

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS

Programa de Pós-Graduação em Ciência
e Tecnologia de Alimentos



Tese

Qualidade Industrial de Grãos de Arroz (*Oryza sativa* L.) após Tratamento com Gás Fosfina Usado para Controle de Pragas no Armazenamento

Alexandra Morás

Pelotas, 2012

ALEXANDRA MORÁS

Bióloga, M. Sc.

**Qualidade Industrial de Grãos de Arroz (*Oryza sativa* L.) após
Tratamento com Gás Fosfina Usado para Controle de Pragas no
Armazenamento**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Moacir Cardoso Elias

Co-Orientador: Dr. Irineu Lorini

Pelotas, 2012

Dados de catalogação na fonte:
Gabriela Machado Lopes – CRB-10/1842

M827q Morás, Alexandra

Qualidade Industrial de Grãos de Arroz (*Oryza sativa* L.) após Tratamento com Gás Fosfina Usado para Controle de Pragas no Armazenamento / Alexandra Morás; Moacir Cardoso Elias, orientador; Irineu Lorini, co-orientador. – Pelotas, 2012. 90 f.: il.

Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2012.

1.*Oryza sativa* L.. 2.fumigação. 3.monitoramento. 4.armazenagem. 5.qualidade industrial, biológica e sanitária. I. Elias, Moacir Cardoso , orient. II. Lorini, Irineu , co-orient. III. Título.

CDD: 633.18

Banca examinadora:

Prof. Dr. Moacir Cardoso Elias (Orientador)

Pesq. Dr. Irineu Lorini (Co-orientador)

Prof. Dr. Fabrizio Barbosa

Prof. Dr. Leonardo Nora

Prof. Dr. Maurício de Oliveira

Ao meu pai Valério e a minha mãe Idília
(*in memoriam*) que mesmo ausente,
sempre esteve ao meu lado.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Acima de tudo, a Deus, por iluminar meu caminho, dando-me forças para superar os obstáculos que a vida nos reserva, pela fé e perseverança para a realização desse trabalho.

Ao professor Dr. Moacir Cardoso Elias, orientador, amigo, conselheiro, não poupando esforços ao meu amadurecimento pessoal e formação profissional, muito obrigada pela confiança e amizade demonstrada.

Ao pesquisador Dr. Irineu Lorini, pela orientação, amizade e incentivo, sempre ao meu lado nos momentos que pareciam ser os mais difíceis, um referencial de profissional e de integridade para minha vida.

Ao professor Dr. Pedro Luiz Antunes (*in memoriam*), pelo grande mestre, profissional atencioso e dedicado, lembrado agora pelos seus feitos e nas memórias dos acadêmicos que tiveram o privilégio de ter partilhado de seus ensinamentos.

Aos professores Álvaro Renato Guerra Dias e Manoel Artigas Schirmer pelos conhecimentos compartilhados, simplicidade e amizade.

Aos colegas da pós-graduação, Ana Paula Wally Vallim, Cátia Storck, Juliane Mascarenhas Pereira, Maurício de Oliveira, Jeferson Cunha da Rocha, Vânia Zanella Pinto, Bruna Arns, Bruna Klein, Flávia Fernandes Paiva, Lucia Rotta Borges, Daniel Rutz, Nathan Levien Vanier, Dejalmo Nolasco Prestes, Ricardo Scherer Pohndorf e Diego Batista Zeni pela sólida amizade construída nestes anos, convivência agradável e disponibilidade de ajuda sempre.

Em especial ao Rafael de Almeida Schiavon, Ricardo Paraginski e Jardel Casaril, pelo grande auxílio na realização desta pesquisa, onde não mediram esforços para que esta se concretizasse.

A todos os colegas, bolsistas e estagiários do Laboratório de Pós-Colheita, Qualidade e Industrialização de Grãos, pelo auxílio na realização desta pesquisa, solidariedade e convivência agradável ao longo do curso.

Aos meus irmãos César, Celso, Sidnei e Gilmar, a minha madrastra Tereza onde cada um a sua maneira sempre me incentivaram e se orgulham de mim.

Aos amigos da família Luza, Tiago, Diva e Norberto, pelo auxílio, incentivo e torcida em grande parte desta conquista.

As amigas de Vanini - Andreza Zobot Tremarin, Daiane Lusa, Letícia Lusa e Thaís Damo, nunca estamos juntas, porém, somos inseparáveis.

As amigas Fernanda Cecote, Fernanda Carini, Júlia Goldbeck e em especial a amiga-irmã Greici Oliveira, por serem a minha família em Pelotas, pelos momentos divertidos e não tão divertidos em que moramos juntas.

As amigas de todas as horas Ana Fidelis, Cristiane Müller, Daniela Cassol, Magda Andréia Tessmer e Márcia Duarte por me suportarem.

Aos colegas de empresa que apesar de Corinthianos tornaram-se grandes amigos e incentivadores Elaine Skutera, Patrícia Batista e Elton Luiz.

Aos pesquisadores da Embrapa Soja Dr. José Barros França Neto, Dr. Francisco Carlos Krzyzanowski, Dr. Ademir Assis Henning, aos funcionários do Laboratório de Pós-Colheita de Sementes e Grãos, Adriana Marques e Fernando, as alunas de pós-graduação Cassiana Rossato e Glaucia Ferri pelo valioso auxílio na execução da pesquisa.

À Cooperativa Tritícola de Espumoso (COTRIEL), nas pessoas de Odécio Leopoldo Hartmann e Liane Rotta pela doação do material experimental, oportunidade de realização de parte desta pesquisa e auxílio na execução da mesma.

Às empresas Provent do Brasil e Vetquímica, nas pessoas de Werner Uhlmann e Lincoln Hiroshi Miike, respectivamente, pela concessão da bolsa de estudos no início do curso.

À Universidade Federal de Pelotas, pela oportunidade de realizar o curso de Pós-Graduação.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos em parte do curso.

À Embrapa Soja, pela oportunidade proporcionada para a realização desta pesquisa.

A todos que de uma forma ou de outra contribuíram para a execução deste trabalho, aqui não mencionados, mas não esquecidos.

Muito obrigada.

RESUMO

MORÁS, Alexandra. Qualidade Industrial de Grãos de Arroz (*Oryza sativa* L.) após Tratamento com Gás Fosfina Usado para Controle de Pragas no Armazenamento. 2012. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Pelotas.

Para a conservação dos grãos de arroz da colheita ao consumo a fosfina (PH_3) é o fumigante mais utilizado durante o armazenamento. No entanto, são escassas as informações referentes à influência da aplicação da fosfina na armazenagem, sobre os parâmetros de qualidade de arroz (*Oryza sativa* L.). Desta forma, objetivou-se avaliar efeitos de fosfina sobre a qualidade do arroz destinado ao consumo, bem como o efeito nos parâmetros de qualidade biológica e de sanidade dos grãos. As variáveis analisadas foram: medição da concentração de fosfina durante o expurgo em câmaras de tratamento, efeito na mortalidade da praga *Rhizopertha dominica*, efeito na qualidade industrial e tecnológica dos grãos, além dos parâmetros de qualidade biológica e de sanidade. Os resultados demonstraram que a medição da concentração do gás fosfina realizada durante os expurgos demonstrou a uniformidade do tratamento e manutenção do gás dentro das câmaras. Houve eficácia do tratamento na mortalidade da praga e não houve nenhum efeito deletério na qualidade industrial dos grãos de arroz e na qualidade biológica e sanitária do arroz. Isto permite concluir que o expurgo com fosfina usada para controle de pragas no armazenamento, não afeta a qualidade de consumo do arroz.

Palavras-chave: *Oryza sativa* (L.), fumigação, medição da concentração do gás, armazenamento, qualidade industrial, qualidade biológica e sanitária.

ABSTRACT

MORÁS, Alexandra. Industrial Quality Grain Rice (*Oryza sativa* L.) After Treatment with Phosphine Gas Used for Pest Control in Storage. 2012. Thesis (Doctorate) - Graduate Program in Science and Food Technology. Federal University of Pelotas.

To preserve rice grain, from harvesting to food consumption, from stored pests, phosphine gas (PH_3) is the most widely used fumigant. Despite that large use of fumigant no data are found regarding the influence of phosphine applied on grain in storage on the quality parameters of rice (*Oryza sativa* L.). The aim of this work was to investigate the effects of phosphine on the food quality of rice, as well as its effect on the biological and sanitary parameters of the grain. The assessment of gas concentration during grain fumigation, stored rice pest mortality on *Rhizopertha dominica*, effects on industrial and technological quality of grain, and biological and sanitary quality were performed in the experiment. The results of gas concentration measured during grain fumigation showed high performance of gas distribution on chambers. Phosphine was efficient on pest mortality and no adverse effect on industrial, technological, biological and sanitary grain quality was found. This allows us to infer that phosphine fumigation used to control stored grain pests such as *R. dominica* does not affect the food quality of rice.

Key-words: rice, phosphine fumigation, phosphine concentration, grain storage, industrial quality, biological and sanitary quality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	<i>Rhyzopertha dominica</i>	25
Figura 2 –	Câmara hermética de polietileno.....	30
Figura 3 –	Armazenamento das amostras.....	31
Figura 4 –	Croqui da disposição das câmaras para expurgo.....	31
Figura 5 –	Aparelho usado para medir a concentração de fosfina.....	32
Figura 6 –	Concentração de fosfina no primeiro expurgo em arroz, realizado no primeiro dia de armazenamento.....	41
Figura 7 –	Concentração de fosfina no segundo expurgo em arroz, realizado com noventa dias de armazenamento.....	42
Figura 8 –	Concentração de fosfina no terceiro expurgo em arroz, realizado com cento e oitenta dias de armazenamento.....	43

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 –	Rendimento volumétrico na cocção de arroz.....	36
Equação 2 –	Rendimento gravimétrico na cocção de arroz.....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Municípios de procedência das populações da praga <i>Rhyzopertha dominica</i> , coletadas em unidades armazenadoras de arroz.....	33
Tabela 2 –	Concentração de fosfina no primeiro expurgo em arroz, realizado no primeiro dia de armazenamento.....	40
Tabela 3 –	Concentração de fosfina no segundo expurgo em arroz, realizado com noventa dias de armazenamento.....	41
Tabela 4 –	Concentração de fosfina no terceiro expurgo em arroz, realizado com cento e oitenta dias de armazenamento.....	42
Tabela 5 –	Umidade (%) dos grãos de arroz em casca, cv. Puitá, submetidos a expurgo com diferentes concentrações de fosfina durante o armazenamento.....	45
Tabela 6 –	Peso volumétrico (kg.m^{-3}) dos grãos de arroz em casca, cv. Puitá, submetidos a expurgo com diferentes concentrações de fosfina durante o armazenamento.....	46
Tabela 7 –	Peso de mil grãos (g) dos grãos de arroz em casca, cv. Puitá, submetidos ao expurgo com diferentes concentrações de fosfina durante o armazenamento.....	47
Tabela 8 –	Rendimento de grãos inteiros (%) em arroz, cv. Puitá, submetidos ao expurgo com diferentes concentrações de fosfina durante o armazenamento.....	48
Tabela 9 –	Defeitos metabólicos (%) em arroz, cv. Puitá, submetidos ao expurgo com diferentes concentrações de fosfina durante o armazenamento.....	49
Tabela 10 –	Defeitos não metabólicos (%) em arroz, cv. Puitá,	

	submetidos ao expurgo com diferentes concentrações de fosfina durante o armazenamento.....	50
Tabela 11 –	Rendimento gravimétrico (%) de arroz cozido, cv. Puitá, submetido ao expurgo com diferentes concentrações de fosfina durante o armazenamento.....	51
Tabela 12 –	Rendimento volumétrico (%) de arroz cozido, cv. Puitá, submetido ao expurgo com diferentes concentrações de fosfina durante o armazenamento.....	52
Tabela 13 –	Firmeza (g) dos grãos de arroz cozidos e beneficiados pelo processo industrial branco polido, submetidos ao expurgo com diferentes concentrações de fosfina durante o armazenamento.....	53
Tabela 14 –	Adesividade (J) dos grãos de arroz cozidos e beneficiados pelo processo industrial branco polido, submetidos ao expurgo com diferentes concentrações de fosfina durante o armazenamento.....	53
Tabela 15 –	Gomosidade (N) dos grãos de arroz cozidos e beneficiados pelo processo industrial branco polido, submetidos ao expurgo com diferentes concentrações de fosfina durante o armazenamento.....	54
Tabela 16 –	Mastigabilidade (N.mm) dos grãos de arroz cozidos e beneficiados pelo processo industrial branco polido, submetidos ao expurgo com diferentes concentrações de fosfina durante o armazenamento.....	54
Tabela 17 –	Elasticidade (mm) dos grãos de arroz cozidos e beneficiados pelo processo industrial branco polido, submetidos ao expurgo com diferentes concentrações de fosfina durante o armazenamento.....	55
Tabela 18 –	Valores médios expressos em porcentagem de germinação de grãos de arroz, cv. Puitá, submetidas ao tratamento com diferentes concentrações de fosfina durante o armazenamento.....	56

Tabela 19 –	Valores médios expressos em centímetro do comprimento de plântulas de arroz, cv. Puitá, submetidas ao expurgo com diferentes concentrações de fosfina durante o armazenamento.....	57
Tabela 20 –	Valores médios expressos em centímetro do comprimento de hipocótilo de plântulas de arroz, cv. Puitá, submetidas ao expurgo com diferentes concentrações de fosfina durante o armazenamento.....	57
Tabela 21 –	Valores médios expressos em centímetro do comprimento de radícula de plântulas de arroz, cv. Puitá, submetidas ao expurgo com diferentes concentrações de fosfina durante o armazenamento.....	58
Tabela 22 –	Incidência fúngica nos grãos de arroz cv. Puitá submetidos ao expurgo com fosfina durante armazenamento.....	59

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
2.1 A Importância do Arroz.....	19
2.2 Armazenamento	21
2.3 Qualidade e Perdas na Pós-Colheita	23
2.4. Métodos de Controle e Resistência das Pragas a Inseticidas	27
3. MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1 Caracterização do material experimental.....	29
3.2 Caracterização do local	29
3.3 Expurgo.....	29
3.3.1 Fosfina.....	29
3.3.2 Câmaras de Expurgo.....	30
3.4 Armazenamento das Amostras	30
3.5 Variáveis Analisadas no experimento	32
3.5.1 Concentração de Fosfina em Câmaras Herméticas	32
3.5.2 Mortalidade de Insetos.....	33

3.5.3 Qualidade Industrial de Grãos de Arroz	33
3.5.3.1 Umidade	33
3.5.3.2 Massa Específica	34
3.5.3.3 Peso de Mil Grãos	34
3.5.3.4 Operação de Beneficiamento Industrial	34
3.5.3.4.1 Desempenho Industrial	34
3.5.4 Avaliação Sensorial - Odor	34
3.5.5 Atributos de Cocção	35
3.5.6 Atributos Texturométricos	37
3.5.7 Qualidade Biológica e Sanidade dos Grãos	37
3.5.7.1 Germinação	38
3.5.7.2 Comprimento de Plântulas, Hipocótilo e Radícula	38
3.5.7.3 Incidência Fúngica	39
3.6 Delineamento Experimental e Análise Estatística	39
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
5. CONCLUSÕES	62
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
7. ANEXOS	78

1. INTRODUÇÃO

O arroz é um produto de importância mundial, produzido em todos os continentes, estando na Ásia a maior produção cerca de 80% (SOUZA et al., 2010). Na América do Sul, o maior produtor é o Brasil, o qual é também um dos dez maiores do mundo. Os estados do Sul são os maiores produtores nacionais e merecem destaque também por abrigarem o maior número de indústrias do setor arrozeiro.

Cultivado praticamente em todo o País, e tendo seu consumo difundido em todas as classes sociais, ocupa posição de destaque tanto do ponto de vista econômico como do social, sendo responsável por suprir a dieta básica da população com um considerável aporte de calorias, proteínas e sais minerais.

A cadeia produtiva do arroz possui uma característica marcante onde o incremento da produtividade é favorecido pelas novas tecnologias adotadas para o manejo dessa cultura, especialmente o emprego de novos cultivares, técnicas de manejo de solo, cultivo e boas práticas na pós-colheita.

É inadmissível que, após todo o esforço do setor produtivo no uso de tecnologias disponíveis para bem produzir, e depois de superados todos os riscos que se apresentam do plantio até a colheita de uma lavoura, ocorram perdas do produto, em quantidade e qualidade, dentro dos silos e armazéns.

Não há uma tecnologia pronta que integre todos esses fatores e permita que o grão de alta qualidade na lavoura chegue ao consumo final no mesmo padrão em que foi produzido. Existem, entretanto, ações isoladas de colheita, secagem, armazenamento e industrialização que podem contribuir para a manutenção da qualidade das sementes e dos grãos.

Ocorrem grandes perdas de grãos na pós-colheita, ou seja, no período de armazenamento, onde estão sujeitos ao ataque de insetos, fungos e micotoxinas,

que contribuem para a redução da qualidade e quantidade dos produtos armazenados. Simultaneamente, também a atividade metabólica dos grãos resulta em perdas quantitativas e qualitativas.

A espécie *Rhizopertha dominica* (F.), é uma das principais pragas de pós-colheita, em razão da incidência, da grande dificuldade de se evitar os prejuízos que causa aos grãos e ao grau de desenvolvimento de resistência a inseticidas.

O expurgo ou fumigação, é o único tratamento curativo disponível, deve ser utilizado para a máxima eficiência, sendo a vedação ou a hermeticidade dos locais o fator mais importante para potencializar o efeito da aplicação de fosfina.

O gás registrado no Brasil para expurgo de sementes e grãos é a fosfina (PH_3). Embora seu uso esteja sendo feito há muitos anos, é necessário a adoção de alguns cuidados quanto ao seu uso e efeitos na qualidade dos produtos expurgados.

No entanto, são escassas as informações referentes à influência da aplicação da fosfina na armazenagem, sobre os parâmetros de qualidade de arroz (*Oryza sativa* L.). Objetivou-se avaliar efeitos de diferentes concentrações de fosfina sobre a qualidade industrial do arroz destinado ao consumo, bem como o efeito nos parâmetros de qualidade biológica e de sanidade dos grãos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A Importância do Arroz

O arroz é um produto de importância mundial, produzido em todos os continentes, estando na Ásia a maior produção cerca de 80% (SOUZA et al., 2010). Na América do Sul, o maior produtor é o Brasil, o qual é também um dos dez maiores do mundo. Os estados do Sul são os maiores produtores nacionais e merecem destaque também por abrigarem o maior número de indústrias do setor arrozeiro.

Apesar das reduções de produção em algumas safras nos últimos anos, por adversidades climáticas, a produção brasileira de arroz vem apresentando tendência de crescimento, em função, principalmente, do constante incremento da produtividade (CONAB, 2012).

O Rio Grande do Sul possui uma agricultura diversificada devido aos tipos de solo, relevo e clima. A lavoura de arroz irrigado, na metade sul do estado, é a que apresenta maior expressão econômica (MACEDO et al., 2003). São seis regiões orizícolas onde o sistema irrigado é empregado: Depressão Central, Fronteira Oeste, Campanha, Planície Costeira Interna, Planície Costeira Externa e o Litoral Sul, caracterizadas por diferentes condições edafoclimáticas.

O Rio Grande do Sul é o maior produtor nacional de arroz e representa 63% do total produzido no Brasil (IRGA, 2011).

Aumentos de produção deu-se em função do uso de variedades com alto potencial produtivo e em face de ocorrência de chuvas abaixo da média. Este comportamento do clima favorece a cultura do arroz (CONAB, 2011).

No Brasil o arroz é vendido diretamente pelo produtor às indústrias beneficiadoras e as exportações de arroz são irrelevantes, giram em torno de 3% da

produção interna e são realizadas pelas indústrias beneficiadoras por meio de companhias *tradings* (BRADESCO, 2012).

Segundo dados da FAO (2006), o consumo brasileiro de arroz é de aproximadamente 52,5 quilogramas por habitante por ano (base casca). Apesar de ser inferior ao consumo mundial médio por habitante (84,8 kg.hab⁻¹.ano⁻¹), este valor é considerado alto se comparado com o consumo per capita dos países desenvolvidos (16,7 kg.hab⁻¹ ano⁻¹).

No entanto, para estabelecer uma melhor estratégia de produção de arroz no Brasil é fundamental não só solucionar os problemas intrínsecos ao processo produtivo, mas também conhecer minuciosamente as características organolépticas e físico-químicas que definem os padrões de qualidade nos mercados brasileiro e internacional (FERREIRA et al., 2005).

Qualidade de arroz é algo subjetivo e sujeito aos padrões estabelecidos nos diferentes países, que por sua vez, são afetados pelos padrões culturais e pela sua forma de utilização na alimentação (CASTRO et al., 1999).

O arroz é considerado pela FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) como o alimento mais importante para a segurança alimentar do mundo. Além de fornecer um excelente balanceamento nutricional é uma cultura bastante rústica, o que a faz também ser considerada a espécie de maior potencial de aumento na produção para combate a fome no mundo (GOMES et al., 2004).

O arroz ocupa lugar destacado na alimentação básica da população brasileira, fornecendo um relevante aporte de calorias e proteínas, especialmente para o estrato de baixa renda.

Apesar de ser considerado um alimento importante na alimentação humana, o arroz ainda é pouco reconhecido pelas suas características funcionais, rico em carboidratos, na sua forma natural, é um alimento essencialmente energético, mas pode ser também uma importante fonte de proteínas, sais minerais (principalmente fósforo, ferro e cálcio) e vitaminas do complexo B, como a B1 (tiamina), B2 (riboflavina) e B3 (niacina) e B9 (MONKS, 2010).

Os constituintes do arroz são: amido, água, proteína, lipídios, fibras, sais minerais e vitaminas (SCHIRMER, 2003). Sua composição química é vantajosa sob vários aspectos, conferindo a este cereal uma enorme versatilidade para o desenvolvimento de produtos alimentícios. Neste contexto, o arroz e produtos derivados, além de suprirem o organismo com calorias e nutrientes, apresentam

benefícios a saúde como exemplo, desenvolvimento de alimentos infantis à base de arroz, cujas proteínas são facilmente digeridas e possuem propriedades hipoalergênicas, outros produtos foram desenvolvidos devido a ausência de glúten no arroz, usados por portadores da doença celíaca (MARQUEZ, 2003).

A composição dos grãos está sujeita a diferenças varietais, variações ambientais, de manejo, de processamento e de armazenamento (ZHOU et al., 2002), o que resulta em grãos com características nutricionais diferenciadas.

Todas essas características benéficas do arroz podem ser comprometidas pelas inadequações técnicas e operacionais que vão desde a produção até o consumo, passando, principalmente por secagem, armazenamento e industrialização (MENEGETTI, 2008).

2.2 Armazenamento

O armazenamento de grãos deve ser conduzido de maneira extremamente cuidadosa, para possibilitar a preservação da qualidade, minimizando o processo de deterioração.

O armazenamento é parte integrante da cadeia produtiva de produtos agrícolas, sendo responsável pela preservação da qualidade das sementes e grãos evitando-se perdas (ANDRADE et al. 2003).

O sistema convencional, mais aplicado no Brasil, é o armazenamento em sacaria que embora não permita o manuseio automatizado, nem o controle da qualidade durante o processo, permite a estocagem de vários produtos na mesma construção, otimizando a estrutura do produtor (ELIAS, 2009).

O sistema de armazenamento para grandes quantidades é normalmente feito a granel, em silos adequados. Com este sistema, ganha-se tempo, evita-se perdas, faz-se o trabalho mais higiênico, podendo-se preservar a qualidade dos produtos por longos períodos de tempo (PUZZI, 2000; ELIAS et al. 2004).

Cereais e leguminosas possuem baixa capacidade de condutibilidade calorífica, o que significa que as diferenças de temperatura no produto armazenado só são perceptíveis em distâncias curtas e períodos longos. Isto leva a acumulações de calor na massa de grãos, com todas as consequências

desvantajosas, como aumento da respiração, infestação com insetos e condensação (GWINNER, 1997; PUZZI, 2000; LORINI et al., 2009).

As interações entre fatores como temperatura, grau de umidade, concentração de gás, umidade relativa ambiente, tipo e condições do armazém, e características do sistema de aeração, grãos, insetos, ácaros, fungos e bactérias, fazem com que o produto armazenado se torne um ecossistema e dependendo dos níveis dos fatores e grau das interações, o processo de deterioração pode ser acelerado ou não (ANDRADE et al. 2003).

A massa de grãos se encontra constantemente submetida a fatores externos que compõem o ambiente de armazenamento. Esses fatores são divididos em físicos como temperatura e umidade; químicos, como fornecimento de oxigênio; agentes biológicos, como insetos, ácaros, pássaros, roedores, fungos e bactérias; e aqueles relacionados ao homem, através de seus métodos de manuseio, armazenamento, transporte e desinfestação dos produtos (FARONI, 2010).

Os fatores que interagem com o ambiente de armazenamento também se relacionam estreitamente com a rapidez da deterioração dos produtos. As causas das perdas na pós-colheita de grãos podem ser devido a fatores que antecedem a colheita (histórico do produto), fatores de colheita, secagem e armazenamento. No armazenamento as perdas acontecem sobre o produto final, já pronto para comercialização, o que as tornam de grande relevância nesta fase do sistema de pós-colheita (FARONI, 2010).

Conforme Elias (2009), a determinação do peso seco, da composição química, do grau de umidade e da temperatura dos grãos, da carga microbiana, da presença e ataque de pragas, das características higrométricas do ar, do teor de micotoxinas, do rendimento industrial, da classificação comercial, do valor nutricional e avaliação sensorial dos grãos de arroz, constituem importantes parâmetros de controle de qualidade durante o armazenamento.

No armazenamento, além das alterações decorrentes do metabolismo do próprio arroz, há o metabolismo de micro-organismos associados, principalmente fungos, cujos principais danos causados são mudanças de coloração, desgaste das reservas nutritivas, alterações na estrutura de carboidratos, lipídeos, proteínas e vitaminas, produção de toxinas, aquecimento dos grãos, exalação de odores desagradáveis e presença dos próprios micro-organismos, com redução da

capacidade germinativa e de vigor das sementes e aumento de defeitos nos grãos (FAGUNDES et al., 2005).

As sementes são armazenadas para que permaneçam em boas condições vitais de um cultivo a outro. Durante esse período uma série de fatores podem atuar na sua qualidade. Após a colheita, as sementes são submetidas a algumas operações para sua conservação. Entre estas, destacam-se a pré-limpeza, a secagem e o armazenamento, além daquelas destinadas a manter a qualidade do produto já armazenado, como a aeração, o expurgo, a retificação da secagem, quando necessário e outras. Neste contexto, a utilização de sementes de alta qualidade, apresentando pureza varietal, qualidade física, fisiológica e sanitária, é um fator essencial para o sucesso da cultura, refletindo diretamente na produtividade (ORTELS, 1982).

2.3 Qualidade e Perdas na Pós-Colheita

O Brasil colhe, anualmente, cerca de 163 milhões de toneladas de grãos (CONAB, 2012), das quais grande parte é perdida por falta ou por más condições de armazenamento. Em países em desenvolvimento, essas perdas chegam a atingir até 30%, sendo 10% causados diretamente pelo ataque de pragas.

Segundo dados da FAO (2004), cerca de 15 a 16% da safra de arroz é perdida anualmente, principalmente durante operações críticas de pós-colheita desses grãos, como a secagem, o armazenamento e o processamento.

Segundo ATHIÉ et al. (1998), as perdas que ocorrem após a colheita, em sua maior parte, se devem a infestações por insetos, deterioração por fungos e ataque por roedores e pássaros.

As variedades de arroz cultivadas no Rio Grande do Sul apresentam alta produtividade e qualidade de consumo, entretanto, são suscetíveis a fatores adversos do meio e do manejo operacional, os quais podem provocar redução na qualidade do grãos, com consequências no armazenamento, na industrialização e no consumo (BOEMEKE et al., 2001).

O ambiente de produtos armazenados é o ideal para o estabelecimento e o desenvolvimento de muitas espécies de insetos e micro-organismos, Uma das características desses micro-organismos é seu alto poder de proliferação e embora presentes no campo em baixa porcentagem multiplicam-se rapidamente, desde que

tenham condições ambientais favoráveis (GARCIA et al., 2002; MOLINIÉ et al., 2004).

Os fungos estão presentes em vários ambientes, incluindo o ar, a água, o solo e a poeira. Esta população é composta de espécies capazes de tornar um lote de sementes ou grãos totalmente sem valor, sob condições de ineficientes práticas de armazenagem (ALEXOPOULOS e MIMS, 1979; FILHO et al., 1995; TANIWAKI e SILVA, 2001; GARCIA et al., 2003).

Os fungos que atacam grãos e sementes são divididos em dois grupos: fungos de campo e fungos de armazenamento. Fungos do primeiro grupo são espécies que contaminam grãos antes da colheita, pois necessitam uma umidade do grão acima de 30%, enquanto que os do segundo grupo contaminam os grãos após a colheita, com umidade 13 e 18% (ATHIÉ et al., 1998).

Os fungos de armazenamento normalmente não invadem os grãos antes da colheita, porém como esses microrganismos têm alto poder de propagação, podem se multiplicar em poucos dias, tendo condições ambientais favoráveis (WETZEL, 1987).

Os principais fungos de campo incluem as espécies dos gêneros *Alternaria*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Helminthosporium* e *Pullularia*. Os principais fungos de armazenamento são constituídos por algumas espécies dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* (PUZZI, 2000).

Um dos principais problemas relacionados ao armazenamento de arroz é o ataque de insetos praga que causam sérios prejuízos qualitativos e quantitativos. As pragas de produtos armazenados ocorrem em todo mundo, causando sérias perdas quando não são implantadas medidas de controle adequadas. Estas são caracterizadas por elevada capacidade reprodutiva e elevado número de gerações em curto período de tempo (LORINI, I.; MORÁS, A.; BECKEL, H., 2002); ocasionam danos de deterioração, perfuram os grãos e neles penetram para completar seu desenvolvimento alimentando-se de todo o interior, diminuindo peso de grãos e possibilitando a instalação de outros agentes de deterioração.

Há necessidade de se dar a devida atenção a esses seres vivos, pois pouco resolvem todos os cuidados e as despesas realizadas para o controle dos danos na lavoura, se o produto for atacado e destruído nos depósitos. Em arroz, esses efeitos são mais preocupantes por se tratar de alimento altamente consumido pelo homem (ELIAS, 2004).

O resultado da ação de insetos em grãos e sementes armazenados traduz-se em perda de peso e poder germinativo, desvalorização comercial do produto, disseminação de fungos e formação de bolsas de calor durante o armazenamento.

A espécie *Rhyzopertha dominica* (F.), é uma das principais pragas de pós-colheita, em razão da incidência, da grande dificuldade de se evitar os prejuízos que causa aos grãos e ao grau de desenvolvimento de resistência a inseticidas.

Os adultos da espécie *Rhyzopertha dominica* são besouros de 2,3 a 2,8mm de comprimento, coloração castanho-escuro, corpo cilíndrico e cabeça globular, normalmente escondida pelo protórax (Figura 1). A coloração das pupas varia de branca, inicialmente, a castanha, próximo à fase adulta. Possuem 3,9mm de comprimento e 1,0mm de largura do corpo, aproximadamente. As larvas apresentam coloração branca, com cabeça escura, e medem cerca de 2,8mm quando completamente desenvolvidas. Os ovos são cilíndricos, embora variáveis na forma. Inicialmente são brancos e posteriormente rosados e opacos, com 0,59mm de comprimento e 0,2mm de diâmetro (POTTER, 1935).



Figura 1. *Rhyzopertha dominica*

Em função da temperatura, o período de incubação é variável, podendo ser de 15,5 dias a 26 °C (POTTER, 1935) e de 4,5 dias a 36 °C (BIRCH e SNOWBALL, 1945). Os ovos podem ser colocados em grupos ou isolados, em fendas ou rachaduras de grãos ou mesmo na própria massa de grãos (POY, 1991). A duração do período larval é de, aproximadamente, 22 dias, o período pupal é de 5 dias, e a longevidade dos adultos atinge 29 dias, a 30 °C e 70% de umidade relativa. O ciclo de vida da praga é de, aproximadamente, 60 dias. A fêmea tem fecundidade média de 250 ovos (ALMEIDA e POY, 1994; POY, 1991), a qual depende da qualidade do alimento e das condições de temperatura e de umidade da massa de grãos.

Essa praga primária interna possui elevado potencial de destruição em grãos, pois é capaz de destruir de 5 a 6 vezes seu próprio peso em uma semana (POY, 1991). É a principal praga de pós-colheita de trigo no Brasil, em razão da incidência e da grande dificuldade de se evitar os prejuízos que causa aos grãos (LORINI, 2003). No arroz, tem assumido grande importância nos últimos anos (ELIAS et al., 2002).

Para o controle desses insetos praga, o método químico tem sido o mais utilizado, devido ao baixo custo e fácil manejo, sendo o expurgo com fosfina a técnica mais empregada, apresentando alta eficiência quando realizado conforme normas de segurança e hermeticidade (LORINI, 2008).

Perdas no peso de grãos, ocasionadas por pragas em armazéns, presença de fragmentos de insetos nos subprodutos alimentares, deterioração da massa de grãos, contaminação fúngica, presença de micotoxinas, efeitos negativos na saúde humana e animal, dificuldades para exportação de produtos e subprodutos brasileiros constituem problemas que as tecnologias de armazenagem têm enfrentado para reduzir os prejuízos ocasionados pelas pragas que atacam grãos armazenados. Há também perdas qualitativas, que são mais preocupantes, pois podem comprometer totalmente o uso do grãos ou desclassificá-lo para outro uso de menor valor. (ELIAS et al., 2009).

Para evitar a deterioração após a colheita o arroz deve imediatamente ser secado a um nível de atividade de água que permita seu armazenamento seguro, reduzindo a atividade metabólica dos grãos, inibindo o crescimento de microorganismos e a produção de micotoxinas. Isto corresponde a um grau de umidade inferior a 14%, que é considerado adequado para a armazenagem e posterior beneficiamento (WISSET, et al., 2001; ELIAS, 2007).

2.4. Métodos de Controle e Resistência das Pragas a Inseticidas

Resistência é a habilidade de indivíduos de uma espécie de suportar doses de substâncias tóxicas que seriam letais para a maioria dos indivíduos da população normal (SUBRAMANYAM e HAGSTRUM, 1996).

O termo resistência é aplicado por Smith (1970) para caracterizar espécies de insetos anteriormente suscetíveis cuja população não pode mais ser controlada por um dado inseticida na dose normalmente recomendada ou em nenhuma dose.

A resistência a inseticidas está aumentando mundialmente e constitui um dos maiores problemas de controle de pragas na atualidade.

Classicamente existem três mecanismos envolvidos na resistência de insetos a inseticidas, que são: redução da penetração do inseticida pela cutícula do inseto; detoxificação ou metabolização do inseticida por enzimas; e redução da sensibilidade no sítio de ação do inseticida pelo sistema nervoso (NARAHASHI, 1983; OPPENOORTH, 1985; ANÔNIMO, 1986; SODERLUND e BLOOMQUIST, 1990).

As barreiras de penetração nos insetos são um mecanismo de resistência viável e a redução da penetração do inseticida pela cutícula é efetiva quando associada ao mecanismo de defesa metabólico, e mais eficaz ainda contra inseticidas prontamente degradáveis (MATSUMURA, 1983; CHEN e MAYER, 1985).

O metabolismo ou detoxificação é um importante, e provavelmente o mais estudado, mecanismo de resistência de insetos a inseticidas. Esse mecanismo permite ao inseto modificar ou detoxificar o inseticida a uma taxa suficiente para prevenir a ação no sítio alvo (FUKUTO e MALLIPUDI, 1983). A degradação do inseticida pode ocorrer por vários processos metabólicos, nos quais o produto é convertido em uma forma não tóxica ou mesmo eliminado rapidamente do corpo do inseto.

A resistência em pragas de produtos armazenados, no Brasil, tem assumido grande importância nos últimos anos. Para as principais pragas de grãos armazenados, como *Rhyzopertha dominica*, *Sitophilus oryzae*, *Sitophilus zeamais*, *Tribolium castaneum*, *Cryptolestes ferrugineus* e *Oryzaephilus surinamensis*, já foram detectadas raças resistentes no Brasil aos inseticidas químicos usados para o seu controle (LORINI e BECKEL, 2002). Isso evidencia a necessidade urgente de fazer o manejo integrado de pragas no armazenamento.

O uso de inseticidas químicos é um dos métodos de controle mais utilizados na atualidade. Porém, este vem apresentando restrições de uso a medida que surgem problemas de resistência das pragas aos inseticidas. A resistência de pragas a inseticidas é um exemplo de evolução das espécies e demonstram como podem sobreviver e mudar fisiologicamente sob pressão dos químicos que os selecionam geneticamente (LORINI, 2008). Para esse mesmo autor, além de seleções de populações resistentes, a aplicação dos inseticidas permite o surgimento de outras pragas ocasionais e de presença de resíduos de inseticidas em grãos e subprodutos.

A produção de grãos no Brasil dobrou nos últimos 10 anos para se tornar um componente importante da economia. Simultâneo a este aumento de produção ocorreu o aumento da utilização de fosfina para o controle de pragas de grãos armazenados (LORINI, 2007).

O expurgo é uma técnica empregada para eliminar pragas infestantes em sementes e grãos armazenados mediante uso de gás. O gás registrado no país para expurgo de sementes e grãos é a fosfina (PH_3). Embora seu uso esteja sendo feito há muitos anos, é necessário a adoção de alguns cuidados quanto ao seu uso e efeitos na qualidade dos produtos expurgados (KRZYZANOWSKI et al., 2010).

O uso indiscriminado dessa técnica tem levado ao desenvolvimento de populações de insetos praga resistentes, devido principalmente à alta frequência de aplicações de doses incorretas em períodos de exposição inadequados e em ambientes não-herméticos (COELHO, 2000). Desta forma, a hermeticidade dos locais de expurgo pode ser considerada como principal fator para potencializar o efeito da aplicação de fosfina.

Estudos realizados por Wang et al. (2006) demonstram a importância da vedação e do monitoramento da concentração da fosfina durante a fumigação para assegurar a eficiência do expurgo.

Os insetos resistentes são selecionados devido ao elevado número de aplicações e também pela inadequada dosagem utilizada. É importante ressaltar que a seleção da resistência pode ser retardada, reduzindo-se o número de aplicações e também adequando a dosagem de acordo com o grau de resistência apresentado por cada população, ou seja, realizando um manejo adequado (FERRI et al., 2010).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização do material experimental

Foram utilizados grãos de arroz (*Oryza sativa* L.) em casca, limpos e secos 13% (base úmida) classe longo fino, do cultivar Puitá, produzidos em sistema de cultivo irrigado, safra 2010, na Região Sul do Rio Grande do Sul.

3.2 Caracterização do local

O experimento foi instalado na unidade de armazenamento de grãos e sementes da Integrada Cooperativa Agroindustrial, situado no município de Ibiporã, PR, local onde foram realizados os três expurgos durante o período de 180 dias. As análises de qualidade dos grãos foram no Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos, do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial da Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel" da Universidade Federal de Pelotas. As análises de qualidade biológica após os expurgos foram realizadas no Núcleo Tecnológico de Sementes e Grãos "Dr. Nilton Pereira da Costa" da Embrapa Soja, em Londrina-PR.

3.3 Expurgo

3.3.1 Fosfina

O gás registrado no Brasil para expurgo é a fosfina (PH_3), apresentado em forma de pastilhas fumigantes. Estas pastilhas com 3,0 g do produto comercial e 1,0 g de ingrediente ativo em contato com a umidade relativa do ambiente iniciam a reação que libera o gás que tem efeito biocida eliminando as pragas do ambiente de expurgo.

3.3.2 Câmaras de Expurgo

As câmaras para a realização dos expurgos foram confeccionadas em polietileno transparente, com espessura de 200 micras, impermeável ao gás fosfina, com 1,0 m³ de volume e sustentadas externamente por canos de PVC.



Figura 2. Câmara hermética de polietileno.

3.4 Armazenamento das amostras

Foram utilizadas amostras de 6,0 kg por repetição, embaladas em sacos de algodão, colocadas em prateleiras individuais na sala de armazenamento com medição da temperatura e umidade relativa do ar (Figura 3). Estas foram retiradas deste local e colocadas dentro das câmaras nos três momentos de expurgo.



Figura 3. Armazenamento das amostras.

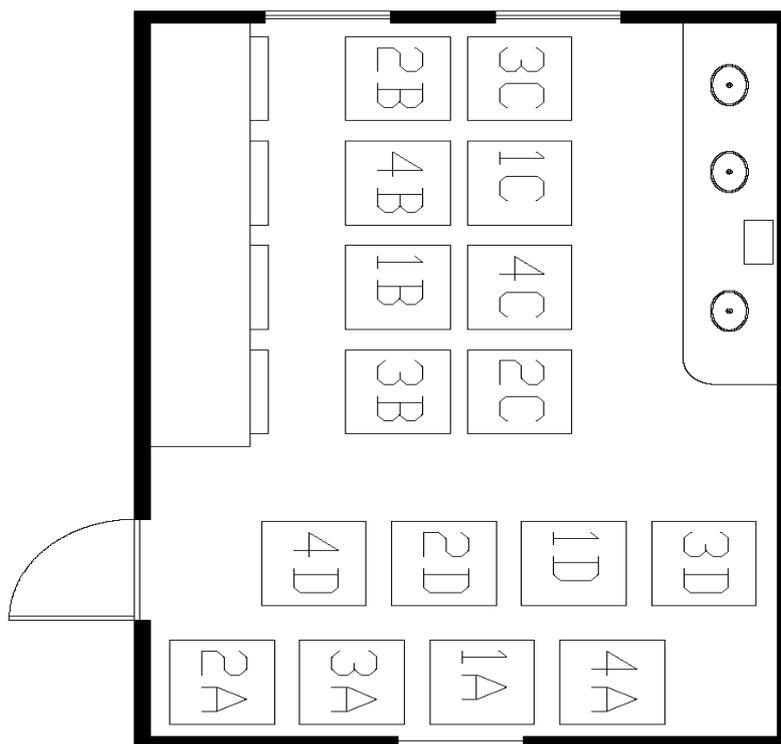


Figura 4. Croqui da disposição das câmaras para expurgo.

3.5 Variáveis Analisadas no Experimento

3.5.1 Concentração de Fosfina em Câmaras Herméticas

Os tratamentos consistiram em diferentes dosagens de fosfina: 1,0 g. m³, 2,0 g. m³ e 3,0 g. m³, e um tratamento controle sem aplicação de fosfina. O gás fosfina foi obtido de pastilhas fumegantes de 3,0 g cada da formulação comercial[®] Phostoxin (Fosfeto de alumínio). Os tratamentos com fosfina (expurgo) foram realizados logo após o beneficiamento dos grãos (pré-armazenamento), aos 90 e 180 dias de armazenamento, em câmaras herméticas de 1,0 m³ de capacidade, confeccionadas em polietileno impermeável ao gás.

Os grãos após homogeneizadas no lote, foram pesados (6,0 kg por repetição), embaladas em sacos de algodão, colocadas em prateleiras individuais na sala de armazenamento com medição da temperatura e umidade relativa do ar. Estes foram retiradas deste local e colocadas dentro das câmaras nos três momentos de expurgo.

Cada expurgo, realizado no pré-armazenamento, 90 e 180 dias, teve duração de 240 horas. Durante este período de expurgo, foi realizado o monitoramento da concentração de fosfina no interior de cada câmara (repetição). Para este monitoramento foi utilizado o medidor de gás fosfina (PH³) denominado Silo Chek (Figura 5), com uma leitura diária durante as 240 horas de cada expurgo dos grãos e das sementes.

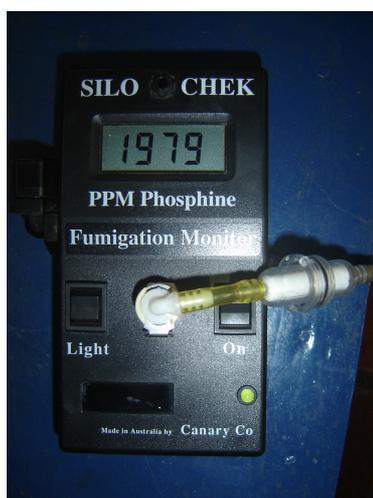


Figura 5. Aparelho usado para medir a concentração de fosfina.

3.5.2 Mortalidade de Insetos

Para verificar o efeito do gás fosfina sobre a principal praga de armazenamento de arroz, *Rhyzopertha dominica*, foram colocadas dentro de cada câmara de expurgo jarras de vidro com dez populações da praga, individualmente e com os grãos expurgados previamente para que não ocorresse contaminação cruzada. Cada jarra foi previamente preparada no Laboratório de Pós-colheita de Sementes e Grãos da Embrapa Soja, contendo ovos, larvas, pupas e adultos de *Rhyzopertha dominica*. Estas populações (Tabela 1) foram coletadas em armazéns de arroz da região Sul do país.

A mortalidade das populações de *Rhyzopertha dominica* foi avaliada um dia após a retirada das jarras da câmara pela contagem de adultos vivos e mortos. Estas jarras foram deixadas no Laboratório de Pós-colheita de Sementes e Grãos por mais 42 dias para avaliar uma possível segunda geração da praga.

Tabela 1. Município de procedência das populações da praga *Rhyzopertha dominica*, coletadas em unidades armazenadoras de arroz.

Codificação	Procedência	Ano de Coleta
BR66	Pelotas	2009
BR67	São Borja	2009
BR68	São Borja	2009
BR69	Itaqui	2009
BR70	Rosário do Sul	2009
BR71	Uruguaiana	2009
BR72	Itaqui	2010
BR73	Bagé	2010
BR74	Santa Vitória do Palmar	2010
BR75	Camaquã	2010

3.5.3 Qualidade Industrial de Grãos de Arroz

3.5.3.1 Umidade

O teor de umidade foi determinado através do uso de estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$, com circulação natural de ar, por 24 horas, de acordo com o método oficial de análises grãos preconizado pelo Ministério da Agricultura (BRASIL, 2009).

3.5.3.2 Massa Específica

Determinada utilizando-se balança de peso hectolitro Dalle Molle com capacidade de ¼ de litro, sendo necessária transformação para kg.m³ e balança eletrônica digital com precisão de 0,01g, realizado de acordo com a metodologia descrita por Regras de Análises de Sementes (BRASIL, 2009).

3.5.3.3 Peso de Mil Grãos

Determinado segundo a metodologia descrita por Regras de Análises de Sementes (BRASIL, 2009) através da contagem de 50 grãos em quadruplicata e calculado o peso de mil grãos.

3.5.3.4 Operação de Beneficiamento Industrial

As amostras de arroz em casca foram coletadas no pré-armazenamento, aos 90 e 180 dias de armazenamento, sendo submetidas ao processo de beneficiamento convencional (branco polido), em escala piloto, usando metodologia desenvolvida no próprio Laboratório de Grãos (ELIAS, 1998)

Antes do beneficiamento, todas as amostras foram submetidas às operações de limpeza e seleção em protótipos de máquinas de ar e peneiras planas e cilíndricas, onde foram retiradas as impurezas e os materiais estranhos que prejudicam o fluxo do produto no processo, danificando os equipamentos e reduzindo a qualidade do produto final.

3.5.3.4.1 Desempenho Industrial

Segundo a legislação brasileira, arroz beneficiado é o produto maduro que depois de submetido ao processo de beneficiamento encontra-se desprovido de sua casca (BRASIL, 2009).

Foram realizadas as operações de descascamento, polimento, separação de quebrados e separação de defeitos, conforme as Normas de Identidade, Qualidade, Embalagem e Apresentação do Arroz (BRASIL, 2009).

Para a avaliação do rendimento de grãos inteiros de cada saco de 6Kg foram coletados 100 gramas de amostra, em três repetições de cada tratamento.

A separação de defeitos dos grãos de arroz foi realizada de acordo com os termos, conceitos e caracterização constantes na Instrução Normativa 06/2009, do Ministério da Agricultura (BRASIL, 2009).

3.5.4 Avaliação Sensorial – Odor

O arroz em casca foi submetido ao tratamento com fosfina em ambiente hermeticamente fechado pelo período de 10 dias, conforme recomendações técnicas de aplicação do produto.

A análise sensorial do odor foi realizada no 4º e 5º dia após o período de exposição do arroz ao gás fosfina.

O método de análise utilizado foi o discriminativo Triangular, para determinar a existência de diferença entre as amostras. Foram utilizados 12 julgadores, que analisaram as amostras em triplicada, totalizando 36 determinações, em dois dias consecutivos, instruídos a marcar a amostra diferente conforme a ficha de avaliação em Anexo (GULARTE, 2009).

3.5.5 Atributos de Cocção

Essas características foram avaliadas de acordo com a metodologia proposta por Martinez e Cuevas (1989), com adaptações por Gularte (2002).

As amostras, cozidas simultaneamente em chapa de ferro aquecida por energia elétrica, em panelas apropriadamente desenvolvidas para o Laboratório. No experimento eram colocadas 30g de arroz, sendo adicionada água com temperatura a 95°C, medida com auxílio de proveta determinando-se as diferentes proporções de água.

Após a adição da água, as panelas foram tampadas, mantendo o controle da temperatura com termômetro. O tempo de cocção foi marcado por cronômetro digital quando a temperatura da água da panela atingisse 80°C, ficava cozinhando, sempre cuidando para que não ocorresse transbordamento.

Foram avaliadas as características de cocção das amostras de arroz pelos parâmetros, rendimento volumétrico e rendimento gravimétrico, em amostras de grãos inteiros sem defeitos, processados pelos sistemas convencional.

Para a avaliação do rendimento em volume e da absorção de água na cocção, que corresponde ao rendimento gravimétrico (em peso) foi utilizada a metodologia calibrada no Laboratório de Grãos da UFPel, a qual consiste na avaliação de volume dos grãos de arroz antes da cocção e após esta. O rendimento volumétrico é obtido através da divisão do volume final, sem compressão dos grãos cozidos, pelo volume inicial do arroz cru.

O rendimento gravimétrico de cocção, que corresponde à absorção de água pelos grãos durante o cozimento, foi calculado pela diferença percentual entre os pesos do arroz cozido e da amostra crua. Testes preliminares foram feitos para se determinar a proporção de água ideal para o produto em estudo, a qual foi determinada para o processo de industrialização convencional a proporção de 2:0.

O volume inicial do arroz cru e o volume final do arroz cozido foram determinados através de medição, com paquímetro, das dimensões da massa de grãos contida na panela, sendo aplicada a equação do volume do cilindro, $\pi.r^2.h$, onde π é uma constante matemática igual a 3,14; r o raio do recipiente (panela); e h a altura ocupada pelo arroz nesse recipiente antes (h_i) e após (h_f) o cozimento. Conforme o volume inicial (V_i) e o final (V_f) do arroz foram calculados o rendimento volumétrico, expresso em percentagem (%), de acordo com a Equação 1.

$RV = \left[\frac{V_f}{V_i} \right] \times 100$
<p>Legenda:</p> <p>RV (%) = Rendimento volumétrico;</p> <p>V_f (cm³) = Volume final (arroz cozido)</p> <p>V_i (cm³) = Volume inicial (arroz cru)</p>

Equação 1 – Rendimento volumétrico.

O rendimento gravimétrico (R_g) foi determinado pelo quociente entre o peso final P_f (arroz cozido) e o inicial P_i (arroz cru), conforme Equação 2.

$R_g = \left[\frac{P_f}{P_i} \right] \times 100$
<p>Legenda:</p> <p>R_g (%) = Rendimento Gravimétrico</p> <p>P_f (cm³) = Peso final (arroz cozido)</p> <p>P_i (cm³) = Peso inicial (arroz cru)</p>

Equação 2 – Rendimento gravimétrico.

3.5.6 Atributos Textuométricos

Utilizando o equipamento texturômetro modelo Texture Analyser TA.XTplus, Stable Micro Systems, foram obtidos os parâmetros de perfil textuométrico do arroz cozido. Por ensaios preliminares foram adaptadas as metodologias propostas por Champagne (1998) e Lyon (2000).

As amostras submetidas à determinação do perfil de textuométrico foram selecionadas pelo critério de melhor desempenho no rendimento volumétrico, no comportamento de cocção, independentemente da temperatura de cocção e da proporção de água a que foram submetidas.

O procedimento de avaliação dos parâmetros de cocção e perfil textuométrico, ocorreu subsequente. Depois de finalizada a metodologia aplicada na cocção, foram selecionadas para a análise de textura as amostras que demonstraram melhor desempenho no rendimento volumétrico de cocção.

Permitindo operar com o texturômetro já programado e calibrado, em testes preliminares, era aguardada a estabilização da temperatura das amostras, mantidas nos recipientes de cocção.

Utilizando Placa de Petri, de vidro, em formato cilíndrico, com 50 milímetros de diâmetro e 10 milímetros de altura, 10 gramas de amostras foram cuidadosamente acondicionadas à placa. Foi utilizada para a transferência das amostras, do recipiente de cocção para a placa, com instrumentação flexível e não contundente, no intuito de evitar deformações nos grãos.

Em movimentos leves e horizontais a amostra, na placa era nivelada permitindo que o probe utilizado na compressão das amostras, em formato cilíndrico, com 45 milímetros de diâmetro, tivesse a maior área de contato possível com a amostra, minimizando diferenças de alturas no contato com os grãos, quando arranjados de forma aleatória.

O texturômetro foi configurado para comprimir a 60% do tamanho original da amostra de 10 gramas, com velocidade de teste de 1mm.s^{-1} e tempo entre compressões de 3 segundos.

As propriedades avaliadas no perfil textuométrico, e suas unidades de medida, são definidas analogamente em relação a uma descrição sensorial como:

- Firmeza (g) – força máxima requerida para comprimir a amostra numa dada percentagem pré-estabelecida;

- Mastigabilidade (N.mm) – número de mastigações necessárias para tornar o alimento com consistência adequada para ser engolido;
- Gomosidade (N) – energia requerida para desintegrar um alimento semi-sólido para um estado pronto de ser engolido, sem mastigar;
- Elasticidade (mm) – grau como o alimento retoma a sua forma após uma compressão parcial da língua contra os dentes ou céu da boca;
- Adesividade (Nxs²) – força necessária para remover o alimento que adere na língua, dentes e mucosas.

3. 5.7 Qualidade Biológica e Sanidade dos Grãos

A qualidade biológica dos grãos foi avaliada pelos testes de germinação e vigor, enquanto a sanidade foi avaliada pela incidência fúngica.

3.5.7.1 Germinação

Para a realização do teste de germinação foram distribuídos, uniformemente, 50 grãos para cada amostra com quatro repetições, em substrato de papel de germinação “germitest”, previamente umedecidos com água destilada, na proporção de 2,5 vezes o peso do papel e enrolados. Os rolos foram colocados em germinador a $25 \pm 2^\circ\text{C}$. Foram efetuadas duas contagens, aos 5 e 8 dias, e a apresentação dos resultados foi feita pela média aritmética de quatro repetições, em números percentuais inteiros conforme as Regras para Análise de Sementes - RAS (BRASIL, 2009).

3.5.7.2 Comprimento de Plântulas, Hipocótilo e Radícula

Para a determinação do comprimento de plântulas, foram usadas cinco amostras de 20 grãos de cada repetição, distribuídas em rolos de papel umedecidos com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco e mantidos em germinador a 25°C , por cinco dias (NAKAGAWA, 1999). O comprimento de plântulas consideradas normais, comprimento de hipocótilo e de raiz primária foi determinado no quinto dia, com auxílio de régua milimetrada (BRASIL, 2009).

3.5.7.3 Incidência Fúngica

O teste de sanidade foi realizado através do método sobre papel filtro. Primeiramente os gerbox foram lavados com solução e hipoclorito de sódio (1%). Em seguida, foram dispostas duas folhas de papel filtro (esterilizado em estufa 160°C por 15 minutos) em cada gerbox, umedecidas com água destilada até a saturação, onde foram colocadas 20 grãos com repetições de 10 gerbox para cada amostra. As sementes foram incubadas à temperatura de 22 ± 2 °C, no regime de 12 horas de luz e 12 horas de escuro. Após sete dias cada semente foi examinada separadamente sob microscópio estereoscópico. A identificação foi feita com base na esporulação dos fungos.

3.6 Delineamento Experimental e Análise Estatística

O experimento foi instalado no modelo experimental de blocos ao acaso, com quatro tratamentos e quatro repetições e avaliado em três tempos de armazenamento.

Todos os resultados, com exceção da concentração de fosfina, incidência de fungos e mortalidade de insetos, que tiveram análise gráfica pelas médias, foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$), utilizando-se o software SASM-AGRI (CANTERI et al.,2001).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 2, 3 e 4 estão apresentados os resultados do monitoramento da concentração de fosfina nos diferentes tratamentos, durante os três expurgos realizados no pré-armazenamento, aos 90 e 180 dias de armazenamento, durante 240 horas de período de exposição, demonstraram a eficiência na manutenção da concentração de fosfina sempre acima do mínimo exigido para o controle eficaz das pragas de armazenamento do arroz.

Os gráficos dos monitoramentos estão apresentados nas Figuras 6, 7 e 8.

Tabela 2. Concentração de fosfina durante o primeiro expurgo em arroz, realizado com um dia de armazenamento.

Tratamentos	Dose	Concentração de Fosfina (PH ₃ em ppm)											
		3h	24h	48h	72h	96h	120h	144h	168h	192h	216h	240h	
Fosfina	3,0 g.m ⁻³	175	1168	1861	2000	2000	2000	1989	2000	1995	1968	1932	
Fosfina	2,0 g.m ⁻³	150	900	1376	1507	1504	1439	1368	1356	1338	1302	1254	
Fosfina	1,0 g.m ⁻³	88	610	803	788	773	749	716	694	690	675	646	
Controle	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

O gráfico do monitoramento da concentração de fosfina durante o primeiro expurgo encontra-se Figura 6 abaixo.

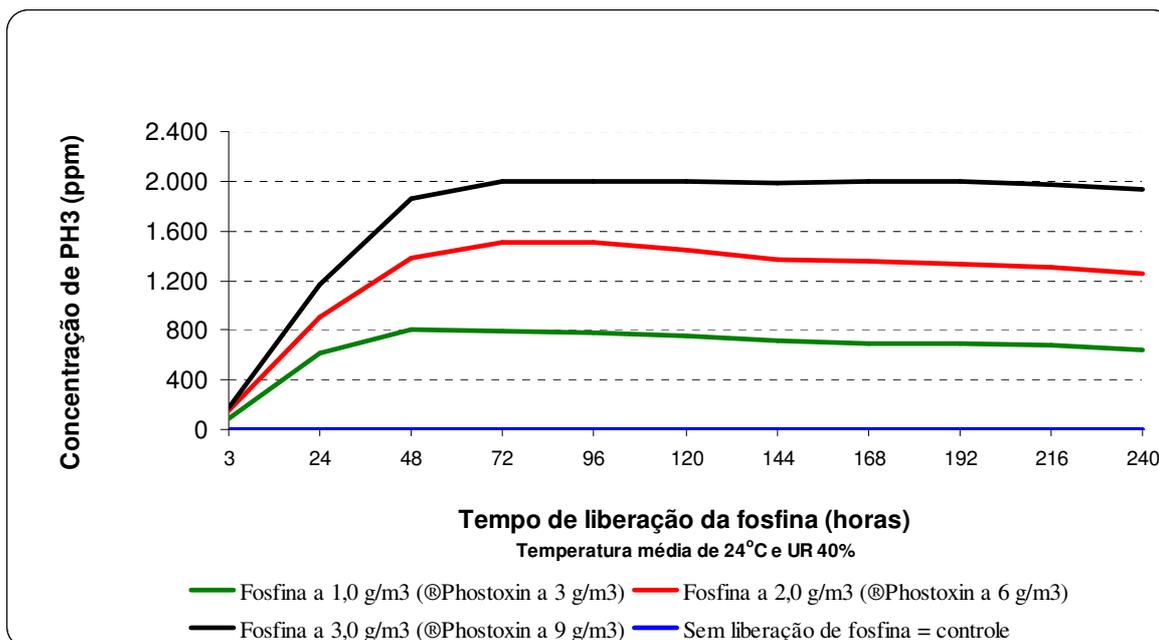


Figura 6. Concentração de fosfina no primeiro expurgo em arroz, realizado no primeiro dia de armazenamento.

Tabela 3. Concentração de fosfina durante o segundo expurgo em arroz, realizado com noventa dias de armazenamento.

Tratamentos	Dose	Concentração de Fosfina (PH ₃ em ppm)										
		3h	24h	48h	72h	96h	120h	144h	168h	192h	216h	240h
Fosfina	3,0 g.m ⁻³	251	1888	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	1977
Fosfina	2,0 g.m ⁻³	334	1468	1883	1800	1718	1673	1622	1536	1495	1430	1383
Fosfina	1,0 g.m ⁻³	176	882	946	905	871	857	833	796	784	760	732
Controle	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

O gráfico do monitoramento da concentração de fosfina durante o primeiro expurgo encontra-se Figura 7 abaixo.

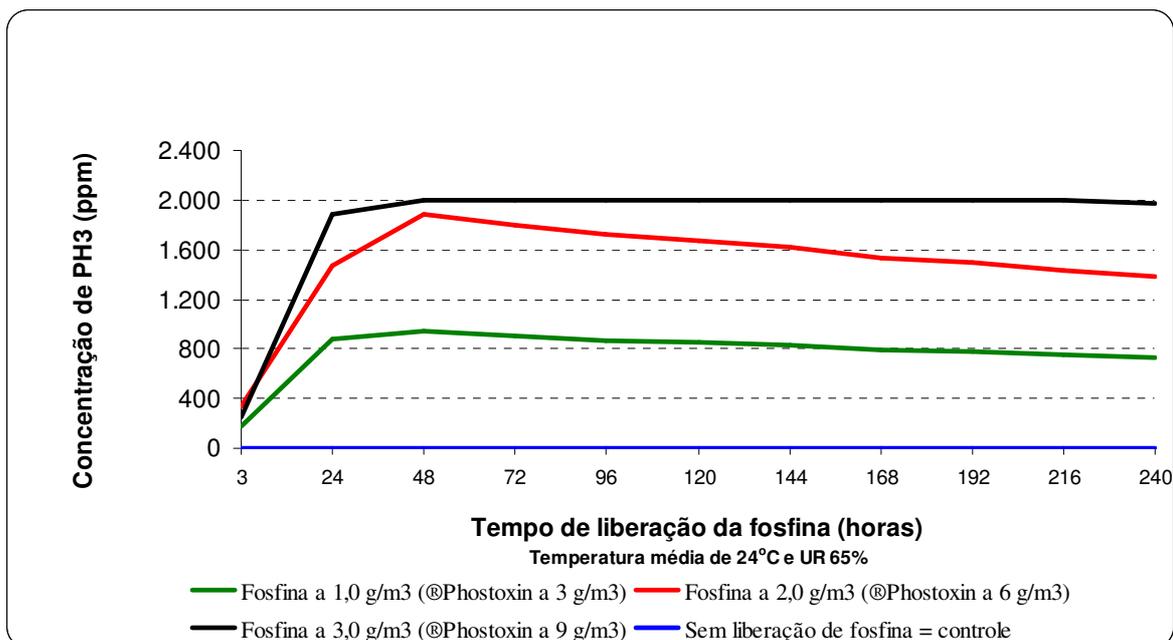


Figura 8. Concentração de fosfina no terceiro expurgo em arroz, realizado com cento e oitenta dias de armazenamento.

Os resultados demonstraram que ocorreu a liberação gradual e uniforme do gás fosfina ao longo do tempo, indicando que a reação de liberação do gás PH_3 , proveniente das pastilhas fumigantes ocorreu satisfatoriamente, atingindo concentrações elevadas até o final do experimento em todas as doses testadas.

Foi possível constatar a manutenção da concentração de fosfina, no período monitorado, em altas concentrações, garantido pela hermeticidade das câmaras (Figuras em Anexo). Este comportamento da distribuição do gás fosfina foi semelhante nos três expurgos realizados, mesmo com variação da temperatura e umidade relativa do ar, conforme gráficos em Anexo.

Estudos realizados por Wang et al. (2006) demonstram a importância da vedação e do monitoramento da concentração da fosfina durante a fumigação para assegurar a eficiência do expurgo.

Resultados semelhantes foram encontrados por Krzyzanowski et al. (2010) em monitoramento do expurgo em sementes de soja e por Bridi et al. (2010) em sementes de trigo, onde mesmo a dose mais baixa de fosfina, manteve a concentração superior aos 400 ppm por no mínimo 120 horas, (LORINI et al., 2011) que é a referência técnica de concentração mínima para a eliminação de todas as fases de vida dos insetos praga de grãos armazenados.

Rajedran (2002) relata que o declínio da concentração da fosfina é considerado um fator contribuinte para a falha da fumigação. A aplicação de uma concentração constante desde o início até o final garante o sucesso do tratamento.

Na avaliação de mortalidade das dez populações de *Rhyzopertha dominica* coletadas nas diferentes regiões orizícolas do Rio Grande do Sul, ocorreu a mortalidade de 100% dos indivíduos de todas as populações, nas fases de ovo, larva, pupa e adulto, independentemente da dose de fosfina as quais foram submetidas. A partir destes resultados é possível inferir que as populações do inseto testadas no experimento não possuíam níveis de resistência ao gás fosfina.

Em estudos realizados por Rajedran (2002), com aplicações de doses crescentes de fosfina, estas apresentaram maior eficiência para populações resistentes de *Rhyzopertha dominica* quando comparado com concentrações decrescentes ou concentrações constantes, em situações práticas, isto pode ser conseguido através de formulações de fosfina com liberação lenta.

De acordo com os resultados de Bell et al. (1977) em seus estudos, a fase adulta dos insetos é a mais suscetível aos inseticidas. Das 10 populações testadas em seus experimentos, 9 foram resistentes na fase de ovo, porém com alta taxa de mortalidade quando adulto.

A forte resistência de *Rhyzopertha dominica* relatada internacionalmente, requer um aumento na concentração de fosfina ou um aumento no período de exposição, ou ambos, para superar a resistência além de, melhorar a vedação para que a concentração aplicada seja mantida.

Pesquisas sobre resistência de pragas de grãos armazenados a inseticidas têm se tornado mais frequentes nos últimos anos no Brasil. Estudos dessa natureza são fundamentais para o estabelecimento de estratégias para o manejo dessas pragas, visando retardar a evolução da resistência aos inseticidas utilizados para seu controle (LORINI et al. 2007).

Na Tabela 5 são apresentados os teores de água dos grãos de arroz em casca, cv. Puitá, submetidos ao expurgo com diferentes concentrações de fosfina, durante 180 dias de armazenamento.

Tabela 5. Umidade (%) dos grãos de arroz em casca, cv. Puitá, submetidos ao expurgo com diferentes concentrações de fosfina, durante 180 dias de armazenamento.

Tratamentos	Dose	Período de Armazenamento					
		Pré-armazenamento		90 dias		180 dias	
		AE*	PE**	AE	PE	AE	PE
Fosfina	3,0 g.m ⁻³	13,1 a A	13,0 a A	12,7 a A	12,7 a A	13,2 a A	13,1 a A
Fosfina	2,0 g.m ⁻³	13,1 a A	13,2 a A	12,7 a A	12,8 a A	13,0 a A	13,1 a A
Fosfina	1,0 g.m ⁻³	13,5 a A	13,2 a A	12,6 a A	12,8 a A	13,0 a A	13,1 a A
Controle	–	13,1 a A	13,1 a A	12,7 a A	12,8 a A	13,1 a A	13,1 a A
C.V (%)		3,90	2,33	0,70	0,74	0,62	0,61

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna, e letras maiúsculas iguais na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V. Coeficiente de Variação

* Antes do Expurgo **Pós-Expurgo

Conforme pode ser observado (Tabela 5), nota-se que de um modo geral, não houve diferenças significativas de teores de água entre os tratamentos com diferentes concentrações de fosfina nos três períodos de armazenamento avaliados.

O teor de água dos grãos durante o período de armazenamento tendem ao equilíbrio higroscópico, que varia, principalmente em função da temperatura e umidade relativa do ar. Os grãos, quando em contato com o ar ambiente onde a umidade relativa oscila, irão absorver ou ceder água, quando a umidade relativa for aumentada ou diminuída. No ponto de equilíbrio higroscópico a pressão de vapor do ar se iguala à pressão de vapor do grão.

Grãos de arroz, mesmo não tendo boa condutibilidade térmica, mas por serem organismos vivos, com estruturas intra e intergranular porosa e composição química que lhes confere higroscopicidade, estão em constantes trocas de calor e de umidade com o ar ambiente, assim, pelo sistema convencional de armazenamento, esses grãos são expostos aos efeitos das variações das características psicrométricas do ar ambiente (ELIAS, 2010).

Nas Tabela 6 e 7 são apresentados os valores do peso volumétrico e peso de mil grãos de arroz, cv. Puitá, submetidos ao tratamento com diferentes concentrações de fosfina, durante 180 dias de armazenamento.

Tabela 6. Peso volumétrico (kg.m^{-3}) dos grãos de arroz em casca, cv. Puitá, submetidos ao expurgo com diferentes concentrações de fosfina, durante 180 dias de armazenamento.

Tratamentos	Dose	Período de Armazenamento		
		Pré-armazenamento	90 dias	180 dias
Fosfina	3,0 g.m^{-3}	601,87 a A	592,93 ab B	592,22 a A
Fosfina	2,0 g.m^{-3}	600,00 a A	593,51 ab B	594,66 a AB
Fosfina	1,0 g.m^{-3}	598,92 a A	593,74 a A	594,37 a A
Controle	–	603,46 a A	591,03 b B	587,41 a B
C.V (%)		0,41	0,20	0,72

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna, e letras maiúsculas iguais na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V. Coeficiente de Variação

Os dados apresentados na Tabela 6 nos permite inferir que o tratamento dos grãos com diferentes concentrações de fosfina não interferiu no peso volumétrico dos grãos de arroz armazenados pelo período de 180 dias e permitiu uma maior conservabilidade dos grãos em relação ao tratamento controle.

A partir dos 90 dias de armazenamento ocorreu uma diminuição do peso volumétrico dos grãos, porém este comportamento não pode ser atribuído ao tratamento com fosfina e sim ao metabolismo dos grãos, aumentando o desgaste de reservas e conseqüentemente reduzindo o peso volumétrico.

Tabela 7. Peso de mil grãos (g) dos grãos de arroz em casca, cv. Puitá, submetidos ao expurgo com diferentes concentrações de fosfina, durante 180 dias de armazenamento.

Tratamentos	Dose	Período de Armazenamento		
		Pré-armazenamento	90 dias	180 dias
Fosfina	3,0 g.m ⁻³	25,42 a A	25,76 a A	25,61 a A
Fosfina	2,0 g.m ⁻³	25,34 a A	25,45 ab A	25,36 ab A
Fosfina	1,0 g.m ⁻³	25,36 a A	25,24 b A	25,32 ab A
Controle	–	25,37 a A	25,08 b B	25,12 b B
C.V (%)		1,05	2,05	2,04

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna, e letras maiúsculas iguais na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V. Coeficiente de Variação

Conforme pode ser observado nos dados apresentados na Tabela 7, houve diferença no peso de mil grãos entre as concentrações de fosfina em relação a testemunha aos 90 e 180 dias de armazenamento.

Perdas de peso podem ocorrer durante o armazenamento e são relatadas na literatura especializada (BARBOSA et al., 2005; RUPOLLO et al., 2006; SIMIONI et al., 2007; ELIAS et al., 2008). Neste estudo, a perda de peso no tratamento controle além do metabolismo dos próprios grãos se deve principalmente ao ataque de insetos-praga.

Nas Tabelas 8, 9 e 10 são apresentados, respectivamente, os percentuais do total de grãos inteiros, grãos com defeitos metabólicos e com defeitos não metabólicos, em arroz do cv. Puitá, submetidos ao expurgo com diferentes concentrações de fosfina, durante 180 dias de armazenamento.

Tabela 8. Rendimento de grãos inteiros (%) em arroz, cv. Puitá, submetidos ao expurgo com diferentes concentrações de fosfina, durante 180 dias de armazenamento.

Tratamentos	Dose	Período de Armazenamento		
		Pré-armazenamento	90 dias	180 dias
Fosfina	3,0 g.m ⁻³	61,55 a A	60,02 a A	60,28 a A
Fosfina	2,0 g.m ⁻³	60,82 ab A	59,94 a A	59,96 a A
Fosfina	1,0 g.m ⁻³	58,88 b A	59,76 a A	60,03 a A
Controle	–	62,17 a A	59,62 a A	59,46 a A
C.V (%)		1,75	1,16	1,02

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna, e letras maiúsculas iguais na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V. Coeficiente de Variação

Conforme valores expressos na Tabela 8, não houve diferença estatística entre as doses de fosfina e o tratamento controle em todos o períodos de armazenamento avaliados.

Com o objetivo de facilitar e regulamentar o sistema de comercialização de arroz, bem como de proteger o consumidor o Ministério da Agricultura estabeleceu normas de identidade, qualidade, embalagem e apresentação do arroz. Esses padrões proporcionam um sistema de comercialização por classes e tipos e levam em consideração os fatores de qualidade associados à limpeza, uniformidade, condições sanitárias e pureza do produto (MAPA, 2010).

O rendimento de grãos inteiros, quebrados e com defeitos são os principais parâmetros considerados na avaliação comercial do arroz para a determinação da qualidade e do preço do produto (CANPELLE et al., 1992).

Em razão da suscetibilidade a quebras, o arroz em casca exige cuidados especiais em relação aos métodos e às condições de seu manejo, sendo seu valor comercial variável principalmente em função do rendimento de grãos inteiros e dos defeitos de classificação.

A quebra dos grãos ocorre, principalmente, durante as operações de descascamento e de brunimento, sendo que a maioria dos grãos quebrados durante o beneficiamento já apresenta fissuras anteriores ao processo, decorrentes de

alterações climáticas e ocorrências fitossanitárias na pré-colheita e de efeitos operacionais da colheita e da secagem principalmente (ELIAS, 2011).

Segundo Dias (1993), o percentual de grãos quebrados também é afetado pela umidade que os grãos apresentam quando submetidos ao beneficiamento. Grãos com umidade acima de 15% têm o beneficiamento dificultado, ocorrendo um aumento na quebra dos grãos na passagem pelo descascador.

Tabela 9. Defeitos metabólicos (%) em arroz, cv. Puitá, submetidos ao expurgo com diferentes concentrações de fosfina, durante 180 dias de armazenamento.

Tratamentos	Dose	Período de Armazenamento		
		Pré-armazenamento	90 dias	180 dias
Fosfina	3,0 g.m ⁻³	0,39 a A	0,38 a A	0,42 b A
Fosfina	2,0 g.m ⁻³	0,39 a B	0,43 a AB	0,51 ab A
Fosfina	1,0 g.m ⁻³	0,36 a B	0,42 a AB	0,47 ab A
Controle	–	0,42 a A	0,45 a A	0,53 a A
C.V (%)		12,23	8,82	9,82

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna, e letras maiúsculas iguais na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V. Coeficiente de Variação

Pode ser observado na Tabela 9 que os defeitos metabólicos não apresentaram diferença estatística entre as doses de fosfina e o tratamento controle até os 90 dias de armazenamento, entretanto aos 180 dias de armazenamento nota-se um aumento da quantidade de defeitos, comprovando que esses podem aumentar durante o armazenamento.

São denominados defeitos metabólicos os grãos manchados, picados, amarelos, pretos e ardidos. Os metabólicos estão associados com os riscos de desenvolvimento de substâncias prejudiciais à saúde do consumidor, principalmente as toxinas produzidas por fungos, algumas delas cancerígenas e/ou produtoras de outros males não menos importantes. Por esses fatos, o armazenamento é uma etapa da cadeia produtiva de tanta importância e que, lamentavelmente, ainda apresenta muitas deficiências no país como um todo. No setor arroseiro há bons exemplos de instalações bem planejadas, bem dimensionadas e bem manejadas, mas há muitas com grandes deficiências (ELIAS et al., 2010).

Tabela 10. Defeitos não metabólicos (%) em arroz, cv. Puitá, submetidos ao expurgo com diferentes concentrações de fosfina, durante 180 dias de armazenamento.

Tratamentos	Dose	Período de Armazenamento		
		Pré-armazenamento	90 dias	180 dias
Fosfina	3,0 g.m ⁻³	0,06 a A	0,05 a A	0,08 a A
Fosfina	2,0 g.m ⁻³	0,06 a A	0,07 a A	0,07 a A
Fosfina	1,0 g.m ⁻³	0,05 a A	0,06 a A	0,07 a A
Controle	–	0,07 a A	0,05 a A	0,06 a A
C.V (%)		21,03	24,12	10,16

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna, e letras maiúsculas iguais na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V. Coeficiente de Variação

Observa-se nos dados da Tabela 10 que os defeitos não metabólicos não apresentaram diferença estatística entre as diferentes doses de fosfina aos quais os grãos foram submetidos e no decorrer do armazenamento.

Esses defeitos são decorrentes das características varietal, de clima e do manejo utilizado na lavoura, de acordo com estudos realizados por Elias (2010).

A avaliação sensorial foi realizada através do Teste Triangular, este teste analisa diferenças significativas entre duas amostras que sofreram tratamentos diferentes, neste caso grãos de arroz em casca submetidos ao expurgo com fosfina na dose de 3 g.m⁻³ e grãos sem serem tratados.

A análise dos resultados foi realizada pelo número de respostas corretas nos dois dias de avaliação, 4º e 5º dias após expurgo dos grãos. Foram 12 julgadores e 8 acertos, representando 66% de acertos nos dois momentos de avaliação. De acordo com a Tabela de Significância do Teste Triangular (Anexos) e os resultados não houve diferença entre a amostra de arroz submetida ao expurgo com fosfina e o tratamento controle.

Portanto, pode-se inferir que a aplicação de fosfina para o controle de pragas de grãos armazenados quando respeitadas as recomendações de aplicação não alteram o odor do arroz em casca.

O uso combinado de análise descritiva de preferência e padrões sensoriais podem proporcionar uma avaliação precisa e identificar características de qualidade desejadas pelos diferentes mercados. Indicadores descritivos também podem ser correlacionados a concentrações de compostos voláteis usando vários métodos estatísticos para determinar quais compostos são os responsáveis pelo aroma percebido e sabor ou servir como marcadores para esses atributos (CHAMPAGNE, 2011).

Nas Tabelas 11 e 12 são apresentados, respectivamente, os percentuais de rendimento gravimétrico e volumétrico do arroz cv. Puitá, submetidos ao expurgo com diferentes concentrações de fosfina, durante 180 dias de armazenamento.

Em análises realizadas previamente o melhor rendimento gravimétrico e volumétrico em índice foi na proporção 2,0 e o tempo de cocção de 17 minutos, portando, valores adotados para a realização das avaliações desses parâmetros.

Tabela 11. Rendimento gravimétrico (%) de arroz cozido, cv. Puitá, submetido ao tratamento com diferentes concentrações de fosfina, durante 180 dias de armazenamento.

Tratamentos	Dose	Período de Armazenamento		
		Pré-armazenamento	90 dias	180 dias
Fosfina	3,0 g.m ⁻³	292,51 a A	286,30 a AB	280,60 a B
Fosfina	2,0 g.m ⁻³	287,77 a A	285,12 a AB	281,87 a B
Fosfina	1,0 g.m ⁻³	294,75 a A	283,09 a AB	281,51 a B
Controle	–	287,65 a A	280,88 a AB	279,85 a B
C.V (%)		1,93	1,23	2,86

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna, e letras maiúsculas iguais na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V. Coeficiente de Variação

Tabela 12. Rendimento volumétrico (%) de arroz cozido, cv. Puitá, submetido ao expurgo com diferentes concentrações de fosfina, durante 180 dias de armazenamento.

Tratamentos	Dose	Período de Armazenamento		
		Pré-armazenamento	90 dias	180 dias
Fosfina	3,0 g.m ⁻³	296,93 a A	279,55 a B	279,44 a B
Fosfina	2,0 g.m ⁻³	296,20 a A	276,06 a AB	269,13 ab B
Fosfina	1,0 g.m ⁻³	297,37 a A	279,84 a AB	271,37 ab B
Controle	–	290,55 a A	271,55 a AB	265,28 b B
C.V (%)		2,00	2,37	1,78

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna, e letras maiúsculas iguais na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V. Coeficiente de Variação

Observando os valores das Tabelas 11 e 12 pode-se verificar que os grãos submetidos ao expurgo com diferentes doses de fosfina não diferiram estatisticamente do tratamento controle para o rendimento gravimétrico e volumétrico, portanto o tratamento com diferentes doses de fosfina não interfere nestes parâmetros analisados. Entretanto, o período de armazenamento afetou significativamente o rendimento gravimétrico nos quatro tratamentos nos três tempos de armazenamento avaliados. Os resultados obtidos estão de acordo com os relatados por Gularte (2005), Morás (2005) e Schiavon (2010).

Do ponto de vista do consumidor brasileiro, além da aparência do produto cru, a preferência é por um arroz com qualidade de cocção que proporcione bom rendimento de panela, cozinhe rápido, apresente grãos secos e soltos após o cozimento e permaneça macio mesmo após o resfriamento.

Os fatores que controlam o comportamento culinário do arroz são ligados às propriedades do amido, como o seu conteúdo de amilose e a sua temperatura de gelatinização. Contudo, deve ser ressaltado que, durante o período de armazenamento, ocorre uma série de alterações no produto, normalmente referida como maturação pós colheita, que contribuem para melhorar muito o comportamento culinário do arroz (CASTRO, 1999).

O teste de cocção em arroz é um dos parâmetros de qualidade muito utilizado por programas de melhoramento genético e indústrias de beneficiamento como forma de avaliar o comportamento culinário das cultivares lançadas e/ou novas linhagens em estudo. Consiste em simular o cozimento caseiro e determinar

por meio de análise sensorial a textura, a pegajosidade e o rendimento dos grãos (BASSINELLO et al., 2004).

Nas Tabelas 13, 14, 15, 16 e 17 são apresentados os parâmetros de perfil textuométrico do arroz cozido, branco polido, cv. Puitá, submetidos ao expurgo com diferentes concentrações de fosfina, durante 180 dias de armazenamento.

Tabela 13. Firmeza (N) dos grãos de arroz cozidos e beneficiados pelo processo industrial branco polido, submetidos ao tratamento com diferentes concentrações de fosfina, durante 180 dias de armazenamento.

Tratamentos	Dose	Parâmetro/Período de Armazenamento		
		Firmeza (N)		
		Pré-armazenamento	90 dias	180 dias
Fosfina	3,0 g.m ⁻³	19,70 a B	28,27 a A	27,95 a A
Fosfina	2,0 g.m ⁻³	19,21 a B	27,88 a A	27,09 a A
Fosfina	1,0 g.m ⁻³	18,92 a B	26,80 a A	28,26 a A
Controle	–	18,75 a B	29,57 a A	27,61 a A
C.V (%)		7,42	13,23	8,19

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna, e letras maiúsculas iguais na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V. Coeficiente de Variação

Tabela 14. Adesividade (N.s-1) dos grãos de arroz cozidos e beneficiados pelo processo industrial branco polido, submetidos ao tratamento com diferentes concentrações de fosfina, durante 180 dias de armazenamento.

Tratamentos	Dose	Parâmetro/Período de Armazenamento		
		Adesividade (N.s ⁻¹)		
		Pré-armazenamento	90 dias	180 dias
Fosfina	3,0 g.m ⁻³	-15,01 a B	-15,49 a B	-10,32 a B
Fosfina	2,0 g.m ⁻³	-13,93 a A	-13,19 a A	-10,83 a A
Fosfina	1,0 g.m ⁻³	-14,08 a B	-14,23 a B	-8,44 a A
Controle	–	-15,19 a C	-14,18 a B	-9,44 a A
C.V (%)		15,61	12,74	29,58

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna, e letras maiúsculas iguais na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V. Coeficiente de Variação

Tabela 15. Gomosidade (N) dos grãos de arroz cozidos e beneficiados pelo processo industrial branco polido, submetidos ao tratamento com diferentes concentrações de fosfina, durante 180 dias de armazenamento.

Tratamentos	Dose	Parâmetro/Período de Armazenamento		
		Gomosidade (N)		
		Pré-armazenamento	90 dias	180 dias
Fosfina	3,0 g.m ⁻³	8,65 a B	13,66 a A	14,77 a A
Fosfina	2,0 g.m ⁻³	8,39 a B	13,46 a A	14,28 a A
Fosfina	1,0 g.m ⁻³	8,48 a C	12,32 a B	15,00 a A
Controle	–	8,87 a B	13,13 a A	14,05 a A
C.V (%)		10,69	15,81	10,93

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna, e letras maiúsculas iguais na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V. Coeficiente de Variação

Tabela 16. Mastigabilidade (N.mm) dos grãos de arroz cozidos e beneficiados pelo processo industrial branco polido, submetidos ao tratamento com diferentes concentrações de fosfina, durante 180 dias de armazenamento.

Tratamentos	Dose	Parâmetro/Período de Armazenamento		
		Mastigabilidade (N.mm)		
		Pré-armazenamento	90 dias	180 dias
Fosfina	3,0 g.m ⁻³	4,26 a B	6,10 a A	7,75 a A
Fosfina	2,0 g.m ⁻³	4,05 a B	5,27 a AB	6,99 a A
Fosfina	1,0 g.m ⁻³	4,41 a C	5,29 a B	8,04 a A
Controle	–	4,90 a B	6,04 a A	7,97 a A
C.V (%)		13,79	17,55	19,19

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna, e letras maiúsculas iguais na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V. Coeficiente de Variação

Tabela 17. Elasticidade (mm) dos grãos de arroz cozidos e beneficiados pelo processo industrial branco polido, submetidos ao tratamento com diferentes concentrações de fosfina, durante 180 dias de armazenamento.

Tratamentos	Dose	Parâmetro/Período de Armazenamento		
		Elasticidade (mm)		
		Pré-armazenamento	90 dias	180 dias
Fosfina	3,0 g.m ⁻³	0,45 a A	0,47 a A	0,47 a A
Fosfina	2,0 g.m ⁻³	0,44 a B	0,44 a B	0,49 a A
Fosfina	1,0 g.m ⁻³	0,41 a B	0,47 a A	0,48 a A
Controle	–	0,46 a A	0,48 a A	0,49 a A
C.V (%)		4,61	6,08	7,33

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna, e letras maiúsculas iguais na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V. Coeficiente de Variação

Verifica-se nas Tabelas 13, 14, 15, 16 e 17 que não houve diferenças entre as doses de fosfina e o tratamento controle em todos os parâmetros textuométricos analisados. Entretanto, o tempo de armazenamento altera os parâmetros de firmeza, adesividade, gomosidade, mastigabilidade e elasticidade.

De acordo com os dados apresentados, é possível verificar que a firmeza (Tabela 13), adesividade (Tabela 14), gomosidade (Tabela 15) e mastigabilidade (Tabela 16) foram afetadas pelo tempo de armazenamento, enquanto a elasticidade (Tabela 17) se mantém durante todo período de armazenamento. Os resultados avaliados estão de acordo com os relatados por Bello et al. (2006). ROY *et al.* (2010) ao estudar propriedades textuométricas de grãos de arroz cozidos verificaram que adesividade é dependente da quantidade de água absorvida no momento da cocção e o atributo firmeza do arroz cozido poderá sofrer alteração se a quantidade de água adicionada no momento da cocção for maior ou menor do que o ideal.

Os valores encontrados na investigação do perfil textuométrico do arroz cozido são compatíveis com os relatados por Zhang, et al., (2009) o qual investigou os efeitos das fissuras no arroz sobre as qualidades de textura e sabor, utilizando metodologia de cocção e preparo das amostras para avaliação de textura similares às aplicadas neste estudo.

Nas Tabelas 18,19, 20 e 21 são apresentados, respectivamente, os parâmetros de qualidade biológica do arroz, cv. Puitá, submetidos ao expurgo com diferentes concentrações de fosfina, durante 180 dias de armazenamento.

Tabela 18. Valores médios expressos em porcentagem de germinação do arroz, cv. Puitá, submetidas ao expurgo com diferentes concentrações de fosfina, durante 180 dias de armazenamento.

Tratamentos	Dose	Período de Armazenamento		
		Pré-armazenamento	90 dias	180 dias
Fosfina	3,0 g.m ⁻³	88,50 a A	82,50 a B	82,75 a B
Fosfina	2,0 g.m ⁻³	88,75 a A	86,00 a AB	81,00 a B
Fosfina	1,0 g.m ⁻³	88,50 a A	86,25 a AB	84,50 a B
Controle	–	87,00 a A	82,75 a B	86,75 a A
C.V (%)		1,00	2,00	1,86

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna, e letras maiúsculas iguais na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V. Coeficiente de Variação

Os resultados obtidos com relação à germinação do arroz (Tabela 18) indicaram que não ocorreram diferenças entre os tratamentos. Não observaram-se diferenças de germinação quanto as concentrações de fosfina as quais as os grãos foram submetidos.

Observou-se redução da porcentagem de germinação conforme foi aumentando o período de armazenamento, porém esta redução não pode ser atribuída ao efeito da fosfina, que quando comparado ao tratamento controle não apresenta diferença estatística.

Importante ressaltar que a germinação é um processo fundamental para garantir um bom estante final de plantas.

A fosfina, mesmo em aplicações com dosagens elevadas no armazenamento, não apresentou ação fitotóxica aos grãos de arroz e o poder germinativo não foi alterado, semelhante aos resultados de Júnior e Usberti (2007) em sementes de trigo.

Sementes de alta qualidade fisiológica permitem uma rápida emergência e estabelecimento das plantas, aspectos que facilitam o manejo da cultura e proporcionam menores riscos ao ambiente e capital investido (HÖFS et al., 2004).

Tabela 19. Valores médios expressos em centímetro do comprimento de plântulas de arroz, cv. Puitá, submetidas ao expurgo com diferentes concentrações de fosfina, durante 180 dias de armazenamento.

Tratamentos	Dose	Período de Armazenamento		
		Pré-armazenamento	90 dias	180 dias
Fosfina	3,0 g.m ⁻³	8,85 a A	8,06 a A	6,00 a B
Fosfina	2,0 g.m ⁻³	7,54 b A	5,90 b B	4,96 b B
Fosfina	1,0 g.m ⁻³	7,16 b A	5,70 b B	4,93 b C
Controle	–	9,68 a A	7,76 a B	5,96 a C
C.V (%)		5,18	2,87	6,01

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna, e letras maiúsculas iguais na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V. Coeficiente de Variação

Quanto ao comprimento de plântulas (Tabela 19), foram observadas reduções, independentemente dos grãos terem sido submetidos as diferentes doses de fosfina ou não, durante o período de armazenamento. Porém, estas reduções foram mais evidenciadas nos tratamentos com fosfina de 1,0g .m⁻³ e 2,0 g.m⁻³.

Tabela 20. Valores médios expressos em centímetro do comprimento de hipocótilo de plântulas de arroz, cv. Puitá, submetidas ao expurgo com diferentes concentrações de fosfina, durante 180 dias de armazenamento.

Tratamentos	Dose	Período de Armazenamento		
		Pré-armazenamento	90 dias	180 dias
Fosfina	3,0 g.m ⁻³	2,47 a A	1,80 a B	2,00 a B
Fosfina	2,0 g.m ⁻³	2,01 b A	1,40 b B	1,56 b B
Fosfina	1,0 g.m ⁻³	2,02 b A	1,30 b B	1,37 b B
Controle	–	2,65 a A	1,83 a B	1,93 a B
C.V (%)		3,66	3,65	7,07

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna, e letras maiúsculas iguais na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V. Coeficiente de Variação

O comprimento do hipocótilo apresentou diferenças significativas dos tratamentos em relação à testemunha, exceto de fosfina a 3,0 g.m⁻³, no pré-armazenamento (Tabela 20). Esta diferença manteve-se praticamente durante todo o período de armazenamento, sendo que aos 90 e 180 dias fosfina 1,0 g.m⁻³ e 2,0

g.m^{-3} teve comprimento de hipocótilo estatisticamente inferior aos demais tratamentos.

Tabela 21. Valores médios expressos em centímetro do comprimento de radícula de plântulas de arroz, cv. Puitá, submetidas ao expurgo com diferentes concentrações de fosfina, durante 180 dias de armazenamento.

Tratamentos	Dose	Período de Armazenamento		
		Pré-armazenamento	90 dias	180 dias
Fosfina	$3,0 \text{ g.m}^{-3}$	6,38 ab A	6,23 a A	3,97 a B
Fosfina	$2,0 \text{ g.m}^{-3}$	5,32 bc A	4,80 b AB	3,53 a B
Fosfina	$1,0 \text{ g.m}^{-3}$	4,70 c A	4,36 b A	3,50 a B
Controle	–	7,03 a A	6,03 a B	3,73 a B
C.V (%)		8,27	4,56	8,43

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna, e letras maiúsculas iguais na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C.V. Coeficiente de Variação

O comprimento da radícula foi afetado negativamente pelos tratamentos com fosfina a $1,0$ e $2,0 \text{ g.m}^{-3}$ no pré-armazenamento e aos 90 dias, diferindo estatisticamente de fosfina a $3,0 \text{ g.m}^{-3}$ do controle (Tabela 21). Já aos 180 dias todos os tratamentos foram semelhantes estatisticamente entre si.

Na Tabela 22 são apresentados os dados de incidência fúngica do arroz, cv. Puitá, submetidos ao expurgo com diferentes concentrações de fosfina durante o armazenamento.

Tabela 22. Incidência fúngica dos grãos de arroz submetidas ao expurgo com fosfina durante armazenamento.

Tratamentos	Dose	Tempo de Armazenamento							
		Pré-Armazenamento			90 dias			180 dias	
		<i>Fusarium sp.</i>	<i>Alternaria sp.</i>	<i>Trichoderma sp.</i>	<i>Fusarium sp.</i>	<i>Alternaria sp.</i>	<i>Helminthosporium sp.</i>	<i>Fusarium sp.</i>	<i>Helminthosporium sp.</i>
Fosfina	3,0 g.m ⁻³		x		x	x	x	x	
Fosfina	2,0 g.m ⁻³				x		x		x
Fosfina	1,0 g.m ⁻³	x	x	x	x		x		x
Controle	-		x	x	x		x		x

Na caracterização inicial (antes de serem expostas aos tratamentos), as sementes possuíam baixo percentual de contaminação. Foram detectados os seguintes fungos associados: *Alternaria* spp., *Trichoderma* spp. e *Fusarium* spp. Neste período os grãos não haviam sido tratados nem armazenados.

A contaminação do arroz por fungos foi baixa, e a concentração de fosfina aplicada não teve interferência na presença de fungos durante o armazenamento (Tabela 2).

Após cento e oitenta dias de armazenamento e submetidas a três expurgos foi detectada ainda a presença de *Fusarium* spp. No tratamento com fosfina a $1,0 \text{ g.m}^{-3}$. *Helminthosporium* spp. ocorreu em todos os tratamentos independentemente da dose, inclusive no tratamento controle – sem aplicação de fosfina (Tabela 20) É relevante destacar a incidência de *Fusarium* spp. em todos os tratamentos aos 90 dias de armazenamento.

De acordo com Schuch et al. (2006) fungos de campo perdem a viabilidade ao longo do período de armazenamento, uns de forma mais acentuada que outros. Em relação aos fungos de armazenamento, não houve proliferação, isto pode ser explicado pelo fato de não ter contaminação inicial dos lotes.

As sementes constituem-se em eficientes meios de disseminação e transmissão de patógenos e frequentemente, introduzem novos patógenos em áreas isentas. O inóculo inicial da epidemia pode depender da transmissão do patógeno pela semente e a presença do mesmo pode também reduzir a qualidade fisiológica das sementes. A interação entre os testes de qualidade fisiológica e de sanidade de sementes, portanto é de fundamental importância (NEEGAARD, 1979; MENTEN, 1995).

Os maiores efeitos do desenvolvimento fúngico em grãos e sementes armazenados são perda do poder germinativo, perda de matéria seca, produção de micotoxinas e alteração do valor nutricional (SCUSSEL, 1998).

A eliminação ou redução do inóculo em sementes pode ser eficientemente alcançada pelo manejo e tratamento das mesmas por métodos biológicos, físicos ou químicos, sendo o último a forma mais freqüente de controlar doenças de campo (MACHADO, 2000).

A composição química e o modo de cultivo do arroz o tornam suscetível à contaminação fúngica e, conseqüentemente, por micotoxinas. A presença de fungos

toxigênicos não confirma a presença de micotoxinas, mas sim a possibilidade de contaminação. Por outro lado, a ausência destes fungos não garante que a semente esteja livre destes compostos, pois estas toxinas persistem por um longo tempo, após o fungo ter perdido sua viabilidade (YOSHISAWA, 2001).

5. CONCLUSÕES

5.1 O expurgo dos grãos com diferentes concentrações de fosfina não teve efeitos sobre os parâmetros físicos, de desempenho industrial, sensoriais, de cocção e textuométricos dos grãos de arroz;

5.2 O monitoramento da concentração do gás fosfina demonstra a hermeticidade das câmaras através da manutenção do gás;

5.3 Todas as doses de fosfina aplicadas em intervalos trimestrais e pelo período de exposição de 240 horas são eficientes, controlando 100% da praga *Rhyzopertha dominica*;

5.4 Os resultados obtidos permitem inferir que o expurgo com fosfina, nas doses avaliadas, podem ser utilizadas sem prejuízo para as qualidades biológicas e sanitárias do arroz;

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXOPOULOS, C. J.; MIMS, C. W.; BLACKWELL, M. **Introductory Micology**. 4 ed. New York: John Wiley&Sons, 1979. 487p.

ALMEIDA, A.A.; POY, L.D.A. **Reprodução de *Rhyzopertha dominica* (F., 1792) (Coleoptera, Bostrychidae) em grãos inteiros e partidos, de cultivares de trigo, de textura vítrea e suave**. Revista Brasileira de Entomologia, v.38, p.599-604, 1994.

AMATO, G. W.; ELIAS, M.C. **A Parboilização do Arroz**. 1. ed. Porto Alegre: Ricardo Lenz Editor, 2005. v. 1. 160 p.

ANDRADE, E. T. et al. Qualidade de sementes de milho armazenadas em silo metálico. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 23-30, 2003.

ANÔNIMO. Genetic, Biochemical, and Physiological Mechanisms of Resistance to Pesticides. In: **Pesticide Resistance: Strategies and Tactics for Management**. Ed. National Research Council. National Academy Press, Washington, United States of America. 1986. p. 45-53.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. Seed vigor testing committee. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing: AOSA, 1983. 88p. (Contribution, 32).
ATHIÉ, I. et al. **Conservação de grãos**. Campinas: Fundação Cargill, 1998. 236p.

BAIRD-PARKER, A.C. Ácidos Orgânicos. In: International Commission on Microbiological Specifications for Foods. **Ecologia Microbiana de los Alimentos**. Zaragoza, ACRIBIA, 1980. P.132-42.

BARBOSA, F. F.; ELIAS, M. C.; FAGUNDES, C. A. A.; PEREIRA, F. M.; RADÜNZ, L. L.. Efeitos das secagens estacionária e intermitente e do tempo de armazenamento no desempenho industrial de grãos de arroz. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v.30, n.1, p.83-90, 2005.

BARBOSA, F.F.; ELIAS, M.C.; FAGUNDES, C. A. A.; PEREIRA, F. M.; RADÜNZ, L. L. **Efeitos das secagens estacionária e intermitente e do tempo de armazenamento no desempenho industrial de grãos de arroz**. Revista Brasileira de Armazenamento, Viçosa-MG, 2005, v.30, n.1, 83-90p.

BASSINELLO, P. Z.; ROCHA, M. S.; COBUCCI, R. M. A.. **Avaliação de diferentes métodos de cocção de arroz de terras altas para teste sensorial**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2004. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado Técnico, 84).

BELÉM, P.A.D. Introdução ao estudo das micotoxinas de interesse em medicina veterinária. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1994. 18p.

BELL, C. H. The tolerance of developmental stages of four stored product moths to phosphine. **Journal Stored Products Research**. V.13, p. 91-94, 1977.

BELLO, M.; BAEZA, R.; TOLABA, M.P.; Quality characteristics of milled and cooked rice affected by hydrothermal treatment, **Journal of Food Engineering**. V. 72 p. 124–133, 2006.

BIRCH, L.C.; SNOWBALL, J.G. The development of eggs of *Rhizopertha dominica* (Fab. Coleoptera) at constant temperature. **Journal of Experimental Biology, Medicine and Science**, v.23, p.37-40, 1945.

BOEMEKE, L. R. S. et al. Manejo térmico e consumo de energia na secagem intermitente de grãos de arroz.. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2., 2001, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre, 2001. 711-714p.

BOEMEKE, Luiz Roberto da Silva. **Desempenho energético e qualidade de grãos nas secagens estacionária e intermitente de arroz**. 2000. 84f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) - Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Brasil **Regras para análise de sementes**. MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, 2009, 399p.
BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: DNDV/CLAV, 1992. 365p.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Norma de classificação, embalagem e marcação do arroz. Portaria Nº 269**, Diário Oficial da União, 1988.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Norma de classificação, embalagem e marcação do arroz. Instrução normativa Nº 6**, Diário Oficial da União, Seção 1, Página 3. 2009.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regulamento Técnico do Arroz**. Instrução Normativa Nº 6, Diário Oficial da União, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. Secretaria Nacional da Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1992. 365p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. Comissão Técnica para Redução das Perdas na Agropecuária. (Brasília, DF). **Perdas na agropecuária brasileira**: relatório preliminar. Brasília, 1993. v.1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395p.

BRIDI, J.; LORINI, L.; SALVADORI, J. R. Efeito Fosfina em Três Concentrações na, na Qualidade Fisiológica da Semente de Trigo Armazenada. In: Conferência Brasileira de Pós-Colheita 5.; 2010: Foz do Iguaçu, PR. **Anais da 5ª Conferência Brasileira de Pós-Colheita**. Londrina: ABRAPÓS, 2010. p. 281-286.

CANEPPELE, C., HARA, C.C.T., CAMPELO J.J.H. **Simulação de secagem de arroz (*Oryza Sativa L.*) em secadores por convecção natural**, *Rev. Brasileira de Armazenamento*, 1992, Vol.17, N.1, 43-45p.

CANTERI, M. G., ALTHAUS, R. A., VIRGENS FILHO, J. S., GIGLIOTI, E. A., CHAMPAGNE, E. T., et al. "Effects of postharvest processing on texture profile analysis of cooked rice." **Cereal Chemistry**. V. 75.n. 2: p. 181-86,1998.

CASTRO, E. M. de; VIEIRA, N.R. de A.; RABELO, R.R.; SILVA, S.A. da. **Qualidade de grãos em arroz**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 30p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 34).

CHAMPAGNE, E. T., et al. "Effects of postharvest processing on texture profile analysis of cooked rice." **Cereal Chemistry**. V. 75.n. 2: p. 181-86,1998.

CHAMPAGNE, E. T. **Rice Aroma and Flavor: A Literature Review**. *Cereal Chemistry*. Nº 85, p. 445-454, 2011.

CHEN, A.C.; MAYER, R.T. Insecticides: effects on the cuticle. In: KERKUT, G.A.; GILBERT, L.I. **Comprehensive insect physiology, biochemistry, and pharmacology**. Oxford: Pergamon Press, 1985. p.57-77.

COELHO, Enilce Maria; FARONI, Lêda Rita D' Antonino; BERBERT, Pedro Amorim and MARTINS, José Helvecio. Eficácia da mistura dióxido de carbono-fosfina no controle de *Sitophilus zeamais* em função do período de exposição. **Revista**

Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental. 2000, vol.4, n.2, pp. 227-234.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. In: Acompanhamento de safra brasileira : **Grãos, décimo levantamento, julho/2009** / Companhia Nacional de Abastecimento. – Brasília : Conab, 2009. 39 p.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Situação da Armazenagem no Brasil.** Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. 2006, 15p.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos: maio 2012** / Companhia Nacional de Abastecimento – Brasília: Conab, 2012. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_05_10_08_49_52_boletim_maio_2012.pdf. Acesso em: mai. 2012

DIAS, A.R.G. **Efeitos dos teores de umidade e de beneficiamento no desempenho industrial de cinco variedades de arroz (*Oryza sativa* L.).** Pelotas, 1992. 86 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) - Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, Universidade Federal de Pelotas, 1993.

ELIAS, M. C. **Pós-colheita de arroz: secagem, armazenamento e qualidade.** 1. ed. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária UFPEL, 2007. v. 1. 424 p.

ELIAS, M. C.; DIAS. A. R. G.; OLIVEIRA, M.; SCHIAVON, R. A.; PRESTES, D. N.; **Atualização tecnológica em análises de qualidade de grãos.** 1º ed. Pelotas: Editora e Gráfica Santa Cruz, 2009 143 p.(Texto didático)

ELIAS, M.C. **Efeitos da espera para secagem e do tempo de armazenamento na qualidade das sementes e grãos do arroz irrigado.** Pelotas, 1998. 164f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

ELIAS, M.C. **Manejo Tecnológico da Secagem e do Armazenamento de Grãos.** Pelotas, UFPEL, 2008, 372p.

ELIAS, M.C. **Manejo tecnológico da secagem e do armazenamento de grãos.** Pelotas: Ed. Santa Cruz, 2008. 367p.

ELIAS, M.C. **Secagem e armazenamento de grãos, em média e pequena escala.** 1 ed. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária, 2000.156p.

ELIAS, M.C. **Tecnologias para armazenamento e conservação de grãos, em médias e pequenas escalas.** 3ª Ed. Pelotas: Editora Universitária da UFPel, 2002. 218p.

ELIAS, M.C., FAGUNDES, C.A.A., DIAS, A.R.G. **Aspectos fundamentais e operacionais na qualidade do arroz.** *Revista Lavoura Arrozeira*, 2004, Vol. 52, N. 435, 56-60p.

ELIAS, M.C.; BARBOSA, F. F.; KROLOW, W.S.; NEVES, F.M.; CELLA, G.; GULARTE, M.A. Grain quality and energy consumption by evaluation intermittent methods of rice drying. In: 9TH INTERNATIONAL WORKING CONFERENCE ON STORED PRODUCT PROTECTION, 2006, Campinas. **Proceedings: ABRAPÓS, 2006.**

ELIAS, M.C.; BARBOSA, F.F.; LOECK, A.E.; GRUTZMACHER, D.D. **Recomendações técnicas para colheita, secagem, armazenamento e industrialização de arroz para o sul do Brasil.** Pelotas – RS, 2000, 1-18p.

ELIAS, M.C; OLIVEIRA, M. **Sistema Nacional de Certificação de Unidades Armazenadoras de Grãos e Fibras: Tecnologia e Legislação.** Ed. Santa Cruz, Pelotas, 2010, 477p.

FAGUNDES, C. A. A.; ELIAS, M. C. ; BARBOSA, F. F.; **Desempenho industrial de arroz secado com ar aquecido por queima de lenha e glp.** *Revista Brasileira de Armazenamento*, v. 30, p. 8-15, 2005.

FAGUNDES, C.A.A., ELIAS, M.C., BARBOSA, F.F. **Desempenho industrial de arroz secado com ar aquecido por queima de lenha e GLP.** *Revista Brasileira de Armazenamento*, 2005, Vol. 30, 8-15p.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **All about rice.** Genova: FAO, 2004. Disponível em <http://www.fao.org/rice2004/em/rice9.htm>.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Statistical databases 2006.** Acesso em: 15/10/12. Disponível em: <http://www.fao.org>.

FAO – **Food and Agriculture Organization of the United Nations.** Disponível em: <http://fao.org>. Acesso em: Março de 2010.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Food Balance Sheet.** Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistical Databases, (FAOSTAT). Disponível em: <http://fao.org>., Acesso em: 2009

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **International year of rice. Rice is life.** Disponível em: <<http://www.rice2004.org>>. Acessado em:2009

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Issues And Challenges In Rice Technological Development For Sustainable Food Security.** The International Rice Commission, Bangkok, Thailand, 23-26 July 2002. Disponível em: <http://fao.org>. Acesso em: 2009.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Statistical databases.** Disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso em: 2009.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). **Rice and human nutrition - international year of rice 2004.** Disponível em: <http://www.fao.org/rice2004/index_en.htm>. Acesso em: 2006.

FARONI, L. R.; SOUZA, A. H. Os Problemas com Pragas de Armazenamento e as Tendências para o seu Controle na Pós-Colheita de Grãos. In: Conferência Brasileira de Pós-Colheita 5.; 2010: Foz do Iguaçu, PR. **Anais da 5ª Conferência Brasileira de Pós-Colheita.** Londrina: ABRAPÓS, 2010. p.68-83.

FERREIRA, C. M.; YOKOYAMA, L. P. Cadeia produtiva de arroz na região Centro-Oeste. Brasília, DF: Embrapa Produção de Informação, 1999. 110p.

FERRI, G.; ROSSATO, C.; PAULA, M. C. Z. de; LORINI, I. Caracterização de Resistência de Populações de *Rhyzopertha dominica* (F) (Coleóptera: Bostrychidae) ao Inseticida Deltamethrin. In: Conferência Brasileira de Pós-Colheita 5.; 2010: Foz do Iguaçu, PR. **Anais da 5ª Conferência Brasileira de Pós-Colheita**. Londrina: ABRAPÓS, 2010. p.145-150.

FUKUTO, T.R.; MALLIPUDI, N.M. Suppression of metabolic resistance through chemical structure modification. In: GEORGHIOU, G.P.; SAITO, T., ed. **Pest resistance to pesticides: challenges and prospects**. New York: Plenum Press, 1983. p.557-578.

GARCIA, M. J. M. et al. Sucessão de espécies de fungos em milho armazenado em sistema aerado. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 14-22, 2002.

GULARTE, M.A. **Arroz: Propriedades de consumo e preferências do consumidor**. Disponível em: <www.congressorizicola.org.br>, 2004. Acesso em: 2009.

GULARTE, M.A. **Metodologia analítica e características tecnológicas e de consumo na qualidade do arroz**. 2005. 95f. Tese (Doutorado em Ciência e - 68 - Tecnologia Agroindustrial) - Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2005.

GULARTE, M.A. **Manual de análise sensorial de alimentos**. Pelotas: Editora da UFPEL, 2002. 59p.

GWINNER, J.; RÜDIGER, H.; MÜCK, O. **Manual sobre prevenção das perdas de grãos no pós-colheita**. Projeto de proteção dos produtos armazenados do Ministério Federal da Cooperação Econômica e de Desenvolvimento (BMZ) da

República Federal da Alemanha. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Eschborn - FRG, 1997. 143p.

HOFES, Alberto; SCHUCH, Luis Osmar Braga; PESKE, Silmar Teichert e BARROS, Antonio Carlos Souza Albuquerque. **Efeito da qualidade fisiológica das sementes e da densidade de semeadura sobre o rendimento de grãos e qualidade industrial em arroz.** *Rev. bras. sementes* [online]. 2004, vol.26, n.2, pp. 55-62. ISSN 0101-3122.

KOLCHINSKI, E.M. **Vigor de sementes e competição intraespecífica em soja.** 2003. 46f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2003.

KRZYZANOWSKI, F.C. ; LORINI, L.; FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A. A. Efeito do Expurgo com Fosfina na Qualidade Fisiológica da Semente de Soja. In: Conferência Brasileira de Pós-Colheita 5.; 2010: Foz do Iguaçu, PR. **Anais da 5ª Conferência Brasileira de Pós-Colheita.** Londrina: ABRAPÓS, 2010. p.159-161.

KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes.** Londrina: ABRATES, 1999. 218p.

LORINI, I. ; Francisco Carlos Krzyzanowski ; França-Neto, J. B. ; Henning, A. A. . Principais pragas e métodos de controle em sementes durante o armazenamento. **Informativo Abrates**, v. 19, p. 21-28, 2009.

LORINI, I. Manejo Integrado de Pragas de Grãos de Cereais Armazenados. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 2008. 72 p.

LORINI, I., COLLINS, P. J., DAGLISH, G. J., NAYAK, M. K., PAVIC, H. Detection and characterisation of strong resistance to phosphine in Brazilian *Rhyzopertha dominica* (f.) (Coleoptera: Bostrychidae). **Pest Management Science** . , v.63, p.358 - 364, 2007.

LORINI, I.; BECKEL, H. Mecanismos de resistência das pragas de grãos armazenados. In: LORINI, I.; MIKE, L. H.; SCUSSEL, V. M. **Armazenagem de Grãos**. Campinas, SP: Instituto Biogeneziz, p.555-568, 2002.

LORINI, I.; KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A. Monitoramento da liberação do gás PH₃ por pastilhas de fosfina usadas para expurgo de sementes. **Informativo Abrates**, Londrina, PR, v. 21, n. 3, p. 57-60, 2011.

LORINI, I. **Manual técnico para o manejo integrado de pragas de grãos de cereais armazenados**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003. 80p.

LYON, B. G., et al. "Sensory and instrumental relationships of texture of cooked rice from selected cultivars and postharvest handling practices." **Cereal Chemistry**. V. 77.n.1 p.64-69, 2000.

MACEDO, Ednei de Conti; GROTH, Doris e SOAVE, Jaciro. **Influência da embalagem e do armazenamento na qualidade sanitária de sementes de arroz**. *Rev. bras. sementes* [online]. 2002, vol.24, n.1, pp. 42-50. ISSN 0101-3122.

MACEDO, V. R. M. et al. Nutrientes nas águas da bacia hidrográfica do rio vacacaí-mirim durante o período de cultivo de arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3., 2003, Camboriú. **Anais**. Camboriú, 2003. 218-220p.

MACHADO, J.C. **Patologia de sementes: fundamentos e aplicações**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1988. 107p.

MACHADO, J.C. **Tratamento de sementes no controle de doenças**. Lavras: LAPS/UFLA/FAEPE, 2000. 138p.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.3. p.1-24.

MARQUEZ, U. M. L. O uso do arroz como alimento funcional. In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3., 2003, Camboriú. **Anais**. Camboriú, 2003. 777-779p.

MARTINEZ, C. y CUEVAS, F. **Evaluacion de la calidad culinaria y molinera del arroz**. Guia de estudo. Cali, CIAT, 75p., 1989.

MARTINEZ, C. Y CUEVAS, F. Evaluación de la calidad culinaria y molinera del arroz. **Guía de estudo**. Cali: CIAT, 1989, 75p.

MARTINEZ, C., CUEVAS, F. **Evalución de La calidad culinaria y molinera del arroz. guía de estudio**. ed. 3, Cali. 1989, 75p. (CIAT. Serie 04SR-07.01).

MATSUMURA, F. Penetration, binding and target insensitivity as causes of resistance to chlorinated hydrocarbon insecticides. In: GEORGHIOU, G.P.; SAITO, T., ed. **Pest resistance to pesticides: challenges and prospects**. New York: Plenum Press, 1983. p. 367-386.

MATSUO, T.; HOSHIKAWA, K. **Science of the Rice Plant**. V. I, Morphology. Food and Agriculture Policy Research Center, Tokyo, 1993.

MENEGHETTI, V. L.. **Parâmetros industriais e qualidade de consumo do arroz na secagem e no armazenamento**. Pelotas, 2008. 92p. Dissertação (Mestrado).

MENTEN, J.O. Patógenos em sementes: detecção, danos e controle químico. São Paulo: CibaAgro. 1995. 231p.

MENTEN, J.O.M. Tratamento de sementes. In: SOAVE, J; OLIVEIRA, M.R.M. & MENTEN, J.O.M. (Ed.). Tratamento químico de sementes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, 4, Gramado, 1996. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1996. p.3-23.

MIRANDA, D.M.; NOVENBRE, A.D.L.C.; CHAMMA, H.M.C.P. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de sorgo pelo teste de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.1, p.226-231, 2001.

MOLINIÉ, A. et al. Analysis of some breakfast cereals on the French market for their contents of ochratoxin A, citrinin and fumonisin B1: development of a method for simultaneous extraction of ochratoxin A and citrinin. **Food Chemistry**, London, Article in Press, 2004.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C. VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.3. p.1-24.

NARAHASHI, T. Resistance to insecticides due to reduced sensitivity of the nervous system. In: GEORGHIOU, G.P.; SAITO, T., ed. **Pest resistance to pesticides: challenges and prospects**. New York: Plenum Press, 1983. p. 333-352.

NEERGAARD, P. **Seed pathology**. London: Mc Millan Press 2v. 1979. 1191p.

OPPENORTH, F.J. Biochemistry and genetics of insecticide resistance. In: KERKUT, G.A.; GILBERT, L.I. **Comprehensive insect physiology, biochemistry, and pharmacology**. Oxford: Pergamon Press, 1985. p. 731-773.

ORTELS, R.C. **Almacenamiento de arroz cascero**. Madrid: Instituto Nacional de Investigaciones Agrárias, 1982. 73p.

PEREIRA, Liliana Auxiliadora Avelar et al. **Fungitoxicidade *in vitro* de iprodione sobre o crescimento micelial de fungos que se associam a sementes de arroz**. *Rev. bras. sementes* [online]. 2002, vol.24, n.1, pp. 67-70. ISSN 0101-3122.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2.ed. Brasília, DF: Agiplan, 1985. 289p.

POTTER, C. The biology and distribution of *Rhizopertha dominica* (Fab.). **Transactions of the Royal Entomological Society of London**, v.83, p.449-482, 1935.

POY, L. de A. **Ciclo de vida de *Rhizopertha dominica* (Fabricius, 1972) (Col., Bostrychidae) em farinhas e grãos de diferentes cultivares de trigo.** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1991. 135p. Tese Mestrado.

PUZZI, D. **Abastecimento e armazenagem de grãos.** Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 2000. 666p.

PUZZI, D. **Abastecimento e Armazenamento de Grãos.** Campinas. Instituto Campineiro de Ensino Agrícola. 2000. 603p.

RAJENDRAN, S., GUNASEKARAN, N., 2002. The response of phosphine-resistant lesser grain borer *Rhizopertha dominica* and rice weevil *Sitophilus oryzae* in mixed-age cultures to varying concentrations of phosphine. **Pest Management Science** 58, 277–281.

ROCHA JUNIOR, Laércio Soares and USBERTI, Roberto. **Qualidade física e fisiológica de sementes de trigo expurgadas com fosfina durante o armazenamento.** *Rev. bras. sementes* [online]. 2007, vol.29, n.1, pp. 45-51. ISSN 0101-3122.

ROY, P.; NEI, D.; ORIKASA, T.; ORIKASA, T.; OKADOME, H.; THAMMAWONG, M.; NAKAMURA, N.; SHIINA, T. 2010. **Cooking properties of different forms of rice cooked with an automatic induction heating system rice cooker.** *Asian J. Food Agro-Ind.* P.373-388.

RUPOLLO, G. ; GUTKOSKI, L. C. ; MARTINS, I. R. ; ELIAS, M. C. . **Efeito da umidade e do período de armazenamento hermético na contaminação natural por fungos e a produção de micotoxinas em aveia.** *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 30, n.1, p. 118-125, 2006.

SCHEEREN, B. **Vigor de sementes de soja e produtividade.** 2002. 45f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2002.

SCHIRMER, M. A. Análise de umidade: equalização de medidas de umidade de empresas e produtores da região sul-Rs, Brasil. In: SIMPÓSIO SULBRASILEIRO DE QUALIDADE DO ARROZ, 2003, Pelotas. **Anais**. Pelotas, 2003. 45-56p.

SCHUCH, Juliano Zambrano et al. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de arroz com diferentes graus de umidade e tratadas com fungicida**. *Rev. bras. sementes* [online]. 2006, vol.28, n.1, pp. 45-53. ISSN 0101-3122.

SCUSSEL, V. M. **Atualidades em micotoxinas e armazenagem de grãos**. Florianópolis: Insular, 2000. 382 p.

SCUSSEL, V.M. Micotoxinas em alimentos. Florianópolis: Insular, 1998. 144p.

SCUSSEL, W. M. Fungos em grãos armazenados. In: In: LORINI, I.; MIIKE, L. H.; SCUSSEL, V. M. **Armazenagem de Grãos**. Campinas, SP: Instituto Biogeneziz, p. 675-804, 2002.

SIMIONI, D. ; GUTKOSKI, L. C. ; ELIAS, M. C. ; DEUNER, C.C. ; PAGNUSSAT, F. A. ; OLIVEIRA, M. . **Manejo operacional da secagem intermitente e armazenamento em condições ambientais controladas e não controladas de aveia cultivar UPFA 20 Teixeira**. Revista Brasileira de Agrociência, v. 13, p. 120/11-124, 2007.

SODERLUND, D.M.; BLOOMQUIST, J.R. Molecular mechanisms of insecticide resistance. In: ROUSH, R.T.; TABASHNIK, B.E., ed. **Pesticide resistance in arthropods**. London: Chapman and Hall, 1990. p.58-96.

SOUZA, G., WANDER, A. E., GAZZOLA, R., SOUZA, R. S. **Evolução da Produção e do Comércio Internacional do Arroz e Projeção de Preços. Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento** - EMBRAPA, Rio de Janeiro, v.2, n.1, p. 1-86, janeiro a abril de 2010.

SMITH, R. F. 1970. Pesticides: their use and limitations in pest management, p. 103-113 *In: Concepts of pest management*. Raleigh, North Carolina State University.

SUBRAMANYAM, BH. & D. W. HAGSTRUM. 1996. Resistance measure and management, p. 331-397. *In*: BH. SUBRAMANYAM & D. W. HAGSTRUM (Eds.). **Integrated management of insects in stored products**. New York, Marcel Dekker Inc.

TANIWAKI, M. H.; SILVA, Neusely Silva. **Fungos em alimentos: ocorrência e detecção**. Campinas: Núcleo de Microbiologia/ITAL, 2001. 82p.

WANG, D.; COLLINS, P. J.; GAO, X. Optimising indoor phosphine fumigation of paddy rice bag-stacks under sheeting for control of resistant insects. **Journal Stored Products Research**. V. 42, p. 207-217, 2006.

WETZEL, M. M. V. S. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, 2., 1987. **Anais**. São Paulo: Fundação Cargill, 1987. 480 p.

YOSHISAWA, T. **Mycotoxins analyses for federative republic of Brazil**. Japão: Trainig Course, 2001. 283 p.

7. ANEXOS

Ficha de Avaliação Sensorial - Odor

Nome: _____ Data ___ / ___ / ___

INSTRUÇÕES: Você vai receber amostras, sendo que duas são iguais e uma é diferente. Sinta o odor da esquerda para a direita e marque a amostra diferente, quanto ao **ODOR** do **arroz em casca**.

CÓDIGO DAS AMOSTRAS

_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

Comentários:

Obrigado pela colaboração!

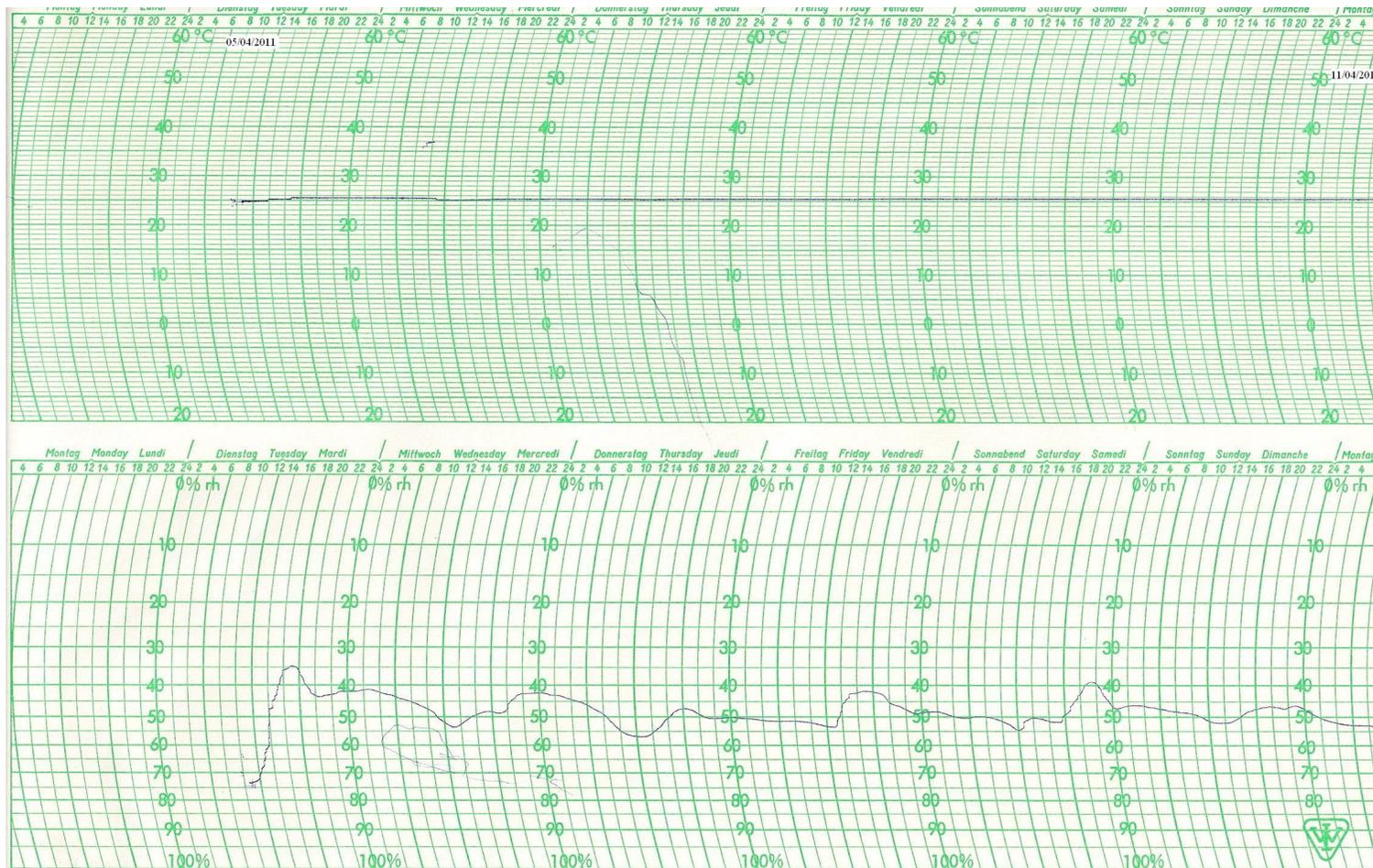


Gráfico 1. Monitoramento da temperatura e umidade no ambiente de realização dos expurgos.

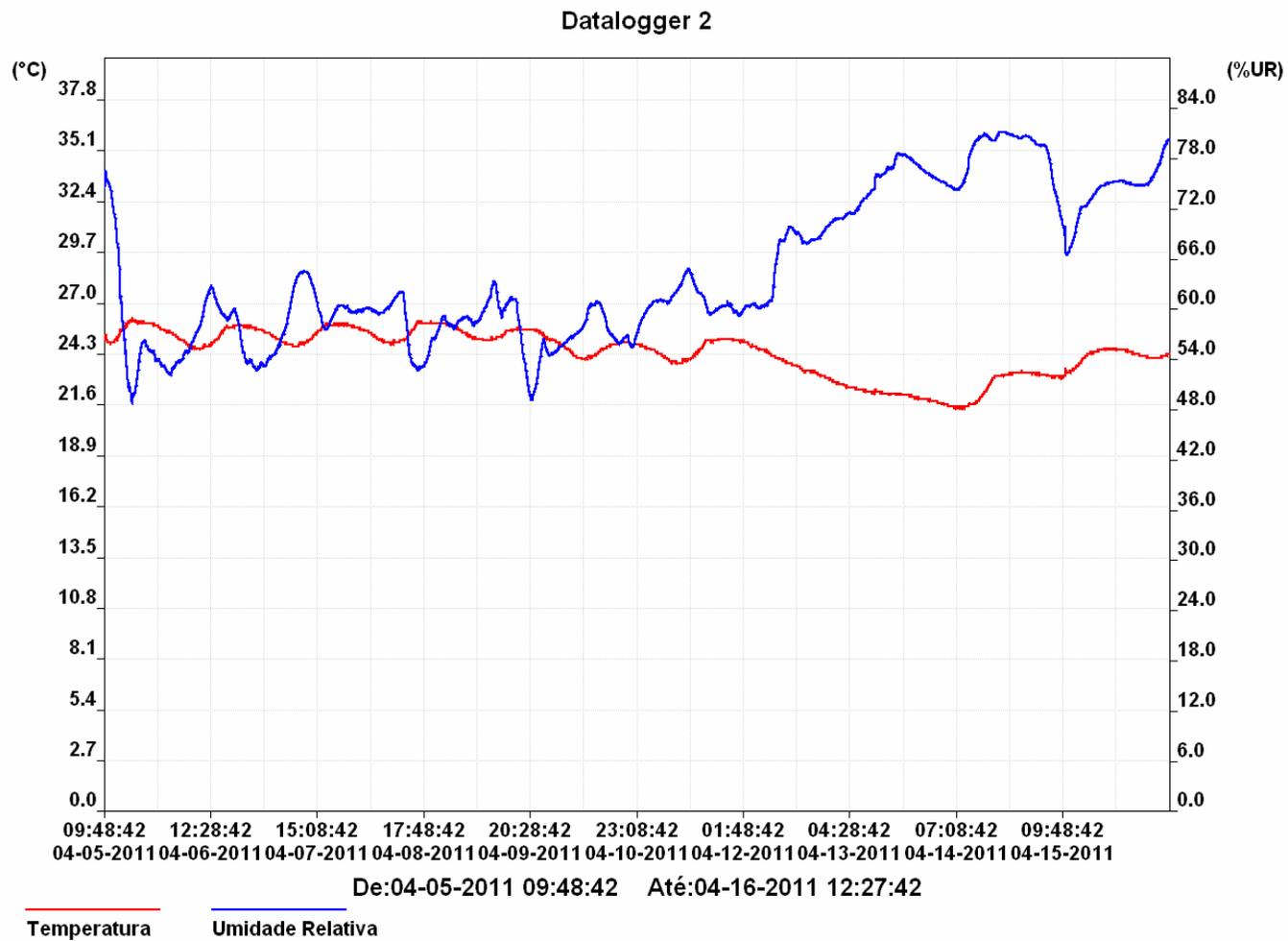


Gráfico 2. Monitoramento da temperatura e umidade no ambiente de realização dos expurgos.



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Embrapa
Vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e
Abastecimento.
SAIN - PARQUE RURAL - FINAL Av W3 NORTE
Cx. Postal 04315 - Tel (61) 3448-4433- Fax (61) 3347-1041
CEP 70.770-901 - Brasília-DF

Centro Nacional de Pesquisa de Soja - CNPSO
Rodovia Carlos João Strass (Londrina/Warta)
Acesso Orlando Amaral
Cx Postal 231 - CEP 86.001-970
Fone (43) 3371-6000 - Fax (43) 3371-6100
Distrito de Warta - Londrina-PR

BOLETIM DE ANÁLISE SANITÁRIA

REMETENTE: Dr Lorini - preliminar exp. arroz
ENDEREÇO: EMBRAPA - Rod. Carlos João Strass
CIDADE/ESTADO: Distrito da Warta
AMOSTRAS RECEBIDAS EM: 01/10/2010

QUANTIDADE DE AMOSTRAS: 4
PROTOCOLO: 2888/2010 a 2891/2010
ANÁLISE SANITÁRIA EM: 200 sementes

ESPÉCIE: arroz
CLASSE: -
SAFRA: 2009/2010

Amostra N°	Cultivar	Lote	<i>Fusarium</i> sp	<i>morta</i>	Data da análise
2888	arroz	amostra 1	0,5	6,0	13/10/2010
2889	arroz	amostra 2	0,0	3,5	13/10/2010
2890	arroz	amostra 3	0,0	8,0	13/10/2010
2891	arroz	amostra 4	0,0	4,5	13/10/2010

OBSERVAÇÃO: amostras 2888 e 2891 apresentaram *Alternaria* sp e *Trichoderma* sp e a amostra 2890 apresentou *Alternaria* sp.

A presente análise tem seu valor restrito à amostra entregue no LAS.
A identificação da amostra é de exclusiva responsabilidade do remetente.
Londrina, 15 de outubro de 2010

Ademir Assis Henning
CREA: 4302/D 7ª REGIÃO - PR



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Embrapa
Vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
SAIN - PARQUE RURAL - FINAL Av W3 NORTE
Cx. Postal 04315 - Tel (61) 3448-4433- Fax (61) 3347-1041
CEP 70.770-901 - Brasília-DF

Centro Nacional de Pesquisa de Soja - CNPSo
Rodovia Carlos João Strass (Londrina/Warta)
Acesso Orlando Amaral
Cx Postal 231 - CEP 86.001-970
Fone (43) 3371-6000 - Fax (43) 3371-6100
Distrito de Warta - Londrina-PR

BOLETIM DE ANÁLISE SANITÁRIA

REMETENTE: Dr Lorini - 2ª. Época - experimento fosfina em arroz
ENDEREÇO: EMBRAPA - Rod. Carlos João Strass
CIDADE/ESTADO: Distrito da Warta
AMOSTRAS RECEBIDAS EM: 17/01/2011

QUANTIDADE DE AMOSTRAS: 16
PROTOCOLO: 51/2011 a 66/2011
ANÁLISE SANITÁRIA EM: 200 sementes

ESPÉCIE: *Oryza sativa* (arroz)
CLASSE: -
SAFRA: -

Amostra Nº	Cultivar	Lote	<i>Fusarium</i> sp	Data da análise
51	arroz	TRAT. 01 REP. I	0,5	26/01/2011
52	arroz	TRAT. 01 REP. II	0,0	26/01/2011
53	arroz	TRAT. 01 REP. III	0,0	26/01/2011
54	arroz	TRAT. 01 REP. IV	0,0	26/01/2011
55	arroz	TRAT. 02 REP. I	0,0	26/01/2011
56	arroz	TRAT. 02 REP. II	0,0	26/01/2011
57	arroz	TRAT. 02 REP. III	0,5	26/01/2011
58	arroz	TRAT. 02 REP. IV	0,0	26/01/2011

OBSERVAÇÃO: amostras 51, 54, 55, 56, 57 e 58 apresentaram *Helminthosporium* sp ; amostras 52 e 53 apresentaram *Helminthosporium* sp e *Alternaria* sp

A presente análise tem seu valor restrito à amostra entregue no LAS.
A identificação da amostra é de exclusiva responsabilidade do remetente.
Londrina, 01 de fevereiro de 2011

Ademir Assis Henning
CREA: 4302/D 7ª REGIÃO - PR

Amostra N°	Cultivar	Lote	<i>Fusarium</i> sp	Data da análise
59	arroz	TRAT. 03 REP. I	0,0	26/01/2011
60	arroz	TRAT. 03 REP. II	0,5	26/01/2011
61	arroz	TRAT. 03 REP. III	0,0	26/01/2011
62	arroz	TRAT. 03 REP. IV	0,5	26/01/2011
63	arroz	TRAT. 04 REP. I (controle)	0,0	26/01/2011
64	arroz	TRAT. 04 REP. II (controle)	0,0	26/01/2011
65	arroz	TRAT. 04 REP. III (controle)	0,0	26/01/2011
66	arroz	TRAT. 04 REP. IV (controle)	1,0	26/01/2011

OBSERVAÇÃO: amostras 60, 61, 63, 64, 65 e 66 apresentaram *Helminthosporium* sp

A presente análise tem seu valor restrito à amostra entregue no LAS.
A identificação da amostra é de exclusiva responsabilidade do remetente.
Londrina, 01 de fevereiro de 2011

Ademir Assis Henning
CREA: 4302/D 7ª REGIÃO - PR



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Embrapa
Vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e
Abastecimento.
SAIN - PARQUE RURAL - FINAL Av W3 NORTE
Cx. Postal 04315 - Tel (61) 3448-4433- Fax (61) 3347-1041
CEP 70.770-901 - Brasília-DF

Centro Nacional de Pesquisa de Soja - CNPSo
Rodovia Carlos João Strass (Londrina/Warta)
Acesso Orlando Amaral
Cx Postal 231 - CEP 86.001-970
Fone (43) 3371-6000 - Fax (43) 3371-6100
Distrito de Warta - Londrina-PR

BOLETIM DE ANÁLISE SANITÁRIA

REMETENTE: Dr Lorini
ENDEREÇO:
CIDADE/ESTADO:
AMOSTRAS RECEBIDAS EM: 20/04/2011

QUANTIDADE DE AMOSTRAS: 16
PROTOCOLO: 609/2011 a 624/2011
ANÁLISE SANITÁRIA EM: 200 sementes

ESPÉCIE: *Oryza sativa* (arroz)
CLASSE: -
SAFRA:

Amostra N°	Cultivar	Lote	<i>Helminthosporium</i> sp	<i>Fusarium</i> sp	Não germinadas	Data da análise
609	arroz	Trat. 01 Rep. I – 1 A	1,0	0,0	5,5	02/05/2011
610	arroz	Trat. 01 Rep. II – 2 A	0,5	0,5	12,5	02/05/2011
611	arroz	Trat. 01 Rep. III – 3 A	1,0	0,0	10,5	02/05/2011
612	arroz	Trat. 01 Rep. IV – 4 A	0,5	0,0	10,5	02/05/2011
613	arroz	Trat. 02 Rep. I – 1 B	0,5	0,0	6,0	02/05/2011
614	arroz	Trat. 02 Rep. II – 2 B	0,0	0,0	7,0	02/05/2011
615	arroz	Trat. 02 Rep. III – 3 B	0,0	0,0	6,5	02/05/2011
616	arroz	Trat. 02 Rep. IV – 4 B	0,5	0,0	10,0	02/05/2011

OBSERVAÇÃO:

A presente análise tem seu valor restrito à amostra entregue no LAS.
A identificação da amostra é de exclusiva responsabilidade do remetente.
Londrina, 19 de maio de 2011

Ademir Assis Henning

CREA: 4302/D 7ª REGIÃO - PR

Amostra N°	Cultivar	Lote	<i>Helminthosporium sp</i>	<i>Fusarium sp</i>	Não germinadas	Data da análise
617	arroz	Trat. 03 Rep. I – 1 C	1,0	0,0	11,0	02/05/2011
618	arroz	Trat. 03 Rep. II – 2 C	1,0	0,0	8,0	02/05/2011
619	arroz	Trat. 03 Rep. III – 3 C	4,0	0,0	10,5	02/05/2011
620	arroz	Trat. 03 Rep. IV – 4 C	1,5	0,0	11,0	02/05/2011
621	arroz	Trat. 04 Rep. I – 1 D	0,5	0,0	9,5	02/05/2011
622	arroz	Trat. 04 Rep. II – 2 D	0,5	0,0	8,5	02/05/2011
623	arroz	Trat. 04 Rep. III – 3 D	0,5	0,0	8,0	02/05/2011
624	arroz	Trat. 04 Rep. IV – 4 D	0,5	0,0	11,0	02/05/2011

OBSERVAÇÃO:

A presente análise tem seu valor restrito à amostra entregue no LAS.
A identificação da amostra é de exclusiva responsabilidade do remetente.
Londrina, 19 de maio de 2011

Ademir Assis Henning
CREA: 4302/D 7ª REGIÃO - PR