

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**AVALIAÇÃO DAS PERDAS QUALITATIVAS
NO ARMAZENAMENTO DA SOJA**

GILMAR VALENTE TEIXEIRA

**CAMPINAS
DEZEMBRO DE 2001**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE - UNICAMP

T235a Teixeira, Gilmar Valente
 Avaliação de perdas qualitativas no armazenamento
 da soja / Gilmar Valente Teixeira. --Campinas, SP:
 [s.n.], 2001.

 Orientador: Benedito Carlos Benedetti.
 Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de
 Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola.

 1. Soja. 2. Armazenamento. 3. Umidade. 4. Água -
 Aeração. I. Benedetti, Benedito Carlos. II.
 Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de
 Engenharia Agrícola. III. Título.

Título em Inglês: Qualitative losses evaluation on soybeans storage.

Palavras-chave em Inglês: Soybean, Storage, Humidity, Aeration - Water

Área de concentração: Tecnologia Pós-Colheta.

Titulação: Mestre em Engenharia Agrícola.

Banca examinadora: Luiz Fernandes Razera e Lireny Aparecida Guaraldo Gonçalves

Data da defesa: 17/12/2001.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**AVALIAÇÃO DAS PERDAS QUALITATIVAS
NO ARMAZENAMENTO DA SOJA**

Dissertação de Mestrado
submetida à banca examinadora
para obtenção do título de
Mestre em Engenharia Agrícola,
na área de concentração em
Tecnologia Pós-Colheita.

GILMAR VALENTE TEIXEIRA

ORIENTADOR: PROF.DR. BENEDITO CARLOS BENEDETTI

**CAMPINAS
DEZEMBRO DE 2001**

Dedicatória:

Dedico

Aos meus pais, Antônio e Januária.

Aos meus filhos, Gustavo e Letícia.

Em especial, a minha esposa Jane.

AGRADECIMENTOS:

A Cargill Agrícola S/A, especialmente ao seu vice-presidente de engenharia, eng. Wilson Santi e os gerentes operacionais eng. Francisco Losito Junior e eng. Manuel Ricardo Rodrigues, por terem permitido e dado condições para que este trabalho se realizasse.

Ao Professor Dr. Benedito Carlos Benedetti, pela orientação e amizade ao longo deste trabalho.

Ao amigo José Mário Braga Filho, por acreditar no meu trabalho e aceitar o desafio de ajudar-me na análise matemática e estatística.

A Luiz H. M. Vasconcellos, proprietário do Armazém União, por permitir e dar condições de montar o experimento .

Aos membros da banca de qualificação, Prof. Dr. Tadeu Jorge e Dr. Luiz F. Razera, pelas sugestões apresentadas.

Ao Prof. Dr. João Domingos Biagi, por sempre estar disponível a ajudar.

Aos técnicos de laboratório da Cargill Agrícola de Uberlândia, Adilson R. Resende e Luciene A. Campos e do laboratório de Ponta Grossa, Angelita Barski.

Ao classificador de grãos, Fábio de Freitas, pela dedicação e disposição no trabalho, e aos colegas Robson, Francisco, Ivo e Hélio da filial de Santa Helena de Goiás.

Ao professor Adair J. Regazzi, da Universidade Federal de Viçosa pela orientação nas análises estatísticas.

A Rosa Helena, pela amizade e companheirismo.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. ASPECTOS GERAIS	4
2.2. FATORES QUE AFETAM O ARMAZENAMENTO	4
2.2.1. <i>Teor de Umidade</i>	4
2.2.2. <i>Temperatura</i>	7
2.2.3. <i>Umidade Relativa</i>	9
2.2.4. <i>Microflora</i>	9
2.2.5. <i>Teor de Oxigênio</i>	11
2.3. INDICADORES DE QUALIDADE.....	12
2.3.1. <i>Aspectos Gerais</i>	12
2.3.2. <i>Indicadores de Qualidade para Soja</i>	14
2.3.3. <i>Aspectos Sócio-econômicos e Legais</i>	14
3. MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1. MATÉRIA-PRIMA E LOCAL DO EXPERIMENTO	16
3.2. BENEFICIAMENTO.....	16
3.3. SISTEMA DE ARMAZENAGEM.....	17
3.4. COLETA DE AMOSTRA	19
3.5. METODOLOGIAS USADAS NA AVALIAÇÃO.....	20
3.5.1. <i>Classificação comercial</i>	20
3.5.2. <i>Teor de Umidade</i>	20
3.5.3. <i>Peso do Hectolitro</i>	20
3.5.4. <i>Análises Químicas</i>	21
3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
4.1. CONDIÇÕES AMBIENTAIS DO ARMAZENAMENTO.....	23
4.2. ANÁLISES FÍSICAS E CLASSIFICAÇÃO COMERCIAL	28
4.2.1. <i>Teor de Umidade</i>	28
4.2.1.1. <i>Resultados Experimentais e ANOVA</i>	29
4.2.1.2. <i>Modelos de Regressão</i>	31
4.2.2. <i>Grãos Ardidos</i>	33
4.2.2.1. <i>Resultados Experimentais e ANOVA</i>	34
4.2.2.2. <i>Modelos de Regressão</i>	36
4.2.3. <i>Grãos Avariados</i>	40
4.2.3.1. <i>Resultados Experimentais e Análise Estatística</i>	41
4.2.3.2. <i>Modelos de Regressão</i>	42
4.2.4. <i>Peso do Hectolitro</i>	45
4.2.4.1. <i>Resultados Experimentais e ANOVA</i>	45
4.2.4.2. <i>Modelo de Regressão</i>	47
4.3. ANÁLISES QUÍMICAS.....	50
4.3.1. <i>Teor de Acidez</i>	50

4.3.1.1. Resultados Experimentais e ANOVA	50
4.3.1.2. Modelo de Regressão.....	52
4.3.2. Teor de Óleo	54
4.3.2.1. RESULTADOS EXPERIMENTAIS E ANOVA.....	54
4.3.2.2. Modelo de Regressão.....	56
4.3.3. Teor de Proteína.	57
4.3.3.1. Resultados Experimentais e ANOVA.....	57
4.3.3.2. Modelo de Regressão.....	59
4.4. UTILIZAÇÃO DO AMOSTRADOR TIPO CALADOR DE DUPLA TUBULAÇÃO COM ORIFÍCIOS.....	60
4.5. SISTEMA DE ARMAZENAMENTO : UM ECOSSISTEMA.....	61
5. CONCLUSÕES.....	63
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
APÊNDICE	67

INDICE DE TABELAS

TABELA 1. RECOMENDAÇÃO PARA ARMAZENAMENTO DE SOJA	5
TABELA 2. PERCENTAGENS MÉDIAS DA UMIDADE DA SEMENTE DE SOJA, NOS CINCO PERÍODOS DE ARMAZENAMENTO E NOS DOIS NÍVEIS DE UMIDADE. GOIÂNIA-GO, MAIO DE 79 A FEVEREIRO DE 1980	7
TABELA 3. PERDA DE MATÉRIA SECA EM GRÃOS DANIFICADOS POR FUNGOS COMPARADOS COM GRÃOS SADIOS OBTIDOS DA MESMA AMOSTRA	10
TABELA 4. PERDA DE MATÉRIA SECA CAUSADA POR FUNGOS DE ARMAZENAMENTO EM SEMENTES DE SOJA RELACIONADAS COM A UMIDADE, TEMPERATURA E TEMPO.....	10
TABELA 5. TEORES DE UMIDADE (% B.U.) PARA SOJA ARMAZENADA, MÉDIA DE TRÊS REPETIÇÕES.....	29
TABELA 6. ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA O TEOR DE UMIDADE DA SOJA.....	30
TABELA 7. ANÁLISE DE REGRESSÃO E RESPECTIVA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA O TEOR DE UMIDADE DE SOJA, NO ARMAZENAMENTO COM SISTEMA DE AERAÇÃO	31
TABELA 8. ANÁLISE DE REGRESSÃO E RESPECTIVA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA O TEOR DE UMIDADE DA SOJA NO ARMAZENAMENTO SEM SISTEMA DE AERAÇÃO.....	31
TABELA 9. TEOR DE GRÃOS ARDIDOS (%) PARA SOJA ARMAZENADA, MÉDIA DE TRÊS REPETIÇÕES.....	34
TABELA 10. ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA O TEOR DE GRÃOS ARDIDOS PARA A SOJA ARMAZENADA	35
TABELA 11. ANÁLISE DE REGRESSÃO E ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA O TEOR DE GRÃOS ARDIDOS PARA SOJA NO ARMAZENAMENTO COM SISTEMA DE AERAÇÃO	36
TABELA 12. ANÁLISE DE REGRESSÃO E ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA O TEOR DE GRÃOS ARDIDOS PARA SOJA, NO ARMAZENAMENTO SEM SISTEMA DE AERAÇÃO.....	37
TABELA 13. TEOR DE GRÃOS AVARIADOS (%) PARA SOJA ARMAZENADA, MÉDIA DE TRÊS REPETIÇÕES.....	41
TABELA 14. ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA O TEOR DE GRÃOS AVARIADOS, NO ARMAZENAMENTO DA SOJA.....	42
TABELA 15. ANÁLISE DE REGRESSÃO E ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA O TEOR DE GRÃOS AVARIADOS, NO ARMAZENAMENTO COM SISTEMA DE AERAÇÃO	43
TABELA 16. ANÁLISE DE REGRESSÃO E ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA O TEOR DE GRÃOS AVARIADOS PARA SOJA NO ARMAZENAMENTO SEM SISTEMA DE AERAÇÃO	43
TABELA 17. PESO DO HECTOLITRO (KG/HL) DA SOJA ARMAZENADA, MÉDIA DE TRÊS REPETIÇÕES.....	46
TABELA 18. ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA O PESO DO HECTOLITRO, NO ARMAZENAMENTO DA SOJA.....	47
TABELA 19. ANÁLISE DE REGRESSÃO E ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA O PESO DO HECTOLITRO PARA SOJA NO ARMAZENAMENTO COM SISTEMA DE AERAÇÃO	47

TABELA 20. ANÁLISE DE REGRESSÃO E ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA O PESO DO HECTOLITRO PARA SOJA, NO ARMAZENAMENTO SEM SISTEMA DE AERAÇÃO	48
TABELA 21. TEORES DE ACIDEZ (%) PARA SOJA ARMAZENADA, MÉDIA DE TRÊS REPETIÇÕES	51
TABELA 22. ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA O TEOR DE ACIDEZ, NO ARMAZENAMENTO DE SOJA	51
TABELA 23. ANÁLISE DE REGRESSÃO E ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA O TEOR DE ACIDEZ DA SOJA, NO ARMAZENAMENTO COM E SEM SISTEMA DE AERAÇÃO.....	53
TABELA 24. TEORES DE ÓLEO (%) PARA SOJA ARMAZENADA, MÉDIA DE TRÊS REPETIÇÕES ..	54
TABELA 25. ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA O TEOR DE ÓLEO, NO ARMAZENAMENTO DA SOJA	55
TABELA 26. ANÁLISE DE REGRESSÃO E ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA O TEOR DE ÓLEO DA SOJA, NO ARMAZENAMENTO COM E SEM SISTEMA DE AERAÇÃO.....	56
TABELA 27. TEORES MÉDIOS DE PROTEÍNA (%) DA SOJA ARMAZENADA, MÉDIA DE TRÊS REPETIÇÕES.....	58
TABELA 28. ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA O TEOR DE PROTEÍNA, NO ARMAZENAMENTO DA SOJA.....	58
TABELA 29. ANÁLISE DE REGRESSÃO E RESPECTIVA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA O TEOR DE PROTEÍNA DA SOJA NO ARMAZENAMENTO.....	59

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. PERÍODO MÁXIMO DE ARMAZENAMENTO DE GRÃOS EM FUNÇÃO DA UMIDADE E TEMPERATURA DO GRÃO (ROA, 1979).....	7
FIGURA 2. TAXA DE DETERIORAÇÃO RELATIVA AFETADA PELA TEMPERATURA (HALL, 1980).....	8
FIGURA 3. TAXA DE DETERIORAÇÃO RELATIVA AFETADA PELA UMIDADE (HALL, 1980)	9
FIGURA 4. VISTA DOS SILOS DE ARMAZENAGEM COM SISTEMA DE AERAÇÃO.....	17
FIGURA 5. VISTA DOS SILOS DE ARMAZENAGEM SEM SISTEMA DE AERAÇÃO.....	18
FIGURA 6. VISTA DA PARTE SUPERIOR DO SISTEMA DE TERMOMETRIA DOS SILOS DE ARMAZENAGEM	19
FIGURA 7. VARIAÇÃO DA UMIDADE RELATIVA AO LONGO DA ARMAZENAGEM, COM LEITURAS DIÁRIAS ÀS 8HS.....	23
FIGURA 8. TEMPERATURAS MÁXIMAS E MÍNIMAS EM SANTA HELENA DE GOIÁS-GO, DURANTE O PERÍODO DE ARMAZENAGEM.....	24
FIGURA 9. TEMPERATURA AMBIENTE E NA MASSA DE GRÃOS DURANTE O PERÍODO DE ARMAZENAGEM NO SILO 2A, COM SISTEMA DE AERAÇÃO.....	24
FIGURA 10. TEMPERATURA AMBIENTE E NA MASSA DE GRÃOS DURANTE O PERÍODO DE ARMAZENAGEM NO SILO 2B, SEM SISTEMA DE AERAÇÃO.....	25
FIGURA 11. TEMPERATURAS MÉDIAS DA SOJA, NOS RESPECTIVOS SENSORES, COM UMIDADE INICIAL DE 15,50%, DURANTE O EXPERIMENTO, COM AS CURVAS DE TENDÊNCIA	27
FIGURA 12. TEMPERATURAS MÉDIAS DA SOJA, NOS RESPECTIVOS SENSORES, COM UMIDADE INICIAL DE 12,70%, DURANTE O EXPERIMENTO, COM AS CURVAS DE TENDÊNCIA	27
FIGURA 13. TEMPERATURAS MÉDIAS DA SOJA, NOS RESPECTIVOS SENSORES, COM UMIDADE INICIAL DE 14,50%, DURANTE O EXPERIMENTO, COM AS CURVAS DE TENDÊNCIA	28
FIGURA 14. PREDIÇÃO DO MODELO DE REGRESSÃO DESCRITO PELA EQUAÇÃO 3, PARA OS DADOS EXPERIMENTAIS PARA SOJA, COM SISTEMA DE AERAÇÃO.....	32
FIGURA 15. PREDIÇÃO DO MODELO DE REGRESSÃO DESCRITO PELA EQUAÇÃO 4, PARA OS DADOS EXPERIMENTAIS PARA SOJA, SEM SISTEMA DE AERAÇÃO	33
FIGURA 16. MODELO DE REGRESSÃO AJUSTADO AOS DADOS EXPERIMENTAIS DE GRÃOS ARDIDOS NO ARMAZENAMENTO DA SOJA COM SISTEMA DE AERAÇÃO	38
FIGURA 17. MODELO DE REGRESSÃO AJUSTADO AOS DADOS EXPERIMENTAIS DO TEOR DE ARDIDOS NO ARMAZENAMENTO DE SOJA SEM SISTEMA DE AERAÇÃO.....	38
FIGURA 18. INÍCIO DA DETERIORAÇÃO POR FUNGOS NA CAMADA SUPERIOR, SENTIDO RADIAL....	39
FIGURA 19. DETERIORAÇÃO POR FUNGOS, CAMADA INTERMEDIÁRIA, SENTIDO RADIAL.....	40
FIGURA 20. DETERIORAÇÃO POR FUNGOS, CAMADA INFERIOR, SENTIDO RADIAL	40
FIGURA 21. MODELO DE REGRESSÃO AJUSTADO AOS DADOS EXPERIMENTAIS DE GRÃOS AVARIADOS NO ARMAZENAMENTO DE SOJA COM SISTEMA DE AERAÇÃO	44
FIGURA 22. MODELO DE REGRESSÃO AJUSTADO AOS DADOS EXPERIMENTAIS DE GRÃOS AVARIADOS NO ARMAZENAMENTO DE SOJA SEM SISTEMA DE AERAÇÃO	44

FIGURA 23. MODELO DE REGRESSÃO AJUSTADO AOS DADOS EXPERIMENTAIS DO PESO DO HECTOLITRO NO ARMAZENAMENTO DE SOJA COM SISTEMAS DE AERAÇÃO	49
FIGURA 24. MODELO DE REGRESSÃO AJUSTADO AOS DADOS EXPERIMENTAIS DO PESO DO HECTOLITRO NO ARMAZENAMENTO DE SOJA SEM SISTEMA DE AERAÇÃO.....	49
FIGURA 25. MODELO DE REGRESSÃO AJUSTADO AOS DADOS EXPERIMENTAIS DO TEOR DE ACIDEZ NO ARMAZENAMENTO DA SOJA COM E SEM SISTEMA DE AERAÇÃO	53
FIGURA 26. MODELO DE REGRESSÃO AJUSTADO AOS DADOS EXPERIMENTAIS DO TEOR DE ÓLEO NO ARMAZENAMENTO DA SOJA COM E SEM SISTEMA DE AERAÇÃO.....	57
FIGURA 27. MODELO DE REGRESSÃO AJUSTADO AOS DADOS EXPERIMENTAIS DO TEOR DE PROTEÍNA NO ARMAZENAMENTO DA SOJA COM E SEM SISTEMA DE AERAÇÃO.....	60
FIGURA 28. TEORES DE UMIDADE (%) NAS PROFUNDIDADES, NO PERÍODO DE 13 DE OUTUBRO A 05 DE JANEIRO DE 2001, NO ARMAZENAMENTO DA SOJA COM E SEM SISTEMA DE AERAÇÃO	61
FIGURA 29. DETERIORAÇÃO OCORRIDA DEVIDO À PRESENÇA DE FUNGOS NO SILO 2B, SEM SISTEMA DE AERAÇÃO, NA PROFUNDIDADE DE 15CM EM RELAÇÃO AO PISO	62

NOMENCLATURA

U_A = Teor de umidade com sistema de aeração.

U_{SA} = Teor de umidade sem sistema de aeração.

A_A = Teor de grãos ardidos com sistema de aeração.

A_{SA} = Teor de grãos ardidos sem sistema de aeração.

AV_A = Teor de grãos avariados com sistema de aeração.

AV_{SA} = Teor de grãos avariados sem sistema de aeração.

PH_A = Peso do hectolitro com sistema de aeração.

PH_{SA} = Peso do hectolitro sem sistema de aeração.

Ac = Teor de acidez.

O = Teor de óleo.

P = Teor de proteína.

UI = Teor de umidade inicial.

D = Dias de armazenamento.

RESUMO

AVALIAÇÃO DAS PERDAS QUALITATIVAS NO ARMAZENAMENTO DA SOJA

À medida que a globalização é uma realidade mundial e aumenta a competitividade de abastecimento de alimentos, e sendo o Brasil um país tradicionalmente agrícola, torna-se uma prioridade produzir e armazenar cada vez melhor. Nestes processos a qualidade da matéria prima é fundamental pois os produtos alimentares apresentam sua qualidade condicionada à qualidade da matéria-prima que lhes deu origem. O armazenador de grãos deve ter como objetivo principal a preservação da qualidade dos produtos sob sua responsabilidade. Portanto, entender como as perdas ocorrem durante o armazenamento com e sem sistema de aeração, em diferentes níveis de umidade; verificar a variação do teor de óleo, proteína e acidez e obter modelos matemáticos para prever o comportamento da soja em função dos indicadores de qualidade foram os objetivos do trabalho.

Armazenou-se soja durante 238 dias com três teores iniciais de umidade (12,70; 14,50 e 15,50% b.u.), em silos metálicos, sendo que 9 silos com sistema de aeração e 9 silos sem sistema de aeração. A temperatura foi registrada e amostras de grãos coletadas. Modelos de regressão foram ajustados em função do período de armazenamento e do teor de umidade inicial.

A deterioração da soja ocorrida durante o experimento (aumento do percentual de grãos ardidos, avariados e teor de acidez do óleo) foi visualizada, principalmente, nos silos sem sistema de aeração, onde observou-se a presença de fungos com maior proliferação para a soja com teor de umidade inicial de 15,50%. Podemos dizer, portanto, que o armazenamento com sistema de aeração preservou melhor a qualidade da soja independentemente do teor de umidade inicial. Por outro lado, para o armazenamento sem sistema de aeração a deterioração ocorreu em função do teor de umidade inicial.

Sendo assim, concluiu-se que:

- As perdas ocorridas foram constatadas principalmente devido ao aumento do *teor de grãos ardidos e grãos avariados* e se acentuam no *teor de umidade inicial* mais alto (15,50%), no armazenamento sem sistema de aeração;
- As variações do *teor de proteína* e *teor de óleo* são independentes do uso ou não do sistema de aeração;
- O *teor de óleo* tem tendência a decrescer com o tempo de armazenamento, sendo função do *teor de umidade inicial* e do *tempo de armazenagem*;
- Os modelos matemáticos obtidos, ou as respectivas superfícies de resposta, podem ser usados para estimar os parâmetros *teor de umidade*, *teor de ardidos*, *teor de proteína* e *teor de óleo* ao longo do armazenamento;
- A amostragem de grãos em processo de deterioração, utilizando-se o calador, necessita de cuidados especiais, com adaptações para obter-se uma amostra representativa.

Palavras-chave: Soja, armazenagem, teor de umidade, qualidade, aeração

ABSTRACT

QUALITATIVE LOSSES EVALUATION ON SOYBEANS STORAGE.

As the globalization is a world reality and it increases the contest of food provisioning, and being Brazil a traditionally agricultural country, it has become priority to produce and to store better and better. The concern with the quality is big, because the alimentary products present their quality conditioned to the raw material quality that gave them origin. Someone in charge of the storage of products should have as main objective the preservation of the quality of the grain that entered in the unit. Therefore, being able to understand how the losses happen during the storage with and without aeration system in different moisture levels, verifying the variation of oil level, protein and acidity and obtaining mathematical models to foresee the behavior of the soybeans in function of the quality indicators are the objectives of the work.

Soybeans were stored with three initial levels of moisture, in silos with aeration system and silos without aeration system for 238 days. The temperatures data were registered and samples were collected. Mathematical models were adjusted according storage period and initial moisture content.

The soybeans deterioration during the storage period (increased the heat damage, total damage and oil acid) was detected mainly on the silos without aeration system, where detect mainly molds on the soybeans with 15,5% initial moisture content. Therefore we can say that storage soybeans with aeration system preserved better the quality soybeans, independents of initial moisture content. On the other hand, the storage without aeration system the deterioration occurred in function of initial moisture content.

We concluded that:

- The losses occurred were due mainly to the increase of *heat damaged grains* and *damaged grains levels*;
- The *protein* and *oil levels* variation were independents of the aeration use;
- The *oil level* trends to decrease during the storage, and is a function of the *initial moisture content* and the *storage time*;

- The obtained mathematical models, or the respective response surfaces, can be used to estimate the *moisture content*, *heat damaged grains level*, *protein level* and *oil level* during the storage;
- The sample process of grains in deterioration process, using the MA-450T sampler, must have special attention, with adaptations to obtain representative samples.

Keywords: Soybeans, storage, moisture content, quality, aeration.

1. INTRODUÇÃO

À medida que a globalização é uma realidade mundial e aumenta a competitividade de abastecimento de alimentos entre os países, sendo o Brasil um país tradicionalmente agrícola, torna-se uma prioridade produzir e armazenar cada vez melhor, para assim termos produtos de qualidade que garantam uma movimentação contínua e segura de *commodities* de um lado a outro do mundo. Conseqüentemente, os problemas de transporte, pré-processamento e armazenamento vão se tornando cada vez mais importantes, merecendo atenção da ciência e tecnologia no que se refere às práticas de conservação dos alimentos.

Atualmente, a soja ocupa lugar de destaque como fonte de proteína, sendo que foi domesticada no continente asiático e teve seu surgimento como cultura no Nordeste da China, em torno do século XI a.C.. Chegou aos Estados Unidos, que hoje, juntamente com o Brasil, a Argentina, a China e a Índia produzem 90% da soja mundial, com destaque aos Estados Unidos que produzem mais da metade. No Brasil, seu cultivo iniciou-se no Rio Grande do Sul, de onde expandiu-se para Santa Catarina, Paraná e São Paulo, para, a seguir, abrir novas fronteiras em direção ao Centro-Oeste, hoje grande produtor brasileiro.

Sendo a principal cultura das exportações brasileiras, a soja, na última safra (1999/2000), com uma produção de 31,64 milhões de toneladas, representou um faturamento de US\$5,2 bilhões, segundo dados apresentados pelo presidente da ABRASOJA, José de B. França Neto, no *Encontro sobre Tecnologia e Competitividade da Soja no Mercado Global*, realizado de 28 a 30 de agosto de 2000, em Cuiabá – MT. Esse valor corresponde a 10% do PIB agrícola ou cerca de 1% do PIB nacional (NEUMANN, 2001).

Com a alta produção mundial, não só de soja, mas de vários produtos, no que se refere aos produtos alimentares a preocupação com o processo industrial é permanente, buscando-se através da qualidade da matéria-prima, um resultado final de alto padrão, para mercados cada vez mais exigentes e competitivos.

As perdas na qualidade dos grãos após a colheita ocorrem em sua maior parte por causa da infestação de insetos, deterioração por fungos e ataques por roedores e pássaros. A respiração e a deterioração gradual da viabilidade, qualidade nutritiva e das propriedades

relacionadas com o uso final dos grãos contribuem com uma proporção menor, porém de importância, no total de perdas que ocorrem durante a estocagem (ATHIÉ et al.,1998).

Conforme citado por FINCK (1997), segundo relatório preliminar apresentado pelo MAARA (1993), com dados analisados por técnicos da EMBRAPA, nas safras de 1989 a 1992, foram apontados consensualmente os seguintes índices de perdas: *arroz* (22,1%), *feijão* (15,0%), *milho* (17,1%), *soja* (10,3%) e *trigo* (9,2%). O referido relatório cita que, na safra de 1991/1992, foram produzidos 67,998 milhões de toneladas dos produtos mencionados e perdidos 10,454 milhões de toneladas nas operações de pós-colheita. Há citações, naquele trabalho, que relatam perdas de 4,4% na colheita e 7,8% no armazenamento do milho apontando como causas principais: colheita tardia, tempo prolongado do produto na lavoura, falhas na colheita mecânica, tratamento pós-colheita inadequado ou ausente, armazenamento incorreto, insuficiência de estrutura de secagem e a localização indevida da rede de armazenamento.

Durante o período de pós-colheita, a maior parte dos cereais e leguminosas passa por uma série de etapas bem definidas: os produtos são trilhados ou descascados, secos, armazenados e, finalmente, processados. Muitas destas práticas podem reduzir a qualidade dos produtos e comprometer sua posterior conservação. Por exemplo, as condições climáticas que imperam durante a colheita podem afetar significativamente o teor de umidade e a constituição do grão e, ademais, sua susceptibilidade ao ataque por insetos e fungos. Os danos causados ao grão durante a colheita e trilhagem, podem torná-lo, também, mais susceptível a infestações. A eliminação incompleta de matérias estranhas pode ser causa de crescimento excessivo de mofo, antes da secagem e durante o armazenamento (BROOKER et al.,1992).

A operação de secagem deve ser realizada com extremo cuidado, pois esta prática pode reduzir sensivelmente a qualidade dos grãos e sementes, os quais irão passar por outras etapas do processamento. Os principais parâmetros da secagem que podem estar associados à redução da qualidade dos grãos e sementes são a temperatura, umidade relativa e velocidade do ar de secagem, taxa de secagem do produto, teor de umidade inicial e final do produto, sistema de secagem empregado e o tempo de residência do produto na câmara de secagem (BROOKER et al.,1992; LOEWER et al.,1994). Por outro lado, uma supersecagem torna os grãos quebradiços, além de elevar muito o custo da secagem.

Para o armazenamento, não há um teor de umidade definido, mas uma faixa de teores de umidade que dependem das propriedades físicas de cada espécie, da temperatura e umidade durante o armazenamento, do tempo de armazenamento e, até mesmo, das características da variedade e da qualidade dos grãos tais como teor de impurezas, índice de danos e outros fatores SILVA (1995).

O termo *qualidade*, no que se refere a grãos, é difícil de ser exatamente delimitado, uma vez que dependerá de sua futura utilização. Ressalte-se que o armazenador deverá ter como objetivo principal a preservação da qualidade do grão que entrou na unidade, independente de qual será sua utilização futura e os trabalhos de pesquisa científica devem incluir assunto tão relevante, como o dimensionamento das perdas quantitativas e qualitativas que ocorrem no armazenamento. Apesar do aumento crescente das safras a cada ano, também deve-se salientar que a competitividade acirrada, a demanda cada vez maior por alimentos de qualidade são fatores fundamentais para que, cada vez mais, as perdas, que ocorrem na pós-colheita, sejam minimizadas.

Tendo em vista que as perdas precisam ser melhor compreendidas, desenvolveu-se este trabalho com o objetivo de mensurar as perdas qualitativas que ocorrem durante o armazenamento da soja, que pode ser evidenciado através da:

- a) Verificação das perdas durante o armazenamento, com sistema de aeração e sem sistema de aeração, com três níveis iniciais de umidade.
- b) Determinação da variação do teor de óleo, proteína e acidez ao longo do armazenamento.
- c) Obtenção de modelos matemáticos que representem as alterações nas características físicas e químicas avaliadas ao longo do armazenamento.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. ASPECTOS GERAIS

Os grãos, no ambiente de armazenamento, comportam-se como um ecossistema, no qual os elementos *bióticos* (grãos, insetos e microflora) e *abióticos* (impurezas, ar intergranular, vapor d'água e estrutura de armazenagem) são afetados, tanto química como biologicamente, por fatores ambientais, como temperatura, umidade e composição do ar. Esses componentes são as variáveis do sistema e estão continuamente interagindo entre si (ATHIÉ et al., 1998).

Os principais fatores externos que afetam o ecossistema da massa de grãos são a *temperatura* e a *umidade relativa* que prevalecem no local de armazenamento. A variação da temperatura ambiente pode ser extrema, desde a valores abaixo de zero até acima de 40°C, podendo ter implicações positivas ou negativas na extensão das perdas durante a armazenagem. Também a umidade relativa pode apresentar grandes variações, desde 10 a 20% em desertos até 90% ou mais nos trópicos. O efeito combinado da umidade relativa e da temperatura em um determinado local de armazenamento determina a atividade de todos os componentes bióticos do sistema, os quais conduzem a um armazenamento seguro ou a perdas do produto (ATHIÉ et al.,1998).

2.2. FATORES QUE AFETAM O ARMAZENAMENTO

A deterioração do grão é dependente do seu teor de umidade, temperatura, oxigênio disponível e microorganismos envolvidos (HALL,1980).

2.2.1. Teor de Umidade

Segundo BROOKER et al. (1992), grãos com umidade entre 16 e 18,5% podem ser armazenados com segurança por período de 3 a 18 meses se ocorrer a redução da temperatura do grão para valores entre 3 e 10°C. O desenvolvimento de fungos e insetos e

as perdas de germinação das sementes são inibidos nesta faixa de temperatura. Existe uma tendência de expansão do uso de resfriamento para grãos armazenados, mas que não irá substituir a secagem. Juntamente com a secagem, o resfriamento irá permitir maior tempo de espera antes da secagem em condições seguras de armazenagem neste período. Em adição, a prática de resfriamento dos grãos possibilita a preservação da qualidade, eliminando a necessidade da rápida secagem dos grãos, com umidade entre 16 e 18%, limitando o desenvolvimento microbiológico e de insetos, e permitindo um maior tempo de armazenamento sem o uso de tratamentos com produtos químicos.

Os conteúdos de umidade nos quais ocorre um aumento expressivo na taxa respiratória estão próximos daqueles nos quais o aquecimento e a deterioração se iniciam no armazenamento. Os valores críticos de teor de umidade são de 14% para cereais e 11% para sementes oleaginosas (ATHIÉ et al., 1998).

Segundo HALL (1980), os teores de umidade máximos recomendados para uma armazenagem segura, são indicados conforme condições constante na Tabela 1.

Tabela 1. Recomendação para armazenamento de soja

Umidade %	Condição
15	Não seguro para armazenamento
14	Armazenamento seguro limitado aos meses de inverno
13	Armazenamento seguro para toda estação de inverno
12	Nos EUA, 1 ou 2 graus acima são aceitos para quase três anos, mas com redução da germinação.
10	Boa condição de armazenamento para 4 anos.

De acordo com WEBER (1995), o teor de umidade dos grãos recomendados para armazenagem segura deverá ficar entre 12 e 13%.

Segundo ROA (1979), o tempo máximo de armazenamento de grão industrial em função da temperatura e umidade do grão, durante o armazenamento, é mostrado na Figura 1. Observa-se que uma diferença de apenas 2% no teor de umidade pode determinar uma variação muito grande no período de armazenamento. Deve-se notar que a informação sobre deterioração industrial, indicada na figura, foi baseada em milho. Porém, as pesquisas realizadas na UNICAMP por VILLA et al. (1976) como reportadas por ROA (1979), confirmaram que esses dados podem ser usados para a soja, como uma primeira aproximação.

Com relação às sementes de soja, VILLALOBOS e VILLA (1978) quantificaram o efeito dos fatores de deterioração sobre a qualidade fisiológica das sementes de soja. Determinaram que as seguintes equações relacionam a perda do poder germinativo com a temperatura, umidade do grão e tempo de armazenamento.

$$GI = G / GO = 1 - \left[0,4123 \left(e^{0,0002907teq} - 1 \right) + 0,00005842teq^{0,8225} \right]$$

Equação 1

Para:

$$teq = t / X_m X_t$$

Equação 2

$$X_m = 0,95 + 0,054 M_w \quad M_w < 10,9\% \text{ wb}$$

$$X_m = 232,0718 M_w - 2,0992 \quad M_w > 10,9\% \text{ wb}$$

$$X_t = 4,03 - 0,101 T \quad T < 30^\circ\text{C}$$

$$X_t = 1 + (0,41308 - 0,24152 \text{ Ln } M_w + 0,002075 M_w^{1,5275}) (T - 30)$$

$$T > 30^\circ\text{C}$$

Onde:

GI = % Germinação / % Germinação Inicial

G = Porcentagem de germinação da soja ao tempo t, %.

GO = Porcentagem inicial da germinação da soja %.

Teq = tempo equivalente, ou tempo em condições padrão T = 30°C e M_w = 13,4%, horas.

X_m = Multiplicador de umidade

X_t = Multiplicador de temperatura

M_w = Conteúdo de umidade da soja, % base úmida

T = Temperatura, °C.

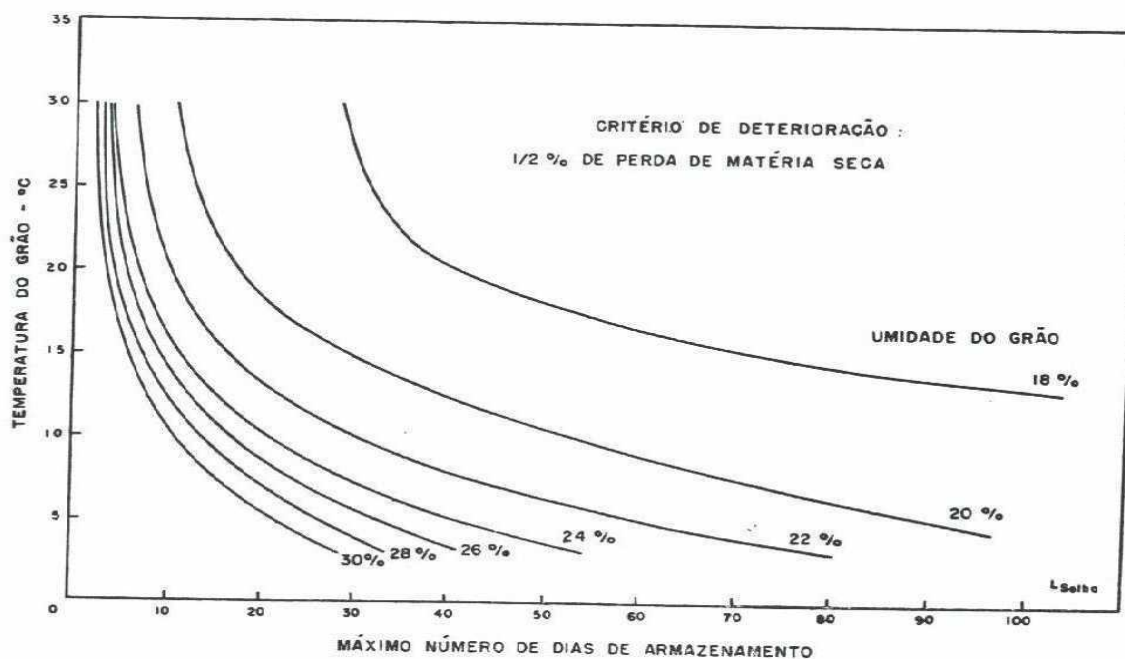


Figura 1. Período máximo de armazenamento de grãos em função da umidade e temperatura do grão (ROA, 1979)

CERQUEIRA e COSTA (1981), estudando a influência da umidade inicial sobre a qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em dois níveis de umidade (10 e 14%), durante nove meses em Goiânia - GO, determinaram que, após três meses de armazenamento, o teor de umidade estava em torno de 10%. O armazenamento da soja, neste caso, ocorreu em sacos de papel multifoldado e não houve efeito sobre a qualidade fisiológica das sementes de soja ao longo do armazenamento (Tabela 2).

Tabela 2. Percentagens médias da umidade da semente de soja, nos cinco períodos de armazenamento e nos dois níveis de umidade. Goiânia-GO, maio de 79 a fevereiro de 1980

Umidade (%)	Meses de armazenamento				
	0	3	5	7	9
10 (U1)	9,0	10,6	7,8	10,3	12,1
14 (U2)	12,2	10,0	8,6	10,4	11,9

2.2.2. Temperatura

Temperaturas elevadas provocam alterações bioquímicas nos grãos e, durante a secagem natural ou artificial, podem prejudicar a qualidade do produto. Temperaturas elevadas também afetam a viabilidade das sementes e em umidades relativas mais elevadas, sementes mortas são mais susceptíveis a invasão por fungos. Em grandes volumes de grãos armazenados a granel, o efeito da temperatura é limitado, devido à baixa condutibilidade térmica dos grãos. No entanto, quando o volume da massa é pequeno ou estão em sacarias, o efeito da temperatura ambiente é maior, e ocorre dentro de um período de tempo mais curto (ATHIÉ et al., 1998).

Segundo WEBER (1995), os grãos deveriam ser armazenados com temperatura entre 16 e 18 °C.

De acordo com ACASIO (1997), soja com umidade entre 14 e 14,3%, mantida de 5 a 8 °C, pode ser armazenada por mais de dois anos sem danos causados por fungos, enquanto que mantida a 30 °C, pode ser invadida por fungos em poucas semanas e severamente danificada em seis meses. O mesmo autor afirma que a soja pode ser armazenada com 10,5% de umidade em qualquer temperatura, sem ser danificada por ataque de fungos. Entretanto, com esta umidade, pode desenvolver infestação de insetos, a menos que a temperatura seja mantida abaixo de 20 °C.

Para HALL (1980), a taxa de deterioração relativa de grãos armazenados aumenta com o aumento da temperatura até valores ao redor de 27 °C. Para temperaturas superiores a este valor, alguns microorganismos podem morrer (Figura 2), reduzindo assim a taxa de deterioração relativa. A taxa de deterioração relativa também aumenta com aumento do teor de umidade, conforme pode ser visto na Figura 3.

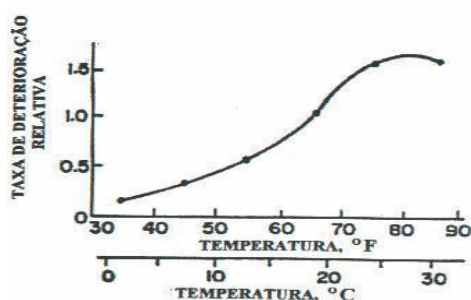


Figura 2. Taxa de deterioração relativa afetada pela temperatura (HALL, 1980)



Figura 3. Taxa de deterioração relativa afetada pela umidade (HALL, 1980)

2.2.3. Umidade Relativa

Os danos mais importantes, que ocorrem nos grãos armazenados em ambientes com umidades relativas elevadas, resultam da invasão por fungos, a qual ocorre a umidades relativas maiores que 70%.

O conteúdo de vapor d'água do ar intergranular, em um grande volume de massa de grãos, pode diferir bastante do ar ambiente e apesar das suas propriedades higroscópicas, os grãos não alteram o seu conteúdo de umidade adquirindo ou perdendo água para o ar ambiente, com exceção das camadas mais externas de grãos. Entretanto, a difusão de vapor d'água do ar intergranular para o ar externo e vice-versa pode ser facilitada quando ocorrem gradientes de temperatura ou é feita aeração na massa de grãos (ATHIÉ et al., 1998).

Conforme citado por HALL (1980), sérias deteriorações podem ocorrer na viabilidade de trigo, aveia e cevada armazenados a 21°C e 90% de umidade relativa ou altas perdas em um mês, enquanto se armazenados por três anos a 21°C e 57% de umidade relativa, haverá apenas um pequeno decréscimo na viabilidade.

2.2.4. Microflora

Os principais componentes da microflora dos grãos armazenados são os *fungos*, os quais em condições de elevada umidade relativa, podem levar a um volume excessivo de

perdas, que também estão relacionadas à produção de micotoxinas. A manutenção de grãos a baixas temperaturas pode reduzir os danos causados pelos fungos mesmo quando o conteúdo de umidade dos grãos estiver acima dos limites considerados seguros para a seu armazenamento. Ocorrendo desenvolvimento de fungos ou insetos na massa de grãos, ocorre aumento da concentração de gás carbônico do ar intergranular, portanto, a composição do ar intergranular difere da atmosférica. Mas a composição do ar de um pequeno volume de grãos armazenados a granel não difere muito da atmosférica. Entretanto, em volumes maiores de grãos, armazenados em silos, esta diferença é perceptível (ATHIÉ et al., 1998).

A espécie e quantidade de microorganismos presentes dependem do tratamento prévio ao qual o grão foi submetido (HALL, 1980).

Um dos danos mais sérios causados por fungos de armazenamento em grãos é a redução do peso através do consumo puro e simples da matéria seca e gorduras. Para determinar-se a redução em matéria seca causada pelos fungos, foram tomados 20 grãos sadios e 20 grãos danificados por fungos de milho e soja, pesados individualmente em balança de precisão (LÁZZARI, 1993). Os resultados deste experimento estão na Tabela 3.

Tabela 3. Perda de matéria seca em grãos danificados por fungos comparados com grãos sadios obtidos da mesma amostra

	Peso em g	
	Milho	Soja
Grãos sadios	7,3054	3,1311
Grãos danificados por fungos	5,4572	2,5370
Perda de matéria seca (%)	25,0	18,0

Tabela 4. Perda de matéria seca causada por fungos de armazenamento em sementes de soja relacionadas com a umidade, temperatura e tempo

Temperatura (°C)	TU (%) Inicial	Dias				Total	r
		60	120	180			
15	13,9	0,00	0,06	0,18	0,24	0,95	
	17,3	0,12	0,17	0,26	0,55		
	19,8	0,10	0,19	0,96	1,25		
25	14,1	0,00	0,16	0,23	0,40	0,968	
	17,1	0,30	0,32	0,68	1,30		
	20,3	1,05	1,23	1,74	4,00		
	22,1	4,99	17,22	14,40	36,60		

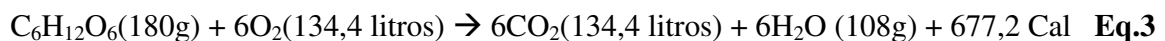
Cada valor (%) representa uma média de 4 repetições.

A Tabela 4, apresenta a perda de matéria seca ocorrida num período de 6 meses em soja armazenada a dois níveis de temperatura e sete níveis de umidade. Estes resultados mostram que existe uma forte correlação entre o teor de umidade (TU) inicial e a redução em matéria seca. Quanto mais elevado for o teor de umidade inicial e a temperatura, maior será o consumo de matéria seca pelos fungos de armazenamento. O maior consumo se dá nas temperaturas mais elevadas associadas com altos teores de umidade (LÁZZARI, 1993).

2.2.5. Teor de Oxigênio.

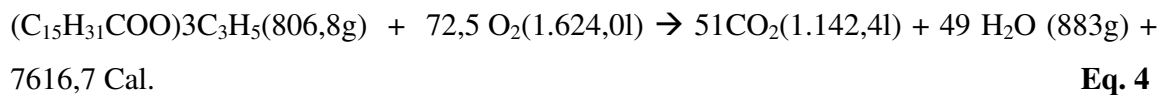
A respiração é um processo que continua mesmo após os grãos terem sido colhidos. Em grãos úmidos, a respiração que ocorre é devida principalmente aos fungos presentes. Respiração aeróbica é aquela que ocorre na presença de oxigênio. Os carboidratos e as gorduras são oxidadas, resultando em gás carbônico e água, liberando energia na forma de calor. As reservas dos grãos são responsáveis pelo fornecimento de carboidratos e gorduras consumidos no processo de respiração aeróbica. A combustão completa dos carboidratos e gorduras pode ser representada pelas seguintes equações:

D-GLUCOSE



Portanto 1,0 litro de O₂ consumido produz 5,04 calorias

TRIPALMITINA



Portanto 1 litro de O₂ consumido produz 4,69 Calorias.

Pelas equações acima percebe-se que a quantidade de O₂ consumido e CO₂ produzido varia com o substrato.

2.3. INDICADORES DE QUALIDADE.

2.3.1. Aspectos Gerais

A qualidade dos grãos é em função de seu histórico, variedade, práticas culturais, período e modo da colheita, método de secagem e práticas de armazenagem. Ainda, o conceito de qualidade vai depender da aplicação:

- Para o comerciante de grãos são interessantes: teor de umidade adequadamente baixo e uniforme; baixo teor de impurezas; pequena quantidade de quebrados; outros fatores desqualificantes, e elevado peso do hectolitro;
- Para o produtor de sementes: viabilidade e alto vigor;
- Para alimentação animal: alto valor nutritivo e baixa incidência de mofo;
- Para o processamento tecnológico: alto rendimento em proteína, amido, açúcares, óleo e outros componentes, facilidade na moagem e na panificação.

Portanto, a função da armazenagem é preservar a qualidade do produto, ou suas propriedades, para determinados usos (HARA, 1977).

Segundo SILVA (1995), as perdas provenientes das pragas e insetos no armazenamento podem se dividir em dois tipos:

- a) **Perdas quantitativas:** referentes às reduções de peso ou de volume, e que não retratam adequadamente a degradação nutricional do alimento, tampouco os danos indiretos, como os causados pelo aquecimento da massa de grãos, disseminação de microrganismos, doenças, danos à estrutura e depósitos da unidade armazenadora, custos de controle e resíduos tóxicos e outros.
- b) **Perdas qualitativas:** caracterizam-se pelas alterações na qualidade do produto, em função da diminuição do valor nutricional. Embora, ocasionalmente, estas mudanças possam resultar em ganho aparente, em quase todos os casos, entretanto, a infestação por pragas leva à perda nutricional, desvalorização do produto atacado, diminuição do

grau de higiene do produto pela presença de insetos, excrementos, ovos e perda da qualidade de panificação da farinha. A natureza e extensão destas alterações podem ser resumidas em seis fatores comumente envolvidos: mudanças químicas, teor de umidade, condução de calor, transformações, consumo e aceitabilidade.

Geralmente, no caso de grãos de soja, as indicações de qualidade estão definidas pela portaria ministerial 262, de 23 de novembro de 1983 , para o mercado doméstico e para exportação. A ANEC (Associação Nacional dos Exportadores de Cereais) no caso do mercado externo, utiliza mesmo padrão da portaria ministerial acima citada, que normalmente, são adotadas, pricipalmente para soja, pelos segmentos envolvidos desde a produção até ao consumo do produto final. Os parâmetros utilizados são: teor de umidade, grãos avariados, grãos quebrados, grãos verdes, impurezas e matérias estranhas. A dificuldade de se ter uma portaria ministerial que seja aceita por produtores, comerciantes, indústria e consumidores, em conjunto ao fato de que a cada dia o consumidor está mais exigente em qualidade, tem contribuído cada vez mais para que cada indústria e/ou comerciante tenha seus próprios índices de qualidade. No entanto tais índices têm sido baseados sempre nas regulamentações oficiais.

Com relação ao peso do hectolitro, sob condições normais, quanto menor o teor de umidade do produto, maior será o seu peso do hectolitro. A secagem excessiva de um produto, a temperaturas muito elevadas, danificará o material que, conseqüentemente, terá um peso do hectolitro menor. A uma mesma faixa de umidade final, quanto mais alta for a temperatura de secagem, menor será o peso do hectolitro (SILVA, 1995).

Segundo BROOKER et al. (1992), as propriedades dos grãos que determinam a qualidade são:

- Teor de umidade baixo e uniforme;
- Alto peso do hectolitro;
- Baixa porcentagem de material estranho;
- Baixa porcentagem de descoloridos, quebrados, danificados pelo calor e enrugados;
- Baixa susceptibilidade a quebras;

- Alta qualidade para moagem;
- Alto teor de óleo e fácil retirada;
- Alto teor de proteína.

2.3.2. Indicadores de Qualidade para Soja.

De acordo com THOMAS et al. (1989), no armazenamento da soja às temperaturas de 20 e 30°C e umidades relativas de 65 e 85%, foi observado que o teor de proteína decresceu com o tempo de armazenamento e que a umidade relativa e a temperatura influenciaram significativamente no teor de proteína ($P < 0,01$). A soja armazenada a 65% de umidade relativa obteve um decréscimo no teor de proteína mais rapidamente nos primeiros meses de armazenamento. Os autores também determinaram que a maior variação do pH para todos os tratamentos foi um decréscimo de 0,15 (de 6,55 para 6,40) para condição de armazenamento a 30°C e 85% de umidade relativa.

Segundo SAIO et al. (1980), citado por THOMAS et al. (1989), mais de 50% das perdas da proteína solúvel ocorrem nos primeiros 6 meses de armazenamento a 35°C e 80% de umidade relativa.

Segundo ACASIO (1997), a descoloração da soja geralmente indica qualidade inferior e baixo valor de mercado. A troca de coloração é sempre associada com a invasão de fungos acompanhada de respiração microbiana e consequente aquecimento. O cheiro de ranço sempre indica um estágio avançado de infestação de insetos e fungos e uma medida deve ser tomada imediatamente, aerando para remover os odores e resfriar toda a massa, além dos grãos serem direcionados para o processo o mais rapidamente possível. Este cheiro de ranço pode indicar rancificação do óleo que a soja contém, devido às reações químicas.

2.3.3. Aspectos Sócio-econômicos e Legais.

As normas de comercialização de grãos variam entre países; por isto, os aspectos legais e econômicos devem ser considerados com um certo cuidado. Mas como a soja é um grão que grande parte da produção normalmente se destina às exportações e com o

movimento econômico crescente de globalização, com certeza todos aqueles envolvidos desde o plantio até à industrialização deverão estar preocupados com uma padronização globalizada, para assim obterem uma comercialização justa tanto na compra dos grãos como na venda dos produtos industrializados. Esta nova exigência irá determinar quem terá condições de expandir seus mercados.

Segundo FINCK (1993), o mercado qualitativo já é uma realidade do qual o setor armazenador não pode excluir-se sob alegação da falta de condições imediatas de adequação. Sendo assim, será necessário estreitarem-se os laços comerciais com o mercado interno, para ajustes de preços ao produtor de melhor qualidade.

BEVILACQUA (1993) cita que a padronização protege os direitos de todas as partes intervenientes na indústria para processamento de grãos e, assim, assegura classificações justas e preços honestos para compradores e vendedores, regula os encargos de movimentação das empresas de grãos, ou seja, garante a qualidade. No entanto, vale lembrar que as normas para grãos variam de país para país (BAKKER-ARKEMA, 1993).

Uma prática comum de comercialização são as penalizações de qualidade que o produto sofre, devido não estar dentro dos padrões, que vão de descontos em peso ou valor econômico até à devolução da carga. Em se tratando de exportações, como os portos geralmente não possuem estrutura de beneficiamento, eles acabam fazendo as devoluções que, além da perda direta do não embarque da carga, também acarretam a perda financeira do transporte.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. MATÉRIA-PRIMA E LOCAL DO EXPERIMENTO

A matéria-prima utilizada, soja, foi proveniente de lavouras da região de Santa Helena de Goiás, estado de Goiás, colhida em maio de 2000.

O desenvolvimento da fase experimental foi realizado no Armazém Convencional da União Armazéns Gerais, constante das instalações armazenadoras destinadas à recepção e armazenamento de grãos, situado à Rodovia BR452, km36, S/N, Zona Rural em Santa Helena de Goiás-GO (latitude 17^o 55' 48,6" S e longitude 50^o 33' 7" W).

As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Controle de Qualidade da unidade de processamento de soja e milho da Cargill Agrícola S/A, na cidade de Uberlândia - MG e no Laboratório de Controle de Qualidade na unidade de processamento de soja em Ponta Grossa - PR. As análises das propriedades físicas foram realizadas no Laboratório de Classificação do próprio armazém da União.

3.2. BENEFICIAMENTO

Os grãos, após colhidos, foram imediatamente submetidos ao beneficiamento, no qual obteve-se três lotes de, aproximadamente, 600 kg cada, com percentual de impurezas e ou matérias estranhas menor que 1,0% e os teores iniciais de umidade de 12,70; 14,50 e 15,50%, respectivamente.

Para realizar o beneficiamento, utilizaram-se máquinas de pré-limpeza tipo ar e peneiras para todos os lotes. Para o lote de umidade inicial de 14,50% foi utilizado secador de fluxo misto, tipo cascata, com fornalha à lenha, com temperatura do ar de secagem de 70°C. Para os demais lotes não houve necessidade de secagem, uma vez que já estavam com a umidade desejada.

3.3. SISTEMA DE ARMAZENAGEM

O sistema de armazenagem foi constituído de silos, com e sem sistema de aeração, de acordo com a seguinte descrição:

a) Foram utilizados tambores metálicos redondos, diâmetro 0,56m e altura 0,82m, capacidade de 150 a 160kg cada. O fundo foi perfurado obtendo furos de 0,15mm de diâmetro com um total de 10% de furos em relação a área total do fundo. Ao todo foram 18 silos, 9 com aeração e 9 sem aeração, sendo 3 para cada nível de umidade. Os silos foram numerados de 1A a 9A, com aeração, e 1B a 9B, sem aeração, sendo silos 1, 2 e 3 (soja com umidade inicial de 15,50%), silos 4, 5 e 6 (soja com umidade inicial de 12,70%) e silos 7, 8 e 9 (soja com umidade inicial de 14,50%).

b) Dois plenuns foram construídos em estrutura metálica, de forma quadrada. No primeiro foram instaladas três entradas laterais independentes para entrada dos dutos de aeração (figura 4). No segundo, não foi instalado sistema de aeração, (Figura 5).



Figura 4. Vista dos silos de armazenagem com sistema de aeração

Ventiladores axiais foram utilizados para insuflar ar com vazão suficiente para fornecer uma taxa de aeração de $0,1\text{m}^3/\text{min}/\text{ton}$ de grãos. A aeração foi utilizada de acordo

com a temperatura de armazenamento, para manter os grãos com a temperatura inferior a 30°C. A partir de 28 de junho, foi realizado aeração sempre às quinta-feiras, no período de 5:00h às 7h30 min, independente da temperatura da massa de grãos.



Figura 5. Vista dos silos de armazenagem sem sistema de aeração

No centro de cada silo, foi instalado um cabo de termopares com os quatro sensores igualmente espaçados entre si a 0,25m, sendo que o primeiro sensor posicionava-se na base de cada silo. Estes cabos foram interligados a um processador para as leituras diárias e registro das respectivas temperaturas da massa de grãos.

Na Figura 6 pode-se visualizar a parte superior dos silos com o sistema de termometria.



Figura 6. Vista da parte superior do sistema de termometria dos silos de armazenagem

3.4. COLETA DE AMOSTRA

As amostras foram retiradas em intervalos de 14 dias, durante o período de 8 meses. No momento do término de enchimento dos silos foram coletadas amostras para as análises iniciais. Para coleta das amostras, foi utilizado um coletor tipo calador, formado de dupla tubulação, com orifícios ao longo do coletor. O tubo interno gira, abrindo ou fechando as aberturas do tubo externo, introduzindo-o verticalmente na posição central do silo (em altura e diâmetro), de modo a obter uma amostra de aproximadamente 0,75kg.

A partir do dia 13/10/00 foi introduzida uma alteração na metodologia para coleta das amostras do seguinte modo: foi utilizado o mesmo calador acima citado, porém foi adaptado de modo a se coletar amostras nas alturas de 15, 30 e 45 cm em relação ao piso do silo. Para isto, abriam-se somente os respectivos orifícios do calador na respectiva altura. As análises físicas foram realizadas com as amostras individuais e as amostras químicas através de uma amostra composta das três amostras retiradas. Para o caso das análises físicas foi extraída a média das três amostras.

Das amostras coletadas retiraram-se impurezas e matérias estranhas e determinou-se o teor de umidade e peso do hectolitro. Em seguida, as mesmas foram divididas, utilizando-se um quarteador tipo canaleta, em subamostras de 250 g para as demais análises. As amostras foram colocadas em sacos plásticos que foram fechados com fita crepe e acondicionadas em uma caixa de isopor, para serem enviadas a Uberlândia e/ou Ponta Grossa, sendo realizadas as análises na semana seguinte.

3.5. METODOLOGIAS USADAS NA AVALIAÇÃO

As seguintes análises foram realizadas: classificação comercial, peso do hectolitro, teor de umidade, proteína, acidez e teor de óleo.

3.5.1. Classificação comercial

Com a subamostra obtida, a soja foi submetida à classificação, de acordo com padrão comercial estabelecido pela Portaria do Ministério da Agricultura número 262, de 23 de novembro de 1983, (BRASIL, 1983). Determinaram-se os seguintes defeitos: ardidos, avariados e o índice de impureza e matérias estranhas. Para determinação do teor de impureza e matéria estranha foi utilizada amostra de 250g; para determinação dos teores de ardidos e avariados foram utilizadas amostras de 100g.

3.5.2. Teor de Umidade.

Para determinação do teor de umidade foi utilizado o determinador de umidade de princípio dielétrico, modelo GAG-2100, fabricado pela Dickey-John, de acordo com procedimentos operacionais do próprio equipamento.

3.5.3. Peso do Hectolitro

A determinação do peso do hectolitro foi através do mesmo equipamento utilizado para determinação de umidade.

3.5.4. Análises Químicas

As análises químicas de acidez, teor de óleo e proteína foram realizadas segundo padrões da AOCS, revisão de 1998, utilizados no Laboratório de Controle de Qualidade da Cargill. Acidez, metodologia Ac5-41. Óleo metodologia Ac 3-44, manual de instrução do equipamento soxtec - tecator. Proteína, metodologia Ba 4e - 93, manual de instrução do LECO FP428. Os resultados da análise estão apresentados na base de 10% de umidade, base úmida.

3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com três repetições em esquema de parcelas sub-divididas com três fatores: sistema de aeração (com e sem aeração); teor de umidade inicial (12,70%;14,50% e 15,50%) e tempo de armazenamento (0 até 238 dias). Os dados obtidos foram submetidos inicialmente à análise de variância e posteriormente, para os fatores dias e umidade inicial, à análise de regressão.

Foram analisados, no total,12 modelos de regressão a saber:

- Modelo 1 $Y = f (X)$
- Modelo 2 $Y = f (X , X^2)$
- Modelo 3 $Y = f (Z)$
- Modelo 4 $Y = f (Z , Z^2)$
- Modelo 5 $Y = f (X , Z)$
- Modelo 6 $Y = f (X , X^2 , Z)$
- Modelo 7 $Y = f (X , Z , Z^2)$
- Modelo 8 $Y = f (X , X^2 , Z , Z^2)$
- Modelo 9 $Y = f (X , Z , XZ)$
- Modelo 10 $Y = f (X , X^2 , Z , XZ)$
- Modelo 11 $Y = f (X , Z , Z^2 , XZ)$
- Modelo 12 $Y = f (X , X^2 , Z , Z^2 , XZ)$

Onde:

X -

Dias

Z - Umidade inicial

Y - Variável dependente

em estudo,

O programa estatístico utilizado foi o SAEG (Sistema para Análises Estatísticas) desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa/MG.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. CONDIÇÕES AMBIENTAIS DO ARMAZENAMENTO

Os resultados das medições realizadas durante o experimento com relação à umidade relativa e temperatura ambiente, encontram-se em *Tabelas do Apêndice*. As condições de umidade relativa e temperatura do ambiente de armazenagem, além dos valores de temperatura na massa de grãos de 2 silos (2A e 2B), um com aeração e o outro sem aeração, estão representados nas figuras 7,8,9 e 10. Os valores de temperatura na massa de grãos, para todos os silos encontram-se nas *Tabelas do Apêndice*.

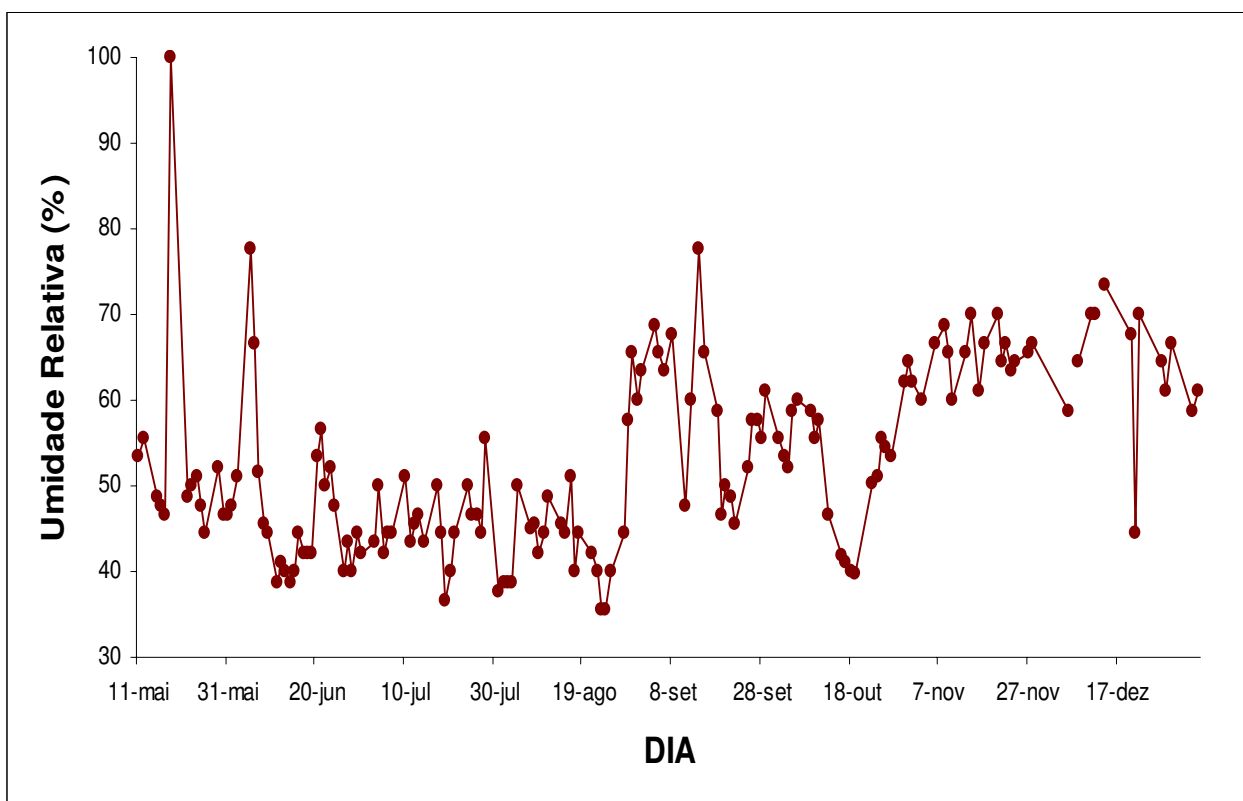


Figura 7. Variação da umidade relativa ao longo da armazenagem, com leituras diárias às 8hs

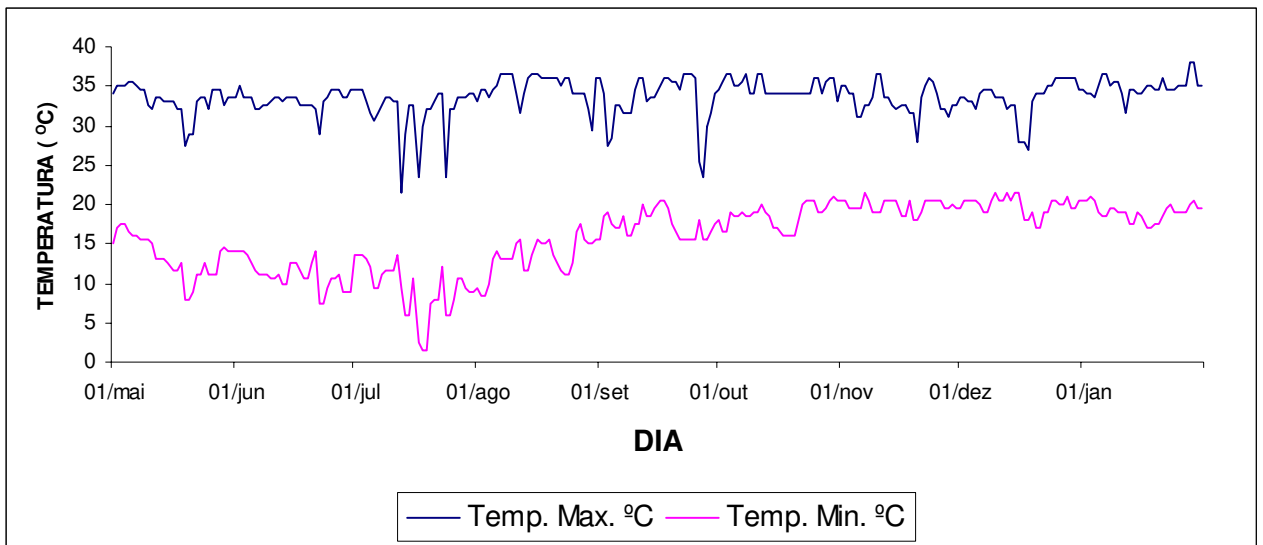


Figura 8. Temperaturas máximas e mínimas em Santa Helena de Goiás-GO, durante o período de armazenagem

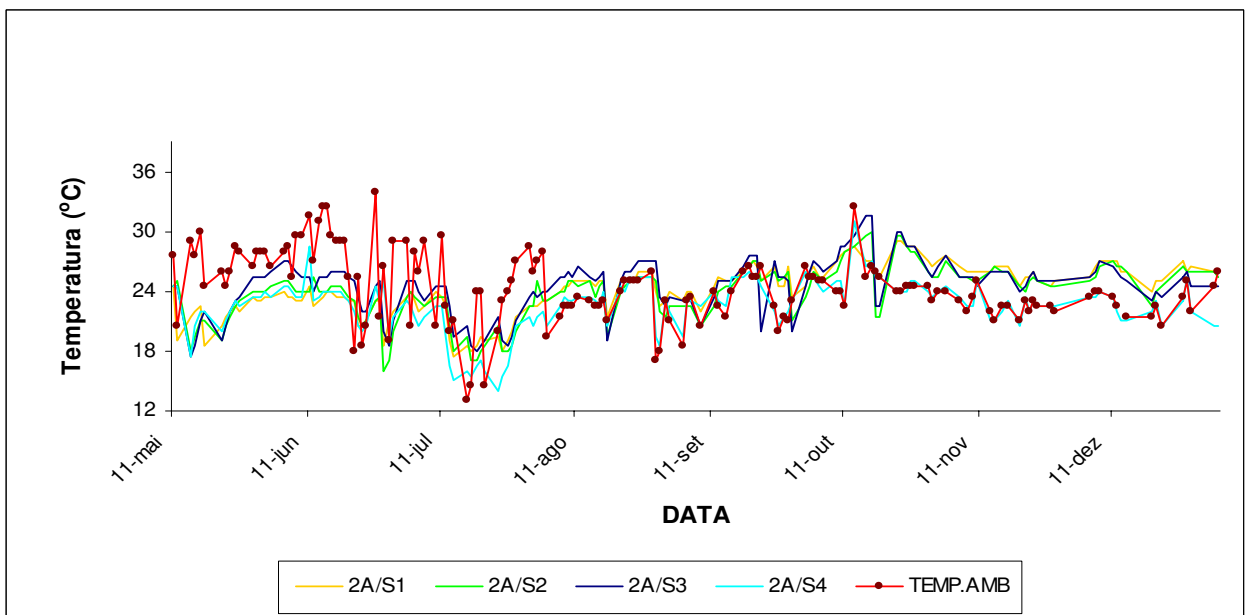


Figura 9. Temperatura ambiente e na massa de grãos durante o período de armazenagem no silo 2A, com sistema de aeração

Nos silos onde usou-se a aeração, observa-se uma menor variação nas temperaturas (figura 9), cujos valores mantiveram-se abaixo dos 28°C, pois a estratégia de utilização da aeração foi para manter os grãos abaixo de 30°C. Observa-se, ainda, na mesma Figura, que

até o mês de outubro, as temperaturas de todos os sensores sempre apresentavam valores menores que a temperatura ambiente; mas a partir de outubro, principalmente os sensores 1 e 2 permaneceram com temperatura mais alta que a ambiente, mesmo fazendo-se aeração todas as quintas-feiras. Por outro lado, nos silos sem sistema de aeração (Figura 10), observa-se que as temperaturas de todos os sensores ficaram até o mês de julho abaixo da temperatura ambiente. A partir de agosto este quadro se inverteu e a temperatura da massa de grãos ficou acima da ambiente. A temperatura nos silos sem aeração atingiu valores maiores, registrando-se um máximo de 39°C e um mínimo de 13,5°C, porém este último ponto estava fora da massa de grãos.

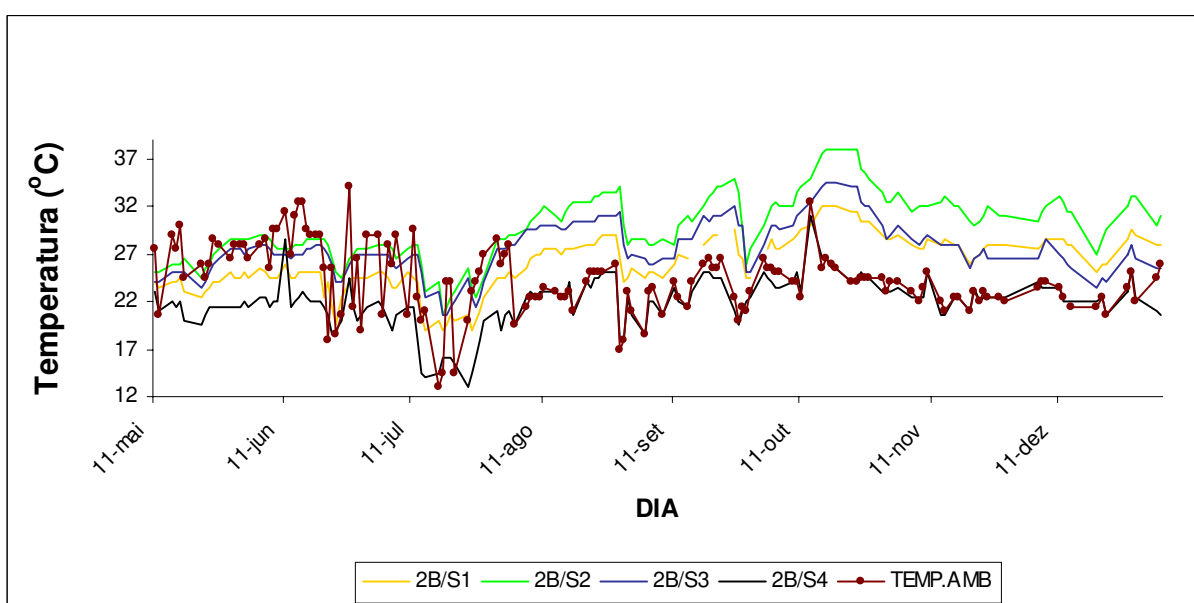


Figura 10. Temperatura ambiente e na massa de grãos durante o período de armazenagem no silo 2B, sem sistema de aeração

A diferença de temperatura da massa de grãos nos silos com aeração *versus* silos sem aeração, bem como o respectivo gráfico de tendências, podem ser visualizados nas Figuras 11, 12 e 13. São apresentados os valores médios das temperaturas nos respectivos sensores 1, 2, 3 e 4, que correspondem respectivamente às alturas de 0, 25, 50 e 75 cm a partir do fundo dos silos.

Na Figura 11 observa-se uma maior diferença entre as temperaturas dos silos com e sem aeração em relação às Figuras 12 e 13. Esta maior temperatura está relacionada com o teor de umidade da soja que, nestes silos (1, 2 e 3), foi de 15,5% e, portanto, a taxa de

respiração dos grãos foi maior em relação aos outros silos que estavam com soja com umidade de 12,70%, silos 4, 5 e 6 (Figura 12) e 14,5%, silos 7, 8 e 9 (Figura 13).

Observa-se ainda que o sensor 4 sempre possui praticamente o mesmo valor de temperatura que a do ambiente. Isto deve-se ao fato de o sensor 4 estar localizado na parte superior do silo, e devido as retiradas periódicas das amostras, ficou praticamente em contato com o ambiente a partir de 90 dias de armazenagem.

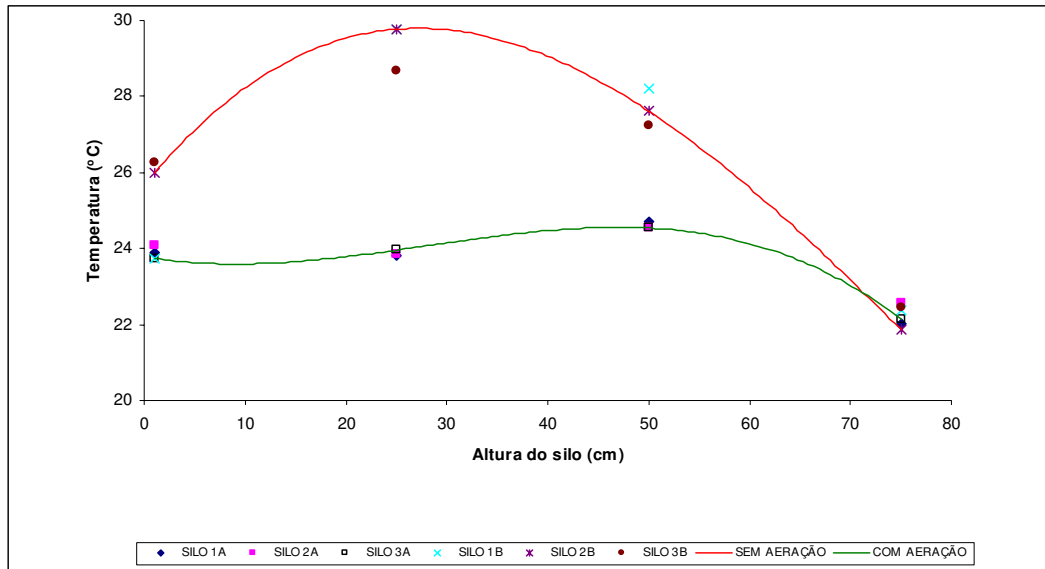


Figura 11. Temperaturas médias da soja, nos respectivos sensores, com umidade inicial de 15,50%, durante o experimento, com as curvas de tendência

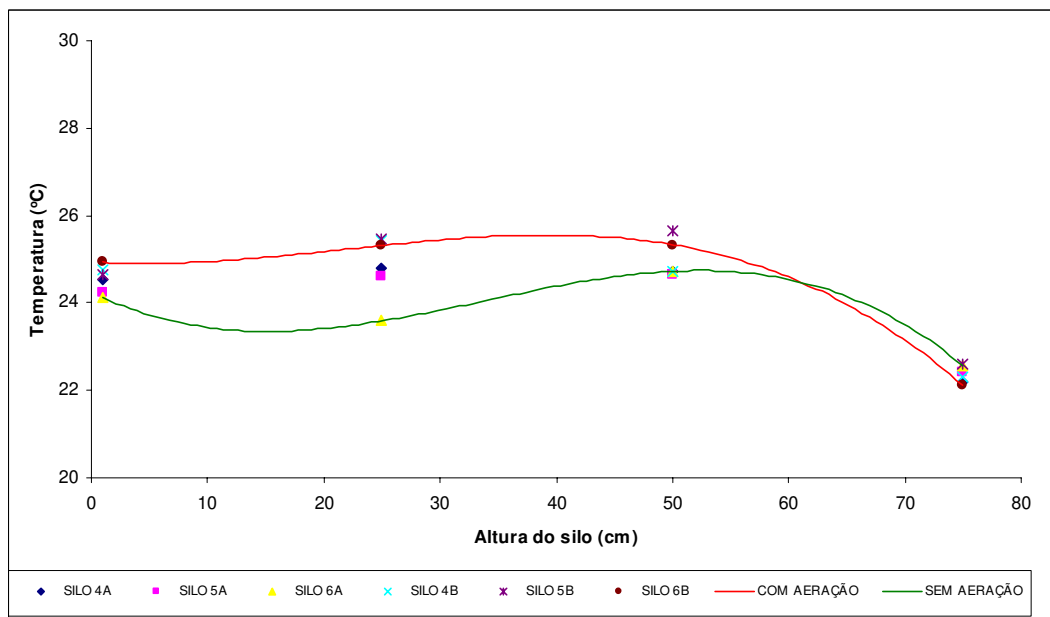


Figura 12. Temperaturas médias da soja, nos respectivos sensores, com umidade inicial de 12,70%, durante o experimento, com as curvas de tendência

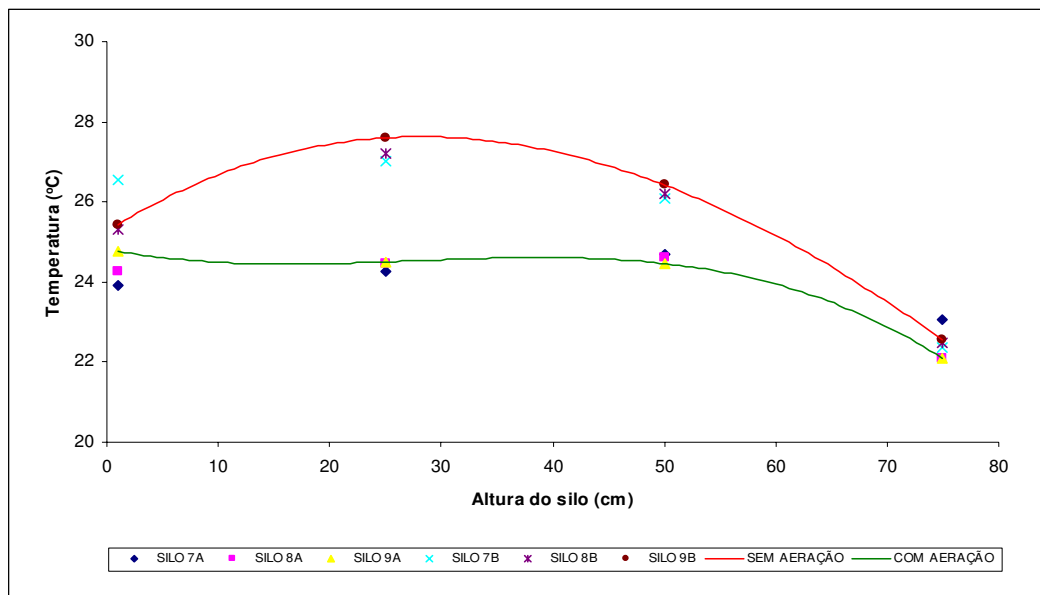


Figura 13. Temperaturas médias da soja, nos respectivos sensores, com umidade inicial de 14,50%, durante o experimento, com as curvas de tendência

4.2. ANÁLISES FÍSICAS E CLASSIFICAÇÃO COMERCIAL

Todo produto necessita ser caracterizado, principalmente o que será destinado à comercialização, e para tanto é submetido às análises físicas que são parte integrante do processo de classificação. Nesta, as principais características são analisadas e mensuradas gerando-se os respectivos índices ou graus para, em comparação a um padrão pré-estabelecido, definirem a qualidade do produto, obtendo-se um certificado que garanta a justa comercialização e um destino correto para o consumo do produto, permitindo assim maior segurança para quem produz e para quem consome.

4.2.1. Teor de Umidade.

É o principal parâmetro analisado durante a classificação comercial, pois interfere diretamente no valor financeiro a receber, além das consequências que pode gerar durante o armazenamento e processo industrial. Assim, precisa ser determinado o mais próximo do real possível.

4.2.1.1 Resultados Experimentais e ANOVA

Os resultados experimentais obtidos para o teor de umidade, no armazenamento da soja, com e sem sistema de aeração, para três teores de umidade iniciais, encontram-se na Tabela 5. A análise de variância correspondente encontra-se na Tabela 6.

Tabela 5. Teores de umidade (% b.u.) para soja armazenada, média de três repetições

DIAS	COM AERAÇÃO			SEM AERAÇÃO		
	UMIDADE INICIAL (%)			UMIDADE INICIAL (%)		
	12,70	14,50	15,50	12,70	14,50	15,50
0	12,68	14,44	15,41	12,62	14,53	15,51
14	11,38	13,33	14,34	12,58	14,12	14,86
28	11,36	13,12	13,99	12,44	13,47	14,29
42	11,12	12,76	13,40	12,00	12,63	14,50
56	10,51	11,89	13,28	11,97	12,89	13,69
70	10,41	11,56	12,78	11,27	11,90	12,33
84	10,03	11,20	12,27	10,87	11,17	11,43
98	9,74	10,93	11,83	10,71	10,72	10,62
112	9,49	10,79	11,41	10,10	10,10	10,12
126	9,74	10,77	11,29	10,69	11,17	10,79
140	9,31	10,42	11,00	10,98	11,81	12,46
154	8,64	9,23	10,06	10,20	11,15	11,60
168	8,19	8,81	9,67	9,84	10,70	11,02
182	8,38	8,79	9,51	9,97	11,00	11,29
196	8,43	9,03	9,69	10,26	11,34	11,94
210	8,93	9,28	9,78	10,71	11,95	12,29
224	8,81	9,21	9,86	10,55	11,57	12,10
238	8,74	9,06	9,59	10,60	11,31	11,88

Dos resultados da Tabela 5, tem-se que para um mesmo teor de umidade inicial e mesmo período de armazenamento, o produto sob condições de aeração tendeu a apresentar um menor valor de umidade que o produto sem sistema de aeração. Tal efeito, tal como era de se esperar, tendo em vista as condições ambientais relativas à condição de equilíbrio higroscópico do produto, deve-se única e exclusivamente à aeração. Já o produto sob condições sem uso da aeração também tendeu a apresentar um menor valor de umidade. Isto deve-se ao fato de ter ocorrido a convecção natural na massa de grãos, facilitando a troca de umidade com o ar.

Ainda na Tabela 5 verifica-se que para os silos com aeração os teores de umidade finais foram 8,74, 9,06 e 9,59% e para os silos sem aeração foram 10,60, 11,31 e 11,88%, evidenciando-se que a aeração facilitou a retirada de água, ou seja grãos armazenados com sistema de aeração atingiram valores mais próximos à umidade de equilíbrio que os grãos armazenados sem o sistema de aeração. Para as condições de umidade relativa e temperatura do ar onde foi mantido o experimento, as respectivas médias, durante o período de armazenagem, foram de 52,5% de umidade relativa e 22,8°C de temperatura, determinando-se uma umidade de equilíbrio para soja de 9,3%. Este resultado reforça que a aeração facilita e muito o processo de secagem dentro da massa de grãos.

Tabela 6. Análise de variância para o teor de umidade da soja

Fontes de variação	<i>Gl</i>	<i>SQ</i>	<i>QM</i>	<i>F</i>
Aeração (A)	1	83,865	83,865	428,015*
Erro (a)	4	0,784	0,196	
Umidade Inicial (UI)	2	139,727	69,863	138,661*
A * UI	2	3,321	1,661	3,296*
Erro (b)	8	4,031	0,504	
Dias de Armazenagem (D)	17	565,539	33,267	491,394*
A * D	17	63,832	3,755	5,221*
UI * D	34	19,940	0,586	8,663*
A * UI * D	34	13,210	0,389	5,739*
Erro (c)	174	11,780	0,068	

* - Significativo ao nível de 5% pelo teste F de Snedecor.

** - Significativo ao nível de 10% pelo teste F de Snedecor.

Da Tabela 6, uma vez que o efeito da aeração é significativo ao nível de 5%, pode-se afirmar que os valores médios de umidade de 10,74% com aeração e 11,75% sem aeração (valores calculados a partir da Tabela 5) são estatisticamente diferentes. Tais resultados vêm caracterizar que a aeração proporcionou em média uma maior secagem dos grãos.

Cabe ainda ressaltar, com relação à Tabela 6, que o quadrado médio do resíduo da parcela (0,196) foi numericamente inferior ao da subparcela (0,504). Tal resultado vem caracterizar uma possível anomalia na coleta dos resultados, uma vez que era de se esperar uma situação inversa. Tal anomalia deve-se em parte ao uso indevido do calador no início do experimento e em parte às flutuações de umidade das próprias amostras.

Para os demais fatores (Tabela 6), pouco se tem a comentar uma vez que os mesmos são quantitativos (*Umidade Inicial e Dias de Armazenagem*) e que um bom modelo de regressão explica as variações ocorridas.

4.2.1.2. Modelos de Regressão

As Tabelas 7 e 8 exibem os resultados estatísticos para os coeficientes de regressão e análise de variância para a regressão, do modelo que melhor explica a variação dos dados de umidade do produto, em função do teor de umidade inicial e do período de armazenagem.

Tabela 7. Análise de regressão e respectiva análise de variância para o teor de umidade de soja, no armazenamento com sistema de aeração

Nome	Coeficiente	Desvio	T	Beta	Prob (%)
Constante	0,279300				
Dias (D)	0,002000	0,004580000	0,4368	0,08135	33,11
Quadrado (D ²)	0,000087	0,000005911	14,7100	0,87250	0,01
Umidade (UI)	0,966500	0,042720000	22,6200	0,67480	0,01
D * UI	-0,003064	0,000306400	-9,9980	-1,79000	0,01

$R^2 = 96,21\%$

ANOVA

Fontes	GL	SQ	QM	F	Prob (%)
Regressão	4	497,28240	124,3206000	995,44	0,00
Independente	157	19,60781	0,1248905		

Tabela 8. Análise de regressão e respectiva análise de variância para o teor de umidade da soja no armazenamento sem sistema de aeração

Nome	Coeficiente	Desvio	T	Beta	Prob (%)
Constante	8,117000				
Dias (D)	-0,047290	0,0025820	-18,31	-2,503	0,01
Quadrado (D ²)	0,0001507	0,00001047	14,39	1,967	0,01
Umidade (UI)	0,447100	0,0394300	11,33	0,4063	0,01

$R^2 = 79,71\%$

ANOVA

Fontes	GL	SQ	QM	F	Prob (%)
Regressão	3	243,2246	81,07487	206,88	0,00
Independente	158	61,91768	0,3918840		

Tais resultados evidenciam, pela coluna probabilidade (PROB), a significância dos coeficientes sob teste. Das mesmas tem-se que para cada modelo os coeficientes de regressão de ordem superior foram significativos, bem como os modelos (teste de F) foram significativos. Sendo assim, tem-se os seguintes modelos de regressão:

$$U_A = 0,2793 + 0,002D + 0,000087D^2 + 0,9665UI - 0,003064D*UI$$

Equação 3. Teor de umidade COM sistema de aeração

$$U_{SA} = 8,117 + 0,04729D + 0,00015D^2 + 0,4471UI$$

Equação 4. Teor de umidade SEM sistema de aeração

Cabe observar que o modelo de regressão com sistema de aeração apresenta um coeficiente a mais que o modelo sem sistema de aeração. Tal coeficiente, caracterizado pela interação entre os fatores *Umidade Inicial* e *Dias de Armazenagem*, vem com o seu sinal negativo, evidenciar um ponto teórico importante que é a dificuldade na remoção de umidade do produto à medida que o teor de umidade inicial diminui. As Figuras 14 e 15 confirmam as predições dos modelos obtidos, em relação aos dados experimentais.

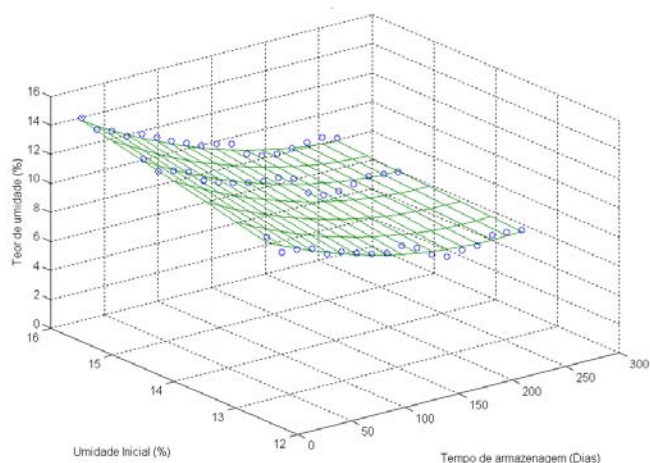


Figura 14. Predição do modelo de regressão descrito pela Equação 3, para os dados experimentais para soja, com sistema de aeração

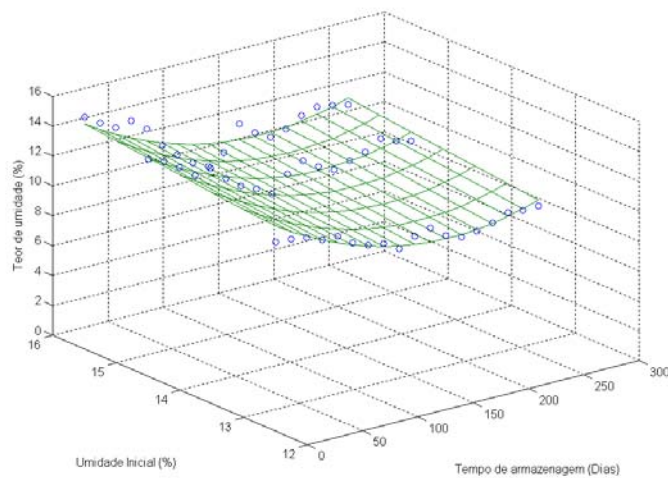


Figura 15. Predição do modelo de regressão descrito pela Equação 4, para os dados experimentais para soja, sem sistema de aeração

Das superfícies de resposta apresentadas nas Figuras 14 e 15, tem-se em primeira instância o sucesso dos ajustamentos obtidos, caracterizados pelos respectivos coeficientes de regressão de 96,21% e 79,71%. Em ambas as superfícies, observa-se nitidamente o processo de secagem dos grãos. Tal comportamento decorre em parte das condições ambientais favoráveis ao processo de secagem dos grãos e em parte, no caso da Figura 15, às correntes de convecção natural na massa de grãos e no caso da Figura 14, à aeração.

4.2.2. Grãos Ardidos

São considerados grãos ardidos os que se apresentam visivelmente fermentados com coloração marrom ou escura na casca e, interiormente, fermentação, esta geralmente causada pela ação do calor, consequência das condições inadequadas de armazenagem. É considerado um dos defeitos mais importantes analisados durante a classificação comercial da soja, pois o processo de fermentação, causando escurecimento do grão, como consequência produzirá um farelo escuro característica de baixa qualidade. Também causa o aumento da acidez do óleo contido no grão, característica indesejável como indicador de qualidade, adicionando custos no processo industrial para se obter um óleo de qualidade desejável.

4.2.2.1. Resultados Experimentais e ANOVA

Os resultados experimentais médios obtidos para o teor de grãos ardidos, no armazenamento da soja, com e sem sistema de aeração, para os três teores de umidade inicial em estudo, encontram-se na Tabela 9. A análise de variância correspondente encontra-se na Tabela 10.

Tabela 9. Teor de grãos ardidos (%) para soja armazenada, média de três repetições

DIAS	COM AERAÇÃO			SEM AERAÇÃO		
	UMIDADE INICIAL (%)			UMIDADE INICIAL (%)		
	12,70	14,50	15,50	12,70	14,50	15,50
0	1,37	0,80	0,73	0,97	0,50	0,50
14	1,47	0,90	1,20	1,60	0,90	1,27
28	0,73	0,60	1,27	1,70	1,20	2,30
42	0,70	0,53	1,53	1,60	0,90	1,40
56	1,10	0,83	1,37	2,20	1,37	2,27
70	0,93	0,73	1,10	2,43	1,33	2,23
84	0,83	0,57	1,70	2,77	1,50	3,43
98	0,93	0,83	1,90	2,83	1,53	3,17
112	1,80	1,67	1,77	3,93	2,37	3,70
126	1,07	1,13	2,43	3,67	3,17	4,73
140	2,43	3,23	3,33	5,77	3,27	8,93
154	2,27	2,83	3,22	4,48	4,19	17,79
168	2,31	2,82	3,30	4,47	4,56	18,54
182	2,39	2,93	3,38	5,03	4,79	18,68
196	2,72	3,47	3,57	5,30	5,29	21,76
210	3,38	3,51	3,77	6,12	5,42	37,37
224	3,08	3,81	3,62	5,57	5,52	30,58
238	3,73	3,48	3,73	6,67	5,26	39,46

Dos resultados da Tabela 9, tem-se que para um mesmo teor de umidade inicial e mesmo período de armazenamento, o produto sob condições de aeração apresentou um menor valor de grãos ardidos em relação ao produto armazenado sem sistema de aeração. Tal resultado, tal como era de se esperar, deve-se única e exclusivamente ao efeito da aeração, pois com a secagem do produto foi reduzida a intensidade do processo respiratório dos grãos, e conseqüentemente redução da produção de calor e água provenientes deste processo respiratório, reduzindo-se assim a presença de fungos. Observa-se também, uma

vez que o padrão mínimo aceitável para fins de exportação, segundo a ANEC (Associação Nacional dos Exportadores de Cereais), é de 5,0% de grãos ardidos, a aeração apresentou resultados benéficos, mantendo a soja com teores de ardidos dentro do limite mencionado. Por outro lado, os grãos que não foram submetidos ao sistema de aeração apresentaram níveis de ardidos acima do limite máximo aceitável para fins de exportação, sendo os mesmos ultrapassados com 140, 196 e 140 dias de armazenamento, respectivamente, para os três níveis crescentes de umidade inicial em estudo. Pode-se ainda observar que para o maior teor de umidade inicial (15,50%) e sem sistema de aeração, houve uma ascensão muito rápida no teor de grãos ardidos após 126 dias de armazenamento.

Tabela 10. Análise de variância para o teor de grãos ardidos para a soja armazenada

Fontes de variação	<i>Gl</i>	<i>SQ</i>	<i>QM</i>	<i>F</i>
Aeração (A)	1	1.436,452	1.436,452	1.548,761*
Erro (a)	4	3,710	0,927	
Umidade Inicial (UI)	2	1.555,386	777,693	326,230*
Aeração*Umidade Inicial	2	1.244,762	622,381	261,079*
Erro (b)	8	19,071	2,384	
Dias (D)	17	3.208,764	188,751	699,375*
Aeração*Dias	17	1.503,577	88,446	327,716*
Umidade Inicial*Dias	34	2.204,853	64,849	240,282*
A*UI*D	34	2.263,846	66,584	246,711*
<i>Erro (c)</i>	<i>174</i>	<i>46,960</i>	<i>0,270</i>	

* Significativo ao nível de 5% pelo teste F de Snedecor.

** Significativo ao nível de 10% pelo teste F de Snedecor.

Com relação à soja armazenada sem o sistema de aeração, o comportamento foi muito diferente quando comparada à soja armazenada em condições com aeração (Tabela 9). No sistema sem aeração, a umidade inicial determinou um aumento significativo do percentual de grãos ardidos, principalmente quando a umidade inicial foi de 15,50%. Dentro deste teor de umidade inicial, o percentual de grãos ardidos é muito grande de uma amostragem para outra. Sendo assim, qualquer descuido com relação ao tempo de armazenamento pode causar grandes prejuízos. Neste caso, para a comercialização da soja dentro do padrão permitido, a exportação deverá ocorrer antes de 126 dias de armazenamento. Após este período seria considerada *Abaixo do Padrão (AP)*.

Da Tabela 10, uma vez que o efeito da aeração é significativo ao nível de 5%, pode-se afirmar que os valores médios de grãos ardidos de 2,26% com aeração e 6,26% sem

aeração (valores calculados a partir da Tabela 9) são estatisticamente diferentes. Tais resultados vêm caracterizar que a aeração proporcionou em média melhor preservação da qualidade dos grãos, reduzindo a taxa de deterioração.

Cabe ainda ressaltar, com relação à Tabela 10, que o quadrado médio do resíduo da parcela (0,927) foi numericamente inferior ao da subparcela (2,384). Tal resultado indica, uma possível anomalia na coleta dos resultados, uma vez que era de se esperar uma situação inversa. Tal anomalia deve-se em parte ao uso indevido do calador no início do experimento e em parte às flutuações do teor de grãos ardidos entre as amostras.

Para os demais fatores (Tabela 10), pouco se tem a comentar uma vez que os mesmos são quantitativos (*Umidade Inicial e Dias de Armazenagem*) e que um bom modelo de regressão explica as variações ocorridas.

4.2.2.2. Modelos de Regressão.

As Tabelas 11 e 12 exibem os resultados estatísticos para os coeficientes de regressão e análise de variância para a regressão, do modelo que melhor explica a variação dos dados experimentais de grãos ardidos como função do teor de umidade inicial e do período de armazenagem, respectivamente para o produto armazenado com sistema de aeração e sem sistema de aeração.

Tabela 11. Análise de regressão e análise de variância para o teor de grãos ardidos para soja no armazenamento com sistema de aeração

Nome	Coefficiente	Desvio	T	Beta	Prob (%)
Constante	25,2912				
Dias (D)	0,004563	0,0031260	1,4595	0,1985	7,54
Quadrado (D ²)	0,000038	0,0000127	2,9849	0,6105	0,22
Umidade (UI)	-3,71726	1,7907500	-2,076	-4,1761	2,16
Quadrado (UI ²)	0,139154	0,0642600	2,1656	4,3564	1,76

$R^2 = 85,91\%$

ANOVA

Fontes	GL	SQ	QM	F	Prob (%)
Regressão	4	57,17765	14,26441	74,68	0,00
Independente	49	9,379285	0,191414		

Tabela 12. Análise de regressão e análise de variância para o teor de grãos ardidos para soja, no armazenamento sem sistema de aeração

Nome	Coefficiente	Desvio	T	Beta	Prob (%)
Constante	644,90000				
Dias (D)	-0,55780	0,0962900	-5,792	-4,7500	0,000
Quadrado	0,00034	0,0001242	2,741	0,7157	0,430
Umidade (UI)	-90,8600	17,570000	-5,170	-13,280	0,000
D*UI	0,03845	0,006443	5,968	0,4705	0,000

$$R^2 = 77,51\%$$

ANOVA

Fontes	GL	SQ	QM	F	Prob (%)
Regressão	5	3044,702	608,9405	33,09	0,000
Independente	48	883,2349	18,40073		

Tais resultados evidenciam, pela coluna probabilidade (PROB), a significância dos coeficientes sob teste. Das mesmas tem-se que para cada modelo os coeficientes de regressão de ordem superior foram significativos, bem como os modelos (teste de F) foram significativos. Sendo assim, tem-se os seguintes modelos de regressão:

$$A_A = 25,29 + 0,0046D + 0,000038D^2 - 3,717UI + 0,1391UI^2$$

Equação 5. Teor de grãos ardidos COM sistema de aeração

$$A_{SA} = 640 - 0,56D + 340D^2 - 90,86UI + 32UI^2 + 0,038D * UI$$

Equação 6. Teor de grãos ardidos SEM sistema de aeração

Cabe observar que o modelo de regressão sem sistema de aeração (equação 8) apresenta um coeficiente a mais que o modelo com sistema de aeração (equação 7). Tal coeficiente, caracterizado pela interação entre os fatores *Umidade Inicial* e *Dias de Armazenagem*, vem com o seu sinal positivo, evidenciar um ponto teórico importante que é a facilidade do grão arder à medida que o teor de umidade inicial aumenta.

As Figuras 16 e 17 mostram as predições dos modelos obtidos, em relação aos dados experimentais.

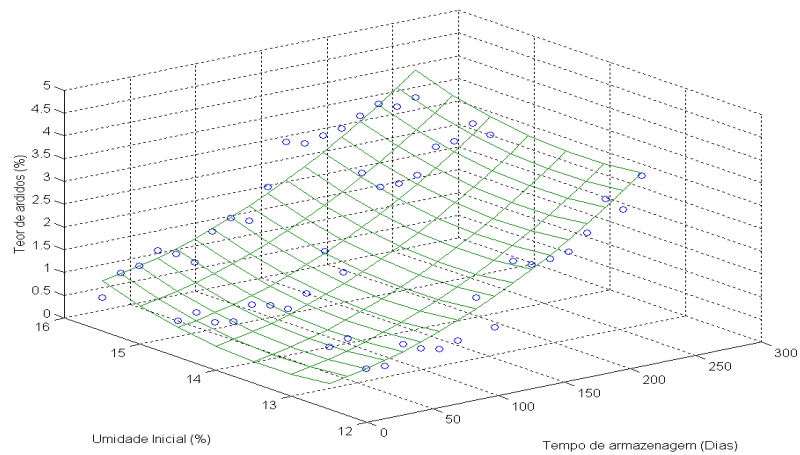


Figura 16. Modelo de regressão ajustado aos dados experimentais de grãos ardidos no armazenamento da soja com sistema de aeração

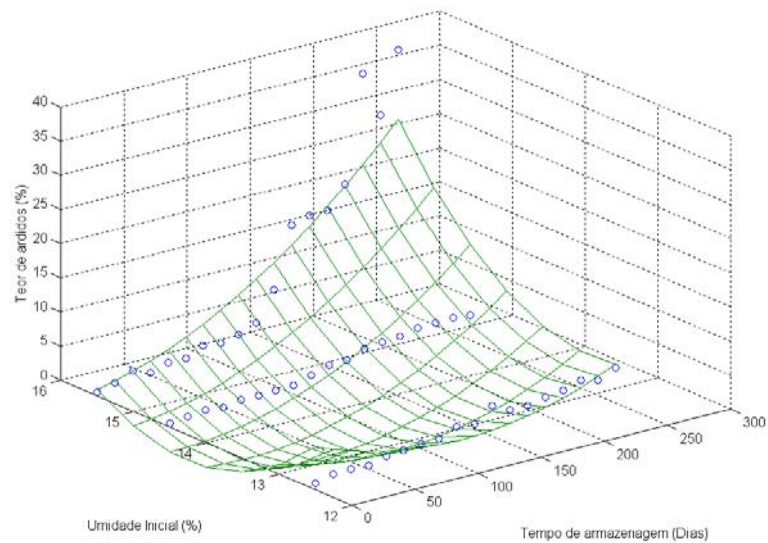


Figura 17. Modelo de regressão ajustado aos dados experimentais do teor de ardidos no armazenamento de soja sem sistema de aeração

Como o modelo de regressão apresentou um alto coeficiente de determinação ($R^2 = 85,91\%$) pode-se utilizar as informações da Figura 14 para prever a porcentagem de *Grãos Ardidos* para qualquer período de armazenamento de 0 a 238 dias e *Umidade Inicial*

de 12,70 a 15,50%. Assim, para o conjunto de dados, a Figura 16 reforça o anteriormente discutido que para o sistema com aeração, não houve uma variação significativa ao longo do tempo para a porcentagem de grãos ardidos. Apesar da escala do gráfico dar uma idéia de que o percentual de grãos ardidos aumentou, esta variação não ultrapassou os 5% permitidos nos padrões de qualidade durante a comercialização, porém indesejável para quando se quer trabalhar com qualidade, pois qualquer incremento de deterioração deve ser evitada.

Os modelos propostos para armazenagem com ou sem sistema de aeração apresentaram bons coeficientes de determinação e, portanto, poderão ser utilizados para estimar a porcentagem de grãos ardidos ao longo do armazenamento.

Observou-se, também, na época da coleta das amostras, para os silos sem aeração, que os grãos aumentaram o teor de ardidos no sentido radial, da periferia para o centro e no sentido vertical de baixo para cima, do fundo do silo para a superfície, principalmente nos silos onde o teor de umidade inicial foi de 15,50%, conforme está ilustrado na sequência das Figuras 18, 19 e 20. Nestas Figuras, a indicação como 3B45, significa silo 3 sem aeração, camada a 45cm do piso do silo; 3B30, silo 3 sem aeração, camada a 30cm do piso e 3B15, silo 3 sem aeração, camada a 15cm do piso, respectivamente.



Figura 18. Início da deterioração por fungos na camada superior, sentido radial



Figura 19. Deterioração por fungos, camada intermediária, sentido radial



Figura 20. Deterioração por fungos, camada inferior, sentido radial

4.2.3. Grãos Avariados.

Os defeitos incluídos em grãos avariados para soja, por definição, são a soma de todos os defeitos e, portanto, os grãos ardidos também fazem parte dos grãos avariados. Na classificação comercial de soja, existe um limite de 8 % (ANEC) para o percentual de grãos avariados para que haja o enquadramento dentro do padrão pré-estabelecido, sendo importante o controle dessa característica durante o armazenamento.

4.2.3.1. Resultados Experimentais e Análise Estatística

Os resultados experimentais obtidos para o teor de grãos avariados, no armazenamento da soja, com e sem sistema de aeração, para três teores de umidade iniciais, encontram-se na Tabela 13. A análise de variância correspondente encontra-se na Tabela 14.

Tabela 13. Teor de grãos avariados (%) para soja armazenada, média de três repetições

DIAS	COM AERAÇÃO			SEM AERAÇÃO		
	UMIDADE INICIAL (%)			UMIDADE INICIAL (%)		
	12,70	14,50	15,50	12,70	14,50	15,50
0	7,13	4,50	5,00	10,07	7,27	6,17
14	9,37	5,33	5,47	9,80	6,67	5,57
28	7,00	5,43	4,10	9,90	6,17	6,00
42	6,93	5,50	4,90	9,30	6,03	4,20
56	6,43	5,23	3,73	9,33	6,30	4,93
70	6,00	5,60	4,13	8,10	5,70	4,73
84	5,87	5,67	4,60	7,43	5,90	6,73
98	6,43	5,87	5,10	7,07	6,13	6,67
112	7,17	6,90	5,10	9,57	8,17	9,30
126	6,13	6,77	4,97	8,97	7,80	8,40
140	6,73	8,50	5,80	13,50	9,40	11,57
154	7,63	5,21	4,42	6,82	6,97	18,86
168	7,26	5,54	4,81	6,98	7,03	19,68
182	7,60	5,73	4,98	7,76	7,51	20,22
196	8,06	6,80	5,50	8,41	8,47	23,22
210	8,59	7,23	6,67	9,66	8,93	39,67
224	9,28	7,42	6,29	8,96	9,04	32,48
238	8,39	6,99	6,79	10,07	8,81	41,88

Da Tabela 13, assim como para grãos ardidos, tem-se que para um mesmo teor de umidade inicial e mesmo período de armazenamento, os grãos sob condições de aeração tenderam a apresentar menores valores de grãos avariados. Tal resultado deve-se única e exclusivamente ao uso da aeração.

Tabela 14. Análise de variância para o teor de grãos avariados, no armazenamento da soja

Fontes de variação	<i>Gl</i>	<i>SQ</i>	<i>QM</i>	<i>F</i>
Aeração (A)	1	1.464,933	1464,933	466,30*
Erro (a)	4	12,566	3,142	
Umidade Inicial (UI)	2	605,331	302,665	71,293*
Aeração*Umidade Inicial	2	1286,334	643,167	151,498*
Erro (b)	8	33,963	4,245	
Dias (D)	17	2.028,031	119,296	130,680*
Aeração*Dias	17	1.105,882	65,052	71,259*
Umidade Inicial*Dias	34	2.472,843	72,731	79,671*
A*UI*D	34	2.437,226	71,683	78,523*
Erro (c)	174	158,843	0,913	

* Significativo ao nível de 5% pelo teste *F* de Snedecor;

** Significativo ao nível de 10% pelo teste *F* de Snedecor.

Da Tabela 14, uma vez que o efeito da aeração é significativo em nível de 5%, pode-se afirmar que os valores médios de grãos avariados de 6,20% com aeração e 10,45% sem aeração (valores calculados a partir da Tabela 13) são estatisticamente diferentes. Tais resultados vêm demonstrar que a aeração proporcionou em média melhor preservação da qualidade dos grãos, reduzindo a taxa de deterioração, evitando o aumento dos grãos avariados.

Cabe ainda ressaltar, com relação à Tabela 14, que o quadrado médio do resíduo da parcela (3,142) foi numericamente inferior ao da subparcela (4,245). Tal resultado sugere uma possível anomalia na coleta dos resultados, uma vez que era de se esperar uma situação inversa. Tal anomalia deve-se, em parte, ao uso indevido do calador no início do experimento e em parte às flutuações do teor de avariados das próprias amostras.

4.2.3.2. Modelos de Regressão.

As Tabelas 15 e 16 exibem os resultados estatísticos para os coeficientes de regressão e análise de variância para a regressão, do modelo que melhor explica a variação dos dados de umidade do produto em função do teor de umidade inicial e do período de armazenagem.

Tabela 15. Análise de regressão e análise de variância para o teor de grãos avariados, no armazenamento com sistema de aeração

Nome	Coefficiente	Desvio	T	Beta	Prob (%)
Constante	16,040000				
Dias (D)	-0,0086110	0,0053960	-1,595	-0,4777	5,84
Quadrado (D ²)	0,00006734	0,00002187	3,077	0,9213	0,17
Umidade (UI)	-0,7154000	0,0823900	-8,683	-0,6814	0,00

R² = 69,20%

ANOVA

Fontes	GL	SQ	QM	F	Prob (%)
Regressão	3	64,06459	21,3548600	37,45	0,000
Independente	50	28,51114	0,5702227		

Tabela 16. Análise de regressão e análise de variância para o teor de grãos avariados para soja no armazenamento sem sistema de aeração

Nome	Coefficiente	Desvio	T	Beta	Prob (%)
Constante	601,100000				
Dias (D)	-0,655700	0,094800	-6,917	-6,168	0,000
Quadrado (D ²)	0,0003976	0,0001223	3,249	0,922	0,110
Umidade (UI)	-82,170000	17,300000	-4,749	-13,270	0,000
Quadrado (UI ²)	2,822000	0,620300	4,550	12,700	0,000
D*UI	0,043250	0,006344	6,818	5,845	0,000

R² = 73,41%

ANOVA

Fontes	GL	SQ	QM	F	Prob (%)
Regressão	5	2363,708	472,7416	26,51	0,000
Independente	48	856,1102	17,83563		

Tais resultados evidenciam, pela coluna probabilidade (PROB), a significância dos coeficientes de regressão, bem como dos modelos de regressão selecionados. Sendo assim, tem-se as seguintes equações:

$$AV_A = 16,04 - 0,0086D + 0,000067D^2 - 0,71542UI$$

Equação 7. Teor de grãos avariados com sistema de aeração

$$AV_{SA} = 600 - 0,66D + 0,0004D^2 - 82UI + 2,8UI^2 + 0,043D * UI$$

Equação 8. Teor de grãos avariados sem sistema de aeração

Cabe observar que o modelo de regressão sem sistema de aeração (equação 10) apresenta um coeficiente a mais que o modelo com sistema de aeração (equação 9). Tal coeficiente, caracterizado pela interação entre os fatores *Umidade Inicial* e *Dias de*

Armazenagem, vem com o seu sinal positivo, evidenciar o aumento no teor de grãos avariados, no decorrer do armazenamento do produto com teor de umidade inicial elevado.

As Figuras 21 e 22 abaixo relacionadas contrastam as previsões dos modelos obtidos, em relação aos dados experimentais.

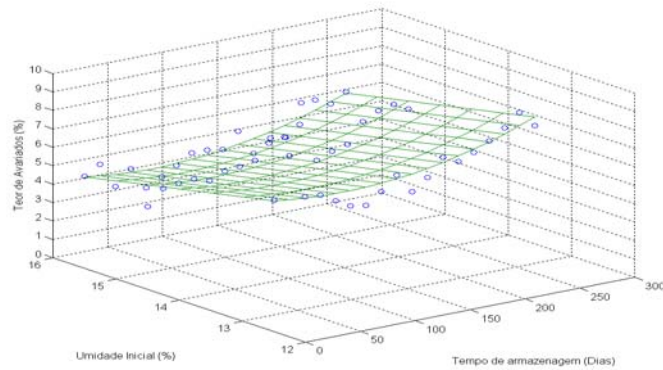


Figura 21. Modelo de regressão ajustado aos dados experimentais de grãos avariados no armazenamento de soja com sistema de aeração

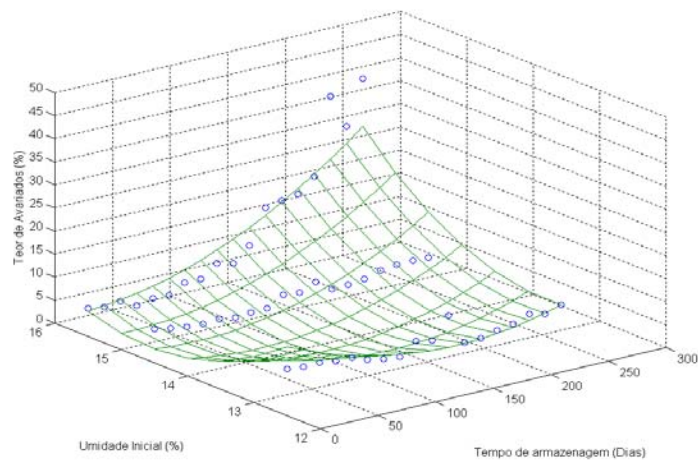


Figura 22. Modelo de regressão ajustado aos dados experimentais de grãos avariados no armazenamento de soja sem sistema de aeração

Tal como apresentado nas Figuras 21 e 22, há sempre uma tendência de aumento no teor de avariados dos grãos armazenados, independentemente de se usar ou não a aeração.

Porém quando não se usa a aeração (Figura 22), para os grãos armazenados com alto teor de umidade inicial, esta tendência é mais acentuada. Tal resultado é decorrente principalmente do teor de grãos ardidos (Figura 17), cuja superfície de resposta tem comportamento idêntico.

Entretanto, diferente do percentual de umidade final e de grãos ardidos, o valor do coeficiente de determinação para grãos avariados no armazenamento com sistema de aeração, foi menor, ou seja, 69,20% (Tabela 15) e para sistema sem aeração um pouco maior, 73,41% (Tabela 16). Desta forma, o modelo proposto deve ser utilizado com cautela para estimar a porcentagem de grãos avariados em ambos os sistemas.

A Figura 21 comprova a discussão feita anteriormente sobre a qualidade do ajuste do modelo, pois revela que muitos pontos amostrais não se encontram sobre a superfície de resposta do modelo para o sistema com aeração. Grandes variações da porcentagem de grãos avariados em função dos dias de armazenamento e umidade inicial prejudicaram o ajuste do modelo. É importante destacar que essas variações ocorrem não em função das condições experimentais, todavia principalmente da característica da variável em estudo. Assim, o cuidado não deve ser tomado em relação aos dados, mas sim com relação ao modelo.

4.2.4. Peso do Hectolitro

O peso do hectolitro é um indicativo de qualidade principalmente para trigo e milho no mercado internacional. Para soja praticamente não se utiliza, mesmo assim verificou-se o comportamento do mesmo nas condições de armazenagem deste trabalho.

4.2.4.1. Resultados Experimentais e ANOVA

Os resultados experimentais obtidos para o peso do hectolitro, no armazenamento da soja, com e sem sistema de aeração, para três teores de umidade iniciais, encontram-se na Tabela 17. A análise de variância correspondente encontra-se na Tabela 18.

Tabela 17. Peso do hectolitro (kg/hl) da soja armazenada, média de três repetições

DIAS	COM AERAÇÃO			SEM AERAÇÃO		
	UMIDADE INICIAL (%)			UMIDADE INICIAL (%)		
	12,70	14,50	15,50	12,70	14,50	15,50
0	66,92	67,19	67,51	66,92	66,84	67,66
14	67,08	66,83	67,19	67,04	65,84	66,76
28	67,16	66,16	66,68	66,73	65,73	66,89
42	67,20	66,41	67,16	66,94	66,12	67,66
56	66,88	66,67	67,28	66,46	66,07	67,56
70	67,70	66,93	68,02	66,48	66,66	67,84
84	66,84	67,16	67,72	66,61	66,91	67,61
98	67,37	67,21	67,70	66,74	66,93	68,07
112	66,82	66,81	67,63	66,71	66,87	68,12
126	66,98	66,98	67,47	66,60	66,73	67,70
140	67,16	67,22	67,82	66,48	66,42	67,40
154	67,06	67,13	67,94	66,57	66,65	67,18
168	67,37	66,85	68,41	66,79	66,62	67,49
182	67,61	67,19	68,51	67,07	66,86	67,51
196	67,03	66,53	68,11	66,92	66,66	67,34
210	68,70	68,53	69,16	67,70	66,81	68,28
224	66,92	67,09	69,06	66,56	66,58	67,30
238	66,50	66,47	67,60	66,35	66,55	67,51

Dos resultados da Tabela 17, observa-se uma alternância do valor de peso do hectolitro. Este comportamento não era esperado, tendo em vista que a secagem e os aumento de grãos ardidos e avariados ocorridos durante o armazenamento deveriam provocar variações crescentes ou decrescentes nos valores do peso do hectolitro.

Da Tabela 18, uma vez que o efeito da aeração é significativo ao nível de 5%, pode-se afirmar que os valores médios do peso do hectolitro de 67,33 kg/hl com aeração e 66,95 kg/hl sem aeração (calculados a partir da Tabela 17) são estatisticamente diferentes. Tal resultado era de se esperar, uma vez que foi observada experimentalmente uma pequena flutuação nos resultados experimentais. Cabe ainda ressaltar com relação à Tabela 18, que o quadrado médio do resíduo da parcela (0,354) foi numericamente inferior ao da subparcela (0,427). Tal resultado vem caracterizar uma possível anomalia na coleta dos resultados, uma vez que era de se esperar uma situação inversa. Tal anomalia deve-se em parte ao uso indevido do calador no início do experimento e em parte às flutuações do peso do hectolitro das próprias amostras.

Tabela 18. Análise de variância para o peso do hectolitro, no armazenamento da soja

Fontes de variação	Gl	SQ	QM	F
Aeração (A)	1	11,319	11,319	31,985*
Erro (a)	4	1,416	0,354	
Umidade Inicial (UI)	2	51,661	25,831	60,523*
Aeração*Umidade Inicial	2	0,332	0,166	0,389 ns
Erro (b)	8	3,414	0,427	
Dias (D)	17	36,460	2,145	23,075*
Aeração*Dias	17	8,863	0,521	5,609*
Umidade Inicial*Dias	34	11,536	0,339	3,651*
A*UI*D	34	8,549	0,251	2,705*
Erro (c)	174	16,173	0,09	

* Significativo ao nível de 5% pelo teste F de Snedecor;

** Significativo ao nível de 10% pelo teste F de Snedecor

ns: Não significativo ao nível de 10% pelo teste F.

As Tabelas 19 e 20 exibem os resultados estatísticos para os coeficientes de regressão e análise de variância para a regressão, do modelo que melhor explica a variação dos dados do peso do hectolitro do produto em função do teor de umidade inicial e do período de armazenagem.

4.2.4.2. Modelo de Regressão.

Tabela 19. Análise de regressão e análise de variância para o peso do hectolitro para soja no armazenamento com sistema de aeração

Nome	Coefficiente	Desvio	T	Beta	Prob (%)
Constante	129,900000				
Dias (D)	-0,020090	0,010190	-1,970	-2,257	2,720
Umidade (UI)	-9,101000	1,955000	-4,654	-17,55	0,000
Quadrado (UI ²)	0,325800	0,070100	4,647	17,51	0,000
D*UI	0,001642	0,0007170	2,290	2,650	1,320

R² = 50,54%

ANOVA

Fontes	GL	SQ	QM	F	Prob (%)
Regressão	4	11,40622	2,851555	12,52	0,000
Independente	49	11,16426	0,2278421		

Tabela 20. Análise de regressão e análise de variância para o peso do hectolitro para soja, no armazenamento sem sistema de aeração

Nome	Coefficiente	Desvio	T	Beta	Prob (%)
Constante	134,80000				
Dias (D)	0,001099	0,0006623	1,6590	0,1439	5,16
Umidade (UI)	-10,060000	1,4470000	-6,9580	22,630	0,00
Quadrado (UI ²)	0,369000	0,0519200	7,1060	23,110	0,00

$$R^2 = 62,4\%$$

ANOVA

Fontes	GL	SQ	QM	F	Prob (%)
Regressão	3	10,37278	3,457594	27,66	0,000
Independente	50	6,249127	0,1249826		

Tais resultados evidenciam pela coluna probabilidade (PROB) a significância dos coeficientes de regressão sob teste. Das mesmas tem-se que para cada modelo os coeficientes de regressão de ordem superior foram significativos bem como os modelos (teste de F) foram significativos. Sendo assim, tem-se os seguintes modelos de regressão:

$$PH_A = 129,9 - 0,0201D - 9,101UI + 0,3285UI^2 + 0,016D * UI$$

Equação 9. Peso do hectolitro com sistema de aeração

$$PH_{SA} = 134,8 + 0,0011D - 10,06UI + 0,369UI^2$$

Equação 10. Peso do hectolitro sem sistema de aeração

Cabe observar que o modelo de regressão com sistema de aeração apresenta um coeficiente a mais que o modelo sem sistema de aeração. Tal coeficiente, caracterizado pela interação entre os fatores *Umidade Inicial* e *Dias de Armazenagem*, vem com o seu sinal positivo, caracterizar o aumento do peso do hectolitro no decorrer do armazenamento da soja à medida que se aumenta o teor de umidade inicial.

As Figuras 23 e 24 abaixo mostram as predições dos modelos obtidos, em relação aos dados experimentais para o peso do hectolitro da soja, como função do período de armazenamento e do teor de umidade inicial.

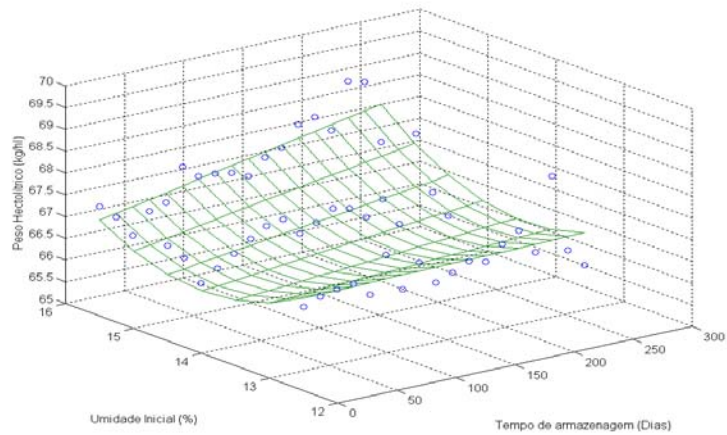


Figura 23. Modelo de regressão ajustado aos dados experimentais do peso do hectolitro no armazenamento de soja com sistemas de aeração

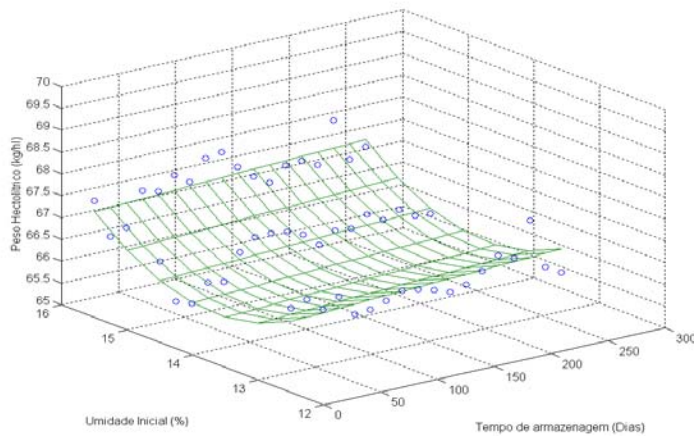


Figura 24. Modelo de regressão ajustado aos dados experimentais do peso do hectolitro no armazenamento de soja sem sistema de aeração

Dos resultados apresentados nas Figuras 23 e 24 tem-se uma melhor visão da dispersão dos dados experimentais, em relação ao modelo obtido. Tais dispersões são decorrentes única e exclusivamente da precisão obtida nos dados levantados. Ambos os gráficos mostram melhor a tendência dos resultados. Como os modelos propostos apresentaram baixos valores para o coeficiente de determinação, $R^2 = 50,54\%$ e $R^2 = 62,4\%$

para sistemas com e sem aeração, respectivamente, a superfície de resposta não deverá ser utilizada para predição do peso hectolitro dentro dos fatores analisados.

4.3. ANÁLISES QUÍMICAS

Nas análises químicas procurou-se estudar os três principais componentes na constituição da soja para o processo industrial: *teor de acidez*, *teor de proteína* e *teor de óleo*. É importante entender e compreender o comportamento destes três componentes durante o armazenamento, pois são eles que podem tornar o processo industrial mais competitivo. Determinam o rendimento do óleo em relação ao farelo e o tipo de farelo em função do teor de proteína. Um aumento da acidez gera custos adicionais no processo, no momento de obter um óleo de qualidade, pois o óleo destinado ao consumo humano e também para consumo em alimentação animal tem os limites específicos, e todo excesso deve ser retirado, ou caso contrário, utilizá-lo em destinos menos rentáveis como as fábricas de sabão.

4.3.1. Teor de Acidez

O teor de acidez é um dos principais indicativos de qualidade para a comercialização do óleo; portanto, conhecer seu comportamento no armazenamento da soja é fundamental para as tomadas de decisões no processo de beneficiamento e armazenamento.

4.3.1.1. Resultados Experimentais e ANOVA

Os resultados experimentais obtidos para o teor de acidez, no armazenamento da soja, com e sem sistema de aeração, para três teores de umidade iniciais, encontram-se na Tabela 21. A análise de variância correspondente encontra-se na Tabela 22.

Tabela 21. Teores de acidez (%) para soja armazenada, média de três repetições

DIAS	COM AERAÇÃO			SEM AERAÇÃO		
	UMIDADE INICIAL (%)			UMIDADE INICIAL (%)		
	12,70	14,50	15,50	12,70	14,50	15,50
0	1,12	0,91	0,66	1,19	0,81	0,75
14	1,27	1,02	1,04	0,96	1,04	1,04
28	1,25	1,05	1,22	1,31	1,04	1,00
42	1,92	1,61	1,51	1,68	1,65	2,44
56	1,65	1,67	2,28	2,40	1,36	2,50
70	1,71	2,29	2,30	1,81	1,80	2,66
84	1,48	0,91	1,65	1,84	1,43	1,47
98	1,97	1,85	1,39	1,93	2,14	1,77
112	1,42	1,42	1,95	1,27	1,27	1,22
126	1,13	1,20	1,22	1,16	1,22	1,25
140	1,25	1,63	1,18	1,21	1,52	1,28
154	2,17	1,75	2,02	2,07	2,45	1,94
168	2,24	1,96	1,93	1,79	2,11	1,66
182	3,13	2,27	2,85	2,14	2,16	2,54
196	2,12	2,53	2,18	1,82	1,83	1,77
210	2,67	2,95	2,53	2,77	2,54	2,89
224	3,31	3,52	2,79	2,98	3,71	2,36
238	2,84	2,38	2,63	3,05	3,15	4,91

Tabela 22. Análise de variância para o teor de acidez, no armazenamento de soja

Fontes de variação	<i>Gl</i>	<i>SQ</i>	<i>QM</i>	<i>F</i>
Aeração (A)	1	0,009	0,009	0,034 ns
Erro (a)	4	1,107	0,277	
Umidade Inicial (UI)	2	0,044	0,022	0,161 ns
Aeração*Umidade Inicial	2	0,281	0,141	1,038 ns
Erro (b)	8	1,084	0,135	
Dias (D)	17	118,585	6,976	95,007 *
Aeração*Dias	17	6,222	0,366	4,985 *
Umidade Inicial*Dias	34	10,576	0,311	4,236 *
A*UI*D	34	13,074	0,385	5,237 *
Erro (c)	174	12,335	0,073	

* Significativo ao nível de 5% pelo teste F de Snedecor;

** Significativo ao nível de 10% pelo teste F de Snedecor;

ns: Não significativo ao nível de 10% pelo teste F.

Da Tabela 21, em ambas as condições de armazenamento constata-se uma tendência do aumento do teor de acidez à medida que o número de dias de armazenamento aumentou, sendo que na última amostragem para o armazenamento sem aeração, com teor de umidade inicial de 15,50%, houve um aumento significativo no teor de acidez, atingindo o valor de 4,91%. Observa-se, ainda, uma oscilação dos valores de acidez ao longo do período de

armazenamento, ou seja, de uma avaliação para outra ora o valor cresce, ora o valor diminui, principalmente no armazenamento sem sistema de aeração. Acredita-se que este fato esteja relacionado com o sistema de amostragem, que mesmo sendo alterado o modo de se obter a amostra mais representativa, ainda assim gerou estas distorções, pois esperava-se que a curva do teor de acidez fosse crescente ao longo do armazenamento.

Durante as amostragens realizadas, percebeu-se que a soja armazenada sem sistema de aeração apresentou sempre o teor de grãos ardidos crescente em função do tempo de armazenamento e do teor de umidade inicial, deixando evidente que o processo de fermentação foi muito mais intenso no armazenamento sem sistema de aeração. Esperava-se que esta fermentação provocasse um aumento do teor de acidez, mas, na prática, as análises não o comprovaram, deixando uma dúvida referente às análises realizadas e, assim, este é um aspecto que precisa ser melhor investigado em trabalhos futuros.

Da Tabela 22, uma vez que o efeito da aeração foi não significativo ao nível de 10%, pode-se afirmar que os valores médios de acidez de 1,89% com aeração e 1,89% sem aeração (valores calculados a partir da Tabela 21) são estatisticamente iguais. Tais resultados contradizem o esperado que era o aumento do teor de acidez quando do não uso do sistema de aeração.

Para os demais fatores (Tabela 22), pouco se tem a comentar uma vez que os mesmos são quantitativos (*Umidade Inicial e Dias de Armazenagem*) e que um bom modelo de regressão explica as variações ocorridas.

4.3.1.2. Modelo de Regressão

A Tabela 23 exhibe os resultados estatísticos para os coeficientes de regressão e análise de variância para a regressão, dos modelos estudados. O modelo que melhor explica a variação dos dados de acidez do produto é somente em função do período de armazenagem.

Tabela 23. Análise de regressão e análise de variância para o teor de acidez da soja, no armazenamento com e sem sistema de aeração

Nome	Coefficiente	Desvio	T	Beta	Prob (%)
Constante	1,042000				
Dias (D)	0,007112	0,001350	5,266	7,963	0,00

$R^2 = 63,41\%$

ANOVA

Fontes	GL	SQ	QM	F	Prob (%)
Regressão	1	4,803257	4,803257	27,73	0,0001
Independente	16	2,771150	0,1731696		

Tais resultados evidenciam pela coluna probabilidade (PROB) a significância dos coeficientes sob teste. Das mesmas tem-se que para o modelo os coeficientes de regressão de ordem superior foram significativos bem como os modelos (teste de F) foram significativos.

Sendo assim, tem-se o seguinte modelo de regressão:

$$Ac = 1,042 + 0,007112D$$

Equação 11. Teor de acidez da soja armazenada com ou sem sistema de aeração

A Figura 25 apresenta a regressão a partir do modelo de regressão proposto, ajustado aos dados experimentais para o teor de acidez no armazenamento da soja com e sem sistema de aeração. A Figura indica que, à medida que o tempo de armazenamento aumentou, houve um aumento no teor de acidez. No entanto, a predição da acidez através do modelo deve ser cautelosa, uma vez que o coeficiente de determinação foi baixo.

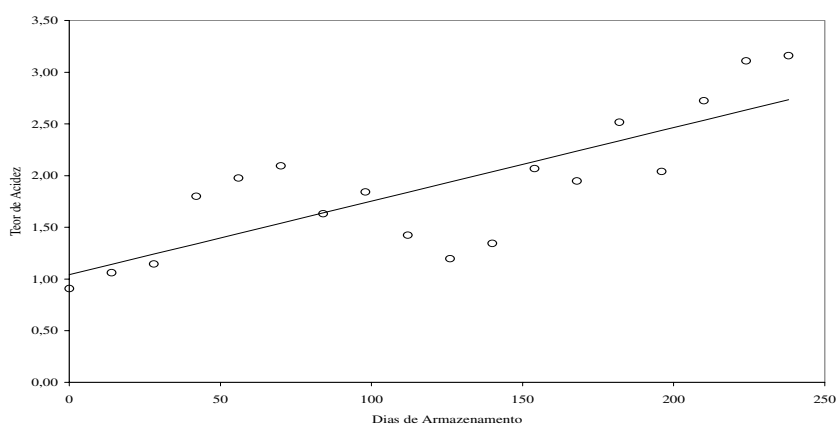


Figura 25. Modelo de regressão ajustado aos dados experimentais do teor de acidez no armazenamento da soja com e sem sistema de aeração

4.3.2. Teor de Óleo

O teor de óleo é muito importante, pois vai permitir planejar o processo industrial de acordo com a necessidade da quantidade e do produto que se quer obter. Portanto, entender se o armazenamento pode interferir no teor de óleo da soja armazenada é muito importante para a tomada de decisões.

4.3.2.1. Resultados Experimentais e ANOVA.

Os resultados experimentais obtidos para o teor de óleo, no armazenamento da soja, com e sem sistema de aeração, para três teores de umidade iniciais, encontram-se na Tabela 24. A análise de variância correspondente encontra-se na Tabela 25.

Tabela 24. Teores de óleo (%) para soja armazenada, média de três repetições

DIAS	COM AERAÇÃO			SEM AERAÇÃO		
	UMIDADE INICIAL (%)			UMIDADE INICIAL (%)		
	12,70	14,50	15,50	12,70	14,50	15,50
0	22,27	21,80	22,81	22,56	21,70	22,66
14	22,16	21,78	22,71	21,83	21,77	23,08
28	22,02	21,86	22,72	22,12	22,05	23,00
42	20,41	20,29	21,63	20,95	20,64	22,06
56	20,68	21,06	22,43	21,78	20,96	21,65
70	21,57	20,41	21,90	21,55	20,70	22,15
84	20,69	21,00	21,92	21,21	20,22	21,38
98	20,35	20,48	21,62	20,51	20,04	20,95
112	20,34	21,10	20,98	21,29	20,42	20,03
126	20,03	20,32	21,56	21,27	19,89	21,57
140	20,73	20,73	20,61	20,48	20,88	20,54
154	20,61	20,39	20,28	20,73	20,62	20,55
168	20,35	20,20	20,36	20,47	20,49	20,33
182	19,81	20,30	20,27	19,63	20,12	20,32
196	20,44	20,45	20,45	20,17	20,45	20,78
210	21,49	21,23	21,09	20,01	20,23	21,53
224	20,60	20,88	20,92	20,71	20,97	21,68
238	20,39	21,17	21,42	21,18	20,96	20,89

Tabela 25. Análise de variância para o teor de óleo, no armazenamento da soja

Fontes de variação	<i>Gl</i>	<i>SQ</i>	<i>QM</i>	<i>F</i>
Aeração (A)	1	0,012	0,012	0,181 ns
Erro (a)	4	0,270	0,067	
Umidade Inicial (UI)	2	22,837	11,418	17,240*
Aeração*Umidade Inicial	2	1,488	0,744	1,123 ns
Erro (b)	8	5,299	0,662	
Dias (D)	17	131,624	7,743	21,499*
Aeração*Dias	17	5,408	0,318	0,883 ns
Umidade Inicial*Dias	34	22,880	0,673	1,869 *
A*UI*D	34	14,656	0,431	1,197 ns
Erro (c)	173	62,304	0,360	

* Significativo ao nível de 5% pelo teste F de Snedecor;

** Significativo ao nível de 10% pelo teste F de Snedecor;

ns: Não significativo ao nível de 10% pelo teste F de Snedecor.

Da Tabela 25, uma vez que o efeito da aeração não é significativo ao nível de 10%, pode-se afirmar que os valores médios do teor de óleo de 21,04% com aeração e 21,03% sem aeração (calculados a partir da Tabela 24) são estatisticamente iguais. Tais resultados vêm caracterizar que a aeração não proporcionou em média uma variação do teor de óleo.

Cabe ainda ressaltar com relação à Tabela 25 que o quadrado médio do resíduo da parcela (0,067) foi numericamente inferior ao da subparcela (0,662). Tal resultado aponta uma possível anomalia na coleta dos resultados, uma vez que era de se esperar uma situação inversa. Tal anomalia deve-se em parte ao uso indevido do calador no início do experimento e em parte às flutuações do teor de óleo das próprias amostras.

Para os demais fatores (Tabela 25), pouco se tem a comentar uma vez que os mesmos são quantitativos (*Umidade Inicial* e *Dias de Armazenagem*) e que um bom modelo de regressão explica as variações ocorridas.

4.3.2.2. Modelo de Regressão.

Tabela 26. Análise de regressão e análise de variância para o teor de óleo da soja, no armazenamento com e sem sistema de aeração

Nome	Coefficiente	Desvio	T	Beta	Prob (%)
Constante	64,540000				
Dias (D)	-0,024790	0,0027040	-9,169	-2,434	0,00
Quadrado (D ²)	0,0000774	0,00001096	7,058	1,873	0,00
Umidade (UI)	-6,225000	1,5490000	-4,018	-10,49	0,01
Quadrado (UI ²)	0,228100	0,0555900	4,103	10,71	0,01

$R^2 = 76,25\%$

ANOVA

Fontes	GL	SQ	QM	F	Prob (%)
Regressão	4	22,53456	5,633641	39,34	0,00
Independente	49	7,016909	0,1432022		

Tais resultados evidenciam, pela coluna probabilidade (PROB), a significância dos coeficientes sob teste. Das mesmas tem-se que para cada modelo os coeficientes de regressão de ordem superior foram significativos bem como os modelos (teste de F) foram significativos. Sendo assim, tem-se o seguinte modelo de regressão:

$$O = 64,54 - 0,02479D + 0,000077D^2 - 6,222UI + 0,2281UI^2$$

Equação 12. Teor de óleo da soja armazenada com ou sem sistema de aeração

Além do modelo de superfície de resposta ser significativo, o coeficiente de determinação foi bom, o que viabiliza a utilização do modelo para fins de predição do teor de óleo em função da umidade inicial e do período de armazenamento.

A Figura 26 mostra a predição do modelo obtido, em relação aos dados experimentais. Mostra a tendência que, à medida que o tempo de armazenamento aumentou, houve uma diminuição do teor de óleo dos grãos armazenados em todos os níveis de umidade iniciais.

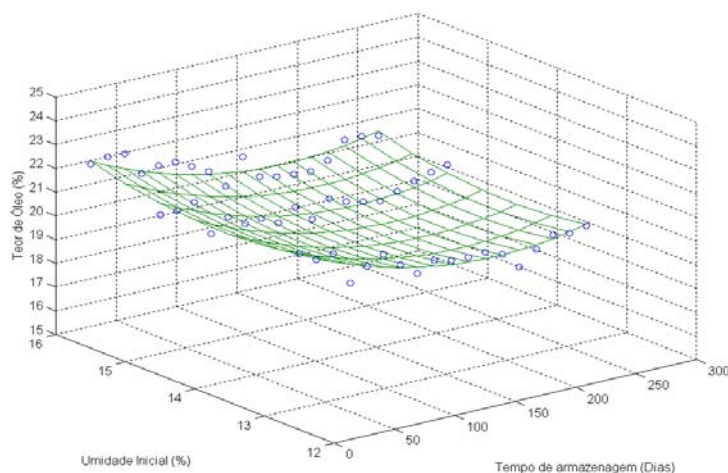


Figura 26. Modelo de regressão ajustado aos dados experimentais do teor de óleo no armazenamento da soja com e sem sistema de aeração

4.3.3. Teor de Proteína.

O teor de proteína é que vai determinar a principal constituição do farelo de soja, visto que o consumidor de farelo quer é comprar proteína vegetal para transformá-la em proteína animal. Também vale ressaltar que a cada dia a soja passa a ser utilizada na alimentação humana, quer seja através de aditivos em outros alimentos ou quer seja na alimentação direta. Logo, é importante conhecer o comportamento do teor de proteína durante o armazenamento da soja.

4.3.3.1. Resultados Experimentais e ANOVA.

Os resultados experimentais obtidos para o teor de proteína, no armazenamento da soja, com e sem sistema de aeração, para três teores de umidade iniciais, encontram-se na Tabela 27.

A análise de variância correspondente encontra-se na Tabela 28.

Tabela 27. Teores médios de proteína (%) da soja armazenada, média de três repetições

DIAS	COM AERAÇÃO			SEM AERAÇÃO		
	UMIDADE INICIAL (%)			UMIDADE INICIAL (%)		
	12,70	14,50	15,50	12,70	14,50	15,50
0	37,64	38,17	37,41	37,60	38,61	37,05
14	39,09	38,43	37,37	37,46	38,72	37,09
28	38,26	38,61	26,77	37,67	38,67	37,31
42	37,33	37,81	36,50	37,82	38,66	37,74
56	37,66	38,33	37,22	37,68	38,51	37,28
70	38,20	38,53	37,31	37,67	38,48	37,32
84	36,93	37,55	36,10	37,16	37,55	36,25
98	37,31	38,47	37,40	37,70	38,98	37,13
112	37,50	38,04	36,84	37,49	38,07	36,95
126	37,65	38,17	37,07	38,28	38,07	37,24
140	37,33	37,88	36,83	38,26	37,84	36,99
154	37,20	38,50	36,59	37,17	37,48	37,27
168	38,05	38,51	37,02	37,75	38,56	37,12
182	37,76	38,27	37,05	38,11	38,55	37,54
196	37,61	38,23	36,96	37,74	38,33	36,59
210	37,17	38,67	36,93	37,45	38,59	37,06
224	37,73	38,09	36,51	38,11	38,38	37,25
238	37,63	38,23	37,06	37,27	38,06	37,13

Tabela 28. Análise de variância para o teor de proteína, no armazenamento da soja

Fontes de variação	<i>Gl</i>	<i>SQ</i>	<i>QM</i>	<i>F</i>
Aeração (A)	1	0,781	0,781	1,254 ns
Erro (a)	4	2,491	0,623	
Umidade Inicial (UI)	2	79,784	39,892	45,546*
Aeração*Umidade Inicial	2	0,352	0,176	0,201 ns
Erro (b)	8	7,007	0,876	
Dias (D)	17	19,336	1,137	3,343*
Aeração*Dias	17	6,762	0,398	1,169 ns
Umidade Inicial*Dias	34	7,351	0,216	0,635 ns
A*UI*D	34	14,116	0,415	1,220 ns
Erro (c)	166	56,483	0,340	

* Significativo ao nível de 5% pelo teste F de Snedecor;

** Significativo ao nível de 10% pelo teste F de Snedecor;

ns: Não significativo ao nível de 10% pelo teste F.

Da Tabela 28, uma vez que o efeito da aeração não é significativo ao nível de 10%, pode-se afirmar que os valores médios do teor de proteína de 37,62% com aeração e 37,72% sem aeração (calculados a partir da Tabela 27) são estatisticamente iguais. Tais

resultados vêm caracterizar que a utilização da aeração não proporcionou em média uma variação do teor de proteína.

Cabe ainda ressaltar com relação à Tabela 28 que o quadrado médio do resíduo da parcela (0,623) foi numericamente inferior ao da subparcela (0,876). Tal resultado vem a caracterizar uma possível anomalia na coleta dos resultados, uma vez que era de se esperar uma situação inversa. Tal anomalia deve-se em parte ao uso indevido do calador no início do experimento e em parte às flutuações do teor de óleo das próprias amostras.

Para os demais fatores (Tabela 28), pouco se tem a comentar uma vez que os mesmos são quantitativos (*Umidade Inicial* e *Dias de Armazenagem*) e que um bom modelo de regressão explica as variações ocorridas.

4.3.3.2. Modelo de Regressão.

A Tabela 29 exhibe os resultados estatísticos para os coeficientes de regressão e análise de variância para a regressão, do modelo que melhor explica a variação dos dados do teor de proteína do produto em função do teor de umidade inicial.

Tabela 29. Análise de regressão e respectiva análise de variância para o teor de proteína da soja no armazenamento

Nome	Coefficiente	Desvio	T	Beta	Prob (%)
Constante	-60,8396				
Umidade (UI)	14,4115	1,21711	11,8497	30,4465	0,000
Quadrado (UI ²)	-0,55224	0,043675	-11,9605	-30,7545	0,000

$R^2 = 0,95\%$

ANOVA

Fontes	GL	SQ	QM	F	Prob (%)
Regressão	2	14,31050	7,155248	80,92	0,000
Independente	51	4,509549	0,0884225		

Tais resultados evidenciam, pela coluna probabilidade (PROB), a significância dos coeficientes sob teste. Das mesmas tem-se que, para cada modelo, os coeficientes de regressão de ordem superior foram significativos bem como os modelos (teste de F) foram significativos. Sendo assim, tem-se o seguinte modelo de regressão:

$$P = -60,8396 + 14,41UI - 0,552UI^2$$

Equação 13. Teor de proteína da soja armazenada com e sem sistema de aeração

O modelo é significativo e o coeficiente de determinação também é muito bom, porém ressalta-se que este modelo foi obtido a partir de somente três teores iniciais de umidade e, portanto, pode ser usado mas com certos cuidados.

A Figura 27 abaixo relacionada mostra as previsões do modelo obtido, em relação aos dados experimentais.

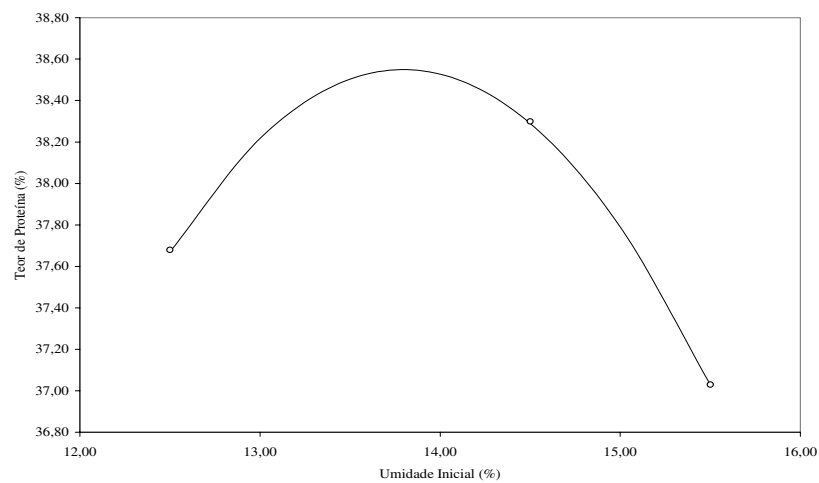


Figura 27. Modelo de regressão ajustado aos dados experimentais do teor de proteína no armazenamento da soja com e sem sistema de aeração

Este resultado de o teor de proteína não depender do tempo de armazenagem contradiz o comportamento definido por THOMAS et al. (1977), quando para soja armazenada a 20 e 30°C e umidade relativa de 65 e 85%, a proteína decresceu com o tempo de armazenagem.

4.4. UTILIZAÇÃO DO AMOSTRADOR TIPO CALADOR DE DUPLA TUBULAÇÃO COM ORIFÍCIOS.

A necessidade de alterar a coleta de amostra, durante o período de armazenagem, ocorreu devido perceber-se que a amostra que estava sendo obtida não representava o lote armazenado. O calador foi adaptado de modo a permitir tirar-se amostras em três alturas

diferentes dentro do silo. Retirou-se amostra a 15cm do piso, outra a 30cm e a outra a 45cm do fundo do silo. Esta alteração pôde ser evidenciada, principalmente, devido à variação do teor de umidade. Observou-se que a camada superior (45cm) apresentou valores de teores umidade menores que os das camadas inferiores (30 e 15cm) nos silos sem aeração, uma vez que nos silos com aeração a variação foi menor. Observa-se que a Figura 28 apresenta.

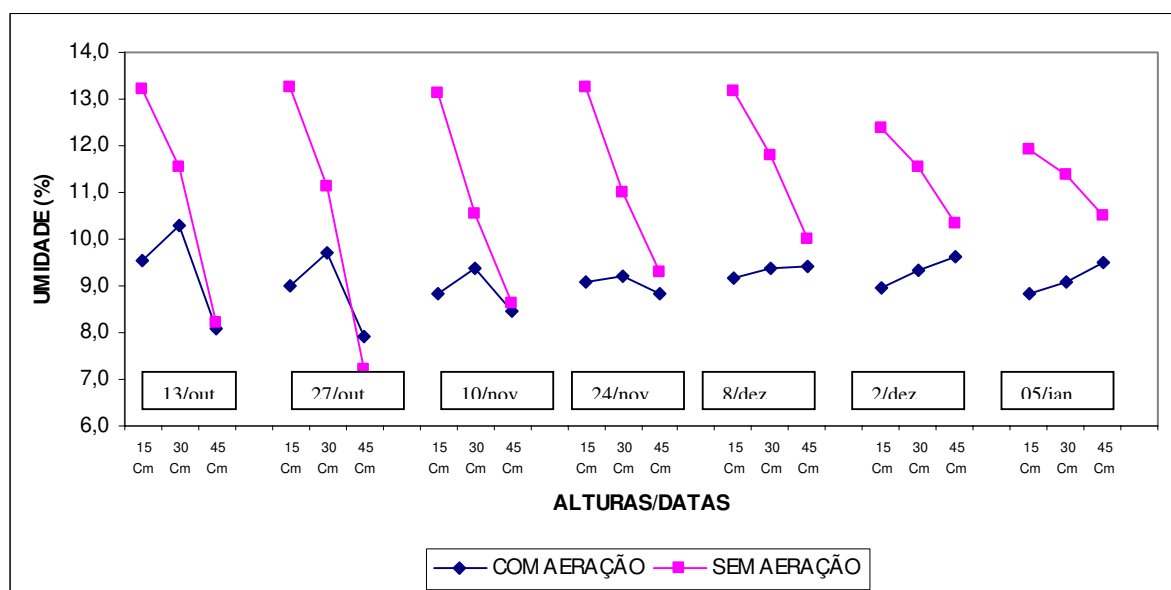


Figura 28. Teores de umidade (%) nas profundidades, no período de 13 de outubro a 05 de janeiro de 2001, no armazenamento da soja com e sem sistema de aeração

4.5. SISTEMA DE ARMAZENAMENTO : UM ECOSISTEMA.

Observa-se que a deterioração da soja ocorreu em maior escala no armazenamento sem sistema de aeração, apesar que também ocorreu deterioração no armazenamento com sistema de aeração, o que pode ser constatado principalmente devido ao aumento da acidez (Figura 25), do teor de grãos ardidos (Figura 15) e do teor de grãos avariados (Figura 22). A proteína e o teor de óleo praticamente se mantiveram constantes, com tendência a pequeno decréscimo. É importante verificar que os teores de grãos ardidos e avariados aumentaram com a elevação da temperatura, e que a acidez acompanha a mesma tendência dos ardidos e avariados. Observa-se que para a soja com teor de umidade de 15,50%, a deterioração ocorreu devido, neste nível de umidade e de temperatura serem adequadas ao

desenvolvimento dos fungos, que com seu metabolismo respiratório, geraram mais calor e água na massa de grãos, acelerando o processo de fermentação dos grãos e, conseqüentemente, aumentando o teor de acidez e de ardido. A Figura 29 ilustra o processo de fermentação com o aparecimento dos fungos ocorrido no silo 2B, silo sem sistema de aeração, na profundidade de 15cm em relação ao piso.

Como acontece no armazenamento em grande escala, observou-se no experimento que, para o teor de umidade inicial mais alto (15,50%), houve um aumento no teor de ardidos, independente do armazenamento ter ou não o sistema de aeração; porém, para a soja armazenada sem sistema de aeração, o teor de ardidos aumentou quase 10 vezes mais em comparação com a soja armazenada com sistema de aeração. O fato de a soja ter aumentado o teor de ardidos no sistema com aeração deve estar relacionado com a estratégia de utilização do sistema de aeração que foi manter a temperatura da massa de grãos abaixo de 30°C, e que se verificar-se no diagrama de conservação de cereais, observar-se-á que para esta temperatura ocorre a presença de fungos e insetos. No caso do experimento foi detectada a presença dos fungos, que contribuíram para a soja arder. A estratégia de utilização da aeração deveria ser abaixar o máximo possível a temperatura da massa de grãos, independente do valor da temperatura.



Figura 29. Deterioração ocorrida devido à presença de fungos no silo 2B, sem sistema de aeração, na profundidade de 15cm em relação ao piso

5. CONCLUSÕES

A análise dos resultados obtidos permite as seguintes conclusões:

- Que as perdas ocorridas foram constatadas principalmente devido ao aumento do *teor de grãos ardidos e grãos avariados* e se acentuam no *teor de umidade inicial* mais alto (15,50%), no armazenamento sem sistema de aeração.
- Que a variação do *teor de proteína* e *teor de óleo* são independentes do uso ou não do sistema de aeração.
- Que o *teor de óleo* tem tendência a decrescer com o tempo de armazenamento, sendo função do *teor de umidade inicial* e do *tempo de armazenagem*.
- Que os modelos matemáticos obtidos, ou as respectivas superfícies de resposta, podem ser usados para estimar os parâmetros *teor de umidade*, *teor de ardidos*, *teor de proteína* e *teor de óleo* ao longo do armazenamento.
- Que a amostragem de grãos em processo de deterioração, utilizando-se o calador, necessita de cuidados especiais, com adaptações para obter-se uma amostra representativa.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATHIÉ, I., et al. **Conservação de grãos**. Campinas, Fundação Cargill, 1998. 236p.
- ACASIO, A.U. **Handling and storage of soybeans and soybean meal**. Disponível em <
<http://www.asasea.com/technical/ft35-1997.html>>, 29/10/1999.
- BARKKER-ARKEMA, F.W. Grain quality and management of grain quality standards.
In: International Symposium of Grain Conservation, 1993. **Anais**. Canela, RS,
Companhia Estadual de Silos e Armazéns, 1993. p.3-11.
- BRASIL. Portaria nº 262, 23 nov. 1993. Norma de Padronização, Classificação e
Comercialização da soja, em Grãos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 25 de nov. de
1983.
- BROOKER, et al. **Drying and storage of grains and oilseeds**. New York, Van Nostrand
Reinhold, 1992. 450p.
- BEVILACQUA, Richard. Quality control and grain storage: The role of the Canadian grain
comission. In Simpósio Internacional de Conservação de Grãos. 1993, Canela.
Anais...Porto Alegre: Plus comunicações, 522p. p13-32, 1994.
- CERQUEIRA, W.P; COSTA, A.C. Influência da umidade inicial de armazenamento sobre
a qualidade fisiológica de soja. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v 6
(2) p.35-40. CENTREINAR, 1981.
- FINCK, Celso. **Indicadores de qualidade e quantidade na recepção do milho grupos
mole e semiduro e sua evolução no período de armazenamento**. 115p. Dissertação
(mestrado em agronomia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1997.

- GUARIENTI, E.M. **Qualidade industrial de trigo**. 2ed. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1996. 36p.
- HALL, C.W. **Drying and storage of agricultural crops**. Westport, The AVI publishing Company, INC, 1980. 381p.
- HARA, Tetuo. Teor de umidade e temperatura de grãos armazenados. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, 1977.
- LÁZZARI, F.A. **Umidade, fungos, e micotoxinas na qualidade de sementes, grãos e rações**. 2ed. Curitiba, Ed. Do Autor, 1997. 148p.
- LOEWER, O.J.; BRIDGES, T.C.; BUCKLIN, R.A. **On-farm drying and storage system**. St. Joseph, Mich. American Society of Agricultural Engineers, 1994. 560p.
- NEUMANN, R.I. Cultura do desenvolvimento Brasileiro, **Anuário brasileiro da Soja 2000**, Passo Fundo, p.16.2001.
- PUZZI,D. **Manual de Armazenamento de Grãos: ARMAZÉNS E SILOS**. Campinas: Editora Agronômica Ceres, 1977. 405p.
- PUZZI,D. **Abastecimento e armazenagem de grãos**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1986. 603p.
- SILVA, J.S. **Pré-Processamento de Produtos Agrícolas**. Juiz de Fora: Instituto Maria, 1995. 509p.
- STEEL,R.G.D; TORRIE,J.H. **Principles and procedures of statistics**. New York: McGraw-Hill Book Company, INC, 1960, 481p.

THOMAS, R.; deMAN,J.M.; deMAN,L. Soymilk and tofu properties as influenced by soybean storage conditions. **JAACS**, Vol 66, nº 6, 1989.

VILLA, L.G.; ROA,G. **Secagem e armazenamento da soja industrial e sementes a granel**. Campinas: Fundação Cargill, 1979. 64p.

WEBER, E. **Armazenamento agrícola**. Porto Alegre: Kepler-Weber Industrial, 1995. 400p.

APÊNDICE

TEMPERATURAS (°C) E UMIDADE RELATIVA AMBIENTE(%) MAIO/ 2000

DATAS	11	12	15	16	17	18	19	22	23	24	25	26	29	30	31
TEMP.AMB	27,5	20,5	29	27,5	30	24,5	23	26	24,5	26	28,5	28	26,5	28	28
UR AMB(%)	53,30	55,50	48,80	47,70	46,60	99,90		48,80	49,90	51,10	47,70	44,40	52,20	46,60	46,60

TEMPERATURAS (°C) SILOS COM AERAÇÃO MAIO / 2000

SENSORES/DATA	11	12	15	16	17	18	19	22	23	24	25	26	29	30	31
1A/S1	24	18,5	21	21,5	22,5	18	14,5	20	21	21,5	22	22	23	23	22,5
1A/S2	25	23	18	19	21	21	14	19	20,5	21,5	22,5	23	24	24	24
1A/S3	25	25	17,5	19	21,5	22,5	13	19,5	21	22	23	24	25,5	25,5	25,5
1A/S4	24,5	24	17,5	20	21,5	21,5	13	19	20	21	21,5	21,5	22	22,5	22,5
2A/S1	24,5	19	21,5	22	22,5	18,5	14,5	20,5	21,5	22	22,5	22	23,5	23	23
2A/S2	24,5	2,5	18	19,5	21	21	14	19	20,5	21,5	22,5	23	24	24	24
2A/S3	24,5	24,5	17,5	18,5	21	22	13	19	20,5	22	23	23,5	25,5	25,5	25,5
2A/S4	24,5	24,5	17,5	20,5	22	22	13	20	21	22	23	22,5	23,5	23,5	23,5
3A/S1	23,5	18,5	21	21,5	22	18	14	20,5	21	21,5	22	22	23	23	22,5
3A/S2	23,5	22,5	18	19	21,5	21	14	19	20,5	21,5	22,5	23	24,5	24,5	24,5
3A/S3	23	24	17	19	21	22,5	13	19,5	21	22	23,5	24	26	26	26
3A/S4	24,5	23	18	20	22	21,5	13,5	19	20	21,5	21,5	21,5	22	22,5	22,5
4A/S1	32	20	22	22,5	23,5	19,5	16	21	21,5	22,5	23	22,5	23,5	23,5	23
4A/S2	35	18,5	20	21	22,5	22	16	20	21	22	22,5	23	24	24	24
4A/S3	35,5	19	19	20,5	22	22,5	15	20	21	21,5	22,5	23	24	24	24
4A/S4	34	20	19	20,5	22	21,5	15	19,5	20,5	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	22
5A/S1	31	19,5	21,5	22,5	23	19	15,5	20,5	21	22	22,5	22	23,5	23	23
5A/S2	35	18,5	20,5	21	22	22	16	19,5	20,5	21,5	22,5	22,5	24	23,5	23,5
5A/S3	35	19	19	20,5	22	22,5	15	19,5	20,5	21,5	22,5	23	24	24	24
5A/S4	34,5	20	19,5	21	22,5	22	15,5	20	21	22	22,5	22	22	22,5	22,5
6A/S1	31,5	19,5	21,5	22	22,5	19	15,5	20,5	21	22	22,5	22	23	23	22,5
6A/S2	35	18,5	20	21	22	22	16	19,5	20,5	21,5	22	22,5	23,5	23,5	23,5
6A/S3	35	19	19	20,5	22	22,5	15	19,5	20,5	21,5	22,5	22,5	24	23,5	23,5
6A/S4	34,5	20	19	21	22	22	15	20	21	22	22,5	22	23	23	23
7A/S1	29	19	21,5	22	22,5	18,5	15,5	20,5	21	22	22,5	22	23	22,5	22,5
7A/S2	29,5	20,5	19	20	22	21,5	15	19,5	20,5	21,5	22,5	23	24	23,5	23,5
7A/S3	29	26	18	20	22	22,5	14	19,5	21	22	23	23,5	24,5	24	24,5
7A/S4	28,5	27	18,5	20	21,5	21	14	19	20	21	21,5	21	21	21,5	21,5
8A/S1	29	19	21,5	22	23	18,5	15,5	20,5	21	22	22,5	22,5	23,5	23	23
8A/S2	29	21	18,5	20	21,5	21,5	15	19,5	20,5	21,5	22,5	23	24	24	24
8A/S3	29	26,5	18	19,5	21,5	22,5	14	19,5	21	22	23	23,5	24,5	24,5	24,5
8A/S4	28,5	27	18,5	20	21,5	21	14	19	20	21	21,5	21	21,5	21,5	22
9A/S1	29	19,5	22	22,5	23,5	19,5	16,5	21	22	22,5	23	23	24	23,5	23,5
9A/S2	29	21	19	20	22	22	15	19,5	20,5	22	22,5	23	24	23,5	23,5
9A/S3	28,5	25,5	17,5	19	21,5	22	13,5	19	20,5	21,5	22,5	23	24,5	24,5	24,5
9A/S4	28,5	27	18,5	20	21,5	21	14	19	20	21	23	21	21,5	22	22

TEMPERATURAS (°C) SILOS SEM AERAÇÃO MAIO / 2000

SENSORES/DATA	11	12	15	16	17	18	19	22	23	24	25	26	29	30	31
1B/S1	23,5	22,5	23	23	23,5	22	19,5	21	22	22,5	23	23	24	23,5	23,5
1B/S2	25	25,5	26	26	26,5	26,5	25,5	24,5	25,5	26	27	27,5	29	28,5	28,5
1B/S3	24,5	25	25,5	26	26	26,5	25	24,5	25	26	27	27,5	28,5	28,5	28
1B/S4	24	22	23	22,5	23	21	18,5	20,5	21,5	22,5	22,5	22,5	22,5	23,5	
2B/S1	24	23,5	24	24	24,5	23	21	22,5	23	23,5	24	24	25	24,5	24,5
2B/S2	25	25	26	26	26	26,5	25,5	24,5	25,5	26	27	27,5	28,5	28,5	28,5
2B/S3	24	24	25	25	25	25	24	23,5	24	25	26	26,5	27,5	27,5	27,5
2B/S4	23	21	22	21,5	22	20	18	19,5	20,5	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5
3B/S1	24	23,5	23,5	23,5	23,5	23	20,5	22	22,5	23,5	23,5	23,5	24,5	24,5	24,5
3B/S2	24	24	25	25	25	25,5	24	23,5	24	25	25,5	26,5	27,5	27,5	27,5
3B/S3	24	24,5	25	25	25,5	25,5	24,5	23,5	24,5	25	26	26,5	28	27,5	27,5
3B/S4	24,5	22,5	23	22,5	23	21,5	19	21	21,5	22,5	23	22,5	22,5	22,5	22,5
4B/S1	32	26,5	24,5	22,5	24,5	23	20,5	21,5	22	22,5	23	23	23,5	23,5	23,5
4B/S2	34,5	32,5	26	25,5	24,5	24	22,5	21	21,5	22	22,5	23	24	24	24
4B/S3	34	33	26	25	25	24	22,5	21	21,5	22	22,5	23	24	24	23,5
4B/S4	32,5	27,5	23,5	24,5	22,5	21	18,5	20	20,5	21	21,5	21	21,5	21,5	21,5
5B/S1	33	27	24,5	24	24	23	21	21	21,5	22	22,5	22,5	23,5	23	23
5B/S2	34,5	32,5	26	25	24,5	24	22,5	21	21	22	22,5	23	24	23,5	23,5
5B/S3	34,5	33	26,5	25,5	25	24,5	22,5	21,5	22	22,5	23	23	24,5	24	21
5B/S4	32	26,5	23,5	22,5	23	20,5	18	20	20,5	21,5	22	21	22	22	22
6B/S1	32	26	24,5	24	24	22,5	20,5	21,5	22	22,5	23	22,5	23,5	23,5	23,5
6B/S2	34,5	32,5	26	25	24,5	24	22,5	21	21,5	22	22,5	23	24	24	23,5
6B/S3	34	33	26	25	24,5	24	22,5	21	21,5	22	22,5	23	24	23,5	23,5
6B/S4	32,5	27	23	22,5	22,5	20,5	18	19,5	20	21	21	20,5	21	21	21
7B/S1	29	25,5	25	24,5	25	24	21,5	22,5	23	24	24,5	24	25	25	25
7B/S2	28,5	28,5	25,5	25,5	25,5	25,5	24	23	23,5	24	25	25,5	26,5	26,5	26,5
7B/S3	28,5	28,5	26	25,5	25,5	25,5	24	22,5	23,5	24,5	25	25,5	26,5	26,5	26,5
7B/S4	28,5	24	23	22,5	23	24	18	20	21	22	22	22	22	22	22
8B/S1	28,5	25	24,5	24	24	23	20,5	22	22,5	23	23,5	23,5	24	24	24
8B/S2	29	28,5	26	26	25,5	25,5	24	23	2,5	24	25	25,5	27	26,5	26,5
8B/S3	28,5	28,5	25,5	25,5	25,5	25	23,5	2,5	23	24	25	25,5	26,5	26,5	26
8B/S4	28,5	24	23	22,5	23	20,5	18,5	20,5	21	22	22,5	22	22	22	22
9B/S1	28,5	25	24	24	24	21	20,5	21,5	22	23	23,5	23,5	24	24	24
9B/S2	29	28,5	26	25,5	26	25,5	24	23	23,5	24,5	25	26	27	27	27
9B/S3	29	28,5	26	26	25,5	25,5	24	22,5	23,5	24	25	25,5	27	26,5	26,5
9B/S4	28,5	25	23,5	24	23	22,5	19	20,5	21	22	22,5	22	22,5	22,5	22,5

TEMPERATURAS (°C)SILOS SEM AERAÇÃO JUNHO DE 2000

SENSORES/DATA	1	2	5	6	7	8	9	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	26	27	28	29	30	
1B/S1	24,0	23,5	24,5	24,0	23,5	23,5	23,5	25,5	23,5	23,5	24,0	24,5	24,5	24,0	24,0	24,0	23,5	23,5	20,5	20,5	21,5	23,5	24,0	24,0	23,5	24,0	
1B/S2	28,5	28,5	29,0	29,0	28,5	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,5	29,0	29,0	29,0	29,0	28,5	27,0	25,0	27,0	26,5	27,5	28,0	28,0	27,5	
1B/S3	28,0	28,0	29,0	29,0	28,5	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,5	29,0	29,0	29,0	28,5	28,0	26,5	25,0	27,0	27,0	27,5	28,0	27,5	27,5	
1B/S4	23,0	22,0	23,5	23,0	22,5	22,5	22,5	29,0	22,5	22,5	23,0	23,5	23,0	23,0	23,0	22,5	22,0	21,0	19,0	19,5	21,0	26,0	22,0	19,5	21,0	21,5	
2B/S1	25,0	24,5	25,5	25,0	24,5	24,5	24,5	26,0	24,5	24,5	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	22,5	24,0	21,5	19,5	22,5	24,0	24,5	24,5	24,5	24,5	
2B/S2	28,5	28,5	29,0	29,0	28,5	28,0	27,5	27,5	27,5	28,0	28,0	28,0	28,5	28,5	28,5	28,5	28,0	26,5	25,0	24,5	26,5	27,0	27,5	27,5	27,5	27,5	
2B/S3	27,0	27,5	28,0	28,0	27,5	27,0	27,0	27,0	26,5	27,0	27,0	27,0	27,5	27,5	28,0	27,5	27,0	25,0	24,0	24,0	26,0	26,0	26,5	27,0	27,0	27,0	
2B/S4	22,0	21,5	22,5	22,5	21,5	22,0	22,0	28,5	21,5	22,0	22,5	23,0	22,5	22,0	22,0	22,0	21,5	20,5	18,5	19,0	20,0	24,5	21,5	20,0	20,5	21,5	
3B/S1	25,0	24,5	25,5	25,0	24,5	24,0	24,0	26,0	24,5	24,5	25,0	25,0	25,0	24,5	24,5	24,0	24,0	21,0	21,0	22,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,5	
3B/S2	27,5	27,5	28,0	28,0	27,5	27,0	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	27,0	27,5	27,5	27,5	27,0	26,5	25,5	23,5	22,5	25,5	26,5	26,5	26,5	26,5	
3B/S3	27,5	28,0	28,5	28,0	27,5	27,0	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	27,0	27,5	27,5	27,5	27,0	26,0	24,0	25,5	26,0	26,5	27,0	27,0	26,5	26,5	
3B/S4	23,0	22,5	23,5	23,0	22,5	22,5	22,5	29,5	22,0	22,5	23,0	23,5	23,5	23,0	23,0	22,5	22,0	21,0	19,0	19,5	20,5	25,0	22,5	21,0	21,5	22,5	
4B/S1	24,0	23,5	24,5	24,0	24,0	23,5	23,5	25,5	24,0	24,0	24,0	24,0	24,5	24,5	24,0	24,0	24,0	23,5	21,5	21,5	20,5	24,0	24,0	24,0	23,5	24,0	
4B/S2	24,0	24,0	24,5	25,0	24,5	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,0	23,0	21,5	22,5	23,5	24,5	25,0	25,0	25,0	
4B/S3	24,0	24,0	25,0	25,0	24,5	24,0	23,5	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,5	25,0	25,0	25,0	24,5	24,5	23,0	21,5	23,0	24,0	24,5	25,0	25,0	25,0	
4B/S4	22,0	21,5	22,5	22,5	21,5	22,0	22,0	27,0	21,5	22,5	23,0	23,5	23,0	23,0	23,0	22,5	22,0	21,5	19,0	19,0	22,5	23,5	22,0	21,5	21,5	22,5	
5B/S1	22,5	23,5	24,0	23,5	23,5	23,0	23,0	24,0	23,5	23,5	23,5	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	23,5	23,5	21,0	21,0	21,5	23,0	23,5	24,0	23,5	24,0	
5B/S2	24,0	23,5	24,5	24,5	24,0	24,0	23,5	23,5	23,5	24,0	24,0	24,0	24,5	24,5	24,5	24,5	24,0	23,0	22,0	22,5	23,5	24,5	25,5	25,5	25,5	25,5	
5B/S3	23,5	24,5	25,0	25,0	24,5	24,5	24,0	24,5	24,0	24,5	24,5	24,5	25,0	25,0	25,0	25,0	24,5	23,5	22,5	24,0	24,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	
5B/S4	23,5	22,0	23,0	22,5	22,0	22,0	22,0	30,0	22,0	22,5	23,0	23,5	23,0	23,0	22,5	22,5	22,0	21,0	19,0	19,5	19,0	25,5	22,5	21,0	21,5	22,5	
6B/S1	23,5	23,5	24,5	24,0	23,5	23,5	23,5	25,0	23,5	23,5	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	23,5	23,5	21,0	21,0	22,5	23,5	24,0	23,5	23,5	24,0	
6B/S2	23,5	24,0	24,5	24,5	24,0	24,0	23,5	24,0	23,5	24,0	24,0	24,0	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,0	23,0	21,5	23,5	23,5	24,0	24,5	25,0	24,5	
6B/S3	23,5	24,0	24,5	24,5	24,5	24,0	24,0	24,0	24,0	24,5	24,5	24,5	25,0	25,0	25,0	25,0	24,5	23,5	22,0	22,0	24,5	25,0	25,5	25,5	25,5	25,5	
6B/S4	21,5	21,0	22,0	22,0	21,5	21,5	21,5	28,5	21,5	22,0	22,5	23,0	22,5	22,5	22,5	22,0	21,5	20,5	18,0	18,5	19,5	24,5	22,0	20,5	20,5	22,0	
7B/S1	25,0	25,0	26,0	25,5	25,0	25,0	25,0	26,0	25,0	25,0	25,0	25,5	25,5	25,5	25,5	25,0	24,5	24,5	22,0	22,0	23,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,5	
7B/S2	26,5	26,5	27,0	27,0	27,0	26,5	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,5	26,5	26,5	26,0	26,0	25,0	24,0	22,5	23,5	24,5	25,0	25,5	25,5	
7B/S3	26,5	26,5	27,5	27,5	27,0	26,5	26,5	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,5	26,5	26,5	26,0	26,0	25,0	24,0	22,0	21,0	24,5	25,0	25,5	25,5	25,0	
7B/S4	22,5	22,0	23,0	23,0	22,0	22,5	22,5	29,5	22,0	22,5	23,0	23,5	23,0	22,5	22,5	22,0	21,5	20,5	18,5	19,0	19,5	25,0	22,0	20,5	21,0	22,0	
8B/S1	24,0	24,0	25,0	24,5	24,0	24,0	24,0	25,5	24,0	24,0	24,0	24,5	24,5	24,5	24,5	24,0	23,5	21,0	21,0	22,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,5	24,5	
8B/S2	26,5	26,5	27,5	27,5	27,0	26,5	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,5	26,5	26,5	26,5	26,0	25,5	24,0	22,5	23,5	25,0	25,5	26,0	26,5	26,5	
8B/S3	26,0	26,5	27,0	27,0	27,0	26,5	26,0	26,0	25,5	26,0	26,0	26,0	26,0	26,5	26,5	26,5	26,0	26,0	25,5	24,0	22,5	24,0	25,0	26,0	26,5	26,5	
8B/S4	22,5	22,0	23,0	23,0	22,5	22,5	22,5	30,0	22,0	23,0	23,5	23,5	23,5	23,0	23,0	23,0	24,5	22,0	21,0	19,0	19,5	20,5	25,0	22,5	21,5	21,5	22,5
9B/S1	24,0	24,0	25,0	24,5	24,5	24,0	24,0	25,5	24,0	24,0	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	22,0	23,5	21,0	21,0	21,5	24,0	24,0	24,0	23,5	24,0	24,0	
9B/S2	26,5	27,0	27,5	27,5	27,5	27,0	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	27,0	27,0	26,5	26,0	24,5	23,0	22,5	25,0	25,5	26,0	26,0	26,0	26,0	
9B/S3	26,5	26,5	27,5	27,5	27,0	26,5	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,5	26,5	26,5	26,5	26,0	25,5	24,0	22,5	23,0	24,5	25,5	26,0	25,5	25,5	
9B/S4	23,0	22,5	23,5	23,0	22,5	22,5	22,5	28,5	22,0	23,0	23,5	24,0	23,5	23,0	23,0	22,5	22,0	21,0	19,0	19,5	20,0	24,5	22,5	21,5	21,5	22,5	

SILOS/DATA	TEMPERATURA (°C) E UMIDADE RELATIVA (%) DO AMBIENTE																														
SENSORES	3	4	5	6	7	10	11	12	13	14	17	18	19	20	21	24	25	26	27	28	31										
TEMP.AMB	29	20,5	28	26	29	20,5	29,5	22,5	20	21	13	14,5	24	24	14,5	20	23	24	25	27	28,5										
UR.AMB(%)	43,3	49,9	42,2	44,4	44,4	51,1	43,3	45,5	46,6	43,3	50	44,4	36,6	39,9	44,4	49,9	46,6	46,6	44,4	55,5	37,7										

SILOS/DATA	TEMPERATURA (°C) SILOS COM AERAÇÃO JULHO DE 2000																														
1A/S1	23,5	23,5	23	22	22	23	23,5	22	18,5	17	18	18	18	19	18,5	19	17,5	18,5	20	21	22,5										
1A/S2	23,5	24	23,5	23	22,5	23,5	23,5	23,5	20,5	18	19,5	16	17	18	18,5	20,5	18	17,5	18,5	20	22,5										
1A/S3	25	25,5	25,5	24,5	24	25	25	25	22,5	19,5	20,5	17,5	18	19	19,5	22	19,5	19	20	21,5	24										
1A/S4	23	22	21	19,5	21	21,5	21,5	15,5	13,5	13,5	14,5	15,5	16	16	15,5	12	14,5	16	18,5	20	20,5										
2A/S1	23,5	24	23	22	22,5	24	23,5	22,5	19	17,5	18,5	18	18,5	19,5	19	19,5	18	19	20	21,5	22,5										
2A/S2	23,5	24	23,5	23	22,5	23,5	23,5	23,5	20,5	18	19,5	17	17	18	18,5	20,5	18	18	18,5	20	22,5										
2A/S3	25	25	25	24	23	24,5	24,5	24,5	22,5	19,5	20,5	18,5	18	18,5	19	21,5	19	18,5	19,5	21	23,5										
2A/S4	23	22,5	21,5	20,5	21,5	22,5	22,5	19,5	16,5	15	16	15,5	16,5	17	16	14	15,5	16,5	18,5	20,5	21,5										
3A/S1	23,5	23,5	23	22	22	23,5	23	22	19	17,5	18,5	18	18	19	18,5	19	17,5	18,5	20	21	22,5										
3A/S2	24	24,5	24	23,5	22,5	23,5	24	23,5	21	18,5	20	18	17,5	18,5	18,5	20,5	18,5	18	19	20	23										
3A/S3	25,5	26	25,5	24,5	23,5	24,5	24,5	24,5	22,5	19,5	20,5	18	18	19	19,5	22	19,5	19	20	21	24										
3A/S4	23	21,5	20	18,5	21,5	21,5	22	16	13	14	14,5	15,5	16,5	16	15	11,5	14,5	16	18,5	20,5	20,5										
4A/S1	24	24	23,5	23	23	24,5	24,5	23,5	20	18,5	19,5	19	19	20	19,5	20	18,5	19,5	25	21,5	23										
4A/S2	24,5	25	25,5	24,5	24,5	26	26	26	23,5	20,5	22	19	19,5	20	20	22	19,5	19	20	21	23,5										
4A/S3	25,5	26	26	25,5	25	26,5	26,5	26,5	24,5	21,5	22	19	19,5	20,5	20,5	22	20	19,5	20	21,5	24										
4A/S4	22,5	22	20,5	19,5	21,5	22	22	17,5	14,5	14,5	15	15,5	16,5	16	15,5	12	14,5	16	18,5	20,5	21										
5A/S1	24	24	23,5	22,5	22,5	24	23,5	22,5	19,5	18	19	18	18,5	19,5	19,5	19,5	18,5	19,5	20	21,5	22,5										
5A/S2	24,5	25	25	24,5	24	24,5	25	24,5	22,5	20	20,5	18,5	18,5	19	19,5	21,5	19	18,5	19,5	20,5	23										
5A/S3	25	25,5	25,5	25	24	25	25	25	23	20	21	18,5	18,5	19	20	22	19,5	19	20	21	24										
5A/S4	23	22	21	20	22	22,5	22	17,5	14	14,5	15,5	16	16,5	16,5	16	12,5	15	16,5	19	20,5	21,5										
6A/S1	23,5	23,5	23	22	22,5	23,5	23,5	22,5	19	17,5	18,5	17,5	18,5	19	19	19,5	18	19	20	21,5	22,5										
6A/S2	24,5	25,5	25,5	24,5	24	25	25,5	25,5	22,5	19,5	21	18	18,5	19,5	19,5	22	19,5	19	19,5	21	23										
6A/S3	25	25,5	25,5	26	24,5	25,5	26	26	24	20,5	21,5	17	19	2	20	22,5	2	19	20	21	23,5										
6A/S4	23,5	23	22	21,5	22	23,5	23,5	21	17,5	16	17	15,5	17	17,5	17	15	15,5	17	19	21	21,5										
7A/S1	23,5	23,5	22,5	21,5	22	23,5	23	21,5	18	17	17,5	18	18,5	19	18,5	18	17,5	19	20	21,5	22										
7A/S2	24	24	24	23	22,5	23,5	24	23,5	20,5	18	19,5	18	17,5	18,5	18,5	20	18	18	19,5	20,5	23										
7A/S3	25	25,5	25	24	23,5	24,5	24,5	24,5	22	19	20,5	18	18	19	19	21,5	19	18,5	19,5	20,5	23,5										
7A/S4	24	23,5	22,5	21,5	22	23,5	23	21,5	18	16,5	17,5	16,5	17,5	18	19,5	20	18	19	20	22	23,5										
8A/S1	24	24	23	22,5	22,5	23,5	23,5	22,5	19	17,5	17,5	18	18,5	19,5	19	19,5	18	19	20,5	21,5	22,5										
8A/S2	24,5	25	24,5	23,5	23	24	24,5	24	21	18,5	20	18	18	19	19	21	19	18,5	19,5	20,5	23										
8A/S3	25,5	26	25,5	24,5	24	25	25,5	25,5	23	20	21	17,5	18,5	19,5	20	22	20	19	20	21,5	24										
8A/S4	22,5	21,5	19,5	19	21,5	22	21,5	16,5	13,5	14	15	16,5	16,5	15,5	15,5	11,5	14,5	16	18,5	20,5	21										
9A/S1	24,5	24,5	23,5	22,5	23	24	24	23	19,5	18	19	18,5	19	19,5	19,5	20	18,5	19,5	20,5	22	23,5										
9A/S2	24,5	25	24,5	23,5	23	24,5	24,5	24	21,5	19	20,5	18	18	19	19	21,5	19	18,5	19,5	21	23,5										
9A/S3	25,5	26	25	24,5	24	25	24,5	25	22,5	19,5	20,5	18	18	19	19,5	21,5	19	18,5	19,5	21	24										
9A/S4	23	21,5	20	19,5	21,5	22	22	16,5	13,5	14	15	16,5	16,5	16	14,5	10	14	15,5	18	20,5	20,5										

TEMPERATURAS (°c) SILOS SEM AERAÇÃO JULHO DE 2000

SILOS/DATA	3	4	5	6	7	10	11	12	13	14	17	18	19	20	21	24	25	26	27	28	31
1B/S1	24,5	24,5	24	23	22,5	24	24	23	19,5	18	19,5	18,5	19	19,5	19	0	0	0	0	0	0
1B/S2	28	28,5	28	27,5	27	28	28	28,5	26,5	23,5	24,5	19	22	23	23,5	26	24	23	24	25	28,5
1B/S3	28	28	27,5	27	26	27,5	28	28	26	23	24	21	21,5	23	23	25,5	23,5	22,5	23,5	25	28,5
1B/S4	22,5	21,5	20	19,5	21,5	22	22	18,5	14,5	14,5	15	16,5	16,5	16,5	16	13	15	16,5	19	21	21,5
2B/S1	25	25	24,5	23,5	23,5	25	24,5	24	20,5	19	20	19	19,5	20,5	20	20,5	19	20	21	22,5	24,5
2B/S2	28	28	28	27,5	26,5	27,5	28	28	26	23	24	20,5	21,5	22,5	23	25,5	23,5	22,5	23,5	24,5	28,5
2B/S3	27	27	26,5	25,5	26	26	26,5	24,5	27	25	22,5	23	20,5	20,5	21,5	22	24,5	22,5	21,5	22,5	27,5
2B/S4	22	21,5	20	19	20,5	21,5	21,5	18	14,5	14	14,5	16	16	16	15,5	13	14,5	16	18	20	21
3B/S1	25	25	24	23,5	23,5	24,5	24,5	23,5	20	18	19	19	19,5	20	20	19,5	18,5	20	21,5	23	24,5
3B/S2	27	27	27	26	25	26	26,5	26,5	24,5	21,5	22,5	20	20	20,5	21	24	21,5	20,5	21,5	23	26,5
3B/S3	27	27	26,5	25,5	26	26	26,5	24,5	21	22,5	19,5	19	20,5	20,5	23,5	21	20	21	22,5	26	
3B/S4	23	22	21	20	21,5	22	22	18,5	14,5	14,5	15	16	16,5	16,5	16	13	15	16,5	18,5	21	21,5
4B/S1	24,5	24,5	24	23	23	24	24	23	20	18,5	19,5	19	19	20	19,5	19,5	18,5	19,5	20,5	22	23,5
4B/S2	25,5	25,5	25,5	24,5	23,5	24,5	24,5	25	23	20	21	18	18,5	19,5	19,5	22	19,5	19	19,5	21	23,5
4B/S3	25,5	25,5	25	24	23,5	24,5	24,5	24,5	22,5	20	20,5	18	18	19	19,5	22	19,5	19	19,5	21	24
4B/S4	23	22,5	21,5	20	21	22	22	19	15	14,5	15	16,5	16,5	16,5	16,5	14,5	15,5	17	18,5	20,5	21,5
5B/S1	24,5	24,5	24	23	22,5	23,5	23,5	23	20	18,5	19	18	18,5	19	19	19,5	18,5	19	20	21	22,5
5B/S2	25,5	25,5	25,5	24,5	24	24,5	24,5	24,5	23	20	20,5	18	18,5	19	19,5	21,5	19,5	19	19,5	20,5	23,5
5B/S3	26	26	25,5	24,5	24	25	25	25	23	20	21	18,5	18,5	19,5	20,5	22,5	20	19,5	20	21,5	24
5B/S4	23	22,5	21	20	21,5	22,5	22,5	18	14,5	14,5	15	16	17	16,5	16,5	14	15,5	17	19	21	22
6B/S1	24,5	24,5	24	23	23	24	24	23	20	18,5	19	19	19	19,5	19	19	18	19	20	21,5	23
6B/S2	25	25	25	24	23,5	24	24,5	24,5	23	21	20,5	19,5	18	19	19,5	21,5	19,5	18,5	19,5	20,5	23,5
6B/S3	25,5	25,5	25	24	23,5	24,5	24,5	24,5	22,5	20,5	20,5	19	18	19	19,5	22	19,5	19	2	21	24
6B/S4	22,5	21,5	20,5	19,5	21	21,5	21,5	17,5	14	13,5	14,5	16,5	16	16	16	13	14,5	16	18	20	21
7B/S1	25,5	25,5	25	24	24	25,5	25	24,5	21	19,5	20,5	20	20	20,5	20	20,5	19	20	21,5	23	25
7B/S2	26	26	26	25	24,5	25	25,5	25,5	23,5	21	21,5	19,5	19	19,5	20	22,5	20	19	20	21	24,5
7B/S3	25,5	26	25,5	24,5	24	25	25,5	25,5	23,5	20,5	21	18,5	18,5	19,5	20	22,5	20	19,5	20	21,5	24,5
7B/S4	22,5	21,5	20,5	20	21,5	22	22	17,5	14,5	14	15	16,5	16,5	16,5	16,5	13,5	15	16,5	18,5	20,5	21,5
8B/S1	25	24,5	24	23	23	24	24	23,5	20	18	19	19	19	19,5	19,5	19,5	18	19	20	21,5	23,5
8B/S2	27	27	26,5	25,5	25	25,5	26	26	24	21	22	18,5	19	20	20,5	22	20,5	19,5	20	21,5	24,5
8B/S3	27	27	26,5	25,5	24,5	25,5	25,5	25,5	23,5	20,5	21	19	18,5	19,5	20	22	20	19	20	21,5	24
8B/S4	23,5	22,5	21	20	21,5	22	22	18,5	15	14,5	15	16,5	16,5	17	16,5	14	15,5	16,5	19	20,5	21,5
9B/S1	24,5	24,5	24	23	22,5	24	24	23,5	19,5	18	19	19	19	19,5	19	19	18	19	20,5	22	23,5
9B/S2	26,5	27	26,5	25,5	24,5	25,5	26	26	24	21	22	19	19,5	20,5	20,5	23	20,5	20	20,5	22	25
9B/S3	26	26	26	25	24	25	25,5	25,5	24	21	21,5	19	19	20	20,5	23	20,5	19,5	20,5	21,5	24,5
9B/S4	23,5	22,5	21,5	20,5	21,5	22,5	22,5	19,5	16	15	15,5	16,5	17	17,5	16,5	14	15,5	16,5	18,5	21,5	21,5

TEMPERATURAS (°c) E UMIDADE RELATIVA(%) DO AMBIENTE

SENSORES/DATA	1	2	3	4	7	8	9	10	11	14	15	16	17	18	21	22	23	24	25	28	29	30	31
TEMP. AMB	26	27	28	19,5	21,5	22,5	22,5	22,5	24	23	22,5	22,5	23	21	24	25	25	25	25	26	17	18	23
UR AMB(%)	38,8	38,8	38,8	50	45	45,5	42,2	44,5	49	45,5	44,4	51,1	40	44,4	42,2	39,9	35,5	35,5	39,9	44,4	57,7	65,5	59,9

TEMPERATURAS (°c) SILOS COM AEARAÇÃO AGOSTO DE 2000

SENSORES/DATA	1	2	3	4	7	8	9	10	11	14	15	16	17	18	21	22	23	24	25	28	29	30	31
1A/S1	22	22,5	23	22,5	24	24,5	24,5	24,5	25	24,5	24	25	25	21	24,5	24,5	24,5	25	26	26	23	22	23
1A/S2	23	22,5	23	23	24	24	24,5	24,5	25	24	23,5	24,5	25	19	24	25	25	25	26	26	25	22	21,5
1A/S3	24	24	24	24	25,5	26	26	26	27	25,5	25	26	26	20	25,5	26,5	26,5	26,5	27,5	27	27	23,5	22,5
1A/S4	20	20,5	21,5	19,5	22,5	23	22,5	23	23	23	22,5	22	23,5	19,5	24	23,5	25	24,5	25	25	18,5	18	22,5
2A/S1	22,5	22,5	23	23	24	24,5	24,5	25	25	25	24,5	25	25	21,5	25	25	25	25	26	26	24	22,5	23
2A/S2	22,5	2,5	23	23	24	24	25	25	25	25	23,5	24,5	25	19,5	24	24,5	25	25	25,5	25,5	25	22	21,5
2A/S3	24	23,5	24	24	25,5	25,5	26	25,5	27	25,5	25	25,5	26	19	25	26	26	26,5	27	27	27	23,5	22,5
2A/S4	20,5	21,5	22	20,5	22,5	23,5	23	23	24	23,5	23	22,5	24	20,5	24,5	24	25,5	25	25,5	25,5	19,5	18,5	23
3A/S1	22	22,5	23	22,5	23,5	24,5	24,5	24,5	25	24,5	24,5	25	25	21	24,5	24,5	24,5	25	26	26	23,5	21,5	22,5
3A/S2	23	23	23	23	23,5	24,5	25	25	25	25	24	24,5	25	19,5	24,5	25	25	25,5	26	26	25,5	22	21,5
3A/S3	24	24	24	24	24,5	25,5	26	26,5	27	26,5	25	26	26	19,5	25,5	26	26,5	26,5	27	27	26,5	23	22,5
3A/S4	19	21	21	19	23	23,5	23	23	24	23,5	23	22,5	24	20	24,5	24	25,5	25	25	25	18	18	23
4A/S1	23	23	23,5	23	25	25	25	25	25	25	25,5	25,5	22,5	25,5	25,5	25,5	25,5	26,5	26,5	26,5	24	22,5	23,5
4A/S2	23,5	23,5	23,5	23,5	25	25	25,5	25,5	26	25,5	24,5	25,5	25,5	22	25	26	26	26,5	26,5	26,5	26,5	23,5	22,5
4A/S3	24	23,5	24	24	25	25,5	25,5	25,5	26	26	25	25,5	26	22	25,5	26	26	26,5	27	27	26,5	23	22
4A/S4	19	21	21,5	19,5	22	23,5	23	23	24	23,5	23	22,5	24	21,5	24,5	24	25	24,5	25	25	18	17,5	23
5A/S1	22,5	22,5	23	23	24	24,5	24,5	25	25	25	24,5	25	25	22	25	25	25,5	26	26	26	24	23	23,5
5A/S2	23	23	23,5	23,5	24	24,5	25	25	25	25	24	25	25,5	22	25	25,5	25,5	26	26,5	26,5	26	23,5	22,5
5A/S3	24	24	24	24	25,5	25	25,5	26	26	26	25	25,5	25,5	21,5	25,5	25,5	26	26	26,5	26,5	26,5	23,5	22,5
5A/S4	19,5	21	21,5	20	23	23,5	23	23,5	24	24	23	22,5	24	21,5	24,5	24	25,5	25	25,5	25,5	18,5	18	23
6A/S1	22,5	22,5	23	22,5	24,5	24,5	24,5	25	25	25	24,5	25	25	22	25	25	25,5	26	26	26	24	22,5	23
6A/S2	23,5	23	23	23,5	24,5	24,5	25	25	25	25	25	25	25	22	25	25,5	25,5	26	26	26	26	23	22
6A/S3	24	23,5	23,5	24	24	25	25,5	26	26	26	24,5	25,5	25,5	22,5	25,5	26	26	26	26,5	26,5	26,5	23,5	22,5
6A/S4	20,5	21,5	21,5	20,5	22,5	23,5	23	23	24	23,5	23	22,5	24	22	24,5	23,5	25	24,5	25	25	18,5	17,5	22,5
7A/S1	22	22	22,5	22,5	24,5	24,5	24,5	24,5	25	25	24,5	25	25	22	24,5	24,5	24,5	25	26	26	23	22	23
7A/S2	23	23	23	23	24,5	24,5	25,5	25	25	25	24	25	25	21,5	25	25,5	25,5	25,5	26	26	24,5	22	22
7A/S3	24	23,5	23,5	24	24	25	25,5	25,5	26	25,5	24,5	25	25,5	20	25	25,5	26	26	26,5	26,5	26	23	22
7A/S4	23,5	23	23,5	23,5	22,5	25	22,5	24,5	26	25,5	24,5	25	25	23	25	25	25,5	25,5	26	26	24	21	22,5
8A/S1	22,5	23	23	23	24	24,5	24,5	25	25	25	25	25	25,5	22	25	25	25,5	26,5	26,5	26,5	24	22,5	23
8A/S2	23,5	23	23,5	23,5	24	24,5	24,5	25	25	25	24,5	25	25	20,5	24,5	25,5	25,5	25,5	26	26	25,5	22,5	22
8A/S3	24	24	24	24	25	25,5	25,5	25,5	27	25	25	26	26	20,5	25,5	26	26	26,5	27	27	26	23	22,5
8A/S4	18	21	21	19	22	23,5	23	23,5	24	23,5	24	23,5	22,5	24	20,5	24,5	23,5	25	25	25	18	17,5	23
9A/S1	23	23,5	23,5	23,5	25	25,5	25	25	26	25,5	25,5	25,5	26	23	25,5	25,5	25,5	26	27	27	24,5	22,5	23,5
9A/S2	23,5	23,5	23,5	23,5	25	25	25,5	25,5	26	25,5	24,5	25	25,5	21	25	25,5	26	26	26,5	26,5	26	23	22
9A/S3	24	24	24	24	25	25,5	25,5	26	26	25,5	25	26	25,5	20,5	26	26	26	26,5	26,5	26,5	26,5	23	22,5
9A/S4	17	20,5	20,5	18,5	22	23	22,5	23,5	24	23,5	23	22,5	24	20,5	24,5	24	25,5	25	25,5	25,5	18	18	23

TEMPERATURAS (°c) SILOS SEM AEARAÇÃO AGOSTO DE 2000

SENSORES/DATA	1	2	3	4	7	8	9	10	11	14	15	16	17	18	21	22	23	24	25	28	29	30	31	
1B/S1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1B/S2	29	29	29	29,5	29,5	30,5	31,5	32	32	30,5	31	31,5	32	32,5	32,5	32,5	33	33	33,5	33,5	33,5	29,5	27,5	
1B/S3	28,5	28,5	28,5	29	29,5	30,5	31	31,5	32	31,5	30	30,5	32	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	32	32	31,5	28	26,5	
1B/S4	19,5	21	22	20	22	23,5	23,5	24,5	24	24	23	23	24,5	21,5	25	24,5	25,5	25	25,5	25,5	18	18,5	23	
2B/S1	24,5	24,5	25	24,5	25,5	26,5	27	27	28	27,5	27	27,5	27,5	27,5	28	28	28	28,5	29	29	29	26,5	24	24,5
2B/S2	28,5	28,5	29	29	29,5	30,5	31	31,5	32	31	30,5	31,5	32	32,5	32,5	32,5	33	33	33,5	33,5	33,5	34	30	28
2B/S3	27,5	27,5	28	28	29,5	29,5	29,5	30	30	30	29,5	29,5	30	30,5	30,5	30,5	30,5	31	31	31	31	31,5	28	26,5
2B/S4	19	20,5	21	19,5	22,5	23	22,5	23	23	23	22,5	22,5	24	20,5	24	23,5	24,5	24,5	25	25	25	18	18	22,5
3B/S1	24,5	24,5	25,5	24,5	26,5	27,5	27,5	28	28	28	27	27,5	28	27,5	28	28	28	28,5	29,5	29,5	26	23,5	24,5	
3B/S2	27	27	27,5	27,5	28,5	29	30	30,5	31	30,5	29	30	30,5	31	31	31,5	31,5	31,5	32	32	32	32	28	26,5
3B/S3	26,5	26,5	26,5	27	28,5	28,5	29	30	30	29,5	28	29	29	29,5	29,5	29,5	29,5	29,5	30,5	30,5	29,5	26,5	25,5	
3B/S4	19,5	21,5	21,5	20	22,5	23,5	23,5	23,5	24	24	23,5	23,5	24,5	22	24,5	23,5	24,5	24,5	25,5	25,5	18	18,5	22,5	
4B/S1	23,5	23,5	23,5	23,5	24,5	25	25,5	25,5	26	26	25	25,5	26	25,5	26	26	26	26,5	27	27	25	22,5	7,5	
4B/S2	24	24	24	24,5	25	25,5	26	26	27	26	25	26	26	26,5	26,5	27	27	27	27,5	27,5	27,5	24,5	11	
4B/S3	24	24	24	24,5	25	25,5	26	26,5	27	26,5	25	26	26	26	26,5	26,5	26,5	26,5	27	27	27	24	23	
4B/S4	20	21	21,5	20,5	22,5	23	23	23,5	24	23,5	23	23	24	21,5	24	23,5	24,5	24,5	25	25	19	18,5	22,5	
5B/S1	23	23	23	23	23,5	24,5	25	25	25	25	25,5	25	25,5	25	25,5	25,5	25,5	26	26,5	26,5	25	22,5	23	
5B/S2	24	24	24	24	23,5	25,5	26	26	26	26	25	25,5	26	26,5	26,5	27	27	27	27,5	27,5	28	25	23,5	
5B/S3	24,5	24,5	24,5	24,5	25,5	26	26,5	26,5	27	25,5	25,5	26,5	26,5	27	27	27	27	27	27,5	27,5	27,5	24,5	23,5	
5B/S4	20	21,5	22	20,5	22,5	23,5	24	24,5	25	24,5	23,5	23,5	25	22	25	24,5	25,5	25	26	26	18,5	19,5	23,5	
6B/S1	23	23	23,5	23,5	24,5	25,5	25,5	25,5	26	25,5	25,5	25,5	26	25,5	26	26	26	26,5	27	27	25	22,5	23,5	
6B/S2	24	24	24	24	24,5	25	25,5	26	26	25,5	25	25,5	26	26,5	26,5	27	27	27	27,5	27,5	28	24,5	23	
6B/S3	24	24	24	24,5	25,5	25,5	26	26	27	26,5	25,5	26	26,5	26,5	27	27	27	27,5	28	28	27,5	24,5	23	
6B/S4	19,5	20,5	21	20	22,5	23	23	23	24	23,5	22,5	22,5	24	21,5	24	23,5	25	24,5	25	25	18	18,5	22,5	
7B/S1	24,5	24,5	25	24,5	26,5	27	27,5	27,5	27	27	26,5	27	27,5	27	27,5	27,5	28	28	29	29	26,5	23,5	24,5	
7B/S2	24,5	24,5	24,5	25	25,5	26	26	27	27	27	26	27	27	27,5	28	28,5	28,5	28,5	29	29	29,5	26	24	
7B/S3	24,5	24,5	24,5	24,5	25,5	26	25,5	27	27	26	25,5	26,5	26,5	27	27,5	27,5	27,5	28	28,5	28,5	28,5	25	23,5	
7B/S4	20	21	21,5	20	23	23	23	23,5	24	24	23	23	24,5	21,5	24,5	24,5	25	25	25,5	25,5	18	19,5	23	
8B/S1	23,5	23,5	23,5	23,5	24,5	25	25,5	26	26	26	25,5	25,5	26	26	26,5	26	26,5	26,5	27,5	27,5	25	22,5	23,5	
8B/S2	25	24,5	25	25	25,5	26,5	26,5	27	28	26,5	26,5	27	27,5	28	28	28,5	28,5	27	29	29	29,5	26	24,5	
8B/S3	24,5	24,5	24,5	24,5	25,5	26	26,5	27	27	26	26	26,5	27	27	27,5	27,5	27,5	27,5	28	28	28	24,5	23,5	
8B/S4	20	21	22	20,5	22,5	23	23	23	24	24	23	23	24,5	22	24,5	24	25	24,5	25,5	25,5	18,5	19,5	23	
9B/S1	23,5	23,5	24	23,5	24,5	25,5	26	26	26	26	25,5	26	26,5	26	26,5	26,5	26,5	28	28	28	25	22,5	23,5	
9B/S2	25,5	25	25	25,5	26,5	27	27,5	28	28	27,5	27	27,5	28	28,5	28,5	29	29	28,5	29,5	29,5	30	26,5	24,5	
9B/S3	25	24,5	24,5	25	26,5	26,5	27	27	27	26	26	27	27	27,5	27,5	28	27,5	28	28,5	28,5	28,5	25	23,5	
9B/S4	20	21	22	20,5	23	23	23	23,5	24	24	23,5	23	24,5	21,5	24,5	24	25	25	25,5	25,5	19	19,5	23	

TEMPERATURA (°C) E UMIDADE REALTIVA (%) DO AMBIENTE

SENSORES/DATA	1	4	5	6	8	11	12	14	15	18	19	20	21	22	25	26	27	28	29
TEMP.AMB	21	18,5	23	23,5	21	24	23	21,5	24	26	26,5	25,5	25,5	26,5	22,5	20	21,5	21	23
UR AMB(%)	63,3	68,8	65,4	63,3	68	47,7	60	77,7	66	58,8	46,6	49,9	48,8	45,5	52,2	57,7	57,7	55,4	61,1

TEMPERATURAS (°C) SILOS COM AERAÇÃO SETEMBRO DE 2000

SENSORES/DATA	1	4	5	6	8	11	12	14	15	18	19	20	21	22	25	26	27	28	29
1A/S1	23,5	23	23	23	22	24	25	24,5	25	26	26,5	26,5	26,5	24,5	26,5	24	24,5	26,5	23
1A/S2	22,5	2,5	22,5	22,5	21	22,5	24	24,5	25	26	27,5	26,5	26,5	19,5	26	25	25	26	20,5
1A/S3	23,5	23	23,5	23,5	21	24	26	25,5	26	27	25,5	27,5	27,5	21	27	25,5	25	25	20,5
1A/S4	21	19,5	22,5	22,5	22	24	23	22	24	25,5	26,5	25,5	25	24	21	20	21	21	22,5
2A/S1	24	23	24	24	22	24,5	26	25	25	26	26,5	27	26,5	25	26,5	24,5	24,5	26,5	23,5
2A/S2	22,5	22,5	22,5	22,5	21	22,5	24	24,5	25	26	26,5	27	27	25	26	25	25,5	26	21
2A/S3	23,5	23	23	23	21	23,5	25	25	25	26,5	27,5	27,5	27,5	20	27	25,5	25,5	25	20
2A/S4	22	19,5	23	23	23	24	23	22,5	26	25,5	26	25,5	25,5	24,5	22	20,5	21,5	22	23
3A/S1	23,5	22,5	23,5	23,5	22	24	25	24,5	25	26,5	26,5	26,5	26,5	24	26,5	24	24	26,5	22,5
3A/S2	22,5	22,5	22,5	22,5	21	22,5	25	24,5	25	26,5	26,5	27	27	20	26,5	25,5	25	26,5	21
3A/S3	23,5	23	23,5	23,5	21	24	26	25	25	26,5	27	27	27	21	26,5	25	25	25	20,5
3A/S4	21,5	19	23,5	23,5	23	24,5	23	22,5	24	26	26	25,5	25,5	24,5	21,5	20	21,5	21,5	23
4A/S1	24	23,5	24	24	23	24,5	26	24,5	25	26,5	27	27	27	25	27	25	25,5	27	23,5
4A/S2	23	23,5	23	23	23	23,5	25	25	25	26,5	27	27,5	27,5	22,5	27,5	26,5	26	27,5	23
4A/S3	23,5	23	23	23	22	24	26	25	25	26	27	27,5	27,5	23,5	27	25,5	25	26,5	22
4A/S4	21,5	19	23	23	23	24	23	22	24	26	26	25,5	25	25	21,5	20	21	21,5	23
5A/S1	24	23,5	23,5	23,5	23	24	25	24,5	25	26	26,5	26,5	26,5	25,5	26,5	24,5	25	26,5	23,5
5A/S2	23	23,5	23	23	23	23,5	25	25	25	25,5	27	27,5	27,5	22,5	27	25,5	25,5	27	23
5A/S3	23,5	23	23,5	23,5	23	24	25	25	25	26	27,5	27,5	27,5	22,5	27	25	25	26,5	22
5A/S4	22	19,5	23	23	23	24,5	23	22,5	24	26	26	26	25,5	24,5	22	20	21	22	23,5
6A/S1	24	23	23,5	23,5	23	24	25	24,5	25	26	26,5	26,5	26,5	25	26,5	24,5	25	26,5	23,5
6A/S2	23	23,5	23	23	23	23	25	25	25	27	26,5	27	27	22,5	27	26	26	27	22,5
6A/S3	23,5	23	23	23	22	24	26	25	25	26,5	27	27,5	27,5	23	27,5	26	26	27	22
6A/S4	21,5	19	22,5	22,5	23	24	23	22	23	26	25,5	25	25	24,5	21,5	20,5	21,5	21,5	23
7A/S1	24	22,5	23,5	23,5	23	24	25	24	25	26,5	26,5	26,5	26	25,5	26	24	24,5	26	23,5
7A/S2	23,5	23	23,5	23,5	23	23,5	25	25	25	27	27	27,5	27	22,5	27	25	25,5	27	22,5
7A/S3	23	23	23	23	21	23	25	25	25	26	27	27,5	27,5	21	27	25,5	25,5	26	21
7A/S4	23,5	21	23	23	23	24	25	23,5	25	26	26	26	26	24,5	25	23	21	25	22
8A/S1	24,5	23	23,5	23,5	23	24,5	25	24,5	25	26,5	27	27	26,5	25	26,5	25	25	26,5	23,5
8A/S2	23	23	23	23	22	23	25	25	25	27	27	27,5	27,5	21,5	27	26	26,5	27	22
8A/S3	23,5	23	23,5	23,5	22	24	26	25	25	27	27	27,5	27,5	21	27	25,5	25,5	25,5	21
8A/S4	21,5	19	22,5	22,5	22	24	23	22	24	26	26	25,5	25,5	24	21,5	20	21	21,5	23
9A/S1	25	23,5	24	24	23	25	26	25,5	26	27	27,5	27,5	27,5	25	27,5	25,5	25,5	27,5	23,5
9A/S2	23	23,5	23	23	22	23,5	25	25	25	26,5	27	27,5	27,5	21,5	27	26	26,5	27	22
9A/S3	23,5	23	23,5	23,5	22	24	26	25	25	26,5	27	27	27	21,5	27	25,5	25	26	21
9A/S4	21,5	19	23	23	23	24	23	22	24	26	26	25,5	25,5	24,5	21,5	20	21	21,5	23

TEMPERATURAS (°C) SILOS SEM AERAÇÃO SETEMBRO DE 2000

SENSORES/DATA	1	4	5	6	8	11	12	14	15	18	19	20	21	22	25	26	27	28	29
1B/S1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1B/S2	28,5	28,5	28	28	28	28	30	30,5	30	32	33	33,5	33,5	33,5	34,5	33	29,5	27,5	27
1B/S3	27,5	26,5	26,5	26,5	27	27	29	28,5	29	30,5	31	31,5	31	31,5	32	30	29	26	25,5
1B/S4	21	19	23	23	21	24	23	22	24	26	26	25,5	25,5	25,5	21,5	20	21,5	23	23
2B/S1	25,5	24,5	25	25	25	26	27	26,5	4,5	28	28,5	29	29	14	29,5	27	26,5	24,5	24,5
2B/S2	28,5	28,5	28	28	29	28	30	31	31	32	33	33,5	34	34	35	33,5	29,5	26	27,5
2B/S3	27	26,5	26	26	27	26,5	29	28,5	29	31	30,5	31	31	31	32	30	30	25	25
2B/S4	20,5	18,5	22	22	21	23,5	22	21,5	23	25	25	24,5	24,5	24,5	21	19,5	21	22	22,5
3B/S1	25,5	24,5	25,5	25,5	25	26,5	28	27	27	29	29,5	30	29,5	30	30	27	27	24,5	24,5
3B/S2	27	27	27	27	27	27	29	30	30	31,5	32	33	33	33	34	32	29	26,5	26,5
3B/S3	26	25,5	25,5	25,5	26	26,5	28	28	28	29,5	30	30,5	30,5	30,5	31,5	29,5	27	25	25
3B/S4	21	19	23	23	22	24,5	23	22,5	24	26	26	25	25,5	25,5	22	20,5	21,5	22	23,5
4B/S1	6	3	6	6	3	12,5	14	25	25	26,5	5	11,5	11,5	27,5	28	25,5	26	25	23,5
4B/S2	7,5	6	7,5	7,5	7,5	7,5	12	25,5	26	27	11,5	28	6	28,5	29	27,5	25,5	23	23
4B/S3	23,5	23,5	23,5	23,5	24	24	26	25,5	26	27	27,5	27,5	27,5	28	28,5	26,5	25,5	22,5	22,5
4B/S4	21	19	22	22	21	23,5	23	22	24	25,5	25,5	24,5	25	25	22	20	21	22	22,5
5B/S1	24	23	23,5	23,5	23	24	25	24,5	25	26	26,5	27	27	27	27,5	25,5	26	24	23
5B/S2	24	24	23,5	23,5	24	23,5	25	25,5	26	27	27,5	28	28	28	28,5	28	26,5	24	23
5B/S3	24	24	24	24	24	24,5	26	26	26	27,5	28	28	28	28	29	27	26	24	23
5B/S4	21,5	19,5	23,5	23,5	22	24,5	23	23	24	26,5	26	25,5	25,5	26	22,5	20	21	22	23,5
6B/S1	24,5	23,5	24	24	24	24,5	26	25	25	26,5	27	27,5	27	27,5	27,5	25	25	24	23,5
6B/S2	23,5	24	23,5	23,5	24	23,5	25	25,5	25	26,5	27,5	28	28	28	29	27,5	26,5	25	22,5
6B/S3	24	24	24	24	24	24,5	26	25,5	26	27,5	27,5	28	28	28	28,5	27	26,5	25	22,5
6B/S4	21	18,5	23	23	21	23,5	22	22	24	25,5	25	25	25	25,5	21,5	20	21	22	23
7B/S1	25,5	24,5	25	25	25	26	27	26	27	28,5	29	29	29	29,5	30	27	26,5	25,5	24,5
7B/S2	25	25	24,5	24,5	25	25	27	27	27	29	29,5	30	30	30	31	29,5	28,5	26,5	24
7B/S3	24,5	24	24	24	25	24,5	27	26	26	28	28,5	28,5	28,5	28,5	29,5	27,5	27,5	26,5	23,5
7B/S4	21,5	19	23	23	21	24	23	22	24	26	25,5	25,5	25	26	22	20,5	21,5	22	23,5
8B/S1	24	23	24	24	24	24,5	26	25	25	27	27,5	27,5	27,5	28	28,5	25,5	26	25	23,5
8B/S2	25	25	24,5	24,5	25	25	27	27	27	28,5	29,5	30	30	30	31	29,5	28,5	27,5	24,5
8B/S3	24,5	24	24	24	24	24,5	26	26	26	28	28,5	28,5	28,5	28,5	29,5	28	28	26	23,5
8B/S4	21,5	19,5	23	23	23	24	23	22	24	26	25,5	25,5	25,5	26	22	20,5	21	22	23,5
9B/S1	24,5	23	24	24	24	25	26	25	26	27,5	28	28	28	28	28,5	25,5	25,5	24	23,5
9B/S2	25,5	25,5	25	25	26	25,5	27	27,5	28	29,5	30	30,5	30,5	30,5	32	30	28	25,5	24,5
9B/S3	24,5	24,5	24	24	25	25	27	26,5	26	28	28,5	29	29	29	30	28	25,5	23,5	23,5
9B/S4	21,5	19,5	23	23	22	24	23	22,5	24	26	25,5	25,5	25,5	25,5	22	20,5	21	22	23,5

TEMPERATURAS (°C) E UMIDADE RELATIVA (%) DO AMBIENTE

SENSORES/DATA	2	3	4	5	6	9	10	11	13	16	17	18	19	23	24	25	26	27	30	31
TEMP.AMB	26,5	25,5	25,5	25	25	24	24	22,5	33	25,5	26,5	26	25,5	24	24	24,5	24,5	24,5	24,5	23
UR AMB(%)	55,5	53,3	52,2	58,8	60	58,8	55,5	57,7	47	41,8	41,1	40	39,7	50,2	51,1	55,5	54,4	53,3	62,2	64,4

TEMPERATURAS (°C) SILOS COM AERAÇÃO OUTUBRO DE 2000

SENSORES/DATA	2	3	4	5	6	9	10	11	13	16	17	18	19	23	24	25	26	27	30	31
1A/S1	24,5	25,5	26,5	25,5	26	26,5	27,5	28	29	30	30	25,5	25,5	29	29	28,5	28	28,5	27	26,5
1A/S2	23,5	25	26	25,5	25	26	27	28	29	30,5	31	21,5	21,5	30	30	28,5	28	28	26	26
1A/S3	25	26	27	26,5	26	27,5	28,5	29	30	31,5	32	23	23	30,5	30,5	29	29	29	26	25,5
1A/S4	25,5	25	25,5	24	24	25	24,5	23	31	26	27	26	26	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	23,5	23,5
2A/S1	24,5	26	26,5	25,5	26	27	27,5	28	29	27	27	25,5	25,5	29	29	28,5	28,5	28,5	27	26,5
2A/S2	23,5	24,5	26	25,5	25	26	27	28	29	29,5	30	21,5	21,5	29,5	29,5	28,5	28	28	26	25,5
2A/S3	24,5	26	27	26,5	26	27	28,5	28,5	30	31,5	31,5	22,5	22,5	30	30	28,5	28,5	28,5	26	25,5
2A/S4	26	25,5	25,5	24,5	24	25	25	22,5	31	26,5	27	25,5	25,5	24	24	24	25	25	24	23,5
3A/S1	24,5	25,5	26	25	25	26,5	27	27,5	28	29	29,5	25	25	28,5	28,5	28	28	28	26,5	26
3A/S2	24	25	26	25,5	25	26	27	27,5	28	30,5	30,5	21,5	21,5	29,5	29,5	28	28	28	26	26
3A/S3	24,5	26	26,5	26	26	27	27,5	28	29	31	31	22,5	22,5	29,5	29,5	28,5	28,5	28,5	26	25,5
3A/S4	26	25,5	25,5	24,5	25	25	25	23	31	26,5	27	25,5	25,5	24,5	24,5	24	24,5	25	24	23,5
4A/S1	25	26	26,5	25,5	26	27	27,5	28	29	29,5	30	26	26	29,5	29,5	28,5	28,5	28,5	27,5	26,5
4A/S2	24,5	25,5	26	26,5	26	27	27,5	28	29	31	31,5	24	24	30,5	30,5	29,5	29	29	27,5	27
4A/S3	25	26	27	26,5	26	27	28	28,5	30	31,5	31,5	25,5	25,5	30,5	30,5	29	29	29	27,5	26,5
4A/S4	26	25,5	25,5	24,5	24	25	24,5	23,5	31	26	26,5	26	26	24	24	24,5	25	25	24	24
5A/S1	24,5	25,5	26	25,5	26	26,5	27	27,5	29	30	30	26,5	26,5	29,5	29,5	29	28,5	28,5	27,5	27
5A/S2	24,5	25,5	26,5	26,5	26	26,5	27,5	28,5	30	31,5	32	24	24	31,5	31,5	30,5	30	29,5	28	27,5
5A/S3	25	26	27	26,5	26	27	28	28,5	30	32	32	24	24	31,5	31,5	30	29,5	29,5	27	26,5
5A/S4	26	26	25,5	24,5	25	25,5	25	23	32	26,5	27	25	25	24,5	24,5	25	25	25	24	24
6A/S1	24,5	25,5	26	25,5	26	26,5	27	27,5	29	29,5	30	26	26	29	29	28,5	28,5	28,5	27,5	26,5
6A/S2	24,5	25,5	26,5	26,5	26	26,5	27,5	28	29	31,5	31,5	24	24	31	31	29,5	29	29	27,5	27
6A/S3	25	26	27	26,5	26	27	28	28,5	30	31,5	31,5	25	25	31	31	29,5	29,5	29,5	27,5	26,5
6A/S4	25,5	25	25	24	24	25	25	23	31	26,5	27	26	26	24,5	24,5	24	25	25	24	24
7A/S1	24,5	25,5	26,5	25	26	26,5	27,5	27,5	29	29,5	29,5	26,5	26,5	28,5	28,5	28	28	28	27	26
7A/S2	24,5	26	26,5	26	26	27	28	28,5	30	31,5	31,5	23,5	23,5	30	30	29	29	29	27,5	26,5
7A/S3	24,5	25,5	26,5	26	26	27	28	28,5	30	31,5	32	23,5	23,5	31	31	29,5	29	29	27	26,5
7A/S4	25	25,5	26	25	25	26	26	23	30	26	26,5	26	26	24,5	24,5	24,5	25	25	24,5	24
8A/S1	25	26	26,5	25,5	26	27	27,5	28	29	29,5	30	26	26	29,5	29,5	29	28,5	29	27,5	26,5
8A/S2	24,5	25,5	26,5	26	26	26,5	27,5	28,5	29	31	31	23	23	30,5	30,5	29,5	29	29	27,5	27
8A/S3	25	26	27	26	26	27	28	28,5	30	31,5	31,5	23,5	23,5	30,5	30,5	29	29	29	27	26
8A/S4	26	25,5	25	24	24	25	25	22,5	31	26,5	27	25,5	25,5	24,5	24,5	24,5	24,5	25	24	24
9A/S1	25,5	26,5	27	26	26	27,5	28	28,5	29	30	30,5	26,5	26,5	30	30	29	29	29	28	27
9A/S2	24,5	25,5	26,5	26	26	26,5	27,5	28	29	31	31	23	23	30,5	30,5	29	28,5	28,5	27,5	26,5
9A/S3	25	26	26,5	26	26	26,5	27,5	28	29	30	30,5	24	24	30	30	28,5	28,5	28,5	26,5	25,5
9A/S4	26	25,5	25	24	24	25	25	22,5	31	26	27	25	25	24	24	24	24,5	24,5	23,5	24

TEMPERATURAS (°C) SILOS SEM AERAÇÃO OUTUBRO DE 2000

SENSORES/DATA	2	3	4	5	6	9	10	11	13	16	17	18	19	23	24	25	26	27	30	31
1B/S1	0	0	0	0	0	0	28	28,5	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1B/S2	29,5	30,5	32	32	32	32	33	34	35	37	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	35,5	35	35	33	32,5
1B/S3	28	29	30	29,5	30	30,5	31,5	32	33	34	34,5	34,5	34,5	34	34	32,5	32	32	30	29
1B/S4	26	25,5	25	24	24	25	24,5	22,5	31	26	26,5	26	26	24	24	24,5	24,5	25	23,5	23,5
2B/S1	10	27,5	28,5	27,5	28	28,5	29	29,5	30	32	32	32	32	31,5	31,5	30,5	30,5	30,5	29	28,5
2B/S2	30	31	32	32,5	32	32	33,5	34	35	37,5	38	38	38	38	38	36	35,5	35	33,5	32,5
2B/S3	28	29	30	30	30	30	31	31,5	33	34	34,5	34,5	34,5	34	34	32,5	32	32	30	28,5
2B/S4	25	24,5	24	23,5	24	24	25	23	31	26,5	26,5	25,5	25,5	24	24	25	24,5	24,5	23	23
3B/S1	27	28,5	29	28	28	29	30	30,5	31	32	32,5	32,5	32,5	32	32	31	31	31	30	29
3B/S2	29	30	31,5	31,5	31	31,5	33	33,5	35	37,5	37,5	37,5	37,5	37	37	35	34,5	34,5	32,5	32
3B/S3	27,5	29	30	29,5	30	30	31	31	32	34	34,5	34	34	33,5	33,5	32	31,5	31,5	29,5	28,5
3B/S4	26	25,5	25	24,5	25	25	25	23	31	27	26,5	25,5	25,5	25	25	25	24,5	24,5	24	24
4B/S1	25	26	11	26	26	27	28	28,5	29	30	31	31	31	30	30	29,5	29	29	6	5
4B/S2	25	26	27	27	27	27	28	29	30	31	32	32	32	32	32	30,5	30	29	14,5	11,5
4B/S3	25	26	27	27	27	27	28	28,5	30	31	31,5	31,5	31,5	31	31	29,5	29	29,5	11,5	27
4B/S4	25,5	25	24,5	23,5	24	24,5	25,5	23	31	26,5	26,5	26	26	24	24	24,5	25	25	23,5	23,5
5B/S1	24,5	25,5	26,5	25,5	26	26,5	27	27,5	29	30	30	30	30	30	30	29	28,5	28,5	27,5	27
5B/S2	25	25,5	26,5	27	27	27	28	28,5	29	31	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	30,5	29,5	29,5	28,5	28
5B/S3	25,5	26,5	27,5	27	27	27,5	28,5	28,5	30	31	31,5	31,5	31,5	31	31	30	29,5	29,5	28	27,5
5B/S4	26	25,5	25,5	24,5	25	25,5	25,5	23	32	27	27	25,5	25,5	25	25	24,5	24,5	25	24,5	24,5
6B/S1	25	26	27	26	26	27	27,5	28	29	31	31	31	31	30	30	29,5	29	29	27,5	27
6B/S2	24,5	25,5	26,5	27	27	27	28	28,5	30	31	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	30	29,5	29,5	28	27,5
6B/S3	25	26	27	26,5	27	27,5	28	28,5	30	31	31,5	31,5	31,5	31	31	29,5	29,5	29,5	27,5	26,5
6B/S4	25,5	25	25	24	24	24,5	24,5	23	31	27,5	26,5	26	26	25	25	24,5	24,5	24,5	23	23,5
7B/S1	26,5	28	29	27,5	28	29	29,5	30	31	33	33,5	33,5	33,5	32,5	32,5	31,5	31,5	31,5	30	29
7B/S2	26,5	27,5	29	29	29	29	30	31	32	34,5	34,5	34,5	34,5	34,5	34,5	33	32,5	32,5	31	30
7B/S3	26	27	28	27,5	27	28	29	29	31	32	32,5	32	32	32	32	30,5	30,5	30,5	28,5	27,5
7B/S4	26	25,5	25,5	24,5	25	25	25	23,5	31	26,5	27	26	26	24,5	24,5	24	25	25	23,5	24
8B/S1	25,5	26,5	27,5	26,5	26	27,5	28	28,5	30	31,5	31,5	31,5	31,5	31	31	30	30	30	28,5	27,5
8B/S2	26,5	27,5	29	29	29	29	30	31	32	34,5	34,5	34,5	34,5	34,5	34,5	33	32,5	32,5	31	30
8B/S3	25,5	27	28	27,5	27	28	29	29	31	32	32,5	32,5	32,5	32	32	30,5	30,5	30,5	28,5	28
8B/S4	26	25,5	25,5	24,5	25	25	25	23	30	26	27	25,5	25,5	24,5	24,5	24	24,5	25	24	24
9B/S1	25,5	27	27,5	26,5	27	28	28,5	29	30	32	32	32	32	31	31	30	30	30	28,5	28
9B/S2	27	28	29,5	29,5	29	29,5	30,5	31,5	33	34,5	35	35	35	35,5	35,5	33,5	33	33	31,5	30,5
9B/S3	26	27	28	27,5	27	28	29	29,5	31	33	33	33	33	32,5	32,5	31	31	30,5	29	28,5
9B/S4	26	25,5	25	24,5	25	25	25	22,5	31	26,5	27	25,5	25,5	24,5	24,5	25	24,5	25	24	24

TEMPERATURAS (°C) E UMIDADE RELATIVA AMBIENTE (%) NOVEMBRO DE 2000

SENSORES/DATA	1	2	3	6	8	9	10	13	14	16	17	20	21	22	23	24	27	28
TEMP.AMB	24	24	23	22	23,5	25	22	21	22,5	22,5	21	23	22	23	22,5	22,5	22	22
UR AMB(%)	62,2	59,9	66,6	68,8	65,5	60	65,5	69,9	61,1	66,6	69,9	64,4	66,6	63,3	64,4	65,5	66,6	

TEMPERATURAS (°C) SILOS COM AEARAÇÃO NOVEMBRO DE 2000

SENSORES/DATA	1	2	3	6	8	9	10	13	14	16	17	20	21	22	23	24	27	28
1A/S1	27	27	26	26	26	26	26,5	26,5	26,5	26	24,5	25	25,5	26	25	25	25	25
1A/S2	26	27	25,5	25,5	25,5	25	26	26,5	26	26	24,5	24,5	25	26	25,5	25	25	25
1A/S3	26,5	27,5	25,5	25,5	25,5	25	26	26	26	26	24	25	25,5	26	25	25	25	25
1A/S4	24	24	23	22	22	25	21	21	22,5	23	21	23	22	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5
2A/S1	27	27,5	26,5	26	26	26	26	26,5	26,5	26,5	24,5	25,5	25,5	26	25	24,5	25	25
2A/S2	25,5	27	25,5	25,5	25	25	26	26,5	26	26	24,5	24	25	25,5	25	24,5	24,5	24,5
2A/S3	26,5	27,5	25,5	25,5	25,5	24,5	26	26	26	26	24	24,5	25,5	26	25	25	25	25
2A/S4	24	24,5	23,5	22,5	22,5	25	21	21	22	23	20,5	23,5	22	23	22,5	22,5	22,5	22,5
3A/S1	26,5	27	26	25,5	25,5	25,5	26	26	26	26	24	24,5	25	25,5	24,5	24	24,5	24,5
3A/S2	26	27	25,5	25,5	25	25	26	26	26	26	24,5	24	25	25,5	25	25	25	24,5
3A/S3	26,5	27	25,5	25,5	25	25,5	26	25,5	25,5	25,5	23	24,5	24,5	25,5	25	25	25	24,5
3A/S4	24,5	24,5	23	22	22	26	21,5	21,5	22	22,5	20,5	23	22,5	22,5	22	22	22	22
4A/S1	27	27,5	26,5	26	26	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	24,5	25,5	25,5	26	26	25	25	25
4A/S2	27	27,5	26,5	26,5	25,5	26,5	26,5	27,5	27	27	25	25	25,5	26,5	27	25,5	25	25
4A/S3	27	27,5	26	26	25,5	26,5	26	26	26	26	24	25	25,5	26	26,5	25,5	25	25
4A/S4	24	24,5	23,5	23	23	25,5	21	20,5	22,5	22,5	21	23,5	22	23	22	22	22	22
5A/S1	27	27,5	26,5	26	26	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	25	25,5	25,5	26	25,5	25	25	25
5A/S2	27	28	26,5	26,5	25,5	27	26,5	27,5	27	27	25,5	25	25,5	26,5	27	26	26	25,5
5A/S3	27	27,5	26	25,5	25,5	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	24,5	25,5	25,5	26,5	26,5	25,5	25,5	25,5
5A/S4	24,5	25	23,5	22	22	25	21	21	22	23	21	23,5	22,5	23,5	22,5	22,5	22,5	22,5
6A/S1	27	27,5	26	26	26	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	24,5	25,5	25,5	26,5	25,5	25	25	25
6A/S2	26,5	27,5	26,5	26,5	25,5	26,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	25	24,5
6A/S3	27	28	26	26	26	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	24,5	25	25,5	26,5	26,5	25,5	25,5	25,5
6A/S4	24	24,5	23	21,5	21,5	25	22	21,5	22,5	23	21,5	23,5	22	22	22,5	22,5	22,5	22,5
7A/S1	27	27	26	25,5	25,5	26	26,5	26	26	26	24	25,5	25,5	26	25	25	25	25
7A/S2	27	27,5	26	26	25	26,5	26	27	27	26,5	25	25,5	26	26,5	26,5	24,5	24,5	24,5
7A/S3	26,5	27,5	25,5	26	26	25,5	27	27	26,5	26,5	25	25	25,5	26,5	25,5	25	25	25
7A/S4	24,5	25,5	23	22	22	25	21,5	21,5	22	22,5	21,5	23	22,5	22	22	22	22	22
8A/S1	27	27,5	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	25	25,5	26	26,5	25,5	24,5	24,5	24,5
8A/S2	27	28	26	26,5	26,5	26	27	27,5	26,5	27	25,5	25	26	26,5	26,5	25,5	25,5	25,5
8A/S3	26,5	27,5	26	25,5	25	25,5	26	26	25,5	26	23,5	25	25	26	26	25	25	25
8A/S4	24	24,5	22,5	22,5	22,5	25,5	20,5	20,5	22	23	20,5	23	22	23,5	22	22	22	22
9A/S1	27,5	28	27	26,5	26,5	26,5	27	27,5	27	27	25,5	25,5	26,5	27	26	25	26	26
9A/S2	26,5	28	26,5	26,5	26	26,5	27	27	26,5	26,5	25	25	26	26,5	26,5	25,5	25,5	25,5
9A/S3	26,5	27	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	23,5	25	25	25,5	25,5	24,5	24,5	24,5
9A/S4	24	24,5	22,5	22,5	22,5	24,5	21	21	22,5	22,5	21	23,5	22,5	22	22	22	22	22

TEMPERATURAS (°C) SILOS SEM AEARAÇÃO NOVEMBRO DE 2000

SENSORES/DATA	1	2	3	6	8	9	10	13	14	16	17	20	21	22	23	24	27	28
1B/S1	0		0	0	0	0	0	27	27,5	27,5	27,5	25	26	26,5	27	27,5	27,5	27,5
1B/S2	32		33	31	31,5	31,5	31,5	32,5	32,5	31,5	31,5	30	29,5	30	31	31,5	31	31
1B/S3	29		30	28,5	28,5	28,5	29	28,5	28,5	28	28	26	27	27,5	28	26,5	26,5	26,5
1B/S4	24		24,5	23	22	22	25,5	21,5	21,5	22,5	23	20,5	23,5	22	23	22	22	22
2B/S1	28,5		29	28	27,5	27,5	28,5	28	28,5	28	28	26	26,5	27	27,5	28	28	28
2B/S2	32,5		33,5	31,5	32	32	32	32,5	33	32	32	30,5	30	30,5	31	32	31	31
2B/S3	29		30	28,5	28	28,5	29	28	28	28	28	25,5	26,5	27	27,5	26,5	26,5	26,5
2B/S4	23		23,5	22,5	22,5	22,5	25	20,5	20,5	22,5	22,5	21	23,5	22	22,5	22,5	22,5	22,5
3B/S1	30		30	29	28,5	28,5	29,5	29	29	29	29	26,5	27,5	26,5	28,5	29	29	29
3B/S2	31,5		33	31	31	31,5	31,5	31,5	32	31	31,5	29	29	26	30,5	31	30,5	30
3B/S3	29		29,5	28	28	28	29	28	28	28	28	25,5	26,5	26	27,5	26,5	26,5	26,5
3B/S4	24		24,5	23	22,5	22,5	24,5	21	21	22,5	22,5	21	23,5	22	22,5	22,5	22,5	22,5
4B/S1	11,5		6	5	4,5	4,5	5	27	27	27	27	25	26	26,5	27	27	27	27
4B/S2	11,5		14,5	4,5	4,5	4,5	5	27	28	27	27,5	26	25,5	26	27	27,5	27,5	27,5
4B/S3	27		11,5	4,5	12,5	12,5	13	27	27	26,5	26,5	24,5	25,5	26	26,5	26,5	26	25,5
4B/S4	23,5		24	22,5	22	22	25	21,5	21,5	22	23	21	23	22	23	22,5	22,5	22,5
5B/S1	27		27,5	26,5	26	26	27	27	27	26,5	26,5	25	25,5	26	26,5	26,5	26,5	26,5
5B/S2	27,5		28,5	27	27	27	27	27,5	28	27,5	27,5	26	25,5	26	27	27,5	27	27
5B/S3	27,5		28,5	27	27	27,5	27,5	27	27	27	27	25	25,5	26	27	26,5	26,5	26,5
5B/S4	24,5		25	23	22	22	25	21,5	21,5	23	23	21	23	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5
6B/S1	27,5		27,5	26,5	26,5	26,5	27	27	27	27	27	25	25,5	26	26,5	27	27	27
6B/S2	27		28	26	26,5	26,5	26,5	27,5	27,5	26,5	27	25,5	25	25,5	26,5	27	26,5	26
6B/S3	27		28	26	26	27	27	26,5	26,5	26,5	26,5	24,5	25	25,5	26,5	26	26	26
6B/S4	24		24	22,5	22	22	24,5	21	21	22,5	23	21,5	23,5	22,5	23,5	22,5	22,5	22,5
7B/S1	29,5		30	28,5	28,5	28,5	29	29	29	29	29	26,5	27,5	28	29	29	29	29
7B/S2	29,5		30,5	28,5	26,5	26,5	29	30,5	30	29	29,5	27,5	27	28	29	29,5	28,5	28
7B/S3	28		28,5	27	26	27	27,5	27	27	27	27	25	25,5	26	27	26	26	26
7B/S4	24		24,5	23	22	22	25	20,5	20,5	22	22,5	20,5	23	22	23,5	22	22	22
8B/S1	28		28,5	27	27	27	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	25,5	26,5	26,5	27,5	27,5	27,5	27,5
8B/S2	29,5		31	29	29	29,5	29	30,5	30	29,5	29,5	28	27,5	28	29	29,5	29	29
8B/S3	28		29	27	27	27	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	25	26	26,5	27,5	27	27	27
8B/S4	24,5		25	23	22,5	22,5	25,5	21	21	22,5	22,5	20	23,5	22,5	22	22,5	22,5	22,5
9B/S1	28,5		29	27,5	27	27	28	28	28	28	28	25,5	26,5	27	27,5	28	28	28
9B/S2	30		31,5	29,5	29,5	29,5	29,5	30,5	31	30	30	28,5	28	29	29,5	30	29	29
9B/S3	28,5		29,5	27,5	27,5	27,5	28	28	28	27,5	27,5	25,5	26,5	27	27,5	27,5	27,5	27,5
9B/S4	24,5		25,5	23	22,5	22,5	25	21	21	22	23	20,5	23,5	22,5	22,5	22	22	22

TEMPERATURAS (°C) E UMIDADE RELATIVA (%) DO AMBIENTE

SENSORES/DATA	6	7	8	11	12	13	14	20	21	22	27	28	29
TEMP.AMB	23,5	24	24	23,5	22,5		21,5	21,5	22,5	20,5	23,5	25	22
UR AMB(%)	58,8	0	64,4	69,9	69,9		73,3	67,7	44,4	70	64,4	61,1	66,6

30

TEMPERATURAS (°C) SILOS COM AERAÇÃO DEZEMBRO DE 2000

SENSORES/DATA	6	7	8	11	12	13	14	20	21	22	27	28	29
1A/S1	25,5	26	27	27	27	26	26	24	25	24,5	27	25,5	26,5
1A/S2	25	26	26,5	27	27	26	26	22,5	24	24,5	26,5	26	26
1A/S3	25	25,5	27	26	26	25	24,5	23	24	23	24,5	26	23,5
1A/S4	23,5	24	24	23,5	22,5	21,5	21,5	21,5	22,5	20	23,5	25	22
2A/S1	25,5	26,5	27	27	27	26	26	24	25	25	27	26	26,5
2A/S2	25	25,5	26,5	27	26,5	26,5	26	22,5	24	24,5	26,5	26	26
2A/S3	25,5	26	27	26,5	26	25,5	25	23	24	23,5	25,5	26	24,5
2A/S4	23,5	23,5	24	23,5	22	21	21	22	23	20,5	23	25,5	22
3A/S1	25,5	26	26,5	26,5	26,5	25,5	25,5	23,5	24,5	24	26,5	25,5	26
3A/S2	25	26	26,5	27	26,5	26	26	22,5	24	24,5	26,5	26	26
3A/S3	25	25,5	26,5	25,5	25	24,5	24	22,5	23,5	22,5	24	25,5	23
3A/S4	24	24	23,5	23	22,5	21	21	22	23	20,5	23	25,5	22,5
4A/S1	25,5	26,5	27	27	27	26	26	24	24,5	24,5	27	26,5	26,5
4A/S2	25,5	26,5	27	27,5	27,5	27	27	23,5	24,5	25	27,5	27,5	27,5
4A/S3	25	25,5	27	26	26	25,5	24,5	22,5	24	23	25,5	26,5	24,5
4A/S4	23	24	24	23	22	21,5	21,5	21,5	23	20	23,5	26	22,5
5A/S1	25,5	26	27	26,5	26,5	26	26	24	24,5	24,5	26,5	26	26,5
5A/S2	25,5	26	27	27,5	27	26,5	26,5	23	24,5	25	27	27,5	27
5A/S3	25,5	25,5	27	26	26	25	25	23	24,5	23,5	25,5	26,5	25
5A/S4	23,5	23,5	23,5	23,5	22	21	21	22	23	21	23	26	22
6A/S1	25,5	26	27	27	27	26	26	24	25	25	27	26,5	2,5
6A/S2	25,5	26,5	27	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0
6A/S3	25,5	26,5	27,5	26,5	26,5	25	25	23	24,5	24	26	27	25
6A/S4	23,5	23,5	23,5	23,5	22	21,5	21,5	21,5	22,5	20,5	23	26	22,5
7A/S1	25,5	26	27	26,5	26,5	25,5	25,5	24	25	24,5	26,5	26	26
7A/S2	26	26,5	27,5	27,5	27	26,5	26,5	23,5	24,5	25	27	26,5	27
7A/S3	25,5	26,5	27	27,5	27	26	26	23	25	25	27	27	26,5
7A/S4	23,5	24	24	23,5	22,5	21,5	21,5	22	22,5	20	23	26	22,5
8A/S1	26	26,5	27	27	27	26,5	26,5	24	25	24,5	26,5	26	26,5
8A/S2	25,5	26,5	27,5	27,5	27,5	27	27	23,5	24,5	25	27,5	27	27
8A/S3	25	25,5	27	25,5	25,5	24,5	24,5	22,5	24	23	24	26	23
8A/S4	23,5	24	24	23	22,5	21,5	21,5	22	23	20	23,5	25,5	22
9A/S1	26,5	27	28	27,5	27,5	26,5	26,5	24,5	25,5	25	27,5	26,5	27
9A/S2	26	26,5	27,5	28	27,5	25,5	26,5	2,5	24,5	25	27,5	27	27
9A/S3	25	25,5	26	25,5	25,5	24	24	22,5	24	22,5	24,5	26	23,5
9A/S4	24	24	24	23,5	22,5	21	21	21,5	22,5	20,5	23	25,5	22

TEMPERATURAS (°C) SILOS SEM AEARAÇÃO DEZEMBRO DE 2000

SENSORES/DATA	6	7	8	11	12	13	14	20	21	22	27	28	29
1B/S1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1B/S2	30,5	31	32	32,5	32	31,5	31,5	27	28,5	29,5	32	33	33
1B/S3	27	27,5	8,5	27	26,5	25,5	25,5	23,5	25	24	26,5	28	27
1B/S4	23,5	24	24	23	22,5	22	22	22	23	20,5	23,5	26	22,5
2B/S1	27,5	28	28,5	28,5	28,5	28	28	25	26	26	28,5	29,5	29
2B/S2	30,5	31,5	32	33	32,5	31,5	31,5	27	28,5	29,5	32	33	33
2B/S3	26,5	27,5	28,5	27	26,5	26	25,5	23,5	24,5	24	27	28	26,5
2B/S4	24	23,5	23,5	23,5	22	22	22	22	22,5	20,5	23	25,5	22,5
3B/S1	28,5	29	30	29,5	29,5	28,5	28,5	26	27,5	27	30	30,5	29,5
3B/S2	29,5	30,5	31,5	32	31,5	31	31	26,5	28	28,5	31	32	32
3B/S3	26,5	27,5	28,5	28	27,5	27	26,5	24	25	24,5	26,5	27,5	26
3B/S4	23,5	23,5	24	23,5	22,5	21,5	21,5	22	22,5	21	23	25	22
4B/S1	26,5	27	6	11,5	11,5	9,5	9,5	4,5	13,5	6	22,4	28	11,5
4B/S2	26,5	27	28	14,5	12	11,5	11,5	7,5	24,5	6	27,5	28	6
4B/S3	26	26,5	27	27	26,5	26	25,5	23	24,5	23,5	26	27	25,5
4B/S4	24	23,5	24	23	22	21	21	21,5	23	21	23,5	26	22
5B/S1	26	26,5	27	27	27	26	26	24	24,5	24,5	27	27,5	27
5B/S2	26	26,5	27,5	28	28	27,5	27,5	23,5	24,5	25	27,5	28	28
5B/S3	26	26,5	27,5	27	27	26,5	26	23,5	24,5	24	27	27,5	26,5
5B/S4	24	24	23	23	23	21,5	21,5	21,5	22,5	20,5	23	25,5	22,5
6B/S1	26	26,5	27,5	27	27	26,5	26,5	24	25	24,5	27	27,5	27
6B/S2	25,5	26,5	27	27,5	27	27	26,5	22,5	24	24,5	27	27,5	27,5
6B/S3	25,5	26	27	26	26	25,5	24,5	22,5	24	23	26	26,5	25,5
6B/S4	23,5	23,5	23,5	23,5	22	21,5	21,5	22	23	21	23,5	26	22
7B/S1	28,5	29,5	30,5	30	30	29	29	26,5	27,5	27	30	31	30
7B/S2	29	29,5	30,5	31	30,5	30	30	25,5	26,5	27,5	30	31	31
7B/S3	26,5	27	28	27,5	27	26	26	23,5	25	24	26,5	27,5	26
7B/S4	23	24	23,5	23,5	22,5	21,5	21,5	22	23	20	23,5	26	22,5
8B/S1	27	27,5	28,5	28,5	28	27	27	25	26	25,5	28,5	29	28,5
8B/S2	28,5	29,5	30	30,5	30,5	29,5	29,5	25,5	27	27,5	30	31	30,5
8B/S3	26,5	27	28	27,5	27	26	26	23,5	25	24,5	26,5	27,5	26
8B/S4	23,5	23,5	24	23,5	23	21,5	21,5	22	22,5	20,5	23	25,5	22,5
9B/S1	27,5	28	29	29	28,5	27,5	27,5	25,5	26,5	26	29	29,5	29
9B/S2	29	30	31	31,5	31,5	31	30,5	26	27,5	28,5	31	31,5	32
9B/S3	27	27,5	28,5	28,5	28	27	27	24	25,5	25	27,5	28,5	27,5
9B/S4	24	24	24	23	23	21,5	21,5	22	22,5	21	23	25,5	22