

FREDERICO FAÚLA DE SOUSA

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM APLICATIVO MULTIMÍDIA
PARA TREINAMENTO EM TÉCNICAS DE PÓS-COLHEITA

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte
das exigências do Programa de Pós-
graduação em Engenharia Agrícola,
para obtenção do título de
“Doctor Scientiae”.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2001

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T	Sousa, Frederico Faúla de, 1967-
S725d	Desenvolvimento e avaliação de um aplicativo multimí- dia para treinamento em técnicas de pós-colheita / Frederi- co Faúla de Sousa. – Viçosa : UFV, 2001.
2001	125p.: il.
	Orientador: Juarez de Sousa e Silva Tese (doutorado) – Universidade Federal e Viçosa
	1. Produtos agrícolas – Pós-colheita – Ensino auxiliado por computador. 2. Produtos agrícolas – Pós-colheita – Sistemas multimídia. 3. Aplicativo Básico de Armazena- mento (Programa de computador) – Desenvolvimento. 4. Aplicativo Básico de Armazenamento (Programa de com- putador) – Avaliação. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.
	CDD 19.ed. 631.56078 CDD 20.ed. 631.56078

FREDERICO FAÚLA DE SOUSA

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM APLICATIVO MULTIMÍDIA
PARA TREINAMENTO EM TÉCNICAS DE PÓS-COLHEITA

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Curso de Engenharia
Agrícola, para obtenção do título de
“Doctor Scientiae”.

APROVADA: 18 de junho de 2001.

Prof. Evandro de Castro Melo
(Conselheiro)

Prof. Leacir Nogueira Bastos
(Conselheiro)

Prof. Brauliro Gonçalves Leal

Prof. Adílio Flauzino de Lacerda Filho

Prof. Juarez de Sousa e Silva

A Deus, Ser supremo. Espírito infinitamente justo e perfeito.

Aos meus pais (“in memoriam”), meus modelos, com admiração.

A Luciana e toda a minha família, com amor.

AGRADECIMENTO

As grandes alegrias, angústias, crescimento e vivência conhecidos durante o meu treinamento, foram partilhadas com o pensamento de gratidão para com o Professor Juarez de Sousa e Silva - que primeiro me falou em melhoria do processo ensino-aprendizagem com a utilização de sistema computacional; Leacir Nogueira Bastos, Evandro de Castro Melo, Azuete Fogaça e Carlos de Vasconcelos Faria - para quem eu serei o primeiro a falar o quanto eu me sinto qualificado e estimulado a continuar a incessante busca do meu aprendizado para reverter a atual situação em melhorias àqueles profissionais que ajudo a formar.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Engenharia, que me concederam a oportunidade de continuar o meu treinamento, permitindo o afastamento parcial das minhas atividades como docente, aos quais eu retribuo com o meu contínuo crescimento profissional neste período com a certeza de uma projeção constante.

Professores do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV, em memória de longos dias e noites gostosamente de ensinamentos, acerca de Armazenamento, Engenharia e coisas da vida.

Ao apoio da Agência de Fomento à Pesquisa CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, por meio do Programa de Apoio à Pesquisa em Educação a Distância – PAPED.

Aos funcionários, companheiros e amigos da UFV e UFLA pelo apoio constante.

A minha família pelo amor que me impulsiona para o que se afigura belo, digno e grandioso.

Agradeço a minha esposa Luciana o apoio e estímulo, apesar de privá-la de momentos preciosos de nossas vidas.

BIOGRAFIA

FREDERICO FAÚLA DE SOUSA, filho de Paulino José de Souza (“in memoriam”) e Maria José Faúla de Sousa (“in memoriam”), nascido em 19 de abril de 1967, em Itambacuri, Minas Gerais.

Em janeiro de 1994, graduou-se em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa.

Em fevereiro de 1994, iniciou o curso de Aperfeiçoamento/ Especialização em Engenharia Agrícola na Universidade Federal de Viçosa, concluindo-o em fevereiro de 1995.

Em março de 1995, iniciou o curso de Mestrado em Engenharia Agrícola, área de concentração Processamento de Produtos Agrícolas, na Universidade Federal de Viçosa, concluindo-o em fevereiro de 1997.

Em março de 1997, iniciou o curso de Doutorado em Engenharia Agrícola, área de concentração Processamento de Produtos Agrícolas, na Universidade Federal de Viçosa.

Em agosto de 1998 assumiu o cargo de Professor da área de Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas, do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras – UFLA.

ÍNDICE

<i>Página</i>	
Resumo	viii
Abstract	x
1. Apresentação	1
2. Concepção e elaboração da tese	3
3. Introdução à temática	5
4. Cenário da agricultura e o setor de armazenagem	8
5. História da educação	17
5.1. Escola, Igreja e Estado	19
5.2. A escola de amanhã	22
6. Concepções de ensino-aprendizagem	25
7. Treinamento como alternativa	26
8. Modalidades do sistema de instrução com o uso da informática	30
9. Informática na educação	33
10. Teorias educacionais para o desenvolvimento de sistemas	34
11. Algumas considerações	36
12. Procedimentos para a qualidade em software	42
13. Dos conceitos iniciais à prática: formando aprendizes	43
14. Objetivos	44
15. Metodologia	45
Materiais e métodos	
15.1. Learning Space, software para disponibilização de ensino à distância	
49	

15.2. O sistema Aplicativo Básico de Armazenamento – ABA	60
15.3. Análise do sistema ABA	100
15.3.1. Delineamento	100
15.3.2. Procedimentos	100
15.3.3. Formulário de pesquisa sobre o ABA	103
15.3.4. Resultado do formulário de pesquisa sobre o ABA.....	107
15.3.5. Tratamentos	110
15.3.6. Coleta de dados	113
16. Resultados e discussão	115
Referências bibliográficas	119
Apêndice	122

RESUMO

SOUSA, Frederico Faúla de, D.S., Universidade Federal de Viçosa, Junho de 2001.

Desenvolvimento e avaliação de um aplicativo multimídia para treinamento em técnicas de pós-colheita. Professor Orientador : Juarez de Sousa e Silva. Professores Conselheiros : Leacir Nogueira Bastos e Evandro de Castro Melo.

Este trabalho é o produto de um projeto de pesquisa que visa repassar aos pesquisadores que já atuam ou irão atuar em ambientes ricos em tecnologias de informação. Para isto, foram propostos os seguintes objetivos: desenvolver um sistema computacional educativo para o treinamento de pessoal e para a realização de projetos na área de pós-colheita, considerando os aspectos relativos à qualidade do sistema, com base nas normas de qualidade da série ISO 9000 e avaliar o sistema comparando-se o aprendizado dos alunos treinados com a sua utilização e os treinados por meio de metodologias tradicionais.

O trabalho realizado é uma continuidade das pesquisas relacionadas ao curso de mestrado, e tem como produto principal o sistema computacional denominado Aplicativo Básico de Armazenamento. Doravante será referido simplesmente como ABA, sendo composto de módulos relativos aos tópicos que compõem o programa de ensino em pós-colheita de produtos agrícolas. O ABA se complementa com a documentação necessária ao suporte aos usuários e o material didático de pós-colheita de produtos agrícolas, além desta tese, na qual se encontram os fundamentos metodológicos da pesquisa realizada. Por se tratar de um instrumento pedagógico, a utilização do sistema computacional foi testada numa

amostragem de alunos dos cursos de engenharia agrícola da Universidade Federal de Viçosa - UFV e da Universidade Federal de Lavras - UFLA.

Não é proposto neste trabalho o discurso da avaliação ou comparação da sociedade da informação em relação à sociedade industrial, nem qual é o papel da faculdade de engenharia dentro desse novo modo de estruturação e concepção das relações aluno-professor. Nesse sentido, não se busca a visão da relação entre educação e tecnologia, a propósito dos defeitos e vícios apontados no atual modelo educacional: processo desligado da vida do educando, massificado, dependente de prêmios e castigos e a passividade do educando.

O uso da informática no ensino, como qualquer tecnologia da informação, funciona como extensão dos livros didáticos, na medida em que amplia a capacidade da sua mente ao acesso de modo rápido e organizado ao armazenamento e transmissão das informações, muito melhor do que a retenção de informações na memória. E a utilização do computador traduz numa redução de trabalho escolar, aumentando o tempo para outras atividades como a pesquisa.

Mas, a aprendizagem não é apenas o acúmulo de informações, é sobretudo o questionamento que incentiva a metabolização de tudo o que chega à mente.

Mesmo admitindo a possibilidade excepcional do autodidatismo, não há como negar que o ambiente escolar formador do pensamento crítico é necessário, por meio do contato presencial indispensável para a educação, enriquecido cada vez mais com a comunicação virtual. O ambiente escolar não se constrói apenas com informações, mas fundamentalmente com posturas e trocas de idéias. Assim, este trabalho propõe o desenvolvimento de um sistema computacional para auxiliar o ensino, ampliando as funções dos professores de uma área específica da engenharia e não a substituição da ação docente, mesmo sabendo da resistência ao uso de computadores na educação formal. Isto ocorre devido não ao conservadorismo dos professores, mas sim à falta de tempo, recursos e conhecimentos, que levam à indisposição da aprendizagem do uso do computador, enquanto se observa que a educação não-formal é menos resistente à utilização dessa tecnologia.

ABSTRACT

SOUSA, Frederico Faúla de, D.S., Universidade Federal de Viçosa, June 2001.
Development and evaluation of an application multimídia for training in powder-crop techniques. Adviser: Juarez de Sousa e Silva. Committee members: Leacir Nogueira Bastos and Evandro de Castro Melo.

This work is the product of a research project that seeks to review the researchers that already act or they will act in rich atmospheres in technologies of information. For this, the following objectives were proposed: to develop an educational software for personnel's training and for the accomplishment of projects in the powder-crop area, considering the relative aspects to the quality of the software, with base in the norms of quality of the series ISO 9000 and to evaluate the software being compared the students' learning with your use and other, trained them through traditional methodologies.

The accomplished work is a continuity of the researches related to the master's degree course, and he/she has as main product the system computacional denominated Basic Application of Storage. From now on it will simply be referred as ABA, being composed of relative modules to the topics that compose the teaching program in powder-crop of agricultural products.

The ABA is complemented with the necessary documentation to the support to the users and the didactic material of powder-crop of agricultural products, besides this thesis, in the which you/they are the methodological foundations of the accomplished research. For treating of a pedagogic instrument, the use of the system computacional was tested in a sampling of students of the courses of agricultural engineering of the Federal University of Viçosa - UFV and of the Federal University of Lavras- UFLA.

It is not proposed in this work the speech of the evaluation or comparison of the society of the information in relation to the industrial society, nor which is inside the paper of the engineering university of that new structuring way and the relationships student-teacher's conception. In that sense, the vision of the relationship is not looked for between education and technology, concerning the defects and pointed addictions in the current educational model: turned off process of the student's life, influenced, dependent of prizes and punishments and the student's passivity.

The use of the computer science in the teaching, as any technology of the information, works as extension of the text books, in the measure in that it enlarges the capacity of your mind to the access in a fast and organized way to the storage and transmission of the information, much better than the retention of information in the memory. And the use of the computer translates in a reduction of school work, increasing the time for other activities as the research.

But the learning is not just the accumulation of information, it is above all the questionably that motivates the metabolize of everything that arrives to the mind.

Same admitting the exceptional possibility of the solemnity didacticism, there is not as denying that the atmosphere school formally of the critical thought is necessary, through the contact indispensable presently for the education, enriched more and more with the virtual communication. The school atmosphere is not just built with information, but fundamentally with postures and changes of ideas. Like this, this work proposes the development of a software to aid the teaching, enlarging the teachers' of a specific area of the engineering functions and not the substitution of the action educational, same knowing from the resistance to the use of computers in the formal education, not owed to the teachers' conservatism, but, due to lack of time, resources and knowledge, that take the indisposition of the learning of the use of the computer, while it is observed that the no-formal education is less resistant the use of that technology.

1 - Apresentação

“...nunca [...] plenamente maduro, nem nas idéias nem no estilo, mas sempre verde, incompleto, experimental.”

Gilberto Freire

Dia virá, certamente, o comentário sobre como os docentes das universidades públicas brasileiras, conscientes de seus direitos e deveres, buscaram oferecer acesso a essa nova tecnologia interativa na entrada do século XXI, melhorando o processo ensino-aprendizagem com o desenvolvimento de aplicativos multimídia para o treinamento em pós-colheita de produtos agrícolas.

Este estudo visa explorar a potencialidade do uso do computador na aprendizagem, buscando verificar, na avaliação formativa, os efeitos da sua utilização sobre o comportamento dos alunos. A investigação procura também analisar os efeitos interativos sobre tais comportamentos, utilizando-se de um delineamento experimental em blocos casualizados, tendo como variáveis independentes as duas modalidades de instrução ou tratamentos - aula convencional e aprendizagem assistida por computador - e como variável dependente o comportamento dos alunos em termos de desempenho.

A amostra inclui 188 alunos universitários, provenientes de diversas turmas, matriculados nas disciplinas ENG 470 – Sistema de secagem e armazenagem de grãos, da Universidade Federal de Viçosa e ENG 146 – Processamento de produtos agrícolas II, da Universidade Federal de Lavras. Buscando a equivalência inicial dos grupos, algumas variáveis foram controladas.

Os alunos foram aleatoriamente divididos em duas turmas, que tiveram tratamentos diferentes. Em um dos tratamentos, o assunto foi abordado pelo professor em sala de aula da maneira como vem sendo ministrado nas disciplinas, utilizando-se todas as técnicas audiovisuais conhecidas de uma aula convencional.

No outro tratamento, os alunos interagiram com o computador por meio do sistema ABA, recebendo os conceitos iniciais com o crescente aprofundamento do assunto para chegar aos exemplos de cálculos feitos e propostos, com a posterior utilização da ferramenta de simulação, podendo alternar as entradas de dados e comparar as diversas respostas dos cálculos. Apesar de não assistirem às aulas teóricas convencionais, os alunos tiveram a liberdade e incentivo de recorrerem ao auxílio dos professores.

Depois de treinadas, ambas as turmas foram submetidas ao sistema de avaliação por meio de prova escrita.

A comparação de ambos os métodos de aprendizagem foi feita por meio de um delineamento em blocos casualizados, envolvendo alguns outros efeitos.

Os resultados fornecidos pela análise de variância do modelo desenvolvido mostram que a avaliação formativa pela utilização do computador propicia melhor desempenho aos estudantes, além de favorecer àqueles com habilidades computacionais - a maioria dos alunos de engenharia tem essa habilidade. Os estudos revelam que os alunos apresentam atitude favorável ao uso desse recurso tecnológico (do computador) no ensino.

Tais resultados são conclusões e sugerem um maior investimento nessa área com a contínua investigação, bem como um maior aprofundamento de estudos que venham a oferecer alternativas e maior segurança na utilização de sistemas do tipo ABA, com vistas a melhoria do processo ensino-aprendizagem.

2 - Concepção e elaboração da tese

Planos e metas foram estabelecidos para a elaboração da tese sobre a importância do uso da tecnologia interativa na educação, com o desenvolvimento de um sistema multimídia para o treinamento numa área específica da engenharia.

Identificada a necessidade de ampliar o desenvolvimento das habilidades na área de pós-colheita, buscou-se proporcionar uma instrução mais detalhada, favorecendo tanto o treinamento quanto as exigências profissionais por especialistas bem treinados. Para isso, procurou-se documentar as necessidades do futuro usuário do sistema e levantar as informações necessárias para dar suporte à editoração do material didático.

Cabe lembrar que, para a definição de um plano de desenvolvimento, foram utilizados como ponto de partida os formulários de avaliação pesquisados no curso de mestrado (SOUSA, 1997).

Fez-se um levantamento para especificar, detalhadamente, como seria o sistema computacional, definindo a ferramenta Delphi[®], da Borland[™], para o seu desenvolvimento e prevendo-se, ainda, revisões dos programas e testes do aplicativo pelo usuário.

Para efeito de pesquisa, as avaliações do trabalho foram agrupadas em dois conjunto de aspectos distintos: quanto à qualidade do sistema computacional e como instrumento pedagógico.

A avaliação da qualidade do sistema computacional baseou-se nos estudos das principais normas de qualidade para a aplicação da série ISO 9000 em produtos de softwares, com a possibilidade de verificar o conjunto de características: funcionalidade, confiabilidade, usabilidade, manutenibilidade e portabilidade.

A avaliação do sistema computacional como instrumento pedagógico foi baseado na comparação do aprendizado dos alunos treinados com o auxílio do sistema em relação aos treinados de maneira tradicional.

3 - Introdução à temática

Educar em uma sociedade baseada na informação significa muito mais que treinar as pessoas para o uso das tecnologias de informação. Trata-se de dar condições para que tenham uma atuação efetiva na produção de bens e serviços, tomar decisões fundamentadas no conhecimento, operar com fluência os novos meios e ferramentas em seu trabalho, bem como aplicar criativamente as novas mídias, seja em usos simples e rotineiros, seja em aplicações mais sofisticadas. Trata-se também de formar os indivíduos para “aprender a aprender”, de modo a serem capazes de lidar positivamente com a contínua e acelerada transformação tecnológica.

A melhoria do processo ensino-aprendizagem com a utilização do sistema ABA pressupõe, em sua essência, que a busca de meios e recursos tecnológicos constitui uma preocupação permanente daqueles que se dedicam ao ensino com vistas a ajudarem os alunos a aprenderem de forma mais rápida e eficaz, possibilitando ao professor dedicar-se a outras atividades mais condizentes com a sua capacidade, ao invés de tarefas rotineiras, como o estilo tradicional da aula expositiva, de giz e quadro-negro.

Tem-se observado um avanço nas metodologias e técnicas de ensino que utilizam o instrumental - software e hardware – com maior eficiência, atendendo ao aluno na sua individualidade e, com isso, exigindo do professor disponibilidade e o conhecimento de outros meios de ajudá-lo na tarefa de conhecer e suprir suas necessidades, para alcançar o seu desenvolvimento profissional.

Mesmo nas universidades públicas brasileiras, a educação tende a ser tradicional, convivendo com tecnologias altamente sofisticadas, em função, entre

outros aspectos, de instalações precárias e principalmente a ausência de objetivos finais claramente especificados, além da forte resistência a mudanças pedagógicas.

A efetividade do processo ensino-aprendizagem poderá ser atingida na medida que os professores se sensibilizarem e começarem a explorar o potencial dos meios e recursos tecnológicos de informática disponíveis, com a utilização adequada dos mesmos, ou seja, a sistematização, ordenação e coerência do planejamento, implementação e avaliação do ensino.

Para que tal situação aconteça, é preciso que se cuide para que não haja falhas no processo de avaliar, fazendo-se a seleção dos materiais instrucionais produzidos para o rendimento do aluno, de modo a garantir a sua eficiência.

Acredita-se que são inúmeras as possibilidades de trabalho com o computador, estando estas muito além da nossa atual utilização. Entende-se ainda que este recurso não é uma ameaça ao profissional da educação.

O foco deste trabalho é a proposição de se explorar o desenvolvimento e a utilização do sistema ABA para ensino de armazenamento, com vistas a aumentar a eficiência do ensino.

É importante ressaltar que este trabalho não busca analisar e/ou planejar uma escola sem turmas formais e sem salas de aula, com informações disponíveis durante as 24 horas do dia, em detrimento da escola como um processo num lugar físico.

Por definição da melhor metodologia para o desenvolvimento deste trabalho, pesquisou-se os alunos de Engenharia Agrícola nos últimos anos de formação, matriculados nas disciplinas da área de armazenamento, as quais tem contemplado, em parte, as sua ementas, com módulos do ABA.

MARQUES (1977), ao descrever as conseqüências da presença do computador nos programas de ensino, relatou que a aprendizagem não se dará em horas e locais fixos. O sistema de educação não será dividido em níveis, e sim com cada aluno desenvolvendo o seu programa de forma individual, permanecendo no curso o tempo que necessitar, de acordo com o seu ritmo e sua disponibilidade. Acrescentou a autora que a educação será contínua, podendo o indivíduo, em qualquer idade e com qualquer nível de instrução, a ela voltar, dedicando-lhe o tempo que dispuser.

HIRSCHBUHL (1978) acreditava que, no futuro a utilização da instrução com o auxílio do computador ocorreria naquelas áreas que apresentam maior dificuldade para o desenvolvimento de técnicas de ensino com base nos atuais

sistemas educacionais, tendo como uma das principais utilizações o treinamento de profissionais nos seus últimos anos de formação.

4 - Cenário da agricultura e o setor de armazenamento

De acordo com os objetivos deste trabalho, centrados no setor de armazenamento e suas relações com a ciência e o ensino, destacam-se a seguir os elementos com que se busca trabalhar.

Uma das características da modernidade é a visão sistêmica, em que o todo é maior do que a soma de suas partes. A visão tradicional, em contrapartida, concentra-se nos elementos do sistema, como segmentos independentes. O resultado é ilusório e sua ótica desconsidera o que há de mais importante num sistema: o mecanismo de interação entre os vários elementos que o compõem e, mais do que isso, os efeitos que as mudanças de um elemento podem trazer ao sistema como um todo (BATALHA, 1997).

Um dos setores, no Brasil, em que a visão tradicional tem sido mais desastrosa é a agricultura. O complexo sistema da cadeia de alimentos é ainda ignorado pela sociedade e pelo governo, que insistem em considerar os vários elementos que, dentro dele, estão em contínua interação, como segmentos isolados da economia. Daí a dificuldade, até a impossibilidade, de definição de políticas consistentes para os vários elementos do sistema, simplesmente pela desconsideração do próprio sistema.

O processo acelerado de industrialização, por meio da substituição de importações, promoveu mudanças profundas na sociedade brasileira e, principalmente, nas relações cidade-campo. Até depois da Segunda Guerra Mundial, o Brasil era um país rural, com 70% de sua população no campo. A agricultura, em regime de “plantation” e subsistência, podia ser então considerada como um segmento isolado da economia: os grandes latifúndios, centrados no sistema de “plantation”, com alto grau de independência operacional, respondiam, fundamentalmente, pelos produtos de exportação; a agricultura de subsistência - do colono, do meeiro, do pequeno proprietário - gerava os excedentes necessários para, por meio de processos de distribuição primitivos, abastecer a pequena parcela da população urbana.

A velocidade do processo de industrialização e, principalmente, de urbanização a que o país foi submetido, além da necessidade de o campo absorver os novos produtos gerados pela industrialização, promoveram mudanças radicais na cadeia de alimentos. O lado positivo desse processo foi a ocorrência de uma rápida tecnificação do setor rural. Este avanço tecnológico possibilitou a mecanização de boa parte do trabalho agrícola, a melhoria das espécies exploradas economicamente e a ampliação do uso dos recursos naturais, além de um melhor controle sobre as condições do processo produtivo. O produto agrícola agregou um valor adicional: além de ser alimento, passou a ser uma mercadoria. Essas condições possibilitaram a obtenção de lucros também na atividade agrícola, em condições favoráveis, como nos demais setores da economia (TOLEDO, 1997).

A indústria foi atraída por este novo mercado e passou a concentrar a sua atenção no processo produtivo do campo. Com a forte estruturação da agroindústria, consolidou-se o complexo agroindustrial. O volume comercializado de máquinas, equipamentos e insumos e a produção de grãos, passaram a ser os indicadores das condições da agricultura brasileira (ALVES, 1997).

Surge e se desenvolve um novo segmento, o *antes da porteira da fazenda*, em que pesquisa e experimentação tornam-se exigências fundamentais. Sementes melhoradas, corretivos e fertilizantes, defensivos agrícolas, tratores, máquinas, combustíveis, vacinas e medicamentos veterinários desenvolveram-se como novas indústrias. Por outro lado, o esvaziamento do campo e o crescimento vertiginoso das cidades promoveram a rápida inversão do perfil urbano-rural: em pouco mais de quarenta anos passamos a ter 75% da população nas cidades e 25% no campo. Isso

gerou um segmento ainda maior, o *depois da porteira da fazenda*, incluindo armazenamento, transporte, processamento e distribuição de produtos agrícolas ou deles derivados, ou seja, tudo o que agrega valor à produção. O agricultor passou a ser um especialista em plantar e criar, numa interdependência com os segmentos anteriores e posteriores à porteira da fazenda.

Atualmente, a participação ou movimentação financeira de cada etapa do processo de produção relacionado com o agronegócio é de 19 % na fase chamada antes da porteira, 9 % dentro da porteira (na propriedade), e 72 % após a porteira.

O surgimento deste novo sistema não foi privilégio brasileiro, a diferença, aqui, foi a velocidade da transformação. PETERSON (1992) ressaltou que os países desenvolvidos experimentaram o processo antes: em 1957 dois professores de Harvard, utilizando as técnicas matriciais de insumo-produto, já haviam detectado as radicais mudanças havidas na agricultura. Reconhecendo que o novo sistema era diferente do antigo, decidiram dar-lhe um novo nome: “*agribusiness*”.

Por “*agribusiness*” entende-se a soma total das operações: de produção e distribuição de insumos e novas tecnologias agrícolas; da produção propriamente dita; do armazenamento, transporte, processamento, industrialização e distribuição dos produtos agrícolas e seus derivados.

É interessante analisarmos a participação do setor agrário na geração do capital mundial. Dos US\$ 30 trilhões do PIB mundial no ano de 1998, US\$ 6,6 trilhões foram gerados pelo “*agribusiness*”, correspondendo a 22% do valor total.

Quanto à situação nacional, o “*agribusiness*” é o maior negócio do país, representando quase 40% de seu PIB, mais de 40% de suas exportações e é o setor da economia que mais emprega mão-de-obra. No sistema, várias cadeias são extremamente competitivas no mercado internacional e muitas poderão sê-lo, com pequenos ajustes e baixos investimentos. Está no “*agribusiness*” uma saída, a curto prazo, para acelerar a integração do Brasil à economia internacional e é ele também que oferece a grande oportunidade de descentralização industrial. Até mais importante do que isso tudo, depende do “*agribusiness*” a segurança alimentar do país, fundamental para o seu desenvolvimento como sociedade justa e perfeita.

Em função desta indiscutível importância do setor agrícola para a economia brasileira, vê-se que as atividades que envolvem o armazenamento assumem papel relevante, agregando valor à produção, assegurando uma oferta de produtos agrícolas capaz de atender à demanda interna, com melhores condições de abastecimento do

mercado e menor preço para o consumidor, gerando divisas por meio de exportações e contribuindo para a melhoria do nível de vida do homem do campo.

A maior utilização de tecnologias adequadas e de variedades mais produtivas aliadas a alguns estímulos por meio de políticas agrícolas do governo, têm proporcionado ao Brasil a obtenção de safras cada vez maiores, haja vista a expectativa da produção total de cereais, leguminosas e oleaginosas correspondente ao ano agrícola 2000/2001, que poderá alcançar 94,7 milhões de toneladas, 14,13% maior que a do ano anterior, que foi igual a 83,0 milhões de toneladas. Os dados são uma estimativa do Levantamento Sistemático da Produção Agrícola, realizado pela Companhia Nacional de Abastecimento, a CONAB, órgão do Ministério da Agricultura e Abastecimento e pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE.

Com esse nível de produção, ocorrerá, pelo terceiro ano consecutivo, o recorde de safra no país.

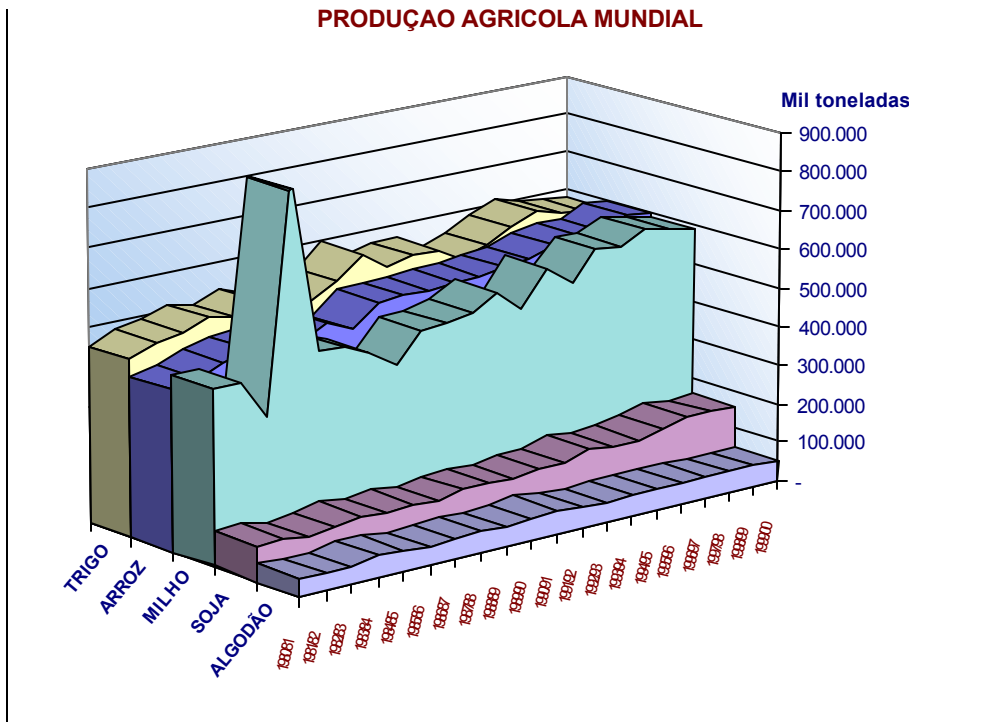
As regiões sul, sudeste, centro-oeste, nordeste e norte são responsáveis nesta safra, respectivamente, por 47,20%, 12,56%, 29,43%, 8,47% e 2,34% dessa produção total.

A região centro-sul apresenta um acréscimo de 15,5% em relação à produção obtida na safra anterior, com 11,2 milhões de toneladas a mais, destacando-se acréscimos iguais a 6.841,4 mil toneladas para o milho, 3.451,4 mil toneladas para a soja e 1.105,9 mil toneladas para o trigo. Por outro lado, houve redução igual a 620,7 mil toneladas para o arroz e 66,2 mil toneladas para o feijão. Na região nordeste observa-se um incremento igual a 142,7 mil toneladas para a soja e 20,4 mil toneladas para o arroz. Nas demais culturas houve redução.



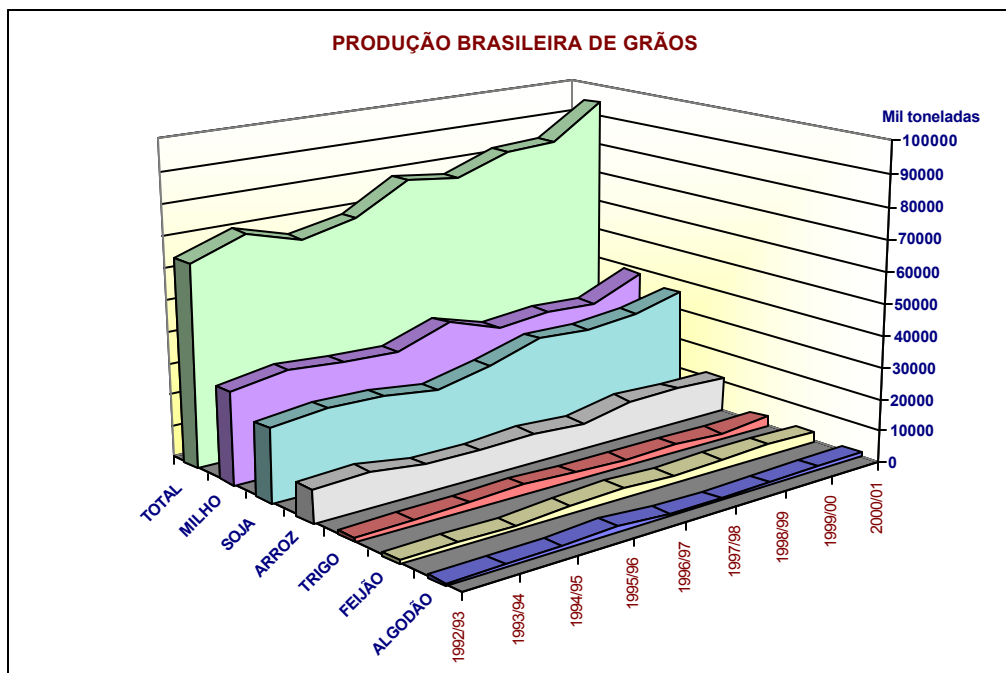
Figura 1: Participação de produção por região de cereais, leguminosas e oleaginosas.

Mas, pouca ou nenhuma atenção vem sendo dada ao pré-processamento de grãos. Limpeza, secagem e armazenagem são problemas graves no Brasil, onde as perdas atingem níveis superiores a 25% (SILVA, 1995). A rede armazenadora brasileira é deficiente em relação à sua distribuição espacial e à modalidade de manuseio da produção sendo, também, deficiente em pessoal habilitado, ocorrendo problemas operacionais e gerenciais.



Fonte: FAO - Food and Agriculture Organization.

Figura 2: Produção agrícola mundial nas safras de 1980/81 a 1999/2000.

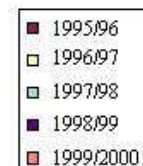


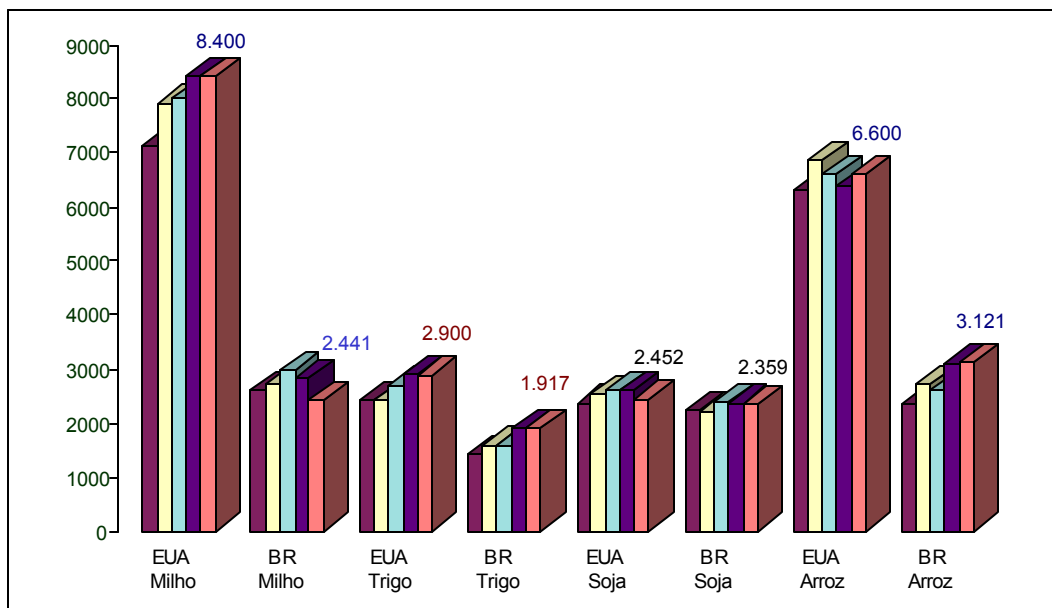
Fonte: CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento.

Figura 3: Produção brasileira de grãos nas safras de 1992/93 a 2000/2001.

kg / ha

Βρασιλ ε ΕΥΑ
da safra 1995/96 á 1999/2000





Fonte: USDA - United States Department of Agriculture.
CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento.

Figura 4: Evolução da produtividade em kg/ha, do Brasil e dos EUA, nas safras de 1995/96 a 1999/2000, de milho, trigo, soja e arroz.

Mesmo com maior utilização de tecnologias, variedades mais produtivas e obtendo safras maiores, o modelo de desenvolvimento atualmente implantado no Brasil apresenta problemas estruturais, como a baixa produtividade. Isto se percebe principalmente se comparado aos países desenvolvidos, cuja agricultura possui importância econômica e onde prevalecem as políticas de caráter qualitativo com enfoque para o cuidado com a defesa do consumidor em termos de nutrição e saúde e a produção com a finalidade de expansão da oferta de bens agrícolas, tomando-se a evolução brasileira e a norte-americana nas safras de 1995/96 a 1999/2000 de milho, trigo, soja e arroz em kg/ha (Figura 4).

Outra análise sobre o setor agrícola pode ser feita quanto à comparação da oferta e demanda de grãos em âmbito mundial, norte americana e brasileira, resultantes da produção, consumo e estoque do trigo, arroz, soja e milho para as safras 1996/97, 1997/98, 1998/99 e 1999/2000.

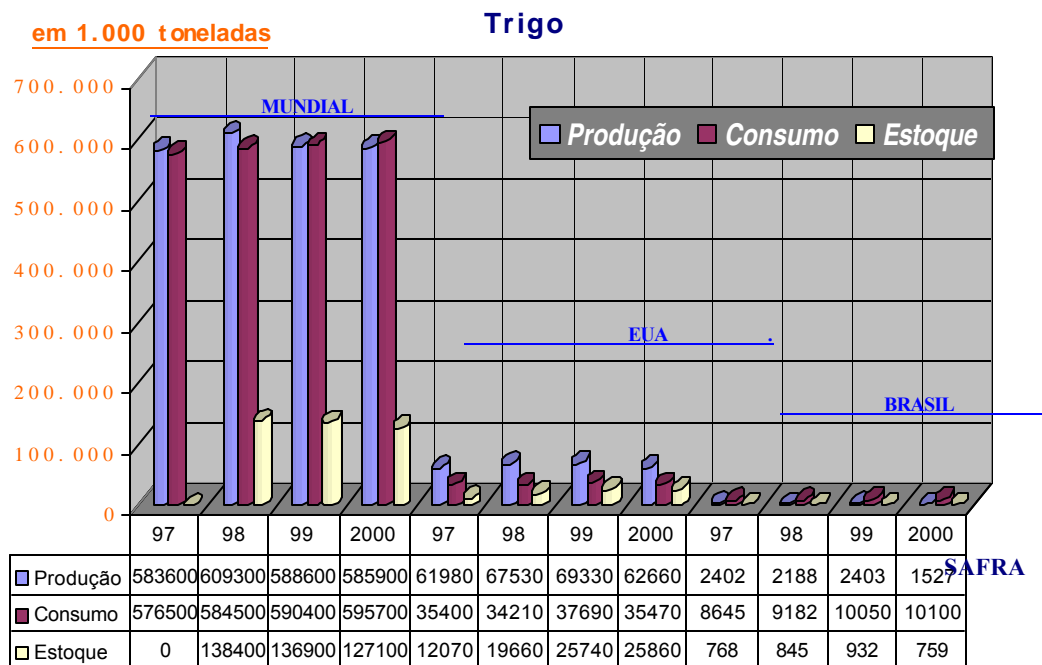


Figura 5: Oferta e demanda mundial, norte-americana e brasileira de trigo.

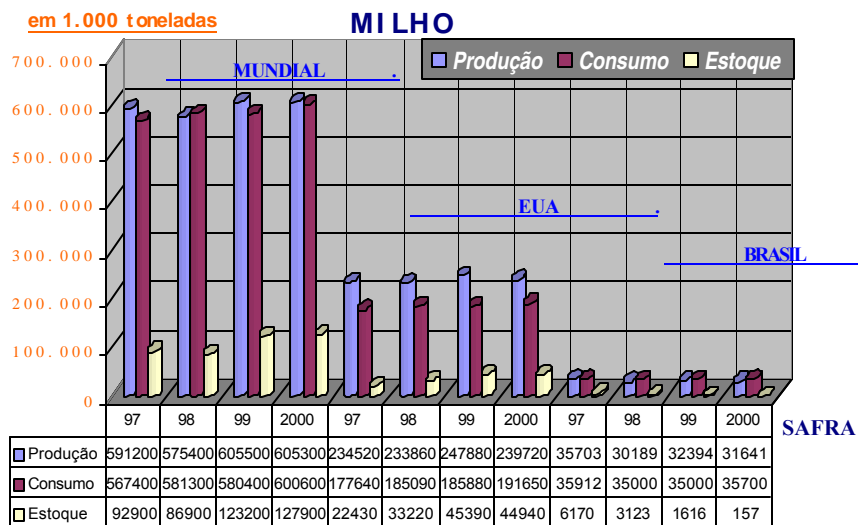
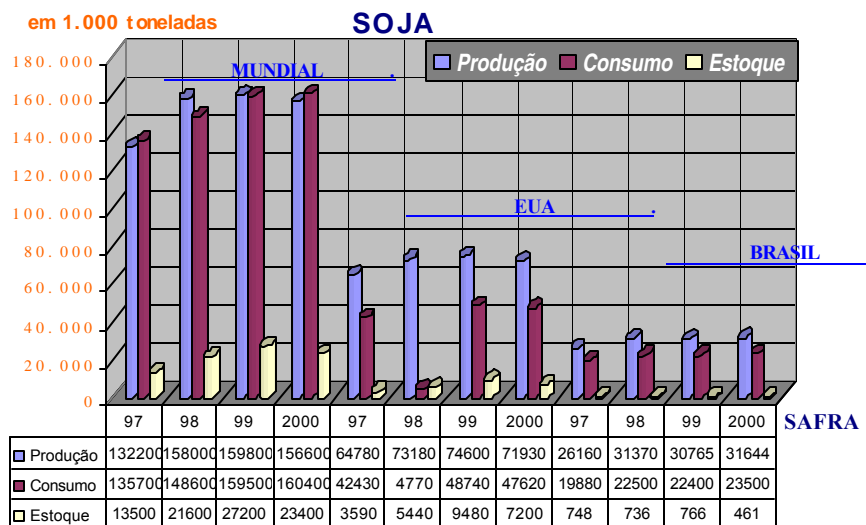
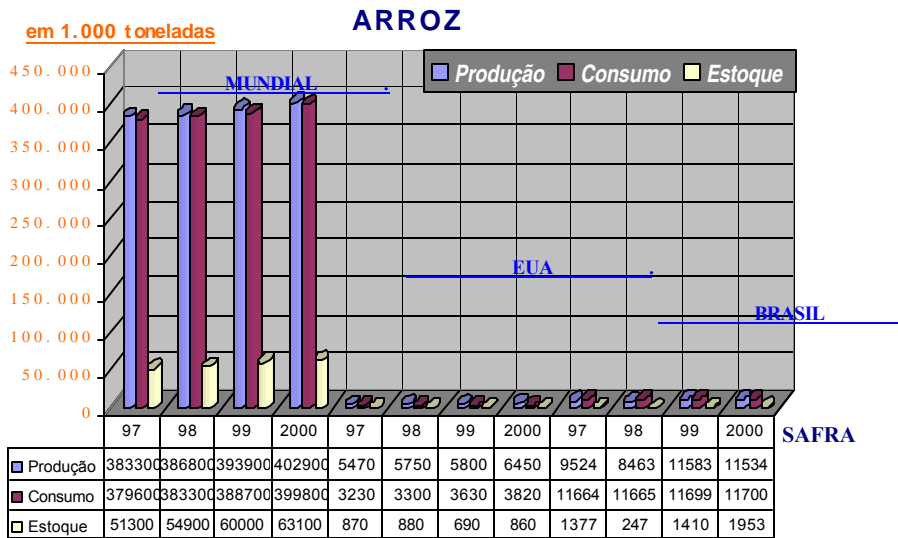


Figura 6: Oferta e demanda mundial, norte-americana e brasileira de arroz, soja e milho.

Pela constante necessidade de cuidar com responsabilidade da qualidade de toda a produção de grãos, é preciso executar, sob condições de absoluta segurança, o processamento de produtos agrícolas, o que inclui as operações de movimentação, limpeza, secagem e a etapa final do processo de produção, a armazenagem. A preservação das características nutricionais e organolépticas dos alimentos é o principal objetivo de se realizar um processo de armazenagem sob condições técnicas adequadas. Os processos de movimentação, limpeza e secagem devem ser orientados por critérios técnicos, de acordo com as características dos produtos, evitando-se, dessa forma, alterações das características que os mesmos apresentavam no momento da colheita.

Durante o processo de armazenagem, tratos fitossanitários, condições de ventilação ou não do ambiente, temperatura, umidade relativa e teor de água dos produtos devem ser rigorosamente monitorados. Todas essas operações, quando bem orientadas, são bastante simples e, aparentemente, não envolvem grau algum de complexidade. Contudo, todas elas envolvem conhecimento de engenharia e biologia que, bem orientadas, podem proporcionar a preservação adequada dos produtos colhidos.

Já para os pequenos e médios produtores brasileiros, na maioria dos casos, as tecnologias de secagem e armazenagem aparentam envolver o emprego de equipamentos caros e de operação sofisticada. Problemas de contaminação de alimentos armazenados inadequadamente, ataques de pragas e outros são freqüentes motivos de perdas nos armazéns e nas fazendas, como já citado. A falta do conhecimento das tecnologias e de formas alternativas de baixo custo para o processamento dos produtos agrícolas contribuem para o elevado índice de perdas dos produtos agrícolas.

5 - História da educação

Os métodos educacionais começaram a evoluir há cerca de 3.500 anos antes de Cristo. A invenção da escrita foi uma condição tanto necessária quanto suficiente para a criação das escolas. Quando tem-se um sistema, por meio do qual pensamentos abstratos podem ser preservados, codificados e decodificados, fica clara a necessidade de mecanismos para divulgação dessa habilidade, que não é adquirida naturalmente, nem necessariamente por acidente ou coincidência. É por isso que as escolas se multiplicaram.

Dentro das sociedades primitivas haviam grupos de homens que tinham a função de escribas. Eles eram encarregados de fazer cópias, lavrar e guardar os documentos públicos.

Mas, as escolas tornaram-se importantes para uma classe social específica. Normalmente, eram os ricos que mandavam seus filhos à escola e esta, por ser somente para meninos, fazia com que as meninas tivessem aulas apenas em casa com seus pais.

Entre os egípcios, a escola tinha um papel vital. O currículo escolar concentrava-se no ensino de hieróglifos, matemática e geometria. O dever de casa dos alunos era solucionar problemas práticos, desde a produção agrícola à construção de navios. Eles precisavam de conhecimentos para calcular o volume de uma pirâmide ou a área de uma esfera.

O objetivo da instrução nas primeiras escolas não era estimular inovações, originalidade e individualidade e sim divulgar aquilo que era considerado uma cultura sacrossanta. Transmitir aquela cultura sem alterá-la ou violá-la e, da mesma forma como havia sido passada através de inúmeras gerações, era considerado essencial para a sobrevivência daquele povo, da sociedade e da cultura. Assim, compreensivelmente, a inovação e a mudança não eram apreciadas ou encorajadas.

A educação na Grécia foi um marco em relação à educação nas civilizações anteriores. Os filósofos trabalhavam para estimular o desenvolvimento do indivíduo. Os gregos consideravam as escolas responsáveis por preparar os alunos e despertar neles o interesse pela política, pelas artes e pelo teatro. De acordo com a lei grega, os pais deveriam providenciar a educação de seus filhos homens. Entre os 7 e 18 anos de vida, os alunos freqüentavam uma escola privada e eram supervisionados por um escravo, ou, em grego, um pedagogo. Se os pais fossem ricos o bastante, aos 21 anos eles começavam os estudos mais avançados de matemática, astronomia, filosofia e a arte da oratória.

Os gregos acreditavam no poder da palavra falada e admiravam aqueles que dominavam esta arte. A oratória, a retórica avançada e a arte do discurso público eram muitíssimo apreciadas e constavam nos currículos das escolas quase desde o princípio. Quando a Grécia foi conquistada no século II a.C., este modelo de educação foi suplantado.

No sistema educacional romano, o ensino básico e as escolas de oratórias eram quase uma cópia do modelo grego. O conceito do pedagogo servindo como mentor das crianças foi uma adaptação direta do modelo oferecido pelos gregos.

Os jovens romanos estudavam grego para poderem desfrutar da poesia e da filosofia. Como em todas as sociedades antigas, as meninas não podiam freqüentar as escolas, pois considerava-se que não havia necessidade de que aprendesse as disciplinas ali ensinadas. As mulheres que sabiam ler e escrever, aprenderam com o escravo da família ou com os seus pais, que podiam lhes ensinar.

Os romanos disseminavam sua cultura treinando grupos da elite que, gradativamente, abandonavam sua língua nativa para falar apenas o latim.

Com a queda do império romano, o nobre Marciano Scapela resolveu reunir todo o conhecimento romano em uma enciclopédia com diversos volumes. Esta obra preciosa viria a se tornar a principal referência educacional durante alguns milhares de anos.

5.1 - Escola, Igreja e Estado

Na Europa, durante a Idade Média, os mosteiros tornaram-se os últimos refúgios da cultura. Alguns deles formaram escolas monásticas para oferecer educação para o clero. Mas, as escolas eram raras e o mundo perdeu grande parte do conhecimento que os antigos nos deixaram. Dessa época em diante, a Igreja assumiu o monopólio da educação e o manteve durante séculos.

No que se refere à educação, um personagem da Idade Média se sobressaiu dentre os outros, o Imperador Carlos Magno. Ele teve um papel importante no incentivo à educação, especialmente para as escolas Catedrais.

No ano 800, após conquistar a maior parte da Europa, Carlos foi coroado Imperador Cristão do Oeste, pelo papa Leão III. Daquele momento em diante, a cristandade ficou sujeita a autoridade política de apenas um monarca.

Ele queria unificar toda a Europa Ocidental, que estava sob o seu comando. Para isto ele precisava de funcionários que se entendessem e de pessoas que produzissem escritos claros, se quisesse governar à distância por meio de decretos e ordenanças.

Decretos que eram leis instituídas por Carlos Magno e espalhados por todo o Império, como o seguinte: *“É imperioso para nós que os mosteiros, os governos que Cristo generosamente nos legou, não se satisfaçam com uma vida piedosa, mas igualmente se dediquem à tarefa de ensinar. Sem dúvida, é melhor agir bem do que saber muito, mas não é possível agir bem sem saber coisa alguma.”*

Logo, as escolas foram estabelecidas nas catedrais. Mas elas aceitavam uma parte minoritária da população, quase que exclusivamente meninos.

No começo do século XIII, surgiram as primeiras universidades, em função, principalmente, da crescente necessidade de reassimilar a informação que havia sido perdida com o ocaso da antigüidade greco-romana. Com a recuperação dos escritos de Aristóteles e da medicina, que haviam sido preservados em lugares como Bagdá, Samarcanda e outras localidades do Oriente Médio e com a volta dos Cruzados que traziam novas informações, a universidade era o veículo para a reassimilação ou reintegração dessas informações à visão de mundo da Europa Ocidental.

No século XVI, os protestantes alemães foram os primeiros a traduzir a bíblia para outra língua que não o latim, por acreditarem que o princípio da Reforma era de que todo o povo crente deveria ser capaz de ler a escritura sagrada sem a ajuda de

ninguém, pois não podiam depender de intermediários entre eles e os céus. Se só é possível ser um bom cristão tendo acesso aos livros, então, era preciso saber ler. Nas regiões onde a Reforma foi bem sucedida, também tiveram êxito a criatividade e a formação de escolas para plebeus e para meninas, pois elas também tinham almas. E a Contra-Reforma teve que considerar todos estes fatos.

No espírito de uma Contra-Reforma, os jesuítas decidiram assumir todo o campo da educação. No século XVII, eles fundaram mais de 500 colégios. Seu modelo de educação clássica, herdada dos gregos, predominaria até o século XX e se espalharia por todo o mundo. Os jesuítas escolhiam seus alunos baseados em seus talentos, o que possibilitou aos meninos de origem pobre ascenderem socialmente.

O século XVIII viu o começo de outra revolução na história da educação. O Iluminismo foi muito importante para a era moderna, para a história moderna e para a educação moderna, pois enfatizava a razão e reforçava a idéia de que as pessoas podiam pensar por elas mesmas. Podiam usar a razão para entender o mundo que a cercava e isso, é claro, questionava o modo de pensar que as igrejas ensinavam às pessoas. Se podiam pensar por si próprias, não precisariam de pessoas que pensassem por elas e isto também coincidia com o nascimento da moderna ciência da teoria política.

A Europa fervilhava, as pessoas falavam cada vez mais sobre o direito à educação para todos. Em 1717, a Prússia se tornou o primeiro Estado europeu a adotar a educação pública obrigatória.

No começo da Revolução Francesa, Jean Jaques Rousseau questionou os métodos educacionais usados nas escolas. A sua contribuição mais importante não foi só ter oferecido uma base ou diretrizes, sobre os quais foi possível construir uma escola ou sistema educacional moderno. Ele também fez uma proposta muito moderna: a possibilidade de afastamento da divisão do individual e o social, a trama e a estrutura social. A pergunta que ele fez foi: *“se as escolas são instrumentos da cultura dominante, e esta cultura é extremamente alienante, como criar escolas que produzam indivíduos autênticos e autônomos ?”*

Rousseau abriu caminho para toda a filosofia do pensamento educacional moderno. Esta tendência estimula a individualidade em vez do conformismo. Aprender a pensar e não aprender a repetir.

Com a Revolução Francesa, o Estado começou a assumir o controle das escolas, assim como de várias outras instituições. A educação se tornou gratuita,

obrigatória e desvinculada da Igreja: “oferecendo direitos iguais, não a igualdade teórica, mas sim uma igualdade real.”

Nas escolas, a oração e o catecismo deram lugar à instrução cívica. Os alunos aprendiam a ser bons republicanos, livres para exercitar suas faculdades críticas.

O conceito de escolas públicas se espalhou rapidamente pelos países ocidentais. Na Europa, a educação cresceu a uma velocidade muito maior e um dos motivos foi o alto grau de industrialização do continente. Acredita-se que existe uma ligação entre a industrialização e a educação em massa.

O meio acadêmico refletia a típica relação dos indivíduos da época industrial: “mandar-obedecer”. De modo geral, o professor transmitia o conhecimento disponível e acessível na literatura, enquanto o aluno, passivo, respondia apenas aos estímulos e iniciativas do professor. O tempo de retenção do aluno na escola de engenharia era curto quando comparado ao tempo de incubação das tecnologias. Neste ambiente acadêmico coexistiram durante décadas as régua de cálculos, máquina de escrever e tabelas logarítmicas.

Atualmente, verifica-se uma inversão, em que o tempo de retenção do aluno na escola supera o tempo de incubação das tecnologias.

A nova era, chamada do conhecimento, é decorrente das pesquisas tecnológicas, quando as exigências profissionais aumentam devido à quantidade de informações continuamente criadas, ultrapassando a capacidade de absorção por parte dos docentes e discentes.

Até a década de 1970 a chance de estudar era um tesouro irrecusável, uma promessa de futuro. Atualmente, apenas um diploma não basta. Todos precisam estudar cada vez mais e ter múltiplas habilidades para encontrar um lugar no mercado de trabalho.

Com a mudança na relação chefe-subordinado, desaparece a noção do emprego em sua forma tradicional de estabilidade, segurança e como garantia de privilégios na vida. Atualmente, o mercado de trabalho está à procura de especialistas, não mais exigindo a presença física da pessoa em um determinado lugar por um determinado tempo, mas sim exigindo resultados em tempo hábil.

A escola pública de hoje está enfrentando desafios muito diferentes daqueles que a escola elitista enfrentou no passado. Ao tentar lidar com tantos alunos começamos a duvidar se é possível atender às necessidades de todos. É preciso estar

sempre incorporando novas informações para satisfazer às exigências de um mercado de trabalho em constante mutação.

A enorme quantidade de informação gerada impossibilita a sua transmissão como ocorrera no passado, modificando a relação professor-aluno, não podendo-se mais esperar que o professor saiba tudo a respeito da disciplina que ministra.

Adaptação é uma tarefa difícil, mas possível para as escolas. Já passamos por incontáveis reestruturações, revisões, mudanças e alterações de currículos e métodos de ensino. Além disso, as verbas estão cada vez menores, o que nos faz temer pela qualidade da educação.

Estando as universidades lutando por fatias do mercado de trabalho para atrair alunos, o ensino superior tende a se tornar uma mercadoria. E os alunos, principalmente os universitários, passam a tratar a educação como um bem de consumo. Por este motivo, eles exigem que os professores sejam menos rigorosos e que cobrem menos deveres. Uma das conseqüências disso é que no sistema universitário, em que notas boas são recompensadas e as ruins punidas, a tendência tem sido a diminuição da média mínima e a redução das tarefas, para conquistar mais matrículas.

A escola não deve apenas ampliar seu papel social, deve também ampliar cuidadosamente sua clientela. Uma vida inteira de estudos está se tornando comum nas sociedades desenvolvidas. As funções mais básicas estão sendo eliminadas pela aplicação da robótica e da tecnologia de informação, e os trabalhadores precisam voltar à sala de aula para adquirirem novas aptidões.

No início do século XXI, a sociedade está mudando de forma dramática e a escola toma parte em todas essas mudanças, mesmo estando dividida entre as exigências dos empregadores e as necessidades dos alunos. Isto faz com que os desafios estejam apenas começando.

5.2 - A escola de amanhã

A Declaração Universal dos Direitos Humanos estabelece que a educação tem por objetivo ajudar a todos os seres humanos a alcançarem seu potencial pleno e a aprenderem a respeitar a liberdade básica.

Recentemente, as tendências das autoridades têm sido reduzir as verbas destinadas à educação. Assim, as instituições educacionais precisam buscar os fundos de que necessitam junto a iniciativa privada.

Hoje, gasta-se enorme quantidade de dinheiro para integrar novas tecnologias à educação. Os aspectos positivos da tecnologia da informática podem ser encontrados, por exemplo, no uso de sistema como o ABA, para o treinamento baseado em computador e na internet, onde alunos são capazes de se conectarem à rede mundial (Word Wide Web), ter acesso a informações e experimentar coisas que no passado seria necessário viajar para conhecer, além de realizarem ações que há 5 anos eram impossíveis.

Ainda assim, SALDANHA (1974) afirmou saber o quanto é importante a imagem que o professor tem de seu ensino e de seu campo profissional e é bem possível que o uso da tecnologia ainda não faça parte dessa imagem: *"Quando pensamos em ensino, em geral pensamos em um único indivíduo usando sua mente e sua voz para pronunciar palavras que devem ser totalmente ouvidas por outra pessoa. Este é o tipo de ensino que a grande maioria dos professores desenvolvem. Para que haja mudança no comportamento dos professores, faz-se necessário que eles tenham uma compreensão mais sofisticada do que é Tecnologia Educacional. Esta compreensão não é suficiente, mas é o primeiro passo."* (K.RYAN, 1971). Parece ainda que faz parte da imagem do professor olhar o ensino em função apenas de uma relação pessoal professor-aluno. Materiais programados como os softwares de ensino, interferem com os interesses paternalistas que os professores guardam pelo sucesso de seus alunos.

Se nos lembramos que a tecnologia é uma ferramenta que intensifica a aprendizagem, os computadores tornam-se importantes. Quando são utilizados para substituir professores ou o próprio ato de pensar, sua influência é profundamente negativa. Em nossas vidas, cada um de nós foi profundamente influenciado por determinados professores que nos ensinaram a raciocinar e analisar fatos de formas diferentes. Mas, se a escola pretende transmitir conhecimentos e valores básicos, ela própria deve ser vista como algo de valor.

É muito importante é a consciência do professor universitário em ser, inicialmente, o responsável pela mudança e, ainda, de que para manter seu "status" perante a sociedade, para realizar-se perante si e para continuar sendo um valor para o aluno, aceitar os valores de sua época, trazer novos valores para a sala de aula,

reformulando o ensino e a si. Não cremos que um único professor consciente de sua posição profissional possa oferecer resistência à inovação do papel docente na Universidade. O problema está na abordagem. Todo professor carrega consigo o mundo que ele criou. Todo esforço que desenvolveu para ser um bom professor foi exclusivamente por meio de sua imaginação. É natural e é válido que esses valores sejam preservados. Além disso, na Universidade, tudo que ele recebeu foi conhecimento pela informação. Foi esse o tipo de ensino que ele teve. É isso o que ele conhece em termos de metodologia do ensino.

A escola de amanhã deve continuar a perseguir quatro objetivos básicos: ensinar as pessoas a aprender; ensinar a fazer; ensinar a viver em comunidade e ensinar como ser.

6 - Concepções de ensino-aprendizagem

Na formulação de um projeto de ensino-aprendizagem, é preciso estar ciente de que trata-se de uma atividade tipicamente bidirecional, que envolve com intensidade igual o aluno e o docente. Mesmo assim, ambas as partes olham o processo de seus respectivos pontos de vista. A aprendizagem é a única atividade do aluno, mas o ensino é apenas uma das várias responsabilidades do professor. As expectativas, atitudes, dedicação, responsabilidades e os objetivos do docente e do aluno nem sempre coincidem.

Já a tecnologia educacional pode ser definida de duas maneiras. Em sentido mais familiar, significa meios de comunicação que podem ser utilizados para os objetivos de ensino, lado a lado com o professor - o livro texto e o quadro e giz. Em sentido menos familiar, tecnologia educacional é mais que uma soma das partes. É uma maneira sistemática de planejar e avaliar o processo ensino-aprendizagem, baseado em pesquisas psicológicas da aprendizagem e da comunicação, empregando uma combinação de recursos humanos e não humanos para obter ensino mais efetivo (TICKSON, 1972).

7 - Treinamento como alternativa

Em 1946, a Universidade da Pennsylvania, nos Estados Unidos, lançou o primeiro computador digital eletrônico de grande escala. Hoje observa-se o desenvolvimento quantitativo e qualitativo do computador, que tornou-se um instrumento extremamente necessário e até imprescindível em muitas atividades.

O estudo do uso de computadores na educação por diversos pesquisadores fez surgir muitos termos para a sua rotulação. SALISBURY (1993) ressaltou que autores utilizaram diferentes termos para descreverem a mesma atividade ou os mesmos termos para descrever atividades diferentes: ensino automatizado, instrução administrada por computador, ensino apoiado por computador, treinamento apoiado por computador, educação assistida por computador, aprendizagem assistida por computador, sistema educacional baseado em computador, treinamento dirigido por computador, instrução simulada por computador, etc.

O mesmo autor classifica as aplicações do computador na educação em duas grandes áreas: instrucionais e não-instrucionais.

As aplicações instrucionais incluem todas as formas em que o computador é utilizado como apoio direto à função educacional, com uma interação homem-máquina, na qual a função de ensino é realizada pelo computador sem a intervenção direta do professor e como instrumento de apoio à educação, em que a máquina é utilizada por um instrutor para auxiliá-lo no alcance de seus objetivos.

As aplicações não-instrucionais são aquelas de apoio à educação, alcançando todas as funções realizadas fora da sala de aula, como as funções administrativas.

Apesar de serem muitas as alternativas possíveis para obter inovações no papel do professor em face da tecnologia educacional, os estudiosos do assunto são unânimes em indicar os Cursos de Treinamento. São experiências de programas individualizados que contam com a assistência de técnicos e, de uma forma mais sofisticada, com a assistência de máquinas. É importante que o professor vivencie as inovações da tecnologia educacional para aprender a ser um consumidor dessas inovações e poder desenvolver sistema, como o ABA e, para que saiba quando e onde empregá-las. Nessa dimensão estão envolvidos software e hardware.

Uma experiência importante neste treinamento foi o preparo do material de ensino a ser utilizado no desenvolvimento do sistema ABA. Participando diretamente neste desenvolvimento, o pesquisador, ao mesmo tempo em que está formulando os objetivos, na seleção das experiências e na escolha do sistema de avaliação, está aprendendo a manejar tecnicamente esses componentes ou ferramentas, podendo refazê-lo mais tarde, quando organizar o ensino no seu grupo de trabalho. Acreditamos que o desenvolvimento do próprio sistema computacional acabou por levar a uma condição mais favorável para tirar o máximo proveito na sua utilização.

Segundo Tereso, citado por SOUSA (1997), a expansão do ensino superior em nosso país, ocorrida na década de 1960 foi decorrência do anseio pela modernização da agricultura e do incentivo internacional, como as entidades: Fundação Ford, Fundação Rockefeller, USAID (United States Agency for International Development) e a FAO (United Nation Food and Agriculture Organization), entre outros, que contribuíram financeiramente para equipar as instituições e treinar pessoal docente. A esse novo profissional caberia, além da busca do aumento da produção e da produtividade no setor, grande parte da tarefa de introduzir novas tecnologias e novos processos de produção incorporados à prática agrícola.

É preciso que a educação busque um caminho a favor de um mundo social mais justo. Segundo MOREIRA (1986), é preciso orientar o trabalho pedagógico com base em uma visão de futuro, em uma perspectiva utópica que desafie os limites do estabelecido, que afronte o real, que esboce um novo horizonte de possibilidades.

No Brasil, existem diversas instituições de ensino na área de Ciências Agrárias que atuam ou apresentam potencial para participar da preparação de pessoal

para o setor de armazenamento. Segundo dados da Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior (ABEAS), essas instituições de ensino distribuem-se por vinte estados e no Distrito Federal, existindo 55 cursos de graduação em Agronomia e 9 em Engenharia Agrícola, que poderiam, de alguma maneira, atuar na área de armazenamento.

Apenas os currículos dos cursos de graduação em Engenharia Agrícola e alguns dos cursos de Agronomia contemplam disciplinas nas áreas de Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas, que abrange: projeto e dimensionamento de instalações e equipamentos para classificação, beneficiamento, manuseio, controle de qualidade, energia renovável, conservação e armazenamento de produtos agrícolas.

Temas estes que são em si atraentes, interessantes, motivadores e atualizados, servindo como importante meio para a solução de problemas técnico-científicos do futuro profissional de Engenharia Agrícola, responsável pelo planejamento, projetos e fiscalizações das atividades ligadas ao processamento e armazenamento do setor agrícola.

Para tornar a produção agrícola mais competitiva no mercado globalizado, propiciando ao produtor maiores estímulos e capacitando-o a investir em tecnologia para redução das perdas, o Brasil deve transformar o atual perfil da armazenagem, adequando-o às necessidades do mercado e incentivando a armazenagem nas fazendas, juntamente com outras medidas que tornem as unidades coletoras e intermediárias comparáveis com às de países produtores desenvolvidos.

O processo de informatização da educação deve ser considerado como meio de ampliação das funções do professor, favorecendo mudanças nas condições e no processo de ensino-aprendizagem e não como um meio de substituição da ação docente (MOREIRA, 1986). Um dos cuidados especiais a ser tomado no processo de informatização do ensino é o de sensibilizar o professor para o uso crítico da informática, tendo em vista a educação como um todo e a produção de software adequados a cada realidade educativa, bem como mudanças qualitativamente desejáveis no processo de ensino e aprendizagem.

A simples modernização de técnicas não garante essas melhorias. O importante, o essencial é a educação e, para viabilizá-la, é preciso estar fundamentado em algum princípio da pedagogia que torne claro qual é o processo de ensino e aprendizagem a ser trabalhado.

Segundo SHUELL (1986), é o próprio aluno que controla, ou auto-regula, a aprendizagem, por ser ele o sujeito ativo e dependente da estrutura de conhecimento anterior e de processos de aquisição de conhecimentos.

8 - Modalidades do sistema de instrução com o uso da informática

Nos últimos anos, dentre o conjunto de materiais didáticos, passou a ganhar importância o desenvolvimento de sistema computacional para o ensino, com destaque à produção de multimídia.

Pode-se, por exemplo, utilizar o computador para facilitar cálculos amplos, para busca e reorganização de dados, para simulações e para incluir elementos interativos, que servem para guiar o estudante de forma individualizada.

A vantagem de materiais individualizados de ensino encontra-se no fato de que o estudante pode decidir quando quer utilizá-los (SHUELL, 1986). Com bom material didático, reduz-se a necessidade de comunicar-se com um tutor ou com um professor da universidade. A desvantagem é a falta de diálogo direto, interativo, com o professor. Enquanto não existir uma comunicação eletrônica tecnicamente viável, é preciso cumprir com esta última parte do processo ensino-aprendizagem mediante fases de ensino presencial.

Nas modalidades do sistema de instrução com o uso da informática, temos:

- ✓ *modalidade de exercício e prática*, em que o computador é programado para apresentar exercícios repetitivos, com a finalidade de desenvolver habilidades em uma área qualquer. O sistema é programado para o aluno manipular os materiais de exercício e de prática especialmente preparados pelo professor. Esses materiais são planejados para fornecer ao aluno o que o professor julga essencial para o alcance dos objetivos de um determinado curso;

- ✓ *modalidade tutoria*,: divide-se cada tema em uma parte central com várias ramificações. Estas ramificações são planejadas para proporcionar uma instrução mais detalhada e mais simples com referência a certos aspectos mencionados na parte central. O computador decide automaticamente se o estudante, ao cometer um erro, deve passar por uma seqüência recuperadora, sendo importante a responsabilidade assumida pelo professor para os tipos de interação que ocorrem durante a experiência instrucional. É importante ressaltar as conseqüências que este modo tutorial acarreta, principalmente porque em cada momento o aluno pode reagir de diferentes maneiras e o software dispõe de um número limitado de opções. Além do planejado, deve antecipar qualquer tipo de resposta correta e incorreta do aluno;
- ✓ *modalidade de simulação*, na qual é apresentado um modelo de uma situação real ou hipotética, selecionado ou planejado pelo professor. As relações complexas entre as variáveis que representam o modelo são os aspectos da situação que o aluno precisa aprender para trabalhar e interpretar. O fascínio dessa modalidade deve-se ao fato de permitir ao aluno usar o software como um instrumento para descobrir e gerar novas informações, com a possibilidade de efetivar determinadas experiências que o aluno não teria condições de vivenciar em situações convencionais de ensino.

CAMSTRA (1977) considerou esse modo de ensino como um dos mais complexos, descrevendo dois tipos de simulação:

- ✓ *simulação estática* - é a representação de modelos fixos que não podem ser manipulados pelo aluno, podendo entrar somente com um determinado número de variáveis, que já são elementos do modelo e observar as mudanças que se processam em decorrência dessa inserção e assim realizar sua aprendizagem;
- ✓ *simulação dinâmica* - é a representação de um modelo no qual o aluno pode interferir ativamente. Aqui o aluno pode adicionar ou retirar variáveis ou, ainda, redefinir relações entre os elementos.

Para o autor, a diferenciação entre a simulação estática e a dinâmica está na forma como elas apelam para diferentes capacidades humanas. Na simulação estática, parte-se do pressuposto de que a simulação é a melhor representação de um mundo objetivamente existente, cuja estrutura está para ser descoberta. Na simulação

dinâmica, presume-se que a situação, embora real, deva permitir que o aluno imponha alguma medida de organização e estruturação sobre ela.

É importante ressaltar que nem toda situação a ser estudada permite a escolha do uso da simulação estática e/ou dinâmica, em função do conhecimento ou domínio de uma conceituação ou teoria relacionada ao assunto.

9 - Informática na educação

Um dos grandes movimentos da educação surgidos na década de 1960, reforçados pelos trabalhos de Skinner, refere-se às máquinas de ensinar e à instrução programada.

Grande parte dos docentes brasileiros apresenta resistência em relação à qualquer inovação ou uso da tecnologia educacional. Analisando os problemas da incorporação de tecnologias educacionais modernas nos países em desenvolvimento, POPPOVIC (1996) afirmou que: *“(...) pesquisas tem indicado que atitude dos professores em relação a novas tecnologias educacionais distribui-se numa curva normal. À direita, há cerca de 7 a 10% de professores altamente motivados para a incorporação da tecnologia. Destes, boa parte possui um computador em casa; todos são favoráveis ao ‘novo’. À esquerda da curva, verific a-se que cerca de 15% são ‘fóbicos’ no que se refere à tecnologia. Entre esses pólos, a grande maioria dos professores está num continuum. Representam aproximadamente 75% do professorado.”*

Essa citação deixa clara a resistência do professorado, (LAMPERT, 1998) e para que a incorporação de tecnologia educacional tenha êxito, é indispensável, primeiramente, "alfabetizar em informática" os professores.

Se em 1996 verificava-se esta repulsa do professorado à informatização como forma de incorporação de mais uma tecnologia à nossa educação, o mesmo não se pode afirmar hoje.

10 - Teorias educacionais para o desenvolvimento de sistemas

SOUSA (1997), citando Giusta, afirmou que para desenvolver um sistema educativo é preciso conhecer o que dizem as teorias educacionais contemporâneas. Há pelo menos três delas que fornecem o fundamento necessário para tanto: as visões empirista, racionalista e construtivista.

A *visão empirista* tem como base o pressuposto de que todo conhecimento provém da experiência, por meio da qual as impressões do mundo fornecidas ao sujeito são associadas umas às outras, dando lugar ao conhecimento. Esta visão tem como corrente mais importante o behaviorismo.

A maior característica do behaviorismo é que o aluno aprende um *produto* acabado. Nessa perspectiva, o sistema é programado de maneira tal que o conteúdo a ser estudado é apresentado em pequenos passos a serem seguidos pelo usuário, seguindo os seguintes princípios: a) ensinar o conteúdo em pequenos passos; b) ensinar o primeiro conceito; c) pedir para o usuário resolver um exercício; d) apresentar a solução do exercício para o usuário comparar com a sua solução; e) ensinar os conceitos seguintes, sempre exigindo do usuário uma prática e fornecendo a correção desta prática e f) apresentar exemplos e contra-exemplos, facilitando a generalização e a discriminação dos conceitos ensinados.

Para a *visão racionalista*, todo conhecimento é anterior à experiência, sendo fruto do exercício de estruturas racionais pré-formadas no sujeito, sobre o objeto.

Na concepção *construtivista*, a aprendizagem é sempre resultante da relação sujeito-objeto, na qual os dois termos não se opõem, mas se solidarizam, formando um todo. As ações de um sobre o outro são recíprocas. O ponto de partida dessa ação não é o sujeito, nem o objeto e sim a interação de ambos. Assim, a aprendizagem resulta tanto da ação do sujeito sobre o objeto como das propriedades intrínsecas do próprio objeto.

Um sistema baseado no construtivismo seguiria os seguintes princípios: a) apresentar um problema real, permitindo que o usuário raciocine sobre suas possíveis soluções; b) apresentar a teoria: as diversas tentativas dos cientistas, as melhores saídas encontradas e como a ciência encara o problema hoje e c) oferecer exercícios para o usuário aplicar o que aprendeu.

O fundamento do construtivismo é de que a aprendizagem é um *processo*: ela ocorre através da descoberta; o aluno é quem constrói seu conhecimento. Como afirmou Piaget, a maior parte do que uma pessoa aprende é por iniciativa própria e em interação com a realidade que a cerca. Ela constrói o seu conhecimento, daí a expressão construtivismo, pois não o recebe passivamente. Mas é preciso que as novas funções do professor sejam, além de fornecer informações, orientar e motivar essa construção do conhecimento.

11 - Algumas considerações

Os projetos pedagógicos das universidades buscam dar orientações gerais de trabalho para que os professores ampliem o próprio horizonte e o de seus alunos, preparando-os para um mundo competitivo, de forma a aproximar o que se ensina na sala de aula ao mundo real tal como ele é nos dias de hoje considerando, tanto quanto possível, a comunidade onde se insere o aluno.

Neste contexto, cabe aos educadores de hoje buscar soluções que evitem uma alienação tecnológica de pessoas em idade produtiva na era em que educação e treinamento continuado são cada vez mais vitais. Uma das possíveis soluções é o enriquecimento do aprendizado por meio da incorporação de computadores e sistema computacional, como o ABA, à realidade escolar dos alunos nas diversas disciplinas do ensino de engenharia.

A atuação do engenheiro no mercado de trabalho exige o domínio de técnicas que abrangem desde a quantificação das propriedades envolvidas e a análise de sistema, até o planejamento estratégico e projeto final. A dependência que tais tecnologias têm dos cálculos matemáticos só reforça a idéia de que o ensino de engenharia não pode mais prescindir destes meios alternativos para buscar melhorias. Mais ainda, o fascínio dos jovens por temas relacionados à informática pode ser uma grande motivação para o estudo de disciplinas normalmente desinteressantes aos alunos por parecerem desprovidas de conexão com a realidade.

A nossa atual realidade tem mudado muito rapidamente e a visão global que temos do ensino de matérias profissionalizantes, como as da área de armazenamento e processamento de produtos agrícolas, não pode ser tomada de experiências passadas. Deve-se procurar a utilização de novos métodos de motivação. Tudo isso deve ser trazido à realidade dos acadêmicos, em uma fase da sua formação em que eles ainda estejam abertos a novos fatos, devendo, ainda, ter a garantia da continuidade de acesso à informação por este meio ao longo da sua vida profissional.

Quando a aprendizagem de uma disciplina não se conecta à experiência pessoal de um aluno, surge a frustração e desta decorre o desinteresse pela aprendizagem. Isto parece ainda mais grave no caso das disciplinas profissionalizantes, que dependem da apresentação de diversas situações práticas com aplicação dos conceitos adquiridos na formação básica, para que as disciplinas não sejam vistas por muitos como "abstrata" ou sem a devida consolidação do aprendizado. Por que, então, não utilizar a realidade dos alunos, que é o seu presente, ou as novidades tecnológicas que serão o seu futuro, como motivações que mostrem como o conhecimento sobre conservação e processamento da nossa safra agrícola é vital à sociedade ?

Surge daí a necessidade de uma educação apoiada em uma tecnologia para as áreas profissionalizantes, já que as realidades, experiências e interesses dos alunos são sempre diversos e um professor dificilmente poderá suprir, em uma aula em grupo, necessidades que são individuais.

A informatização como ferramenta adicional à educação dos nossos engenheiros nada mais é do que uma individualização do ensino. Um aluno pode, por exemplo, assistir a uma aula presencial, juntamente com seus colegas, sobre o cálculo dos parâmetros de secagem e, ao final do dia, acessar uma aula virtual sobre o tema com o uso do sistema ABA. O tema pode então ser introduzido com diversas motivações. Cabe ao aluno escolher qual motivação é a mais correlacionada à sua individualidade. Para o tema cálculo dos parâmetros de secagem, por exemplo, um aluno tem opções como "o cálculo do tempo de secagem de um determinado produto (milho, soja, café, arroz, etc.)" ou "o uso de GLP ou lenha como fonte energética" ou ainda "a secagem a baixa temperatura" ou " a secagem a alta temperatura" ou "quantas horas são necessárias para a frente de secagem cobrir um percurso de um metro em uma massa de grãos" ou "como fazer o maior secador de leito fixo possível

com o mínimo de material" ou até mesmo "a influência do tempo de repouso no gasto energético".

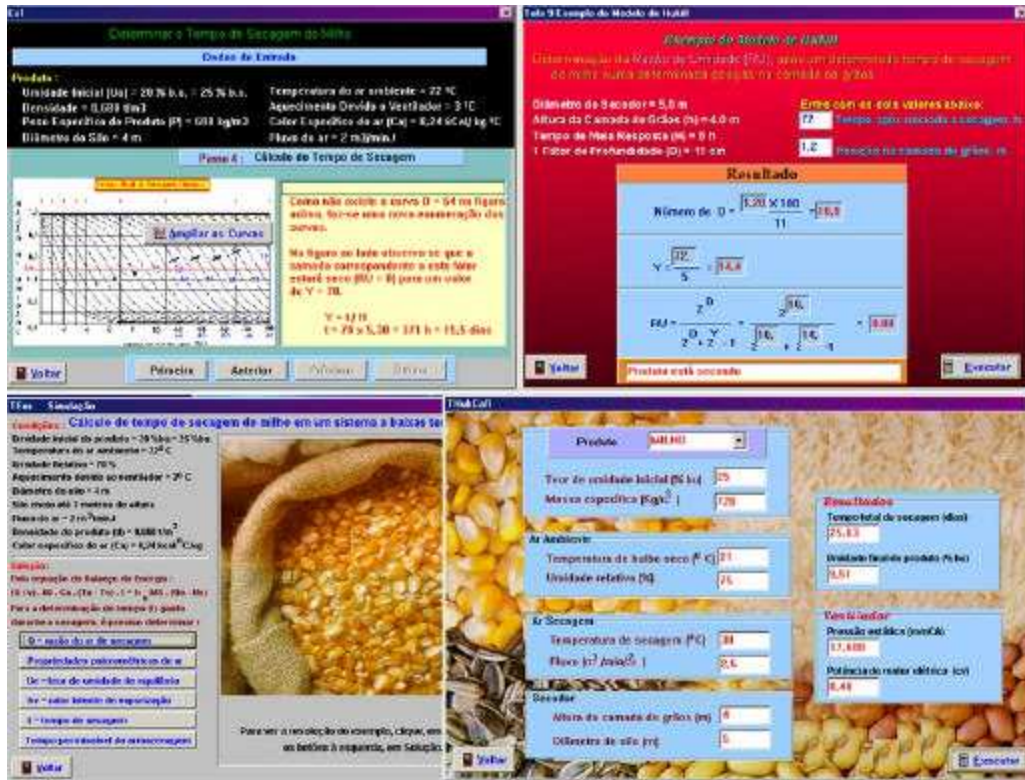


Figura 7: Telas mostrando fases da simulação de secagem.

Com tal informatização do ensino, o aluno tem sempre uma chance maior de encontrar um tema de seu interesse, o qual é um estímulo para se dedicar ao estudo de um assunto abordado em aula. Com o acesso a um computador ligado à rede interna da universidade e com o sistema ABA disponível, qualquer aluno pode se dedicar ao estudo de um tema que lhe é conveniente, sem grandes empecilhos. O problema que poderia ser o de fornecer um computador ao aluno em questão já está solucionado com a atual estrutura na área de informática que temos nas universidades.

Uma comunidade de alunos e professores baseada em ensino com o uso da informática talvez seja a mais adequada para, partindo das interações entre os seus

membros, criar atividades e recursos de aprendizagem únicos e inovadores, incorporar rapidamente novos tópicos ou eventos do momento, facilitar o tratamento interdisciplinar dos assuntos, construir uma coleção de recursos compartilhada (recursos estes acessíveis a todos os membros da comunidade), além, é claro, de documentar as melhores práticas em aprendizagem eletrônica das experiências desta comunidade. Poderemos, portanto, prover uma educação contínua para toda a vida; a aprendizagem eletrônica é, aparentemente, a chave para isso, pois fornece um ambiente de aprendizagem centrado no estudante, uma seleção e uma entrega de recursos imediatas, um acesso 24 horas, uma atualização contínua por natureza e uma maleabilidade que permite ajustá-la a diferentes alunos, permitindo a otimização do ensino.

Uma das grandes dificuldades em se desenvolver ambientes para apoiar o ensino de áreas profissionalizantes por computador é o fato de ser um projeto inerentemente interdisciplinar. A questão principal é o ensino de uma determinada área cujo conhecimento é de domínio dos educadores. Mas, a implementação de ambientes computacionais que apoiem a atividade de ensino exige conhecimentos técnicos, principalmente na área de informática, dentre eles engenharia de software, orientação a objeto, inteligência artificial, computação com a capacidade de evoluir baseado em experiência, recursos multimídia, banco de dados, internet, entre outros.

Seria de grande importância o desenvolvimento de um ambiente com ferramentas de alto nível, que possibilite ao professor de disciplinas relacionadas à formação dos engenheiros, e que desconhece a programação e implementação de programas de computador, implementar metodologias de ensino por computador de forma simples e eficiente. Esse ambiente deve ser flexível, de forma que o educador tenha liberdade para implementar suas metodologias, mas que seja de fácil utilização, evitando que o mesmo se prenda a questões técnicas de informática.

O jornal eletrônico da UNICAMP, na reportagem “Universidade Virtual”, tenta explicitar como se dará o desenvolvimento do ensino universitário à distância no Brasil. Afirma, por exemplo, que o Consórcio Rede Universidade Virtual Pública do Brasil, UniRede, congregará universidades públicas e pretende atingir 100 mil estudantes por ano, já tendo até o momento, a adesão de 52 instituições. O projeto visa tornar disponíveis cursos completos de licenciatura, bacharelado e atividades de pós-graduação e extensão. A UniRede vai oferecer suas aplicações por meio de

infovias e mídias integradas; o primeiro programa irá oferecer cursos de licenciatura a professores de ensino básico e fundamental em todo o país.

Segundo o jornal informativo RNP notícias, o novo backbone da RNP, o RNP2, mais conhecido como Internet 2, será utilizado como infra-estrutura de interconexão entre as instituições participantes da UniRede e viabilizará o uso de aplicações que utilizam a internet como plataforma para o ensino à distância, com o patamar de velocidade da infra-estrutura atual sendo elevado de 2Mbps para 34 Mbps. Para viabilizar a UniRede, cada universidade deverá instalar um núcleo com infra-estrutura mínima de equipamentos para conexão, comunicação, provimento de acesso, desenvolvimento e treinamento, além de linhas de comunicação, pessoal de suporte e desenvolvimento.

Ainda no jornal eletrônico, na reportagem “Chegamos ao Ensino Global”, há menção ao projeto “Partnership in Global Learning”, o qual visa à disseminação de *“conteúdo didático para escolas de todo o mundo, permitindo, dentro de três anos, que um secundarista dos Estados Unidos estude a aula de Química preparada por um professor do Rio de Janeiro”* via internet e outras tecnologias. Tal projeto conta com o investimento de US\$ 3 milhões, somente nos três primeiros anos, pela Lucent Technologies, desenvolvedora de redes ópticas de comunicação.

Segundo DAVIS e BOTKIN (2000), o modo como aprendemos será definido pela economia: companhias da era do conhecimento, na busca de negócios lucrativos, irão dominar a economia global, tirando de posição na sociedade as instituições que tradicionalmente eram responsáveis pela educação. Ou seja, os negócios irão determinar qual o tipo de educação que será necessária para se manter competitivo na nova economia; as pessoas precisarão continuar a atualizar constantemente os conhecimentos adquiridos na escola; possibilidades de aprendizagem por toda a vida devem ser prioridade; qualquer idéia pode se tornar um negócio da era do conhecimento; mais e mais teremos a adição de características baseadas no conhecimento, o que, com o passar do tempo, tornará os consumidores mais inteligentes; novas tecnologias educacionais estão superando as escolas tradicionais, alcançando empregados e consumidores diretamente; a aprendizagem direcionada pelos negócios será organizada ao redor do que tem valor nos dias de hoje: a entrega de serviços, produtividade, customização, redes de todos os tipos e a necessidade de ser rápido, flexível e global; as escolas públicas irão enfatizar cada vez mais práticas similares às dos negócios, como pesquisa, risco e resultados como

parte de seus currículos; a mudança na nossa maneira de aprender irá provavelmente diminuir a diferença entre ricos e pobres. Portanto, parece razoável a idéia de inserir tecnologia nas salas de aula, como forma de evitar o analfabetismo tecnológico, indo contra, desta feita, à acumulação de renda.

12 - Procedimentos para qualidade em software

Para a execução deste trabalho, visando à melhoria da qualidade do sistema Aplicativo Básico de Armazenamento - ABA, foram utilizados: o método para prevenção de defeitos - prototipação, gerência de projetos, métodos orientados a objetos, métodos estruturados, análise de requisitos, projetos da interface com o usuário e análise crítica conjunta e o método para a detecção/remoção de defeitos - testes de sistema, de campo, funcionais, de usabilidade, de aceitação e estruturais, além da validação.

13 - Dos conceitos iniciais à prática: formando aprendizes

A reflexão sobre as questões do ensino no 3º grau visando à qualidade e à necessidade de tornar mais significativa a prática docente na área de processamento e armazenamento de grãos na universidade, levou-nos a pensar em um projeto de ensino informatizado para os alunos dos cursos de Engenharia Agrícola e Agronomia, tendo um sistema multimídia como material educativo. A proposta foi concretizada com a produção de um sistema denominado Aplicativo Básico de Armazenamento - ABA.

Os recursos de multimídia podem ser uma alternativa válida e adequada a esse trabalho, tratando-se de tecnologia em que as informações são organizadas de modo não linear, possibilitando ao aluno construir sua própria seqüência, com base em interesses e necessidades específicas.

Por outro lado, com a implantação da rede de computadores nas instituições de ensino superior, um sistema de informação numa determinada área mediado pedagogicamente, via multimídia, pode ser socializado entre os alunos com certa facilidade, favorecendo a troca de idéias e uma maior reflexão em torno dos assuntos abordados pelo sistema. Segundo MORAN (1994), a tecnologia "aproxima" pessoas e grupos, democratizando a informação e possibilitando novas formas de comunicação educativa.

14 - Objetivos

Tendo em vista a importância da formação de recursos humanos na área de pós-colheita, o presente trabalho apresenta uma proposta de ambiente educacional compacto que utiliza ferramentas gráficas e técnicas de edição na construção de material didático multimídia para o MS Windows[®], com os seguintes objetivos:

14.1 - desenvolver um sistema computacional educativo para treinamento de pessoal e para a realização de projetos na área de pós-colheita, considerando os aspectos relativos à qualidade do sistema tendo em vista as normas de qualidade da série ISO 9000;

14.2 - avaliar o sistema computacional, comparando-se o aprendizado dos alunos treinados com a utilização do sistema ABA com os treinados por meio de metodologias tradicionais.

15 - Metodologia

Materiais e métodos

De acordo com os planos e metas para a elaboração da tese sobre a importância do uso da tecnologia interativa na educação, estava a busca das melhores ferramentas para o desenvolvimento do material a ser testado.

Uma das ferramentas testadas foi o LearningSapce, software da Lotus-IBM para o ensino à distância, por ocasião da criação de um curso virtual de Introdução à Engenharia Agrícola e Ambiental, que serviu de teste para a definição da melhor ferramenta para desenvolver o ABA. Esta ferramenta apresenta a desvantagem de não permitir o desenvolvimento de rotinas para a simulação de processos, além da exigência de uma maior disponibilidade de tempo por parte do professor, para o atendimento de todos os seus recursos.

Do levantamento das ferramentas para gerarem o sistema ABA, definiu-se por continuar utilizando o ambiente Delphi[®] da Imprise-Borland[™], que entre outras vantagens, permite desenvolver, com uma certa facilidade, importantes ferramentas para a simulação. Trabalho este, que seguiu as seguintes fases:

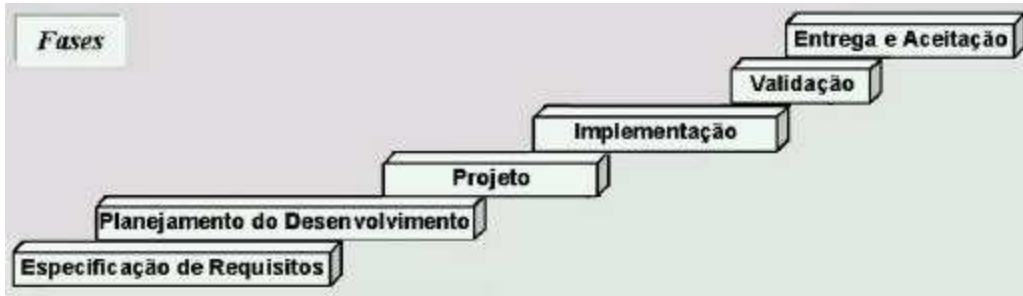


Figura 8: Fases do desenvolvimento do trabalho.

- **Especificação de requisitos:** fase de identificação e documentação das necessidades do usuário do sistema computacional e, após o levantamento, o estudo das informações necessárias para dar suporte à editoração de material didático de pós-colheita de produtos agrícolas.
- **Planejamento do desenvolvimento:** fase de definição de um plano de desenvolvimento conforme a metodologia adotada, com a conceituação para ambientes interativos de ensino-aprendizagem.

Numa fase inicial, a primeira versão do sistema ABA foi avaliada por meio de um formulário de pesquisa utilizado para captação de dados, o qual serviu de ponto de partida para o trabalho hora desenvolvido.

- **Projeto:** fase de levantamento e especificação detalhada do aplicativo. Definição da metodologia de desenvolvimento a ser empregada, considerando-se os aspectos relativos à qualidade e ao gerenciamento do projeto.
- **Implementação:** programação e geração dos recursos multimídia conforme especificação detalhada. O sistema foi desenvolvido em Pascal Objeto em ambiente Delphi[®], que utiliza uma tecnologia de compilação moderna, produzindo executáveis rápidos, realizando uma programação orientada a objetos, com ênfase na utilização da técnica GUI (interface gráfica para o usuário). Utiliza ainda, os recursos de definição de tela, edição de dados, computação e manipulação de cadeias, recuperação e atualização da base de dados.

Os temas do sistema computacional foram: psicometria; métodos de secagem; secagem de grãos e simulação de secagem; aeração de grãos.

A forma e a seqüência de apresentação do material (textos, gráficos, tabelas, figuras, exemplos, etc.) de telas e a avaliação do efeito do método no

desempenho dos alunos (amostras), comparado com o método tradicional de ensino, foram executados segundo metodologias próprias e sob a orientação dos especialistas do Departamento de Educação da Universidade Federal de Viçosa, havendo revisões para avaliar o produto com uma amostra de usuários.

- **Validação** : fase de revisões dos programas e testes do aplicativo pelo usuário.

A avaliação da qualidade do sistema computacional foi baseada em um estudo das principais normas de qualidade para a aplicação da série ISO 9000 em produtos de software - ISO 9000-3 e ISO 9126, além do modelo PSP, que é aplicado a pequenas empresas de software, baseado no modelo CMM do SEI.¹

As normas de qualidade de produtos de software estudadas listam o conjunto de características que devem ser verificadas em um software para que ele seja considerado de qualidade. São seis grandes grupos de características: funcionalidade, confiabilidade, usabilidade, manutenibilidade e portabilidade.

Um resumo da avaliação das características de qualidade do sistema ABA encontra-se listado na Quadro 1.

Quadro 1: Conjunto de características de qualidade verificado.

Característica		Pergunta chave
Funcionalidade (satisfaz necessidades ?)	adequação	Propõe-se a fazer o que é apropriado ?
	acurácia	Faz o que foi proposto de forma correta ?
	conformidade	Está de acordo com as normas, leis, etc. ?
Confiabilidade (é imune a falhas ?)	maturabilidade	Com que frequência apresenta falhas ?
	tolerância a falhas	Ocorrendo falhas, como ele reage ?
Usabilidade (é fácil de usar ?)	inteligibilidade	É fácil entender o conceito e a aplicação ?
	apreensibilidade	É fácil aprender a usar ?
	operacionalidade	É fácil de operar e controlar ?
Manutenibilidade (é fácil de modificar ?)	tempo	Qual o tempo de resposta, a velocidade de execução ?
	recursos	Quanto recurso usa ? Durante quanto tempo ?
	analísabilidade	É fácil de encontrar uma falha, quando ocorre ?
Portabilidade (é fácil de usar em outro ambiente ?)	modificabilidade	É fácil modificar e adaptar ?
	adaptabilidade	É fácil adaptar a outros ambientes ?
	capacidade para ser instalado	É fácil instalar em outros ambientes ?
	conformidade	Está de acordo com padrões de portabilidade ?

¹ ISO - International Organization for Standardization

PSP - Processo Pessoal de Software

CMM - Modelo de Maturidade da Capacidade

SEI - Instituto de Engenharia de Software do Departamento de Defesa dos EUA

A avaliação do sistema como instrumento pedagógico baseou-se na comparação entre o aprendizado dos alunos treinados com a utilização do sistema e os treinados por meio de metodologias tradicionais.

Para cada grupo, foram providenciados computadores em número condizente com o grupo de alunos, a instalação do sistema ABA para a disponibilidade em tempo integral e o acompanhamento dos usuários para facilitar e garantir a utilização do material.

Além de serem submetidos a uma prova, os grupos de alunos foram questionados sobre vários aspectos relativos ao uso do sistema, como: ambiente do sistema, a concepção e apresentação das telas, interatividade (usuário/software), os aspectos formais do diálogo, e o funcionamento e a concepção pedagógica.

- ***Entrega e aceitação*** : fase final da entrega, instalação e aceitação do aplicativo pelo usuário.

15.1 - Learning Space, software para disponibilização de ensino à distância

Como já mencionado, na definição da melhor ferramenta para o desenvolvimento do material educativo, foi criado um curso virtual de Introdução à Engenharia Agrícola e Ambiental da Universidade Federal de Viçosa, utilizando o Learning Space, software da Lotus-IBM para ensino à distância.

Este material, além de ser um dos produtos do processo de treinamento, como uma função extra, deverá ser utilizado para melhorar o curso de iniciação dos graduandos em Engenharia, adequando-o à modernidade.

O material foi desenvolvido com os três propósitos: primeiro, familiarizar o estudante com as possibilidades de aplicação da engenharia no campo; segundo, apresentar um material para ajudá-lo no desenvolvimento de suas habilidades com grandezas, para posterior utilização durante a sua graduação; terceiro, apresentar a área de atuação do Engenheiro Agrícola – processamento e armazenamento de produtos agrícolas.

15.1.1 - Introdução

A adoção da educação e do treinamento baseados na Web, tanto por meio de Intranets corporativas, quanto pela internet, apenas começou no segundo semestre de 1997.

Desde 1997, o Ministério da Educação, por meio do Proinfo, conseguiu conectar 2.484 escolas públicas de primeiro e segundo graus à internet. É pouco, bem abaixo da meta de 6.000 escolas para o biênio 1997/98, mas idéias não faltam. O programa Sociedade da Informação, do Ministério da Ciência e Tecnologia, pretende conectar todas as bibliotecas públicas do país à rede, aproveitando o caráter democrático e multiplicador desses locais.

Mas é no treinamento da força de trabalho que o ensino à distância tem mostrado mais facilidade em se consolidar. Na maioria dos casos, este público já tem intimidade com computadores e internet. O que mais incentiva este tipo de treinamento é a necessidade de se encontrar métodos para trazer o treinamento diretamente para o desktop de uma forma contínua.

O servidor adotado pela equipe da Unidade de Educação a Distância da UFV, trabalha com a tecnologia do Learning Space-Lotus Notes, o qual facilita o processo de ensino e aprendizagem por utilizar múltiplas tecnologias - conteúdo multimídia interativa, interação com instrutores e entre aprendizes, chats etc.

É preciso entender como sistemas de instrução estabelecidos, como por exemplo, as salas de aula do Learning Space, podem migrar para uma organização mais aberta, na qual parte da instrução poderia ser dada de acordo com o modelo dinâmico para a aprendizagem.

Um processo de aprendizado, em qualquer nível de instrução e treinamento, normalmente incorpora as seguintes ações:

- ✓ estabelecer os objetivos do processo de aprendizagem;
- ✓ encontrar e revisar (ou criar) os materiais instrucionais;
- ✓ avaliar o nível de conhecimento dos alunos;
- ✓ fornecer material apropriado aos alunos;
- ✓ definir a forma de acesso dos alunos aos componentes/módulos;
- ✓ revisar e acompanhar o progresso dos alunos e intervir quando necessário;
- ✓ oferecer e gerenciar a comunicação entre aluno e instrutor e entre alunos;
- ✓ avaliar o processo de aprendizagem e preparar relatórios com os resultados do processo de aprendizagem.

15.1.2 - Uma abordagem da instrução na web

A explosão do número de ambientes de educação à distância pode ser creditada, em parte, à internet, onde uma cultura de comunicação digital está em expansão. Existem três tecnologias de comunicação da internet, essenciais ao Learning Space-Lotus Notes: o correio eletrônico, a rede mundial (World Wide Web) e a videoconferência.

A cultura de comunicação digital está forçando uma mudança do paradigma da educação tradicional, que ocorre no confinamento entre quatro paredes de uma instituição para um sistema de educação no estilo aberto e atrativo, onde escolha e qualidade são essenciais. Portanto, os aspectos de entretenimento dos materiais didáticos deverão, conseqüentemente, se tornar um fator decisivo quando os alunos forem utilizar o curso aqui apresentado, ou cursos equivalentes.

15.1.3' - Descrição do LearningSpace - Lotus Notes

O que se espera das ferramentas do Learning Space-Lotus Notes são:

- ✓ promover a adoção da Web como um ambiente educacional;
- ✓ contribuir com mudanças pedagógicas, dando suporte à recriação;
- ✓ encorajar a evolução do conhecimento - tanto para os alunos quanto para os professores.

Os cursos do Learning Space - Lotus Notes se baseiam nas seguintes premissas:

- ✓ o autor do curso não precisa ser um especialista em internet;
- ✓ os cursos criados devem buscar grande capacidade de interatividade, a fim de atrair maior participação do aluno no processo de aprendizado;
- ✓ os recursos oferecidos para a criação de cursos devem corresponder aos de uma sala de aula convencional, acrescidos de outros normalmente disponíveis no ambiente Web.

Além disso, há a possibilidade de reutilização de conteúdos já existentes em mídia digital, pela importação de arquivos, por exemplo.

15.1.4 - Atores

O Learning Space - Lotus Notes considera que os seguintes atores estão envolvidos no processo ensino/aprendizagem:

1. O **Administrador** (técnicos do CPD ou da unidade de educação à distância), que facilita a integração professor/curso/aprendiz e lida com as questões de natureza predominantemente operacionais, como a matrícula de alunos e outras tarefas de secretaria.
2. O **Aluno** (Engenharia Agrícola e Ambiental), que agora se transforma em aprendiz e é o usuário final do curso, representando o público alvo, para quem se destina o produto final.
3. O **Professor**, que é o criador do curso, aquele que participa desde a sua descrição inicial até a entrada de conteúdo. Ele pode ou não ser o responsável pela aplicação do curso. Caso seja, então, ele também faz o papel de instrutor, que pode ou não ter o auxílio de um monitor, o qual lida com os aspectos práticos do curso, além de ajudar a avaliar os alunos.

15.1.5 - A interface do aluno



O poder do aluno é resumido pela programação.

Ela oferece o guia do conteúdo do curso, o que facilita a navegação, configurado pela seleção, feita pelo professor, dos mecanismos de comunicação, coordenação e cooperação.

A programação serve como um mapa do curso, semelhante a um roteiro, guiando-o pelas suas tarefas e dos materiais necessários para completar seu trabalho. Vinculando o aluno diretamente ao conteúdo, a programação apresenta a estrutura e detalhes do curso, tais como recursos das tarefas, objetivos de aprendizagem, descrições gerais, materiais de leitura, exercícios, pesquisas e testes. A programação pode ser organizada para uma aprendizagem de ritmo próprio, sem prazos determinados ou mapeamento a um horário específico com datas de conclusão. Dependendo do modelo de sua tarefa, o aluno pode iniciar diretamente uma discussão ou tarefa de um documento da programação.



No centro de recursos está o conteúdo que o aluno utiliza para as tarefas do curso. Servindo como um centro do recurso compartilhado, ele armazena e gerencia a informação necessária para o curso, como leituras, artigos, sites da web, videoclipes, gráficos e apresentações. Os documentos do centro de recursos são normalmente vinculados diretamente a tarefas divulgadas na programação. O aluno pode também pesquisar os documentos do centro de recursos por materiais específicos do curso e procurar por itens de interesse relacionados. É possível iniciar uma discussão ou tarefa relacionada com um documento do centro de recursos.



A sala de aula é interativa e on-line, o que possibilita a discussão de tópicos entre colegas, compartilhamento de informações e complementação de projetos e tarefas. A sala de aula permite trabalhar em equipes designadas e facilita a colaboração com o(s) instrutor(es) e outros colegas. Os vários níveis de comunicação caracterizam-se por permitirem níveis públicos e particulares de interação. É possível inserir tópicos para a classe inteira ler, ou particulares a outros alunos, entre aluno e seu(s) instrutor(es), ou somente para membros da equipe. Visões sofisticadas da sala de aula separam as discussões e tarefas, facilitando a identificação das tarefas. O seu instrutor facilita o trabalho, ajudando com tarefas e discussões, providenciando comentários gerais e respondendo a perguntas para promover seu sucesso.



Os perfis contêm as informações sobre os colegas de curso e instrutor(es). Aqui o aluno pode disponibilizar informações a seu respeito, editando seu perfil de modo que contenha sua fotografia, apelido, interesses e, dependendo de seu curso, informações sobre sua formação e trabalho. Este banco de dados permite que os alunos se conheçam, se estes não tiverem a oportunidade de se conhecerem pessoalmente. Além disso, aqui o aluno pode acessar um portfólio particular das notas das suas avaliações e tarefas.



Figura 9: A interface do aluno, quando é mostrada a programação.

15.1.6 - Usar a ajuda do Learning Space

Existem oito seções de ajuda do Learning Space, fornecendo informações sobre diversos aspectos :

Introdução ao Learning Space - providencia uma visão geral, incluindo as descrições dos quatro bancos de dados dos cursos.

Acessar um curso - descreve como acessar um curso para participantes, utilizando um browser da Web ou o Lotus Notes, incluindo dicas para a configuração de seu computador.

Usar o LearningSpace - descreve técnicas específicas para trabalhar com vários aspectos dos cursos do LearningSpace, incluindo informações mais detalhadas sobre como usar a ajuda.

Básicos para alunos - providencia informações básicas sobre como acessar um curso e efetuar tarefas importantes nos cursos. Esta seção de ajuda serve como uma referência para alunos que não estão familiarizados com o Learning Space.

Programação, centro de recursos, sala de aula e perfis - cada uma dessas quatro seções descreve tarefas que você necessitará efetuar em cada um dos quatro bancos de dados do curso de Learning Space.

Para acessar a ajuda, basta clicar no ícone Ajuda da página inicial.



Figura 10: Localização do ícone Ajuda.

15.1.7 - Identificação

Para acessar o curso, no endereço (<http://www.ufv.br/>) na Homepage da UFV, clique em EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA, e depois em CLIQUE AQUI PARA ENTRAR NO SISTEMA.

Para tornar-se usuário do curso é preciso, primeiro, cadastrar o nome e a senha de acesso do usuário.

Digite seu nome de usuário e senha nos campos de texto apropriados e clique no botão OK .

Selecione o nome do curso e, depois, clique no ícone Ir para o Curso.

Introdução à Engenharia Agrícola e Ambiental



Código do Curso: DEA-Introd Engen Agríc e Ambiental

Instrutores: Juarez, Rodrigues, Euclides, pmaffia

Alunos: leacir, evandro, adílho, aluno, jadir

Descrição: Introdução à Engenharia Agrícola e Ambiental

Figura 11: Caixa de entrada dos dados do usuário e ícone de seleção do curso.

O Módulo 1 do curso Engenharia Agrícola e Ambiental, aborda os seguintes assuntos:

- ✓ Introdução – vídeo institucional;
- ✓ Engenharia Agrícola e Ambiental;
- ✓ História da Engenharia no Brasil;
- ✓ História da Engenharia Agrícola no Brasil;
- ✓ Atribuições do profissional;
- ✓ Mercado de trabalho;
- ✓ Engenharia Agrícola e Ambiental na UFV;
- ✓ Estrutura administrativa da UFV;
- ✓ Referências bibliográficas.

O Módulo do curso Introdução ao sistema de Unidades (SI), aborda os seguintes assuntos:

- ✓ Introdução ao sistema de unidades SI;
- ✓ Histórico do SI;

- ✓ Sistemas planejados;
- ✓ Pesos e medidas no Brasil;
- ✓ Vantagens do SI;
- ✓ Principais grandezas e unidades;
- ✓ Prefixos utilizados para a conversão do SI;
- ✓ Fatores de conversão;
- ✓ Constantes;
- ✓ Simulação de conversões;
- ✓ Exercícios sobre conversão de unidades;
- ✓ Avaliação 1 – conversão de unidades;
- ✓ Avaliação 2 – cálculos de áreas;
- ✓ Avaliação 3 – densidade e massa específica;
- ✓ Avaliação 4 – operações decimais;
- ✓ Tarefas de trabalho 1 – cálculos de peso (massa) em unidades do SI;
- ✓ Tarefas de trabalho 2 – cálculos de volume em unidades do SI;
- ✓ Tarefas de trabalho 3 – medidas;
- ✓ Tarefas de trabalho 4 – medidas de construção;
- ✓ Tarefas de trabalho 5 – assuntos diversos;
- ✓ Referências bibliográficas;
- ✓ Sites interessantes;
- ✓ Assuntos diversos.

O Módulo do curso Secagem e Armazenagem de Produtos Agrícolas, aborda os seguintes assuntos:

- ✓ Introdução;
- ✓ Propriedades físicas dos grãos;
- ✓ Umidade de grãos;
- ✓ Situação problema 1;
- ✓ Situação problema 2;
- ✓ Métodos de determinação de umidade;
- ✓ Situação problema 3;
- ✓ Situação problema 4;
- ✓ Avaliação 1 – determinação de umidade 1;
- ✓ Avaliação 1 – determinação de umidade 2;
- ✓ Psicrometria;

- ✓ Propriedades psicrométricas;
- ✓ Causas da deterioração dos produtos armazenados;
- ✓ Secagem a baixas temperaturas;
- ✓ Secagem a altas temperaturas;
- ✓ Classificação dos secadores quanto ao uso;
- ✓ Aeração de grãos;
- ✓ Ventiladores
- ✓ Unidades armazenadoras;
- ✓ Produção agrícola e capacidade de armazenagem;
- ✓ Evolução da produtividade brasileira;
- ✓ Sistema de secagem;
- ✓ Referências bibliográficas.

Programação

- ☉ [Prefácio](#)
- ▼ **Módulo 1 - Engenharia Agrícola e Ambiental**
 - ☉ [Introdução - vídeo Institucional](#)
 - ☉ [Engenharia Agrícola e Ambiental](#)
 - ☉ [História da Engenharia no Brasil](#)
 - ☉ [História da Engenharia Agrícola no Brasil](#)
 - ☉ [Atribuições do Profissional](#)
 - ☉ [Mercado de Trabalho](#)
 - ☉ [Engenharia Agrícola e Ambiental na UFV](#)
 - ☉ [Estrutura Administrativa da UFV](#)
 - ☉ [Referências Bibliográficas](#)
- ▼ **Módulo 2 - Introdução ao Sistema de Unidades (SI)**
 - ☉ [Introdução ao Sistema de Unidades SI](#)
 - ☉ [Histórico do SI](#)
 - ☉ [Sistemas Planejados](#)
 - ☉ [Pesos e Medidas no Brasil](#)
 - ☉ [Vantagens do SI](#)
 - ☉ [Principais Grandezas e Unidades](#)
 - ☉ [Prefixos utilizados para a conversão do SI](#)
 - ☉ [Fatores de Conversão](#)
 - ☉ [Constantes](#)
 - ☉ [Simulação de conversões](#)
 - ☉ [Exercícios sobre conversão de unidades](#)
 - ☉ [Avaliação 1 sobre conversão de unidades](#)
 - ☉ [Avaliação 2 - Cálculos de áreas](#)
 - ☉ [Avaliação 5 - Densidade e Massa específica](#)
 - ☉ [Avaliação 6 - Operações decimais](#)
 - ☉ [Tarefas de trabalho 1 - Cálculos de Peso \(Massa\) em Unidades](#)
 - ☉ [Tarefas de trabalho 2 - Cálculos de volume em Unidades de](#)
 - ☉ [Tarefas de trabalho 3 - Medidas](#)
 - ☉ [Tarefas de trabalho 4 - Medidas de Construção](#)
 - ☉ [Tarefas de trabalho 5 - Assuntos Diversos](#)
 - ☉ [Referências Bibliográficas](#)
 - ☉ [Sites Interessantes](#)
 - ☉ [Assuntos diversos](#)
- ▼ **Módulo 3 - Secagem e Armazenagem de Produtos Agrícolas**
 - ☉ [Introdução](#)
 - ☉ [Propriedades físicas dos grãos](#)
 - ☉ [Unidade de grãos](#)
 - ☉ [Situação-problema 1](#)
 - ☉ [Situação-problema 2](#)
 - ☉ [Métodos de determinação de umidade](#)
 - ☉ [Situação-problema 3](#)
 - ☉ [Situação-problema 4](#)
 - ☉ [Avaliação 1 - Determinação de umidade](#)
 - ☉ [Avaliação 2 - Determinação de umidade 2](#)
 - ☉ [Psicrometria](#)
 - ☉ [Propriedades psicrométricas](#)
 - ☉ [Causas da deterioração dos produtos armazenados](#)
 - ☉ [Secagem a Baixas Temperaturas](#)
 - ☉ [Secagem a Altas Temperaturas](#)
 - ☉ [Classificação dos Secadores quanto ao Uso](#)
 - ☉ [Aeração de Grãos](#)
 - ☉ [Ventiladores](#)
 - ☉ [Unidades Armazenadoras](#)
 - ☉ [Produção Agrícola e Capacidade de Armazenagem](#)
 - ☉ [Evolução da produtividade brasileira](#)
 - ☉ [Sistema de armazenagem](#)

Engenharia Agrícola e Ambiental



Sistema Internacional de Unidades

Secagem e Armazenagem



Arquivo Editar Exibir Ir Favoritos Ajuda

Voltar Avançar Parar Atualizar Página inicial Pesqu

Endereço <http://quefrem.cpd.ufv.br/> Links

Engenharia Agrícola e Ambiental

Universidade Federal de Viçosa

Programação Centro de Recursos Sala de Aula Perfis

Orientação Descrição Ajuda Saída

Zona da Internet

Figura 12: Tela com a interface do aluno, mostrando a programação do curso.

15.2 - O sistema Aplicativo Básico de Armazenamento - ABA

Seguindo um plano de desenvolvimento dos produtos, foram gerados programas e recursos, que em conjunto, originaram o sistema ABA.

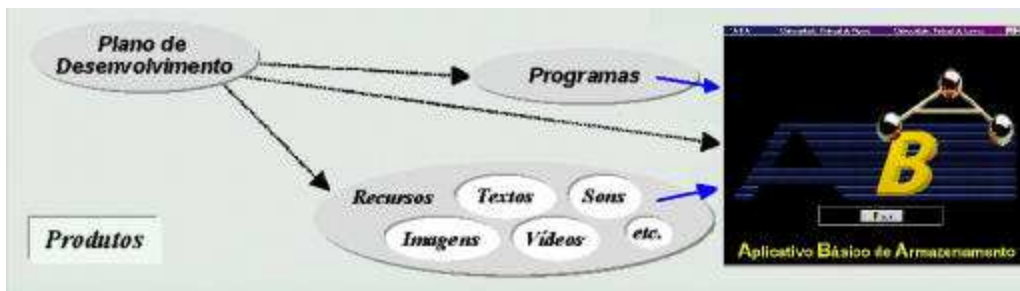


Figura 13: Produtos desenvolvidos.

O sistema ABA foi desenvolvido utilizando-se a ferramenta Delphi[®] 5.0 da Imprise-Borland[™], na linguagem pascal objeto e criado para ser executado no sistema operacional Windows 95[®] ou superior. A configuração mínima recomendada para trabalho é de: computador com processador de 100 Mhz; 16 MB de memória RAM; 100 MB de espaço livre em disco rígido; drive de CD-ROM de 24X, para quem for usar o acesso ao sistema direto do CD-ROM; resolução de vídeo com 800 x 600 pixels e 16 bits de cores.

O sistema ABA possibilita ao usuário selecionar o módulo de seu interesse, partindo de uma tela principal, por meio de botões ativados pelo mouse ou teclado. A interface das telas é padronizada para que o usuário acostumado com o desenho das mesmas tenha facilidade de navegação, sendo possível a ampliação da sua capacidade de entendimento, memorização e tomada de decisão. Nesta padronização estão as palavras-chaves e, ou, botões que orientam qual o caminho a ser seguido, possibilitando saltar etapas, avançar para páginas seguintes ou retornar a páginas anteriores.

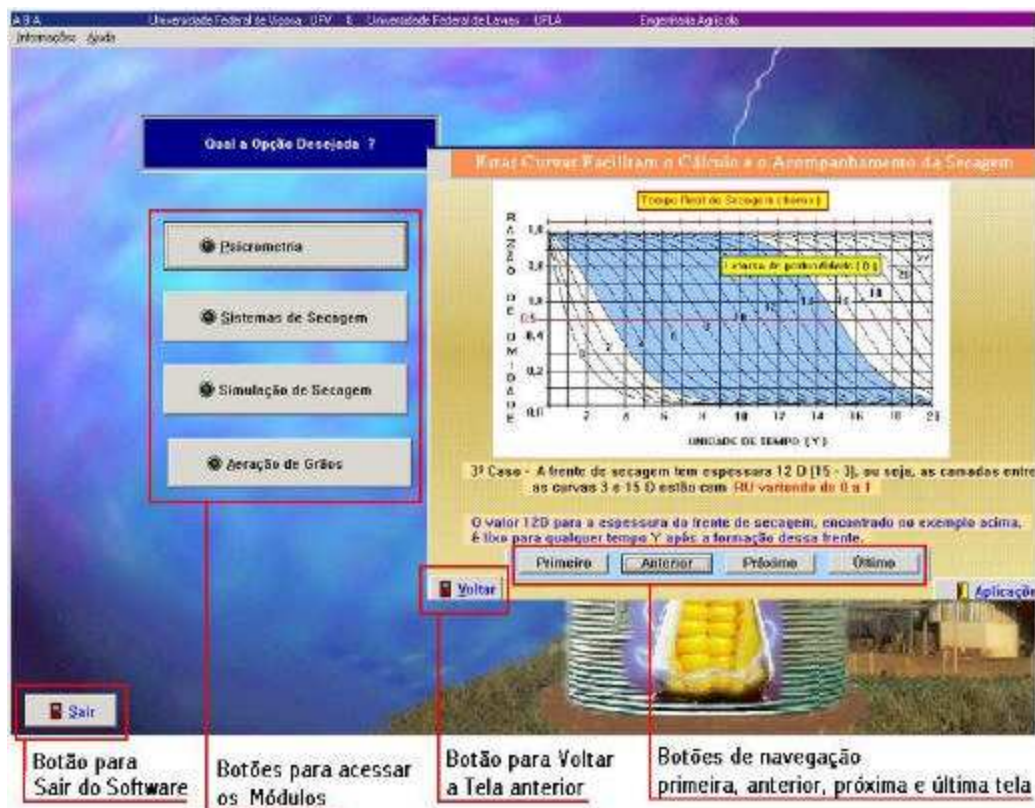


Figura 14: Itens de navegação.

O ABA é constituído de módulos relativos a cada tópico do programa de ensino em pós-colheita de produtos agrícolas, com as características de, no módulo demonstração, o usuário receber exemplos por meio de algumas páginas, como índice e informações sobre o que se espera para trabalhar com o respectivo modelo. Selecionado o módulo de seu interesse, o usuário pode acessar breves descrições dele

em forma verbal ou gráfica. Caso o módulo já seja conhecido, o usuário pode começar diretamente com simulações, modificando os parâmetros do modelo por meio de suas entradas, recebendo como resultado o cálculo dos valores simulados. É possível ainda fazer simulações comparativas, solucionar alguns exercícios de autocontrole e verificar se o mesmo está interpretando de maneira correta o funcionamento do modelo estudado. O uso das simulações transforma o computador em laboratório virtual, pelo princípio de que aprendemos mais fazendo do que ouvindo, pois só aprendemos refazendo de alguma forma o saber, ou seja, trilhando de novo os mesmos caminhos que culminaram na sua constituição como conteúdo de uma determinada disciplina. Finalmente, o usuário pode solucionar alguns exercícios de autocontrole que lhe permitem verificar se ele está apto a interpretar corretamente o funcionamento do modelo.

Ainda que o aluno possa estudar cada uma destas opções, ele terá freqüentemente indicações sobre onde encontrar informações relacionadas ao elemento que estuda no momento. Ele sempre tem a possibilidade de utilizar um caminho recomendado.

O sistema tem mais um caráter de ferramenta. Não há um caminho predefinido, mas o aluno pode seguir trabalhando página por página, de forma seqüencial, ou seja, começando com um módulo, estudando a descrição, experimentando algumas simulações e, por fim, solucionando os exercícios.

O processamento e armazenamento são importantes no processo de produção agrícola por propiciar a manutenção da qualidade dos produtos, além de reduzir riscos de perdas durante o período de armazenamento. O conhecimento sobre psicrometria, métodos de secagem, teoria e simulação de secagem, além das características dos sistemas e das técnicas de manejo da aeração de grãos armazenados é de fundamental importância para obtenção de sucesso na prática de conservação de grãos.

O módulo Aba1 - Psicrometria, aborda os seguintes assuntos:

- ✓ Introdução à psicrometria;
- ✓ Definição de psicrometria;
- ✓ Ar úmido, seco e saturado;
- ✓ Propriedades psicrométricas do ar;
- ✓ Determinação das condições do ar;

- ✓ Psicômetros;
- ✓ Utilização do gráfico psicrométrico;
- ✓ Operações de modificação do ar;
- ✓ Simulação – cálculo das condições psicrométricas;
- ✓ Simulação – cálculo das modificações do ar.

O módulo Aba2 – Métodos de secagem, aborda os seguintes assuntos:

- ✓ Introdução aos sistemas de secagem;
- ✓ Recomendações das umidades dos grãos para o armazenamento;
- ✓ Métodos de secagem;
- ✓ Secagem natural e artificial;
- ✓ Secagem a baixa temperatura;
- ✓ Frente de secagem;
- ✓ Manejo e recomendações;
- ✓ Secagem a alta temperatura;
- ✓ Classificação dos secadores quanto aos fluxos de produto e ar;
- ✓ Classificação quanto à operação;
- ✓ Classificação quanto à utilização;
- ✓ Comparação entre secagem a baixa e a alta temperatura;
- ✓ Eliminação de impurezas;
- ✓ Consumo energético.

O módulo Aba3 – Teoria e simulação de secagem, aborda os seguintes assuntos:

- ✓ Introdução à teoria de secagem;
- ✓ Balanço de energia;
- ✓ Equação do balanço de energia;
- ✓ Cálculo do tempo de secagem;
- ✓ Modelo de Hukill;
- ✓ Simulação – cálculo da razão de umidade do modelo de Hukill;
- ✓ Curvas de secagem em camadas espessas;
- ✓ Como utilizar as curvas de secagem;
- ✓ Aplicações das curvas de secagem;
- ✓ Cálculo – determinação do tempo de secagem;
- ✓ Cálculo – determinação da frente de secagem e da umidade média;

- ✓ Cálculo – determinação do tempo de secagem num sistema a alta temperatura;
- ✓ Simulação de Secagem.

O módulo Aba4 - Aeração de grãos, aborda os seguintes assuntos:

- ✓ Introdução à técnica de aeração;
- ✓ Importância do armazenamento no “agribusiness”;
- ✓ Conceitos úteis para o domínio da técnica de aeração;
- ✓ Aeração de grãos – como interromper o ciclo de perdas na armazenagem;
- ✓ Maturação fisiológica – ponto de partida para a boa conservação dos grãos;
- ✓ Massa de grãos – microclima do ecossistema;
- ✓ Perdas durante a armazenagem;
- ✓ Técnica da transilagem;
- ✓ Técnicas da aeração;
- ✓ Características e vantagens da técnica de aeração;
- ✓ Objetivos da aeração;
- ✓ Conjunto de equipamentos do sistema de aeração;
- ✓ Processo operacional correto;
- ✓ Memorial de cálculos para o dimensionamento de um sistema de aeração; e,
- ✓ Simulação – cálculo de um sistema de aeração.

A estrutura seqüencial do ABA foi didaticamente definida para propiciar ao usuário um avanço gradativo nos conceitos. Como exemplo, veremos como são abordados os assuntos do módulo Aba4 – Aeração de Grãos:

15.2.1 - Introdução à técnica de aeração

O processo de aeração é indispensável, mas sozinho ele não garante a qualidade dos grãos armazenados. Antes de chegar à armazenagem, os grãos passam por outros processos que influem diretamente na sua qualidade.

É essencial que os grãos passem por uma boa limpeza antes de serem armazenados. Isso é muito importante, pois a impureza impede o fluxo de ar na

massa, fazendo com que a aeração não seja tão eficiente quanto poderia ser. Além disso, a impureza pode ser foco de aquecimentos em determinados pontos da massa. Outro ponto importante é a secagem. Quanto mais secos estão os grãos, mais fácil é o controle da sua qualidade pela aeração e menos tempo de ventilação serão necessárias para fazer a manutenção da qualidade dos mesmos.

O terceiro ponto, o carregamento do silo, inclui duas tarefas muito importantes: a aeração durante o carregamento e o uso correto de espalhadores de grãos.

Um correto uso da aeração já se faz no início do processo quando se utiliza a aeração desde o carregamento. Isso é muito importante, pois, como a quantidade de produto é menor, aumenta em muito a vazão de ar na massa. Com isso, consegue-se o resfriamento da massa em muito menos tempo do que se a aeração somente for iniciada após o carregamento total do silo.

Mesmo que a limpeza (com redução das impurezas a 1%) tenha sido efetuada antes de produto ser colocado no silo, se não for empregado algum tipo de espalhador de cereais, estas impurezas ficarão em pontos localizados na massa. As impurezas finas e pó ficarão concentrados no centro do silo, formando um cilindro compacto onde o ar de aeração dificilmente consegue passar. As impurezas leves, como palha e casquinha, ficarão concentradas nas laterais próximas à parede do silo.

O produto nestes dois locais, em função de não terem aeração suficiente, ficará com a qualidade prejudicada, tornando-se um ambiente ideal para a infestação de insetos e fungos. Isso acontece porque o cereal está vivo e respira e, como consequência deste processo, libera calor. Como não terá aeração suficiente para remover este calor, o produto ficará cada vez mais quente gerando um ciclo: quanto mais quente mais respiração e quanto mais respiração maior será a liberação de calor.

O ambiente ecológico em torno dos grãos ficará então ideal para o desenvolvimento de pragas que reduzirão a qualidade dos grãos.

O objetivo da aeração é sempre o de conservar a qualidade dos grãos armazenados por meio do resfriamento. Porém, pode-se desejar também fazer a secagem dos grãos com o uso da aeração. Dependendo da qualidade do ar de aeração este é um resultado possível.

Processo de aeração:

Sempre que fizermos passar ar pela massa armazenada, estaremos provocando transferência de energia e massa, ou seja, trocas entre o ar e os grãos sob a forma de vapor d'água. Estas trocas podem ser em duas vias, ou seja: grãos cedendo umidade ao ar onde caracterizamos a secagem ou ar cedendo umidade aos grãos, caracterizando o reumedecimento. Estas trocas sob a forma de vapor d'água ocorrem até certo limite, onde ar e grãos não mais trocam vapor d'água, chamado de equilíbrio higroscópico, que é diferente para cada produto. Para determinarmos as condições ideais dos cereais em função de sua temperatura e umidade, foi estabelecido por Burges e Burrell o Diagrama de Conservação de Cereais. De acordo com o gráfico, as condições ideais para evitar o aparecimento de fungos, insetos e problemas com germinação são a manutenção da umidade em torno de 13% b.u. e temperaturas abaixo de 18°C .

Vários são os fatores que propiciam uma boa armazenagem preservando a boa qualidade dos grãos. É necessário cuidado especial em todas as fases do processo para que os objetivos operacionais sejam alcançados.



Figura 15: Tela de abertura do módulo Aeração de grãos.

15.2.2 - Importância do armazenamento no “agribusiness”

“Agribusiness” é o somatório de várias etapas do processo de produção de produtos agrícolas e, dentre elas, estão o armazenamento e o processamento dos produtos agrícolas e seus derivados.

Neste tópico é analisada a participação, ou movimentação financeira, de cada etapa do processo de produção relacionado com o agronegócio, além de conceituar as terminologias empregadas no “agribusiness”.

Uma outra análise sobre o setor agrícola é quanto à comparação da oferta e demanda de grãos no âmbito mundial, norte-americano e brasileiro, resultantes da produção, consumo e estoque de grãos para diversas safras.

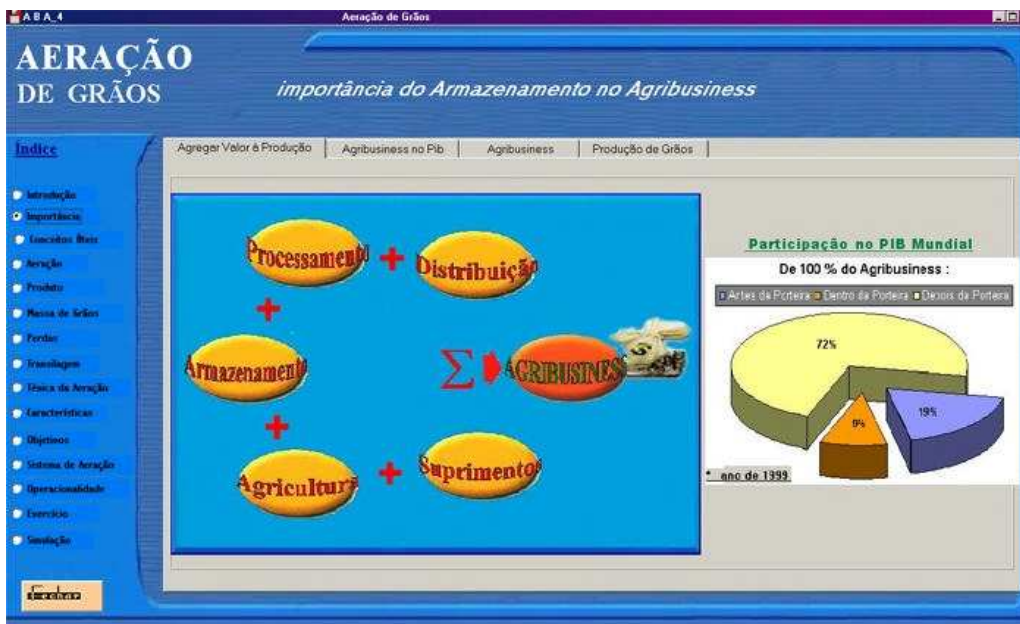


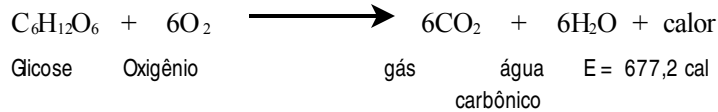
Figura 16: Tela inicial do tópico que mostra a importância do armazenamento no “agribusiness”.

15.2.3 - Conceitos úteis para o domínio da técnica de aeração

Veja a seguir alguns dos conceitos lembrados neste tópico:

Respiração

O processo respiratório sob condições aeróbias (em presença de oxigênio livre):



Os grãos, depois de colhidos, continuam a respirar. Absorvendo oxigênio atmosférico, eles oxidam os carboidratos e gorduras, produzindo anidrido carbônico (CO₂), umidade (H₂O) e liberam energia na forma de calor (E), sendo este processo acompanhado de uma perda de substância. Esta respiração não aumenta apenas a perda de substância, mas conduz ainda, pela elevação da temperatura da massa de grãos, a ações microbianas que podem provocar danos muito graves e irreversíveis.

Convém salientar que o processo de respiração acelera-se por si próprio, pois a umidade absorvida, associada ao processo de elevação de temperatura, eleva o conteúdo de água do grão, sendo este aumento provocado pela intensidade da respiração. A umidade e o calor resultantes deste processo criarão condições favoráveis ao crescimento de mofo, com a deterioração iniciando-se em poucas horas.

Fatores que afetam a intensidade da respiração

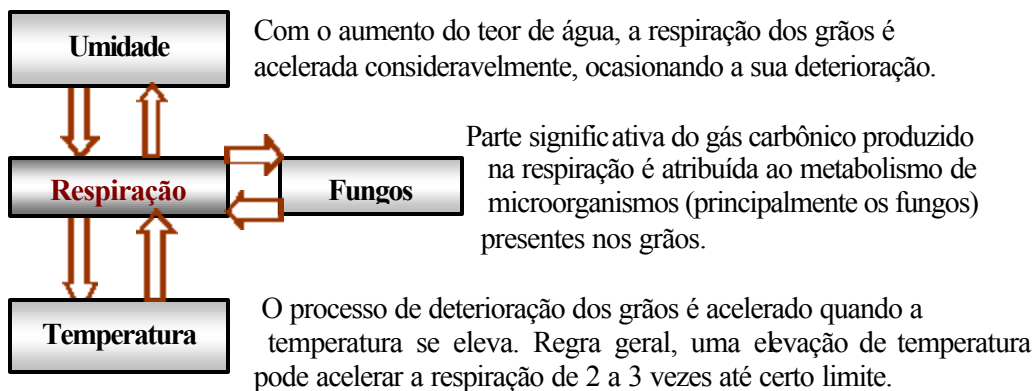


Figura 17: Associação dos fatores que afetam a intensidade respiratória da massa de grãos.

Equilíbrio higroscópico

Os grãos são materiais higroscópicos, isto é, têm capacidade de ceder ou adsorver a umidade do ar que os envolve. Para cada espécie de grão existe um equilíbrio higroscópico, que depende da temperatura e do estado higrométrico do meio ambiente, seja no campo ou no interior do silo e armazém.

Equilíbrio higroscópico significa um balanceamento entre a temperatura e umidade do grão com a temperatura e umidade relativa do ar. Em qualquer par de temperaturas iguais ocorre uma igualdade de tensões entre a percentagem de umidade dos grãos e a umidade relativa do ar. No momento em que houver equivalência no deslocamento da umidade, ocorrerá o equilíbrio.

Porosidade

É a relação entre o volume ocupado pelo ar existente na massa granular e o volume total ocupado por esta massa. Tem grande influência sobre a pressão de um fluxo de ar que atravessa a massa de grãos, refletindo-se no dimensionamento dos sistemas de aeração e dos ventiladores e na potência dos motores para o seu acionamento.

A porosidade pode ser determinada despejando-se um volume conhecido de tolueno ou outro fluido, como óleo de soja, em um recipiente graduado contendo determinado volume de grãos. Pela diferença, obtém-se o espaço granular. A porosidade pode também ser determinada por meio de picnômetros.

Condutividade térmica

Denomina-se condutividade térmica a taxa de calor que flui por condução, normal a uma superfície e por unidade de tempo, quando é estabelecido um gradiente de temperatura entre esta superfície e outra paralela.

Esta propriedade dos materiais biológicos é variável segundo o próprio grão, o seu teor de água e a temperatura. A condutividade térmica dos grãos varia linearmente com o seu teor de água na faixa entre 0 e 35% b.u. e temperaturas entre 20 e 45°C.

A determinação desta propriedade para os produtos agrícolas torna-se bastante complexa, devido, principalmente, ao transporte simultâneo de calor e

massa e alterações químicas e de estrutura que podem ocorrer nas diversas operações unitárias que compõem o processamento e durante a sua conservação pós-colheita. São utilizados, basicamente, dois métodos para determinar a condutividade térmica: o estacionário e o transiente.

O método estacionário consiste na solução da equação de calor para um regime estacionário em placas paralelas, cilíndricas ou esferas concêntricas, contendo a amostra do produto em estudo.

O método transiente ou transitório consiste em introduzir na amostra do produto uma fonte linear de energia e medir o incremento de temperatura no ponto médio desta fonte.

A massa de grãos é um ótimo isolante, apresentando baixa condutividade térmica.

15.2.4 - Migração de umidade

A migração de umidade é a maior causadora de danos aos grãos armazenados e relaciona-se com a temperatura e teor de água do grão, temperatura e umidade do ar atmosférico.

No inverno, o ar frio e denso que se situa junto às paredes do silo gera um fluxo de ar que circulará no interior do armazém, de cima para baixo. Simultaneamente, o ar existente entre os grãos quentes do fundo e do centro do silo absorve calor e sobe. A combinação do fluxo de ar frio e denso próximo às paredes com o fluxo de ar quente que sobe no centro do armazém faz o ar circular. Denominamos esta circulação de “corrente de ar de convecção”.

O ar aquecido, ao subir pela parte central, absorve a umidade dos grãos armazenados e, ao se aproximar da superfície fria da massa de grãos, a umidade é condensada, gerando uma zona de alto teor de água e uma crosta de grãos em deterioração. Esta migração de umidade ocorre até mesmo em grãos armazenados em sistemas convencionais com umidades seguras para a conservação, entre 10 e 13% b.u.

A migração de umidade favorece a atividade de fungos e insetos por estabelecer condições propícias ao aumento da atividade de respiração dos grãos por meio da multiplicação e crescimento de focos de aquecimento.

No verão, o processo ocorre no sentido inverso ao do inverno.



Figura 18: Tela mostrando uma parte dos conceitos úteis para o bom domínio da técnica de aeração

15.2.5 - Aeração de grãos - como interromper o ciclo de perdas na armazenagem

Aeração como técnica:

corretiva - para solução de problemas de aquecimento da massa de grãos;

preventiva - como técnica de conservação (é a ideal).

É importante fazer a aeração preventiva, que consiste em aerar tão logo os grãos cheguem ao silo ou armazém e sempre que as condições climáticas permitirem.

No passado, os armazenistas periodicamente faziam a transilagem dos grãos, movimentando-os através do ar ambiente de uma célula de armazenagem para outra

(passagem dos grãos pelo ar), buscando manter a sua qualidade comercial. Hoje se utiliza a aeração (passagem do ar através da massa de grãos). As vazões de ar utilizadas na aeração são pequenas, fazendo com que seja lento o processo de resfriamento e uniformização da temperatura da massa de grãos.

É necessário que o ar ambiente a ser forçado através da massa de grãos esteja em condições, de temperatura e umidade relativa, adequadas para usufruir dos benefícios da técnica.

Nos tópicos a seguir, são abordados assuntos que fundamentam o uso da aeração, além do manejo do sistema, ou seja, os parâmetros a serem considerados na decisão do uso da aeração.

15.2.6 - Maturação fisiológica - ponto de partida para a boa conservação dos grãos

Quando o grão atinge a maturação fisiológica, ocorre a sua independência com relação à planta-mãe. A partir deste ponto, em que o grão está com o seu máximo vigor, o mesmo estará perdendo-o, podendo chegar à morte, o que significa a perda do seu poder germinativo.

Este processo irreversível é inevitável, podendo apenas ser retardado pelo controle da taxa de respiração do grão, a qual deve ser reduzida ao máximo.

O segredo para conservar os grãos, com padrões destinados à indústria de transformação ou servindo como sementes, com o máximo de qualidade, está em preservar a sua vida, ou seja, o seu vigor. Não é possível melhorar a qualidade do produto estocado. O que se consegue, no máximo, é preservar a sua qualidade inicial, quando é recebido para ser armazenado.

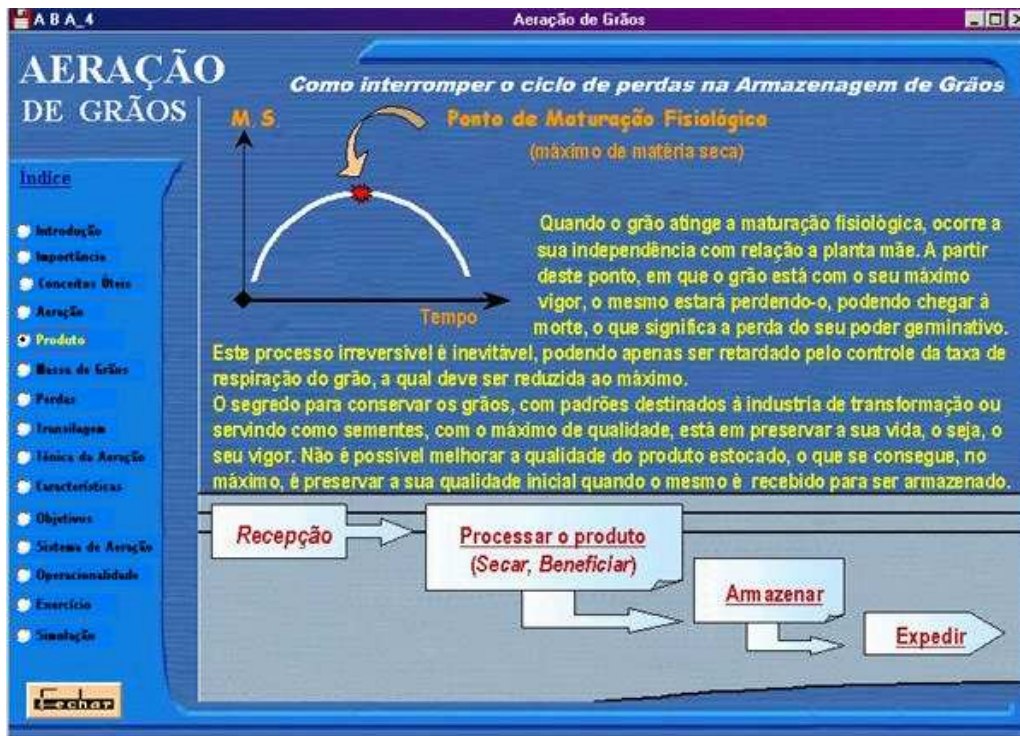


Figura 19: Tela mostrando a referência do produto a partir do ponto de maturação.

15.2.7 - Massa de grãos – microclima do ecossistema

Uma massa de grãos é um sistema ecológico, onde os organismos vivos (componentes biológicos) interagem com os não vivos (meio abiótico). Nesse sistema ecológico, o grão é o principal organismo vivo.

A deterioração dos grãos armazenados é resultante da interação entre variáveis físicas, químicas e biológicas. A massa de grãos possui atributos físicos e biológicos que dependem do meio que os circundam.

O meio abiótico da massa de grãos inclui:

- ✓ variáveis físicas (temperatura);
- ✓ variáveis químicas inorgânicas (oxigênio e gás carbônico);
- ✓ variáveis físico-químicas (umidade);
- ✓ conjunto de compostos orgânicos (subproduto da atividade biológica).

O meio biótico da massa de grãos inclui:

- ✓ grãos;

- ✓ microorganismos (fungos, leveduras e bactérias);
- ✓ artrópodos (insetos e ácaros);
- ✓ vertebrados (roedores e pássaros).

A deterioração dos grãos armazenados é um processo complexo, lento e pouco perceptível no início. Porém, o processo poderá ser rápido se as variáveis físicas, químicas e biológicas estiverem favoráveis à atividade biológica do grão e dos outros organismos vivos que habitam a massa de grãos.



Figura 20: Tela ilustrando o sistema ecológico de uma massa de grãos.

15.2.8 - Perdas durante a armazenagem

A melhor solução é prevenir, pois as perdas são irreversíveis.

É durante a armazenagem que acontecem as maiores perdas, que são resultantes de diversos fatores observados:

- ✓ armazéns obsoletos, sem um sistema de conservação bem dimensionado;
- ✓ aeração mal projetada em silos e armazéns graneleiros;
- ✓ operação manual da aeração, promovida aleatoriamente;
- ✓ operadores sem treinamento adequado;

- ✓ massa de grãos não homogeneizados, em termos de impurezas e/ou umidade.

Hoje as perdas de qualidade se constituem basicamente por :

- ✓ Aquecimento dos grãos (grãos ardidos);
- ✓ Infestação de insetos;
- ✓ Proliferação de fungos;
- ✓ Perda de peso;
- ✓ Amarelamento dos grãos de arroz;
- ✓ Perda do vigor nas sementes.

Estas perdas podem ser totalmente eliminadas pela mudança do conceito de aplicação e operação do sistema de aeração e termometria.

A evolução tecnológica, hoje presente em quase todos os setores, também privilegia o setor de armazenamento com um grande avanço.

15.2.9 - Técnica da transilagem

Ainda hoje, em unidades armazenadoras mais antigas, os operadores fazem movimentar a massa de grãos através do ar ambiente, quando se verifica qualquer problema de armazenagem que possa comprometer a qualidade do produto.

A esse procedimento denomina-se "transilagem".

Essa operação, apesar de resolver alguns dos problemas que ocorrem durante o armazenamento, apresenta várias desvantagens, tais como:

- a) ocasiona um elevado índice de danos mecânicos no produto durante a sua movimentação;
- b) necessita, na maioria das vezes, de maior tempo para a solução do problema, considerando que, com apenas uma circulação do produto pelo ar, o problema pode ainda persistir ou não ser totalmente resolvido;
- c) apresenta custo extra, já que o processo exige um silo ou uma célula de estocagem vazia na unidade armazenadora;
- d) apresenta custo operacional mais elevado, não só pela maior demanda de tempo, mas também por envolver maior número de equipamentos, pessoal e consumo de energia.

Neste ponto, o usuário é convidado a clicar em Técnica da Aeração para ver como minimizar alguns destes problemas.

15.2.10 - Técnicas da aeração

Para minimizar alguns desses problemas, tem sido utilizada a técnica de aeração, que consiste na passagem forçada do ar, com um fluxo adequado, através da massa de grãos. Além disso, a técnica é feita com o intuito de prevenir ou solucionar outros problemas durante a conservação do produto. A aeração apresenta também vantagens como a possibilidade de supervisionar tanto o sistema quanto o produto durante a operação de aeração.

É importante fazer a aeração preventiva e não a corretiva, que consiste em promover a aeração tão logo os grãos entrem no silo ou armazém e sempre que as condições climáticas permitirem.

Assim procedendo, promove-se o resfriamento da massa de grãos para temperaturas inferiores a 17°C, passando a termometria a ter a função de acompanhar e informar sobre o avanço da frente de resfriamento da massa de grãos.

Por este novo conceito, a termometria jamais deve ser utilizada para informar o aquecimento da massa de grãos, pois, com o aquecimento da massa de grãos, já teria iniciado o ciclo de perdas e a aeração seria, portanto, corretiva.

15.2.11 - Características e vantagens da técnica de aeração

Algumas características e vantagens da aeração:

- ✓ agiliza o fluxo de recepção na safra;
- ✓ dispensa transilagens e os conseqüentes danos físicos aos grãos e desgastes de equipamentos de transporte;
- ✓ aumento da capacidade de armazenagem, pois não é necessário reservar espaço para a transilagem;
- ✓ economia, pela não necessidade de transilagem;
- ✓ economia quanto ao menor desgaste dos equipamentos (elevadores, fitas, secadores);

- ✓ remanejamento de equipamentos dispensáveis para novas unidades armazenadoras;
- ✓ mantém as características de recepção dos grãos, livres de insetos ($T < 17^{\circ}\text{C}$) e fungos ($\text{UR} < 65\%$), sempre que as condições climáticas o permitirem;
- ✓ evita riscos de perda de qualidade e peso, otimizando a comercialização dos grãos;
- ✓ possibilita o consumo racional de energia elétrica, acionando os motores de aeração somente nos momentos favoráveis e bloqueando-os nos horários de ponta;
- ✓ segurança operacional.

15.2.12 - Objetivos da aeração

Apesar das vantagens citadas, aplicações sucessivas da aeração podem resultar na formação de blocos de grãos e concentração de finos, que dificultam a passagem do ar. Neste caso, não se pode descartar por completo a possibilidade da movimentação de parte ou de toda a massa de grãos para se corrigir o problema. O operador deve estar ciente da necessidade e, se possível, efetuar uma passagem do produto pelo sistema de limpeza. O importante é saber que a armazenagem a granel, durante longo período, torna-se muito difícil sem a prática da aeração, mesmo sabendo-se que o produto encontra-se devidamente limpo e seco.

A aeração pode ter diferentes efeitos sobre a massa de grãos, dependendo das condições do ambiente e do próprio produto. Para esclarecer alguns dos problemas, pretende-se, com este curso, mostrar ao futuro gerente de uma unidade que, antes de acionar o sistema de aeração, é essencial fazer uma previsão sobre os possíveis resultados da operação já que, com a utilização da técnica, pode-se atender aos seguintes objetivos:

- ✓ estabelecer o resfriamento de pontos aquecidos na massa de grãos;
- ✓ uniformizar a temperatura na massa de grãos;
- ✓ prevenir o aquecimento e regular o teor de água do produto;
- ✓ promover a secagem, dentro de certos limites;
- ✓ promover a remoção de odores;

- ✓ promover o resfriamento de toda a massa de grãos.



Figura 21: Tela de navegação dos objetivos da aeração.

15.2.13 - Conjunto de equipamentos do sistema de aeração

Sistema de aeração

O bom funcionamento de um sistema de aeração depende da escolha correta do conjunto de equipamentos, sistema de ventilação e de distribuição do ar, tipo de fundo do silo, conjunto de termometria e quadro de comando. O sistema de aeração deve ser calculado para fornecer um fluxo de ar suficiente para inibir o desenvolvimento de microrganismos e insetos, além dos objetivos do arejamento.

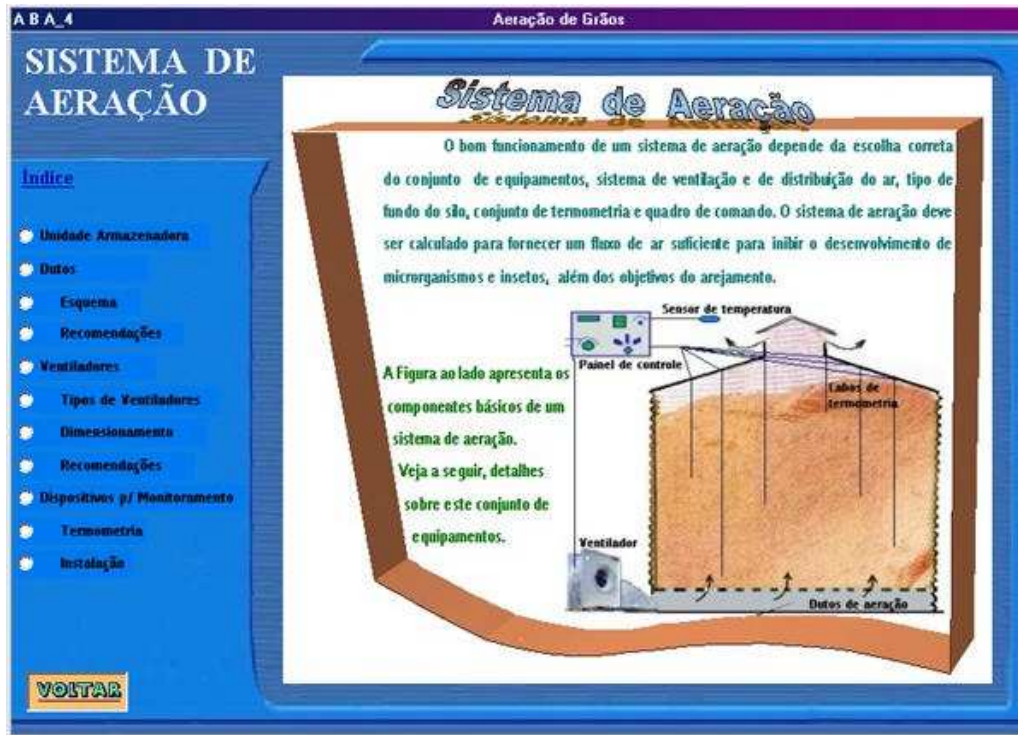


Figura 22: Tela com as opções de navegação do conjunto de equipamentos do sistema de aeração.

Célula armazenadora ou silo

É a estrutura acondicionadora da massa de grãos, podendo ser vertical ou horizontal, dependendo das características técnicas e da relação entre a altura e o diâmetro ou altura e largura da estrutura.

Em silo com fundo plano e totalmente perfurado, a melhor distribuição do ar favorece os processos de secagem. Se o alto custo das chapas perfuradas e de seu sistema de sustentação inviabilizar seu uso, a alternativa é o silo com fundo parcialmente perfurado. Nesse caso, a chapa deve ser quadrada, de lado igual ao raio do silo e localizado em seu centro.

Dutos para distribuição de ar

Permitem a insuflação ou a sucção de ar através da massa de grãos. Podem ser divididos em duto principal ou de suprimento, que têm a finalidade de conectar o ventilador a um ou mais dutos secundários ou de aeração, os quais, por sua vez, possibilitam a distribuição mais uniforme possível do ar através da massa de grãos. Uma diferença básica está no fato de que o duto principal não possui perfurações.

A Figura 23 mostra também diversas disposições de dutos para distribuição de ar. Se os dutos ficam abaixo do fundo do silo, usam-se transportadores helicoidais para descarga. Se os dutos estão acima do fundo, têm-se de planejar o sistema de descarga.

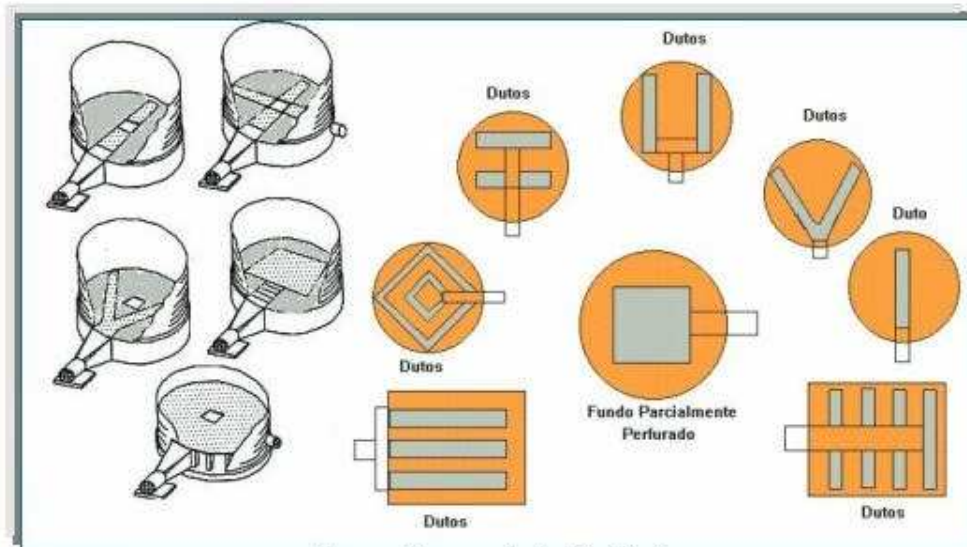


Figura 23: Sistema de distribuição do ar.

Os dutos podem ser circulares, semicirculares, retangulares, em forma de "U" ou de "V" invertidos. A área de perfuração nos dutos deve corresponder, no mínimo, a 15% da sua área total e cada furo deve ter dimensão tal que não permita a passagem de grãos.

As dimensões importantes em um sistema de dutos são:

- ✓ tamanho - a seção transversal e a profundidade influenciarão a velocidade do ar dentro do duto e a uniformidade de distribuição do ar na massa de grãos;

- ✓ área superficial - influenciará na pressão de saída de ar do duto para a massa de grãos;
- ✓ distância entre dutos - tem influência sobre a uniformidade de distribuição do ar na massa de grãos.

A velocidade admissível para o ar dentro do duto é de 300 a 470 m/min, quando o seu comprimento é no máximo 7,5 m e de 470 a 600 m/min, quando o comprimento varia entre 7,5 e 18 m.

A velocidade do ar ao deixar os furos dos dutos para a entrada na massa de grãos não pode exceder a 10 m/min, em silos horizontais (predominância do diâmetro ou largura sobre a altura) e 15m/min, em silos verticais.

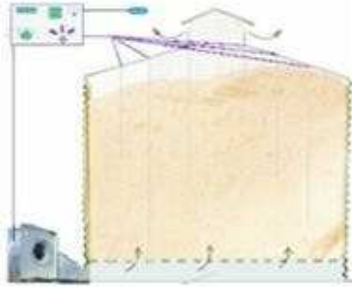
A distância centro a centro entre dutos adjacentes deve ser 1,5 a 2,5 vezes menor que a altura da camada de grãos.

Ventilador com motor

Ventilador é uma máquina com um motor utilizado para acionar o conjunto de pás do rotor, transformando a sua energia mecânica em energia potencial de pressão e energia cinética do ar.

É a máquina utilizada para forçar a passagem de uma quantidade de ar necessária, através de uma massa de grãos. O ventilador deve ter a capacidade de vencer a resistência oferecida à sua passagem pela massa de grãos.

Na Figura 24 aparece a tela mostrando a classificação dos ventiladores segundo o nível energético de pressão e segundo a sua construção.



Ventilador com motor

É a máquina utilizada para forçar a passagem de uma quantidade de ar necessária, através de uma massa de grãos, para o seu resfriamento. O ventilador deve ter a capacidade de vencer a resistência oferecida à sua passagem pela massa de grãos.

Ventilador é uma máquina com um motor utilizado para acionar o conjunto de pás do rotor, transformando a sua energia mecânica em energia potencial de pressão e energia cinética do ar.

Classificação :

Segundo o nível energético de pressão

Baixa pressão	até 0,02 kgf/cm ² (200 mmca)
Média pressão	de 0,02 a 0,08 kgf/cm ² (200 a 800 mmca)
Alta pressão	de 0,08 a 0,25 kgf/cm ² (800 a 2500 mmca)
Turbo-compressão	acima de 0,25 kgf/cm ² (mais de 2500 mmca)

Segundo sua construção

Axiais	o ar entra e sai do ventilador paralelamente ao eixo motor
Centrífugos	o ar entra na caixa, ou voluta, paralelamente e sai perpendicularmente ao eixo motor

Figura 24: Classificação dos ventiladores segundo o nível energético.

Ventiladores

Centrífugos - o ar entra na caixa, ou voluta, paralelamente e sai perpendicularmente ao eixo motor. São indicados para vazões médias e altas e trabalham com pressões médias e altas. São: **a)** de difícil adaptação em dutos circulares; **b)** maior custo; **c)** mais silencioso.

Axiais - o ar entra e sai paralelamente ao eixo motor. São indicados para situações de altas vazões e baixas pressões. São: **a)** mais baratos; **b)** mais barulhentos; **c)** maior vazão a baixa pressão.

Ventilador Axial

Ventilador Centrífugo

Saída de ar Entrada de ar

FIGURA - Tipos de ventiladores

[Clique aqui para ver as Curvas de performance dos dois tipos de ventiladores](#)

Figura 25: Classificação dos ventiladores.

Dimensionamento do ventilador

O ventilador deve ser dimensionado para:

fluxo de ar : deve-se fornecer uma determinada quantidade de ar, medida em unidade de volume de ar por unidade de tempo e de massa ou de volume de grãos

(m^3 de ar / min . m^3 de grãos ou m^3 de ar / min . t de grãos);

pressão estática : o ventilador deve fornecer energia suficiente para o ar vencer a resistência à sua passagem através da massa de grãos, ou pressão estática, que é medida em força por unidade de área e equiivale à resistência que os grãos e o sistema de distribuição oferecem a passagem do ar. A pressão estática é um valor importante para o dimensionamento da potência do motor e cálculo do ventilador. Normalmente, este valor é dado em milímetros de coluna de água (mmca) ou Pascal (Pa). A pressão estática varia diretamente com a altura da camada de grãos e com a velocidade com que o ar atravessa essa camada.

Fluxos de ar adotado

Na aeração de grãos recomenda-se empregar de 0,2 a 0,4 m^3 de ar/min.t de grãos.

Na seca-aeração utiliza-se de 2 a 3 vezes mais quantidade de ar, 0,5 a 1,2 m^3 de ar/min.t grãos.

Na secagem a baixa temperatura ou com ar ambiente, o fluxo de ar recomendado fica entre 1,5 a 2,5 m^3 de ar/min. m^3 de grãos, quando estes estão em bom estado de limpeza e com a umidade inicial entre 18 e 22% b.u.

O fluxo de ar para silos verticais pode variar entre 0,02 e 0,1 m^3 /min.t de grãos e para estruturas horizontais entre 0,05 a 0,20 m^3 /min.t. Apesar da possibilidade de existirem variações devido às condições atmosféricas, tipos de grãos, potência do motor, finalidade e tempo de aeração, a Tabela 1 fornece indicação de alguns fluxos de ar para aeração.

Tabela 1: Recomendações de alguns fluxos de ar para aeração.

Fluxo de ar (m ³ /min.t de grãos)				
Tipo de unidade/finalidade	Região fria		Região quente	
Horizontal / grão seco	0,05 a 0,10		0,10 a 0,20	
Vertical / grão seco	0,02 a 0,05		0,03 a 0,10	
Pulmão / grãos úmidos	0,30 a 0,60		0,30 a 0,60	
Seca-aeração	0,50 a 1,00		0,50 a 1,00	
Fluxo de ar (m ³ de ar / min.m ³ de grãos)	Teor de água (% b.u.)*			
	Milho	Soja	Feijão	Arroz
0,13	15	12	16	14
0,20	16	13	17	15
0,20	18	13	17	15

* Deve-se verificar o tempo permissível para armazenagem

Dispositivos para monitoramento

Indicam as condições do ambiente interno e externo da massa de grãos e, em alguns casos, podem acionar o sistema de ventilação em função das condições ambientais.

Um sistema de aeração com ventilador fixo para cada célula de armazenagem pode ser simples, versátil e eficiente, sob o ponto de vista técnico. Entretanto, pode ser a opção mais cara, por exigir vários motores e ventiladores para produzir a mesma quantidade de ar. A utilização de um único ventilador e duto de distribuição para mais de uma unidade de armazenagem é uma boa alternativa para satisfazer o suprimento de ar, fazendo a aeração em vários silos sucessivamente. A adoção de um ou mais sistemas de ventilação deve ser baseada em um criterioso estudo técnico e econômico.

15.2.14 - Sistema de termometria

Um fluxo contínuo de elétrons é estabelecido através de dois fios de metais diferentes (termopar) quando as suas junções são expostas a duas temperaturas diferentes (Figura 26).

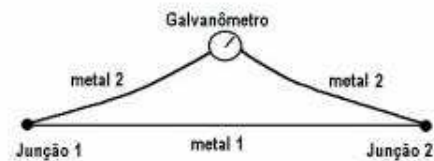


Figura 26: Circuito termelétrico de diferentes metais.

Quando se aquece a junção 1 e se resfria a junção 2 (junção de referência), a corrente elétrica começa a fluir no sentido de 2 para 1, até a junção quente. Esta corrente gerada é chamada de corrente termelétrica e, devido à diferença de temperatura, a força eletromotriz existente entre as duas junções é chamada termo-força eletromotriz. A f.e.m. gerada nos termopares é medida em mV e depende da temperatura da junção de trabalho, resistência e tipo do termopar empregado.

Na escolha do termopar, deve-se levar em consideração o custo, a finalidade ou faixa de temperatura a ser medida, as condições ambientais, o esforço físico a que será submetido e a precisão da medida. Na prática, o termopar cobre-constantan é o mais utilizado.

Instalação do sistema de termometria

A instalação do sistema é feita com a fixação dos cabos em pontos estratégicos da estrutura do armazém, ficando os mesmos dispersos na massa de grãos. O espaçamento entre os cabos e entre os pontos é determinado por critérios técnicos e econômicos, estabelecendo uma distância máxima de 6,0 m entre cabos e 4,0 a 5,0 m entre pontos num mesmo cabo.

Além dos fios condutores, o sistema é composto por cabos de aço com capacidade para suportar esforços de tração, provenientes do escoamento dos grãos durante a descarga.

O sistema de leitura pode ser feito por instrumentos (potenciômetros) portáteis, próprios para pequenas instalações, ou mesas computadorizadas, próprias para grandes unidades armazenadoras. Nestas, as temperaturas dos pontos são determinadas por meios de cabos termelétricos que possuem uma série de fios de cobre em volta de um fio de constantan, suportado por cabos de aço.

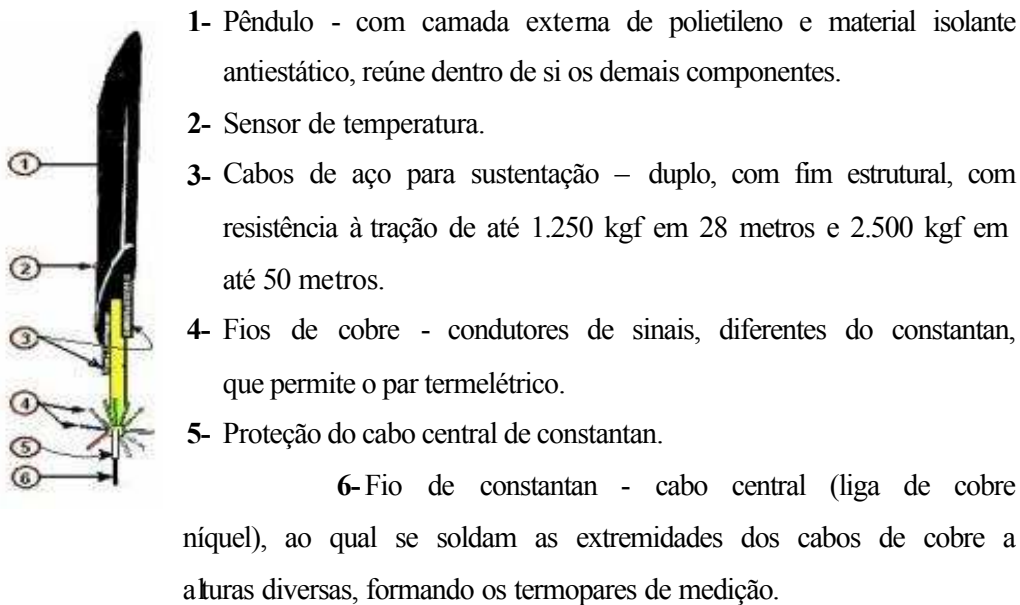


Figura 27: Segmento de um cabo de termometria.

15.2.15 - Processo operacional correto

Pretende-se mostrar que o resfriamento da massa de grãos armazenados constitui o principal objetivo e a principal utilidade da aeração e que o controle do microclima dentro do silo poderá trazer alguns benefícios ao processo de conservação do produto armazenado.

Um sistema de aeração é projetado, levando-se em conta as particularidades de cada instalação e tendo o seu monitoramento em função das condições climáticas favoráveis.

É realizado um estudo específico para a localização e capacidade dos canais (dutos) de distribuição de ar, para garantir a aeração eficiente e eficaz em toda a massa de grãos. As grades e chapas perfuradas utilizadas são de aço galvanizado, adequadas às necessidades específicas de tráfego, se for o caso, para instalações de fundo plano ou semi-V.

É importante ressaltar que, tomadas todas as precauções técnicas pertinentes, é necessário adotar o procedimento operacional correto, sob pena de perda de peso e qualidade dos grãos armazenados.

15.2.16 - Operação do sistema de aeração

Antes de optar pelo uso de um sistema de aeração, devem-se avaliar as condições climáticas, para atender aos objetivos propostos, principalmente quando se trata dos aspectos de conservação dos grãos durante a armazenagem.

Um diagrama que relaciona temperatura e umidade de um lote de grãos é utilizado para previsão das características de conservação da massa, durante o armazenamento. Pelo diagrama, pode-se prever a natureza dos riscos a que o produto ficará sujeito durante a operação de aeração. Neste diagrama, a melhor condição para armazenar os grãos é estabelecida pela delimitação da área no espaço inferior à linha A e à esquerda da linha B.

Diagrama de conservação de grãos:

- ✓ indica a natureza dos riscos em função da umidade e temperatura da massa de grãos;
- ✓ massa de grãos acima de 18°C, há riscos de má conservação;
- ✓ grão com alto teor de água corre o risco de desenvolvimento de fungos e perda do poder germinativo;
- ✓ grãos secos ($U < 14\%$ b.u.) correm risco de ataque de insetos;
- ✓ acima de 14% b.u. de umidade, o grão não pode ser conservado, sem intervenção.

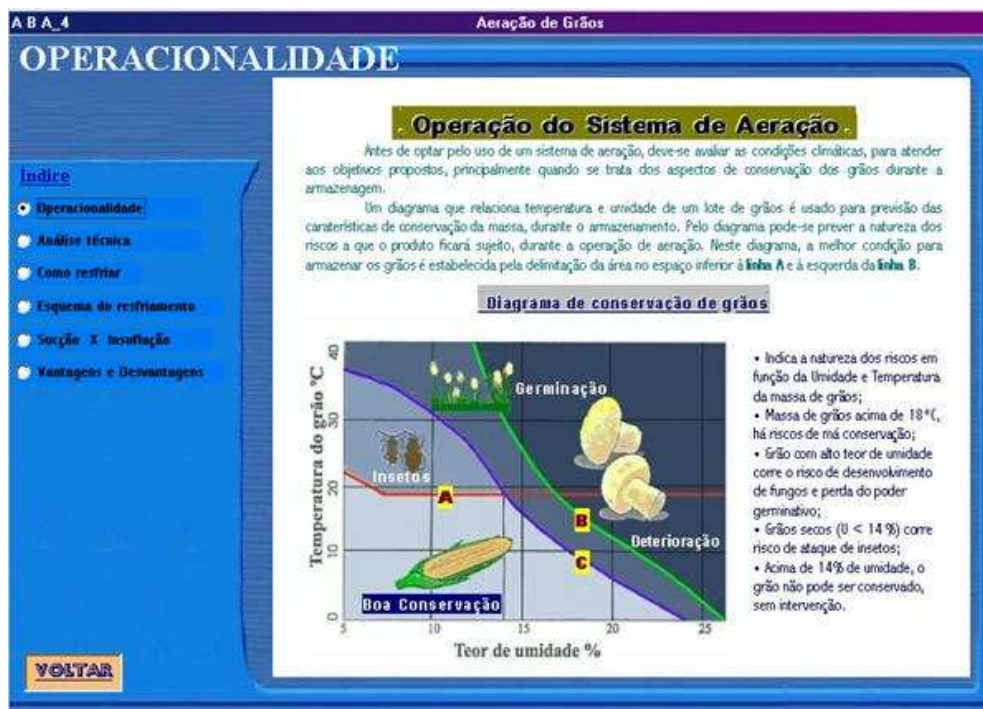


Figura 28: Tela com informações quanto ao uso do diagrama indicativo dos riscos na conservação dos grãos.

15.2.17 - Diagrama indicativo da aeração

Este diagrama mostra outras variáveis que permitem uma análise técnica sobre o uso de aeração, podendo estabelecer as seguintes condições:

- a) para umidade relativa superior a 90%, a aeração é recomendada somente no caso em que a diferença de temperatura entre os grãos e o ar for superior a 5°C;
- b) para umidade relativa inferior ou igual a 60%, a aeração só é recomendada a grãos úmidos ou que estejam necessitando de resfriamento por estarem a uma temperatura muito superior à do ar. Em outra situação, poderá haver supersecagem da massa;
- c) resfriamento inferior a 3°C torna a aeração desnecessária;
- d) resfriamento entre 3 e 5°C torna a aeração recomendável;
- e) a aeração é possível com gradiente de temperatura superior a 7°C, mas pode provocar condensação do vapor d'água na superfície da massa e nas paredes do silo, ou provocar super secagem.

15.2.18 - Como resfriar uma massa de grãos

O conceito de frente de resfriamento, assim como se entende o conceito de frente de secagem, é importante para se entender a técnica da aeração. O funcionamento do sistema de ventilação por umas poucas horas não irá resfriar toda a massa de grãos, a não ser que o silo esteja carregado com uma camada pequena do produto. Num silo cheio ou com uma carga de alguns metros de altura, os grãos próximos à entrada do ar serão resfriados à temperatura do ambiente ou 2 a 3 °C acima, enquanto que a temperatura dos grãos nas camadas superiores permanecerá praticamente nas condições iniciais, exceto em uma faixa onde está acontecendo o abaixamento de temperatura ou frente de resfriamento. Assim, é necessário continuar a operação de aeração para que a frente de resfriamento mova-se através da massa de grãos, até que a porção superior da camada tenha sido resfriada à temperatura igual à do ar, que circunda os grãos.

Se o operador interromper a aeração, com a frente de resfriamento no interior da massa de grãos, a diferença de temperatura entre as camadas resfriadas, as camadas em processo de resfriamento e as camadas em condições iniciais, pode ser

suficiente para que ocorra migração de umidade, além de acelerar o processo de deterioração do produto. Como já foi dito, um dos objetivos da aeração é manter a temperatura da massa de grãos o mais uniforme possível e próxima das condições ambientais.

Deve-se realizar o processo de aeração sempre que for necessário evitar a migração de umidade e promover o resfriamento da massa de grãos. Nesses casos, deve-se operar o ventilador sempre que a temperatura externa for inferior a 7°C em relação à temperatura dos grãos, levando-se em consideração a umidade relativa média do ar de resfriamento, que deve ser igual ou um pouco inferior à umidade relativa de equilíbrio do produto armazenado. Entretanto, a flutuação diária da umidade relativa do ar permitirá, de modo geral, operar o sistema de aeração a umidades relativas do ar 10% acima da umidade relativa de equilíbrio.

Resfriamento dos grãos pela aeração

O resfriamento da massa de grãos é um fenômeno de propagação de uma frente de esfriamento, formando três zonas (A, B, C). A zona resfriada progride com a conseqüente diminuição da zona a resfriar.

Na zona A, o grão atingiu o equilíbrio com as condições do ar de entrada e nenhuma mudança significativa está acontecendo. A temperatura do grão, do ar de entrada e do ar intergranular são iguais. A umidade relativa do ar intergranular e do ar de entrada são também iguais e a umidade do grão é igual à de equilíbrio com as condições do ar.

Na zona C, a temperatura e o teor de água do grão não se modificam ainda. A temperatura do ar intergranular e a do ar que está deixando a massa de grãos são iguais à temperatura do grão. A umidade relativa do ar é igual à de equilíbrio com o teor de água do grão da zona C.

As trocas entre o ar e o grão se realizam numa camada de espessura limitada, chamada de zona de transição (B), que é função, principalmente, da vazão do ar. Isto porque os grãos oferecem uma grande superfície de troca que é a soma das superfícies dos grãos. Esta camada pode ser considerada como um trocador de calor, que progride no sentido da corrente de ar.

$$1 \text{ m}^3 \text{ de milho [volume]} = 750 \text{ m}^2 \text{ [área];}$$

$$1 \text{ m}^3 \text{ de trigo} = 1.200 \text{ m}^2 ;$$

$$1 \text{ m}^3 \text{ de colza} = 1.500 \text{ m}^2 .$$

15.2.20 - Sucção ou insuflação de ar

Os sistemas de aeração podem ter fluxo ascendente ou descendente, ambos supridos por ventiladores no nível do chão ou na cobertura, por insuflação (ventilação positiva) ou por sucção (ventilação negativa). Tem havido controvérsia quanto às vantagens da utilização em ambas as formas de ventilação, além da colocação de ventiladores no topo dos silos ser problemática, por causa da estrutura do telhado.

O fluxo ascendente tende a manter o material fino onde foi previamente depositado, evitando o entupimento dos dutos; permite a passagem de ar quente pela massa de grãos e retira calor do topo da estrutura. Além disso, a insuflação irá adicionar calor ao ar, devido à ineficiência dos ventiladores. Em geral, os ventiladores e o próprio sistema de distribuição produzem acréscimos superiores a 3°C na temperatura do ar. Dessa forma, a escolha da insuflação poderá ser uma alternativa correta se a umidade da massa de grãos estiver acima daquela considerada ideal para comercialização. A adição de calor abaixará a umidade relativa do ar e poderá provocar uma secagem do produto, caso a umidade do grão esteja acima da umidade de equilíbrio com a nova umidade relativa do ar.

No inverno, para remover a umidade que se pode condensar na camada superficial da massa de grãos, deve-se instalar exaustor no topo do silo.

Em se considerando o controle de pó, devido principalmente a problemas ambientais e de segurança, o uso da sucção ou ventilação negativa é a opção correta.

Em ambos os tipos de fluxo, deve-se fornecer um mínimo de 1000 m³ de ar por m³ de grãos.

Caso o ventilador esteja parado, sua entrada ou saída deve ser fechada, para evitar o efeito chaminé e migração de umidade.



Figura 29: Comparação da ventilação negativa (sucção) com a ventilação positiva (insuflação).

Para melhor fixar os conceitos apresentados, o usuário encontra, no final de cada tópico, exercícios propostos e interativos, como a seguir.

15.2.21 - Memorial de cálculos para o dimensionamento de um sistema de aeração

Este exemplo fornece o memorial de cálculos para o dimensionamento de um sistema de aeração e para o tempo provável de resfriamento da massa de grãos.

Dimensionar um sistema de aeração por dutos, para um silo de fundo plano com 10 m de diâmetro e 12 m de coluna de grãos.

Dados:

- ✓ massa específica do produto, 750 kg/m³;
- ✓ silo localizado em uma região quente;
- ✓ eficiência do sistema de ventilação (η): 60%.

O dimensionamento de um sistema de aeração consiste em calcular :

- ✓ vazão de ar e pressão estática do ventilador;

- ✓ potência do motor;
- ✓ área de perfurações;
- ✓ número de dutos;
- ✓ espaçamento entre os dutos;
- ✓ tempo provável de resfriamento da massa de grãos.

Resolução:

Primeiro passo - cálculo da capacidade do silo (Ca)

$$Ca = A \cdot H \cdot Me \quad \text{eq.1}$$

A - área do silo, m²;

H - altura da camada de grãos (m);

Me - massa específica do produto (kg/m³).

$$\checkmark Ca = 78,5 \cdot 12,0 \cdot 750 = 706.500 \text{ kg ou } 942,0 \text{ m}^3$$

Segundo passo - cálculo de vazão de ar (Q, em m³/min)

Da Tabela 2 obtém-se o fluxo de ar (F) indicado para unidades verticais, em regiões quentes. O valor 0,05 m³/min.t é o mais indicado.

$$Q = F \cdot Ca \quad \text{eq.2}$$

Q = Vazão de ar (m³ de ar/min)

F = Fluxo de ar, tabelado (m³/min . t)

Ca = Capacidade do silo (t)

$$\checkmark Q = 0,05 \cdot 706,5 = 35,3 \text{ m}^3 \text{ de ar/min}$$

Tabela 2: Recomendações de alguns fluxos de ar para aeração.

Fluxo de ar (m ³ /min.t de grão)		
Tipo de unidade / finalidade	Região fria	Região quente
Horizontal / grão seco	0,05 a 0,10	0,10 a 0,20
Vertical / grão seco	0,02 a 0,05	0,03 a 0,10
Pulmão / grãos úmidos	0,30 a 0,60	0,30 a 0,60
Seca-aeração	0,50 a 1,00	0,50 a 1,00

Terceiro passo: cálculo da pressão estática (Pe, em mmca)

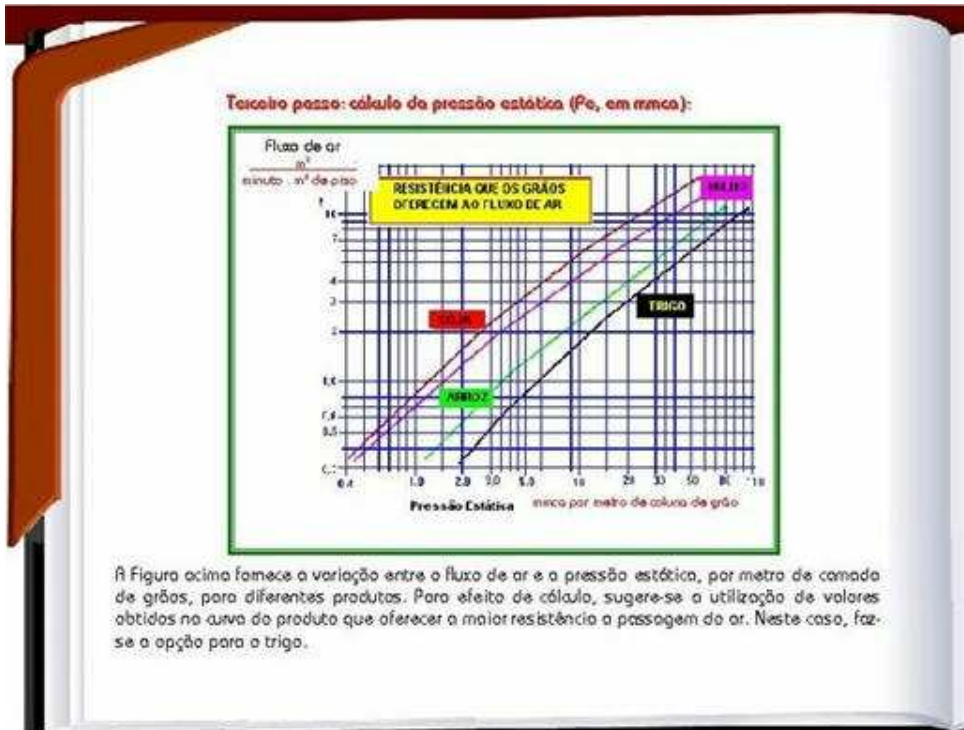


Figura 30: Resistência que os grãos oferecem ao fluxo de ar.

A Figura 30 fornece a variação entre o fluxo de ar e a pressão estática, por metro de camada de grãos, para diferentes produtos. Para efeito de cálculo, sugere-se a utilização de valores obtidos na curva do produto que oferecer a maior resistência à passagem do ar. Neste caso, faz-se a opção para o trigo.

A vazão de ar por metro quadrado de piso (Q/m^2 de piso)

$$35,3 / 78,5 = 0,45 \text{ m}^3 \text{ de ar/min.m}^2 \text{ de piso}$$

Da Figura obtém-se a pressão estática (Pe) :

$$Pe = 2,5 \text{ mmca/m de camada de grãos} = 0,25 \text{ cmca/m de camada de grãos.}$$

A pressão estática total é obtida levando-se em consideração a altura total da camada de grãos e a perda de carga devido às tubulações, válvulas, registros, curvas, etc., que é estimada em 20% da resistência oferecida pelos grãos.

Considera-se, ainda, um fator de compactação da massa de grãos igual a 60% em relação à pressão na camada de grãos. A pressão estática total (Pet) será, portanto:

$$Pe = 0,25 \cdot 12 = 3 \text{ cmca}$$

$$Pet = Pe + (Pe \cdot 0,2) + (Pe \cdot 0,6)$$

$$\checkmark Pet = 3 + (0,6) + (1,8) = 5,4 \text{ cmca.}$$

Quarto passo - potência necessária ao sistema (Pot)

$$Pot \text{ (CV)} = Q \times Pet / 450 \cdot n \quad \text{eq.3}$$

$$Pot = \text{Potência do sistema (CV)}$$

$$Q = \text{Vazão de ar (m}^3\text{/min.)}$$

$$Pet = \text{Pressão estática total (cmca)}$$

$$n = \text{rendimento do motor (decimal)}$$

$$Pot = (35,3 \cdot 5,4) / 450 \cdot 0,6$$

$$\checkmark Pot = 0.706 = 1,0 \text{ CV}$$

Quinto passo - cálculo da superfície perfurada (SP)

No cálculo da superfície perfurada toma-se como referência a velocidade do ar admissível na saída dos dutos para a massa. Neste exemplo, considera-se a velocidade máxima do ar igual a 10 m/min., que implicará em menor queda de pressão.

$$SP = Q \text{ (m}^3\text{/min)} / V \text{ (m/min)} \quad \text{eq.4}$$

$$SP = \text{superfície perfurada (m}^2\text{)}$$

$$Q = \text{vazão de ar (m}^3\text{/min.)}$$

$$V = \text{velocidade do ar (m/min.)}$$

$$SP = 35,3 / 10$$

$$\checkmark SP = 3,5 \text{ m}^2$$

Sexto passo - cálculo da seção transversal do duto principal (ST)

A área da seção transversal do duto principal é função da máxima velocidade do ar admitida. Este exemplo considera a máxima velocidade do ar igual a 350 m/min:

$$ST = Q \text{ (m}^3\text{/min)} / V \text{ (m/min)} \quad \text{eq.5}$$

$$ST = \text{seção transversal, (m}^2\text{)}$$

Q = vazão de ar (m³/min)

V = velocidade do ar admitida (m/min)

$$\checkmark ST = 35,3 / 350 = 0,10 \text{ m}^2$$

Sétimo passo: cálculo da largura (l) e da altura (h) do duto principal

Extraindo-se a raiz quadrada do valor calculado de ST, podem-se obter os lados do duto principal, admitindo uma seção quadrada. Entretanto, se for admitida uma seção retangular, pode-se chegar a valores para cada um dos seus lados (l), iguais a:

$$l = \sqrt{St}$$

$$\checkmark l = 0,30 \text{ m e } h = 0,35 \text{ m}$$

Estas dimensões devem ser preferidas, considerando-se os aspectos de construção.

Oitavo passo - cálculo do comprimento dos dutos perfurados (c)

Considerando que a altura dos dutos com área perfurada será igual à altura (h) do duto principal, o comprimento do duto perfurado será:

$$C = SP / h \quad \text{eq.6}$$

C = comprimento dos dutos (m)

SP = superfície perfurada (m²)

h = altura do duto (m)

$$\checkmark C = 3,5 / 0,35 = 10 \text{ m de dutos}$$

Nono passo: espaçamento dos dutos

Na maioria dos casos, não é possível ter um duto único no silo para suprir o ar necessário à massa de grãos. Portanto, torna-se necessário dividir o duto perfurado em vários segmentos, que sejam adequadamente posicionados no fundo dos silos, para uma perfeita distribuição do ar. Após a definição do posicionamento, deve-se dimensionar o espaçamento, que é definido com base na relação entre a maior (L) e a menor distância (H) que o ar irá percorrer através da massa de grãos (Figura 31, a).

A relação de L / H tem valores tolerados de = 1,2; 1,5 e 1,7

$$L = H + X$$

L = maior distância que o ar percorre (m)

H = menor distância que o ar percorre (m)

X = espaçamento entre os dutos (m)

Assim:

$$L / H = 1,2$$

$$(H + X) / H = 1,2$$

$$(12 + X) / 12 = 1,2$$

$$\checkmark X = 2,4 \text{ m}$$

O valor de $X = 2,4$ pode ser aproximado para 2,5 m, o que coloca os dutos equidistantes do centro do silo, sem prejudicar a operação de descarga, veja Figura 31, b.

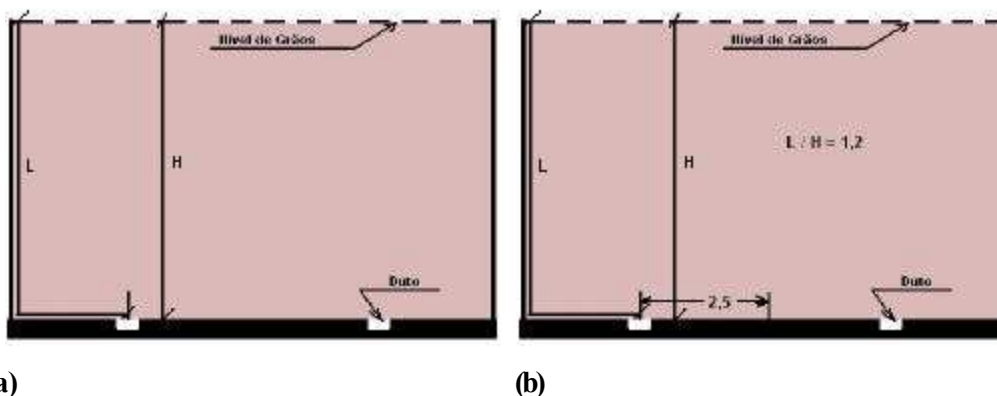


Figura 31: Relação de distâncias para a distribuição e localização dos dutos em relação ao fundo do silo.

Décimo passo - cálculo da largura (l) dos dutos perfurados

Definiu-se anteriormente (7º e 8º passos) que as alturas dos dutos, principal e perfurados, terão o mesmo valor. Considerando que há dois dutos perfurados que receberão a mesma quantidade (Q_i) de ar, tem-se:

$$Q_i = Q / 2$$

$$Q_i = \text{vazão de ar na saída em cada duto perfurado (m}^3\text{/min)}$$

No 8º passo foi definido um comprimento total de 10,0 m para o duto perfurado. Assim, cada duto deverá ter comprimento (C_1) igual a 5,0 m. Com base

nestas informações, obtém-se a largura (l) do duto perfurado. A área total da sessão perfurada (SP) é igual a 3,5 m. Para cada duto, a área da seção perfurada (SP₁) será:

$$SP_1 = SP / 2 = 3,5 / 2 = 1,75 \text{ m}^2$$

$$L_1 = SP_1 / C$$

L₁ = largura do duto perfurado (m)

SP₁ = área da sessão perfurada do duto (m²)

C₁ = comprimento do duto (m)

$$\checkmark L_1 = SP_1 / C = 1,75 / 5 = 0,35 \text{ m}$$

Décimo primeiro passo - cálculo do tempo provável de resfriamento

O tempo provável para o resfriamento de uma massa de grãos em um silo, como neste exemplo, pode ser determinado pela equação 7:

$$t = (16,6 \text{ mg Cg}) / \text{Qt Da Ca} \quad \text{eq.7}$$

t = tempo de resfriamento (h);

mg = massa total de grãos (t);

Cg = calor específico do grão (kJ/kg °C);

Qt = fluxo de ar total (m³/min);

Da = massa específica do ar (kg/m³);

Ca = calor específico do ar (kJ/kg °C).

Considerando-se a massa específica do ar como 1,15m³/ kg, o calor específico do grão e do ar como 1,67 e 1,00 kJ / kg °C, respectivamente, tem-se:

$$t = (16,6 \cdot 706,5 \cdot 1,16) / (35,3 \cdot 1,15 \cdot 1,00)$$

$$\checkmark t = 482 \text{ horas}$$

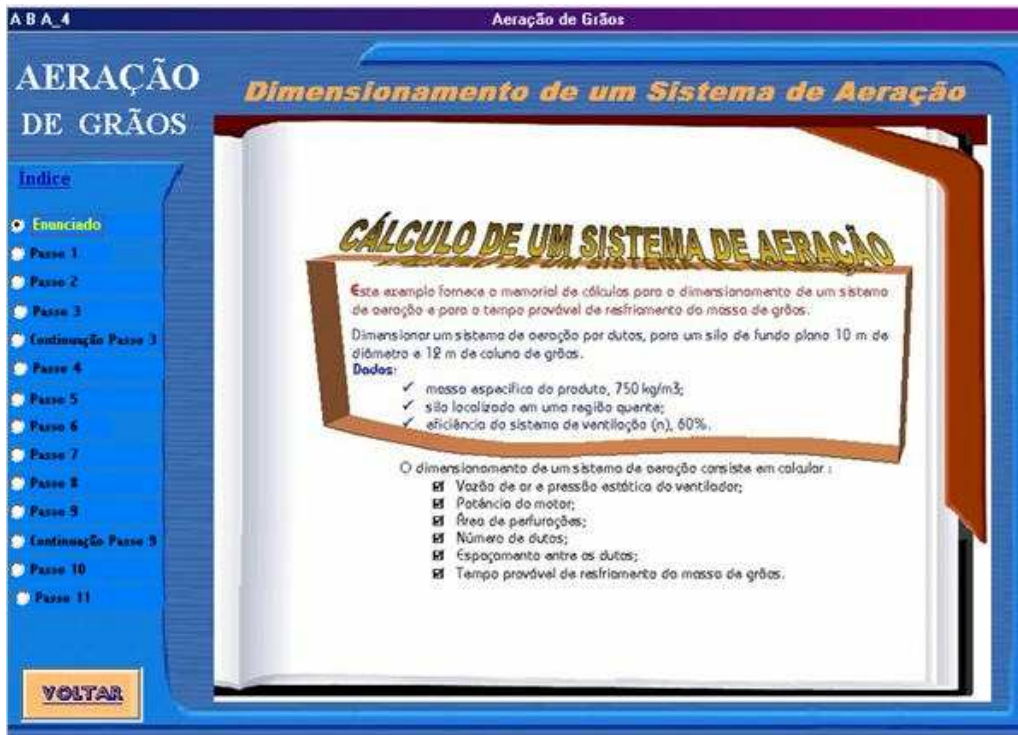


Figura 32: Tela com a estrutura de navegação do cálculo de um sistema de aeração.

15.2.22 - Simulação – cálculo de um sistema de aeração

Após estudar os conceitos, técnicas de aeração e como dimensionar um sistema de aeração, o usuário pode aplicar o que aprendeu, simulando diversas situações do dimensionamento de um sistema de aeração e o tempo provável de resfriamento da massa de grãos. Para tanto, utilizará uma tela com as entradas de dados (Figura 33), onde são mostrados o memorial de cálculos utilizado na simulação, além das variáveis necessárias para os cálculos, que podem ser mudadas a critério do usuário, para obtenção dos resultados.

Nesta etapa, é possível verificar o que realmente acontece quando se utilizam valores fora das condições normais.

Com o processo de simulação, o aluno pode perceber instantaneamente as mudanças gerais que ocorrem com a mudança de variáveis, o que não acontece quando ele está estudando da maneira convencional, em que o processo de cálculo é bastante complicado e demorado.

O dimensionamento proposto consiste em calcular:

- ✓ a capacidade do silo;
- ✓ vazão de ar e pressão estática do ventilador;
- ✓ potência do motor, a área de perfurações;
- ✓ número de dutos, comprimento e seção transversal;
- ✓ espaçamento entre os dutos;
- ✓ tempo provável de resfriamento da massa de grãos;
- ✓ velocidade do ar no silo.

Enunciado: CÁLCULO DE UM SISTEMA DE AERAÇÃO POR DUTOS PARA UM SILO DE FUNDO PLANO

Passos:

O memorial de cálculos para o dimensionamento de um sistema de aeração e o tempo provável de resfriamento da massa de grãos.
 O dimensionamento consiste em calcular:
 Vazão de ar e pressão estática do ventilador;
 Potência do motor, a área de perfurações;
 Número de dutos;
 Espaçamento entre os dutos;
 Tempo provável de resfriamento da massa de grãos.
 Para maior facilidade, o problema poderá ser equacionado obedecendo-se aos seguintes passos para a solução.

Dados de Entrada:

Dimensões do Silo:

- Área da Base: m²
- Diâmetro: m.
- Altura da camada de grãos: m.

Propriedades do Grão:

- Massa Específica: kg/m³
- Fluxo de ar de aeração: m³/min.t
- Fator de Compactação:
- Fator de resist. da tubulação:
- Rendimento do motor:
- Velocidade do ar no duto: m/s
- Percent. de área perfurada: %
- Calor específico do grão: kJ/kg.°C

Resultado:

Capacidade do Silo:	706,86	ton.
Vazão de ar:	35,34	m ³ /min
Pressão Estática:	2,53	m.c.a. / m.coluna de
Pressão Estática Total:	54,74	m.c.a.
Potência:	7,2	CV
Superfície Perfurada:	2,36	m ²
Seção Transversal do duto:	0,10	m ²
Largura do duto principal:	0,32	m
Altura do duto principal:	0,32	m
Comprimento do duto perfurado:	12,36	m
Superfície do duto perfurado:	3,93	m ²
Número de dutos:	2	und
Comprimento de cada duto:	6,18	m
Vazão unitária de cada duto:	17,67	m ³ /min
Tempo provável de resfriamento:	482,1	h
Velocidade do ar no silo:	27,00	m/h

Diagramas: Nível de grãos. Diagrama à esquerda mostra um silo com diâmetro L e altura H, com um duto no fundo. Diagrama à direita mostra um silo com diâmetro L e altura H, com um duto no fundo e uma distância L/2 entre o duto e a parede lateral.

Botões: Voltar, Dimensionar

Figura 33: Tela de entrada de dados e resultados da simulação do sistema de aeração.

15.3 - Análise do sistema ABA

15.3.1 - Delineamento

O presente estudo, com dois grupos experimentais, utilizou um delineamento em blocos casualizados, cuja característica principal é a interação entre aptidões e tratamentos instrucionais.

Entende-se por aptidão, qualquer variável individual que de algum modo incida sobre o processo de aprendizagem e sobre a resposta do aluno a diferentes tratamentos instrucionais.

Por tratamentos instrucionais compreende-se a configuração particular em que se organizou e conduziu as situações de ensino e aprendizagem. Neste caso, são os dois grupos de alunos: um com o ensino convencional e o outro com o auxílio do sistema ABA.

15.3.2. Procedimentos

Sujeitos - o estudo realizou-se com universitários do curso de Engenharia Agrícola matriculados nas disciplinas de Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas, do Departamento de Engenharia Agrícola, da Universidade Federal de Viçosa e do Departamento de Engenharia, da Universidade Federal de Lavras.

As disciplinas em apreço atendem a aproximadamente 60 alunos por ano, durante os dois semestres letivos.

As turmas de alunos foram aleatoriamente divididas, formando grupos em estudo. Dessa forma, a amostra ficou composta por 188 alunos, com uma média de 8 alunos em cada grupo, número considerado satisfatório (Tabela 3).

15.3.3 - Formulário de pesquisa sobre o ABA

1.1 - Ambiente do Sistema ABA

Ficou claro para você quais são os pré-requisitos para a utilização do ABA ?

sim não não sabe informar

O sistema ABA se auto-apresenta ?

sim não não sabe informar

Ficou bem definido qual é o público alvo ?

sim não não sabe informar

O programa facilita a tarefa de estudo do aluno ?

sim não às vezes não sabe informar

1.2 - Concepção e Apresentação das Telas

O uso de cores está :

ótimo muito bom bom regular

Legibilidade das informações contidas nas telas

ótimo muito bom bom regular

Estética e qualidade gráfica

ótimo muito bom bom regular

Uso de efeitos especiais (intensificação, inversão)

ótimo muito bom bom regular

Variedade de recursos

ótimo muito bom bom regular

1.3 - Interatividade (usuário/software) e Aspectos Formais do Diálogo

Uso do mouse

ótimo muito bom bom regular

Clareza dos procedimentos de resposta e interação

ótimo muito bom bom regular

Ocorreu problemas técnicos durante o uso ?

sim não

Se você respondeu sim, descreva os problemas ? _____

Paciência exigida do usuário durante o uso
 muito pouca às vezes

Possibilidade de saltar uma etapa
 sim não às vezes não sabe informar

Possibilidade de retorno para páginas anteriores
 sim não às vezes não sabe informar

Possibilidade de avanço para páginas seguintes
 sim não às vezes não sabe informar

Observância de ortografia, gramática e sintaxe
 ótimo muito bom bom regular

Estilo de relacionamento (diálogo usuário/sistema)
 ótimo muito bom bom regular

Diálogo apropriado aos objetivos do sistema
 sim não às vezes não sabe informar

Facilidade de uso
 ótimo muito bom bom regular

1.4 - Funcionamento

Solicitações ao usuário
 freqüentes precisas adequadas variadas

Apresentação das respostas ao usuário
 ótimo muito bom bom regular

Tratamento adequado do erro cometido pelo usuário
 ótimo muito bom bom regular

Simulação de processos (secagem, gráfico psicrométrico, etc)
 ótimo muito bom bom regular

Uso de tabelas
 ótimo muito bom bom regular

Ocorrência de pane causada por comandos inesperados
 sim não

Se respondeu sim, explique qual foi a pane : _____

1.5 - *Concepção Pedagógica*

Comparando às aulas tradicionais, na sua opinião o uso do sistema ABA

- facilita a aprendizagem
- dificulta a aprendizagem
- não faz diferença
- não sabe informar

A seqüência em que os conteúdos foram apresentados foi

- bastante adequada
- adequada
- pouco adequada
- totalmente inadequada
- não sabe informar

O tratamento dado aos conteúdos abordados no sistema ABA estimula o aluno a refletir sobre as noções apresentadas ?

- sim
- não
- às vezes
- não sabe informar

O formato e os recursos visuais utilizados no sistema ABA

- favorecem à concentração do aluno
- não favorecem à concentração do aluno
- favorecem às vezes à concentração do aluno
- não sabe informar

Considerando ainda o formato e os recursos visuais, os conteúdos apresentados no sistema ABA lhe pareceram

- muito interessantes
- interessantes
- pouco interessantes
- não sabe informar

No conjunto, o sistema ABA pode ser considerado

- muito agradável
- agradável
- pouco agradável
- nada agradável
- não sabe informar

O uso do sistema ABA

- prendeu bastante a sua atenção
- prendeu a sua atenção
- prendeu pouco a sua atenção
- não prendeu a sua atenção
- não sabe informar

No contato com o sistema ABA você sentiu necessidade de recorrer ao auxílio de um professor ou de algum colega, para compreendê-lo e utilizá-lo ?

- muitas vezes
- poucas vezes

em nenhum momento

O uso do ABA provocou a necessidade de discussão, no seu grupo de usuários, de conteúdo e questões abordados no sistema ?

muitas vezes

poucas vezes

em nenhum momento

Ao usar o ABA você sentiu necessidade de recorrer ao professor para algum esclarecimento em relação aos conteúdos abordados no sistema ?

muitas vezes

poucas vezes

em nenhum momento

Na sua opinião, o ABA pode ser utilizado de maneira eficiente por qualquer profissional de nível superior da área agrotécnica que trabalhe com armazenagem de grãos ?

Sim Não depende

Por quê ? _____

Na sua opinião, o ABA pode ser utilizado de maneira eficiente por técnicos de nível médio (formados em escolas agrotécnicas) que trabalhem com armazenagem de grãos?

Sim Não depende

Por quê ? _____

1.6 - O resultado foi condizente com o que você esperava do sistema ABA?

1.7 - Na sua opinião, qual o valor deste projeto para a área de armazenamento?

1.8 - Anote as críticas e, ou, sugestões sobre o ABA

15.3.4 – Resultado do formulário de pesquisa sobre o ABA

Resultados dos aspectos relativos às avaliações formal e pedagógica e à criatividade na concepção do ABA considerando a sua estrutura e o seu funcionamento, quando foram analisados: o ambiente do sistema; a concepção e apresentação das telas; a interatividade (usuário/software); os aspectos formais do diálogo; e o funcionamento e a concepção pedagógica.

Ambiente do sistema ABA

Perguntas	Sim	Não	Não sabe informar
Ficou claro para você quais são os pré-requisitos para a utilização do ABA ?	88,9	0,0	11,1
O sistema ABA é auto-explicativo ?	100,0	0,0	0,0
Ficou bem definido qual é o público-alvo ?	94,4	0,0	5,6
O sistema facilita a tarefa de estudo do aluno ?	83,3	0,0	16,7

Concepção e Apresentação das Telas

Perguntas	Ótimo	Muito bom	Bom
O uso de cores está	5,6	72,2	22,2
Legibilidade das informações contidas nas telas	38,9	55,6	5,5
Estética e qualidade gráfica	27,8	66,7	5,5
Uso de efeitos especiais (intensificação, inversão)	33,3	33,3	33,3
Variedade de recursos	27,8	55,6	16,6

Interatividade (usuário/software) e Aspectos Formais do Diálogo

Perguntas	Ótimo	Muito bom	Bom
Uso do mouse	72,2	22,2	5,6
Clareza dos procedimentos	38,8	50,0	11,2
Observância de ortografia, gramática e sintaxe	5,6	77,8	16,6

Perguntas	Ótimo	Muito bom	Bom
Estilo de relacionamento (diálogo usuário / software)	22,2	77,8	0,0
Facilidade de uso	55,6	44,4	0,0

Perguntas	Sim	Não	As vezes	Não sabe informar
Possibilidade de saltar etapas	77,9	5,5	11	5,5
Possibilidade de retorno para páginas anteriores	94,4	0,0	0,0	5,6
Possibilidade de avanço para páginas seguintes	94,4	0,0	0,0	5,6
Diálogo apropriado aos objetivos do sistema	88,9	0,0	0,0	11,1

Pergunta	Sim	Não
Ocorreu problemas técnicos durante o uso ? Se você respondeu Sim, descreva os problemas.	33,3	66,7

Os problemas relatados foram devido a problemas técnicos com a rede de ligação dos terminais ou computadores ligados aos servidores e com o uso de configurações de vídeo, inadequadas à utilização de qualquer software que apresente recursos de imagem.

Funcionamento

Perguntas	Ótimo	Muito bom	Bom
Apresentação das respostas ao usuário	33,3	55,5	11,2
Tratamento adequado do erro cometido pelo usuário	16,7	27,8	55,5
Simulação de processos (secagem, gráfico psicrométrico, etc.)	38,9	61,1	0,0
Uso de tabelas	11,1	55,6	33,3

Pergunta	Sim	Não
Ocorrência de pane causada por comando inesperado	0,0	100,0

Concepção Pedagógica

Perguntas	Facilita a aprendizagem	Dificulta a aprendizagem	Não faz diferença	Não sabe informar
Comparado às aulas tradicionais, na sua opinião o uso do ABA	83,3	0,0	16,7	0,0
	Bastante adequada	Adequada	Pouco adequada	Totalmente inadequada
A seqüência em que os conteúdos foram apresentados foi	55,6	44,4	0,0	0,0
	Sim	Não	Às vezes	Não sabe informar
O tratamento dado aos conteúdos abordados no ABA estimula a refletir sobre as noções apresentadas ?	72,2	0,0	22,2	6,4
	Favorecem a concentração do aluno	Não favorecem	Favorecem às vezes	Não sabe informar
O formato e os recursos visuais utilizados no ABA	88,9	0,0	11,1	0,0
	Muito	Interessantes	Pouco	Não sabe

	interessantes		interessantes	informar
Considerando o formato e os recursos visuais, os conteúdos apresentados no ABA lhe pareceram	27,8	72,2	0,0	0,0
	Muito agradável	Agradável	Pouco agradável	Nada agradável
No conjunto, o ABA pode ser considerado	72,2	27,8	0,0	0,0
	Prendeu bastante a sua atenção	Prendeu a sua atenção	Prendeu pouco a sua atenção	Não prendeu a sua atenção
O uso do sistema ABA	27,8	72,2	0,0	0,0

Concepção Pedagógica

	Muitas vezes	Poucas vezes	Em nenhum momento
No contato com o ABA você sentiu necessidade de recorrer ao auxílio de um professor ou de algum colega, para compreendê-lo e utilizá-lo	0,0	55,6	44,4
O uso do ABA provocou a necessidade de discussão, no seu grupo de usuários, de conteúdos e questões abordados no ABA ?	0,0	83,3	16,7
Ao usar o ABA você sentiu necessidade de recorrer ao professor para algum esclarecimento em relação aos conteúdos abordados no ABA ?	0,0	66,7	33,3
	Sim	Não	Depende

Na sua opinião o ABA pode ser utilizado de maneira eficiente por qualquer profissional de nível superior da área agrotécnica que trabalhe com armazenamento ? Por quê ?	83,3	0,0	16,7
Na sua opinião o ABA pode ser utilizado de maneira eficiente por técnicos de nível médio (formados em escolas agrotécnicas) que trabalhem com armazenamento ? Por quê ?	27,8	11,1	61,1

15.3.5 - Tratamentos

Os dois grupos experimentais foram submetidos à experiência de avaliação formativa. A estruturação do modelo de avaliação e a construção das questões para compor os testes formativos fundamentaram-se nos pressupostos da Taxonomia de Objetivos Educacionais de Benjamim Bloom (1972). É necessário ressaltar que, num teste de desempenho escolar, nem sempre todos os objetivos educacionais são obrigatoriamente considerados.

Para a elaboração dos testes, utilizou-se a classificação dos objetivos segundo as categorias: conhecimento, aplicação, análise, síntese e avaliação (BLOOM, 1972).

Conhecimento – verifica a capacidade de o aluno reter, e memorizar o material aprendido:

categoria em que estão incluídos os objetivos que enfatizam a lembrança de fatos, idéias, materiais ou fenômenos. Neste item, o aluno deve lembrar ou reconhecer aquilo que aprendeu e a questão procura reproduzir o contexto utilizado para a sua aprendizagem. Os objetivos do conhecimento enfatizam sobretudo os processos psicológicos do ato de lembrar.

Compreensão – capacidade de tradução, extrapolação e interpretação:

é desejável que o aluno seja capaz de apresentar com suas próprias palavras aquilo que ouviu ou leu e de reconhecer uma fórmula apresentada de forma equivalente. A compreensão representa o primeiro estágio do entendimento.

Refere-se ao tipo de entendimento ou apreensão em que o aluno sabe o que está sendo comunicado. Os testes exercem grande influência sobre o modo do aluno estudar. Se o teste se preocupa apenas em verificar a lembrança de fatos, conceitos baseados exclusivamente no livro-texto, é evidente que sua técnica de estudo se baseará na memorização. É aconselhável que a maior porcentagem dos itens de um teste seja sobre compreensão e outros comportamentos mais complexos.

Aplicação – capacidade de solucionar uma situação nova:

o fato de o aluno compreender uma abstração nova não significa que ele seja capaz de aplicá-la a novas situações. O que se espera é que o aluno seja capaz de aplicar seus conhecimentos a situações novas, diferentes daquelas habitualmente encontradas no material texto. A diferença entre compreensão e aplicação consiste em que, na aplicação, uma nova situação é apresentada ao aluno, que deve, então, reestruturar diferentes elementos e gerar um novo contexto em que se sinta familiarizado.

Análise – capacidade de dissecar elementos de um todo:

a capacidade de analisar constitui um objetivo quase que obrigatório em todos os cursos, onde espera-se que o aluno seja capaz de distinguir os fatos das hipóteses, as idéias principais das acessórias e reconhecer os pressupostos que servem de apoio a determinadas conclusões.

Síntese – capacidade de propor algo novo:

a síntese exige que o aluno combine elementos ou partes, de tal modo que surja uma configuração ou estrutura inteiramente nova para ele. Novas experiências são combinadas com outras aprendidas anteriormente, exigindo um esforço de integração de conhecimentos. É o tipo de item que mais se presta à verificação da capacidade criativa do examinando.

Avaliação – capacidade de julgar com critérios:

refere-se a julgamentos feitos e estabelecidos segundo certos critérios. A avaliação, na Taxonomia, exige que o aluno compreenda, analise e, então, considere esses elementos para ter base para julgar. A avaliação é um processo complexo, que exige a combinação de diversos comportamentos, devendo julgar o valor de uma idéia, de um método, solução ou produto, segundo determinados critérios.

Após a fixação dos comportamentos a serem verificados, estabeleceu-se a importância relativa de cada objetivo com a construção de uma tabela de especificação com dupla entrada, apresentando os comportamentos, as áreas de conteúdo e seus respectivos tópicos. É evidente que diferentes professores, construindo testes para as mesmas áreas, elaborarão diferentes tabelas, dada a diversidade de suas opiniões educacionais sobre a importância relativa de cada objetivo a verificar.

Com base nas colocações anteriores:

- o conteúdo do sistema encontra-se dividido em módulos, cujo processo de compilação e adequação ao perfil dos alunos, contou com um cuidadoso planejamento auxiliado por uma equipe de especialistas na área de armazenamento;
- os objetivos foram formulados prevendo o uso do livro texto - Secagem e Armazenagem de produtos Agrícolas (SILVA, 2000);
- o plano de ensino das disciplinas foi organizado prevendo materiais alternativos para auxiliar o aluno no alcance do domínio dos objetivos;
- o critério mínimo de desempenho previsto para cada módulo é de 60% de domínio dos objetivos - pontuação normal de avaliação do semestre nas instituições consideradas;
- não houve diagnóstico das condições iniciais do aluno, devido ao fato de as duas universidades em estudo terem autonomia para a formulação de seus currículos, acreditando-se que ambas apresentem valores médios quanto à formação básica dos seus alunos, devido ao cumprimento do diretrizes curriculares estipulado pelo Ministério da Educação;
- previu-se um retorno para o aluno nas avaliações de cada um dos módulos, complementado pela atuação dos professores;
- a ambos os grupos foi garantido o atendimento individualizado por professores aos alunos que necessitassem dele.

Os métodos de aprendizagem testados foram:

Tratamento A1 : os alunos tiveram aulas pelo modo convencional - quadro e giz;

Tratamento A2 : os alunos estudaram com o auxílio do sistema ABA, interagindo com o computador.

Efeito do módulo testado:

B1: os alunos usaram os módulos Aba1 (Psicometria), Aba2 (Métodos de Secagem), Aba3 (Teoria e Simulação de Secagem);

B2 : os alunos usaram os módulos Aba1, Aba2, Aba3 e Aba4 (Aeração de Grãos);

B3 : os alunos usaram o módulo Aba3;

B4 : os alunos usaram o módulo Aba4.

15.3.4 - Coleta de dados

A coleta de dados foi feita em todas as turmas de alunos, quando, então, todos receberam o mesmo conteúdo de informações, controlando-se, dessa forma, a validade do experimento em termos do efeito do conteúdo abordado, efeito este presente nos dois tratamentos.

Seguindo o cronograma da experimentação, a coleta de dados ocorreu após o experimento propriamente dito, ou seja, depois do tempo necessário para ministrar os assuntos abordados e marcar as avaliações, como especificado no plano de curso das disciplinas daquele período.

O primeiro encontro com os alunos ocorreu com o pesquisador em sala de aula, apresentando-se como o professor responsável pelo assunto a ser lecionado. Neste encontro, foram definidos aleatoriamente os alunos que deveriam permanecer na sala de aula tradicional e os que utilizariam o sistema num outro ambiente. Assim, informou-se aos alunos que, naquele momento, eles seriam submetidos a um treinamento diferenciado com uma posterior avaliação.

O segundo encontro com os alunos ocorreu com o mesmo professor em cada turma, tendo recebido informações sobre cada método de ensino, a avaliação que iriam vivenciar durante o curso e informações específicas sobre o uso do sistema para o grupo selecionado.

Após o término de cada módulo estudado, os alunos dos dois grupos foram encaminhados para responder ao mesmo teste formativo em sala de aula.

Ao término do experimento, o pesquisador encontrava-se com os alunos para coletar dados quanto a facilidade, conteúdo e possíveis melhorias a serem acrescentadas ao sistema ABA.

16 - Resultados e discussão

A comparação de ambos os métodos de aprendizagem foi feita por meio de um delineamento em blocos casualizados envolvendo alguns outros efeitos, como mostra o modelo estatístico a seguir:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + \Upsilon_{k(j)} + \tau x \Upsilon_{ik(j)} + \hat{\alpha}_{jk} \quad eq. 8$$

em que:

Y_{ijk} = observação do i -ésimo tratamento (método de aprendizagem) no j -ésimo módulo da k -ésima turma;

μ = desempenho médio dos alunos sem considerar a influência de qualquer método de aprendizagem;

τ_i = representa o efeito do i -ésimo método, com:

$i = 1$ » método convencional;

$i = 2$ » uso do sistema ABA;

β_j = efeito do j -ésimo módulo testado, com:

$j = 1$ » uso dos módulos Aba1, Aba2 e Aba3;

$j = 2$ » uso dos módulos Aba1, Aba2, Aba3 e Aba4;

$j = 3$ » uso do módulo Aba3;

$j = 4$ » uso do módulo Aba4;

$\Upsilon_{k(j)}$ = efeito da k -ésima turma dentro do j -ésimo módulo;

$k = 1a, 2a$ e $3a$ » repetições das turmas que utilizaram os módulos Aba1, Aba2 e Aba3;

$k = 1b, 2b$ e $3b$ » repetições das turmas que utilizaram os módulos Aba1, Aba2, Aba3 e Aba4;

$k = 1c, 2c$ e $3c$ » repetições das turmas que utilizaram o módulo Aba3;

$k = 1d, 2d$ e $3d$ » repetições das turmas que utilizaram o módulo Aba4;

$\tau x \Upsilon_{ik(j)}$ = efeito da interação do i -ésimo método com a k -ésima turma dentro do j -ésimo módulo;

$\hat{\alpha}_{jk}$ = erro experimental associado a observação Y_{ijk} , tal erro está associado a fatores não controláveis como o estado emocional do aluno, problemas de saúde, etc.

$$\hat{\alpha}_{jk} \sim N(0, \sigma^2)$$

A análise de variância realizada com base no modelo acima forneceu os seguintes resultados, apresentados nas Tabelas 4 e 5.

Tabela 4 : Análise de variância obtida com base no modelo.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr > Fc
Método	1	82,695938	82,695938	16,286	0,0274 *
Módulo	3	211,081979	70,360660	13,857	0,0290 *
Turma (módulo)	8	611,725833	76,465729	15,059	0,0237 *
Método X Turma (módulos)	8	47,672500	5,959062	1,174	0,4964 ^{ns}
Erro	3	15,232812	5,077604		
Total corrigido	23	968,409062			
CV = 3,03 %					
Média geral = 74,27					
Média do método convencional = 72,41					
Média do método com uso do sistema ABA = 76,13					

* = existem diferenças significativas

n.s. = não significativo

C.V. = coeficiente de variação

Observa-se, na Tabela 4, que os efeitos dos métodos, módulos e turmas, interagindo com os módulos, apresentam diferenças significativas. Indicando, que:

- um dos métodos favorece o ensino-aprendizagem;
- algum módulo testado torna o ensino-aprendizagem mais eficiente, em relação a outro; e,
- a interação da turmas com os módulos, também, possibilita uma maior eficácia do ensino-aprendizagem.

As turmas de alunos apresentam comportamentos diferentes quanto ao interesse e dedicação por um determinado assunto. Para verificar esta possível

influência sobre a experimentação, analisou-se o efeito das diversas turmas dentro dos módulos. Pelo resultado, verifica-se que não houve efeito significativo para a interação método x turmas dentro dos módulos, indicando não haver resposta diferencial do método em relação às turmas dentro de cada módulo. Ou seja, tem-se a garantia de que as turmas não influenciaram os resultados, em função, de ter-se separados os alunos aleatoriamente, dividindo-os em dois grupos.

Comparando os valores das médias dos métodos convencional de ensino e o que utilizou o sistema ABA, verifica-se uma evidência da ação diferenciada do recurso de informática como meio de maior eficiência no auxílio do ensino.

Tabela 5 : Comparação dos efeitos médios do modelo pelo Teste de Tukey.

Tratamentos	Médias	Resultados do teste (*)
1. Aba1, Aba2 e Aba3	70,99	b
3. Aba3	72,73	b a
2. Aba1, Aba2, Aba3 e Aba4	74,38	b a
4. Aba4	78,97	a

(*) Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si, quando submetidas ao teste de Tukey, a 5% de significância.

A média alcançada pelos alunos que só usaram o módulo Aba4, tratamento 4, apresentou o mais alto valor (78,97).

A análise estatística mostrou que apenas entre os tratamentos 1 e 4, ou seja, entre os alunos que estudaram pelos três módulos (Aba1, Aba2 e Aba3) e os alunos que só estudaram pelo módulo Aba4, existe diferença significativa.

O efeito dos módulos testados pelas turmas é devido ao conteúdo de cada um apresentar grau de dificuldade diferenciado. Por exemplo, para a aprendizagem do conteúdo dos módulos Aba1 (psicometria) e Aba3 (teoria e simulação de secagem), em comparação do módulo Aba4 (aeração de grãos), exige-se bem mais dos alunos, por serem assuntos mais complexos e, até mesmo, mais difíceis de se ensinar.

A análise dos resultados dá a indicação de que os objetivos propostos para a realização deste trabalho foram alcançados com êxito. Os resultados mostram uma significativa diferença entre o desempenho dos grupos com tratamentos diferenciados, concernentes à metodologia convencional e ao uso do sistema ABA como auxílio no ensino.

Conclui-se que a técnica de utilização do sistema educativo ABA possibilitou que o ensino-aprendizagem do conteúdo abordado fosse mais eficiente e agradável em relação à técnica expositiva, propiciando um melhor desempenho dos alunos.

Há várias explicações para o fenômeno ocorrido. Uma das justificativas é que os alunos de engenharia, futuros profissionais da área de tecnologia, são mais predispostos ao uso de ferramentas não convencionais de aprendizado. Neste aspecto, a utilização do sistema pode ter funcionado como elemento inovador e estimulante para os alunos do grupo que estudou por ele, proporcionando um ótimo nível de desenvolvimento na tarefa que favoreceu os seus desempenhos.

Outra explicação é que os cursos de armazenamento que abrangem domínios técnicos lidam com inúmeras informações. Neste caso, o meio eletrônico seria até mais eficiente que os métodos tradicionais de ensino.

Essas colocações, contudo, que tentam explicar tal ocorrência, permanecem como suposições indagativas até serem verificadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anuário Estatístico do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE. 2000.
- ALVES, M. R. P. A. *Logística agroindustrial*. Gestão agroindustrial. GEPAI: Grupo de estudos e pesquisas agroindustriais. São Paulo: Atlas, p. 139-214,1997.
- BATALHA, M. O. *Sistemas agroindústrias: definições e correntes metodológicas*. Gestão agroindustrial. GEPAI: Grupo de estudos e pesquisas agroindustriais. São Paulo: Atlas, p. 23-48,1997.
- BLOOM, B. et ali. *Taxonomia de objetivos educacionais; domínio afetivo e cognitivo*. Porto Alegre, Ed. da Universidade, UFRGS, Globo, 1972.
- BORLAND, INC. *Borland Delphi for Windows 95/NT. Version 5.0: User's guide*. Scotts Valley, CA, 2000. 420p.
- BORLAND, INC. *Borland Delphi for Windows 95/NT. Version 5.0: Reference library guide*. Scotts Valley, CA, 2000. 346p.
- BORLAND, INC. *Borland Delphi for Windows 95/NT. Version 5.0: Object pascal language guide*. Scotts Valley, CA, 2000. 265p.
- BORLAND, INC. *Borland Delphi for Windows 95/NT. Version 5.0: Component writer's guide*. Scotts Valley, CA, 2000.225p.
- CAMSTRA, B. *Make computer-assisted instruction smarter*. Computer and Education, 1: 177-83, 1977.
- CANTÚ, M. *Dominando o Delphi 5*. São Paulo: Makron Books, 1999. 1230p.
- DAVIS, S. e BOTKIN, J. *Trends in Outreach Education: The Monster Under The Bed*, disponível em outubro de 2000 no endereço <http://grove.ufl.edu/pgl>
- ROSELLÓ, E. G., *Algunas consideraciones sobre la programación orientada a objetos y la integración en el software educativo*, 1º Simpósio Ibérico de Informática Educativa, 1999, (<http://www.cemed.ua.pt>).
- GIUSTA, A. S. *Concepção de aprendizagem e práticas pedagógicas*. Educação em Revista, Belo Horizonte, n.1, p.24, 1985.
- HIRSCHBUHL, E.M. *Futures: where will computer-assisted instruction (CAI) be in 1990 ?* Educational Technology, Englewood Cliffs, 18(4): 62-3, Apr. 1978.
- JORNAL eletrônico da UNICAMP, disponível no endereço

<http://www.unicamp.br/imprensa>, na reportagem “*Chegamos ao Ensino Global*” (ano XVI – número 151) de maio de 2000.

JORNAL eletrônico da UNICAMP, disponível no endereço

<http://www.unicamp.br/imprensa>, na reportagem “*Universidade Virtual*” de (ano XVI – número 150) março/abril de 2000.

JORNAL informativo RNP notícias, disponível no endereço

<http://www.rnp.br/noticias>, de março de 2000.

LAMPERT, E. *Educação à distância: elitização ou alternativa de democratizar o ensino ?* Educação Brasileira. V.20, n.41, p. 129-142, jul.dez. 1998.

MARQUES, J.C. *Os caminhos do professor: incertezas, inovações, desempenhos.* Porto Alegre, Editora Globo, 1977.

MORAN, J.M. *Novos caminhos do ensino à distância.* Boletim do CEA - Centro de Educação à Distância/SENAI, v.1, n.1, p.1-3, nov.-dez. 1994.

MOREIRA, M. *O uso do computador na Educação: pressupostos psicopedagógicos.* Educação em Revista, Belo Horizonte, n.4, p.13-17, 1986.

NBR ISO 9000-3. *Normas de gestão da qualidade e garantia da qualidade - Parte 3: Diretrizes para a aplicação da NBR 19001 ao desenvolvimento, fornecimento e manutenção de software.* 1993.

NBR ISO/IEC 9126. *Tecnologia de informação - Avaliação de produto de software- Características de qualidade e diretrizes para o seu uso .* 1994.

PETERSON, C. e SWINTON, S. *Agribusiness opportunities in the 21 st century.* In choices, AAEE, Iowa State University, EUA, 1992.

POPPOVIC, P.P. *Educação à distância: problemas da incorporação de tecnologias educacionais modernas nos países em desenvolvimento.* Em aberto, v.16, n.70, p.51-56. Abr.jun. 1996.

RYAN, KELVIN. *Tescher training in instructional technology.* In: TICKTON, Sidney, ed. *to improve learning.* New York, R.R.Browker, 1971, p.357-387.

SALDANHA, L. E. *Sobre o papel do professor universitário na organização do ensino em face da tecnologia educacional.* Tese, UFRGS, 1974, 176p.

SALISBURY, A.B. *Computers and education toward agreement on terminology.* In: *The computers and education.* Englewood Cliffs, Educational Technology, 1993. P.1-5.

SHUELL, T.J. *Cognitive conceptions of learning. Review of Educational Research,* v.56, n.4, p.411-436, 1986.

- SILVA, J.S., (Ed). *Secagem e Armazenagem de produtos agrícolas*. Viçosa: Aprenda Fácil, 2000. 502p.
- SOUSA, F.F. *Sistema multimídia para capacitação de recursos humanos em pós-colheita de produtos agrícolas*. Viçosa, MG: UFV, 1997. 61p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- TICKTON, S.B. et ali. *To improve learning;* evaluation of instructional technology. New York, Bowker, 1972
- TOLEDO, J. C. *Gestão da qualidade na agroindústria*. Gestão agroindustrial. GEPAI: Grupo de estudos e pesquisas agroindustriais. São Paulo: Atlas, p. 437-488,1997.

APÊNDICE

APÊNDICE A

Glossário de termos da Qualidade

Certificação de software - emissão de um certificado de conformidade de um software a um certo conjunto de normas ou especificações, comprovada por testes de conformidade e por testes de campo.

Confiabilidade - conjuntos de atributos que evidenciam a capacidade do software de manter seu nível de desempenho sob condições estabelecidas durante um período de tempo estabelecido [*ISO 9126*]. Tem como características: maturidade, tolerância a falhas e recuperabilidade.

Entidade certificadora - órgão que realiza a certificação de conformidade, a partir da existência da garantia adequada de que um produto, processo ou serviço,

devidamente identificado, está em conformidade com uma norma ou outro documento normativo especificado.

Funcionalidade - conjunto de atributos que evidenciam a existência de um conjunto de funções e suas propriedades específicas. As funções são as que satisfazem as necessidades explícitas ou implícitas.

Inspeção formal - técnica de revisão sistemática do software ou de alguns de seus componentes, executada, sistematicamente, ao final de cada fase do projeto, com o objetivo único de encontrar erros. A inspeção formal é executada por uma equipe na qual cada membro tem papel preestabelecido. O projetista participa mas não coordena a reunião. Todo o material gerado é lido, os erros anotados e uma estatística dos erros encontrados é mantida, para fins de posterior estudo da eficácia do procedimento.

ISO - International Organization for Standardization (Organização Internacional de Normatização).

ISO 9000-3 - norma internacional da série ISO 9000. Estabelece diretrizes para aplicação da norma ISO 9001 às atividades de desenvolvimento, fornecimento e manutenção de software.

ISO 9001 - norma internacional da série ISO 9000. Modelo para garantia da qualidade em projetos, desenvolvimento, produção, instalação e serviços associados. É mais completa que as normas ISO 9002 e ISO 9003, da mesma série.

Manutenabilidade - conjunto de atributos que evidenciam o esforço necessário para fazer modificações específicas no software. Tem como características: analisabilidade, modificabilidade, estabilidade e testabilidade.

NBR ISO 9003 - normas de gestão da qualidade e garantia da qualidade - Parte 3: Diretrizes para aplicação da NBR ISO 9001 ao desenvolvimento, fornecimento e manutenção de software, Brasil.

Peer-review - técnica de revisão de um produto, na qual um colega (peer) do projetista ou do programador revisa a atividade desenvolvida, buscando encontrar erros ou oferecer sugestões de melhoria.

Portabilidade - conjunto de atributos que evidenciam a capacidade do software de ser transferido de um ambiente para outro. Tem como características: adaptabilidade, instabilidade, conformidade a padrões de portabilidade e substituibilidade.

Teste de aceitação - teste formal conduzido para determinar se um sistema satisfaz ou não seus critérios de aceitação e para permitir ao cliente determinar se aceita ou não o sistema [IEEE83]. Validação de um software pelo comprador, pelo usuário ou por terceira parte, com o uso de dados ou cenários especificados ou reais. Pode incluir testes funcionais, de configuração, de recuperação de falhas, de segurança e de desempenho.

Teste de campo - verificação de um software ou de trecho de software durante a sua utilização real (em campo), de modo a detectar, confirmar ou examinar falha ou erro relatado.

Teste de usabilidade - verificação e homologação individual do uso por um conjunto de usuários. Tem como subcaracterísticas: inteligibilidade, apreensibilidade e operacionalidade.

Teste funcional - conjunto de funções que satisfazem as necessidades estabelecidas ou implícitas e suas propriedades específicas. Tem como subcaracterísticas: adequação, acurácia, interoperabilidade, conformidade e segurança.

Usabilidade - conjunto de atributos que evidenciam o esforço necessário ao uso e à homologação individual de tal uso por um conjunto de usuários estabelecidos ou subentendido.

Verificação - confirmação, por exame e fornecimento de evidências objetivas, do atendimento aos requisitos especificados [NBR 8402]. Processo de avaliação de um sistema (ou componente) com objetivo de determinar se o produto de uma dada fase do desenvolvimento satisfaz às condições impostas no início dessa fase.

Tabela 3: Notas das turmas de alunos treinados com a utilização do sistema ABA e pelo método convencional.

Turmas			Turmas			Turmas			Turmas			
1a	2a	3a	1b	2b	3b	1c	2c	3c	1d	2d	3d	
Uso do sistema ABA			Uso do sistema ABA			Uso do sistema ABA			Uso do sistema ABA			
63	76	62	73	84	80	93	80	95	90	80	87	
89	69	75	80	84	89	93	76	85	90	100	75	
70	57	87	93	65	69	84	64	75	84	83	87	
63	77	75	93	90	96	81	84	71	81	100	75	
58	51	75	71	50	64	81	50	58	81	80	75	
69	56	87	73	55	77	71	52	69	71	100	55	
62	60	75	84	60	74	73	56	60	75	50	75	
89	84	87	81	84	80	84	84		84		87	
Convencional			Convencional			Convencional			Convencional			
64	67	87	84	80	89	81	80	80	81	50	87	
80	60	62	81	65	79	81	60	87	81	80	62	
89	77	87	81	55	77	84	52	92	84	70	87	
58	59	62	71	50	56	81	50	59	81	70	62	
61	51	75	73	60	81	73	60	72	73	70	75	
64	64	75	84	50	66	71	50	50	71	90	75	
61	69	87	81	65	75	81	64	62	81	100	87	
69	75	87	81	60	78	73	84		73		75	
Desempenho médio			Desempenho médio			Desempenho médio			Desempenho médio			
Uso do sistema ABA:	70,4	66,3	77,9	81	71,5	78,6	82,5	68,3	73,3	82,0	84,7	77,0
Método convencional:	68,25	65,3	77,8	79,5	60,6	75,1	78,1	62,5	71,7	78,1	75,7	76,3

Módulos testados:	Aba1, Aba2 e Aba3	Aba1, Aba2, Aba3 e Aba4			Aba3			Aba4				

