredor de 12°C, as sementes de arroz armazenadas em sacos porosos ou a granel, poderão absorver umidade durante esses meses buscando atingir o equilíbrio higroscópico.

Porém o PEH é função do tempo. Não ocorre instantâneamente e nas semente de arroz ocorre lentamente; logo as condições ambientais (umidade relativa **média** do ar e temperatura) nos meses anteriores e posteriores aos indicados; o grau de umidade com que a semente foi armazenada, que não deve ser superior a 13%; e as condições do armazém, influem para que as sementes armazenadas em pilhas não cheguem a atigir níveis de umidade tão altos.

Estando as sementes armazenadas em armazém convencional (condições não controladas), o seu grau de umidade flutua somente com mudanças a longo praço da umidade relativa do ar e não com as mudanças diurnas que a UR sofre durante a manhã, meio dia e noite.

3.5 - Umidade e temperatura ambiente

Entre os fatores mais importantes que afetam a qualidade das sementes de arroz durante o armazenamento estão a umidade a a temperatura do ar. A umidade relativa do ar é mais importante que a temperatura, já que afeta diretamente o grau de umidade da semente.

HARRINGTON (1973) enunciou alguns anos atrás tres regras práticas do armazenamento a longo praço de sementes, que tem sido confirmadas ao longo dos anos:

1. O somatório aritmético da temperatura (°F)* de armazenamento e a umidade relativa do ar deve ser igual ou menor que 100, sendo que não mais do que a metade da soma é contribuída pela temperatura:

$$\%UR + ^\circ F \leq 100$$

2. Para cada 1% de diminuição do grau de umidade ou teor de água das sementes, duplica-se seu potencial de armazenamento (válida para o intervalo 5-14%).
3. Para cada 5,5°C (10°F) de diminuição na temperatura, duplica-se o potencial de armazenamento das sementes (válida de 0-40°C).

* 32°F = 0°C; uma diferença de 10°F equivale a uma diferença de 5,5°C.

Muitos produtores de sementes reclamam quanto a ter que secar as sementes até 13% de umidade em função dos custos da secagem. Porém, a grande diferença em armazenar sementes de arroz com 13% de umidade em vez de 14% está em que com a menor umidade as sementes manterão sua viabilidade duas vezes mais longe do que com a umidade mais alta. Isto significa que o esforço extra lhes permitirá assegurar que a viabilidade e o vigor das sementes se mantenha durante os 8 meses que ficarão armazenadas.

A umidade relativa do ar pode ser considerada uma medida do grau de umidade da semente. Não é recomendável por tanto armazenar sementes de arroz por períodos longos com graus de umidade em equilíbrio com UR do ar acima de 70%, se a temperatura média for de 25°C (Tabela 2). Acima desses valores, as sementes começam a sofrer invasão de fungos e ácaros.

Se as condições de umidade são desfavoráveis para o armazenamento das sementes, em geral tres medidas podem ser tomadas: a) armazenar as sementes em local de baixa ou adequada umidade relativa do ar; b) ensacar as sementes em embalagens impermeáveis, ou c) desumidificação do armazém. Isto depende obviamente do tipo de semente, da duração do período de armazenamento e da temperatura.

As condições ambientais para armazenar sementes aonde se produz arroz irrigado (Rio Grande do Sul, Santa Catarina) são em geral razoáveis não precisando ter que implementar os itens (b) e (c), permitindo obter sementes de alta qualidade tomando as devidas precauções.

A UR do ar influencia a atividade dos fungos do armazenamento (*Aspergillus* e *Pennicilium*). Há estudos que

comprovam o desenvolvimento desses patógenos em umidades tão baixas como 65%. Assim tudo, a perda da viabilidade das sementes em climas muito úmidos é devida principalmente à mudanças fisiológicas na semente e em segundo plano á atividade dos fungos.

O aumento da umidade como consequência do aumento da respiração das sementes desencadeia processos como o aumento da atividade enzimática (enzimas hidrolíticas) e da atividade dos ácidos graxos livres. Também a temperatura aumenta a taxa das reações enzimáticas e matabólicas causando aceleração da velocidade de deterioração das sementes.

Altas temperaturas exercem um pequeno efeito deteriorativo em sementes com baixo grau de umidade; estas se armazenam bem a temperaturas de até 25°C. Porém sementes com alto grau de umidade não suportam temperaturas maiores que 10°C. Ainda cabe destacar que para cada 11°C (20°F) de aumento na temperatura, o PEH da semente diminui em mais ou menos 1%. Abaixo de 25°C, o PEH aumenta levemente.

Ainda quanto á temperatura, o armazenamento em condições frias (0 a 5°C) considera-se ideal para sementes. A pesar da baixa temperatura (0°C), não se formarão cristais de gelo se as sementes estiverem com umidade abaixo de 14%. O problema do armazenamento a temperatureas tão baixas é que se não há controle da UR do ar, a mesma torna-se perigosamente alta e as sementes poderão absorver umidade podendo formar cristais de gelo após um certo período de tempo causando a perda da viabilidade das sementes. Nesse caso, é preferível armazenar as sementes em embalagens impermeáveis.

De qualquer maneira, o controle do grau de umidade da semente, através da secagem, e/ou da umidade relativa do ar são mais eficientes para assegurar um bom armazenamento do que o controle da temperatura.

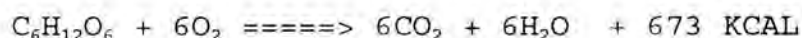
3.6 - Respiração das sementes de arroz

A respiração das sementes é outro fator muito importante a ser considerado com relação à umidade e temperatura. O processo respiratório que ocorre ao nível celular, tanto em condições aeróbicas (presença de oxigênio) como anaeróbicas (ausência de oxigênio), libera energia em forma de calor. Ainda em condições aeróbicas, há liberação de

vapor de água e gas carbônico. Isto na prática significa que quando há uma alta taxa respiratória na massa de sementes ou grãos, ocorrerá aquecimento e umedecimento.

Uma das consequências da elevada taxa de **respiração das sementes** é a conseqüente perda de matéria seca, expressa em porcentagem. Esta perda depende da atividade respiratória da própria semente, bem como dos microorganismos e insetos (no armazenamento de grãos é chamada de Quebra Técnica).

A respiração é um processo aeróbico ou de oxidação do endosperma amiláceo que utiliza Oxigênio do ar e produz Dióxido de Carbono, vapor de umidade e energia em forma de calor, cujo conjunto causa a perda de matéria seca:



Para cada 10°C de aumento na temperatura, a taxa de evolução do CO₂ quase duplica. O volume de CO₂ produzido é igual ao volume de O₂ consumido. Ainda a taxa de produção de CO₂ aumenta com o aumento do grau de umidade das sementes de arroz. A 38°C e 13% de umidade, são produzidos 0,5mg de CO₂/100g de arroz/dia; enquanto que à mesma temperatura e 17% de umidade, são produzidos 18,0mg de CO₂/100g de arroz/dia.

O grau de umidade das sementes é o fator mais importante que afeta a taxa de respiração, já que a mesma aumenta **exponencialmente** com o aumento do grau de umidade (Figura 3). Quando as sementes de arroz são armazenadas com umidade inferior a 13,5%, a deterioração provocada por microorganismos é negligenciável. As sementes de arroz com 13,5% de umidade entram em equilíbrio com o ar com umidades relativas entre 50 a 75% e temperaturas entre 10 e 30°C. Este grau de umidade de 13,5% minimiza a taxa respiratória porém não a elimina. Abaixo de 13,5% de umidade a taxa respiratória se manterá baixa, porém acima desse nível o incremento é logaritmico.

A respiração e conseqüente perda de matéria seca tem sido associadas com a descoloração ou "amarelamento" das sementes de arroz. O "amarelamento" está diretamente associado com o aquecimento que se produz na massa de sementes provocado pela respiração dos microorganismos e da própria semente. Por esta razão, as sementes de arroz devem ser secas

imediatamente após colhidas para evitar seu armazenamento com alto grau de umidade.

4 - TIPOS DE ARMAZENAMENTO DAS SEMENTES DE ARROZ

As sementes de arroz são armazenadas de duas maneiras principais: **a granel; e em sacos em armazém convencional.**

4.1 - Armazenamento a granel

a) Características

Este tipo de armazenamento, também chamado de regulador de fluxo, é o mais utilizado pelos produtores de sementes de arroz, em função da colheita mecanizada com combinada automotriz e o manejo num período limitado de tempo de cada vez maiores volúmens de sementes.

O armazenamento a granel é de caráter temporário, já que ocorre desde a colheita até que as sementes entram na UBS, facilitando seu manuseio principalmente antes e depois da secagem ("silo pulmão" ou "caixa do úmido" e "caixa do seco"). A principal condição para as sementes serem armazenadas a granel é que estejam **limpas (pré-limpeza) e secas**. Na pré-limpeza são eliminados uma grande parte dos materiais estranhos às sementes dando melhores condições à secagem, manuseio e ao armazenamento em estruturas graneleiras.

b) Vantagens

- Redução nos custos ao poupar sacos e diminuir a mão de obra;
- Facilita o controle de qualidade na massa de sementes e permite a aeração;
- Local fixo de armazenamento e diminuição da área disposta para armazenagem;
- Menor desperdício de sementes e poucas perdas devido a roedores;
- Sistema de transporte para enchimento e esvaziamento totalmente mecanizado e rápido.

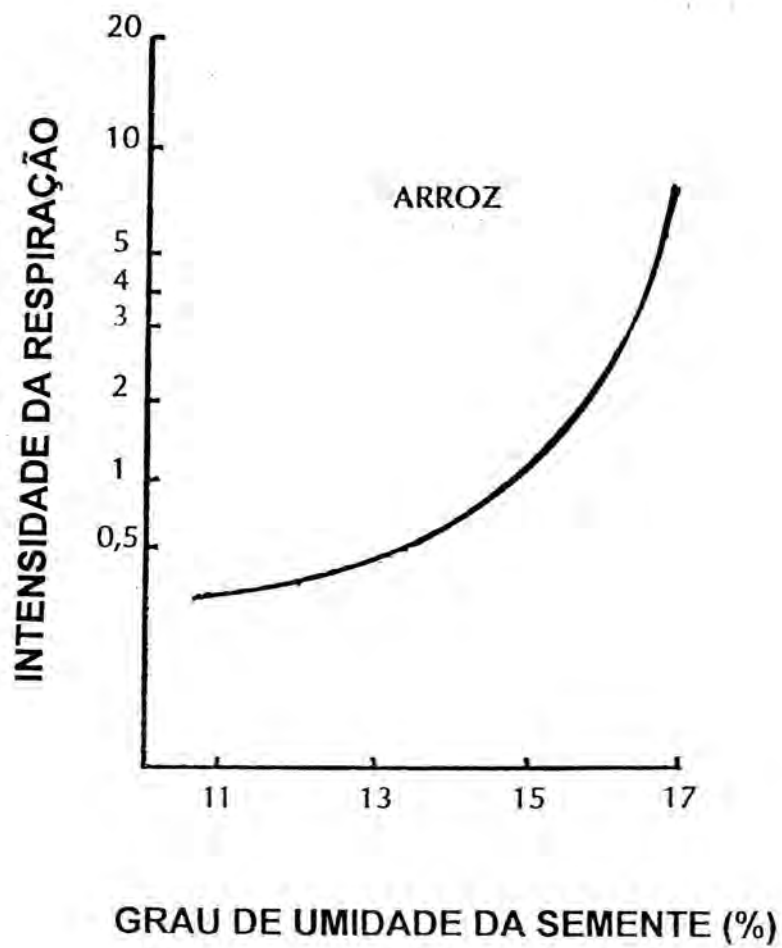


Figura 3 - Intensidade da respiração de sementes de arroz armazenadas com temperatura de 37,8°C - Curva de Bailey (Adaptada de ARAULLO, 1976).

c) Estruturas de armazenagem

O armazenamento de sementes de arroz a granel é feito em silos cilíndricos metálicos ou de madeira com distribuição radial de ar; e em caixas ou telhas de madeira ou cimento. Estas unidades armazenadoras devem possuir ventiladores ou sistema de aeração.

O armazenamento de sementes de arroz a granel deve ser realizado de preferência em unidades de carga no maiores que 400 toneladas, o que significa misturar não mais do que 10 lotes de 40 toneladas. Silos cilíndricos dessas capacidade são facilmente encontrados no comércio. Isto significa que se o produtor tem que armazenar 30.000 sacos de sementes de arroz ou 1.500 toneladas, é preferível fazê-lo em 10 silos de 150 toneladas ou 5 silos de 300 toneladas do que em unidades maiores. O controle de qualidade fica mais seguro, embora o maior número de unidades.

Os silos armazenadores possuem sistema de aeração ou ventiladores para aerar a massa de sementes. Os ventiladores tem por objetivo resfriar a massa de sementes e não secá-la, por tanto são de baixa potência comparados com os ventiladores dos silos secadores.

d) Migração de umidade

As variações climáticas que ocorrem no meio-ambiente produzem variações de temperatura que se refletem dentro de um silo de sementes no fenômeno conhecido por migração de umidade. Diferenças de temperatura do ar ambiente externo com a massa de sementes no interior do silo provocam correntes convectivas de ar que se movimentam para baixo se a temperatura externa está fria e por tanto as paredes do silo e as sementes nessa região estarão frias; ou para cima no centro do silo aonde as sementes estão mais quentes e o ar fica mais leve.

Libera-se vapor de umidade que ao chegar ao topo da massa perto do teto do silo, que está frio, condensa produzindo uma zona de alta umidade. Isto pode aglutinar as sementes; pré-germiná-las; estimular o ataque de insetos que são atraídos pelo odor e calor desprendido pela aceleração da respiração das sementes; e ainda criar um ambiente altamente favorável ao desenvolvimento de microorganismos.

Para evitar que ocorra a migração de umidade dentro do silo, deve-se proceder a aeração periódica da massa de sementes de arroz mediante o uso de ventiladores.

e) Aeração das sementes de arroz

A aeração consiste na movimentação forçada de ar ambiente através da massa de sementes com o objetivo de resfriar-la e equalizar sua temperatura com a do ar exterior. A aeração deve ser realizada por tanto periodicamente durante o armazenamento das sementes de arroz a granel, para manter sua temperatura o suficientemente baixa para assegurar uma boa conservação.

Porém as condições climáticas de uma determinada região não sempre permitem a aeração periódica, já que a mesma deve ser realizada sempre que a **umidade relativa do ar for inferior a 70%** (PEH da semente de arroz a 25°C é 13,2%), para evitar que a massa de sementes absorva umidade no silo. Entretanto, até nas regiões tropicais, há horas do dia (normalmente entre as 12:00 e 16:00 horas) em que a UR está entre 70 e 75% permitindo ciclos médios diários de aeração de 4 horas. Nas regiões de umidades relativas altas, ciclos de elo menos 1-2 horas por dia devem ser tentados como aeração de manutenção.

Sempre que a diferença de temperatura da massa de sementes e do ar ambiente externo for **igual ou superior a 5°C**, deve-se aplicar aeração de emergência sob quaisquer condições atmosféricas até equalizar as temperaturas. Se a frente de aeração avança de baixo para cima (insuflação), essa condição de equalização **deve** ser cumprida no topo da massa de sementes.

A semente de arroz, por ser um grão rugoso, elíptico e achatado, se acomoda de forma a exercer uma alta resistência à passagem do ar, se comparado com grãos de milho ou soja, requerendo maior potência do ventilador (aoredor de 4 vezes mais HP) para aeração. Fluxos de ar de 0.1-0.25 m³/ minuto por m³ de arroz (1m³ de arroz com 13% de umidade = 571kg ou 11,5 sacos de 50kg) são recomendados para aeração quando as sementes estão secas e limpas no silo. Cabe destacar que para **secagem** de sementes em silos, o fluxo de ar deve ser bem maior, em torno de 5m³/minuto de ar por m³ de semente.

A pressão estática ou resistência que a massa de sementes de arroz com 13% de umidade exerce à passagem do ar por cada metro de profundidade de arroz no silo é determinada pelo manômetro ou tubo em U. Com um fluxo de ar de $5\text{m}^3/\text{minuto}/\text{m}^2$ de área de fundo falso do silo, pode-se esperar uma resistência de 25mm de coluna de água (manômetro ou tubo em U) por metro de altura da camada de sementes de arroz no silo.

Quando as sementes vêm diretamente da colheita e são armazenadas em silo pulmão ou caixa do úmido, estão com alta umidade a espera da secagem pelo que não devem ficar mais do que 48 horas nessas condições.

Se essas estruturas graneleiras contam com sistema de aeração, sendo contínua e com temperatura de 26 a 29°C, pode-se alongar esse período até 3 dias com 22% de umidade ou 10 dias com 19% de umidade antes da secagem. Também, é possível secar sementes de arroz com ar ambiente forçado, de acordo com pesquisas realizadas na UFPel, Pelotas, RS. As recomendações para isto estão contidas neste módulo na parte de secagem.

Sementes de arroz armazenadas a granel em silos devem ser vistoriadas regularmente. Para isto devem-se fazer amostragens da massa de sementes em vários pontos do silo para determinar umidade e temperatura das sementes pelo menos duas vezes por dia e para periodicamente avaliar a qualidade da semente no laboratório (germinação, vigor, peso volumétrico, etc.). Deve-se vistorear por descolorações e, através da aeração, podem-se detectar maus odores. Com ajuda do tubo em U ou manômetro colocado no topo da massa a 0,5-1m de profundidade se determina se o ar está ou não passando através de toda a massa de sementes e com que velocidade. Sistemas de termometria são recomendáveis para o controle da temperatura na massa de sementes.

4.2 - Armazenamento em sacos

a) Características

A comercialização de sementes de arroz deve ser feita em sacos de acordo a normas estabelecidas pelas Comissões Estaduais de Sementes e Mudas (CESMs), órgãos responsáveis pelo controle externo de qualidade das sementes

no Brasil. Somente após consulta, a CESM pode autorizar o armazenamento de sementes de arroz a granel já beneficiadas até a época de sua distribuição e venda em que se procederia à embalagem. Isto em função das condições do mercado consumidor, já que se a empresa não consegue vender toda sua semente, a mesma pode ser comercializada a granel como grão sem ter-se incorrido no gasto da embalagem.

O armazenamento das sementes de arroz em sacos é feito em armazém do tipo convencional, em geral sob condições ambientais não controladas. O prédio deve ser bem arejado, porém devem ser evitadas janelas ou aberturas muito grandes que permitam a penetração de raios solares por muitas horas atingindo as pilhas. O ideal é que possua uma só porta. Se as paredes são de zinco ou ferro galvanizado, devem possuir algum tipo de isolante térmico como isopor (50mm) ou fibra de vidro, que também deverá ser usado no teto. O armazém deve ser pintado de cores claras para facilitar a reflexão do calor.

Para facilitar a ventilação, podem ser instalados exaustores que podem ser ligados quando o ar ambiente externo estiver mais frio e seco que o interior do armazém. Para períodos curtos de armazenamento, equipamentos de ar condicionado domésticos de 18.000-20.000BTU são suficientes para manter uma temperatura de aoredor de 15-18°C no interior do armazém, sempre que o mesmo seja fechado (com paredes termicamente isoladas) e de pequeno a médio porte. Desumidificadores domésticos são também úteis para manter baixa a UR do armazém.

Em locais de altas temperaturas durante o verão e de altas UR durante todo o ano, para armazenar sementes de um ano para outro ("carry over") o armazém deve possuir condições internas de temperatura e umidade relativa controladas.

b) Tipos de embalagens

As embalagens mais utilizadas são as do tipo poroso ou permeável (sacos de aniagem, papel multifoleado ou polipropileno trançado). Este tipo de embalagens permite trocas de umidade com o ambiente, por tanto as sementes tendem ao PEH. São recomendados para períodos curtos de armazenamento (8-10 meses) e para climas não muito úmidos em função das flutuações de umidade dentro da embalagem.

Os mais utilizados hoje na indústria de sementes de arroz são os sacos de polipropileno trançado de 50kg, principalmente pelo seu baixo custo, flexibilidade e durabilidade. Em geral, essas embalagens são resistentes à choques e rupturas, são fáceis de imprimir e fáceis de manusear e empilhar.

Hoje tem-se também no comércio os "sacos graneleiros", de capacidades que variam de 1000 a 2000kg, de amplo uso na indústria sementeira dos E.U.A. São de polipropileno trançado e entre as suas vantagens, os produtores americanos citam as de redução nos custos operacionais no armazém quanto a mão de obra e tempo.

O tempo que leva para encher ou esvaziar um saco de 1500kg é bem menor do gasto para 30 sacos de 50kg e o único equipamento necessário é a empilhadeira mecânica ou "mula mecânica" para o manuseio dos sacos.

Para períodos mais longos de armazenamento, são utilizadas embalagens semi-permeáveis do tipo papel Kraft (produzido de polpa de pinho) multifoleado (4 dobras) com um forro interno de polietileno. As embalagens semi-permeáveis oferecem maior resitência à penetração de umidade do que as porosas e podem ser utilizadas em regiões de UR mais altas e por períodos maiores ou de 10-20 meses ("carry-over"). Porém, as sementes devem ser armazenadas com grau de umidade menor que 10%.

c) Empilhamento

As sementes de arroz em sacos são armazenadas por lotes em pilhas montadas dentro do armazém com ajuda de uma correia transportadora inclinada ou empilhadeira mecânica ("mula mecânica") com a qual podem ser empilhados vários sacos sobre pallets ao mesmo tempo.

As pilhas devem ser montadas sobre lastros ou estrados de madeira (pallet) e nunca diretamente contra o chão ou cimento para evitar condensação de umidade que estragaria os sacos em contato com o piso. A madeira atúa como isolante térmico. Se os lastros são construídos de 8-10cm de altura, facilitam o manuseio com a empilhadeira mecânica e a ventilação na base da pilha.

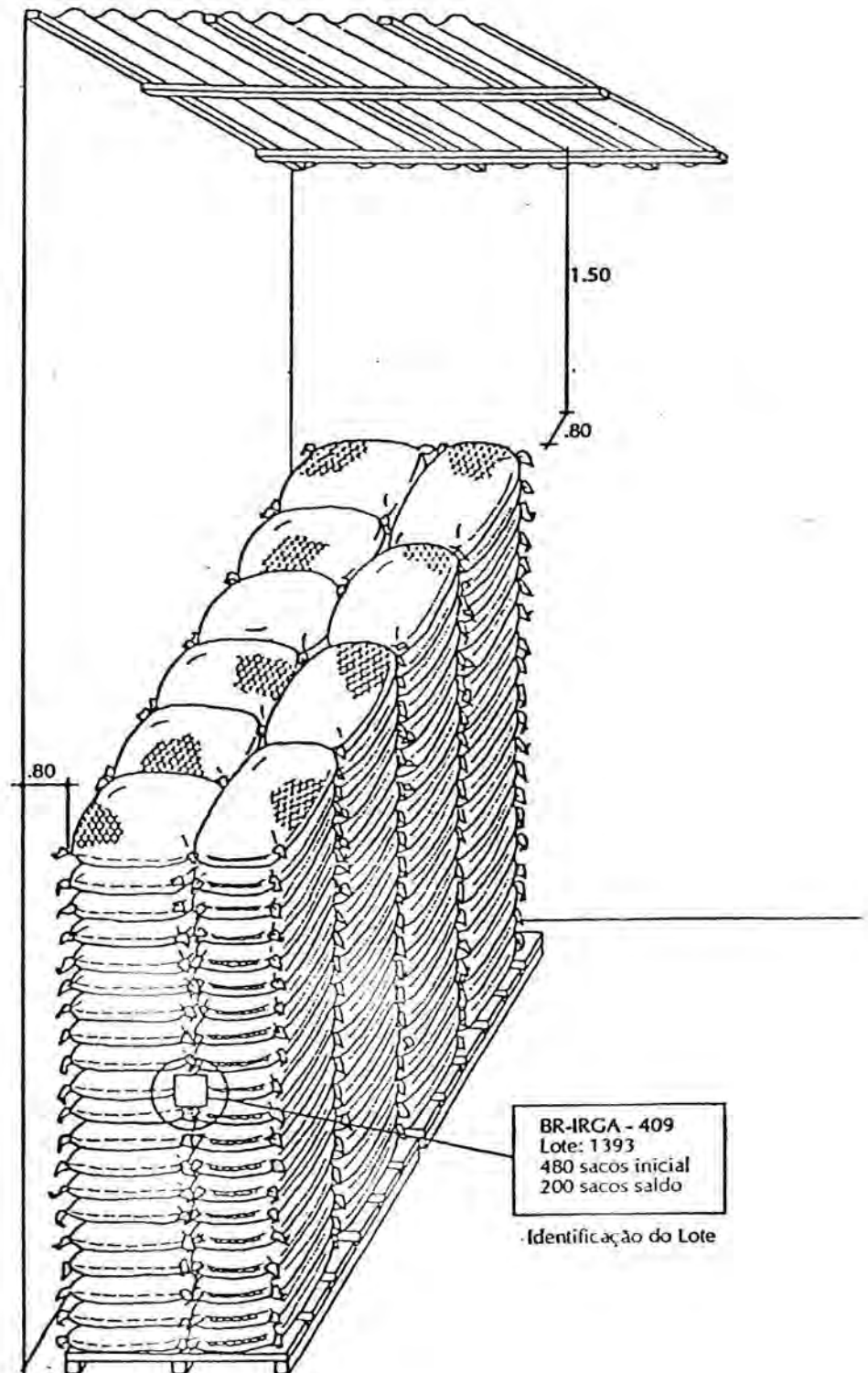


Figura 4 - Empilhamento de sacos de sementes de arroz em armazém do tipo convencional (Adaptada de AGUIRRE & PESKE, 1991).

As distâncias da pilha das paredes e do teto estão ilustradas na Figura 4. As distâncias mínimas recomendadas são de 0,6-2m entre pilhas (2m facilita o expurgo), 0,8m da parede, 1,5m do teto e 3m de largura para os corredores principais. A altura das pilhas não afeta as sementes nos sacos de baixo devido ao peso se as mesmas estiverem com umidade abaixo de 14%. Porém não se recomendam alturas maiores de 5m para facilitar as amostragens, facilitar o expurgo e evitar danos as sementes com a queda da pilha.

Outros cuidados que devem ser tomados para o empilhamento são:

- padronização dos lotes tanto em peso como na sacaria; limpeza e demarcação da área onde será feito o empilhamento; e colocação primeiro de todos os sacos que irão formar o lastro sobre os estrados;
- terminado o lastro, deve-se fazer a fiada superior em sentido contrário ao da primeira para evitar que um saco fique inteiramente sobre o outro podendo provocar desabamento da pilha quando atingir maior tamanho;
- para o alinhamento da pilha podem ser pendurados do teto cordas com um peso na ponta para se manterem esticadas e indicar com precisão os bordos da pilha em altura;
- utilização de sacaria nova, das mesmas dimensões, e deixando sempre a boca do saco costurada para o lado de dentro da pilha.

d) Expurgo das pilhas de sementes de arroz

Um dos métodos de controle químico mais eficientes no controle dos insetos é o **expurgo**, o qual é feito com pastilhas ou tabletes (Fosfeto de Alumínio ou Fosfina) que emanam gases tóxicos para os insetos, em ambientes herméticos, podendo ser aplicadas diretamente na pilha de sementes armazenadas em sacos no armazém ou mesmo em sementes armazenadas a granel em silos. O expurgo com Brometo de metila não é recomendado para sementes por problemas de fitotoxicidade.

As condições para realizar o expurgo devem ser **herméticas**. Para isto, utiliza-se uma lona de PVC ou lençol plástico que cubra totalmente a pilha a ser expurgada. Após feita a cobertura, veda-se a junção com o piso com "cobras de areia" (tubo de lona cheio de areia de 10cm de diâmetro por 2m de comprimento) em torno da pilha e sobre as pontas da lona.

Altas doses de fumigante devem ser evitadas já que podem afetar a viabilidade das sementes de arroz se as mesmas estão com alto grau de umidade, devido a que por ser a taxa respiratória elevada, há uma alta absorção química.

As pastilhas (tabletes ou comprimidos) de **Fosfina** são colocadas em caixinhas ao redor da pilha por dentro da lona e distribuídas uniformemente em quantidades iguais para cada lado, na **dosagem** de 1 tablete de 3g/m³ ou 5 comprimidos de 0,6g por m³ de sementes (11 sacos). Por exemplo, para uma pilha de 3m de largura, 5m de comprimento e 4m de altura, equivalente a 60m³ ou 660 sacos, devem utilizar-se 60 tabletes ou 300 comprimidos no total, distribuídos por toda a pilha. O tempo de exposição é de 72 horas.

O expurgo deve ser repetido a pelo menos cada 3 meses. Para aumentar a eficiência, o mesmo pode ser seguido ou intercalado com **pulverizações** na base de Malathion (10g de p.a./ton) ou Pirimifós metílico (0,5-1ml de produto comercial por m²) ou através de **nebulização** com óleo Diesel com termo-nebulizadores.

BIBLIOGRAFIA

- AGUIRRE, R. & PESKE, S. **Manual de beneficiamento de sementes.** CIAT, Cali, Colombia. 1991
- ARAUULLO, E.V.; PADUA, D.B. & GRAHAM, M. **Rice postharvest technology.** IDRC, Canada. 394p. 1976.
- BAUDET, L. **Armazenamento de sementes.** Módulo 7 - Curso de Especialização por Tutoria á Distância em Tecnologia de Sementes. Convênio UFPel/ABEAS. Brasília, DF. 65p. 1995.
- BEWLEY, J.D. & BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination.** Plenum Press, New York. 367p. 1985.
- BROOKER, D.B.; BAKKER-ARKEMA, F.W. & HALL, C.W. **Drying and storage of grains and oilseeds.** AVI, New York. 450p. 1992.
- CABRERA, E. **Artículos concernientes al almacenamiento de semillas.** Postharvest Collaborative Agribusiness Support Project. Seed Technol.Lab./MSU. Miss. Sta., MS. May, 1995. 44p. 1995.
- DELOUCHE, J.C. Physiological seed quality. Mississippi State, MS. April, 1985. **Proc...1985 Short Course for Seedmen.** v.27:51-59. 1985.
- ESMAY, M.L; SOEMANGAT, E. & PHILLIPS, A. **Rice postproduction technology in the tropics.** East-West Food Institute, Honolulu. 140p. 1979.
- HARRINGTON, J. Packaging seeds for storage and shipment. **Seed Sci. & Technol.** 1(3):701-10. 1973.
- JUSTICE, O.L. & BASS, L.N. **Principles and practices of seed storage.** USDA Agric. Handb. 505. US Gov. Pr. Off., Washington, DC. 1978.
- LASSERAN, J.C. **Aeração de grãos.** Trad. J.C. Celaro, M. Celaro & M. Gomide. Série CENTREINAR N°2. CENTREINAR, Viçosa, MG. 128p. 1981.