

**UFRRJ**  
**INSTITUTO DE AGRONOMIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO**  
**AGRÍCOLA**

**DISSERTAÇÃO**

**INFLUÊNCIA DO FRACIONAMENTO NO**  
**DESTILADO PARA A OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO**  
**DA CACHAÇA DE ALAMBIQUE: UMA PRÁTICA**  
**PEDAGÓGICA NO PROCESSO PRODUTIVO**

**Adalcino França Junior**

**2008**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO AGRÍCOLA**

**INFLUÊNCIA DO FRACIONAMENTO NO DESTILADO PARA A  
OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DA CACHAÇA DE ALAMBIQUE:  
UMA PRÁTICA PEDAGÓGICA NO PROCESSO PRODUTIVO**

**ADALCINO FRANÇA JUNIOR**

*Sob Orientação da Professora*  
**Sandra Regina Gregório**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no curso de pós-graduação em Educação Agrícola, área de concentração em Educação Agrícola.

Seropédica, RJ  
Novembro de 2008

338.476639

F814i

T

França Junior, Aldacino, 1958-

Influência do fracionamento no destilado para a otimização da produção da cachaça de alambique: uma prática pedagógica no processo produtivo / Aldacino França Junior - 2008.

106 f. : il.

Orientador: Sandra Regina Gregório.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola.

Bibliografia: f. 88-98.

1. Cachaça - Indústria - Teses. 2. Destilação - Indústria - Teses. 3. Prática de ensino - Teses. 4. Escola Agrotécnica Federal de Salinas - Teses. I. Gregório, Sandra Regina, 1960-. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola. III. Título.

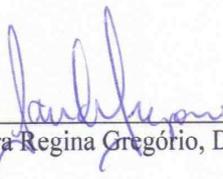
Bibliotecário: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO AGRÍCOLA**

**ADALCINO FRANÇA JUNIOR**

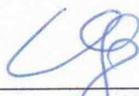
Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola, Área de Concentração em Educação Agrícola.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 07 de novembro de 2008.



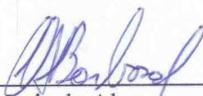
---

Sandra Regina Gregório, Dra. UFRRJ



---

Oswaldo Guimarães Filho, Dr. EAF Salinas



---

Cláudio Luis de Alvarenga Barbosa, Dr. UFRRJ



---

Mirian Ribeiro Leite Moura, Dra. UFRJ

*A minha esposa Mercês, aos meus filhos Luiz Felipe e Fernando,  
pelo amor incondicional, compreensão e apoio na realização deste trabalho.*

**OFEREÇO**

*Aos meus pais, Adalcino “in memorian” e Ernestina,  
pelo exemplo de vida, pelo incentivo nos momentos mais difíceis,  
por mostrar-me sempre o caminho da verdade,  
por tantas vezes que abriram mãos dos seus sonhos para realizar os meus.  
Aos meus irmãos, Luiz Carlos e Cláudia, pela amizade,  
generosidade e companheirismo em todas as situações.*

**DEDICO**

## **HOMENAGEM**

*A Profa. Dra. Sandra Regina Gregório, por ter me dado a oportunidade de desenvolver este trabalho, pelos ensinamentos transmitidos com dedicação, consideração e pela amizade, minha eterna gratidão.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela presença constante em minha vida.

Aos alunos do Curso Superior de Tecnologia em Produção de Cachaça, pela participação como sujeitos deste trabalho.

Aos professores Dr. Oswaldo Guimarães Filho, Dr. Alexandre Santos de Souza, Valesca Rodrigues de Souza, pela grande colaboração na parte experimental deste trabalho.

Ao engenheiro Agrônomo Élon Luiz Rocha de Souza, responsável pelo laboratório de bebidas e vinagres – MAPA, Andradas, MG, pela colaboração nas análises físico-químicas.

À empresa Alambiques Santa Efigênia, pela doação do alambique utilizado neste trabalho.

A amiga Fernanda Miranda Morais, pelo apoio fundamental na formatação deste trabalho.

À Escola Agrotécnica Federal de Salinas, por tornar possível a qualificação do seu quadro de Recursos Humanos.

Aos demais professores e servidores da EAF-Salinas, pelo apoio e equiescência de minha falta.

A todos os professores e funcionários do PPGEA, pela contribuição científica e pela importância em nossa formação profissional.

Aos professores componentes da banca, pelas correções.

Aos colegas da pós-graduação, pelo agradável convívio e pelas importantes contribuições durante toda a nossa caminhada.

A todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

**Meus sinceros agradecimentos.**

## RESUMO

FRANÇA JUNIOR, Adalcino. **Influência do fracionamento no destilado para a otimização da produção da cachaça de alambique: uma prática pedagógica no processo produtivo**. 2008. 106p. Dissertação (Mestrado em Educação Agrícola). Programa de Pós-graduação em Educação Agrícola. Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2008.

O presente trabalho analisou a contribuição de um projeto de pesquisa técnica aplicada no processo de ensino-aprendizagem, esperando-se que os acadêmicos do terceiro e quarto períodos do Curso Superior de Tecnologia em Produção de Cachaça da Escola Agrotécnica Federal de Salinas, como agentes ativos, compreendessem e solidificassem o conhecimento. Para avaliar o processo pedagógico, utilizou-se o método de avaliação de atitude do indivíduo de 14 sujeitos, construindo-se questionários relativos às duas principais fases do projeto de pesquisa: processo de produção; análise sensorial. Elaboraram-se dois instrumentos de avaliação com afirmativas referentes aos conceitos e conhecimentos necessários para compreender estas etapas, pontuados com uma escala variando entre “discordo muito” ao “concordo muito”, com centro em “nem discordo, nem concordo”, totalizando sete pontos. O primeiro foi aplicado em quatro etapas diferentes e o segundo em duas, sendo a primeira aplicação representativa da condição zero, sem envolvimento com as atividades do projeto. A destilação foi desenvolvida mediante três repetições para as três condições experimentais almejadas. O produto destilado foi avaliado físico-química e sensorialmente. Nas determinações físico-químicas utilizou-se a legislação vigente. Nas avaliações sensoriais utilizou-se testes discriminativos e de aceitação. Os resultados foram analisados estatisticamente por testes de médias de Tukey, Dunnett e Boferroni, com nível de significância de 5%. Quanto ao processo de produção, verificou-se que a média para cada sujeito foi aumentando gradativamente nos testes na medida em que a aprendizagem se concretizava, chegando ao último teste com uma maior homogeneidade nas respostas, cujas médias foram 6,1; 6,6; 6,5 e 6,9 para TI, TII, TIII e TIV, respectivamente. No início do processo, verificou-se diferenças ( $p \leq 0,05$ ) entre os testes (TI e TII) para alguns sujeitos, chegando a valores superiores a 20% para dois deles e em menor proporção (superiores a 10%) para outros cinco, porém não significativa. No teste TIV, diferenças ( $p \leq 0,05$ ) foram observadas para a maioria dos sujeitos em relação ao TI, contudo, os dois sujeitos com maior diversidade nos níveis de concordância, obtiveram os maiores valores percentuais (25,2 e 34,9%,) de diferença em relação ao TI, indicando o quanto as atividades desenvolvidas contribuíram para elevar seu nível de conhecimento. Os resultados obtidos na avaliação sensorial indicaram que os estudantes obtiveram melhor compreensão das atividades, não apresentando diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre o teste inicial e o final, com médias de 6,4 e 6,7 para TI e TII, respectivamente. Os sujeitos correlacionaram os conceitos obtidos com as atividades do projeto. Assim a sua participação colaborou para que o seu nível de aprendizagem fosse aprimorado. Nos resultados físico-químicos para o produto, diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) foi verificada no teor alcoólico da fração de coração com 80% em relação às frações com 85% a 90%. Contudo, nos resultados sensoriais, não foram detectadas quaisquer diferenças significativas na avaliação das três frações de coração destiladas, tanto nos testes discriminativos usados para analisar diferenças, quanto no teste de consumidor. Portanto, o trabalho foi importante para vincular os acadêmicos às novas tecnologias e ao mundo da pesquisa aplicada, possibilitando a construção do próprio conhecimento.

**Palavras chave:** Processo Pedagógico, Avaliação de Atitude, Destilação.

## ABSTRACT

FRANÇA JUNIOR, Adalcino. **The influence of the fractionization in the distillation for an optimization of the production of the cachaça of the alembic: A practice pedagogic in the productive process.** 2008. 106p. Dissertation (Master Science in Agricultural Education). Programa de Pós-graduação em Educação Agrícola. Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2008.

The present work analyzed the contribution of a technical research project applied in the teaching-learning process, being waited that the academics of the third and fourth periods of the course of Technology in Production of Cachaça of the Escola Agrotécnica Federal de Salinas, as active agents, thar understood and solidified the knowledge. To evaluate the pedagogic process, the method of evaluation of individuo's attitude of 14 subjects was used, being built relative questionnaires to the two main phases of the research project: production process; sensory analysis. It was elaborated two evaluation instruments with affirmatives regarding the concepts and necessary knowledges to understand these stages, punctuated with a scale varying among "disagree a lot" to the "agree a lot", with the center in "neither disagree nor agree", totalizing seven points. The first was applied in four different stages and the second in two, being the first application representative of the condition zero, without involvement with the activities of the project. The distillation was developed by three repetitions for the three longed experimental conditions. The distilled product was evaluated physicochemical and sensorially. In the physicochemical determinations the effective legislation was used. In the sensory evaluations tests discriminative and of acceptance was used. The results were analyzed statistically by tests of averages of Tukey, Dunnett and Boferroni, with level of significance of 5%. As for the production process, it was verified that the average for each subject increased gradually in the tests as the learning was rendered, arriving to the last test with a larger homogeneity in the answers, whose averages were 6,1; 6,6; 6,5 and 6,9 for TI, TII, TIII and TIV, respectively. In the beginning of the process, it was verified differences ( $p \leq 0,05$ ) among the tests (TI and TII) for some subjects, reaching superior values to 20% for two of them and in smaller proportion (superior to 10%) for other five, however no significant. In the test, (TIV) differences ( $p \leq 0,05$ ) were observed for most of the subjects in relation to the TI, however, the two subject with larger diversity in the agreement levels, obtained the largest percentile values (25,2 and 34,9%,) of difference in relation to the TI, indicating as the developed activities contributed to elevate their knowledge level. The results obtained in the sensory evaluation indicated that the students obtained better understanding of the activities, not presenting significant differences ( $p \leq 0,05$ ) between the initial and the final test, with averages of 6,4 and 6,7 for TI and TII, respectively. The subjects correlated the concepts obtained with the activities of the project. So their participation collaborated that their learning level was perfected. In the physicochemical results for the product, a significant difference ( $p \leq 0,05$ ) was verified in the alcoholic content of the heart fraction with 80% in relation to the fractions with 85% to 90%. However, in the sensorial results, were not detected significant differences in the evaluation of the three heart fractions distilled, as in the tests discriminative used to analyze differences, as in consumer's test. Therefore, the work was important to link the academics to the new technologies and to the world of the applied research, making possible the construction of the own knowledge.

**Key-words:** Pedagogic Process, Evaluation of Attitude, Distillation.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Composição de leveduras de fermento prensado	32
Tabela 2	Composição do meio de cultura agar sabouraud 2%	46
Tabela 3	Análise típica do extrato de levedura	47
Tabela 4	Planejamento experimental	48
Tabela 5	Valores médios atribuídos para cada teste por cada sujeito no processo	53
Tabela 6	Valores médios atribuídos para cada afirmativa por cada teste no processo	56
Tabela 7	Valores de médios obtidos por cada sujeito em relação ao seu nível de concordância com as afirmativas	58
Tabela 8	Valores médios atribuídos para as afirmativas	61
Tabela 9	Valores das avaliações físico-químicas das amostras de cachaça obtidas das três condições experimentais	70
Tabela 10	Valores das avaliações físico-químicas da fermentação para a média geral das três condições experimentais	74
Tabela 11	Valores médios das notas obtidas para os atributos aroma, sabor e acidez (queimação na deglutição) no teste de comparação múltipla.	80

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Padrões de identidade e qualidade para a cachaça	26
Quadro 2	Fracionamento em porcentagem do volume máximo de destilado esperado	48
Quadro 3	Valores médios dos parâmetros físico-químicos para cada condição experimental na fermentação	69
Quadro 4	Fracionamento em mL do volume máximo do destilado esperado.	73

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Fluxograma simplificado da cadeia produtiva de cachaça.	27
Figura 2	Via de Embden-Meyerhoff-Parnas (EMP).	29
Figura 3	Esquema simplificado da formação de compostos em processos fermentativos	30
Figura 4	Fórmula estrutural plana do ácido acético.	36
Figura 5	Reação simplificada de esterificação entre ácido acético e etanol.	36
Figura 6	Fórmula Estrutural Plana do Acetato de Etila.	36
Figura 7	Fórmula estrutural plana do acetaldeído	37
Figura 8	Fórmula estrutural plana do furfural e 5-hidroximetilfurfural.	37
Figura 9	Fórmulas estruturais planas dos principais álcoois superiores.	38
Figura 10	Fórmula estruturada plana do metanol	39
Figura 11	Fórmula estrutural plana do carbamato de etila.	39
Figura 12	Fórmula estrutural plana do 2-propenal	41
Figura 13	Fórmula estrutural plana do 1-butanol	41
Figura 14	Fórmula estrutural plana do 2-butanol	41
Figura 15	Avaliação do desempenho dos sujeitos nos quatro testes e dos seus valores médios	54
Figura 16	Valores da diferença percentual da aprendizagem entre os testes	55
Figura 17	Valores da diferença percentual da aprendizagem em relação ao primeiro teste (TI)	55
Figura 18	Valores médios totais para cada teste	56
Figura 19	Valores médios atribuídos para cada afirmativa nos quatro testes	57
Figura 20	Valores médios e da diferença percentual obtidos pelos sujeitos nos dois testes	59
Figura 21	Valores médios e da diferença percentual atribuídos às afirmativas nos dois testes	60
Figura 22	Distribuição das afirmativas por cada aluno	61
Figura 23	Valores médios totais atribuídos na avaliação dos sujeitos e das afirmativas para os dois testes	62
Figura 24	Imagens da seqüência de atividades desenvolvidas para as etapas referentes ao processo	64
Figura 25	Imagens da seqüência de atividades desenvolvidas para as etapas referentes à avaliação sensorial	66
Figura 26	Valores médios para os parâmetros avaliados nas três condições experimentais com os seus valores de $r^2$ obtidos por regressão linear	72
Figura 27	Média dos resultados dos principais parâmetros físico-químicos	75
Figura 28	Distribuição do número de acertos para o teste triangular em cada condição experimental e entre as suas três replicatas de processo	79
Figura 29	Caracterização dos consumidores por sexo, faixa etária, freqüência e motivos de consumo de cachaça.	82

Figura 30	Valores médios das notas atribuídas para a impressão global das amostras	83
Figura 31	Valor percentual das notas atribuídas numa escala de nove pontos para as três condições experimentais	84
Figura 32	Distribuição percentual da intensidade do aroma, sabor e acidez (queimação na deglutição) que influenciaram na aceitação.	85

## LISTA DE ABREVIACOES E SÍMBOLOS

$\%v.v^{-1}$	Porcentagem volume por volume
$^{\circ}C$	Graus Celsius
mg	Miligramas
mL	Mililitros
$mg.100mL^{-1}$	Miligramas por cem mililitros
$\mu g.L^{-1}$	Micrograma por litro
ssp	Hibrido Interespecifico (mesmo gnero e espécie diferente)
$t.ano^{-1}$	Toneladas por ano
pH	Potencial de hidrognio inico
$^{\circ}BRIX$	Quantidade de sólidos solúveis totais ( $\% p.p^{-1}$ a $20^{\circ}C$ )
$^{\circ}GL$	Grau Gay-Lussac ( $\%v.v^{-1}$ a $20^{\circ}C$ )
$\leq$	Menor ou igual
$\geq$	Maior ou igual
CoA	Co-enzima A
ATP	Adenina Tri Fosfato
NAD	Adenosina Di Fosfato
$Cu^{2+}$	Cátion Cobre Bivalente
$UFC.mL^{-1}$	Unidade Formadora de Colnia por Mililitros
$Clulas.L^{-1}$	Células por litro
g	Gramas
kg	Kilogramas
L	Litro
$g.100mL^{-1}$	Gramas por cem mililitros
$mg.L^{-1}$	Miligramas por litro
$t.ha^{-1}$	Toneladas por hectare
$CO_2$	Gás carbônico
$p.v^{-1}$	Peso por volume
$g.L^{-1}$	Gramas por litro
$L.min^{-1}$	Litros por minuto
$\% p.p^{-1}$	Porcentagem peso por peso
N	Normal
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educao

MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
EMP	Embdem-Meyerhoff-Parnas
NTAS	Número Total de Aulas Semestral
NTF	Número Total de Faltas Semestral;
IAQG	Índice de Aproveitamento em Química Geral
IAQO	Índice de Aproveitamento em Química Orgânica
IAAFQ	Índice de Aproveitamento em Análise Físico-Química
NAS	Número de Aulas Semanal
NTAS'	Número Total de Aulas Semanal
CE	Condição Experimental
GLP	Gás liquefeito de petróleo
LABV	Laboratório de Análise de Bebidas e Vinagres
LANAGRO	Laboratório Nacional Agropecuário
DOU	Diário Oficial da União

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	1
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b>	4
2.1 Educação e Tecnologia	4
2.1.1 Panorama conceitual	4
2.1.2 Tecnologia educacional	6
2.1.3 Qualificação profissional e escola	8
2.1.4 O cotidiano da escola: um espaço para pesquisa	13
2.1.5 A pesquisa	16
2.1.6 A avaliação e o contexto acadêmico	19
2.2 A Cachaça e Seus Congêneres	25
2.2.1 Padrões de identidade e qualidade	25
2.2.2 Processo de produção	26
2.2.3 Matéria prima	28
2.2.4 Processo de fermentação	28
2.2.5 Propagação do inóculo (fermento ou “pé-de-cuba”)	31
2.2.6 Destilação	33
2.2.7 Congêneres ou compostos secundários	35
2.2.8 Análise sensorial	42
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b>	44
3.1 Metodologia do Processo Pedagógico	44
3.1.1 Seleção dos sujeitos	44
3.1.2 Processo de avaliação	44
3.1.3 Análise de imagens	45
3.2 Processamento da Cachaça	46
3.2.1 Propagação do fermento	46
3.2.2 Preparo do mosto	47
3.2.3 Condução da fermentação	47
3.2.4 Condução da destilação	47
3.2.5 Planejamento experimental	47
3.2.6 Envase da fração coração	49
3.2.7 Métodos analíticos	49
3.2.8 Avaliações sensoriais	49
3.2.9 Análise estatística	50
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	52
4.1 Avaliação do Processo de Aprendizagem	52
4.1.1 Avaliação durante o processo de produção	52
4.1.2 Avaliação durante a análise sensorial	58
4.1.3 Análise de imagens	63
4.2 Avaliação do Processamento do Produto	67
4.2.1 Características físico-químicas na fermentação	67
4.2.2 Características físico-químicas na destilação	73
4.3 Avaliação Sensorial	77
4.3.1 Teste triangular	78
4.3.2 Teste de comparação múltipla	79
4.3.3 Teste de aceitação	80

<b>5 CONCLUSÕES</b>	87
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	88
<b>7 ANEXOS</b>	99

## 1 INTRODUÇÃO

A Escola Agrotécnica Federal de Salinas - EAFSALINAS obteve em dezembro de 2004, através da portaria número 4.243, de 21 de dezembro de 2004, autorização para funcionamento em caráter experimental do Curso Superior de Tecnologia em Produção de Cachaça, com a finalidade de formar tecnólogos com capacitação para atuar em todas as áreas da cadeia produtiva da cachaça, assegurando qualidade e produtividade com menor custo de produção.

O tecnólogo em produção de cachaça deverá manter-se atualizado com relação às tendências da área e atuar frente às situações com flexibilidade, enfrentando desafios, buscando inovações e propondo soluções. Assim, criar condições para que o educando vivencie na prática habilidades que possibilitem o desenvolvimento de suas competências e promover não apenas o saber-conhecer, mas, também, o saber-fazer, o saber-conviver e o saber-ser.

Andrade (2005), aponta para “[...] o crescimento e as exigências da modernização e de implantação de novas tecnologias e processos, nas pequenas indústrias de cachaça, açúcar mascavo e rapadura, o que exigirá cada vez mais, mão-de-obra qualificada”. Ou seja, o mercado da cachaça tem passado por grandes transformações devido às inovações tecnológicas no processo produtivo e uma crescente elitização do consumo, esta última atraída pela qualidade tanto sensorial quanto físico-química. Estes fatores têm incentivado os produtores a buscarem informações e qualificação.

A região de Salinas é tradicionalmente produtora de cachaça, no entanto a separação das frações do destilado (Cabeça, Coração e Cauda) é, ainda, realizada de forma empírica. Assim, para garantir a qualidade da cachaça desta região, faz-se necessário utilizar-se das ferramentas do conhecimento técnico e científico.

A cachaça, que é uma bebida genuinamente brasileira, historicamente ocupa posição de destaque no cenário sócio-econômico do país. Produzida em todas as regiões brasileiras ela envolve expressivo contingente de mão-de-obra diversificada em sua cadeia produtiva.

A produção brasileira de cachaça se encontra na faixa de 1,5 bilhões de litros.ano<sup>-1</sup>, entretanto, em 1990, os valores da Carteira de Comércio Exterior do Banco do Brasil (CACEX) demonstraram que o volume de exportação não passava de 0,2% do produzido, e que apesar da sua tradição e importância, ocorreu um crescimento em direção dos aumentos de produção, sem se preocupar com a qualidade final do produto entregue ao consumidor. A partir dessa data, foram criados grupos de trabalho formado por pesquisadores e técnicos com o objetivo de alertar os produtores para a necessidade de se incrementar medidas que viessem possibilitar a melhoria da qualidade da bebida. Para mudar essa situação foi necessário o desenvolvimento e o fortalecimento de conceitos, sem falar na atualização do sistema e da técnica de produção de cachaça, melhorando a qualidade e a produtividade, resultando em maior lucratividade para o produtor. (MUTTON; MUTTON, 2005). Atualmente quase 9,0 milhões de litros de cachaça são vendidos para mais de 40 países, o que representa menos de 1% do total produzido no Brasil (SECEX, 2008).

Com o aumento da demanda por cachaças de qualidade e o mercado de exportação em alta, todo o processo de fabricação deve ser baseado em práticas criteriosamente determinadas visando obter um produto padronizado e com qualidade comprovada, propiciando segurança e fidelidade de consumo.

Para alcançar o objetivo de ganhar não somente o mercado nacional, mas também o mercado internacional, os investimentos na educação tornam-se essenciais, por isso integrar o educando à aplicação prática da teoria para a otimização da produção da cachaça de alambique fará com que teoria e prática sigam se refletindo num processo dialético de ensino-

aprendizagem, conforme afirma Freire (1996a), “a prática de cozinhar vai preparando o novato, ratificando alguns daqueles saberes, retificando outros, e vai possibilitando que ele vire cozinheiro”.

A partir da visão de Freire (1996a) é possível perceber a importância de uma estratégia metodológica que possibilite ao acadêmico vivenciar a teoria na prática, onde o desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem permitirá a construção do conhecimento embasada cientificamente em novas tecnologias.

Essa inserção do acadêmico no mundo da pesquisa abrirá portas desconhecidas, revelando características e peculiaridades próprias da prática e estabelecendo relações para a incorporação do novo. Freire (1996a) coloca ainda, que “[...] ensinar não é *transferir conhecimento*, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção”. Neste contexto, o processo de ensino-aprendizagem se dará com a participação do acadêmico em todas as fases do processo, onde serão criadas possibilidades para a construção coletiva do conhecimento.

Neste pensamento, os acadêmicos serão apresentados ao mundo da pesquisa e das novas tecnologias através de atividades práticas, possibilitando o desenvolvendo do espírito crítico e pesquisador a partir do trabalho com problemas inerentes à produção de cachaça, especificamente, a possível co-relação entre as três frações obtidas na destilação da cachaça e a possibilidade de aumento da fração de coração em detrimento à redução das frações de cabeça e cauda, melhorando ou mantendo a qualidade do produto final.

Espera-se como resultados que os acadêmicos sejam capazes de compreender e solidificar o conhecimento através da sua participação em um projeto de pesquisa técnica aplicada e que este seja considerado um método didático para fazer a agregação do conhecimento, bem como para o desenvolvimento profissional e pessoal desses. Também, é esperado que os métodos experimentais propostos para determinar as melhores condições para a destilação do produto cachaça contribuam para uma produção de qualidade e lucratividade neste setor produtivo.

A base em que esta pesquisa se funda é o entendimento do fazer como ferramenta construtiva visando o crescimento geral dos indivíduos participantes, numa troca de experiências e descobertas que contribuirá efetivamente para o aprimoramento científico da EAFSALINAS, sua comunidade acadêmica e a região em que esta se insere.

Esta pesquisa tem como objetivo geral colaborar para que a EAFSALINAS-MG se torne um pólo difusor da eficiência técnica aliada à prática pedagógica no processo produtivo para melhoria da qualidade e produtividade da cachaça, propiciando aos acadêmicos do Curso Superior de Tecnologia em Produção de Cachaça o conhecimento vivenciado de novas tecnologias.

Neste sentido, definiram-se os seguintes objetivos específicos:

- Identificar o nível de conhecimento dos acadêmicos com relação aos parâmetros relevantes da produção de cachaça;
- Vincular os acadêmicos ao mundo da pesquisa e das novas tecnologias através de atividades práticas;
- Desenvolver a criticidade nos acadêmicos através da apresentação de problemas inerentes à produção de cachaça levando-os a propor novas ações e/ou soluções;
- Verificar, com auxílio prático dos acadêmicos, a possível co-relação existente entre as três frações obtidas na destilação da cachaça, investigando o comportamento das substâncias importantes à qualidade sensorial da bebida durante o processo de destilação;
- Investigar, com auxílio prático dos acadêmicos, a possibilidade do aumento da fração de coração em detrimento à redução das frações de cabeça e cauda, melhorando ou mantendo a qualidade do produto final;

- Avaliar, ao final da prática educativa, o crescimento técnico-científico dos acadêmicos, bem como, as contribuições deste projeto para a vossa formação profissional e pessoal.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Educação e Tecnologia

#### 2.1.1 Panorama conceitual

Vive-se hoje numa sociedade múltipla, caracterizada por uma diversidade de significados e objetos, onde a abrangência está diretamente ligada ao projeto da modernidade. Entender essa sociedade e sua multiplicidade é, de certa forma, entender a polissemia dos processos de desenvolvimento humano e da produção na modernidade.

Partindo dessa premissa é possível vislumbrar um espaço em (re)construção no tempo, onde a busca pelo novo é o caminho por que passa os conhecimentos do ontem com vistas ao futuro, assim, o homem inova, evolui e transforma.

Pensar o homem e o processo produtivo numa sociedade dita “Pós-moderna”, que experimenta a realidade numa nova temporalidade, permite compreender o processo evolutivo da ciência e da tecnologia partindo de uma ordem prática.

Segundo Corrêa, *Apud* Cattani (2000, p.250),

a tecnologia pode ser definida, genericamente, como um conjunto de conhecimentos e informações organizados, provenientes de fontes diversas como descobertas científicas e invenções, obtidos através de diferentes métodos e utilizados na produção de bens e serviços. Na sociedade capitalista, tecnologia caracteriza-se por ser um tipo específico de conhecimento com propriedades que o tornam apto a, uma vez aplicado ao capital, imprimir determinado ritmo à sua valorização.

Assim, perpassando por uma dimensão social e histórica da ciência, uma nova perspectiva surge e, a partir do questionamento científico sobre o empirismo, outras formas de obtenção do conhecimento são construídas. A difusão do saber como ferramenta de poder social possibilitou à sociedade utilizar suas forças para dominar e transformar a natureza seguindo um novo empreendimento científico.

Desde então, o raciocínio e a prática interligaram-se definitivamente, ou seja, a ciência, constituída por leis e teorias, juntou-se à técnica para concretizar soluções para as necessidades humanas, um projeto que partiu de interesses determinados pela sociedade para a vivência do homem e seu entorno.

Essa busca por alicerçar uma ciência capaz de realizar os desejos de uma sociedade em ascensão, a burguesia, trouxe uma outra maneira de apropriação do mundo, enraizada na racionalidade com vistas ao progresso social.

No século XVIII, os filósofos e cientistas lutavam constantemente contra as trevas da ignorância para que a racionalidade redefinisse a realidade. Platão, no Livro VII de *A República* (CHAUÍ, 1999), apresenta “O Mito da Caverna”, a exemplificação de como a luz da verdade, entendida por muitos como a razão, pode libertar os homens da condição de escuridão que os aprisiona. Essa poderosa crítica à condição dos homens, escrita há quase 2.500 anos atrás, inspirou e ainda inspira inúmeras reflexões, inclusive no turbulento contexto de transição do feudalismo para o capitalismo, onde as transformações econômicas e sociais levaram os empresários a aliarem-se à ciência para o progresso da indústria.

A consciência da transformação da sociedade partindo do científico para a ação prática influenciou o desenvolvimento das ciências e, conseqüentemente, modificou as atitudes dos

industriários que, visando maior eficácia na produção, passaram a utilizar recursos como a observação e a experimentação.

A revolução industrial seguiu unida à ciência para a aplicação de técnicas transformadoras para a industrialização: máquinas a vapor, vidros, têxteis; orientadas conforme os valores oriundos do senso comum, embasado nas distinções de classe, sexo e cultura.

A tecnologia vai adquirindo seu caráter moderno de ciência aplicada a partir da sua utilização prática que resulta no acúmulo de capital para a burguesia, abrindo caminho para o desenvolvimento da ciência moderna que obteve estímulo e financiamento público para seus projetos.

A ciência moderna tem por fundamento questionar a realidade de forma a focar um objeto-problema e apresentar as possíveis causas de um acontecimento através de métodos, utilizando procedimentos como a experimentação e a observação para descobrir as causas dos fenômenos da natureza, descrevendo em leis gerais e teorias seu modo de funcionamento.

No entanto, os resultados desse processo científico precisam de meios que os tornem factíveis, esse meio se apresenta no real como tecnologia, que segundo Correa, *Apud Cattani* (2000), é o “conhecimento científico transformado em técnica, que, por sua vez, irá ampliar a possibilidade de produção de novos conhecimentos científicos”.

Já no século XIX a ciência e a tecnologia foram socialmente reconhecidas e difundidas, já que, na prática, se apresentaram como elo para a evolução. A partir daí, se uniram definitivamente num projeto científico tecnológico para a modernidade.

O desenvolvimento do capitalismo influencia na expansão da tecnologia e na apropriação da natureza pelo homem, e essa pluralidade de perspectivas fundamentam o processo de produção do conhecimento científico. Se antes a tecnologia se limitava a indústrias e transporte, agora, abarca todos os setores da vida social.

Seguindo por este caminho, a tecnologia aparece como protagonista no contexto pós-moderno, quando é vista como configuração prática da ciência numa contemporaneidade representada através da chamada globalização, onde o leque de informações que circundam a vida humana está diretamente ligado ao processo produtivo tecnológico.

Assim, não há como desconsiderar a formação do cidadão mediante os impactos dos processos evolutivos da ciência e da tecnologia na sociedade, que começa a exigir novas habilidades do sujeito, como: pensar, planejar, avaliar, agir e inovar.

É nessa realidade múltipla que a educação encontra-se com a tecnologia para otimização do processo produtivo. A tecnologia transcende a dimensão utilitarista que a envolve ao processo produtivo da modernidade para juntar-se à educação na construção de uma prática pedagógica qualitativa.

De acordo com Delors (2003), “a educação deve transmitir, de fato, de forma maciça e eficaz, cada vez mais saberes e saber-fazer evolutivos, adaptados à civilização cognitiva, pois são as bases das competências do futuro”. Pautando a educação nos processos produtivos da modernidade, é possível observar as diversas possibilidades de expressão do saber para o campo da produção. Os binômios “saber-sujeito” e “objeto-saber” são inseparáveis, pois no processo histórico se constituem forças operantes. Isso porque, conhecer exige ação dos sujeitos e um rompimento com as amarras do comodismo. Aí se funda a dita transformação do meio através da competência natural, incentivada por uma educação tecnológica que se preocupa com o desenvolvimento de um cidadão crítico com bases científicas.

O uso da tecnologia para superar os limites do tempo e do espaço propicia o acesso à informação de várias maneiras; isso se traduz na criação e (re)criação de estratégias e situações de aprendizagem que possam tornar-se significativas para o aprendiz, sem desvencilhar-se da intencionalidade educacional.

### 2.1.2 Tecnologia educacional

Os avanços tecnológicos e científicos levaram o homem a repensar o processo produtivo para enfrentar as necessidades do mundo atual, com isso as mudanças na educação caminham unidas à globalização. A sociedade pós-moderna adotou essa idéia de junção como único meio para o crescimento social, profissional e pessoal do ser humano.

Andrade (2005, p.4), em sua dissertação “a demanda e perfil profissional de técnicos de nível médio para o setor sucro-alcooleiro”, cita que, os

[...] avanços tecnológicos e a evolução rápida das áreas do conhecimento humano indicaram a necessidade de se discutir o papel da Escola a fim de torná-la capaz de promover uma formação geral do homem, tornando-o capaz de mudar e de se adaptar, constantemente, frente às exigências cada vez maiores de uma sociedade em constante mutação.

A inovação e o avanço tecnológico permitiram encurtar distâncias e afirmar a política do global por meio da informação, diante dessas mudanças a sociedade moldou-se, bem como o fez a educação que, na modernidade, tem papel fundamental para o crescimento econômico e social das nações através do domínio tecnológico.

Em amplo sentido a tecnologia educacional possui vários significados, pois sua amplitude de utilização não se refere somente à aplicação da tecnologia na educação, mas à relação entre tecnologia, métodos didáticos, políticas, comunicação, dentre outras formas para que o aprendizado se efetive. Essa visão abarca o desenvolvimento do ser completo, em constante mudança na sociedade e capaz de compreender e vivenciar competentemente todo esse processo. No entanto, cabe fazer questionamentos como: as instituições de ensino estão realmente preparadas para atender às demandas da tecnologia educacional? Pode-se afirmar que a prática pedagógica utilizada pelos professores tem desenvolvido as competências tão ansiadas pela sociedade?

Preto e Pinto (2006, p.25), argumentando sobre a tecnologia e as novas educações colocam que

as tecnologias, a relação homem-máquina também impregnada de dimensões políticas e sociais, fazem com que o elemento característico mais importante do momento contemporâneo seja a sua não completude. Ser incompleto é, pois, uma das características peculiares do momento contemporâneo. A instabilidade como elemento fundante, no lugar da busca pela estabilidade, pelo equilíbrio. Isso gera, sem dúvida, uma demanda por novas educações, no plural.

Essa necessidade é sem dúvida a base da tecnologia educacional, que apresenta recursos capazes de desenvolver melhor compreensão e apreensão dos conhecimentos. As tecnologias vêm para auxiliar as tarefas cotidianas de informação contribuindo para o processo de mudança da realidade dos sistemas de educação.

Adequar-se a essa realidade é de certa forma, inquietante quando da busca constante da aprendizagem para a formação do ser social. No entanto, a tecnologia educacional precisa ser entendida como meio de intervenção estratégica, embasada na ciência com vistas ao contexto educacional como prática social num círculo inovador.

A educação não pode ser restrita a prática em sala de aula, sua constituição deve se fundar exatamente em concepções acadêmicas e político-sociais. É preciso, para isso,

compreender a dialética da educação, partindo de uma definição da visão que orientará o trabalho em sala de aula.

Entretanto, para se chegar a tais inovações é preciso, antes, compreender as características do ensino tradicional no Brasil e sua história, já que o desenvolvimento nacional não se dá senão pelo entendimento político da educação como agente modificador.

Historicamente, a estrutura educacional herdada da primeira república se resume em: ensino secundário e superior; faculdades isoladas; exames seletivos; regime de cátedras; currículos; ideologias e discriminação; função formativa da força de trabalho e função político ideológica.

De acordo com Oliveira Netto (2005), o governo de Getúlio Vargas no período compreendido entre 1945-1954, criou o Ministério da Educação e as reformas educacionais caracterizando os espaços públicos, bem como o “manifesto dos pioneiros da educação nova”, que vieram com idéias de superação da estrutura escolar vigente, a reforma Anísio Teixeira que possibilitou a criação de escolas técnicas secundárias, a criação da Universidade de São Paulo e da Universidade do Distrito Federal, as leis orgânicas do ensino, o autoritarismo, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira Nacional de 1946, as leis de equivalência, a pressão externa sobre os sistemas escolares etc.

Já durante o governo militar, período compreendido entre 1964-1985, a educação brasileira ficou marcada pelo desenvolvimento de políticas educacionais, reforma do ensino superior, reforma do primeiro e segundo graus e destaque do ensino na pós-graduação, profissionalização global e privatização como política governamental.

O fim desse período chocou-se com a transição política para a democracia, que se destacou no setor educacional pela construção de projetos educacionais pela sociedade civil através das Conferências Brasileiras de Educação e pela presença da educação na Constituição Federal de 1988.

Na atualidade a educação brasileira está embasada na Lei de Diretrizes e Bases Nº. 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que por sua vez utilizou elementos constantes na LDB de 1946 para construir sua fundamentação (BRASIL, 1996).

Esse passeio pela história da educação no Brasil permite verificar que nada funciona só em sua totalidade, mas sim, há uma interdependência do meio que leva a um diálogo múltiplo do saber e, conseqüentemente, a uma construção múltipla do ser.

Segundo Pretto e Pinto (2006, p. 20),

os processos decorrentes da chamada globalização estimularam o desenvolvimento de uma forma alternativa de organização, caracterizada pela distribuição (do planejamento, da produção, das vendas) com uma pseudo-horizontalização de parte significativa do processo decisório. Agora não localizamos facilmente uma pessoa no topo do organograma. Passamos a referir-nos às empresas multinacionais, ao sistema financeiro – que passou a ser internacional–, ao comércio, aos serviços, sempre numa perspectiva planetária, e a própria produção de conhecimento parece estar seguindo esse modelo que poderíamos denominar de *organização horizontal em rede*.

Assim, é possível perceber o homem em meio às novas tecnologias, e mais, em torno de uma nova pedagogia da educação. Pois o sistema educativo vigente não precisa se prender a história que o segue, mas tem o dever de proporcionar uma aprendizagem consciente e atualizada.

As novas tecnologias contribuem para a educação na medida em que possibilitam o desenvolvimento de práticas pedagógicas que superem o desafio do universo do ensino-

aprendizagem, numa singularidade entre cotidiano e escola. Desse modo, a capacitação docente e a prática da interdisciplinaridade são peças fundamentais nessa nova ordem social.

Essa educação que se quer atual não precisa enquadrar-se no ensino tradicionalista de exposição e fixação de conteúdos, mas abrir-se para uma nova cultura que respeite a individualidade do educando e suas raízes culturais.

Assim, pelo que se observa no contexto educacional brasileiro há uma grande tendência para a educação profissional, como também seguindo essa tendência aparecem como necessidades de apoio: a capacitação de profissionais da educação, o investimento na educação à distância, a implementação da avaliação como instrumento de qualidade educacional, o incentivo a parcerias do setor público e privado e o financiamento do ensino.

O que se observa é uma grande movimentação em torno da educação e da tecnologia, contudo é preciso enfatizar que os recursos tecnológicos devem auxiliar a formação do educando sem enfraquecer a relação mestre-aprendiz, que possibilita o crescimento para ambos lados do processo de ensino-aprendizagem. Ou seja, a máquina como recurso não pode substituir o papel do educador, mas auxiliá-lo na construção de uma prática pedagógica atualizada e preocupada com a transformação do educando e sua presença como cidadão na sociedade.

Vive-se, hoje, uma relação de interdependência entre homem, máquina e sociedade. Todavia, cabe refletir se essa relação tem sido produtiva no campo do saber para uma formação cidadã do indivíduo. O que deveria ser um mecanismo transformador da realidade não estaria de fato excluindo do contexto educacional o ser “humano” e sua sensibilidade de convivência social?

É claro, não se pode fugir da evolução tecnológica, mas enveredar pela total confiança de que essa relação pode suprir todas as necessidades da prática educacional, é demonstrar a fragilidade do sistema. Torna-se necessário um eficiente trabalho de comunicação para que todos os envolvidos no processo de ensino-aprendizagem conheçam a nova realidade tecnológica e entendam sua utilidade sem exclusão da prerrogativa humana.

### **2.1.3 Qualificação profissional e escola**

A partir da nova realidade educacional este trabalho pretendeu contribuir para os estudos relativos à prática pedagógica e à experiência da pesquisa-ação como estratégia do processo de ensino-aprendizagem, buscando uma prática que envolva mestre e aprendiz vinculados ao contexto social, político e econômico em que estão inseridos.

De acordo com Andrade (2005, p. 11),

o conteúdo, não é mais um fim em si mesmo, mas um meio para desenvolver competências. Não existe competência sem conhecimento. O paradigma curricular referido às competências a construir nos alunos, tem que estar vinculado ao conhecimento e à cultura acumulados na comunidade, na região, no país e no mundo.

A nova educação profissional requer muito mais que a formação técnica específica para cada fazer. A concepção educativa construída por Kuenzer (1998, p.120), em função das profundas modificações que tem ocorrido no mundo do trabalho é que a

qualificação profissional passa a repousar sobre conhecimentos e habilidades cognitivas e comportamentais que permitam ao cidadão/produtor trabalhar intelectualmente, dominando o método científico, de modo a se utilizar conhecimentos científicos e tecnológicos, de forma articulada para resolver problemas da prática social e produtiva. Para tanto, é preciso outro tipo de pedagogia, determinada pelas transformações ocorridas no mundo do trabalho

nesta etapa de desenvolvimento das forças produtivas, atendendo às demandas de revolução na base técnica de produção, com seus profundos impactos sobre a vida social. O objetivo a ser atingido é a capacidade para lidar com a incerteza, substituindo a rigidez pela flexibilidade e rapidez, atendendo a demandas dinâmicas, que se diversificam em qualidade e quantidade.

O conhecimento deve estar estruturado na pesquisa científica e tecnológica de forma que apresente dois resultados igualmente importantes, primeiramente fornece a base de conhecimentos gerais e específicos sobre a tecnologia adequada para resolver os problemas referentes à produção e sustentabilidade. Em seguida, a pesquisa prioriza a formação de pesquisadores e técnicos, tornando-se o fundamento da formação universitária de qualidade. É fundamental que os novos profissionais adquiram uma visão do futuro por meio de áreas integradas do conhecimento pessoal, independente das particularidades do contexto.

No papel de aprendiz o estudante será também o informante de seu processo educativo. Para Ausubel (1978), o principal no processo de ensino é que a aprendizagem seja significativa, isto é, o material a ser aprendido precisa fazer algum sentido para o aluno. Isto acontece quando a nova informação “ancora-se” nos conceitos relevantes já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Para que tal aprendizagem significativa ocorra é preciso haver duas condições:

- a) o aluno precisa ter uma disposição para aprender: se o indivíduo quiser memorizar o material arbitrariamente e literalmente, então a aprendizagem será mecânica;
- b) o material a ser aprendido tem que ser potencialmente significativo, ou seja, ele tem que ser logicamente e psicologicamente significativo: o significado lógico depende somente da natureza do material, e o significado psicológico é uma experiência que cada indivíduo tem.

Morin (2005) destaca que o ato de conhecimento é ao mesmo tempo biológico, cerebral, espiritual, lógico, lingüístico, cultural, social e histórico, não sendo possível dissociá-lo do sujeito, da sua relação social, sob o risco de tornar-se um saber desconectado e sem sentido humano. Contudo, que papel o professor representa na construção deste conhecimento?

Como cidadãos inseridos num espaço comum, professor e aluno dividem a realidade de valores sociais, culturais e políticos apoiados na visão de mundo entre homem e sociedade. Neste sentido o professor precisa construir seu trabalho embasado nessa realidade sem perder o foco dos conceitos técnicos e teóricos, visando desenvolver a capacidade autônoma do educando e sua inserção no mundo globalizado.

O professor abandona o papel tradicional de “transmissor” de conhecimentos para assumir o papel de “orientador” do saber. Mas, os professores da área técnica estão realmente preparados para o desenvolvimento dessa prática?

É preciso ter claro que, somente educadores preparados didaticamente e comprometidos com um processo de ensino-aprendizagem que sustente as mudanças do ambiente escolar têm condições de adaptar-se à nova tecnologia. Para tanto, à escola cabe conhecer o perfil do seu educador e investir na qualificação deste para as competências necessárias à sua atuação em um novo cenário educacional.

A organização da prática pedagógica para a construção do saber alinhado a valores éticos deve estar embasada em atos cotidianos do educador, como: construir um trabalho mútuo entre mestre e aprendiz e auto-avaliar-se. Para Freire (1996a p.39), “[...] na formação permanente dos professores, o momento fundamental é o da reflexão crítica sobre a prática”. É neste momento que o educador tem a possibilidade de pensar seu ser inserido no espaço pedagógico e a importância da sua atuação para modificação do mesmo. Para abrir-se à essa

reflexão o educador deve compreender-se como um ser por se fazer, um ser em constante construção: como levar o educando a aventurar-se no aprender, se como educador não me aventuro no conhecimento de mim mesmo e da minha prática?

A inserção do educador no contexto sócio-político-cultural permitirá que esse pensar sobre a prática pedagógica opere para além das ideologias caminhando para uma prática desafiadora, indagadora do processo de ensino-aprendizagem. No entanto, essa responsabilidade por uma prática efetiva é também responsabilidade do educando que deve se abrir ao exercício do pensamento crítico e reflexão do contexto em que se insere.

Para Santos (2004, p.22),

a autonomia é uma construção dependente das condições sociais e culturais, mas, ao mesmo tempo, é independente, devido à característica auto-organizativa do homem na construção de seu mundo interior (auto-referencialidade), elaborando suas próprias teorias para dar sentido à vida.

Enquanto o educador desperta o pensamento crítico o educando deve agir, interpretar e transformar sua realidade. Para que isso aconteça é preciso que haja um estímulo através de situações didáticas que desafiem o educando a superar obstáculos através dos conhecimentos que possui, permitindo que ele reflita, ouse e experimente o novo.

A partir dessas ações cria-se a possibilidade do desenvolvimento de um ser questionador e ativo que, com autonomia de pensamento, busca o saber e recria sua aprendizagem. Compartilhar esse saber permite não somente a construção do conhecimento, mas também a inserção do educador e do educando na pedagogia tecnológica da pós-modernidade. Contudo, do que se constitui essa nova pedagogia? Essa nova metodologia se efetiva na prática escolar?

Para Gomes *et. al.* (2006, p.233),

[...] uma prática pedagógica precisa ter dinâmica própria, que lhe permita o exercício do pensamento reflexivo, conduza a uma visão política de cidadania e que seja capaz de integrar a arte, a cultura, os valores e a interação, propiciando, assim, a recuperação da autonomia dos sujeitos e de sua ocupação no mundo, de forma significativa.

Criar situações problema ou propiciar ao educando a participação em projetos que abranjam a grade curricular do curso estimulará seu interesse e curiosidade, o que deverá caminhar com uma prática docente que se flexibilize para ajustar-se a essa interação, pois o meio em que o processo de ensino-aprendizagem acontece é complexo, não limitado.

Essa prática pedagógica rompe com o conhecido tradicionalismo para expandir-se à pluralidade cultural, social e econômica em que os sujeitos do processo estão inseridos. Assim, pode-se vislumbrar um educador que caminha entre “mediador” e “facilitador”, aquele que provoca e auxilia a construção do conhecimento.

Para que essa revolução do processo de ensino-aprendizagem aconteça é preciso que as instituições dêem ao educador “liberdade” para organizar sua prática de forma a orientar seus alunos no desenvolvimento tanto pessoal como profissional, pois “o educador progressista precisa estar convencido como de suas conseqüências é o de ser o seu trabalho uma especificidade humana” (FREIRE, 1996<sup>a</sup> p.143).

É certo que dificuldades aparecerão no decorrer desse processo, no entanto é preciso vencer as barreiras do “fazer” e criar oportunidades para que a educação encontre seu caminho em uma dialética que permita o fluir da informação para o contexto pessoal, intelectual e emocional do aluno.

As propostas inovadoras da prática pedagógica seguem a vertente das “distinções”, pois está inserida num universo composto por várias faces, ideologias, cores e formas. Respeitar o espaço do outro e entender as diferenças que os constroem é, também, motivar e sensibilizar o educando para uma aprendizagem de mão dupla, onde professor e aluno ensinam e aprendem num movimento dialógico do saber.

Neste sentido, tem-se como prática motivadora a aula-pesquisa, uma técnica inovadora que utiliza as novas tecnologias para instigar o educando a construir seu saber; o estímulo à curiosidade do educando e o entusiasmo do educador acrescentarão valor ao trabalho. Essa prática exige primeiramente a sensibilização do educando para a importância deste trabalho dentro da disciplina proposta, frisando o valor da participação de cada um para o sucesso dessa técnica.

Após a sensibilização caberá ao aluno buscar respostas para os questionamentos apresentados pelo professor através de livros, revistas, entrevistas ou internet realizando, assim, uma coleta de dados. O resultado dessa busca deverá ser trocado entre os colegas para que estes identifiquem as formas da pesquisa e os resultados alcançados por seu colega. Ao final, os alunos contextualizarão a pesquisa através de síntese e apresentarão aos colegas.

Esse trabalho coletivo possibilitará o desenvolvimento de múltiplas competências, onde a curiosidade e a criatividade do aluno oportunizarão a construção do conhecimento a partir da experiência. Ainda, pode-se verificar como possibilidade dessa prática o estreitamento da relação mestre-aprendiz e o crescimento do cidadão crítico que deverá conhecer as etapas do processo, suas razões e metas, passando de passivo do saber a co-orientador do processo.

A educação se encontra frente a novos desafios, pois a globalização rompeu as fronteiras e abriu um novo mundo de informações, principalmente, através da internet. A circulação rápida de idéias, conceitos e inovações democratizam a cada segundo o saber, com isso os meios eletrônicos se tornaram a principal fonte de conhecimento da atualidade. Mas, é possível dizer que o ato de repassar informações utilizando novas tecnologias garante o sucesso do processo de ensino-aprendizagem?

Para Santos (2004, p.20),

as informações ficam disponíveis, incluindo os discursos dos professores, mas elas somente são úteis às pessoas que conseguem dar-lhes um sentido... Informação não é sinônimo de conhecimento. Informações, em quantidade, levam ao problema da dispersão. Elas só tomam sentido quando se transformam em um instrumento de interlocução, de diálogo (interior) multifacético e multidimensional.

Diante do desafio moderno da educação tecnológica é preciso que os educadores estejam em consonância com a rapidez que as informações circulam e oferecer aos educandos habilidades para trabalharem com as novas tecnologias visando a interpretação do seu entorno e, conseqüentemente, o crescimento do saber.

Assim, a construção do conhecimento passa pelas informações, mas não se reduz a informações. Processar informações significa analisá-las, avaliá-las, apontar relevância, construir significados, organizá-las em termos de sistema ou de uma rede de articulações, cujo foco muda de posição a cada nova interpretação (SANTOS, 2004 p.29).

A geração internet que lota as salas de aula possui uma outra visão de mundo, onde viver sem computador é inconcebível. Isso é claro para a população que tem acesso a essa realidade, “excluindo-se” deste contexto àqueles que sequer conhecem a estrutura física de uma escola ou o significado da palavra “computador”. Aí cabe questionar se os novos

conceitos sobre a educação e sua prática estão para os educadores assim como a inclusão digital está para os educandos. Difundir essa nova realidade não é tarefa fácil, por isso a necessidade de que investimentos eficazes façam parte do plano governamental para a educação.

Esse acúmulo de informações da geração Internet não garante o crescimento intelectual e social dos educandos, bem como a máquina não está acima do humano no processo de ensino-aprendizagem. São apenas meios auxiliares para que o processo indivíduo – educação – sociedade encontre seu potencial na formação do ser cidadão.

A relação nesse processo abarca, ainda, a relação escola/empresa, que é tão somente a sociedade demandando escolaridade e qualificação profissional do trabalhador. A fonte dessa exigência está justamente na aceleração do progresso técnico que valoriza o saber do trabalhador visando o conhecimento e o crescimento econômico e social da produção.

Essas novas qualificações exigidas ao profissional partem da junção de teoria e prática numa atividade contínua da comunicação aliada à atividade laboral e à importância da capacidade de ler, interpretar e decidir para que a execução industrial seja realizada tanto no planejamento quanto na comercialização. Os avanços tecnológicos exigem do profissional não somente o conhecimento da informação, mas, principalmente, sua pesquisa e tratamento.

É possível, na nova realidade tecnológica, falar em passos para a capacitação profissional, tais podem ser: formação escolar, qualificação pela experiência laboral e (re)qualificação pela educação continuada.

Quando se pensa a educação profissional, hoje, é pura ingenuidade falar em não esgotamento dos preceitos “fordistas” de produção, acompanhados na época pelo conhecido plano “japonês” de produção, que colocava acima de tudo a produtividade do trabalhador e, para tanto, exigia uma educação emergencial formadora de profissionais capacitados e interligados às novas tecnologias.

Assim, nessa ligação entre educação, tecnologia e qualificação cabe questionar se a estrutura humana foi pensada no sentido de formação do “ser humano” e não do “ser máquina”. Há realmente uma estrutura que trabalhe o ser humano no processo de vivenciamento da mudança de conteúdos, processos de trabalho e qualificação profissional? Ou, o rápido fluxo das informações na sociedade pós-moderna não permite uma formação cidadã?

Enfatizar o treinamento operacional atende às demandas de uma sociedade econômica, mas fragiliza a educação contextualizadora quando desconsidera a qualificação como relação social. A pressão para que o sistema educacional desenvolvesse uma educação básica de qualidade e uma educação profissional interligada às novas tecnologias desencadeou uma série de propostas e acrescentou características inovadoras à qualificação profissional. Mas esse processo ainda está sendo vivenciado, requer indagações constantes sobre as teorias e práticas apresentadas no cenário acadêmico-científico e, conseqüentemente, na sociedade.

A escola nesse cenário precisa preparar o educando não para executar uma tarefa no mercado de trabalho, mas para desempenhar uma função enfrentando os imprevistos na situação de trabalho e mobilizando-se para resolver os problemas visando qualidade. O chamado “modelo de competência” solicita que a escola promova uma formação pluralista e interdisciplinar, fazendo o intercâmbio dos conteúdos para uma formação geral e completa.

A permanência do trabalhador em atividade é condição de atualização pois, em serviço, especialmente no novo paradigma de produção tecnológica, alicerçado em contínuas transformações e progresso técnico, há sempre uma renovação de desempenho e ganho de novos atributos e habilitações para o trabalho (LAUDARES, 1999 p.38).

O questionamento dessa prática pelo trabalhador demonstra que sua qualificação tem um construto teórico. A capacitação profissional se realiza a partir da resposta a uma demanda e suas competências são geradas pela teoria que investiga a prática e não somente pelo concreto. Entretanto, a atuação do educando é o que permite o crescimento da qualidade, desse modo o processo de qualificação e renovação ocorre justamente durante a vivência do processo produtivo.

A prática permite certa, ou grande, dose de aprendizagem, uma vez que as exigências do campo de trabalho e da realidade produtiva incitam um atuar reflexivo e crítico, resultando em novas posturas e rupturas com antigas concepções num ambiente coletivo. Então, deixar de praticar é o mesmo que desqualificar, já que as capacidades são corroídas pela falta de atualização.

Considerando as expectativas que se colocam sobre o trabalhador polivalente, no sentido de domínio deste conjunto de conhecimentos e habilidades de natureza ampla, como articular o ensino, desenvolvido pelo sistema educacional, com a formação técnica, especialmente considerando a flexibilidade desejada?

A escola apresenta-se como fonte de relações sociais multidimensionais que engendram o saber e a cultura, pois o processo de ensino-aprendizagem não se refere somente às relações entre mestre e aprendiz, mas também à convivência com funcionários, egressos, empresários e comunidade em geral.

Daí que partir da experiência do educando para o espaço técnico levará à amplitude do processo de ensino-aprendizagem, pois se a escola tem uma estrutura acadêmica-formativa, a empresa apresenta uma pedagogia-produtiva. Integrar essas duas vertentes num propósito multidisciplinar permitirá uma complementaridade contínua. Contudo, como farão as instituições de ensino articuladas mais diretamente ao setor empresarial para atender a diversidade do mercado sem perder sua identidade?

Apesar das diferenças os dois espaços, escola e empresa, possuem uma dimensão educativa e, portanto, têm o desafio de implementar os programas para uma educação permanente. A convivência escola-empresa e a interação educação-trabalho constroem uma dimensão multidisciplinar e um espaço permissivo ao desenvolvimento do saber.

Torna-se fundamental que a escola entenda a escolarização formal apenas como base da qualificação e fomenta o desenvolvimento de competências e habilidades formativas do educando partindo do aprender a aprender, instigando a pesquisa e o tratamento das informações; seria um treinamento com renovação constante da aprendizagem.

A sociedade pós-moderna requer uma escola livre dos muros que a cercam, aberta a uma atuação ativa no processo de globalização quer fomentando a pesquisa, acompanhando seu egresso ou promovendo intercâmbios entre escola-empresa. Acrescenta-se a este processo a pesquisa da escola junto às empresas sobre as demandas do mercado para renovação dos programas de formação contínua do educando.

Quando a escola se abre a esse processo consegue assegurar o crescimento profissional e pessoal do educando apresentando ao mercado de trabalho um trabalhador crítico, reflexivo e capaz de compreender as informações que o cercam no setor produtivo.

#### **2.1.4 O cotidiano da escola: um espaço para pesquisa**

A partir da proposta dessa pesquisa que está embasada na pesquisa-ação, e após a exposição sobre a tecnologia e o contexto educativo cabe compreender a importância do cotidiano escolar como campo de estudo. Desde a década de 80 vários estudos se reportaram ao espaço escolar indagando sobre a produção do conhecimento, um grande interesse pelas situações de aprendizagem a partir da prática surgiram numa abordagem qualitativa.

Algumas correntes e pressupostos estão associados à abordagem qualitativa da pesquisa como a fenomenologia, a etnometodologia, o interacionismo simbólico e a

etnografia. A fenomenologia frisa a subjetividade do comportamento humano e os sentidos que os sujeitos dão às interações sociais cotidianas. Já a etnometodologia estuda os métodos que o sujeito utiliza no cotidiano para entender e construir a realidade ao seu entorno.

O interacionismo simbólico aponta a importância das interações sociais na constituição do ser e na construção do conhecimento, enquanto a etnografia trata da cultura e do sistema complexo que envolve a sociedade e a organização dos comportamentos, frisando o entendimento dos outros e do “eu” para dar sentido ao mundo em que se vive.

Embasada nesses pressupostos a abordagem qualitativa da pesquisa, aqui direcionada para a educação, trabalha análises compreensíveis e fenomenológicas das experiências do dia-a-dia de indivíduos ou grupos em interação.

Entender o espaço escolar é conhecer as possibilidades advindas das interações sociais dos indivíduos no ambiente em que estas ocorrem. Aí se justifica a necessidade do estudo das práticas pedagógicas cotidianas, uma vez que estas podem revelar particularidades do sujeito e sua interpretação da realidade, ou seja, suas atribuições de significado da realidade revelado através da linguagem ou da comunicação, levando em conta o contexto de produção.

É importante ressaltar que a pesquisa deve ter um foco teórico para estudar o cotidiano, não abrindo margem para que somente o empirismo atue, o que pode vir a causar confusões entre sujeito e objeto de investigação. Um embasamento teórico e um estudo da história da educação e suas vertentes para a formação do sujeito permitem o questionamento dos dados coletados em campo e seu contexto de produção e, portanto, torna-se possível produzir resultados que acresçam ao universo científico da educação.

Coletar dados e esperar que a teoria flua de uma simples análise é ingenuidade acadêmica, qualquer pesquisa necessita de um referencial teórico que a embase auxiliando na definição de pontos críticos quando da definição do problema ou coleta de dados.

O espaço escolar está aberto à pesquisa e deficiente desta, e, como está em constante modificação, é de suma importância conhecer as inovações do sistema educacional, os processos gerados no cotidiano para responder às políticas públicas, os anseios da comunidade acadêmica e o desafio do processo de ensino-aprendizagem em sala de aula. O conhecimento dessas indagações pela comunidade científica é primordial para a gestão dos sistemas educacionais e para a formação dos educadores.

O sujeito é parte do universo, está interligado energeticamente aos significados e significantes, no entanto tem vontade própria, é capaz de construir seu momento histórico. Pelas relações sociais com a família, a escola, o trabalho, dentre outros grupos a que pertença, o sujeito constrói a visão de si mesmo e da realidade que o cerca, pensando, agindo, sentindo e comunicando ao outro seus conhecimentos e intenções.

A capacidade humana de transformar o ambiente imediato da ação permite que o sujeito objetive e transforme através da interação por meio de significados; investigá-los quando apresentados pelos sujeitos durante a prática será fundamental para a renovação do sistema educacional e construção dos programas de aprendizagem.

De acordo com Freire (1996a), [...] o espaço pedagógico é um texto para ser constantemente “lido”, interpretado, “escrito” e “reescrito”. Assim, os estudos pautados no cotidiano escolar são primordiais para a compreensão da função socializadora das instituições de ensino, quer no tratamento dos conteúdos, no respeito das crenças ou na vivência de valores éticos. É no ambiente escolar que as contradições sociais se refletem na correlação de forças entre as classes sociais.

Entender a dinâmica desse ambiente e as relações entre os sujeitos que o compõem, possibilita a visualização das relações sociais e reflete os valores e significados deste sistema. Compreende-se que a materialização desse processo no dia-a-dia ocorre quando o indivíduo ou o grupo constrói e (re)constrói a realidade, pois “[...] todo o conhecimento é reconstrução do conhecimento” (SANTOS, 2004 p.27).

É interessante reiterar que a compreensão da ação de forma crítica e reflexiva permite vislumbrar o momento de transformação social da realidade e o desenvolvimento intelectual e crítico do ser social.

Para compreender a prática pedagógica como fonte instigadora da aprendizagem baseada na experiência e enredar o educando na teia de conhecimentos que envolvem a prática, o educador precisa romper barreiras e, conforme Santos (2004), superar o tradicionalismo e a transgressão à estrutura disciplinar do sistema, bem como buscar a renovação contínua para o entendimento das diversas linguagens que convergem no espaço escolar.

O cotidiano escolar é construído mediante o estabelecimento de várias relações, uma vez que cada ser reage de maneira diferente aos desafios que lhe são impostos e às normas do sistema educativo. Investigar essas reações mostra-se relevante para o desenrolar do conhecimento científico da educação.

Dentre os diversos tipos de pesquisa a etnográfica tem se destacado ao longo dos tempos para a investigação do espaço escolar, pois as técnicas etnográficas de observação participante e entrevistas intensivas possibilitam que o pesquisador esteja em contato direto com o ambiente pesquisado, o que permite a (re)construção das experiências desse meio.

Este tipo de pesquisa produz uma documentação do que não está documentado, pois o resultado consegue representar o cotidiano da prática escolar (re)construindo a linguagem e os significados criados na prática pedagógica pelos atores do processo. A aproximação com o contexto escolar permitida pela pesquisa-ação auxilia no entendimento da prática para a reelaboração de conteúdos, valores e atitudes. Como afirma Santos (2004), “O pensar, o sentir e o atuar constituem uma unidade integrada, cada um deles leva ao outro, não há como separar, há uma interferência mútua”.

É claro que entender a escola como um ambiente de transformações exige dos atores do processo um rompimento com a monotonia estática do cotidiano para vivenciar a pluralidade cultural das diferenças que se contestam e reafirmam em diversos graus. Assim, pesquisar esse ambiente não deve se restringir a retratar o espaço pedagógico, mas (re)construir todo processo embasando em uma teoria que possibilite a compreensão das várias dimensões e contradições da prática.

Para tanto, há que se considerar o sujeito envolto à instituição, instrução e sociedade. Essas partes não devem ser entendidas isoladamente, mas sim como uma unidade através da qual é possível compreender as relações sociais do cotidiano escolar.

O sujeito traz para o ambiente escolar sua subjetividade através da comunicação, dos seus atos e posicionamentos, bem como nessa situação socializadora modifica seus valores e significados. O movimento dialético dessa situação aponta para os muitos papéis que se convergem como aluno, professor, diretor e coordenador. Momento em que transitam as dominações, determinadas socialmente, e as vivências do sujeito.

Tratar da subjetividade do sujeito requer um contato com situações formais e informais através, por exemplo, de entrevistas individuais ou coletivas permitindo mostras de opiniões e representações. Cabe aqui um questionamento feito por Freire (1996a, p.30): “por que não estabelecer uma “intimidade” entre os saberes curriculares fundamentais aos alunos e a experiência social que eles têm como indivíduos?”.

Por isso tratar do “sujeito” inter-relacionado aos aspectos instrucionais e institucionais, isto envolve os aspectos do cotidiano escolar, tais como a prática pedagógica, recursos humanos e materiais, estruturas de poder, assim submerge nesse processo os valores de cada sujeito e da sociedade que influencia quer através de políticas públicas quer pela pressão de pais e sociedade quanto à educação escolar.

Por outro lado aparece a dimensão instrucional na qual convergem professor-aluno-conhecimento abarcando todo o processo de ensino. Neste sentido é preciso envolver o

material didático até os meios de comunicação entre mestre e aprendiz e as formas de avaliação do processo de ensino-aprendizagem.

Esse encontro entre professor-aluno-conhecimento pode ser definido pela assimilação de conhecimentos por parte do educando, pelos meios de mediação utilizados pelo educador e também pela interação de aspectos afetivos, éticos, políticos, sociais dentre outros.

Estudar a dinâmica da sala de aula requer uma atenção especial à história pessoal de cada ator envolvido no processo, bem como a consideração de todos os detalhes que envolvem as condições de assimilação do conhecimento. A junção dos significados dos processos cognitivos do aluno, das condições de vida e de trabalho do professor e das relações institucionais, certamente, abrirá caminho para que a escola concretize sua função educativa e socializadora.

O método da observação direta das situações de ensino-aprendizagem e do material didático utilizado pelo professor e produzido pelo aluno faz-se fundamental para garantir uma investigação qualitativa da prática em sala de aula.

Ainda, cabe frisar que envolto a este processo de investigação estão as questões cotidianas da instituição, tais como o momento histórico, as forças políticas e sociais, as concepções e os valores da sociedade.

A concepção aqui tratada propõe um movimento dialético da prática escolar, pois a partir do cotidiano cria-se uma revisão da prática para a teoria e do retorno à prática, permitindo a interpretação da complexidade e das inter-relações do processo de ensino-aprendizagem para fins de transformação.

### **2.1.5 A pesquisa**

No que se refere à abordagem de pesquisa, diferentes tipos de pesquisa podem ser utilizadas, possibilitando a compreensão de um grupo social, tais como: pesquisa qualitativa, pesquisa quantitativa, pesquisa bibliográfica e exploratória, pesquisa-ação, pesquisa de observação, dentre outros. Assim, Godoy (1999) afirma que “a pesquisa qualitativa envolve a obtenção de dados descritivos sobre: pessoas, lugares e processos interativos, pelo contato direto do pesquisador com situação estudada, procurando compreender os fenômenos segundo as perspectivas dos sujeitos, dos participantes da situação em estudo”. Ainda, na concepção de Minayo e Sanches (1993), “a investigação qualitativa adequa-se a aprofundar a complexidade de fenômenos, fatos e processos particulares e específicos de grupos mais ou menos delimitados em extensão e capazes de serem abrangidos intensamente”.

A pesquisa exploratória e bibliográfica, é definida por Vergara (2000). A pesquisa bibliográfica é o estudo sistematizado desenvolvido com base no material publicado em livros, jornais, revistas, ou seja, acessível ao público em geral, fornecendo instrumental analítico para qualquer tipo de pesquisa, tendo a limitação de esgotar-se em si mesma, enquanto que a de natureza exploratória é aquela realizada em área na qual há pouco conhecimento sistematizado. Por natureza de sondagem, não compara hipóteses em si, mas busca apresentar informações sistematizadas para subsidiar outros estudos, partindo de um levantamento exploratório que permite conhecer em profundidade um determinado assunto, ainda, para Simon (1969), o estudo de caso é o método de escolha quando você deseja obter riqueza de detalhes acerca do assunto.

Como forma de abordagem do real, a utilização da entrevista é, segundo Selltiz (1987), a técnica mais adequada para a revelação de informações sobre assuntos complexos, emocionalmente carregados ou para verificar os sentimentos subjacentes à determinada opinião apresentada.

Eminentemente categorizada na linha interpretativista, a pesquisa-ação possui uma natureza argumentativa, fazendo interpretações da realidade observada e construindo ações transformadoras.

Para Thiollent (2007, p.16), a

pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou problema estão envolvidos de modo cooperativo e participativo.

A pesquisa-ação determina um ambiente para a realização de uma pesquisa participante, onde a investigação exige por parte dos integrantes uma ação que seja problemática. Para tanto, os investigadores têm papel ativo para conduzir os problemas encontrados, no acompanhamento e avaliação das ações, podendo organizar seus atos. É por isso que neste tipo de pesquisa é possível definir as ações, os agentes, os objetivos e os obstáculos. Tal pesquisa pode ser considerada uma estratégia metodológica que possibilita a interação entre pesquisadores e participantes para a busca de solução dos problemas de forma concreta. É preciso observar que o objeto é constituído pela situação social em que acontecem os problemas. Todas as variáveis são consideradas, uma vez que todas podem interferir no ambiente observado, por isso a necessidade de observação de todas as atividades dos atores do processo, verificando o crescimento do conhecimento do grupo. Isto implica na fundamentação de um planejamento de pesquisa com considerável flexibilidade.

Segundo Thiollent (2007), a pesquisa-ação pode ser dividida em doze passos:

- Fase exploratória – É o momento de diagnosticar a realidade do campo de pesquisa. Essa fase se estabelece a partir de um primeiro levantamento da situação, dos problemas de primeira ordem e de eventuais ações. O diagnóstico permitirá averiguar se o meio escolhido para a pesquisa viabilizará o trabalho a partir da pesquisa-ação.

- O tema da pesquisa – A definição do tema da pesquisa é o momento de designar o problema prático e a área de conhecimento a ser abordada. Na maioria das vezes, o tema é escolhido com base em compromissos assumidos entre a equipe de pesquisadores e os sujeitos da situação investigada. Portanto, o tema deve tanto interessar aos pesquisadores como aos sujeitos investigados, para que todos desempenhem um papel eficiente no desenvolvimento da pesquisa. Os problemas devem ser colocados de forma prática para que todos o compreendam e participem na organização de uma pesquisa que busque soluções. Nessa fase a pesquisa bibliográfica faz-se necessária, pois a ação deve ser acompanhada de uma mediação teórico-conceitual que se dará a partir da definição dos objetivos.

- A colocação dos problemas – É o momento de definir uma problemática na qual o tema escolhido ganhe sentido. A colocação dos problemas considera os seguintes pressupostos: “a) análise e delimitação da situação inicial; b) delineamento da situação final em função de critérios de desejabilidade e factibilidade; c) identificação de todos os problemas a serem resolvidos para permitir a passagem de (a) para (b); d) planejamento das ações correspondentes; e) execução e avaliação das ações”. Nessa fase é preciso discutir a relevância científica e prática do que será pesquisado. Dessa forma, seria possível redirecionar a pesquisa ou até mesmo suspendê-la.

- O lugar da teoria – O projeto de pesquisa-ação precisa estar articulado dentro de uma determinada realidade com um quadro de referência teórica que é adaptado de acordo com o setor em que se dá a pesquisa. “O papel da teoria consiste em gerar idéias hipóteses ou diretrizes para orientar a pesquisa e as interpretações”. As informações que serão levadas ao seminário devem ser interpretadas a partir de uma determinada teoria.

- Hipóteses – Apesar da falsa concepção de que na linha interpretativista de pesquisa não existem hipóteses, é chegado o momento de pensar com cuidado acerca dessa proposição. É necessário compreender as hipóteses como suposições formuladas pelo pesquisador a respeito de possíveis soluções para um problema colocado na pesquisa. Nesse sentido, o uso

do procedimento hipotético é fundamental para que a partir de sua formulação o pesquisador identifique as informações necessárias, evitando a dispersão e focalizando segmentos determinados do campo de observação. Na linha interpretativista pode-se dizer acerca da formulação de hipóteses que essas não são testadas, em verdade, assumem um caráter de condutoras do pensamento. As hipóteses permitem que os pesquisadores e participantes da pesquisa, busquem as informações necessárias e as melhores técnicas para utilização; sendo que as técnicas de questionário e de entrevista são consideradas as mais utilizadas para levantar as informações necessárias à verificação de hipóteses.

- Seminário – É objetivo do seminário reunir os pesquisadores entorno dos problemas da pesquisa para a tomada de decisões acerca do processo investigativo. Assim, são apresentadas todas as informações coletadas e discutidas as muitas interpretações. As reuniões resultam em atas que podem apresentar desde hipóteses até metas de ação que posteriormente serão colocadas em prática pelos atores do processo. Assim, Thiollent (2007), considera como principais tarefas do seminário: “1. Definir o tema e equacionar os temas para os quais a pesquisa foi solicitada. 2. Elaborar a problemática na qual serão tratados os problemas e as correspondentes hipóteses de pesquisa. 3. Constituir os grupos de estudos e equipes de pesquisa. Coordenar suas atividades. 4. Centralizar as informações provenientes das diversas fontes e grupos. 5. Elaborar as interpretações. 6. Buscar soluções e definir as diretrizes de ação. 7. Acompanhar e avaliar as ações. 8. Divulgar os resultados pelos canais apropriados”. É preciso atenção para a preparação do seminário que envolve a correta distribuição das informações, bem como a organização do tempo para explanação de cada um dos participantes.

- Campo de observação – Amostragem e representatividade qualitativa. Delimitar o campo de observação empírica que se refere ao tema da pesquisa define o uso ou não da amostragem e da representatividade. A construção de amostras para trabalhar uma parte do campo de observação gera controvérsias e surgem várias posições. A) a primeira posição exclui a pesquisa por amostra por acreditar que para um efeito de conscientização a pesquisa deve abarcar todo o conjunto, quer através de questionários ou discussões grupais. Contudo, o tamanho do campo de observação deve ser considerado, uma vez que em grandes proporções pode vir de encontro ao tempo dos pesquisadores e fugir do controle quando não organizada corretamente. B) a segunda posição recomenda o uso da amostragem, retirando um número representativo do conjunto abordado e usando as regras estatísticas para controle e cálculo. De acordo com a pesquisa-ação esse procedimento não permite que a conscientização seja efetivada, pois escolhe as amostras aleatoriamente e as isola como dados, não permitindo interação. Neste caso, a difusão das informações em meios de comunicação tentam sanar esta deficiência. C) a terceira posição defende a representatividade qualitativa, uma vez que une o quantitativo com a amostragem estatisticamente controlada e o qualitativo através de interpretações e argumentos controlados. “Pessoas ou grupos são escolhidos em função da sua representatividade social dentro da situação considerada”.

- Coleta de dados – As principais técnicas utilizadas para coleta de dados são a entrevista coletiva e individual e os questionários. O plano de amostragem elaborado definirá o grupo escolhido. Quanto às informações já existentes, a busca em arquivos e jornais é bastante utilizada. Há, ainda, as técnicas de grupo que permitem vivenciar o momento social a ser investigado. Todas as informações coletadas devem ser encaminhadas para o seminário central afim de que sejam analisadas e interpretadas. Quando o grupo a ser observado é grande a utilização do questionário torna-se indispensável, no entanto quando se trata de um grupo pequeno, a realização de reuniões para discussões dispensa o uso do questionário.

- Aprendizagem – Relacionar a pesquisa-ação à aprendizagem é um procedimento utilizado, principalmente, nas pesquisas educacionais, mas pode ser válido em outras situações. “As ações investigadas envolvem produção e circulação de informação, elucidação

e tomada de decisões, e outros aspectos supondo uma capacidade de aprendizagem dos participantes. Estes já possuem essa capacidade adquirida na atividade normal. Nas condições peculiares da pesquisa-ação, essa capacidade é aproveitada e enriquecida em função das exigências da ação em torno da qual se desenrola a investigação”. O agir do dia-a-dia dos pesquisadores e participantes vai construindo paulatinamente o saber, quer por meio de seminário, grupos de estudos ou divulgação do material didático.

- Saber formal/saber informal – A relação entre o saber formal e o saber informal se estabelece com a junção dos pesquisadores, conhecimento científico, e dos participantes, conhecimentos baseados nas experiências ou nenhum conhecimento sobre o tema abordado. Essa diferença pode acarretar problemas de compreensão mútua. Para sanar tais problemas Thiollent (2007) propõe: “num primeiro momento os participantes são levados a descrever a situação ou problema que estão focalizando, com aspectos de conhecimento (busca de explicações) e de ação (busca de soluções). A descrição dá lugar a uma lista de temas que são ponderados em função da relevância que lhes é atribuída pelos participantes. Por sua vez, os especialistas estabelecem a sua própria temática relativa ao mesmo problema ou assunto, com indicação de sua ponderação”. As temáticas apontadas são analisadas com intuito de separar o jargão técnico dos pesquisadores e a linguagem popular para compreensão e análise do conteúdo por todos da equipe, assim todos conhecem o universo do outro na busca da intercompreensão.

- Plano de ação – A pesquisa-ação deve ser concretizada a partir de ações planejadas, assim, a construção do plano de ação deve ser feita com precisão, incluindo questionamentos como: quem são os atores do processo, como é o relacionamento destes com a instituição que pesquisa, quem toma as decisões, quais os critérios de avaliação, como controlar o processo. A ação deve embasar-se nas necessidades do grupo para solucionar os problemas apresentados, bem como nas condições reais para solucioná-los.

- Divulgação externa – A divulgação pode se dar tanto em seminários e congressos quanto em meios de comunicação de domínio público, dependendo para tanto dos grupos observados. Segundo Thiollent (2007), “o retorno é importante para estender o conhecimento e estabelecer a convicção e não deve ser visto como simples efeito de “propaganda”. Trata-se de fazer conhecer os resultados de uma pesquisa que, por sua vez, poderá gerar reações e contribuir para a dinâmica da tomada de consciência e, eventualmente, sugerir o início de mais um ciclo de ação e de investigação”.

### **2.1.6 A avaliação e o contexto acadêmico**

A avaliação em educação apresenta conceitos bastante diversificados de acordo com as experiências ou vivências de cada indivíduo, tanto na condição de avaliado como de avaliador. O termo avaliar tem sido constantemente associado a expressões como: fazer prova atribuir nota, exame, aprovação, reprovação, sucesso e fracasso.

É importante situar a avaliação a partir de seu conceito, visto que os procedimentos e o uso dos resultados da avaliação são decorrentes do que se entende por avaliação.

Buscando compreender o processo avaliativo no ensino, encontram-se muitos conceitos de avaliação, sendo alguns deles:

Segundo Antunes (2003, p.86) avaliação é:

um sistema de levantamento de informações que determinam o estado de algo em um período de tempo determinado. Avaliação escolar visa detectar e analisar o desenvolvimento do aluno em um período determinado de experiência escolar.

Libâneo (1994, p.196) define avaliação escolar como:

um componente do processo de ensino que visa, através de verificação e qualificação dos resultados obtidos, determinar a correspondência destes com os objetivos propostos e daí orientar a tomada de decisões em relação às atividades didáticas seguintes.

Afirma Souza (1995, p.115) que a avaliação é:

um processo amplo que envolve a medida e ultrapassa-a compete à avaliação a análise dos dados obtidos pela mensuração de acordo com os critérios advindos do processo de ensino, tendo em vista o acompanhamento de decisões educativas.

No entender de Hoffmann (1993, p.61), “avaliação é movimento, é ação e reflexão”.

Os conceitos citados levam à percepção da avaliação como um processo dinâmico, não pontual e diagnóstica, o que a encaminha para uma ação transformadora, pois visa a reorientação para uma aprendizagem melhor.

A avaliação não pode reduzir-se apenas à análise exclusiva dos alunos, e sim deve conduzir o professor a observar onde está falhando para planejar o que e como ensinar, ou seja, para também avaliar o próprio desempenho. Importa que o professor use a avaliação e os seus resultados também para refletir sobre a sua prática, trata-se de um processo de reflexão-ação-reflexão.

Na avaliação deve-se considerar o aluno, o docente, a escola, o projeto político-pedagógico, para a tomada de decisões, e, assim, melhorar o processo ensino-aprendizagem.

#### **2.1.6.1 A avaliação que se tem e a avaliação que se precisa**

De acordo com Luckesi, em depoimento para a revista ABCEDUCATIO (2002), somos herdeiros diretos da educação sistematizada nos séculos XVI e XVII, momento da emergência e sedimentação da sociedade moderna. As pedagogias jesuítica e comeniana expressam, respectivamente, as versões católica e protestante desse modelo de pedagogia. Em 1599, os jesuítas publicaram a *Ratio Studiorum* e em 1632, John Amós Comênio, publicou a *Didática Magna*. Textos que definem o modo de examinar que ainda hoje, predominantemente é usado na escola. Ambas propostas pedagógicas, como bem cabia fazer naquele momento, configuram os exames como um modo adequado e satisfatório, pedagógica e disciplinarmente, de controlar a aprendizagem dos educandos.

Apesar de dominar a prática de avaliação, o que se pratica são os exames. A avaliação utilizada é geralmente classificatória, pois classifica os alunos em aprovados, reprovados, com média, sem média, ou estabelece uma escala classificatória que vai de zero a dez. O aluno fica condicionado a se interessar somente por aquilo que “vale nota”, ou seja, os alunos são conduzidos a pensar, agir e estudar, em razão de nota e não pelo saber. É seletiva, excludente ou eliminatória, porque elimina uma grande parte dos educandos. É pontual e não processual; ou seja, não interessa o que estava acontecendo antes, nem o que poderá acontecer depois. É disciplinadora e punitiva, o aluno é o objeto onde o “você não sabe” é definitivo.

Uma avaliação com sentido e significado deverá observar os desempenhos provisórios “você ainda não sabe”, pois ela subsidia o processo de busca de melhores resultados possíveis, devendo ser uma avaliação não-pontual, diagnóstica, para a qual interessa o que acontecia antes, agora e o que acontecerá depois com o educando. Processual, uma vez que o desenvolvimento do educando é uma construção permanente. E inclusiva porque não exclui o aluno e sim o convida para a melhoria da aprendizagem.

#### **2.1.6.2 Critérios na avaliação da aprendizagem**

Critério é aquilo que serve de referência para julgar alguma coisa. Avaliar exige que se estabeleçam critérios, uma vez que os critérios de avaliação indicam as expectativas que se quer alcançar com a aprendizagem.

Numa entrevista à revista ABCEDUCATIO (2007), Thereza Penna Firme, diz que há quatro grandes critérios de uma verdadeira avaliação. O primeiro é a utilidade; se a avaliação não oferecer resultados para que sejam tomadas decisões em função desses, então ela não serviu. O segundo é a viabilidade, ou seja, a avaliação deve ser prática e viável na sua condução. O terceiro é a ética. É preciso haver um respeito profundo pelo objeto de avaliação, seja a escola, uma pessoa, um programa de ensino ou o processo de aprendizagem escolar. E a quarta é a precisão. Não se pode utilizar instrumentos que não tenham precisão. Se o processo tem erros e distorções, então a resposta também será imprecisa.

Os critérios na avaliação são as “regras do jogo”, nesse sentido, serão tanto mais adequados quando houver interação entre docentes e alunos, conforme sugere Demo (2004, p.13),

todo processo avaliativo precisa apresentar critérios transparentes de procedimento, tanto para que o professor torne-se confiável quanto para que o aluno possa comportar-se de modo coerente. Não cabem critérios esdrúxulos, estranhos, repentinos, forjados, de última hora. Para que a avaliação seja entendida como cuidado, pressupõe-se que os procedimentos sejam confiáveis de ambas as partes, de tal modo que tudo se torne dinâmica cotidiana positiva. A avaliação não deve ser apenas poder do professor, deve sobretudo se tornar sinal do cuidado que o professor cultiva em relação ao direito de aprender do aluno.

Nesta perspectiva há que se cuidar da avaliação em todas as suas etapas e critérios, para que escolas tenham, verdadeiramente, a avaliação que necessitam.

### **2.1.6.3 Funções da avaliação da aprendizagem**

Segundo Libâneo (1994), a avaliação escolar cumpre pelo menos três funções: pedagógico-didática, de diagnóstico e de controle.

A função pedagógico-didática se refere ao papel da avaliação no cumprimento dos objetivos gerais e específicos da educação escolar. Nesta função, a avaliação comprova os resultados do processo de ensino, prepara os alunos para as exigências da sociedade e leva-os a assumir o estudo como dever social; através da correção dos erros aprimora as capacidades cognitivas dos alunos.

Na função de diagnóstico serão identificados os progressos e dificuldades dos alunos e a atuação do professor para uma auto-avaliação que proporcionará mudanças no processo ensino-aprendizagem, após a análise de dados relevantes proporcionará tomada de decisão para levar à uma mudança da prática escolar cotidiana. Essa função ocorre no início, durante e no final do desenvolvimento das aulas ou unidades didáticas. No início a avaliação é feita para diagnosticar, verificar as condições dos alunos para uma nova aprendizagem; durante o processo é feito o acompanhamento do progresso do aluno, apreciando resultados para intervenção, corrigindo falhas, dirimindo dúvidas, estimulando os alunos para alcançarem resultados positivos. Ao mesmo tempo essa avaliação fornece informações ao professor sobre a condução do seu trabalho: andamento da matéria, adequação de métodos e materiais, comunicação com os alunos, etc. E, no final de uma unidade didática, bimestre ou ano letivo, avalia-se os resultados da aprendizagem. A avaliação global de um período de trabalho também cumpre a função de realimentação do processo de ensino.

Na função de controle os meios e à frequência das verificações e de qualificação dos resultados escolares, possibilitam o diagnóstico das situações didáticas. Há um controle sistemático e contínuo onde o professor, através de uma variedade de atividades, observará como os alunos estão conduzindo-se quanto à assimilação de conhecimentos, habilidades e desenvolvimento de capacidades mentais. Neste caso não se deve quantificar os resultados. O controle parcial e final se refere a verificações feitas durante o bimestre, no final do bimestre e no final do semestre ou ano.

Nesta perspectiva, visto que a prática nas nossas escolas muitas vezes reduz-se a função de controle, restringindo-se à atribuição de notas e classificação, importa ressaltar que as funções pedagógico-didática, de diagnóstico e de controle atuam de forma interdependente não podendo ser consideradas isoladamente.

#### **2.1.6.4 A avaliação na nova LDB**

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), de 1996, no tocante a avaliação do rendimento escolar prevê no artigo 24 (inciso V) que deve haver avaliação "contínua e cumulativa do desempenho do aluno, com prevalência dos aspectos qualitativos sobre os quantitativos e dos resultados ao longo do período sobre os de eventuais provas finais" (BRASIL, 1996).

A nova LDB deu grande destaque à avaliação, mas ainda assim encontra-se resistências e ainda não se constitui uma prática constante. Não basta leis, resoluções, decretos; se nos projetos político-pedagógicos das escolas a avaliação está descrita conforme preconizados, mas na prática ainda se realiza a avaliação tradicional.

Quando se fala em avaliação "contínua", pressupõe-se um constante avaliar, um processo de construção de conhecimento e "cumulativa" porque não se pode considerar somente um aspecto, e sim tudo que se adicionou e foi associado e contribuiu para o seu aprendizado.

A avaliação contínua e cumulativa demonstra que a avaliação deve resultar de um acompanhamento diário, entre docente e aluno, e não de um resultado bimestral, trimestral ou semestral; trata-se de avaliar para uma correção de rumos ou busca por caminhos.

O aluno não pode ser avaliado num momento isolado do restante do processo, os resultados obtidos pelos estudantes ao longo do ano escolar devem ser mais valorizados que a nota da prova final.

Quando a legislação enfatiza a predominância dos "aspectos qualitativos sobre os quantitativos", quer deixar claro o compromisso da avaliação com a aprendizagem do aluno. Além de diagnosticar o progresso do aluno, a avaliação permite também que o professor julgue a sua atuação e possa revê-la ao longo de seu trabalho.

É preciso substituir uma concepção de avaliação escolar punitiva e excludente por uma concepção de avaliação de progresso e de desenvolvimento da aprendizagem e isso será feito a partir da mudança de postura do professor e da escola.

#### **2.1.6.5 O professor e a avaliação**

A avaliação na prática escolar tem sido muito usada como forma de controle, mediante classificação dos alunos de acordo com as notas que obtiveram nas provas ou testes.

Libâneo (1994) explicita alguns equívocos em relação aos objetivos, funções e papel da avaliação na melhoria das atividades curriculares. Para ele o primeiro equívoco seria o de que usualmente o professor considera avaliação como o ato de aplicar provas, atribuir nota ou conceito e classificar os alunos e usa a nota somente como instrumento de controle. Outro equívoco é utilizar a avaliação como recompensa a alguns alunos e punição a outros; ou seja, recompensa para os "bons, interessados e comportados" e punição para os indisciplinados ou desinteressados. É comum a prática de dar e tirar "ponto", conforme o comportamento,

reprovando alunos às vezes por causa de décimos. O terceiro equívoco é o dos professores confiarem demais nas suas avaliações ou julgamento no sentido de já “enxergar” aquele que passa e aquele que não passa de ano; dispensando as verificações parciais no decorrer das aulas. É uma forma de exclusão, visto que, não raro, os condenados à reprovação abandonam a escola. O quarto equívoco é dos professores que rejeitam as medidas de aprendizagem em favor de dados qualitativos. Acreditam que a prova leva à ansiedade, à inibição e ao cerceamento de crescimento pessoal e por isso, recusam qualquer quantificação de resultados. Os equívocos apresentados mostram duas posições contrárias em relação à avaliação, ou seja, de considerar somente os aspectos quantitativos ou apenas os qualitativos. A avaliação é vista no aspecto quantitativo somente como medida e no aspecto qualitativo se perde na subjetividade de alunos e professores.

Faz-se necessário que o professor rompa com as práticas equivocadas, como da avaliação como julgamento de resultados de provas e testes, o que causa discriminação e exclusão social, decorrente da reprovação. Esta prática torna a avaliação na mão do professor um instrumento disciplinador, punitivo, utilizando-a como controle, transformando os alunos em pessoas passivas e acríticas.

Em entrevista à revista ABCEDUCATIO (2002), Luckesi diz que temos uma herança psicológica, de uma longa história de exames, e agora, professores, reproduzimos a maneira de ser; dizemos que nossa prática é avaliação, mas de fato praticamos exames.

A atual prática avaliativa é muitas vezes uma repetição da avaliação realizada na época em que os professores eram alunos, sendo que os professores têm dificuldade em redimensioná-la. Os professores têm sido duramente criticados por sua atuação frente ao ato de avaliar, mas há que se considerar as dificuldades enfrentadas quanto à sua formação como avaliadores; apontamentos de Souza (1995, p.131), referem-se a:

- questões teóricas – a formação do professor não lhe dá instrumentos para o domínio de técnicas avaliativas;
- questões de postura – a formação do professor não o prepara para assumir uma postura não - autoritária com relação à avaliação; o professor decide, em última instância, o que irá avaliar, ou melhor, do que ensinou, o quanto o aluno deveria saber; essa autonomia leva-o também a definir o destino do aluno (...);
- questão de tempo em razão do seu contrato de trabalho- os professores têm dificuldade de tempo para fazer avaliações, por causa do tipo de contrato a que são submetidos, e que não são formados para recuperar técnicas e instrumentos já praticados em outras épocas com novos compromissos, isto é, com o compromisso com a aprendizagem e sem autoritarismo;
- questão de apoio pedagógico de profissionais especializados na escola- de forma geral, falta aos professores em suas escolas profissionais pedagogos que articulem a prática pedagógica, orientem e formem em serviço os professores;
- questão fragmentada da avaliação - o professor capta pouco do aluno e o faz de forma fragmentada, sem compreender ou permitir que o próprio aluno possa ter uma visão holística de seu desempenho, assim sendo, os alunos, também, tanto quanto os

professores, avaliam a si mesmos de forma reduzida e fragmentada.

É necessário uma (re)significação da avaliação, envolvendo todos os atores do processo para que se possa praticar uma avaliação justa, includente e eficaz. O que se espera, portanto, é que os educadores sejam sujeitos de transformação.

É importante ressaltar que a seleção dos instrumentos de avaliação deverá ser acordo como os objetivos a serem alcançados e levando-se em conta as especificidades das disciplinas, confirmado nas palavras de Melchior (2002, p.27),

a confiabilidade de um instrumento de avaliação decorre da apresentação de resultados coerentes, sempre que for aplicado. Essa coerência refere-se à fidelidade aos conteúdos trabalhados e à evolução observável no aproveitamento e na conduta dos alunos. Ademais, é também necessário que o instrumento avaliativo seja fiel a um determinado fim ou propósito, pois ele só será válido na medida em que contemplar os objetivos de uma determinada seqüência de ensino e refletir a ênfase dada a esses objetivos quando os mesmos foram desenvolvidos. Como corolário, percebe-se que o instrumento de avaliação contém uma característica de circunstancialidade, pois ele pode ser válido para uma turma num determinado momento e não o ser para outra. Sendo parte integrante do processo de ensino aprendizagem, a avaliação constitui-se num elemento de decisão sobre as inúmeras etapas de um projeto pedagógico, contínuas e organizadas em função do mesmo. Por isso, os instrumentos de avaliação precisam ser coerentes entre si e com o projeto ao qual são vinculados.

Segundo Zabala (1998), o objetivo fundamental da avaliação é conhecer para ajudar. Nesse sentido para que a avaliação sirva à aprendizagem é primordial conhecer os alunos e as suas necessidades, deste modo o professor poderá traçar caminhos para alcançar os objetivos. A avaliação deve ser assumida e discutida por todos os envolvidos no processo e não apenas definida pelo professor, de forma a haver a participação de todos, conforme sugere Demo (2004, p.13):

toda avaliação é discutível, porque, sendo procedimento de total complexidade, não pode ser visualizado como intocável. Todo processo formativo de teor socrático, autopoietico, inclui o ambiente saudável da dúvida, da discussão, da argumentação. Não é problema o professor rever sua avaliação, desde que existam argumentos para tanto. Faz parte da avaliação o desejo de aprimoramento do aluno, o que implica trazê-lo para a discussão, oferecer-lhe oportunidade de revisão, garantir-lhe chance de discutir e rediscutir.

A prática docente requer uma avaliação, sendo importante que o aluno tenha oportunidade de participar desse processo. Seria até contraditório avaliar e evitar ser avaliado. Faz-se necessária através da avaliação procurar inovar, mudar os rumos se preciso, enfim descobrir as necessidades do trabalho educativo, como se confirma no dizer de Freire (1996b, p.83):

não é possível praticar sem avaliar a prática. Avaliar a prática é analisar o que se faz, comparando os resultados obtidos com as finalidades que procuramos alcançar com a prática. A avaliação da prática revela acertos, erros e imprecisões. A avaliação corrige a

prática, melhora a prática, aumenta a nossa eficiência. O trabalho de avaliar a prática jamais deixa de acompanhá-la.

Na medida em que o professor avalia seus alunos, ele também se torna objeto de avaliação e nesse contexto deve refletir sobre sua atuação como educador. Assim ação-reflexão-ação é referência para o processo de ensino.

#### **2.1.6.6 A avaliação da aprendizagem através da atitude do indivíduo**

Segundo Schiffman & Kanuk, *Apud* Behrens & da Silva (2004), atitude é uma predisposição aprendida pelo indivíduo, formada a partir de suas experiências e informações obtidas, as quais o influenciam a agir favorável ou desfavoravelmente em relação a um determinado “objeto”. Este “objeto” pode ser um produto ou categoria de produtos, marcas, serviços, bens, pessoas, conceitos/idéias, propaganda, preço, canais de comércio, mídia, entre outros.

A psicologia considera que a atitude seja formada por três componentes básicos e inter-relacionados, sendo o primeiro o componente cognitivo – relativo ao aprendizado e à experiência do indivíduo com relação ao objeto em estudo, o segundo refere-se ao componente efetivo – o qual reflete o grau de aceitação/preferência do indivíduo em relação ao objeto em questão e, por último, o componente motivacional – associado à tendência do indivíduo à ação (GADE; MUELLER, *Apud* BEHRENS & DA SILVA, 2004).

A avaliação de atitudes tem por finalidade revelar de que forma, com que frequência e em que grau o indivíduo reage a uma certa idéia que o é apresentada. Cada idéia é denominada “item” e um conjunto de itens sobre um determinado tema constitui a “escala” de atitude. O grau de concordância ou discordância de indivíduos, com relação a cada item de uma escala, permite avaliar um conjunto de crenças ou conceitos identificando aqueles que mais contribuem na formação da atitude com relação ao tema abordado (GADE; MUELLER, *Apud* BEHRENS & DA SILVA 2004).

Uma das metodologias mais utilizadas para avaliar atitudes de indivíduos é a escala Likert de sete pontos, sendo 7 o maior grau de concordância com a idéia expressa pelo item (7 = concordo muito) e, inversamente, 1 representa o maior grau de discordância do item (1 = discordo muito) (BOVÉE *et. al.*; MUELLER, *Apud* BEHRENS & DA SILVA 2004).

O processo ensino-aprendizagem, de acordo com Piaget, Emília Ferreiro, Vigostsky, Wallon e Paulo Freire *Apud* Masnello (2006), possibilita aos alunos momentos de reflexões críticas relativas aos conteúdos desenvolvidos.

Considerando a realidade, a vivência dos alunos e os acontecimentos que fazem parte da vida de cada um de modo sensível e reflexivo, envolvendo a prática, o sentir, o pensar e o imaginar, criando situações desafiadoras a fim de favorecer a aprendizagem.

## **2.2 A Cachaça e Seus Congêneres**

Em observância ao disposto no Decreto 4.062 de 21/12/2001, que define a expressão “Cachaça do Brasil”, editou-se o Decreto 4.851 de 02/10/2003, associado ao Decreto 4.072 de 03/01/2002 (revogado) modificando a redação do artigo 91 da Lei 8.918, regulamentada pelo Decreto nº. 2314 de 04/09/1997, definindo Cachaça no artigo 92 como denominação típica e exclusiva da aguardente de cana produzida no Brasil com graduação alcoólica de 38 a 48% em volume, a 20°C, obtida pela destilação do mosto fermentado de cana-de-açúcar, com características sensoriais peculiares.

### **2.2.1 Padrões de identidade e qualidade**

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), por meio da Instrução Normativa nº. 13 de 29/06/2005, publicada no DOU em 30/06/2005 (BRASIL,

2005a), estabeleceu os padrões de identidade e qualidade para a cachaça mostrados no quadro 1.

**Quadro 1.** Padrões de identidade e qualidade para a cachaça

COMPONENTES	LIMITES	UNIDADE
Gradação Alcoólica	$38 \leq e \leq 48$	% em volume de álcool etílico a 20°C
Acidez volátil, em ácido acético	$\leq 150$	mg.(100mLde álcool anidro) <sup>-1</sup>
Ésteres totais, em acetato de etila	$\leq 200$	
Aldeídos totais, em acetaldeído	$\leq 30$	
Soma de furfural e hidroximetilfurfural	$\leq 5$	
Soma dos álcoois superiores *	$\leq 360$	
Soma dos congêneres **	$200 \leq e \leq 650$	
Álcool metílico	$\leq 20$	
Álcool séc-butílico	$\leq 10$	
Álcool n-butílico	$\leq 3$	
Acroleína	$\leq 5$	
Carbamato de etila ***	$\leq 150$	$\mu\text{g.L}^{-1}$
Chumbo	$\leq 200$	
Arsênio	$\leq 100$	
Cobre	$\leq 5$	$\text{mg.L}^{-1}$

\* Álcoois superiores = (isobutílico + isoamílicos + n-propílico)

\*\* Congêneres = (Acidez volátil + ésteres + aldeídos + furfural + hidroximetilfurfural + álcoois superiores).

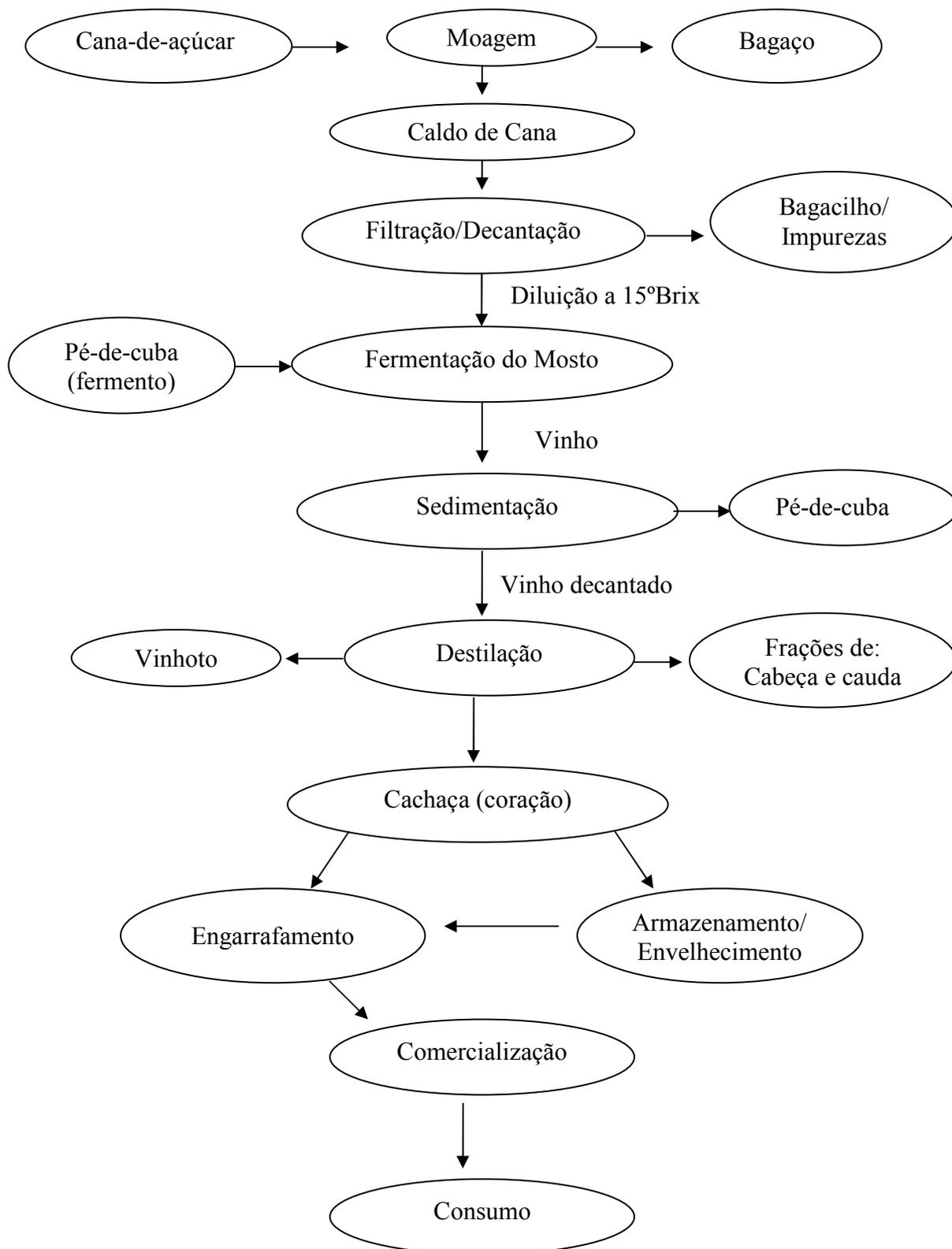
\*\*\* Passa a vigorar a partir de 30 de julho de 2010.

Fonte: Instrução Normativa nº. 13 (BRASIL, 2005a).

### 2.2.2 Processo de produção

O fluxograma representado na figura 1 ilustra, de maneira simplificada, a cadeia produtiva de cachaça.

A produção da cachaça implica na obtenção do caldo da cana com auxílio de moendas, seguido de filtração e decantação para a retirada das impurezas (CARDOSO, 2001). Este é então, levado para fermentar na presença do fermento, o “pé-de-cuba”. Após terminada a fermentação do mosto, o caldo é chamado de vinho, que após sedimentação do fermento é destilado. Durante a destilação, são separadas as frações de cabeça e cauda, onde a cachaça é a fração intermediária chamada de coração (MAIA *et. al.*, 1995; LIMA, 2001)



**Figura 1.** Fluxograma simplificado da cadeia produtiva de cachaça.

### 2.2.3 Matéria prima

A cana-de-açúcar é uma gramínea tropical pertencente à classe das Monocotiledôneas, família *Poaceae* (*Gramineae*), gênero *Saccharum* e espécie *Saccharum* spp. As principais espécies conhecidas têm sua origem na Oceania (Nova Guiné) e Ásia (Índia e China). As variedades de cana, atualmente cultivadas em todo mundo, é para produção de açúcar, álcool, aguardente, cachaça ou forragem, (ANDRADE, 2003).

Brasil, Índia e Cuba são os maiores produtores mundiais de cana-de-açúcar, estando o Brasil em primeiro lugar com área de aproximadamente 7,0 milhões de hectares, e cerca de 550 milhões de t.ano<sup>-1</sup>, representando 2,7% da produção mundial. O Estado de São Paulo é o principal produtor com 300 milhões de t.ano<sup>-1</sup> e aproximadamente 55% da produção brasileira. Minas Gerais é o terceiro Estado maior produtor do país, com 40 milhões t.ano<sup>-1</sup>. A produtividade média do país gira em torno de 79 t.ha<sup>-1</sup> (CORREA, 2007).

Segundo Novaes (1995), não há variedades de cana que sejam específicas à produção de cachaça, pois as pequenas diferenças na sua composição físico-química muito provavelmente não teriam qualquer influência na qualidade da bebida final. As variedades de cana devem ser adaptadas às condições edafoclimáticas da região onde se encontra instalada a unidade industrial, com a finalidade de apresentar elevada produtividade de açúcar por área. Para Clarke & Legendre (1999), dentre os fatores de qualidade da matéria-prima que influem no rendimento do processo de produção de cachaça estão a variedade, o conteúdo dos sólidos solúveis e de açúcares, o teor de impurezas e fibra na cana e os fatores de estresse de deterioração, causados por atraso no processamento.

Entretanto, na produção de cachaça, a matéria-prima que interessa são os colmos de cana-de-açúcar, os quais, segundo Andrade (2003), devem apresentar as seguintes características:

- **Estarem maduros:** o terço superior da cana, quando essa se encontra madura, apresenta folhas de coloração verde-amareladas e menos eretas, enquanto as folhas que se localizam nos terços basal e médio encontram-se totalmente secas, chegando em alguns casos a desprenderem-se dos colmos. Quando a cana floresce, é também sinal de que ela já está madura. A demora da colheita representará perdas no rendimento da cachaça.

- **Recém-cortados:** Os colmos a serem moídos devem ser recém cortados ou frescos. Recomenda-se que o intervalo entre corte de cana e moagem não ultrapasse 24 horas.

- **Limpos:** O rendimento em cachaça vai depender também de a cana estar limpa ou não. A presença de impurezas (matéria estranha de origem vegetal: ponteiros de cana ou restos de folhas e matéria estranha de origem mineral: terra, pedra, etc.) faz com que o rendimento seja menor.

- **Sadios:** o estado sanitário do colmo também é importante. A incidência muito alta de podridão vermelha promove uma redução nos teores de açúcar da cana e, como consequência, o rendimento em cachaça também é reduzido.

### 2.2.4 Processo de fermentação

Na fermentação as leveduras transformam os açúcares do mosto em etanol, gás carbônico e compostos secundários.

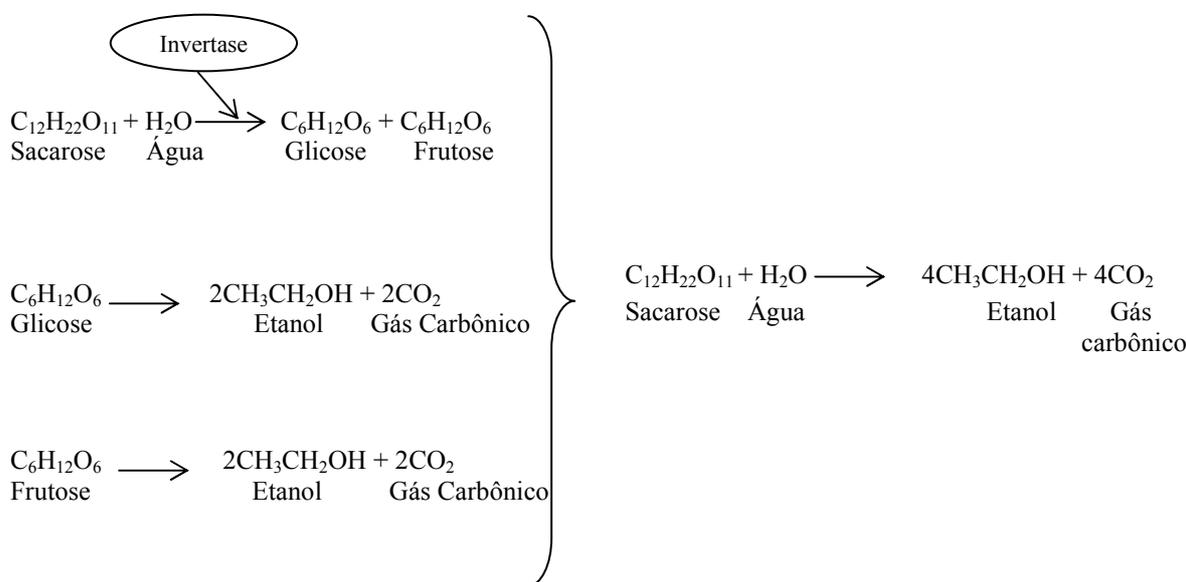
Mosto é todo líquido capaz de fermentar. O seu preparo tem por objetivo garantir uma quantidade ideal de açúcares fermentescíveis. E ainda, no seu preparo, cuidados devem ser tomados quanto à concentração de açúcares totais e a sua relação com os sólidos solúveis, acidez total e pH. O caldo bruto deve ter um tratamento térmico visando à eliminação dos microorganismos contaminantes, esse aquecimento deve ser de aproximadamente 105°C. Para a remoção de impurezas, logo a seguir, ocorrem a decantação e o resfriamento do caldo para 30°C (VALSECHI, 1960; NOVAES, 1970; AQUARONE, 1983).

O processo fermentativo consiste principalmente no desdobramento do açúcar (sacarose) em álcool e CO<sub>2</sub>, realizada na levedura por meio de uma via principal denominada cientificamente de Embden-Meyerhoff-Parnas (EMP), conforme apresentado de modo simplificado na figura 2.

Entretanto, dependendo de como essa transformação é realizada, pode-se obter maior ou menor quantidade de cachaça e produto de melhor ou pior qualidade. O teor alcoólico no vinho é determinante para a qualidade da fermentação alcoólica que lhe deu origem (MASSON, 2005).

Nas dornas, a fermentação é iniciada pela adição do caldo de cana a 15°Brix sobre o inóculo (pé de cuba).

Muitos produtores de cachaça utilizam nos processos fermentativos coadjuvantes, como o fubá, farelo de arroz e suco de limão, entre outros, objetivando a melhoria do destilado final (MAIA & NELSON, 1994).



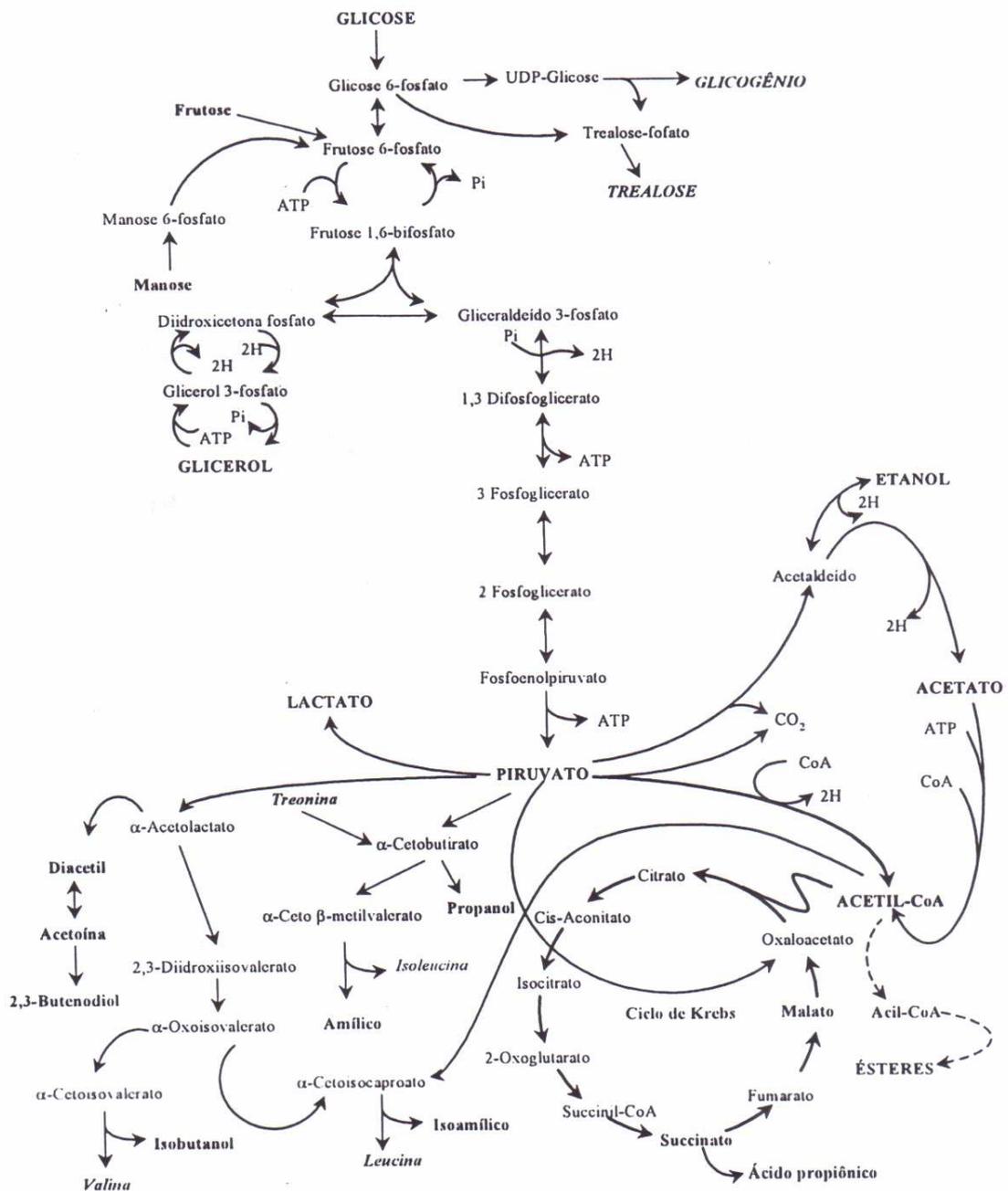
**Figura 2.** Via Simplificada de Embden-Meyerhoff-Parnas (EMP).

Na fermentação inicial, o mosto definitivo apresenta uma quantidade de oxigênio necessária para a multiplicação das leveduras, caracterizando essa fase, na qual se observa somente o crescimento da colônia de levedura. A fermentação principal é iniciada quando o oxigênio do mosto termina, caracterizando-se pela paralisação da produção das leveduras que passam a elaborar a enzima, que transforma os açúcares em etanol e gás carbônico. Com o desprendimento de gás carbônico, haverá a formação de bolhas no mosto. Observa-se ainda um aroma característico, semelhante ao de maçãs maduras, havendo um aumento acentuado da temperatura, normalmente a diminuição do Brix e também um aumento do grau alcoólico do mosto. Já na fermentação final, as bolhas começam a diminuir, a temperatura decresce, porém ocorre um pequeno desprendimento de gás carbônico. Essa fase final termina quando ocorrem uma paralisação total do desprendimento das bolhas e o retorno da temperatura para a ambiente (LIMA, 1983).

Entre os microrganismos mais eficientes na fermentação, estão as leveduras *Saccharomyces cerevisiae*, *Kluyveromyces marcianus* e a bactéria *Zymomonas mobilis*, contudo, o gênero *Saccharomyces* se destaca pela alta produção e tolerância a altas concentrações de etanol (SCHWAN, 2001).

Durante a fermentação alcoólica, além da formação de álcool etílico e dióxido de carbono como produtos primários, ocorre também a formação de pequenas quantidades de outros compostos, os quais recebem a denominação de produtos secundários ou congêneres. Estes contribuem para o sabor e aroma final da cachaça (MASSON, 2005).

As principais vias metabólicas de formação dos compostos a partir da glicose estão apresentadas na Figura 3.



**Figura 3.** Esquema simplificado da formação de compostos em processos fermentativos. Fonte; DIAS (2001).

Os principais produtos formados são: glicerol, ácido acético, acetato de etila, álcoois isoamílicos (2-metil butanol-1; 3-metil butanol-1), 2,3-butanodiol, acetaldeído e ésteres. (SCHWAN & CASTRO, 2001).

No caso de contaminação bacteriana, os açúcares podem ser desviados para outras formas de metabolismo, resultando na formação de diversos compostos como ácido láctico, acético, fórmico, butírico, aldeídos e ésteres. Estes, além de causarem redução no rendimento alcoólico, provocam alterações nas propriedades sensoriais da cachaça com conseqüente depreciação do produto (YOKOYA, 1995).

O bom desempenho do processo fermentativo depende também das condições de pH do meio. O aumento excessivo na acidez sempre indica contaminação bacteriana indesejável (CLETO & MUTTON, 1997).

Geralmente o processo fermentativo tem a duração média de 24 horas, com sucessão no uso do inóculo, ou seja, em 24 horas, as leveduras já deverão estar depositadas no fundo da dorna, sobre as quais será adicionado um novo caldo diluído após o envio do “vinho” (caldo sobrenadante totalmente fermentado) para destilação. A temperatura do novo caldo deverá estar em torno de 30°C.

O acompanhamento da fermentação é feito por meio de medições de teor de °Brix, da temperatura, do tempo de fermentação, do cheiro característico, da acidez e do pH. Pode-se ainda realizar análises microscópicas do fermento para determinar o rendimento e a produtividade da fermentação e também verificar a produção de compostos secundários (YOKOYA, 1995).

### **2.2.5 Propagação do inóculo (fermento ou “pé-de-cuba”)**

As leveduras utilizadas na fabricação de bebidas alcoólicas geralmente são linhagens de *Saccharomyces cerevisiae*. Nas fermentações espontâneas, um grande número de espécies podem estar envolvidas, com predominância da *Saccharomyces cerevisiae* (REED & NAGODAWITHANA, 1991; PATARO *et. al.* 2002). Segundo Alves (1994), a viabilidade celular é extremamente importante para o desenvolvimento do processo fermentativo e a tolerância da levedura ao etanol é determinante na produtividade em álcool de fermentações em escala industrial.

O inóculo natural, chamado “pé-de-cuba” é usualmente preparado pelo método conhecido como fermento caipira, que consiste numa mistura de caldo de cana-de-açúcar diluído, farelo de arroz, farinha de milho ou soja, entre outros cereais, com adição de suco de limão ou laranja azeda para abaixar o pH. São realizadas adições diárias de caldo de cana-de-açúcar no período de cinco a sete dias (LIMA, 1983; RIBEIRO, 2002), quando as leveduras estão se reproduzindo. Neste processo, o inóculo é obtido a partir da respiração espontânea por microrganismos selvagens presentes no caldo da cana-de-açúcar, nos equipamentos e nas dornas de fermentação (MALTA, 2006).

A utilização de leveduras selecionadas tem sido pesquisada, visando aumento da produtividade, vantagens tecnológicas e melhoria das características sensoriais da cachaça (PATARO *et. al.* 2002; OLIVEIRA, 2001). Nas grandes destilarias brasileiras e mesmo em pequenas fábricas, já é comum o uso de fermentos selecionados no início da safra, mas ainda há um grande número de fábricas que trabalha com leveduras de panificação, prensadas, e com fermentos naturais. Ao longo dos ciclos de fermentação, que duram normalmente entre 20 a 24 horas, o caldo de cana-de-açúcar vai sendo lentamente contaminado pelas leveduras selvagens, que se sobrepõem e dominam o processo fermentativo. Isso ocorre em qualquer região do país, com predominância de microrganismos adaptados às condições locais (LIMA, 2001). Observa-se que de uma forma geral, *Saccharomyces cerevisiae* prevalece nas fermentações, em fermentações espontâneas ou conduzidas (FIALHO, 2000; SCHWAN, 2001).

Na preparação do inóculo e condução da fermentação alcoólica, é importante considerar a função do oxigênio no controle do metabolismo e crescimento da levedura. Quando o oxigênio está disponível, o metabolismo da levedura direciona para a respiração, rendendo teoricamente 38 moles de ATP para cada mol de glicose, desta forma, permitindo uma maior velocidade de crescimento, maior produção de biomassa, e, a síntese de materiais de reserva, como esteróis e ácidos graxos. Desta forma, a aeração é usada na preparação de culturas *starter* quando uma quantidade maior de biomassa é requerida (HENICK-KLING, 1988).

Pataro *et. al.*, (2002), estudaram as características da fisiologia de crescimento de 210 linhagens de leveduras isoladas de um alambique de cachaça do estado de Minas Gerais. A maioria das linhagens foram fisiologicamente adaptadas às condições ambientais observadas nas dornas de fermentação, sendo capazes de crescer a 35°C, em meio contendo até 25% de glicose e em concentração de 5% (v.v<sup>-1</sup>) de etanol.

A temperatura ótima para a fermentação é de 5-10°C acima do ótimo para o crescimento da levedura, que encontra-se na faixa de 25-30°C (JONES, 1981; WATSON, 1987). Alves, (1994), ressalta que estas considerações não condizem com o fato de que nas regiões tropicais a temperatura do processo facilmente atinge 40°C. Stupiello & Horii (1981) afirmam que a reprodução de células pode ocorrer até a temperatura da ordem de 38°C, havendo inibição da multiplicação a 40°C e na presença de 8 a 9% (v.v<sup>-1</sup>) de etanol.

Sabe-se que metabolicamente as leveduras são predominantemente anaeróbias facultativas, sendo capazes de crescer tanto na ausência de oxigênio (fermentação) como na sua presença (respiração ou metabolismo oxidativo). A presença do oxigênio molecular, como ocorre na aeração, induz a mudança no metabolismo energético de fermentação para respiração (REED & PEPPLER, 1973).

A célula de levedura possui compartimentações para adequação da atividade metabólica. A fermentação alcoólica (glicólise anaeróbia) ocorre no citoplasma, enquanto que a oxidação total do açúcar (respiração) se dá na mitocôndria (BASSO, 1996). Observa-se que, quando os microrganismos são capazes de crescer em ambas as situações (aerobiose/anaerobiose), um substrato que é metabolizado aerobiamente ocasiona um crescimento celular muito maior quando comparado ao substrato metabolizado anaerobiamente (AIBA, 1973).

Segundo Reed & Nagodawithana, (1991), muitos autores têm demonstrado a relação entre a composição da biomassa das leveduras e a quantidade dos vários nutrientes requeridos para alcançar esta composição. A composição de biomassas de leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*) de fermento prensado para panificação pode ser observada na tabela 1.

**Tabela 1** Composição de leveduras de fermento prensado

<b>Componente</b>	<b>% em base seca</b>
Proteína	47
Carboidratos	33
Minerais	8
Ácidos Nucléicos	8
Lipideos	4

Fonte: REED & NAGODAWITHANA, (1991).

Pulzatto, (2000) comenta que a composição química da levedura é amplamente afetada pelas condições químicas e físicas do meio de crescimento, mas podem ser resumidas como

tendo alto teor de proteína, alto conteúdo de ácidos nucleicos, baixo conteúdo de lipídeos, alto conteúdo de cinzas, conteúdo moderado de carboidratos e alto conteúdo de vitaminas.

Segundo Pinotti, (1991) a reprodução da *Saccharomyces cerevisiae* varia em função do nível de nutrientes encontrados na matéria-prima, e que dentre estes, o nitrogênio é o que apresenta uma resposta significativa.

Oura, (1974) afirma que a presença do oxigênio não significa necessariamente que o metabolismo é de fato aeróbio. A concentração de glicose no meio tem provado ter uma importante função regulativa no metabolismo. A concentração de açúcar no caldo de cana-de-açúcar deve ser diferente nas duas etapas distintas do processo fermentativo. A primeira está relacionada com a propagação de *S.cerevisiae* que é feita sob intensa aeração. Normalmente é recomendado que o teor de açúcar não seja superior a 2-3%(p.v<sup>-1</sup>), já que concentrações mais altas prejudicam a respiração da célula, que é indispensável para um crescimento eficiente. A segunda etapa está relacionada com a fermentação propriamente dita, ou seja, a conversão de açúcar em etanol e CO<sub>2</sub>. Nesta etapa, o teor médio de açúcar tolerado pela levedura é em torno de 15% (p.v<sup>-1</sup>). Este limite pode ser variável de acordo com a levedura e as demais condições do processo fermentativo (MAIA 1992; SCHWAN & CASTRO, 2001).

Segundo Prescott & Dunn, (1959), a concentração de açúcar é mantida baixa no tanque de propagação com o objetivo de favorecer a utilização do açúcar para a produção de células ao invés da produção de etanol. A concentração usual de açúcar no propagador varia entre 0,5 a 1,5% (p.v<sup>-1</sup>), dependendo do processo.

Devido à formação de etanol diminuir o rendimento em biomassa, é necessário controlar a taxa de alimentação de açúcar no propagador para minimizar a produção de etanol. Desta forma, a concentração de açúcar é o parâmetro principal para uma efetiva produção de massa celular de levedura (MISKIEWICZ & KASPERSKI, 2000).

Segundo Crispim *et. al.*, *Apud* Guimarães-Filho (2003), há necessidade de cerca de 2 x 10<sup>8</sup> células.L<sup>-1</sup> de caldo de cana para que ocorra uma boa fermentação, sendo este número conhecido como número limite de Brawn. Para se chegar a este número é necessário preparar o “pé-de-cuba”, que deve representar, no máximo, 20% (v.v<sup>-1</sup>), do volume total a ser fermentado. Schwan & Castro, (2001) mencionam que o volume inicial do inoculo, quando sedimentado, equivale normalmente a 20% do volume da dorna de fermentação. Em geral, este inóculo consiste de uma população mista de leveduras em torno de 3,6 x 10<sup>9</sup> UFC.mL<sup>-1</sup>, e de 3,6 x 10<sup>4</sup> UFC.mL<sup>-1</sup> de bactérias.

## 2.2.6 Destilação

É a operação que permite separar dois ou mais componentes líquidos de uma mistura, com base em seus diferentes pontos de ebulição. Baseia-se no fato de que os vapores gerados na fervura são tanto mais ricos nos componentes líquidos quanto menores seus pontos de ebulição. No caso da cachaça, destila-se um vinho contendo cerca de 8% de etanol, 88-90% de água e 2-4% de outros componentes voláteis e não voláteis (MAIA, 1997).

Após a fermentação, o mosto fermentado é levado à destilação em alambiques, cujo destilado apresenta composição química mais rica em compostos voláteis do que a fração líquida remanescente, obtendo-se uma cachaça com teor alcoólico de 38 a 48%(v.v<sup>-1</sup>) de teor alcoólico a 20°C (MASSON, 2005).

As condições sob as quais é conduzida a destilação são de primordial importância para características da bebida, pois além de afetarem as quantidades relativas dos congêneres, promovem algumas reações químicas induzidas pelo calor e, dependendo do tipo de reação, os componentes voláteis do vinho podem aumentar ou diminuir e, ainda, originar novos

componentes. Algumas reações são bem conhecidas, como a hidrólise, a esterificação, a acetalização, a produção de furfural e as reações com o cobre (GUYMON, 1974; LÉAUTÉ, 1990).

Segundo a legislação brasileira em vigor, conforme parágrafo primeiro do artigo 88 do Decreto nº. 2.314 de 04/09/1997 que regulamentou a Lei 8.918 de 14/07/1994, a destilação deverá ser efetuada de forma que o destilado apresente aroma e sabor provenientes da matéria-prima utilizada, dos derivados do processo fermentativo e dos formados durante a destilação (BRASIL, 1997).

Segundo Carnacini *et. al.* (1989), a concentração de células de leveduras no vinho a ser destilado influi na composição química, no aroma e no corpo dos destilados, pois estas enriquecem os destilados principalmente com ésteres e aminoácidos. Os aminoácidos, produtos de hidrólise protéica, participam da formação de compostos importantes para composição do *flavour* da bebida destilada. No entanto, Alves (1997) concluiu que a centrifugação do vinho, mesmo destilado na ausência de cobre, pode reduzir odores e sabores indesejáveis na cachaça, conferidos pelos produtos de degradação térmica das estruturas protéicas do fermento.

Os equipamentos de destilação usados na obtenção de bebidas destiladas são na maioria construídos com cobre, metal bem maleável, bom condutor de calor, resistente ao desgaste físico, apresentando grande influência na formação de sabor e aroma do produto. As reações entre os congêneres e as superfícies de cobre do destilador são especialmente importantes. Estas são capazes de remover ou modificar muitos congêneres desagradáveis presentes, pois acredita-se que o metal atue como catalisador de reações de oxi-redução nas quais compostos sulfurados voláteis transformam-se em compostos insolúveis, enquanto a crosta cúprica formada na superfície da chapa, exposta aos vapores do destilado, catalisa a esterificação dos ácidos orgânicos pelo álcool, bem como a redução e a conseqüente remoção de sulfetos orgânicos e mercaptanas (YOKOYA, 1995).

Segundo Maia (1994), a separação entre as três frações do destilado é feita por meio de “cortes”, e o critério para os cortes são as temperaturas dos vapores no domo do alambique para o destilado de cabeça e o teor alcoólico do destilado para encerrar a retirada do destilado de coração. Durante a destilação, os compostos são separados de acordo com o ponto de ebulição característico de cada um. O destilado é recolhido em três frações:

Cabeça - é a primeira fração recolhida na saída do alambique, correspondendo a 8%-10% do destilado. Essa fração contém produtos como metanol, acetaldeído, acetato de etila e possui grau alcoólico acima de 65° GL, devendo, portanto, ser desprezada.

Coração - é a segunda fração, correspondendo a 80% do destilado; é a cachaça propriamente dita, que é recolhida até que o teor alcoólico atinja de 1,0 a 1,5 °GL acima do que é estabelecido para ser engarrafada.

Cauda - é a terceira fração; é também chamada de “água fraca” e corresponde de 8% a 10% da fração total do destilado, assim como a fração cabeça deve ser desprezada.

O resíduo remanescente no destilador (alambique) é chamado de vinhoto ou vinhaça e contém compostos sólidos, minerais, açúcares não fermentados, células de leveduras, bagacilho, ácidos não voláteis e a maior parte dos ácidos voláteis. A precisão com que são efetuados os cortes tem influência na qualidade final da cachaça.

Segundo Léauté (1990), na primeira destilação em alambique, os compostos voláteis classificam-se em cinco tipos:

**Tipo 1** - compostos solúveis em álcool, com baixo ponto de ebulição, destilam no início, apresentando-se em altas concentrações na cabeça e no início do coração. Como exemplo, o acetaldeído com ponto de ebulição igual a 21°C e acetato de etila com ponto de ebulição igual a 77°C;

**Tipo 2** - compostos que apresentam relativamente alto ponto de ebulição e são total ou parcialmente solúveis em etanol. Alguns desses compostos terminam de destilar no meio do coração. Os ácidos graxos de cadeia curta e seus ésteres estão nessa categoria;

**Tipo 3** - compostos que apresentam ponto de ebulição  $\leq 93^\circ\text{C}$ , solúveis em álcool e total ou parcialmente solúveis em água, encontram-se na cabeça e no coração do destilado (metanol e álcoois superiores);

**Tipo 4** - compostos que apresentam ponto de ebulição maior que o da água, solúveis ou parcialmente solúveis em água, iniciando a destilação no meio do coração, a exemplo do ácido acético com ponto de ebulição igual a 110°C, lactato de etila e 2-feniletanol;

**Tipo 5** - componentes que apresentam alto ponto de ebulição, muito solúveis em água e que são produzidos durante a destilação (furfural com ponto de ebulição igual a 167°C), cuja concentração aumenta do meio do coração para cauda. Já na segunda destilação, o comportamento dos componentes voláteis é levemente diferenciado, devido ao aumento do conteúdo de álcool na fração coração.

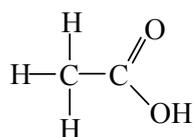
### 2.2.7 Congêneres ou compostos secundários

Os principais componentes das bebidas destiladas são o etanol e a água, além de uma série de outros compostos voláteis, que destilam juntos. Apesar de representarem porcentagem bem menor do que os dois componentes maiores, aqueles conferem às diferentes cachaças suas características peculiares, como aroma e sabor, os quais, juntamente com os componentes maiores, irão definir e caracterizar o chamado *flavour* da bebida. (FARIA, 1989; MAIA, 1994).

Os componentes voláteis do vinho possuem diferentes graus de volatilidade, sendo possível a separação por processo de destilação. Assim sendo, várias análises de compostos orgânicos são exigidas atualmente para a cachaça, sendo:

#### Acidez Volátil

Entre os ácidos, produtos secundários da fermentação alcoólica, o ácido acético tem sido quantitativamente o principal componente da fração ácida das cachaças expresso em acidez volátil (NYKANEN & NYKANEN, 1983). A fórmula estrutural plana do ácido acético encontra-se representada na figura 4.



Ácido acético

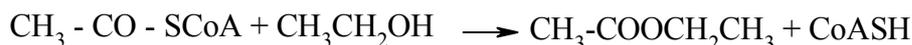
**Figura 4.** Fórmula estrutural plana do ácido acético.

O lêvedo *Sacharomyces cerevisiae* na presença de oxigênio pode converter açúcar do mosto em ácido acético. Existe ainda os ácidos graxos que são A acidez de uma cachaça é de grande importância, constituindo um fator de qualidade, uma vez que, durante sua produção, os ácidos reagem com os álcoois presentes, aumentando a formação dos ésteres, que são um dos constituintes responsáveis pelo aroma desta bebida. O excesso de acidez promove sabor indesejado e ligeiramente “agressivo”, depreciando a sua qualidade (CHERUBIN, 1998).

produzidos durante o período de aeração das leveduras, sendo esses altamente indesejáveis, porque seu arraste durante a destilação acarreta turvação e aromas desagradáveis na bebida (FARIA, 1989; MAIA 1994). De outra forma, a alta acidez presente em cachaças pode ser atribuída à contaminação da cana ou do próprio mosto fermentativo por bactérias acéticas e outras, seja na estocagem da cana ou no próprio caldo de cana, fazendo com que parte do substrato sofra fermentação acética, elevando, assim, a acidez e diminuindo o rendimento da produção de etanol. (CARDOSO, 2006).

#### Ésteres

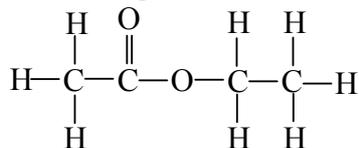
Os ésteres constituem a maior classe dos compostos aromáticos nas bebidas alcoólicas, e são produzidos pelas leveduras durante a fermentação numa reação entre os álcoois produzidos durante a fermentação pelas leveduras e, acil co-enzima A (CoA), a qual é formada pela ativação do ácido correspondente com o auxílio da ATP. A Acetil-CoA é resultante da descarboxilação oxidativa do ácido pirúvico e a próxima reação não requer ATP mas ácido lipóico, pirofosfato de tiamina e NAD (NODSTROM, 1963; PEDDIE, 1990). A reação simplificada de esterificação entre ácido acético e etanol está representada na figura 5.



**Figura 5.** Reação simplificada de esterificação entre ácido acético e etanol.

Vários fatores influenciam na concentração de ésteres no vinho, como: nível de oxigênio; temperatura; pH da fermentação e linhagem da levedura (NYKANEN & NYKANEN, 1977; KILLIAN & OUGHT, 1979; RAMSAY, 1984).

O éster mais abundante encontrado nas bebidas é o acetato de etila, que possui aroma frutado, porém existem outros de grande importância, os quais, acetato de isoamila (aroma de pêra), acetato de isobutila (aroma de banana), acetato 2-phenylethyl (aroma de mel, frutado, flores) e, caproato de etila, que possui aroma de maçã (PEDDIE, 1990). A fórmula estrutural plana do acetato de etila está representada na figura 6.



Acetato de etila

**Figura 6.** Fórmula Estrutural Plana do Acetato de Etila.

Os ésteres, de modo geral são desejáveis, pois favorecem o aroma da cachaça, sendo oriundos da fermentação, da destilação e do envelhecimento (SIMPSON, 1971; AMERINE, 1972). No entanto ressalva se faz, quando estes ésteres encontram-se em concentrações elevadas.

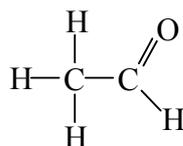
### Aldeídos

Os compostos carbonílicos são um dos principais componentes responsáveis pelo *flavour* das bebidas, particularmente os aldeídos (ROSE, 1977). Geralmente são formados durante a fermentação e são considerados produtos intermediários da rota biossintética de ácidos ou álcoois formados através da descarboxilação de alfa-cetoácidos pela ação da piruvato descarboxilase (SUOMALAINEN & LEHTONEN, 1978).

Os aldeídos com até oito átomos de carbono têm aromas penetrantes, geralmente enjoativos, considerados indesejáveis em bebidas destiladas. Os aldeídos maiores que, contém acima de dez átomos de carbono apresentam aroma agradável. Esses aldeídos podem ser formados pela redução de ácidos graxos, mas são de ocorrência restrita na fermentação alcoólica (POTTER, 1980; PIGGOTT, 1989).

O principal aldeído associado à fermentação alcoólica propriamente dita é o acetaldeído, representado na figura 7 (REED, 1973; PIGGOTT, 1989).

A intoxicação por aldeídos pode levar a sérios problemas relacionados ao sistema nervoso central (CARDOSO, 2006).



Acetaldeído

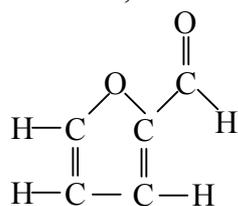
**Figura 7.** Fórmula estrutural plana do acetaldeído

### Furfural e Hidroximetil Furfural

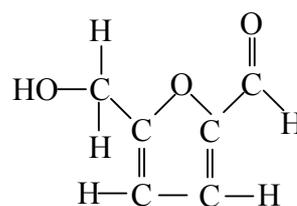
O furfural e o hidroximetilfurfural não são formados durante a fermentação. Esses aldeídos podem aparecer no próprio caldo da cana, quando sua colheita é precedida da queima da folhagem, acarretando desidratação parcial de uma pequena fração de açúcares (pentoses e hexoses) livres no caldo ou presentes no bagaço (MAIA, 1994; CARDOSO, 2006).

O furfural é comum em produtos provenientes de vinhos de cereais sacarificados por processo ácido ou mostos ricos em carboidratos ou muito turvos, quando a destilação é a fogo direto (LIMA, 1964).

Masson (2005) relata que a desidratação térmica dos açúcares é uma reação de grande relevância nos alimentos e são catalisadas por ácidos ou bases e muitas são de β-eliminação. As pentoses formam furfural como principal produto de degradação, já as hexoses formam o 5-hidroximetilfurfural, como mostrado na figura 8.



Furfural



5-hidroximetilfurfural

**Figura 8.** Fórmula estrutural plana do furfural e 5-hidroximetilfurfural.

O aquecimento do vinho durante a destilação promove a pirogênese da matéria orgânica presente no vinho, principalmente das hexoses e cetoses, gerando aldeídos furânicos como o furfural e o hidroximetil-furfural (LEHNINGER, 1990). Segundo Cherubin (1998), a reação ocorre mais em pH ácido e temperatura elevada, como é o caso da destilação de vinhos obtidos pela fermentação do caldo de cana. Apesar da elevada toxicidade, o furfural e o hidroximetil-furfural geralmente não apresentam problemas por causa das reduzidas concentrações verificadas nas cachaças.

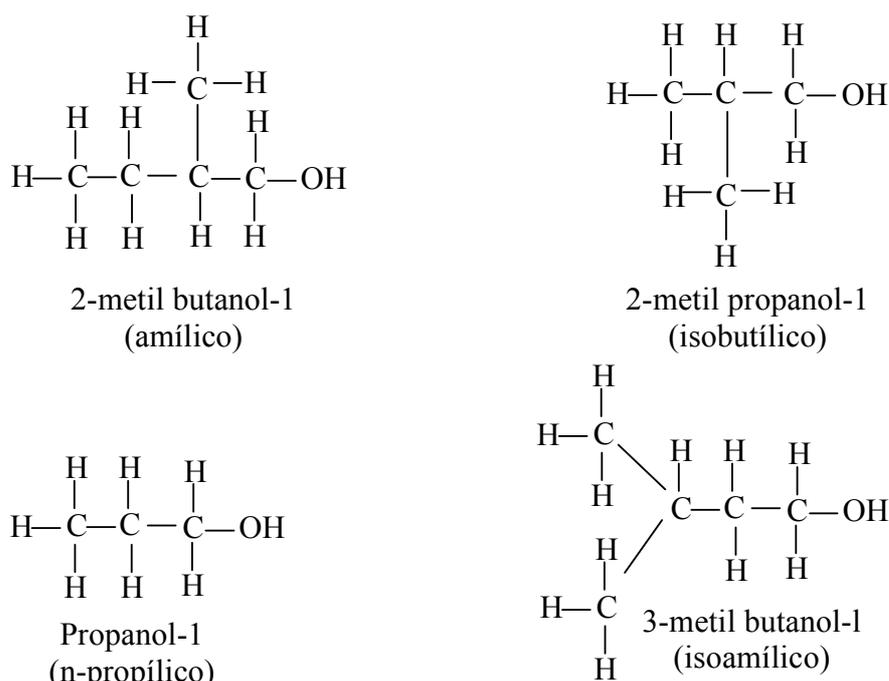
### Álcoois Superiores

Os álcoois superiores são álcoois com mais de dois átomos de carbono, os quais são formados durante o processo oxidativo. São provenientes, em grande parte, das transformações dos aminoácidos durante o processo de fermentação (GALHIANE, 1988).

Os álcoois com até cinco átomos de carbono apresentam aromas característicos (*buquê*) tradicionalmente associados com bebidas destiladas. Estes são responsáveis pelo aroma da bebida, destacando-se os álcoois amílico e propílico, e seus respectivos isômeros. São formados a partir do desvio do metabolismo dos aminoácidos pelas leveduras, ocasião em que o cetoácido envolvido é descarboxilado a aldeído, com posterior redução a álcool superior. Com o aumento do número de carbonos, o aroma modifica-se substancialmente e os álcoois tornam-se oleosos; alguns deles lembram fortemente aroma de flores. Esse excesso é chamado óleo fúsel, o qual diminui o valor comercial e a qualidade da cachaça. Semelhante ao metanol e etanol esses álcoois também apresentam propriedades biológicas, sendo depressores do sistema nervoso central; entretanto, não provocam acidose nem lesão na retina (MAIA, 1994).

Segundo Chaves & Pova, (1992), os álcoois superiores devem acompanhar, proporcionalmente, os ésteres em uma bebida de boa qualidade. Em uma cachaça de ótima qualidade a relação álcoois superiores/ésteres se aproxima da unidade. A formação desses álcoois é maior quando a fermentação ocorre com leveduras de baixa atividade.

Segundo Webb & Ingraham (1963); Almeida & Barreto (1973), o óleo fúsel é obtido na fração de ponto de ebulição entre 90 e 150°C da destilação de um meio fermentado, sendo composto principalmente pelos álcoois isoamílico (3 metil butanol-1), amílico (2 metil butanol-1), n-propílico (propanol-1) e isobutílico (2 metil propanol-1) mostrados na figura 9.

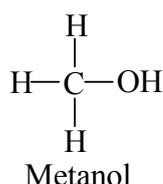


**Figura 9.** Fórmulas estruturais planas dos principais álcoois superiores.

As leveduras são capazes de sintetizar todos os aminoácidos necessários para seu crescimento e, de maneira geral, com o aumento do fornecimento de fonte nitrogenada, ocorre redução na produção de álcoois superiores (SUOMALAINEN & KAHANPÄÄ, 1963; ÄYRAPÄÄ, 1967).

#### Álcool Metílico (Metanol)

O metanol (Figura 10), é um constituinte naturalmente presente nas bebidas alcoólicas, em quantidades pequenas em relação aos demais componentes. Entretanto, essa afirmação diz respeito à maioria das bebidas, devendo-se dar muita atenção quando se tratar de bebidas elaboradas de frutas e, a depender da quantidade de pectinas metoxiladas associada à ação da enzima pectnametilesterase, pode ocorrer a formação adicional de metanol (BLINDER, 1988).



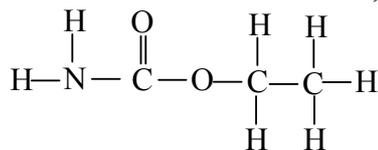
**Figura 10.** Fórmula estruturada plana do metanol

O metanol é um álcool particularmente indesejável na cachaça, originando-se da degradação da pectina, um polissacarídeo presente na cana-de-açúcar. A molécula de pectina é um composto formado pela associação de moléculas de ácido galacturônico, que possuem fragmentos de moléculas de metanol, as quais são liberadas durante o processo de fermentação. Deve-se evitar na fermentação a presença de sucos ou polpas de frutas ricas em pectina, como laranja, limão, maçã, abacaxi e outras (WINDHOLZ, 1976; POTTER, 1980).

O metanol é altamente tóxico para o homem. Devido à menor velocidade de oxidação, a intoxicação pode ser precedida por um período latente e assintomático que pode durar de 8 à 36 horas. No organismo, o metanol é oxidado a ácido fórmico e, posteriormente, a CO<sub>2</sub>, provocando acidose grave, o que faz com que ocorra a diminuição do pH sanguíneo, afetando o sistema respiratório, podendo levar ao coma e até à morte. (CARDOSO, 2001).

#### Carbamato de Etila

O carbamato de etila (Figura 11) ou uretana, é um composto considerado potencialmente carcinogênico. O Canadá foi o primeiro país a ter a legislação específica sobre o assunto, se tornando um referencial para os Estados Unidos e a Comunidade Européia, definindo assim, o teor máximo deste contaminante estabelecido para bebidas destiladas. O Brasil sendo um dos maiores produtores de destilados alcoólicos do mundo torna-se imprescindível o conhecimento dos níveis de ocorrência do carbamato de etila nos destilados e principalmente na cachaça, pois além dos aspectos ligados à saúde pública, a sua presença em concentrações superiores a 150 µg.L<sup>-1</sup> constitui uma barreira nas exportações para a Europa e América do Norte (ANDRADE SOBRINHO *et. al.*, 2002)



Carbamato de etila

**Figura 11.** Fórmula estrutural plana do carbamato de etila.

O carbamato de etila é formado nas bebidas destiladas por diferentes vias, podendo ser pela reação entre o etanol e precursores nitrogenados, como a uréia, o fosfato de carbamila e o

cianeto, sendo este último considerado um precursor de carbamato de etila durante e após o processo de destilação (OUGH *et. al.*, 1988; STEVENS & OUGH, 1993; TEGMOLARSSON & SPITTLER, 1990).

Nas bebidas destiladas o carbamato de etila é encontrado em altas concentrações nas aguardentes de frutas, entretanto o problema não está somente na fermentação ou durante a destilação, mas no próprio destilado (AYLOTT *et. al.*, 1990; MacKENZIE *et. al.* 1990; RIFFIKIN *et. al.* 1989).

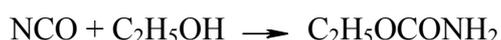
Riffikin *et. al.* (1989) estudaram a formação de carbamato de etila durante a destilação de uísques. As destilações foram realizadas em alambique feito totalmente de cobre e um destilador feito totalmente de vidro, e verificaram que a formação de carbamato de etila ocorreu somente quando a destilação foi realizada em presença de cobre. O aumento dos níveis naturais de carbamato de etila após a destilação, ocorreu apenas quando o cobre esteve presente durante e após a destilação, e esta foi dependente do tempo; quanto maior o tempo de armazenamento, maior a formação de carbamato de etila. No fermentado destilado em equipamento de vidro, nenhuma formação significativa de carbamato de etila ocorreu. Ficando abaixo de  $5 \mu\text{g.L}^{-1}$ .

O mecanismo de formação do carbamato de etila é dependente do contato do cobre com alguns compostos protéicos presentes no mosto, durante a destilação nas fases líquidas e vapor (RIFFIKIN, 1989).

O ácido cianídrico, não sendo fixado na coluna (parte ascendente do fluxo) atinge o condensador, complexando-se com íons Cu(II) originados da corrosão do condensador pelos vapores ácidos da bebida. Através da redução do Cu(II) a Cu(I) e com a formação de cianogênio, seguido de seu desproporcionamento, ocorre formação de íons cianato (BEATTIE & POLY)



Os íons cianato por reação com etanol produzem o carbamato de etila:



Quando o cobre é empregado na parte ascendente do fluxo, como ocorre nos alambiques, é esperado que ocorra uma fixação de cianeto (MacKENZIE *et. al.*, 1990), com a formação de compostos como: CuCN, Cu(CN)<sub>2</sub>, Cu<sub>2</sub>(CN)<sub>3</sub>, Cu<sub>3</sub>(CN)<sub>4</sub>, diminuindo a concentração de cianeto no destilado (BOSCOLO, 2001) e conseqüentemente, reduzindo o teor de carbamato de etila (ANDRADE SOBRINHO, 2002).

Vários fatores são importantes para a formação de carbamato de etila em bebidas destiladas, porém ainda não existe uma explicação satisfatória sobre a sua influência nas cachaças (ANDRADE SOBRINHO, 2002).

Na produção de cachaça, as medidas preventivas mais recomendadas para evitar a interação do Cu<sup>2+</sup> com precursores do carbamato de etila, especialmente o cianeto, consistem em trocar as partes descendentes dos aparelhos de destilação, em cobre, para aço inoxidável (BOSCOLO, 2001; ANDRADE SOBRINHO, 2002).

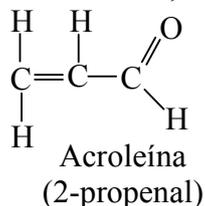
#### Acroleína

Outro aldeído importante em bebidas destiladas é a acroleína (2-propenal), mostrado na figura 12. De gosto amargo, odor penetrante e apimentado, formada provavelmente pela desidratação do glicerol, produto da fase inicial da fermentação, na presença de ácidos, a quente, quando em contato com as superfícies metálicas da coluna de destilação (NYKÄNEN & NYKÄNEN, 1991). Também pode ser formada a partir de *lactobacillus* que podem

converter o glicerol do mosto em  $\beta$ -hidroxipropionaldeído, que é convertido em acroleína pelo aquecimento na destilação (KORHOLA & LEHTONENE, 1989).

A acroleína é altamente tóxica, irritante aos olhos e nariz e tem um odor picante (AMERINE *et. al.*, 1972).

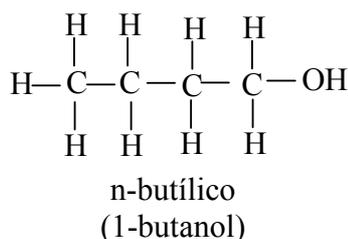
A acroleína desaparece após 2 a 3 anos de envelhecimento, dando origem a um componente não agressivo (NYKÄNEN & NYKÄNEN, 1991).



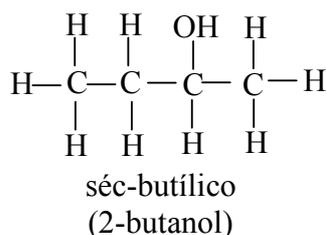
**Figura 12.** Fórmula estrutural plana do 2-propenal

### Álcoois n-butílico e sec-butílico

O aumento dos teores dos álcoois n-butílico(1-butanol), mostrado na figura 13 e sec-butílico (2-butanol), mostrado na figura 14, gerados por meio de bactérias, podem comprometer a qualidade da cachaça. O n-butanol pode ser produzido como co-produto da acetona e do etanol, pela fermentação de certos carboidratos pela bactéria anaeróbica, (*Clostridium acetobutylicum*) (MURTAGH, 1999).



**Figura 13:** Fórmula estrutural plana do 1-butanol



**Figura 14:** Fórmula estrutural plana do 2-butanol

### Cobre (Cu)

A cachaça é, geralmente, destilada em alambiques de cobre. Acredita-se que esse metal confira melhor qualidade ao produto quando comparado aos alambiques confeccionados com outros materiais, a exemplo do aço inox, porém, podem contaminar o produto quando o manejo e principalmente a higiene na produção forem inadequados (FARIA, 1989; NASCIMENTO *et. al.*, 1998).

Durante o processo de destilação forma-se o “azinhavre”  $[\text{CuCO}_3\text{Cu}(\text{OH})_2]$  nas paredes internas dos alambiques de cobre. Esse composto é dissolvido pelos vapores alcoólicos ácidos, contaminando o destilado (DUNCAN & PIGOTT *et. al.*, 1989).

Siebold *et. al.* (2002), revelaram que a contaminação da cachaça brasileira por íons de cobre é ainda considerada um entrave à exportação da bebida. O íon cobre em excesso no organismo causa hemólises, vômito, irritação gastrointestinal, diarreia, convulsão e sérias disfunções hepáticas. Segundo Sargentelli (1996), o excesso de cobre pode ser tóxico por causa da afinidade do metal com grupos S-H de muitas proteínas e enzimas, estando associado a doenças como a epilepsia, melanoma e artrite reumatóide, bem como à perda de paladar.

Cardoso (2001), recomenda que antes da primeira destilação, seja adicionado suco de limão (ácido cítrico) à água, à base de 5 litros para cada 100 litros de água. Assim, essa solução removerá o azinhavre do alambique, principalmente aquele existente no interior da serpentina de condensação dos vapores hidroalcoólicos.

De acordo com Lima (2005), algumas resinas possibilitam a retirada do excesso de cobre da cachaça. Segundo o autor a resina de troca iônica mostrou-se melhor para o tratamento de cachaça com excesso de cobre por ser mais específica na troca de íons como o cobre e não adsorver tanto os compostos orgânicos essenciais à cachaça. Observou-se no entanto, que a mesma altera a proporção dos álcoois superiores, aumentando sua adsorção à medida que é utilizada.

A ausência de cobre no destilador e mesmo em colunas de destilação conduz a um defeito organoléptico no produto, o qual, apresenta aroma típico de sulfeto (NASCIMENTO *et. al.*, 1998). Segundo Lima Neto *et. al.* (1994), quando a cachaça é fermentada e destilada em recipientes que não possuem cobre em sua constituição, a exemplo do vidro ou do inox, o produto final contém compostos sulfurados, sendo a bebida resultante de baixa qualidade organoléptica.

Faria (1989), investigando o efeito da destilação em alambiques de cobre e outros metais, verificou que as cachaças obtidas em alambiques que continham cobre em sua estrutura apresentavam acidez, teor de aldeídos e de enxofre mais reduzidos, quando comparadas àquelas obtidas de alambiques de outros materiais, sendo o enxofre o principal causador de defeitos nas características sensoriais da bebida. Conforme Oliveira (1970); Boza & Horii (2000), os sais de cobre durante a destilação mudam o perfil do destilado, pois alteram a composição de equilíbrio líquido-vapor, obtendo-se maior separação entre os componentes e através de seu efeito catalítico, aumenta a concentração de acetato de etila com correspondente redução na concentração de acetaldeído. O cobre também reage com ácidos de odor desagradável, como o ácido butírico (suor, queijo), caprílico (ácido graxo, óleo vegetal) cáprico (cera, ranço, sabão) e láurico, formando compostos organo-cúpricos, insolúveis na fase líquida em destilação.

#### **Chumbo (Pb) e Arsênio (As)**

O Chumbo e o Arsênio ocorrem devido à contaminação nos equipamentos, solo e água, os quais se acumulam no organismo do homem. Assim como o cobre, o Arsênio tem efeito carcinogênico (INMETRO, 2006).

Segundo Bruno (1993), o Chumbo tem metabolismo semelhante ao do Cálcio, acumulando-se nos ossos e tecidos moles, particularmente no cérebro.

Estudos recentes indicam ainda o Chumbo como um fator importante no aumento da tensão arterial e, conseqüentemente, responsável por doenças cardíacas em homens de meia idade (CHUMBO, 2006).

### **2.2.8 Análise sensorial**

A análise sensorial é uma ciência utilizada para evocar, medir, analisar e interpretar reações às características de alimentos e outros materiais da forma como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição (IFT, 1981).

Análise sensorial é considerada uma análise subjetiva, uma vez que depende do julgamento de humanos por meio dos órgãos de sentido, sendo influenciada pela experiência e capacidade do julgador, além de fatores externos como local da análise, estado emocional e de saúde do julgador, condições e formas de apresentação da amostra-teste, dentre outros. Contudo, a utilização correta da tecnologia sensorial disponível leva à obtenção de resultados reprodutíveis, com precisão e exatidão comparáveis às dos métodos denominados objetivos (CHAVES & SPROESSER, 1993).

Os métodos disponíveis para o levantamento das causas de problemas relativos a qualidade em alimentos são de três tipos: métodos físico-químicos, microbiológicos e sensoriais. A qualidade sensorial apropriada dos produtos deve ser um dos objetivos da

indústria, pois contribui para assegurar a liderança destes no mercado. O meio mais simples, rápido e direto de acesso às causas de defeitos na qualidade é a avaliação sensorial. Além disso, não há métodos analíticos isolados que possibilitem avaliar satisfatoriamente as propriedades sensoriais, como sabor, textura ou aparência (BODYFELT, TOBIAS & TROUT, 1988).

Nos últimos anos, a área de análise sensorial sofreu um importante impulso como ferramenta utilizada para melhoria da qualidade dos alimentos. A análise sensorial é um efetivo instrumento utilizado no controle da qualidade de um produto. Através dela pode-se detectar sabores desejáveis e indesejáveis, quantificá-los e associá-los a acertos e defeitos de um processo. (CHAVES, 1993; BOZA & HORII, 1998).

Segundo Cardello e Faria (1998), todas as etapas do preparo de bebidas fermento-destiladas são determinantes e podem influenciar no desenvolvimento de aromas e sabores. Um grande número de reações químicas e bioquímicas produzem compostos fixos e voláteis, e muitos destes compostos irão agir posteriormente como produtores de aroma e sabor na bebida, mesmo após o envelhecimento. Conhecer quais propriedades sensoriais caracterizam a aguardente de cana-de-açúcar recém destilada e envelhecida é fundamental para a obtenção de uma bebida de boa qualidade e aceitação.

## 3 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 Metodologia do processo pedagógico

Realizou-se uma reunião no dia dezessete de dezembro de dois mil e seis com os quatro professores que ministram aulas nas disciplinas correlatas ao projeto, sendo um do processo de produção, um da análise físico-química, uma da pedagogia e o autor do projeto, responsável pelo processo de destilação do produto. Esta reunião possibilitou diagnosticar as condições de trabalho e as dificuldades que poderiam surgir durante a execução das atividades do projeto, por não ser uma atividade desenvolvida na Escola Agrotécnica Federal de Salinas (EAFSalinas)

Outra reunião foi realizada dia dezoito de dezembro de dois mil e seis com os professores e os estudantes do terceiro e quarto períodos do curso de Superior de Tecnologia em Produção de Cachaça, convidados (anexo I) a conhecer a proposta do projeto, apresentada pelo autor e orientador, com o objetivo de despertar nos mesmos o interesse em participar e compor um grupo de 14 sujeitos a serem avaliados no processo de aquisição do conhecimento. Estiveram presentes 27 estudantes (anexo II), e, após a explanação, foi esclarecida a importância da inserção e do comprometimento do estudante em um projeto de pesquisa, como processo pedagógico, mostrando a necessidade da integridade da equipe de trabalho, uma vez que na Escola Agrotécnica Federal de Salinas esta metodologia ainda não foi utilizada; tratando-se de uma inovação no processo de formação destes acadêmicos.

Ficou definido que as atividades seriam iniciadas no princípio do primeiro semestre letivo de 2007, com um processo de seleção dos estudantes, no qual os professores utilizariam uma metodologia que incluísse no projeto aqueles acadêmicos que tivessem além de habilidade técnica, responsabilidade e disponibilidade para compor a equipe de trabalho. E ainda, que dois ou três deles seriam treinados para serem monitores dos demais no próprio projeto, pois foi identificada a dificuldade do acompanhamento do professor de forma integral em todas as atividades. Assim, estes monitores poderiam dar suporte aos seus colegas para as atividades de mais fácil execução.

#### 3.1.1 Seleção dos sujeitos

Dos 27 estudantes presentes na reunião do dia dezoito de dezembro de dois mil e seis, 14 foram selecionados de acordo com os seguintes critérios de seleção:

- possuir disponibilidade de tempo e estar disposto a participar do projeto;
- ter no mínimo 85%(oitenta e cinco por cento) de frequência no somatório das disciplinas correlatas ao projeto (Química Geral, Química Orgânica e Análise Físico-Química da Cachaça), segundo a equação:  $(NTAS - NTF) \times 100 / NTAS$ , sendo:

NTAS= Número Total de Aulas Semestral

NTF= Número Total de Faltas Semestral;

- ter Índice de Aproveitamento Acumulado (IAA), relativo aos conceitos A=3,0; B=2,0; C=1,0 e R= 0, superior a 1,5. Calculado segundo a equação:

$IAA = (IAQG \times NAS) + (IAQO \times NAS) + (IAAFQ \times NAS) / NTAS'$ , onde:

IAQG= Índice de Aproveitamento em Química Geral

IAQO= Índice de Aproveitamento em Química Orgânica

IAAFQ= Índice de Aproveitamento em Análise Físico-Química

NAS= Número de Aulas Semanal

NTAS'= Número Total de Aulas Semanal

#### 3.1.2 Processo de avaliação

**Avaliação durante o processo de produção**

Foram levantadas entre os estudantes do Curso Superior de Tecnologia em Produção de Cachaça, itens como: frases; conceitos; idéias; opiniões e comentários do seu conhecimento ou de interesse em aprender, sobre temas referentes à cadeia produtiva da cachaça.

Vinte e cinco destes itens foram selecionados e formuladas afirmações para construir uma escala de avaliação de atitude do indivíduo (anexo III), sendo uma delas de caráter negativo e as outras de caráter positivo.

Dentre as afirmações positivas da escala, foram atribuídos valores a cada categoria: na categoria “concordo muito” foi atribuído nota 7; na categoria “concordo moderadamente”, foi atribuído nota 6; e assim por diante até nota 1 na categoria “discordo muito”. Para a afirmação negativa os valores foram inversamente atribuídos: A categoria “concordo muito” recebeu nota 1 e a categoria “discordo muito” recebeu nota 7 (BEHRENS & DA SILVA 2004).

A avaliação do processo de aprendizagem compreendeu quatro etapas distintas:

- na primeira etapa, antes de iniciar o treinamento, os estudantes foram avaliados através da escala de avaliação de atitude do indivíduo, onde foi verificado o nível de conhecimento sobre o assunto proposto no projeto;
- na segunda etapa, após concluir as atividades práticas sobre fermentação e destilação, os estudantes foram novamente avaliados, através da mesma escala, onde foi verificada a contribuição da sua participação nestas etapas do projeto;
- na terceira etapa, após concluir as análises laboratoriais, os estudantes foram novamente avaliados, através da mesma escala, onde foi verificada a contribuição da sua participação nesta etapa do projeto;
- por fim, na quarta etapa, após a análise dos resultados, verificou-se a contribuição dos acadêmicos neste projeto e na formação profissional e pessoal dos mesmos, através da mesma escala de avaliação.

#### **Avaliação durante a análise sensorial**

Outra escala de avaliações de atitude do indivíduo referente à análise sensorial na indústria de alimentos (anexo IV) foi construída com 10 afirmações, todas de caráter positivos.

Foram atribuídos valores a cada categoria: na categoria “concordo muito” foi atribuído nota 7; na categoria “concordo moderadamente”, foi atribuído nota 6; e assim por diante até nota 1 na categoria “discordo muito” (BEHRENS & DA SILVA 2004).

A avaliação do processo de aprendizagem compreendeu duas etapas distintas:

- na primeira etapa, antes de iniciar os procedimentos da análise sensorial, os estudantes foram avaliados através da escala de avaliação de atitude do indivíduo, referente à análise sensorial na indústria de alimento onde foi verificado o nível de conhecimento sobre o assunto proposto;
- na segunda etapa, após concluir as análises sensoriais, os estudantes foram novamente avaliados, através da mesma escala, onde foi verificada a contribuição da sua participação nestas etapas do projeto.

#### **3.1.3 Análise de imagens**

Ao longo do desenvolvimento do projeto fez-se o registro através de imagens de cada uma das etapas do processamento do produto assim como das atividades de laboratório para a avaliação sensorial do produto.

As imagens selecionadas foram usadas para descrever o comportamento dos sujeitos em função da sua participação nesta atividade de pesquisa aplicada.

### 3.2 Processamento da Cachaça

Considerando que a fabricação da cachaça tendo a cana-de-açúcar como matéria-prima, no norte de Minas, região onde está inserida a Escola Agrotécnica Federal de Salinas, tem início por volta de maio, com o início da maturação das variedades mais precoces, estendendo-se até outubro, com início da temporada de chuvas. Desta forma as atividades práticas do projeto tiveram início no princípio de setembro de 2007, utilizando leveduras *Saccharomyces cerevisiae* linhagem 1007, isoladas no laboratório de microbiologia da Universidade Federal de Minas Gerais e mantidas sob refrigeração em tubos com meio agar sabouraud 2% (tabela 2) previamente esterilizado em autoclave a 121 °C por 20 minutos.

**Tabela 2** Composição do meio de cultura agar sabouraud 2%

Composição	g.L <sup>-1</sup>
Peptona de carne	5,0
Glicose	20,0
Peptona de Caseína	5,0
Agar	15,0
pH a 25 °C	7,0

Fonte: OXID (2004)

#### 3.2.1 Propagação do fermento

As leveduras selecionadas da linhagem 1007 foram repicadas do meio de conservação (agar sabouraud 2%) para três placas de Petry também contendo meio de cultura agar sabouraud 2% previamente esterilizado em autoclave a 121 °C por 20 minutos. As placas foram levadas à estufa a 28°C por um período de 24 horas. O conteúdo de cada placa serviu de inóculo para 600mL do meio nutritivo (caldo de cana-de-açúcar com 10°BRIX, esterilizado em autoclave a 121 °C por 20 minutos), dispostos em três frascos de vidro com capacidade de 500mL (200mL em cada). O cultivo foi conduzido em nove frascos, mantidos em estufa por 24 horas a uma temperatura de 28°C. Transferiu-se os conteúdos de cada três frascos de 500mL para um balão volumétrico de fundo chato com capacidade para seis litros, contendo 4,4L de caldo de cana-de-açúcar esterilizado, com 10°BRIX, 6g de glicose e 1,5g de extrato de leveduras (tabela 3), totalizando um volume de cinco litros em cada balão. Em seguida os três balões foram dispostos dentro de uma estufa a 28°C, onde se procedeu a aeração por um período de 24 horas, utilizando uma vazão de O<sub>2</sub> de 0,940 L.min<sup>-1</sup>. (REED & PEPPLER, 1973).

Posteriormente, o conteúdo dos 3 balões foram transferidos para uma dorna de fermentação em aço inox, com volume útil de 50L (10L de “pé-de-cuba” e 40L para mosto), acrescido de 15L de caldo de cana-de-açúcar a 10°BRIX, onde permaneceu por um período de 24 horas sob aeração. Em seguida foi determinada a viabilidade celular em câmara de Neubauer após diluição a 10<sup>-2</sup>, utilizando-se o azul de metileno como identificador de células mortas (Fink e Kuhler, *Apud* Guimarães Filho, 2003). As leveduras foram contadas em microscópio óptico de campo claro no aumento de 400 vezes, adotando-se a contagem de 5 quadrados médios dos 25 existentes no quadrante central da câmara de Neubauer. (BIO-RAD LABORATORIES, *Apud* GUIMARÃES FILHO, 2003).

O volume de 30 litros obtido foi homogeneizado e distribuído em três frações de dez litros para constituir o “pé-de-cuba” da próxima etapa, a fermentação.

**Tabela 3** Análise típica do extrato de levedura

<b>Conteúdo</b>	<b>% em peso.volume<sup>-1</sup></b>
Cloreto de Sódio	0,3
Nitrogênio Total	10,9
Amino Nitrogênio	5,3
pH	7,0

Fonte: OXID (2004)

### **3.2.2 Preparação do mosto**

Para o preparo do mosto com caldo de cana, foi utilizada cana-de-açúcar cultivada na Escola Agrotécnica Federal de Salinas. As canas foram cortadas sem queimar o canavial, despalhadas manualmente, lavadas com jato d'água e submetidas imediatamente à moagem em moenda comum e sem embebição. O caldo foi filtrado em peneira de malha fina, para retirada de bagacilhos, e em seguida diluído com água destilada para 15 °BRIX.

### **3.2.3 Condução da fermentação**

Com o objetivo de adaptar as leveduras ao álcool, resultante do processo de fermentação e verificar se o “pé-de-cuba” estaria apto para fermentar 40L de mosto, adotou-se o seguinte procedimento: em cada dorna de fermentação que após receber o “pé-de-cuba” e serem identificadas em 1, 2 e 3 foram acrescentados 1kg de fubá de milho, 0,5kg de farelo de arroz e 20 L de mosto; após 24 h acrescentou-se mais 20 L de mosto e aguardou até que a concentração de açúcar do mesmo baixasse a 0°BRIX; o vinho assim obtido foi descartado.

Três fermentações sucessivas foram conduzidas em cada dorna, com monitoramento em intervalo de seis em seis horas dos seguintes parâmetros analíticos:

- Temperatura (°C), medida com termômetro digital;
- pH a 25 °C, medido com pHmêtro eletrônico digital com 96,5 % de precisão e compensação automática de temperatura;
- Teor alcoólico (°GL), medido através de ebuliômetro, relacionando a quantidade de álcool presente no vinho e sua temperatura de ebulição. A leitura do teor alcoólico, foi feita numa régua previamente calibrada para a pressão atmosférica local, que corresponde diretamente ao teor alcoólico em mL de etanol.100mL<sup>-1</sup> de vinho (°GL);
- Concentração de sólidos solúveis totais (°BRIX) a 20°C, medido em refratômetro eletrônico portátil, com compensação automática de temperatura;
- Acidez total, em ácido acético, determinada por titulometria com hidróxido de sódio a 0,5 N em presença de fenolftaleína a 1% como indicador, expressa em g.(100mL de vinho)<sup>-1</sup>.

### **3.2.4 Condução da destilação**

Foram realizadas nove destilações em alambique de cobre de um “corpo” com capacidade de 40 L de mosto fermentado provenientes de cada uma das três fermentações sucessivas descritas no item 3.2.3. Procedeu-se a limpeza do mesmo com suco de limão adicionado à água (CANTÃO, 2006). O aquecimento foi efetuado lentamente por meio de fogo direto, pelo uso de GLP. No final do condensador, colocou-se um BECKER de 1000 mL de capacidade para coleta do destilado produzido.

### **3.2.5 Planejamento experimental**

O destilado foi fracionado em: cabeça; coração e cauda, proporcionalmente ao volume máximo de destilado esperado. Conforme (Quadro 2) correspondendo a três condições experimentais.

**Quadro 2** – Fracionamento em porcentagem do volume máximo de destilado esperado.

Frações do Destilado	Condições Experimentais		
	CE1	CE2	CE3
Cabeça	5%	3,75%	2,5%
Coração	80%	85%	90%
Cauda	15%	11,25%	7,5%

Objetivando minimizar os efeitos provocados durante a fermentação de variáveis tais como, temperatura, contaminação por bactérias, dentre outras, executou-se o planejamento para fracionamento do destilado conforme (tabela 4).

**Tabela 4** Planejamento experimental.

	DORNAS		
	Um	Dois	Três
1ª Fermentação	CE1	CE2	CE3
2ª Fermentação	CE2	CE3	CE1
3ª Fermentação	CE3	CE1	CE2

O volume máximo de destilado esperado foi calculado com base no teor alcoólico e no volume de vinho, conforme expressão:

Volume máximo de destilado = volume de vinho X teor alcoólico (°GL)do vinho/teor alcoólico (°GL) da cachaça. Assim sendo, baseando-se nas médias dos parâmetros analíticos para cada dorna durante as três fermentações sucessivas referente ao item teor alcoólico do vinho, estabeleceu-se os volumes de cabeça, coração e cauda para as três condições experimentais.

Considerando as características necessárias para a garantia da qualidade na produção da cachaça, como este trabalho foi desenvolvido com os estudantes, foi proposto um planejamento experimental no qual três repetições foram conduzidas para cada condição experimental, cujo propósito foi o de avaliar a capacidade de desenvolver uma atividade com várias etapas e que os seus resultados pudessem ser reproduzidos, atendendo aos princípios da pesquisa científica. Assim sendo, os acadêmicos foram orientados para que todos os princípios que regulamentam a produção de cachaça fossem corretamente executados, bem como aqueles que orientam para a qualidade da pesquisa científica.

O planejamento experimental, segundo Box *et. al.* (1978) *Apud* Rodrigues e Iemma (2005), consiste em uma ferramenta fundamentada na teoria estatística, que fornece informações seguras sobre o processo, minimizando o empirismo que envolve técnicas de tentativa e erro. Neste trabalho, as três condições experimentais (CE1, CE2 e CE3) foram, cada uma delas, desenvolvidas com três repetições, ou seja, procedendo-se todas as suas etapas nas mesmas condições e simultaneamente, o que possibilitou uma melhor avaliação da metodologia de trabalho e da performance dos acadêmicos, uma vez que, a conduta do grupo de acadêmicos constituiu-se no principal fator de análise. Por outro lado, a resposta encontrada nas etapas de análise do produto elaborado, também seria um indicador do comportamento dos sujeitos.

### **3.2.6 Envase da fração coração**

As frações de coração obtidas foram envasadas em garrafas de vidro transparentes de 600mL.

### **3.2.7 Métodos analíticos**

As análises físico-químicas das frações de coração referente aos compostos exigidos pela Instrução Normativa nº 13 de 29 de julho de 2005 (BRASIL, 2005a) foram realizadas no Laboratório de Análise de Bebidas e Vinagres (LABV), Andradas – MG, vinculado ao Laboratório Nacional Agropecuário (LANAGRO), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. As determinações analíticas (análises físico-químicas) foram preconizadas segundo metodologia estabelecida pelo MAPA na Instrução Normativa nº 24 de 08 de setembro de 2005 (BRASIL, 2005b).

### **3.2.8 Avaliações sensoriais**

Usaram-se os testes triangular de comparação múltipla e de aceitação, conforme metodologia sugerida por Meilgaard *et al.* (1999).

#### **Características dos julgadores**

Foram convidados para compor o painel de provadores para o desenvolvimento dos testes sensoriais, 10 indivíduos do sexo masculino, sendo estes selecionados em função do seu hábito de consumo regular de cachaça, atentando para que todos fossem maiores de 21 anos, assim, a faixa etária deste grupo ficou compreendida entre 22 a 58 anos.

#### **Características dos consumidores**

Foram convidados 35 consumidores potenciais de cachaça, não treinados, da comunidade local para realizarem o teste de aceitação que foi conduzido no ambiente do laboratório de análise sensorial da EAFSalinas.

#### **Condições dos testes**

Os dez provadores selecionados realizaram os testes no laboratório de Análise Sensorial do Setor de Agroindústria da EAFSalinas.

As avaliações foram realizadas em cabines individuais, com as amostras classificadas conforme a condição experimental e as suas receptivas replicatas.

Cada grupo de amostra foi aleatorizado em blocos completos, e codificados utilizando número de três algarismos, (COCHRAN & COX, 1957).

As amostras em volume médio de 20mL foram servidas aos provadores em copos de vidro de 50mL de capacidade.

Entre as repetições, cada provador ingeriu 100mL de suco de polpa de acerola *in natura*, na concentração de 40% acrescido de 5% de glicose e 5% de sacarose. O propósito da utilização do suco foi o de oferecer aos provadores um teor de glicose para a manutenção dos níveis sanguíneos, uma vez que o álcool pode reduzir a capacidade do fígado em liberar glicose, levando à redução dos níveis sanguíneos e, por consequência, contribuir para a manifestação de sintomas relacionados com a intoxicação alcoólica.

#### **Teste triangular**

O teste triangular foi usado com o propósito de verificar se os três diferentes tratamentos do processo de produção da cachaça produziram alterações sensoriais significativas ou não. Conforme a condição experimental, fez-se uma avaliação comparativa entre cada replicata do processamento. Cada grupo de amostras, segundo a sua condição

experimental, formou um conjunto de 12 unidades de 600mL. Foram utilizadas 3 amostras de cada grupo retiradas de forma casualizada.

Apresentou-se aos julgadores, em cabines individuais, as amostras codificadas, com três dígitos, aleatorizadas e em blocos completos. Foi aplicado um teste de escolha forçada onde pediu-se aos julgadores que indicassem a amostra diferente em um conjunto de três amostras. Foi utilizado a ficha de avaliação apresentada no anexo V.

#### **Teste de comparação múltipla**

O teste de comparação múltipla foi aplicado objetivando-se avaliar o quanto as amostras diferiam do padrão. Apresentou-se aos julgadores, em cabines individuais, com iluminação azul, a amostra referência, identificada com a letra P (padrão), juntamente com as amostras a serem avaliadas, devidamente codificadas com números de três dígitos. As amostras foram apresentadas de forma monádica e seqüencial. Solicitou-se aos julgadores avaliar as amostras, classificando-as em “extremamente mais forte que o padrão” ou “extremamente menos forte que o padrão”. Foi utilizada a ficha de avaliação apresentada no anexo VI.

De acordo com sua condição experimental, dentro de cada grupo de 36 unidades de 600mL, as amostras foram retiradas de forma casualizada, sendo utilizadas quatro unidades para compor a referência e duas de cada um dos outros dois grupos de amostras. A amostra de referência foi codificada como a padrão, e ainda foi introduzida dentre as demais testadas.

A amostra da condição experimental I foi classificada com a amostra de referência uma vez que o processo de destilação desta foi padronizado conforme a produção tradicional do produto cachaça.

#### **Teste de aceitação**

O teste de aceitação foi realizado com o objetivo de avaliar se os consumidores gostam ou desgostam dos produtos formulados nas condições experimentais supra-citadas.

Considerando as características para um teste afetivo, foram convidados a fazerem o teste de aceitação 35 consumidores potenciais de cachaça, sendo estes alunos e servidores da EAFSALINAS, que responderam ao questionário de recrutamento (Anexo VII). Estes questionários foram distribuídos e aplicados no Laboratório de Análise Sensorial do Setor de Agroindústria.

Os julgadores receberam as amostras codificadas, com números de três dígitos, em cabines individuais e lhes foram solicitados avaliarem os seus sentimentos com relação a cada amostra, utilizando-se uma escala hedônica verbal de nove pontos, de acordo com o anexo VII.

Primeiramente os julgadores avaliaram a impressão global do produto e em segunda instância foi pedido que explicitassem os motivos que os levou a dar a nota para cada uma das amostras, em relação a aroma característico da cachaça, sabor e acidez (queimação na deglutição).

Realizou-se a identificação dos consumidores por sexo e faixa etária e foram solicitados ainda a mencionar com que frequência consumiam cachaça e se sendo consumidor quais a suas razões de consumo.

### **3.2.9 Análise estatística**

Posteriormente a execução dos experimentos, procedeu-se com as análises estatísticas.

Para as análises físico-químicas, avaliou-se o efeito na concentração dos componentes secundários na fração de coração em função do planejamento experimental (item 3.2.5), bem como a qualidade do ajuste e a representação gráfica, sendo este importante para interpretação

e análise. Os dados experimentais foram submetidos a uma análise de regressão linear, utilizando o aplicativo estatístico Graph Pad Prism versão 4.0.

Para o teste triangular, os dados experimentais foram submetidos a uma análise de interpretação de resultados baseada na distribuição de quiquadrado, devendo-se contar o número de julgamentos totais e o número de julgamentos corretos e determinar se o número de julgamentos corretos é igual ou superior ao número tabelado, conforme anexo VIII, o que indica haver diferença significativa entre as amostras ao nível de probabilidade de 5% conforme O' MAHONY, *Apud FERREIRA et. al.* (2000).

Para o teste de comparação múltipla, avaliou-se o efeito na concentração dos componentes secundários na fração de coração em função do planejamento experimental, bem como a qualidade do ajuste por meio da análise de variância (ANOVA) e teste de Dunnett ao nível de significância de 5%.

Foi aplicado para o teste de aceitação o teste de comparação múltipla de Tukey e para os dados de identificação de consumo a representação gráfica percentual, sendo este importante para interpretação e análise dos resultados. Utilizou-se o aplicativo estatístico Graph Pad Prism versão 4.0.

## 4 RESULTADO E DISCUSSÃO

### 4.1 Avaliação do Processo de Aprendizagem

Ao desenvolver o projeto, observou-se que os alunos sentiram-se parte integrante do processo ensino-aprendizagem na medida em que foram oferecidos a estes recursos e autoconfiança para lidarem com incertezas, assumirem riscos, testarem e exporem idéias.

A disposição e interesse dos alunos em resolver as atividades propostas demonstram a afetividade desta prática pedagógica na mediação que deve estar baseada no bom senso e na responsabilidade.

Outra questão que merece destaque foi o agrupamento de alunos de períodos diferentes para troca de experiências e vivências na resolução dos problemas apresentados. A busca por soluções em grupo resulta em reflexões e diálogo, motivando o aluno a inteirar-se do meio social no qual está inserido. A ênfase dada foi a da avaliação como um todo, desde o crescimento pessoal até o crescimento cognitivo, afetivo e social, pois a aprendizagem sendo um processo gradativo e evolutivo favorece a capacidade dos sujeitos de tomarem decisões com segurança e reflexão.

#### 4.1.1 Avaliação durante o processo de produção

Na tabela 5 encontram-se apresentados os valores médios para as 25 afirmativas utilizadas para avaliar a evolução do desempenho dos estudantes (sujeitos) nas etapas referentes ao processo e seus controles.

Para esta atividade os estudantes necessitaram fazer a interdisciplinaridade com diversas disciplinas da sua matriz curricular como: Química, Física Aplicada, Matemática, Biologia, Microbiologia, Bioquímica, Análise Físico-química da Cachaça, Análise Sensorial, Estatística, Informática Aplicada, Gestão Ambiental e outras.

Analisando os resultados obtidos nos quatro testes que foram utilizados para acompanhar a evolução dos sujeitos nas etapas que compreenderam o processo e seus controles, foi verificado que nas 25 afirmativas, a média para cada sujeito foi aumentando gradativamente nos testes TII, TIII e TIV em relação ao TI, o qual fora considerado como tempo zero para esta medida, uma vez que o teste foi aplicado imediatamente após a formação do grupo de sujeitos, sem que os estudantes pudessem estar correlacionados às atividades que haveriam de desenvolver com os seus conhecimentos prévios.

Os valores médios do nível de concordância dos sujeitos no TI variaram de 5,2 a 6,6, os quais foram considerados razoáveis para esta etapa. Enquanto que no TII verificou-se um aumento mais ou menos expressivo para os sujeitos, com destaques para os sujeitos E e L, que foram aqueles que apresentaram aumento na sua média no TII superior a 1,0 ponto (5,2 para 6,4 e 5,6 para 6,9, respectivamente).

No teste TIII foram detectadas dificuldades dos sujeitos em correlacionar o seu nível de desenvolvimento com os conhecimentos que estavam sendo adquiridos nas disciplinas que lhes embasavam para o melhor entendimento das etapas do processo, assim, oito deles obtiveram valores de média do teste inferior aos do TII, e também para quatro destes, o valor foi inferior ao apresentado no TI. Por outro lado, no teste TIV os seus valores médios foram superiores aos obtidos no TIII, exceto para o sujeito A.

Diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) foram observadas entre os testes TI e TII somente para dois sujeitos (E e L), assim como o sujeito C diferiu nos resultados obtidos entre TIII e TIV.

A maior variabilidade no nível de concordância ou discordância foi observada no primeiro teste (TI), com valores de desvio padrão superiores a 0,86, elevando o coeficiente de variação para valores superiores a 14% chegando a 44%. No teste TII, ocorreu uma redução nesta variabilidade na maioria dos sujeitos, contudo em três deles apresentaram um aumento

nesta variação de 4 a 10% (B, I e O). No teste TIII, a variabilidade na concordância foi novamente observada, com aumento considerável em relação ao TII em oito sujeitos (57% do total) e, este aumento variou de 3 a 20%. Por outro lado, no teste TIV os estudantes mostraram a sua capacidade de compreender o processo como um todo e assim, os valores médios da sua concordância atingiram o ponto máximo da escala usada (concordo muito) cujo valor da pontuação foi igual a 7,0. Ocorreu, uma maior homogeneidade no nível de concordância das afirmativas, como pode ser analisado através dos baixos valores de desvio padrão (igual ou menor que 0,40) e o coeficiente de variação (menores que 6%), exceto para os sujeitos F e G que, ainda, apresentaram variações nas suas respostas, obtendo valores superiores a 19%.

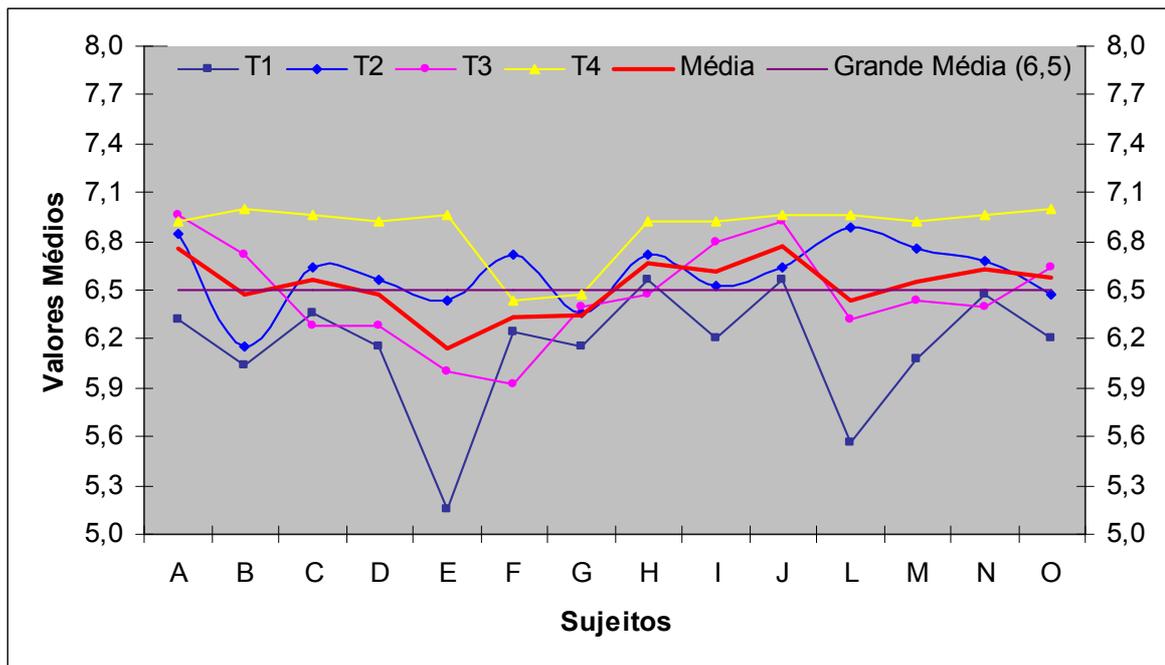
**Tabela 5** Valores médios atribuídos para cada teste por cada sujeito no processo

Sujeitos	Teste I			Teste II			Teste III			Teste IV			MDS
	Média	DP	CV(%)	Média	DP	CV(%)	Média	DP	CV(%)	Média	DP	CV(%)	
A	<b>6,3b</b>	1,676	26,5	<b>6,8ab</b>	0,624	9,1	<b>7,0a</b>	0,200	2,9	<b>6,9a</b>	0,277	4,0	<i>0,58</i>
B	<b>6,0b</b>	1,744	28,9	<b>6,2ab</b>	1,993	32,4	<b>6,7ab</b>	0,542	8,1	<b>7,0a</b>	0,000	0,0	<i>0,83</i>
C	<b>6,4b</b>	1,036	16,3	<b>6,6ab</b>	0,700	10,5	<b>6,3b</b>	1,137	18,1	<b>7,0a</b>	0,200	2,9	<i>0,58</i>
D	<b>6,2b</b>	1,864	30,3	<b>6,6ab</b>	1,083	16,5	<b>6,3ab</b>	1,370	21,8	<b>6,9a</b>	0,277	4,0	<i>0,76</i>
E	<b>5,2b</b>	2,267	43,9	<b>6,4a</b>	1,193	18,5	<b>6,0ab</b>	2,021	33,7	<b>7,0a</b>	0,200	2,9	<i>1,12</i>
F	<b>6,2a</b>	0,879	14,1	<b>6,7a</b>	1,208	18,0	<b>5,9a</b>	2,272	38,4	<b>6,4a</b>	1,660	25,8	<i>0,96</i>
G	<b>6,2a</b>	1,599	26,0	<b>6,4a</b>	1,319	20,7	<b>6,4a</b>	1,155	18,0	<b>6,5a</b>	1,262	19,5	<i>0,88</i>
H	<b>6,6a</b>	1,044	15,9	<b>6,7a</b>	0,891	13,3	<b>6,5a</b>	1,085	16,7	<b>6,9a</b>	0,277	4,0	<i>0,52</i>
I	<b>6,2b</b>	1,258	20,3	<b>6,5ab</b>	1,531	23,5	<b>6,8ab</b>	0,500	7,4	<b>6,9a</b>	0,400	5,8	<i>0,66</i>
J	<b>6,6a</b>	1,261	19,2	<b>6,6a</b>	1,221	18,4	<b>6,9a</b>	0,277	4,0	<b>7,0a</b>	0,200	2,9	<i>0,52</i>
L	<b>5,6b</b>	2,364	42,5	<b>6,9a</b>	0,440	6,4	<b>6,3ab</b>	1,069	16,9	<b>7,0a</b>	0,200	2,9	<i>0,85</i>
M	<b>6,1b</b>	2,019	33,2	<b>6,8ab</b>	1,012	15,0	<b>6,4ab</b>	1,158	18,0	<b>6,9a</b>	0,277	4,0	<i>0,83</i>
N	<b>6,5a</b>	1,046	16,1	<b>6,7a</b>	1,030	15,4	<b>6,4a</b>	1,443	22,6	<b>7,0a</b>	0,200	2,9	<i>0,63</i>
O	<b>6,2b</b>	0,866	14,0	<b>6,5ab</b>	1,661	25,6	<b>6,6ab</b>	1,036	15,6	<b>7,0a</b>	0,000	0,0	<i>0,69</i>

Legenda: DP (Desvio Padrão); CV% (Coeficiente de Variação %); MDS (Mínima Diferença Significativa)

Letras diferentes por teste indicam diferença significativa para o teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) avaliando por linha

Na Figura 15 encontram-se apresentados os valores médios obtidos por cada sujeito nos quatro testes, assim como a média geral dos testes e a grande média que representa a média de todos os sujeitos em todos os testes cujo valor foi de 6,5, estando este entre o nível de concordar moderadamente e concordar muito, com as 25 afirmativas.



**Figura 15.** Avaliação do desempenho dos sujeitos nos quatro testes e dos seus valores médios

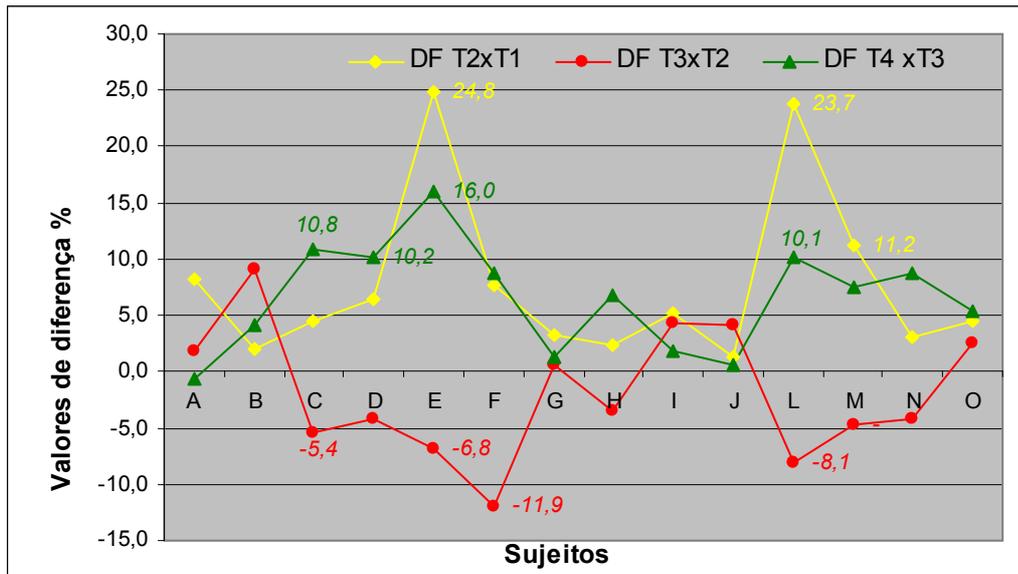
Foi verificado que os testes TI e TIII foram os que fizeram com que a média individual dos sujeitos apresentasse as variações descritas acima, especialmente nos sujeitos E e L no primeiro teste (TI) e também F no terceiro teste (TIII).

No teste TII também ocorrem variações, contudo, estas foram menores, com valores das médias mais próximos da grande média, sendo eles igual ou maior do que 6,0. Para o teste TIV, o nível de concordância aumentou consideravelmente com pontuação máxima pela maioria dos sujeitos, ocorrendo três pontuações 1,0 (discordo muito), uma pontuação 5,0 (concordo ligeiramente) e dezoito pontuações 6,0 (concordo moderadamente).

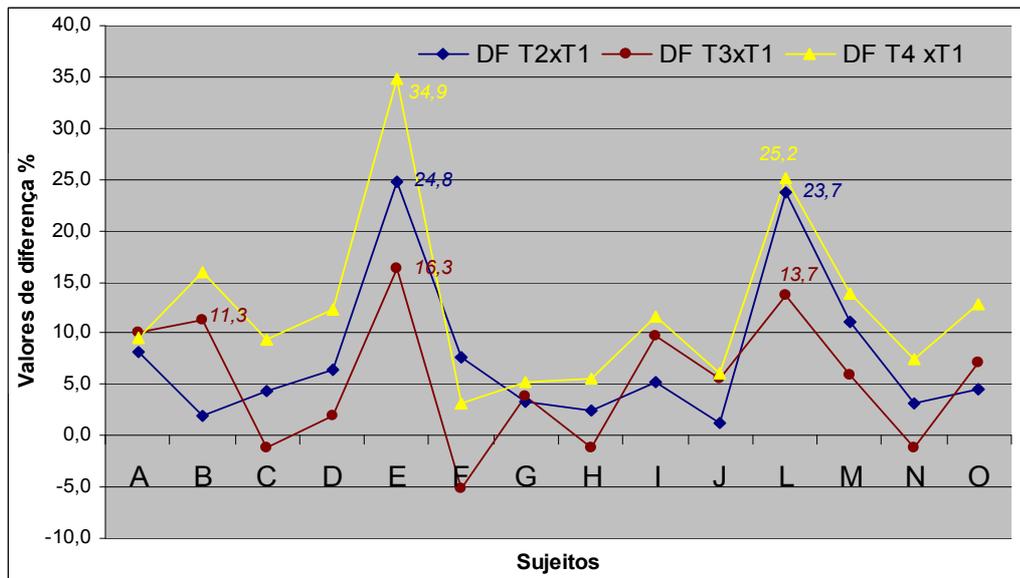
Analisando a diferença em valores percentuais dos quatro testes entre si (Figura 16), foram observados valores mais elevados entre os testes TI e TII para os sujeitos E e L, (24, 8 e 23,7%, respectivamente), enquanto que entre TII e TIII os valores foram negativos, cujos maiores valores foram destacados nos sujeitos F e L (-11,9 e -8,1). Enquanto que entre os testes TIII e TIV, os sujeitos E, C, D e L foram os que obtiveram maiores valores percentuais na diferença positiva.

Fazendo uma análise em relação ao início de todo o processo, em valores percentuais, (Figura 17), verificou-se diferenças extremamente elevadas entre TI e TII, destacando-se os sujeitos E e L, com valores superiores a 20%. Quanto ao TIII, as diferenças foram ressaltadas em relação ao TI no E, L e B, cujos valores foram superiores a 10%. Surpreendentemente, os sujeitos E e L, que apresentaram nos três primeiros testes a maior variabilidade no seu nível de concordância, foram aqueles que no teste TIV apresentaram a maior diferença percentual entre o TIV e TI, com valores de 25,2 e 34,9%, mostrando o quanto as atividades desenvolvidas contribuíram para a melhoria do seu nível de conhecimento nesta área do saber.

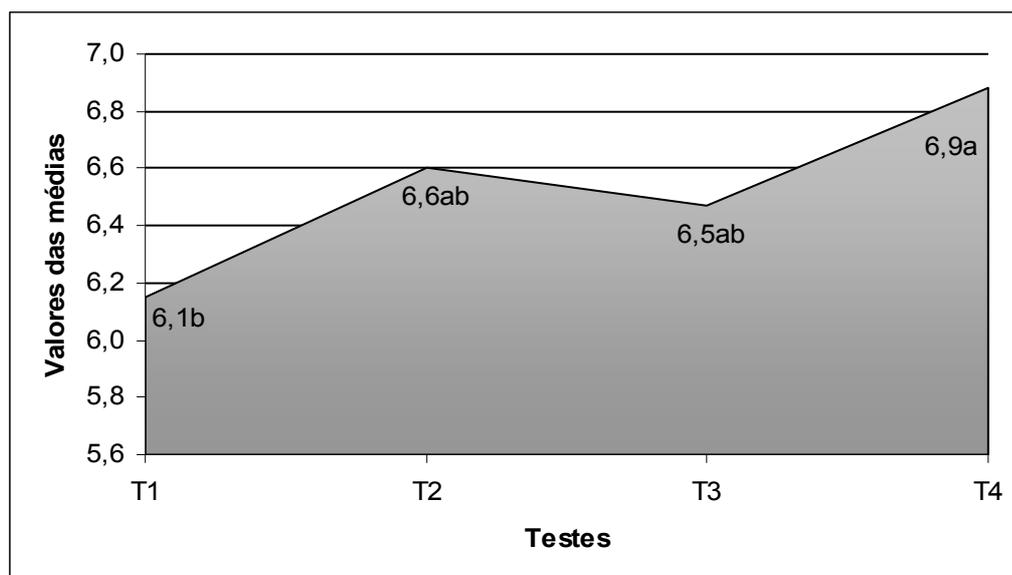
Ao analisar os valores médios totais de cada teste (Figura 18) observou-se que estes foram aumentando gradativamente entre os testes, sendo que no teste TIII ocorreu um discreto decréscimo e a pontuação no TIV foi praticamente a máxima. Diferença significativa ( $P \leq 0,05$ ) só foi observada entre TI e TIV.



**Figura 16.** Valores da diferença percentual da aprendizagem entre os testes



**Figura 17.** Valores da diferença percentual da aprendizagem em relação ao primeiro teste (T1)

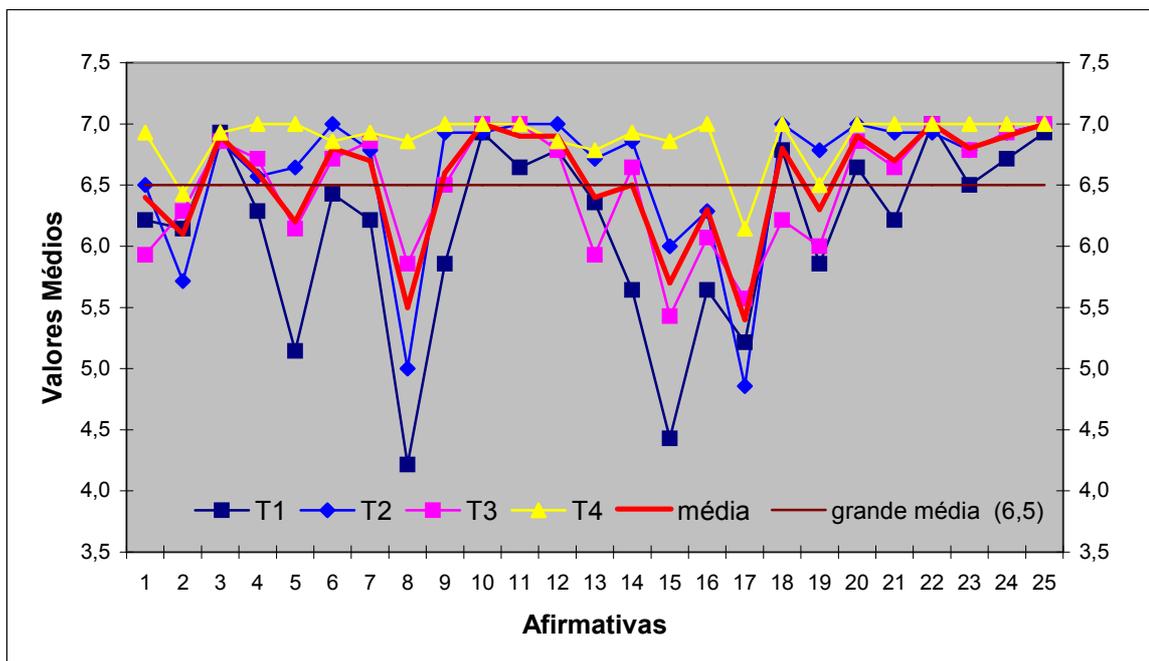


**Figura 18.** Valores médios totais para cada teste

A tabela 6 apresenta os valores médios obtidos para cada afirmativa nos testes TI, TII, TIII e TIV.

**Tabela 6** Valores médios atribuídos para cada afirmativa por cada teste no processo.

Afirmativas	T1	T2	T3	T4	Média Geral
1	6,2	6,5	5,9	6,9	6,4
2	6,1	5,7	6,3	6,4	6,1
3	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9
4	6,3	6,6	6,7	7,0	6,6
5	5,1	6,6	6,1	7,0	6,2
6	6,4	7,0	6,7	6,9	6,8
7	6,2	6,8	6,9	6,9	6,7
8	4,2	5,0	5,9	6,9	5,5
9	5,9	6,9	6,5	7,0	6,6
10	6,9	6,9	7,0	7,0	7,0
11	6,6	7,0	7,0	7,0	6,9
12	6,8	7,0	6,8	6,9	6,9
13	6,4	6,7	5,9	6,8	6,4
14	5,6	6,9	6,6	6,9	6,5
15	4,4	6,0	5,4	6,9	5,7
16	5,6	6,3	6,1	7,0	6,3
17	5,2	4,9	5,6	6,1	5,4
18	6,8	7,0	6,2	7,0	6,8
19	5,9	6,8	6,0	6,5	6,3
20	6,6	7,0	6,9	7,0	6,9
21	6,2	6,9	6,6	7,0	6,7
22	7,0	6,9	7,0	7,0	7,0
23	6,5	6,8	6,8	7,0	6,8
24	6,7	6,9	6,9	7,0	6,9
25	6,9	7,0	7,0	7,0	7,0
Grande média					6,5



**Figura 19.** Valores médios atribuídos para cada afirmativa nos quatro testes

Na Figura 19 encontram-se apresentados os valores médios obtidos para cada uma das 25 afirmativas que compuseram o instrumento de avaliação dos sujeitos nos quatro testes (TI, TII, TIII e TIV) com análise comparativa em valores percentuais da aprendizagem dos alunos em relação ao início do projeto, considerando como tempo zero o T1, e os demais como ganho de conhecimento com a evolução das etapas do processamento.

As afirmativas oito, quinze e cinco, foram as que obtiveram as menores pontuações em função da discordância da mesma por dois ou mais sujeitos no T1, enquanto que, no teste TII, as afirmativas oito, dezessete, dois e quinze foram as mais críticas, apresentado discordância total ou moderada, bem como no TIII as afirmativas quinze, dezessete, oito e treze. Por outro lado, no TIV somente a afirmativa dezessete apresentou duas pontuações referentes a discordo muito.

Seis afirmativas foram consideradas mais críticas nesta etapa do desenvolvimento deste trabalho, sendo elas:

- dois (“Cachaça é um destilado alcoólico da cana de açúcar” ),
- cinco (“O mosto fermentado obtido do caldo de cana-de-açúcar é um ingrediente básico para a produção da cachaça”),
- oito (“A destilação compreende uma etapa de grande importância na qualidade da cachaça”),
- treze (“Uma cachaça de qualidade deve atender todos os parâmetros físico-químicos regulamentados pela IN nº 13/2005” ),
- quinze (“O Coeficiente de Congêneres conforme o Regulamento Técnico não poderá ser inferior a  $200\text{mg}\cdot 100\text{mL}^{-1}$  e não poderá ser superior a  $650\text{mg}\cdot 100\text{mL}^{-1}$  de álcool anidro”),
- dezessete (“São contaminantes orgânicos: Álcool metílico, Carbamato de etila, Acroleína (2-propenal), Álcool sec-butílico (2-butanol), Álcool n-butílico (1-butanol)”).

Fazendo uma análise destas afirmativas, verificou-se que as três primeiras (dois, cinco e oito) são pertinentes aos conteúdos básicos do processamento da cachaça e que compõem o programa analítico das disciplinas Fermentação e Destilação. Enquanto que as afirmativas treze, quinze e dezessete compreendem os conteúdos referentes à legislação de bebidas, sendo eles pertinentes à disciplina de Análise Físico-Química da Cachaça.

Possivelmente as variações ocorridas nestas afirmativas foram em função de que alguns dos sujeitos, durante a sua participação neste projeto de pesquisa, encontravam-se cursando as disciplinas de Análise Físico-Química da Cachaça, Fermentação e Destilação, onde estes conteúdos são estudados e compreendidos. Enquanto que aqueles que já haviam cursado as referidas disciplinas apresentaram uma menor variabilidade nos seus níveis de concordância, e as suas pontuações foram superiores a 5,0 com concordância moderada a total.

Desta forma, pode ser verificado que as afirmativas mantiveram uma boa correlação com o estágio em que os sujeitos se encontravam no seu programa de graduação, o que possibilitou que estes fizessem a interdisciplinaridade com maior facilidade do que aqueles que ainda estavam cursando disciplinas que possuíam grande importância para as etapas do projeto.

#### 4.1.2 Avaliação durante a análise sensorial

Na Tabela 7 encontram-se apresentados os valores médios obtidos por cada sujeito nos dois testes (TI e TII) em relação as 10 afirmativas referentes ao conhecimento em Análise Sensorial de Alimentos, que compunham o instrumento de avaliação para esta etapa do trabalho.

**Tabela 7** Valores de médios obtidos por cada sujeito em relação ao seu nível de concordância com as afirmativas

Sujeitos	Teste I			Teste II			MDS
	Média	PD	CV(%)	Média	PD	CV(%)	
A	<b>6,4a</b>	1,265	19,8	<b>6,7a</b>	0,949	14,2	<i>1,23</i>
B	<b>6,4a</b>	1,265	19,8	<b>6,6a</b>	0,699	10,6	<i>0,57</i>
C	<b>6,2b</b>	0,422	6,8	<b>6,6a</b>	0,516	7,8	<i>0,37</i>
D	<b>5,8a</b>	1,033	17,8	<b>6,2a</b>	1,033	16,7	<i>0,92</i>
E	<b>6,1a</b>	0,738	12,1	<b>6,2a</b>	0,789	12,7	<i>0,72</i>
F	<b>6,7a</b>	0,483	7,2	<b>7,0a</b>	0,000	0,0	<i>0,35</i>
G	<b>6,7a</b>	0,483	7,2	<b>6,6a</b>	0,699	10,6	<i>0,23</i>
H	<b>6,6a</b>	0,699	10,6	<b>6,9a</b>	0,316	4,6	<i>0,32</i>
I	<b>6,7a</b>	0,483	7,2	<b>6,9a</b>	0,316	4,6	<i>0,31</i>
J	<b>6,7a</b>	0,949	14,2	<b>6,9a</b>	0,316	4,6	<i>0,46</i>
L	<b>6,6a</b>	0,516	7,8	<b>6,7a</b>	0,675	10,1	<i>0,63</i>
M	<b>6,5a</b>	0,527	8,1	<b>6,7a</b>	0,675	10,1	<i>0,46</i>
N	<b>5,7a</b>	2,058	36,1	<b>6,3a</b>	1,059	16,8	<i>1,29</i>
O	<b>6,9a</b>	0,316	4,6	<b>6,9a</b>	0,316	4,6	<i>0,34</i>

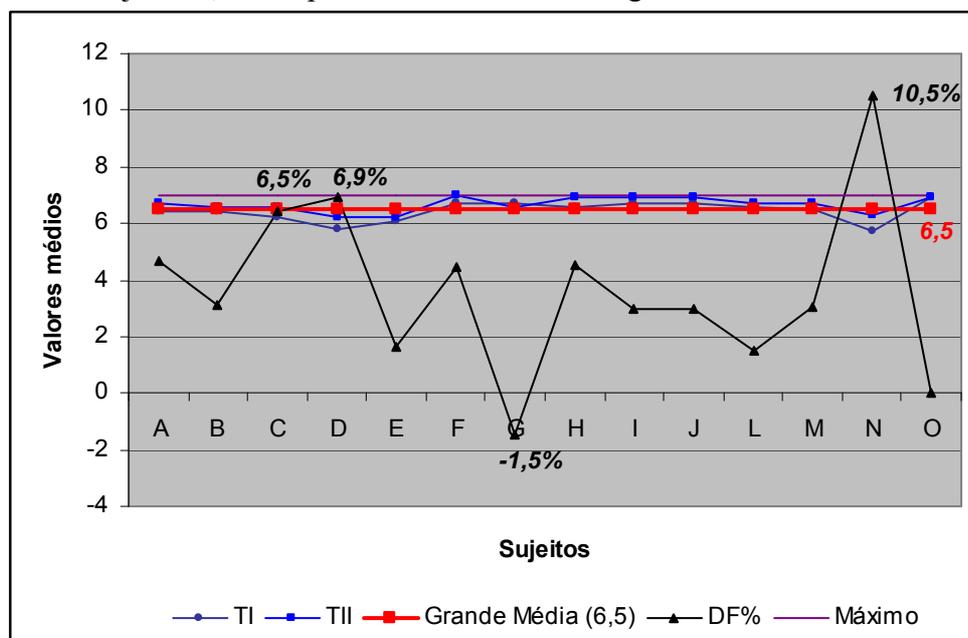
Legenda: DP (Desvio Padrão); CV% (Coeficiente de Variação %); MDS (Mínima Diferença Significativa)  
 Letras diferentes por teste indicam diferença significativa para o teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) avaliando por linha

Analisando de forma individualizada os sujeitos deste estudo, verificou-se que, o nível médio de concordância com as afirmativas foi elevado nos dois testes, com escore médio superior a cinco, sendo os valores mínimos e máximos de 5,7 e 6,9 no TI e 6,2 e 7,0 no TII, indicando um bom conhecimento dos conteúdos em Análise Sensorial.

Foi também observada uma boa capacidade para correlacionar os conteúdos obtidos na disciplina com a atividade prática, isto foi representado pela média de cada teste (TI: 6,4 e TII:6,7), assim como da média geral com nível de concordância de 6,5. Estes valores foram próximos do valor máximo da pontuação da escala usada.

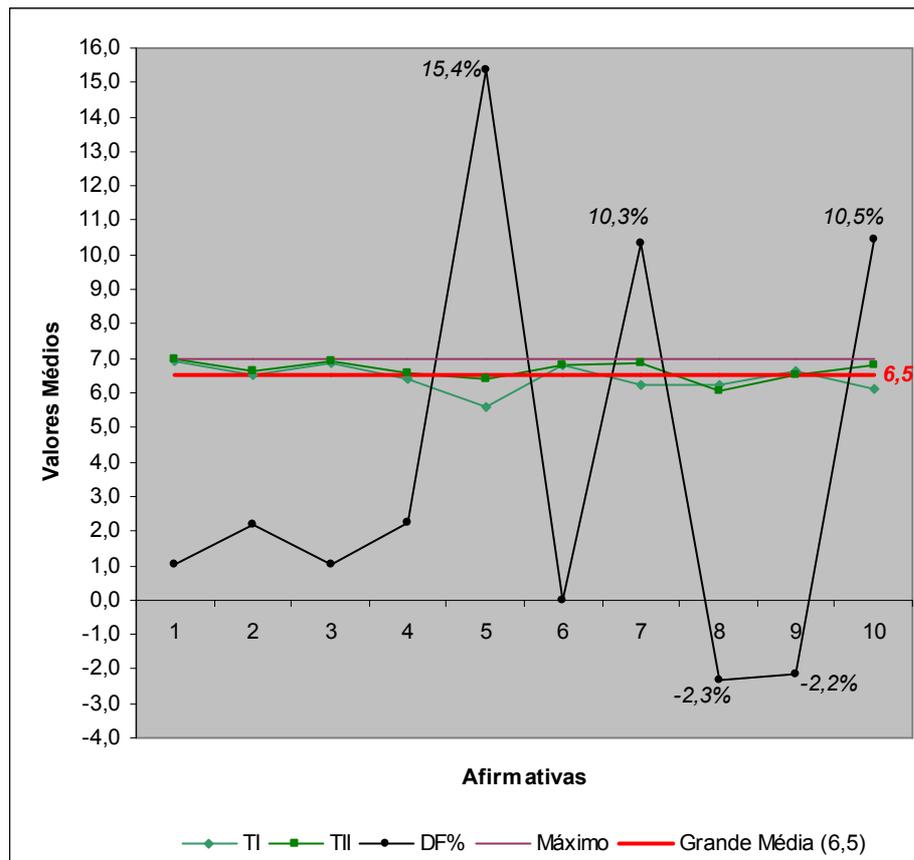
Alguns sujeitos apresentaram grande variabilidade no seu nível de concordância e discordância para as afirmativas, sendo esta observada nos sujeitos N; A; B; D e J, para o Teste I, como pode ser observado nos valores do desvio padrão e do coeficiente de variação (%). Por outro lado, no Teste II esta variabilidade foi reduzida, sendo em maior valor para os sujeitos N; D e A. Possivelmente, uma melhor compreensão da aplicação prática dos conhecimentos obtidos na referida disciplina pode ter influenciado neste comportamento.

No geral, todos os sujeitos apresentaram um aumento na média do nível de concordância com as afirmativas na segunda avaliação do conhecimento (TII), exceto no G que apresentou pequena redução, contudo, diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) só foram observadas no sujeito C, como pode ser verificado na Figura 20.



**Figura 20.** Valores médios e da diferença percentual obtidos pelos sujeitos nos dois testes

O ganho percentual dos sujeitos C e D foram similares entre si, enquanto que, o maior valor percentual foi obtido pelo sujeito N cujas notas de concordância variaram de 1,0 a 7,0 no TI e superiores a 4 no TII, ainda que não tenha sido detectada diferença entre os dois testes; para este sujeito a compreensão dos conteúdos teóricos quando aplicados na prática, colaboraram para sua maior percepção quanto às aplicações do conhecimento em Análise Sensorial.



**Figura 21.** Valores médios e da diferença percentual atribuídos às afirmativas nos dois testes

Na Figura 21 encontram-se apresentados os valores médios atribuídos para cada afirmativa e a diferença percentual no TII em relação ao TI. Foi observado que as afirmativas influenciaram fortemente na resposta dos sujeitos quando avaliado o seu nível de conhecimento antes da orientação para os procedimentos relativos à atividade dos testes sensoriais.

Analisando o comportamento dos sujeitos em relação as afirmativas, verificou-se que as afirmativas cinco, sete e dez (*“Os testes de aceitação de um alimento ou bebida devem ser desenvolvidos com indivíduos que geralmente consomem o produto ou similares”*; *“Através de testes sensoriais é possível diferenciar um produto do outro em relação as suas principais características sensoriais”*; *“Para bebidas os principais atributos sensoriais são a cor, aroma, acidez e sabor”*, respectivamente), foram as que corroboraram para a maior variabilidade no nível de concordância e discordância das afirmativas, cujas diferenças percentuais entre TI e TII foram superiores a 10%, com destaque para a afirmativa cinco (15,4%). Por outro lado, as afirmativas oito e nove obtiveram uma pequena redução.

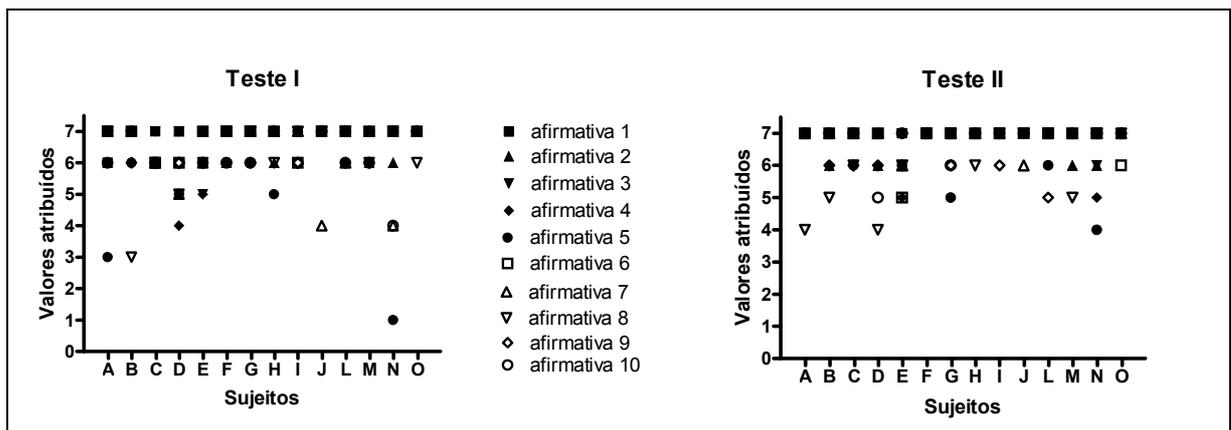
A Tabela 8 apresenta os valores médios obtidos para cada afirmativa nos testes TI e TII, enquanto que na Figura 22 encontra-se apresentada a distribuição de cada afirmativa por sujeito.

**Tabela 8** Valores médios atribuídos para as afirmativas

Afirmativas	Teste I			Teste II		
	Média	DP	CV(%)	Média	DP	CV(%)
1	6,9	0,267	3,9	7,0	0,000	0,0
2	6,5	0,519	8,0	6,6	0,497	7,5
3	6,9	0,535	7,8	6,9	0,267	3,9
4	6,4	0,938	14,6	6,6	0,756	11,5
5	5,6*	1,697	30,5	6,4	0,938	14,6
6	6,8	0,426	6,3	6,8	0,579	8,5
7	6,2	1,122	18,1	6,9	0,363	5,3
8	6,2*	1,122	18,1	6,1*	1,141	18,8
9	6,6	0,497	7,5	6,5	0,650	10,0
10	6,1	0,77	12,5	6,8	0,579	8,5

Legenda: DP (Desvio Padrão); CV% (Coeficiente de Variação %)

\* indicam diferença significativa por teste de Bonferroni ( $p \leq 0,05$ ) avaliando por coluna



Legenda: Teste I- antes da orientação teórica e prática; Teste II- após o desenvolvimento de todas as atividades relativa à análise sensorial

**Figura 22.** Distribuição das afirmativas por cada aluno

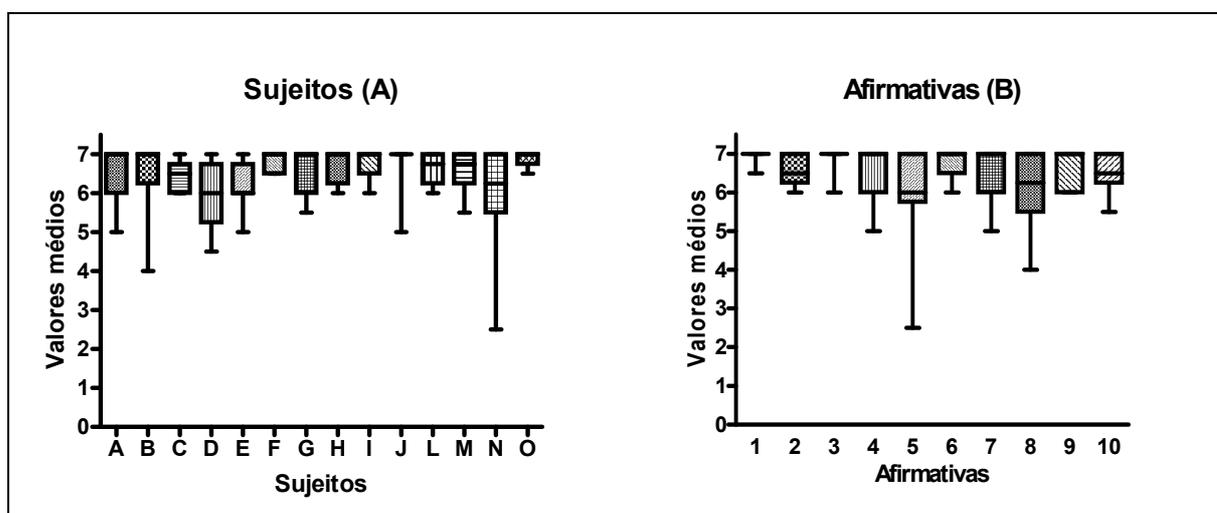
Como pode ser observado na Figura 22, no Teste I, a afirmativa cinco foi a que obteve notas baixas atribuídas pelos sujeitos N e A, sendo pontuada com notas 1,0 e 3,0, correspondendo na escala o nível de: discordo muito e discordo ligeiramente, respectivamente. E também o sujeito B pontuou a afirmativa oito com nota 3,0 (discordo ligeiramente). Desta forma, estas diferenças foram consideradas significativas ( $p \leq 0,05$ ).

No teste II, verificou-se que o nível de concordância foi aumentado para todas as afirmativas, conforme valores médios apresentados na Tabela 8 e Figura 22, sendo que, as afirmativas oito e cinco continuaram sendo as de maior discordância entre os sujeitos A, B, D e M. Contudo, o sujeito A alterou o seu comportamento em relação à afirmativa oito passando a considerá-la indiferente (nem concordo nem discordo) com nota 4, enquanto que o sujeito N aumentou o nível médio de concordância, ainda assim, na afirmativa cinco passa da sua situação de total discordância para a indiferença (nem concordo nem discordo). Por outro lado, o sujeito D, que no Teste I havia tido um comportamento similar à maioria do grupo,

altera a sua concordância na afirmativa oito, passando a julgá-la com indiferença como os dois outros.

Analisando o comportamento dos sujeitos que apresentaram maior oscilação no seu nível de concordância ou discordância com as afirmativas que representavam a sua capacidade de compreensão dos conteúdos da disciplina, verificou-se que a sua participação nas etapas de desenvolvimento de um projeto teórico-prático, colaborou para que o seu nível de aprendizagem fosse aprimorado. Contudo, faz-se necessário um maior investimento nas correlações teórico-práticas da referida disciplina para que os sujeitos vejam a importância da integração laboratório e sala de aula, entendendo que o processo de ensino aprendizagem na área de saberes técnicos é mediado pelo saber teórico que fundamenta o saber prático.

Na Figura 23 encontram-se apresentados os valores médios obtidos nos dois testes (TI e TII) em relação aos sujeitos e as afirmativas.



Legenda: Teste I - antes da orientação teórica e prática; Teste II- após o desenvolvimento de todas as atividades relativa à análise sensorial

**Figura 23.** Valores médios totais atribuídos na avaliação dos sujeitos e das afirmativas para os dois testes

Fazendo uma análise geral do grupo de estudantes através da média nos dois testes (Figura 23-A), foi verificado que os sujeitos que apresentaram maior variabilidade nas suas respostas foram N, D, A, B, E e J, cujos desvios padrão foram elevados variando de 0,69 a 1,62 e, desta forma, os valores dos coeficientes de variação foram superiores a 10% chegando a 27%, indicando que ocorreu uma grande variação na pontuação das afirmativas, refletindo o grau de concordância e discordância com as afirmativas. Enquanto que, os sujeitos F, C, O e H, foram os que apresentaram a maior homogeneidade nas suas respostas, com desvio padrão extremamente baixo.

Considerando as afirmativas como um fator nesta variabilidade, estas apresentaram uma certa influencia nos resultados dos estudantes. Sendo que, as afirmativas 5, 8, 7, 4 e 10 (Figura 23 – B) foram aquelas que apresentaram maior variação nas respostas com valores de desvio padrão elevados, variando de 0,74 a 1,41, refletindo nos valores dos coeficientes de variação que oscilaram entre 11,5 a 23,6%. Enquanto que, as afirmativas 5 e 8 foram as mais polemizadas, em contrapartida, a 9, 2 e 6 [“(As características sensoriais básicas de um produto são: aparência, aroma, textura e sabor”)], (“As avaliações sensoriais servem como parâmetros de qualidade para alimentos e bebidas”) e (“Os testes sensoriais devem ser conduzidos em laboratórios sensoriais atendendo a todas as suas especificações”)] foram

aquelas que obtiveram maior concordância, apresentando assim menor desvio padrão e coeficiente de variação.

Estas três afirmativas referem-se a conhecimentos básicos da disciplina de Análise Sensorial, que são, geralmente, pertinentes aos conteúdos da primeira unidade. Enquanto que as afirmativas 5 e 8 [“(*Os testes de aceitação de um alimento ou bebida devem ser desenvolvidos com indivíduos que geralmente consomem o produto ou similares*)”] e [“(*Através de testes sensoriais é possível diferenciar um produto do outro em relação as suas principais características sensoriais*)”], são pertinentes aos conteúdos das unidades mais avançadas no programa da disciplina.

É provável que os alunos ainda se encontravam cursando a referida disciplina quando participaram desta etapa do projeto, desta forma, os conceitos iniciais devem ter sido melhor agregados. Isto vem a reforçar o quanto a integração teórico-prática é fundamental para a aprendizagem do discente.

#### **4.1.3 Análise de imagens**

Nas Figuras 24 e 25, encontram-se apresentadas as imagens coletadas do grupo de estudantes que compuseram os sujeitos deste estudo, sendo a Figura 24 relacionadas ao processamento, com os seus respectivos controles e a Figura 25, relacionada a última etapa do projeto correspondendo às atividades da avaliação sensorial para o produto produzido.



**Figura 24.** Imagens da seqüência de atividades desenvolvidas para as etapas referentes ao processo

A introdução dos alunos no projeto de pesquisa a qual gerou este trabalho, ocorreu a partir de uma reunião realizada no dia 18/12/2006 na Escola Agrotécnica Federal de Salinas (Figura 24-A).

Dentre os convidados a conhecer a proposta do projeto, compareceram quatro professores que ministram aulas nas disciplinas correlatas a este e 27 estudantes do terceiro e quarto períodos do Curso Superior de Tecnologia em Produção de Cachaça. O número de alunos que compareceu foi considerado elevado, uma vez que havia sido previamente definido pelos professores que o grupo de acadêmicos, o qual iria compor os sujeitos de estudo seria de 14 indivíduos, considerando que este número seria adequado para as etapas do trabalho com treinamento específico em cada uma delas.

Nesta reunião despertou-se o interesse nos estudantes em participar e compor o grupo de sujeitos, assim como procederam-se os esclarecimentos quanto ao processo de avaliação a que os mesmos seriam submetidos a fim de que os resultados fossem coletados e, posteriormente, analisados. Desta forma, seria analisada também a contribuição para conhecimento destes, através da sua inserção em uma atividade de pesquisa aplicada.

Nas imagens (Figura 24 - B a H) que correspondem às etapas do processamento com os seus respectivos controles, compreendeu um período de quatro meses. Assim, no início das atividades dificuldades foram observadas o que possibilitou diagnosticar as próprias condições de trabalho da proposta, uma vez que esta era uma atividade que não havia, até o presente momento, sido desenvolvida na EAFSALINAS.

Com o desenvolvimento de cada uma das fases do projeto, em cada etapa do processo, foi verificado que a orientação que o grupo de sujeitos estava recebendo, contribuía efetivamente para o seu crescimento pessoal e profissional, tendo em vista que eles se tornavam agentes ativos do processo, questionando, buscando soluções para seus próprios questionamentos, além de aumentar a sua percepção da interdisciplinaridade, ao necessitar fazer correlações de disciplinas que haviam cursado desde o início do seu curso e, naquele momento, percebiam-se necessárias. Na medida em que as etapas se processavam, o grupo de estudantes se organizava em subgrupos para a execução das tarefas.

Os estudantes apresentaram mudanças no seu comportamento, como: aumento de maturidade; habilidade com os equipamentos e materiais de laboratório; confiança na execução de tarefas; responsabilidades com as suas atividades e, também, demonstração de conhecimento técnico e científico para sugerir e propor soluções aos problemas apresentados, com criatividade e habilidade.



**Figura 25.** Imagens da seqüência de atividades desenvolvidas para as etapas referentes à avaliação sensorial

Na Figura 25, as imagens são referentes à avaliação sensorial do produto. Esta foi a última fase do projeto, quando os alunos cursavam a disciplina Análise Sensorial. Assim, os conceitos teóricos encontram-se recentes, fato que possibilitou uma correlação direta com a aplicação na prática destes conhecimentos. A organização, que já haviam experimentado nas etapas anteriores, contribuiu para o aprimoramento desta atividade.

Esta etapa foi desenvolvida em março de 2008 e compreendeu um período de 6 dias consecutivos, sendo que, no primeiro procederam-se as orientações teóricas (Figura 25-A), do segundo ao quarto a aplicação prática, no quinto e sexto, procedeu-se o tratamento estatístico e análise dos resultados.

A experiência adquirida na primeira etapa do projeto foi fundamental para o sucesso desta, uma vez que a mesma dispunha de um curto espaço de tempo para a sua execução.

As orientações teóricas ocorreram em horários noturnos, após o horário regular das aulas e, embora, os sujeitos encontravam-se cansados pela jornada de trabalhos acadêmicos, todos compareceram (Figura 25 – A).

Do segundo ao quarto dia, as atividades foram desenvolvidas mediante organização de trabalho estabelecida entre eles (Figura 25 – B a G), em subgrupos e de forma que todos executassem todas as atividades, para tanto, um rodízio foi conduzido entre os subgrupos.

Para cada subgrupo foi constituído um líder que monitorava as atividades de sua competência. Esta constituição de liderança foi um fator de grande importância para esta etapa do projeto, uma vez que, os testes sensoriais que foram usados (discriminativos e de aceitação), requerem muita organização e cautela para que os dados sejam coletados corretamente, exigindo muita atenção com as planilhas numéricas e a organização estatística das amostras em cada repetição para cada teste. Assim como a conduta com os provadores que requer habilidade no trato com o indivíduo.

Para a organização dos dados coletados nesta atividade, fez-se necessário a utilização do software Excel para que as planilhas com os resultados de cada teste sensorial fossem organizadas para aplicar os respectivos tratamentos estatísticos. Para tanto, utilizou-se o computador disponível na sala de aula anexa ao laboratório de análise sensorial (Figura 25-H). Posteriormente utilizou-se o laboratório de informática, pois este possibilitou que cada sujeito tivesse disponibilidade de um computador para processar o tratamento estatístico. Desta forma eles foram capazes de utilizar e melhor compreender a importância do software para a base de cálculos pertinentes a uma atividade prática de processamento.

## **4.2 Avaliação do Processamento do Produto**

Nas etapas do processamento que compreenderam desde a moagem da cana-de-açúcar até à destilação do produto, as boas práticas operacionais em cada uma delas foram de extrema importância para garantir a qualidade do produto.

### **4.2.1 Características físico-químicas na Fermentação**

No Quadro 3 encontram-se apresentados os valores médios para os cinco parâmetros físico-químicos que foram utilizados para monitorar as etapas do processo de fermentação, nas três condições experimentais (CE1, CE2 e CE3) e nas três replicatas de cada uma delas, sendo estes em cinco tempos compreendendo um período de 24 horas.

Analisando os resultados para cada uma das condições experimentais, foram verificadas diferenças significativas ( $p \leq 0,001$ ) em todos os parâmetros analisados, sendo que, para a maioria deles, esta diferença era esperada uma vez que a sua alteração no meio estava correlacionada ao processo fermentativo como a redução dos teores de sólidos solúveis e do pH, assim como ao aumento nos valores de acidez e etanol. A variação na temperatura, foi baixa para as condições experimentais, ainda que, diferenças significativas ( $p \leq 0,001$ )

tenham ocorrido, a temperatura apresentou o comportamento esperado, com aumento progressivo oscilando de 26,7 a 33°C do período de 24 horas.

**Quadro 3.** Valores médios dos parâmetros Físico-Químicos para cada condição experimental na fermentação

Parâmetros	Tempo de fermentação (horas)				
	0	6	12	18	24
<b>CE1 (Destilação 80%)</b>					
Temperatura (°C)	26,73 <sup>d</sup>	28,23 <sup>c</sup>	30,00 <sup>b</sup>	30,70 <sup>a</sup>	30,17 <sup>b</sup>
DP	± 0,126	± 0,176	± 0,150	± 0,132	± 0,076
CV%	(0,47)	(0,62)	(0,50)	(0,43)	(0,25)
Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	15,00 <sup>a</sup>	11,65 <sup>b</sup>	7,77 <sup>c</sup>	4,55 <sup>d</sup>	0,00 <sup>e</sup>
DP	± 0,000	± 0,031	± 0,115	± 0,031	± 0,000
CV%	(0,00)	(0,26)	(1,48)	(0,67)	(0,00)
pH (a 25 °C)	4,58 <sup>a</sup>	4,42 <sup>b</sup>	4,06 <sup>c</sup>	3,87 <sup>d</sup>	3,64 <sup>e</sup>
DP	± 0,006	± 0,012	± 0,010	± 0,015	± 0,010
CV%	(0,13)	(0,26)	(0,25)	(0,39)	(0,27)
Acidez em ácido acético (g/100 mL)	0,16 <sup>c</sup>	0,21 <sup>d</sup>	0,30 <sup>c</sup>	0,37 <sup>b</sup>	0,44 <sup>a</sup>
DP	± 0,006	± 0,006	± 0,006	± 0,000	± 0,006
CV%	(3,54)	(2,79)	(1,90)	(0,00)	(1,30)
Etanol (°GL)	0,00 <sup>e</sup>	2,36 <sup>d</sup>	3,87 <sup>c</sup>	5,70 <sup>b</sup>	8,18 <sup>a</sup>
DP	± 0,000	± 0,058	± 0,053	± 0,116	± 0,000
CV%	(0,00)	(2,45)	(1,37)	(2,03)	(0,00)
<b>CE2 (Destilação 85%)</b>					
Temperatura (°C)	28,07 <sup>e</sup>	30,18 <sup>c</sup>	32,15 <sup>b</sup>	32,92 <sup>a</sup>	29,90 <sup>d</sup>
DP	± 0,029	± 0,029	± 0,050	± 0,029	± 0,132
CV%	(0,10)	(0,10)	(0,16)	(0,09)	(0,44)
Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	15,00 <sup>a</sup>	10,18 <sup>b</sup>	6,04 <sup>c</sup>	3,35 <sup>d</sup>	0,00 <sup>e</sup>
DP	± 0,000	± 0,010	± 0,040	± 0,021	± 0,000
CV%	(0,00)	(0,10)	(0,67)	(0,62)	(0,00)
pH (a 25 °C)	4,43 <sup>a</sup>	4,14 <sup>b</sup>	3,82 <sup>c</sup>	3,69 <sup>d</sup>	3,54 <sup>e</sup>
DP	± 0,006	± 0,006	± 0,006	± 0,006	± 0,006
CV%	(0,13)	(0,14)	(0,15)	(0,16)	(0,16)
Acidez em ácido acético (g/100 mL)	0,16 <sup>e</sup>	0,26 <sup>d</sup>	0,36 <sup>c</sup>	0,41 <sup>b</sup>	0,48 <sup>a</sup>
DP	± 0,000	± 0,006	± 0,017	± 0,006	± 0,006
CV%	(0,00)	(2,25)	(4,81)	(1,42)	(1,19)
Etanol (°GL)	0,00 <sup>e</sup>	2,87 <sup>d</sup>	4,75 <sup>c</sup>	6,27 <sup>b</sup>	8,11 <sup>a</sup>
DP	± 0,000	± 0,025	± 0,020	± 0,052	± 0,029
CV%	(0,00)	(0,88)	(0,42)	(0,83)	(0,36)
<b>CE3 (Destilação 90%)</b>					
Temperatura (°C)	27,37 <sup>e</sup>	30,12 <sup>c</sup>	32,27 <sup>b</sup>	33,03 <sup>a</sup>	28,78 <sup>d</sup>
DP	± 0,153	± 0,104	± 0,058	± 0,029	± 0,058
CV%	(0,56)	(0,35)	(0,18)	(0,09)	(0,20)
Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	15,00 <sup>a</sup>	8,70 <sup>b</sup>	4,25 <sup>c</sup>	2,13 <sup>d</sup>	0,00 <sup>e</sup>
DP	± 0,000	± 0,025	± 0,068	± 0,036	± 0,000
CV%	(0,00)	(0,29)	(1,60)	(1,69)	(0,00)
pH (a 25 °C)	4,58 <sup>a</sup>	4,42 <sup>b</sup>	4,06 <sup>c</sup>	3,87 <sup>d</sup>	3,64 <sup>e</sup>
DP	± 0,006	± 0,012	± 0,010	± 0,015	± 0,010
CV%	(0,13)	(0,26)	(0,25)	(0,39)	(0,27)
Acidez em ácido acético (g/100 mL)	0,16 <sup>e</sup>	0,31 <sup>d</sup>	0,42 <sup>c</sup>	0,46 <sup>b</sup>	0,51 <sup>a</sup>
DP	± 0,000	± 0,006	± 0,006	± 0,006	± 0,010
CV%	(0,00)	(1,84)	(1,39)	(1,25)	(1,96)
Etanol (°GL)	0,00 <sup>e</sup>	3,46 <sup>d</sup>	5,63 <sup>c</sup>	6,84 <sup>b</sup>	8,05 <sup>a</sup>
DP	± 0,000	± 0,178	± 0,064	± 0,006	± 0,058
CV%	(0,00)	(5,15)	(1,14)	(0,08)	(0,72)

Legenda: sinal de ± indica Valores de Desvio Padrão das replicatas de cada parâmetro; Valores em % entre parênteses indicam Coeficiente de Variação %; Letras (minúsculas) diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ( $p \leq 0,001$ ) por teste de Tukey para as médias

Fazendo uma análise da qualidade analítica para cada parâmetro desta etapa do processamento, os valores de desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) foram baixos. Estes dois indicadores são utilizados para analisar a validade experimental, uma vez que, a repetibilidade dos resultados analíticos obtidos em cada replicata das medidas, irá refletir nos valores destes indicadores.

Considerando que o desvio padrão pode ser limitado para indicar a variabilidade entre medidas, o coeficiente de variação (CV) permite expressar esta variabilidade ou dispersão em termos relativos ao seu valor médio, uma vez que este corresponde ao desvio padrão (DP) do conjunto de dados divididos pela sua média (M) e calculado em percentagem [ $CV\% = (DP/M) \times 100$ ].

O coeficiente de variação permite a comparação de resultados de diferentes experimentos envolvendo uma mesma variável-resposta, permitindo ao pesquisador quantificar a precisão de suas pesquisas. A distribuição do CV possibilita estabelecer faixas de valores que orientam os pesquisadores sobre a validade de seus experimentos (Judice *et. al.*, 1999).

Para Costa *et. al.* (2002) o coeficiente de variação sendo a estimativa do erro experimental em percentagem da estimativa da média, é uma medida estatística muito utilizado em pesquisas para a avaliação da precisão dos experimentos.

Quanto aos valores para este indicador, Pimentel Gomes (1990) *Apud* Judice *et. al.* (1999), considera os coeficientes de variação como baixos, quando são inferiores a 10%; médios, quando estão entre 10 e 20%; altos, quando estão entre 20 e 30% e muito altos, quando são superiores a 30%; valores esses sugeridos para experimentos de campo com culturas agrícolas.

Analisando os valores dos coeficientes de variação apresentados no Quadro 3, verificou-se que todos foram inferiores a 5,0, exceto para uma medida. Desta forma, pode se considerar que os acadêmicos mantiveram a preocupação com a qualidade analítica durante todas as etapas que envolveram o processo de fermentação.

Na tabela 9 encontram-se apresentados os valores médios obtidos nas três condições experimentais (CE1, CE2 e CE3) considerando as três replicatas para cada condição experimental em cada tempo estudado.

**Tabela 9** Valores das Avaliações Físico-químicas da Fermentação para a média geral das três condições experimentais

Parâmetros	Tempos de fermentação (horas)				
	0	6	12	18	24
Temperatura (°C)	27,39 <sup>d</sup>	29,51 <sup>c</sup>	31,47 <sup>b</sup>	32,22 <sup>a</sup>	29,62 <sup>b</sup>
DP	± 0,586	± 0,964	± 1,109	± 1,141	± 0,641
CV%	(2,14)	(3,27)	(3,52)	(3,54)	(2,16)
Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	15,00 <sup>a</sup>	10,17 <sup>b</sup>	6,02 <sup>c</sup>	3,341 <sup>d</sup>	0,00 <sup>c</sup>
DP	± 0,000	± 1,278	± 1,524	± 1,047	± 0,000
CV%	(0,00)	(12,56)	(25,32)	(31,33)	(0,00)
pH (a 25 °C)	4,53 <sup>a</sup>	4,33 <sup>b</sup>	3,98 <sup>c</sup>	3,81 <sup>d</sup>	3,61 <sup>c</sup>
DP	± 0,075	± 0,140	± 0,122	± 0,091	± 0,049
CV%	(1,66)	(3,24)	(3,06)	(2,38)	(1,36)
Acidez em ácido acético (g/100 mL)	0,161 <sup>c</sup>	0,259 <sup>d</sup>	0,360 <sup>c</sup>	0,413 <sup>b</sup>	0,479 <sup>a</sup>
DP	± 0,003	± 0,046	± 0,050	± 0,041	± 0,030
CV%	(2,07)	(17,96)	(13,89)	(9,90)	(6,22)

Etanol (°GL)	0,00 <sup>e</sup>	2,90 <sup>d</sup>	4,745 <sup>c</sup>	6,27 <sup>b</sup>	8,11 <sup>a</sup>
DP	± 0,000	± 0,486	± 0,762	± 0,498	± 0,066
CV%	(0,00)	(16,78)	(16,04)	(7,94)	(0,82)

Legenda: sinal de ± indica valores de Desvio Padrão das replicatas de cada parâmetro; Valores em % entre parênteses indicam Coeficiente de variação %; Letras (minúsculas) diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ( $p \leq 0,001$ ) por teste de Tukey para as médias

De forma geral, a temperatura média no tempo zero foi superior a 27°C e a final próxima de 30°C. Sendo que o aumento ocorreu de forma gradativa e significativa ( $p \leq 0,001$ ) conforme o esperado para que uma boa fermentação fosse desenvolvida. Sendo que nos tempos de 12 e 18 horas, foram atingidos os valores mais elevados.

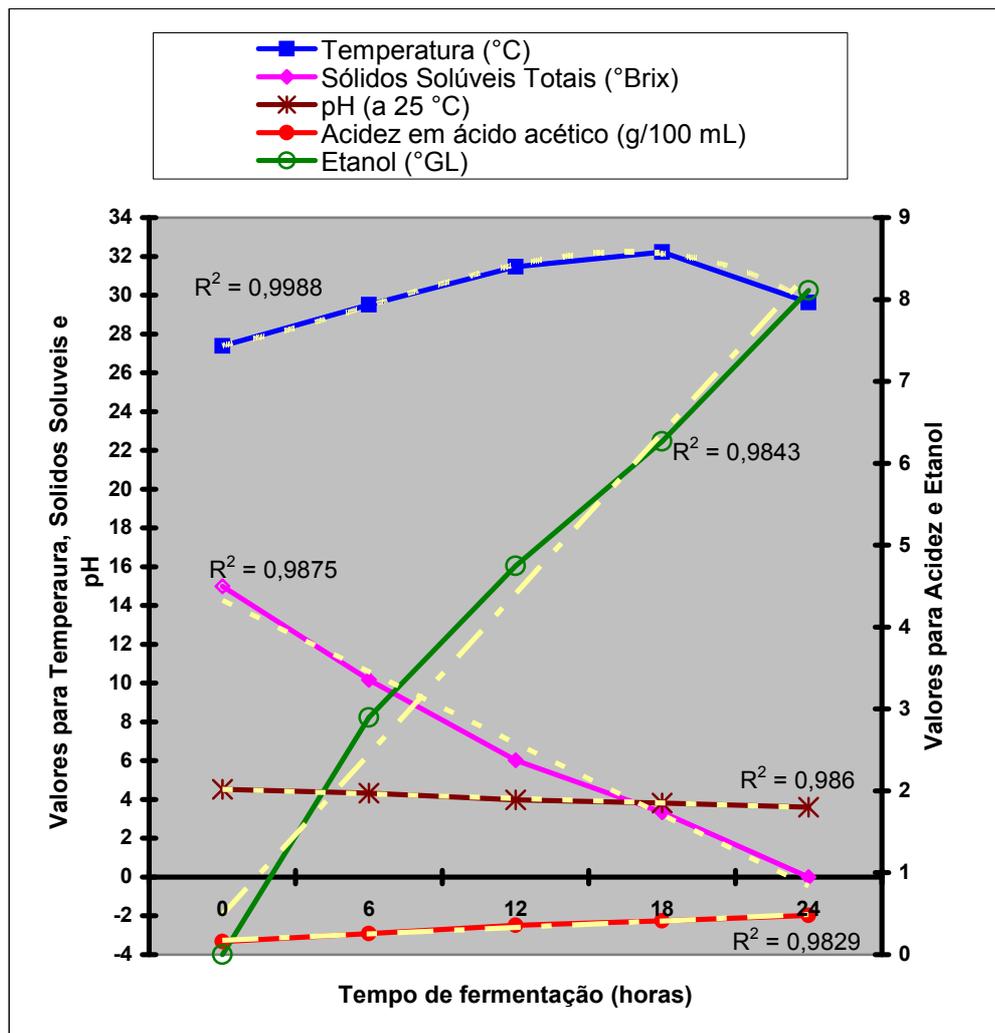
Os teores de sólidos solúveis, padronizados em 15°Brix, apresentou uma pequena variação entre as três condições experimentais, contudo, próximos entre si, o que fez com que os valores médios fossem reduzidos ( $p \leq 0,001$ ) à uma média de 5°Brix nos tempos 6 e 12 horas, 5°Brix a partir de 18h de fermentação.

As variações no pH foram pequenas com uma redução gradativa e significativa ( $p \leq 0,001$ ), iniciando-se com 4,53 e chegando após 24h a 3,61, conforme o esperado para uma experimentação com os seus respectivos controles. Por sua vez, os valores de acidez aumentaram de forma gradativa e proporcional ao tempo de fermentação, chegando a valores próximos de 500mg.(100mL de vinho)<sup>-1</sup>.

Os teores de álcool esperado para o final do processo era de aproximadamente 8°GL, assim sendo, o aumento gradativo e a pequena variação ocorrida nas três condições experimentais, indicaram que os controles foram fundamentais para a obtenção das características desejadas no mosto fermentado.

Analisando o coeficiente de variação como indicador das respostas das medidas analíticas, foi verificado que, ao analisar estatisticamente a variação ocorrida em todas as medidas de forma simultânea, ou seja, as três replicatas de cada medida para cada condição experimental, gerou-se um total de nove dados para cada parâmetro. Desta forma, a variação foi aumentada, como pode ser observada em todos os parâmetros. Contudo, as maiores variações foram observadas para sólidos solúveis, acidez e etanol, especificamente no período intermediário do processo fermentativo, oscilando entre 12 a 31%. Portanto, sendo valores considerados elevados quando comparados na avaliação individual de cada condição experimental.

Na Figura 26 encontram-se apresentados os valores do regressão linear para sólidos solúveis, pH, acidez e etanol e regressão poligonal de terceira ordem para temperatura, analisando através dos valores médios apresentados na tabela 9.



**Figura 26.** Valores médios para os parâmetros avaliados nas três condições experimentais com os seus valores de  $r^2$  obtidos por regressão linear

Os modelos de regressão são amplamente utilizados em todas as áreas do conhecimento, cujo objetivo é modelar o relacionamento entre diversas variáveis predictoras e uma variável resposta, podendo ser por uma equação linear ou uma função não linear.

A regressão linear simples é um método de análise da relação entre uma variável independente e uma variável dependente. Enquanto que o  $r^2$  é a medida de como a variável independente em uma análise de regressão linear simples pode explicar variações na variável dependente, seu valor situa-se em 0 (fraco ajuste) e 1 (ajuste perfeito). Usa-se o símbolo  $r^2$  porque é o quadrado do coeficiente de correlação amostral entre duas variáveis.

Os valores observados nos experimentos, quanto mais próximo da unidade se apresentar o valor do coeficiente de determinação ( $r^2$ ), os valores observados e estimados se equivalem (Lucio *et. al.*, 2001).

Analisando os valores de  $r^2$  obtidos da regressão linear dos resultados analíticos para cada parâmetro utilizado para monitorar as etapas do processamento, foi verificado que todos os valores de  $r^2$  foram superiores a 0,98, ou seja a 98%, indicando que existe uma boa correlação entre cada condição experimental e os valores obtidos para cada parâmetro.

Assim sendo, estes resultados possibilitaram argumentar que os acadêmicos foram capazes de conduzir esta etapa do projeto com responsabilidade e competência técnica,

fazendo com que os resultados apresentassem coeficiente de determinação ( $r^2$ ) próximo da unidade (1,0).

## 4.2.2 Características físico-químicas na Destilação

### 4.2.2.1 Volumes obtidos na destilação

No quadro 4 encontram-se apresentados os volumes das frações do destilado (cabeça, coração e cauda) e a graduação alcoólica do vinho, obtidos para cada repetição de cada condição experimental.

Os valores médios de 8,0°GL obtidos na graduação alcoólica encontraram-se dentro do esperado e a variação tanto entre as condições experimentais quanto nas suas respectivas replicatas foi extremamente baixa.

Os volumes de destilados para a fração coração variaram de 6,15 a 7,0L, sendo que esta variação foi correlacionada à alternância no delineamento experimental para cada destilação, para o qual procedeu-se uma aleatorização ao acaso entre dornas em que o mosto se encontrava de cada condição experimental. Por conseqüência, os valores para as frações cabeça e cauda, também mantiveram a proporcionalidade com que esta aleatorização ocorreu. No entanto, o propósito maior de manter as características apresentadas no Quadro 2 do item Materiais e Métodos, foram atendidas, ou seja, variações de 80, 85 e 90% de destilação da fração coração.

**Quadro 4.** Fracionamento em mL do volume máximo do destilado esperado.

Dorna	Fermentação	Condição experimental (aleatorizadas)	°GL do vinho	Volume em mL		
				Cabeça	Coração	Cauda
1	1 <sup>a</sup>	CE 1	8,18	390,00	6230,00	1170,00
2		CE 2	8,18	290,00	6620,00	880,00
3		CE 3	8,18	195,00	7010,00	585,00
1	2 <sup>a</sup>	CE 2	8,13	290,00	6580,00	870,00
2		CE 3	8,13	195,00	6965,00	580,00
3		CE 1	8,08	385,00	6155,00	1155,00
1	3 <sup>a</sup>	CE 3	8,08	190,00	6925,00	580,00
2		CE 1	8,08	385,00	6155,00	1155,00
3		CE 2	7,98	285,00	6460,00	855,00

### 4.2.2.2 Parâmetros físico-químicos do produto cachaça

Analisando as características físico-químicas para as cachaças obtidas nas três diferentes condições experimentais (CE1, CE2 e CE3), verificou-se que todas elas se encontravam dentro dos padrões de identidade e qualidade estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (Brasil, 2005).

Diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) só foram observadas para o teor alcoólico da fração do coração com 80% do volume do destilado (CE1) quando comparada às frações com 85% e 90% do volume do destilado (CE2 e CE3), respectivamente, que não variaram significativamente entre si. Os demais componentes estudados não apresentaram variação significativa para as frações de coração com 80%, 85% e 90% do volume do destilado.

Contudo, vale ressaltar que os valores de coeficiente de variação apresentados para muitos dos parâmetros foram elevados. Embora os indicadores não são os mesmos, estes resultados foram extremamente diferentes daqueles apresentados nos parâmetros físico-químicos da fermentação, cujas medidas foram desenvolvidas pelos acadêmicos.

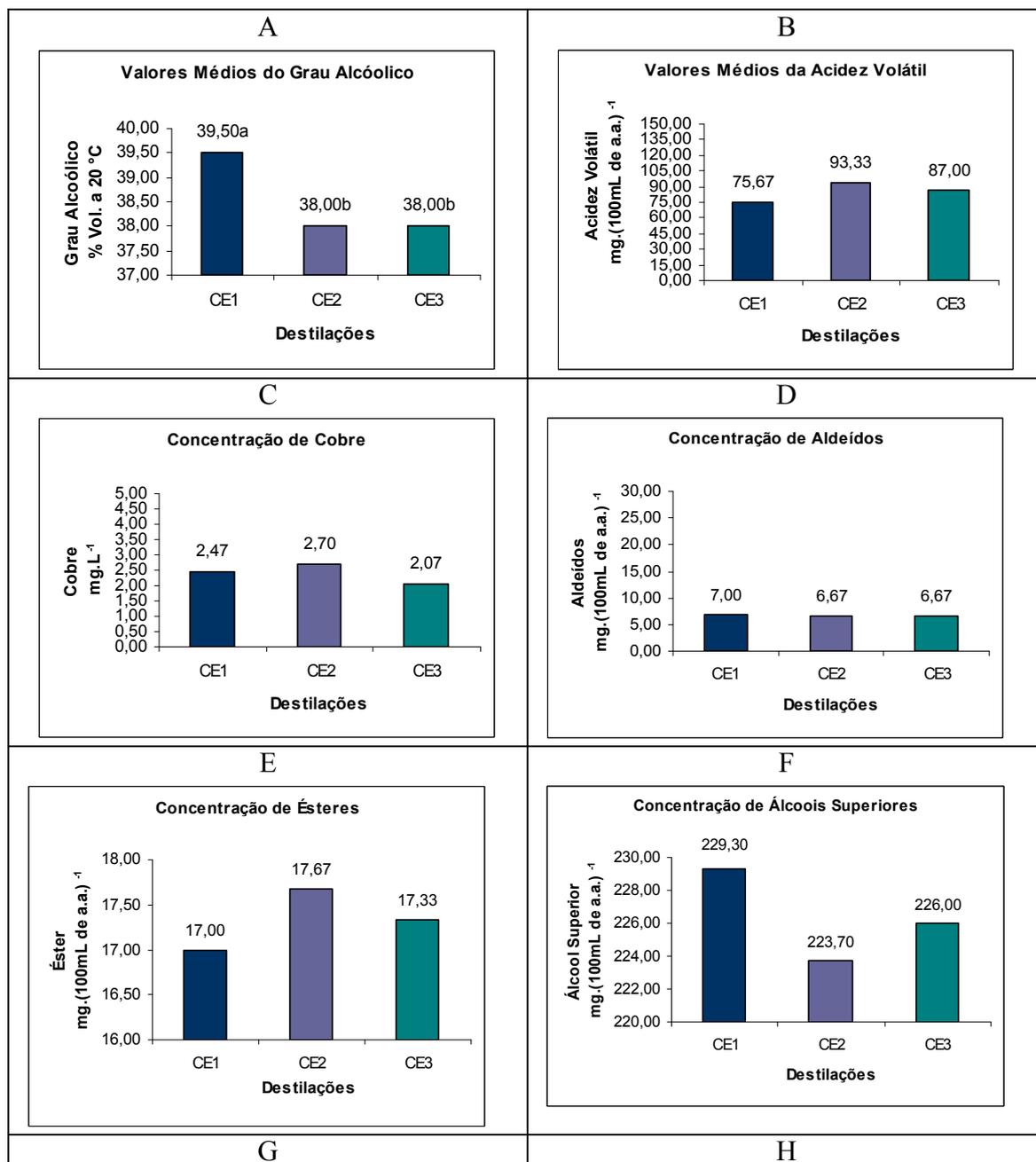
Na tabela 10, encontram-se apresentados os resultados dos parâmetros físico-químicos para o produto cachaça obtidos nas três condições experimentais (CE1, CE2 e CE3).

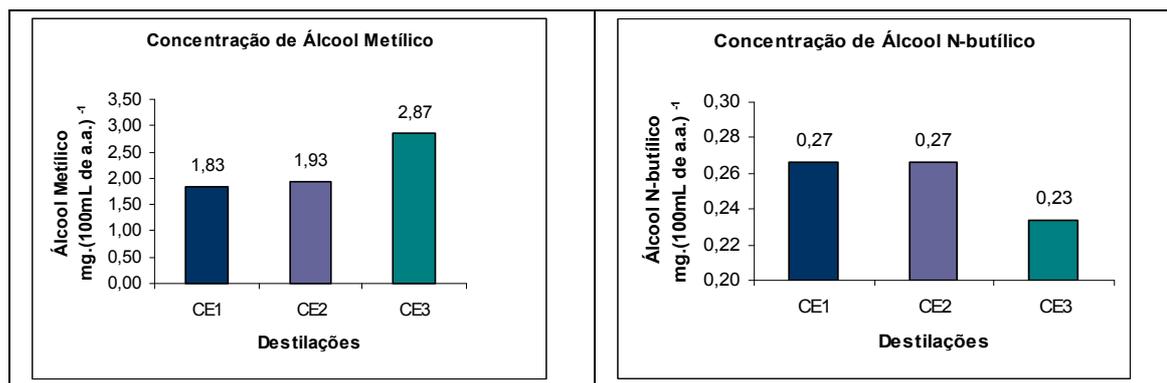
**Tabela 10** Valores médios das avaliações Físico-Químicas das amostras de cachaça obtidas das três condições experimentais

Parâmetros Físico-químicos	CE1 (Destilação 80%)	CE2 (Destilação 85%)	CE3 (Destilação 90%)
Exame organoléptico	Normal	Normal	Normal
Densidade	0,95a ± 0,0017 (0,18%)	0,95a ± 0,0004 (0,04%)	0,95a ± 0,0003 (0,03%)
Grau alcólico	39,50a ± 0,7211 (1,83%)	38,00b ± 0,0000 (0,00%)	38,00b ± 0,0000 (0,00%)
acidez volátil	75,67a ± 20,2100 (26,71%)	93,33a ± 25,5400 ( 27,37%)	87,00a ± 8,0000 (9,20%)
Cobre	2,47a ± 0,5686 (23,05%)	2,70a ± 0,4000 (14,81%)	2,07a ± 0,2517 (12,18%)
Aldeídos	7,00a ± 1,0000 (14,29%)	6,67a ± 0,5774 (8,66%)	6,67a ± 0,5774 (8,66%)
Éster	17,00a ± 3,0000 ( 14,65%)	17,67a ± 2,5170 (14,24%)	17,33a ± 2,0820 (12,01%)
Álcool superior	229,30a ± 1,5280 (0,67%)	223,70a ± 7,5060 (3,36%)	226,00a ± 3,4640 (1,53%)
Álcool metílico	1,83a ± 1,5890 (86,69%)	1,93a ± 1,6770 (86,76%)	2,87a ± 0,2517 (8,78%)
Álcool N-propílico	21,33a ± 3,5120 (16,47%)	21,00a ± 4,0000 (19,05%)	22,00a ± 1,7320 (7,87%)
Álcool Iso-butílico	47,33a ± 0,5774 (1,22%)	46,00a ± 1,0000 (2,17%)	46,00a ± 0,0000 (0,00%)
Álcool Iso-amílico	160,70a ± 2,0820 (0,36%)	156,70a ± 2,5170 (0,64%)	158,00a ± 1,7320 (0,00%)
Álcool Sec-butílico	ND	ND	ND
Álcool N-butílico	0,27a ± 0,0577 (21,65%)	0,27a ± 0,0577 (21,65%)	0,23a ± 0,0577 (24,75%)
Componentes Secundários	323,00a ± 14,8000 (4,58%)	341,30a ± 20,5500 (6,02%)	337,70a ± 6,6580 (1,97%)
Furfural + hidroximetilfurfural	ND	ND	ND

Legenda: sinal de  $\pm$  indica valores de Desvio Padrão das replicatas de cada parâmetro ; Valores em % entre parênteses indicam Coeficiente de variação %; ND – Não Detectado; Normal – indicação sem alteração; Letras (minúsculas) diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) por teste de Tukey para as médias

A figura 27 ilustra os valores médios dos resultados dos principais parâmetros físico-químicos das amostras de cachaça obtidas das três condições experimentais (CE1, CE2 e CE3).





**Figura 27.** Média dos resultados dos principais parâmetros físico-químicos.

Considerando que o produto analisado neste trabalho compreendeu somente as etapas de produção e não de envelhecimento, os resultados encontrados, independentemente deste fator, necessitam atender as normas do Padrão de Identidade e Qualidade para Aguardentes do MAPA (Brasil, 2005a). Contudo, estes resultados encontram-se compatíveis com aqueles descritos por alguns pesquisadores que analisaram cachaças cujas condições experimentais não foram as mesmas utilizadas neste trabalho. Assim, fazendo uma análise dos componentes individuais, foram verificados:

**Teor alcoólico real** com valores médios entre 38 a 39,5°GL, estando eles dentro dos recomendados pelo MAPA de 38,00 a 48,00%v.v<sup>-1</sup> (Brasil, 2005a).

Estes resultados estão próximos dos valores mínimos descritos por alguns autores, como Masson (2005) que mediu o teor alcoólico real para a fração de coração em aguardente de cana-de-açúcar e constatou que este apresentou valores médios na faixa de 38,00% a 50,44 % v.v<sup>-1</sup>. Cantão (2006), também, encontrou para 10 marcas de aguardentes valores entre 37,00% a 54,00% v.v<sup>-1</sup>, com média de 42,6% v.v<sup>-1</sup>. Enquanto que, Barcelos (2006), analisando aguardentes de diferentes regiões de Minas Gerais encontrou valores médios que variaram de 40,80% a 44,75% v.v<sup>-1</sup>.

**Acidez Volátil** com os valores entre 75,6 a 93,3mg.(100mL de a.a.)<sup>-1</sup>, atendendo aos padrões de identidade e qualidade do MAPA que são no máximo de 150mg.(100mL de a.a.)<sup>-1</sup> (Brasil, 2005a).

Os valores de acidez encontrados neste trabalho, apresentaram-se mais próximos aos valores máximos descritos por Masson (2005) que constatou valores médios na faixa de 16,03mg.100mL<sup>-1</sup> de a.a. a 100,96mg.100mL<sup>-1</sup> de a.a. Assim como daqueles apresentados por Barcelos (2006), cujos valores médios que variaram de 38,87 a 111,01mg.(100mL de a.a.)<sup>-1</sup> Por outro lado, encontram-se superiores aos valores médios de 59,6mg.(100mL de a.a.)<sup>-1</sup> descritos por Cantão (2006), sendo que este autor encontrou valores que variaram de 20,08 a 193,73mg.(100mL de a.a.)<sup>-1</sup>

**Cobre** com valores variando de 2,07 a 2,70 5mg.L<sup>-1</sup> atendendo ao máximo de 5mg.L<sup>-1</sup> dos padrões de identidade e qualidade do MAPA (Brasil, 2005a).

Estes valores foram próximos aos valores máximos descritos por Barcelos (2006), que variaram de 0,82 a 2,52 mg.L<sup>-1</sup>, assim como dos valores mínimos descritos por Masson (2005) cuja variação para este parâmetro foi de 1,98 a 6,15mg.L<sup>-1</sup>.

**Aldeídos** apresentaram valores de 6,7 a 7,0mg.(100mL de a.a.)<sup>-1</sup> estando dentro dos padrões de no máximo de 30mg.(100mL de a.a.)<sup>-1</sup> estabelecidos pelo MAPA (Brasil, 2005a).

Valores estes baixos, contudo, compatíveis com os valores mínimos encontrados por Barcelos (2006) e Masson (2005), com valores mínimos de 8,57 e 8,34 34 mg.(100mL de a.a.)<sup>-1</sup>, respectivamente, e ainda superiores aos valores mínimos descritos por Cantão (2006) de 5,68mg.(100mL de a.a.)<sup>-1</sup> Por outro lado, os valores máximos encontrados por estes autores

foram muito mais elevados do que os deste trabalho sendo 13,74; 116,20 e 24,45 20mg.(100mL de a.a.)<sup>-1</sup>, respectivamente.

**Ésteres** com valores de 17,0 a 17,7mg.(100mL de a.a.)<sup>-1</sup>, está dentro do máximo de 200mg.(100mL de a.a.)<sup>-1</sup> recomendado pelo MAPA (Brasil, 2005a).

Os valores de ésteres apresentados foram superiores ao valor mínimo descrito por Cantão (2006) de 13,25mg.(100mL de a.a.)<sup>-1</sup>, porém a média de 31,60mg.(100mL de a.a.)<sup>-1</sup> que este autor descreveu foi muito mais elevada. Da mesma forma, Barcelos (2006) e Masson (2005) encontraram valores mínimos para ésteres superiores a 20,0mg.(100mL de a.a.)<sup>-1</sup> [22,31 e 27,57 mg.(100mL de a.a.)<sup>-1</sup>, respectivamente] e valores máximos de 65,10 e 70,42 mg.(100mL de a.a.)<sup>-1</sup>, respectivamente.

**Álcool superior** apresentou uma variação de 223,7 a 229,3 mg.(100mL de a.a.)<sup>-1</sup>, contudo, dentro dos padrões de no máximo de 360mg.(100mL de a.a.)<sup>-1</sup> estabelecidos pelo MAPA (Brasil, 2005a).

Estes valores foram muito mais elevados do que os valores mínimos descritos por Cantão (2006); Masson (2005); e Barcelos (2006) que relataram como valores mínimos 121,45; 163,92 e 176,58 mg.(100mL de a.a.)<sup>-1</sup>, respectivamente. Contudo, os valores máximos foram mais compatíveis com aqueles descritos por Barcelos (2006) de 235,12 mg.(100mL de a.a.)<sup>-1</sup>, e, foram consideravelmente inferiores a 275,17 e 319,67 mg.(100mL de a.a.)<sup>-1</sup> descritos por Cantão (2006); Masson (2005), respectivamente.

Não foi detectada a presença de **furfural e hidroximetilfurfural** em nenhuma das amostras analisadas, no entanto, os três autores que estão sendo utilizados como referência nesta discussão de resultados, ao analisarem amostras da fração coração nas suas condições de trabalho, encontraram furfural e hidroximetilfurfural, sendo que para a soma destes, os menores valores foram encontrados nas cachaças de Minas Gerais por Barcelos (2006) e Cantão (2006), enquanto que Masson (2005) encontrou os valores mais elevados [0,20 a 1,02 mg.(100mL de a.a.)<sup>-1</sup>; 0,32 a 5,76 mg.(100mL de a.a.)<sup>-1</sup> e 0,63 a 8,80 mg.(100mL de a.a.)<sup>-1</sup>, respectivamente].

**Álcool metílico (metanol)** apresentou os valores de 1,83 a 2,87mg.(100mL de a.a.)<sup>-1</sup> que também estão dentro dos padrões de no máximo de 20mg.(100mL de a.a.)<sup>-1</sup> estabelecidos pelo MAPA (Brasil, 2005a).

Diferente dos demais parâmetros, os valores encontrados neste trabalho foram extremamente mais elevados do que os descritos por Masson (2005); Cantão (2006) e Barcelos (2006) cujos valores mínimos variaram de 0,01 a 0,07 mg.(100mL de a.a.)<sup>-1</sup> e os máximos de 0,03 a 0,12 mg.(100mL de a.a.)<sup>-1</sup>.

Os **componentes secundários** apresentaram valores de 323 a 341 mg.(100mL de a.a.)<sup>-1</sup>, estando, também, dentro dos padrões de identidade e qualidade cujo valor mínimo é de 200 e o máximo de 360 mg.(100mL de a.a.)<sup>-1</sup>, conforme estabelecido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2005a).

**Álcool N-butílico** apresentou valores baixos, variando de 0,26 a 0,27 mg.(100mL de a.a.)<sup>-1</sup>, estando estes dentro dos valores máximos de 3 mg.(100mL de a.a.)<sup>-1</sup> referendados como padrões de identidade e qualidade pelo MAPA (Brasil, 2005a).

Não foi detectada a presença do **álcool séc-butílico** em nenhuma das amostras analisadas. E, os contaminantes acroleína, carbamato de etila, chumbo e arsênio não foram analisados neste trabalho.

### 4.3 Avaliação Sensorial

As análises sensoriais foram realizadas após obtermos os resultados das análises físico-químicas, através de testes para avaliar diferenças significativas entre as condições experimentais e teste de aceitação do consumidor.

#### 4.3.1 Teste triangular

O teste triangular por ser da categoria dos testes discriminativos, a sua utilização possibilita a avaliação de diferenças direcionais ou não direcionais entres diferentes condições experimentais, no qual o provador é induzido a identificar a diferença em um conjunto de três amostras, das quais toma ciência de que duas são iguais e somente uma é diferente (MEILGAARD *et. al.*, 1999, BI, 2006). Ainda que neste teste ocorra a indução da resposta, a possibilidade de acertos casuais é de 1/3, portanto, ele é indicado para avaliar simples diferenças entre amostras.

Assim sendo, a escolha do teste triangular como um dos métodos para detectar diferenças entre as replicatas de cada uma das condições experimentais estudadas foi adequada, portanto, os seus resultados foram considerados confiáveis, uma vez que o propósito foi verificar se as repetições de cada condição experimental desenvolvidas pelo grupo de acadêmicos com a mesma cautela necessária, para que ocorresse a reprodução de cada uma dessas condições, e assim, possibilitar a validação deste trabalho. No teste, procederam-se três repetições para cada delineamento experimental. Uma vez que o mesmo apresenta possibilidades de acertos ao acaso muito alto. Assim sendo, os provadores necessitaram fazer um número elevado de testes sensoriais, onde foram avaliadas as possíveis variações dentro de cada condição experimental estudada.

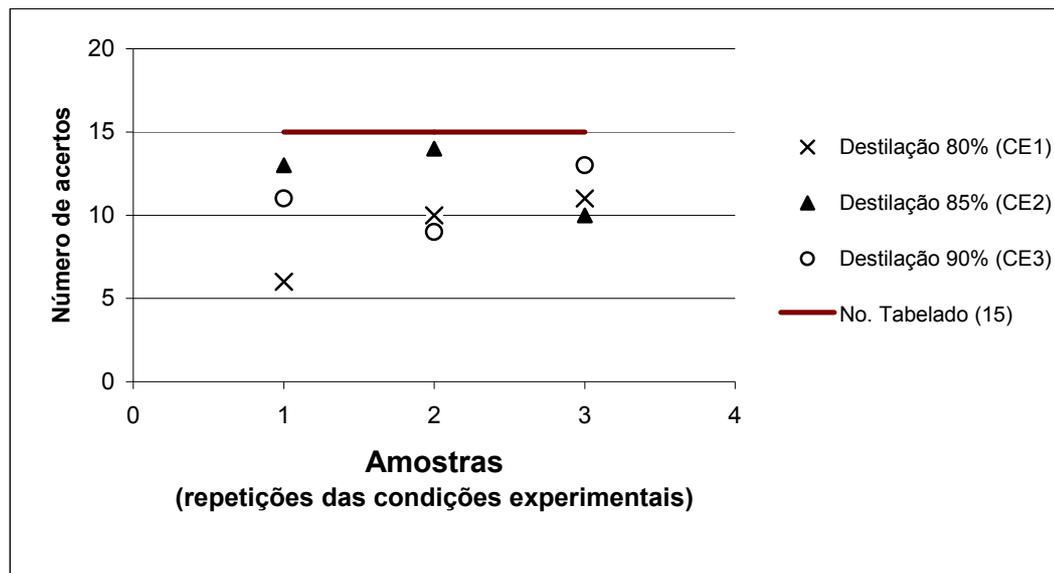
Para este teste, o provador não necessitou deglutir a amostra, fator este que possibilitou o desenvolvimento das sessões dos testes sensoriais em um intervalo de tempo menor, garantindo a confiabilidade dos seus resultados.

Diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) não foram apresentadas em relação as três replicatas de cada uma das três condições experimentais estudadas. Considerando que, seriam necessários um número mínimo de 15 acertos para que fossem observadas diferenças, quando da utilização de um total de 30 testes, conforme tabela de  $\chi^2$  sugerida por O' MAHONY, *Apud FERREIRA et. al.* (2000) para a avaliação estatística para o teste triangular.

Assim, estes resultados confirmaram que os acadêmicos desenvolveram as atividades referentes ao processamento de forma adequada, fazendo com que no produto não fossem percebidas diferenças significativas entre cada uma das repetições de cada condição experimental.

Este também é um fator que permite uma correlação direta com o nível de responsabilidade e maturidade com que os estudantes assumiram cada etapa do desenvolvimento do projeto de pesquisa.

Na Figura 28, encontram-se apresentados os resultados do teste triangular.



**Figura 28** Distribuição do número de acertos para o teste triangular em cada condição experimental e entre as suas três replicatas de processo

#### 4.3.2 Teste de comparação múltipla

O teste de comparação múltipla, também é um dos testes recomendados, dentro da categoria de testes discriminativos, para avaliar diferenças entre amostras. A sua escolha para este trabalho se deu em função da sua característica metodológica que consiste na comparação de uma ou mais amostras a serem analisadas que serão avaliadas em relação a uma amostra padrão ou de referência.

Este método apresenta como especificidade a avaliação pelos provadores da própria amostra padrão, sendo que esta é inserida dentro do conjunto de amostras a serem provadas, de forma codificada para que o provador não a identifique. Esta conduta refere-se à necessidade de verificar se o provador consegue identificar uma amostra igual a aquela que lhe foi informada que seria o padrão (MEILGAARD *et. al.*, 1999, BI, 2006). E, desta forma, é possível verificar a sua habilidade no teste que requer treinamento e repetibilidade dos seus resultados. As repetições requeridas são também de um mínimo de três, assim como, no teste triangular. No entanto, neste estudo foram elaboradas quatro repetições do teste, uma vez que os provadores não puderam passar por um treinamento mais adequado para a análise das amostras.

Os valores médios das notas obtidas no teste de comparação múltipla, através de uma escala de nove pontos, para os atributos aroma, sabor e acidez (queimação na deglutição) estão descritos na Tabela 11.

**Tabela 11** Valores médios das notas obtidas para os atributos aroma, sabor e acidez (queimação na deglutição) no teste de comparação múltipla.

Atributos	Amostras		
	Destilação 80% (CE1)	Destilação 85% (CE2)	Destilação 90% (CE3)
Aroma	4,00 <sup>a</sup>	4,20 <sup>a</sup>	4,30 <sup>a</sup>
Sabor	5,63 <sup>a</sup>	5,58 <sup>a</sup>	5,18 <sup>a</sup>
Acidez (queimação na deglutição)	5,38 <sup>a</sup>	5,45 <sup>a</sup>	5,18 <sup>a</sup>
MDS	0,047	0,074	0,085

Legenda: CE – condição experimental; MDS – mínima diferença significativa; Letras sobrescritas - iguais, na mesma linha, indicam que não existe diferença significativa (nível de 5%) por teste de médias de Dunnett.

Ao analisar as três diferentes condições experimentais, cujos valores percentuais de destilação da fração coração foram aumentadas em relação a 80% (CE1), verificou-se que as frações 85% e 90% de destilação (CE2 e CE3), apresentaram tanto o aroma quanto o sabor e a acidez similares a CE1, sem diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ). Ainda que, no aroma o escore médio das notas atribuídas quanto ao nível de diferença que a escala de avaliação apresentou (Anexo VII) tenha sido maior para a CE3 e, para este atributo a avaliação apresentou uma ordenação crescente nos resultados conforme o teor da fração destilada cujos escores médios foram 4,0; 4,2 e 4,3 para CE1, CE2 e CE3, respectivamente. O valor próximo da nota quatro (4,0) na escala de avaliação correspondeu a uma equivalência “*ligeiramente menos forte que o padrão*”. Por outro lado, no sabor a ordenação foi decrescente com os escores médios de 5,63; 5,58 e 5,18, respectivamente, correspondendo na escala a equivalência entre “*igual ao padrão*” e “*ligeiramente mais forte que o padrão*”. Na percepção da acidez, que foi analisada como queimação na deglutição, que é característico para a cachaça com maior teor de acidez, que por sua vez mantém uma grande correlação numa percentagem de destilado maior, conforme o CE3. Contudo, na resposta sensorial, este fator não promoveu diferença entre os níveis de destilação, apresentando, também a equivalência entre “*igual ao padrão*” e “*ligeiramente mais forte que o padrão*”, neste atributo o maior valor do escore médio foi para a fração 85% (CE2) e menor na 90% (CE3).

Assim sendo, foi possível afirmar que a percepção do aroma, do sabor e da queimação na deglutição não sofreu qualquer influência na destilação com o aumento de 5% ou 10% na fração do destilado de coração.

#### 4.3.3 Teste de aceitação

O teste de aceitação é usado para avaliar a correlação entre o produto e o consumidor. Desta forma, é caracterizado como um teste afetivo.

A afetividade, segundo Rodrigues *et. al.* (1989) *Apud* PINTO (2007) pode ser considerada como o conjunto de emoções, os sentimentos e as paixões, procuram a descrição dos respectivos estados de consciência. E ainda, Doron e Parot (2001) *Apud* PINTO (2007) afirmam que essa palavra refere-se a “...noção de uma extensão e de uma compreensão muito vaga, englobando estados diversos como as emoções, as paixões, os sentimentos”. Assim sendo, o consumidor é capaz de, através de um teste de aceitação, expressar a sua percepção em relação a um produto correlacionando-o com suas emoções.

A verificação da aceitação de um produto, geralmente objetiva analisar a otimização da sua formulação, o seu potencial de mercado e a ainda, na análise da aceitação pode refletir o grau de preferência do produto dentro da sua categoria. O grupo de consumidores a participar dos testes deve ser representativo de um segmento da população a que o produto se

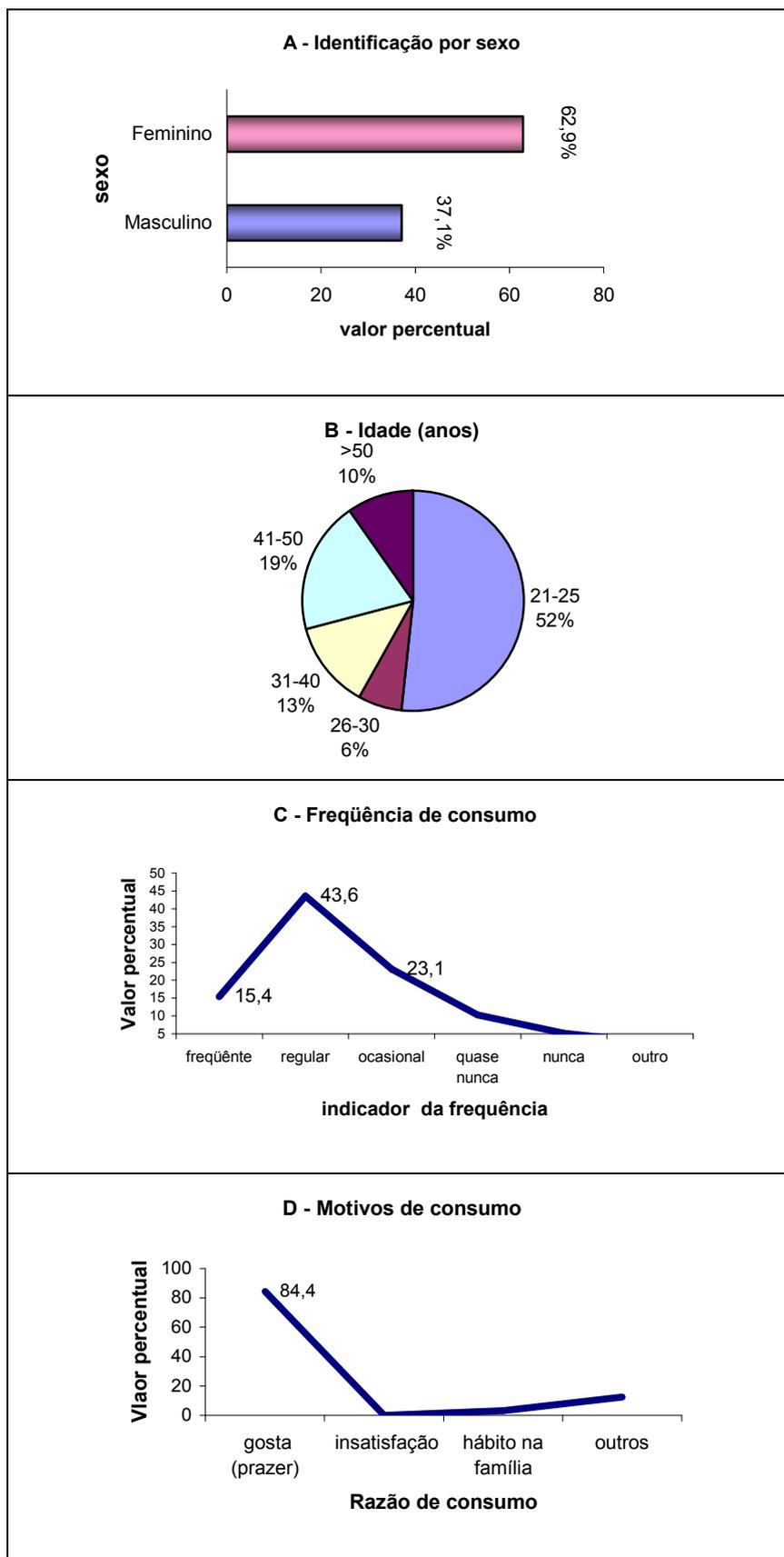
destina, isto possibilitará a estimativa de algumas conclusões sobre os hábitos, atitudes e preferências deste público. Fatores como: frequência de consumo do produto, idade, sexo, localização demográfica, classe social, dentre outros, são relevantes para a aplicação dos testes, assim como para a análise dos seus resultados (FARIA e YOTSUYANAGI, 2002; CARDELLO e FARIA, 2000).

Considerando as características para um teste afetivo, foram convidados a fazerem o teste de aceitação os indivíduos considerados como consumidores potenciais de cachaça.

A caracterização dos consumidores por sexo, faixa etária, com que frequência consumia cachaça e suas razões de consumo, foram analisadas por frequência percentual das suas respostas, cujos resultados encontram-se apresentados na Figura 29.

O perfil dos consumidores foi diferente do perfil da população brasileira em relação às variáveis faixa etária e sexo (Figura 37 A e B). Constituído, em sua maioria, por pessoas do sexo feminino (62,9%) e com faixa etária entre 21 e 25 anos (52%). Diferentemente do grupo de provadores descritos no trabalho realizado por Carneiro (2007), cuja maioria dos consumidores era do sexo masculino (95,8%) e 70,8% tinham idade entre 20 e 49. Quanto à faixa etária jovem, esta característica foi similar à descrita por Saviano *et. al.* (2007) que compôs um grupo de provadores com idade entre 18 e 29 na Universidade Federal da Paraíba (UFPB), contudo, a prevalência foi do sexo masculino.

As diferenças entre esses perfis levam a crer que existe uma diversidade entre os consumidores de cachaça. A região de Minas Gerais tem sido caracterizada com uma maior prevalência de preferência da bebida por mulheres. Quanto à idade, tanto os resultados deste estudo quanto os de Saviano *et. al.* (2007) são preocupantes, uma vez que os respectivos testes foram elaborados em ambiente acadêmico e o diagnóstico em relação à idade, indica que ações devem ser planejadas com um propósito orientador quanto às implicações na saúde ao longo prazo da ingestão do álcool, que se caracteriza como uma droga com elevado potencial tóxico.



**Figura 29** Caracterização dos consumidores por sexo, faixa etária, frequência e motivos de consumo de cachaça.

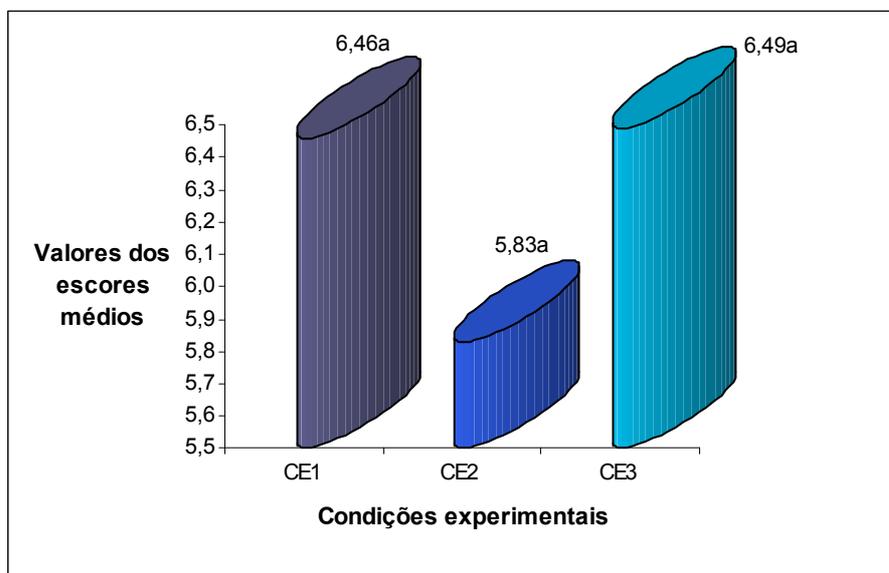
O consumo regular, ou seja, a ingestão da bebida de duas a três vezes ao mês, foi identificado em uma grande parte dos provadores (43,6%), seguido do consumo ocasional (uma vez ao mês) com uma frequência de 23,1% (Figura 37 C). Por outro lado, o consumo freqüente foi expressivo (15,4%), uma vez que este se refere a uma ingestão de uma ou mais vezes por semana. Estes indicadores foram similares aos descritos por Carneiro (2007) que, por sua vez, constatou que 21,0% dos seus provadores ingeriam o produto duas vezes por mês e 29,0% uma vez por mês. Por outro lado, foram divergentes quando o autor descreveu uma ingestão semanal de 42,0% do seu grupo de consumidores.

O consumo de cachaça pelos brasileiros tem expandido, juntamente com a produção da bebida, possivelmente, deve-se a implementação na indústria dos sistemas de qualidade da sua produção.

Analisando os motivos que levam estes provadores a consumirem cachaça (Figura 37 D), observou-se que o prazer do consumo da bebida foi um fator determinante neste grupo de consumidores (84,4%). Desta forma, os resultados do teste de aceitação podem ter sido influenciados por esta característica dos indivíduos. Isto também vem reforçar a constatação de Aguiar (2004), que a cachaça deixou de ser, somente, bebida de botequins e das classes mais pobres, passando a ser consumida em bares e ambientes mais sofisticados. Esse autor ressalta ainda que o mercado de cachaça no Brasil tem passado por recentes transformações, mostradas, principalmente, por certa elitização do produto.

### Impressão Global

Os valores médios das notas atribuídas para a impressão global das amostras das três condições experimentais (CE1, CE2 e CE3), utilizando a escala hedônica de nove pontos, que variou do desgostei muitíssimo com pontuação 1 a gostei muitíssimo com pontuação 9), encontram-se apresentados na Figura 30. Sendo que o valor do MDS (mínima diferença significativa) pelo teste de médias de Tukey, com 5% de significância, foi de 0,72.

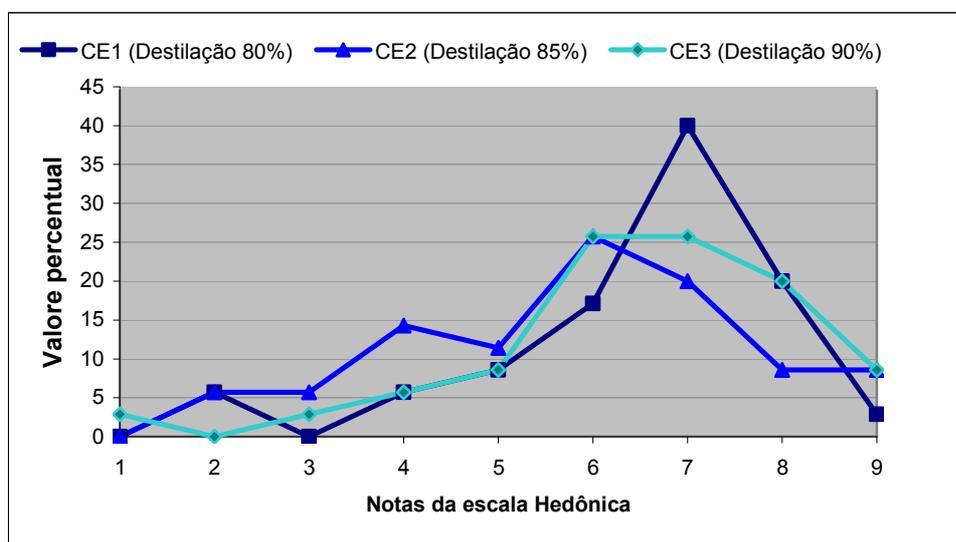


**Figura 30** Valores médios das notas atribuídas para a impressão global das amostras

Para a aceitação, os provadores fizeram esta avaliação de forma global, ou seja, após experimentar o seu aroma, sabor e deglutir para verificar a acidez, puderam informar a sua afetividade com a amostra, usando os termos apresentados na escala hedônica.

Diferenças significativas não foram verificadas na aceitação das três condições experimentais ( $p \leq 0,05$ ). As amostras com 80% e 90% de fração destilada (CE1 e CE3, respectivamente) apresentaram valores dos seus escores médios extremamente próximos entre si (6,46 e 6,49, respectivamente), enquanto que na CE2 (85% de fração destilação) este foi ligeiramente menor, contudo não diferente das demais.

Analisando a distribuição percentual das notas atribuídas e apresentadas na Figura 31, foi verificado que a amostra CE1 obteve uma predominância de notas sete e oito que correspondem na escala hedônica a “*gostei regularmente*” e “*gostei muito*”, respectivamente. A amostra CE2 foi a que obteve maior percentual de notas inferiores a cinco. Porém obteve notas seis (“*gostei ligeiramente*”) e sete em maior proporção, e ainda, as notas nove (“*gostei muitíssimo*”) que lhe foram atribuídas, contribuíram para a sua aceitação. A amostra CE3 apresentou-se intermediária às duas primeiras quanto ao percentual de notas sete, e foi similar a CE2 nas notas seis e nove, assim como a CE1 nas notas oito. Assim sendo, na sua aceitação ocorreu uma predominância de notas superiores a seis.



**Figura 31.** Valor percentual das notas atribuídas numa escala de nove pontos para as três condições experimentais.

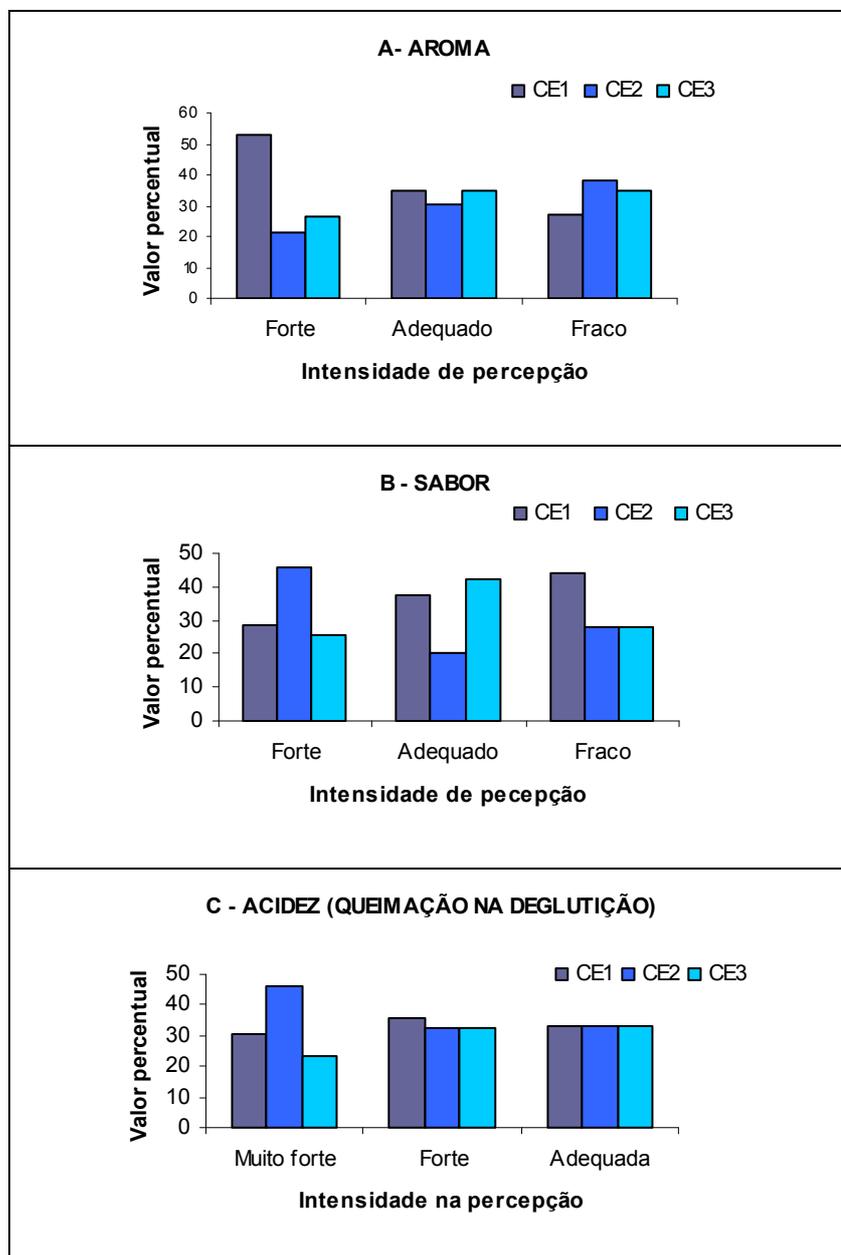
De forma geral, os escores médios de aceitação para as três amostras foram baixos, considerando a característica dos provadores. No entanto, todas poderiam ser consideradas aceitas, uma vez que as suas médias de aceitação foram superiores a cinco e próximas de seis.

Valores baixos para os escores médios foram também descritos nos resultados apresentados por Isique *et. al.* (1998) quando avaliou a aceitação de aguardentes brasileiras envelhecidas, os escores médios variaram de 3,06 a 5,24. Diferentemente, Ferreira *et. al.* (2005) ao avaliar a aceitação de uma aguardente de mandioca encontrou escores médios superiores a 7,0.

Na figura 32 encontram-se apresentadas a distribuição percentual da intensidade do aroma, sabor e acidez (queimação na deglutição) que influenciaram na aceitação.

As amostras deste estudo, não apresentavam propriedades que pudessem realçar o seu aroma ou sabor, de forma que fossem percebidos pelo consumidor, uma vez que não havia passado por um processo de envelhecimento e, nesta etapa é que estes atributos serão desenvolvidos e ressaltados nas cachaças, mantendo uma correlação com as características do envelhecimento. Assim, quando outros compostos entrarem na composição do produto, certamente mudanças sensoriais poderão ser percebidas.

A acidez é um atributo que poderia ter contribuído para uma maior percepção entre as amostras, uma vez que a destilação da fração coração em maior proporção, permite que ácidos orgânicos sejam arrastados.



**Figura 32.** Distribuição percentual da intensidade do aroma, sabor e acidez (queimação na deglutição) que influenciaram na aceitação.

Na avaliação físico-química foi verificado que a acidez aumentou com o aumento da proporção da destilação, ainda que não tenha sido estatisticamente diferentes entre si, na deglutição poderia ter sido percebida. Outro fator que poderia contribuir seria o teor alcoólico, assim, a amostra CE1, apresentou um teor alcoólico de 39,5 °GL, enquanto que nas outras duas o foi de 38,0 °GL.

Analisando a Figura 32, verificou-se na amostra CE1 que o aroma foi considerado

mais forte (52,6%) que nas demais, possivelmente este foi associado à percepção do teor alcoólico. Por outro lado, o seu sabor ficou entre fraco a adequado (44,0 e 37,8%, respectivamente) e percepção da queimação na deglutição ficou um pouco confusa para os provadores, promovendo uma distribuição percentual em torno de 30% para a identificação de muito forte, forte ou fraca.

Na amostra CE2 o aroma fraco a adequado foi mais pontuado, com um sabor forte (47,5%) e uma percepção da acidez (queimação na deglutição) muito forte (46,2%). Possivelmente, a maior percepção de sabor e queimação contribuíram para a pontuação com as notas quatro e cinco da escala hedônica, e assim reduzindo os valores de escores médios.

Estes três descritores se apresentaram na amostra CE3 como um aroma fraco a adequado (35,1 e 34,7%, respectivamente), um sabor adequado (42,2%) e uma acidez entre forte e fraca (33,3 e 32,3%, respectivamente).

Segundo BOZA e OETTERER (1999), a produção de cachaça pode ser dividida em quatro etapas: moagem e diluição do caldo de cana-de-açúcar, fermentação, destilação e envelhecimento. Por melhor que sejam realizadas as três primeiras etapas do processo produtivo, o destilado recém obtido apresentará sabor seco, ardente e um aroma não muito agradável. Dessa forma, o envelhecimento se torna fundamental para que a cachaça adquira as características desejadas pelos seus consumidores, pois ao longo deste período a bebida adquire atributos necessários de aroma e sabor típicos de bebidas de qualidade.

## 5 CONCLUSÕES

Na avaliação da aprendizagem, os estudantes necessitam fazer interdisciplinaridade a exemplos da Química, Física Aplicada, Matemática, Biologia, Microbiologia, Bioquímica, Análise Físico-Química da Cachaça, Análise Sensorial, Estatística, Informática Aplicada e Gestão Ambiental.

Na etapa do processamento do produto e os seus controles, a média para cada sujeito aumenta gradativamente nos testes na medida em que a aprendizagem se concretiza, chegando ao último teste com uma maior homogeneidade nas respostas de todo o grupo.

O envolvimento dos alunos em atividades aplicativas, contribui para a melhoria do seu nível de conhecimento nesta área do saber, haja vista, as diferenças extremamente elevadas entre o primeiro e o segundo teste (TI e TII), chegando a valores superiores a 20% para dois sujeitos e em menor proporção (superiores a 10%) para outros cinco. No último teste (TIV), os dois sujeitos anteriormente com maior índice de variabilidade nos seus níveis de concordância, se superaram, conseguindo os maiores valores percentuais (25,2 e 34,9%) de diferença em relação ao TI, demonstrando a grande contribuição dos conhecimentos adquiridos com as disciplinas e a atividade da pesquisa.

Os resultados obtidos na avaliação sensorial indicam que os estudantes compreendem bem a área, por meio das atividades teórico-práticas desenvolvidas, uma vez que não apresentaram diferenças significativas entre o teste inicial (TI) e o final (TII). Os sujeitos conseguem fazer uma boa correlação dos conceitos obtidos na disciplina com as atividades do projeto, assim a sua participação nas etapas de desenvolvimento de um projeto teórico-prático, colabora para o aprimoramento da aprendizagem.

A análise de imagens capturadas durante as etapas do desenvolvimento deste trabalho, demonstra que os estudantes modificam o seu comportamento, ocasionando aumento de maturidade, com ampliação da responsabilidade com as suas atividades, aplicando o conhecimento técnico e científico para propor soluções aos problemas apresentados, usando da sua criatividade e habilidade.

Apenas a fração de coração com 80% do volume do destilado possui variação significativa quanto a grau alcoólico, quando comparado às frações com 85% a 90%, porém não para os outros compostos, relacionando ainda a similaridade sensorial entre eles, o que poderia decidir por 90% de destilado em vez de 80% e 85%, considerando a alteração no grau alcoólico.

Sensorialmente, as três frações de coração destiladas não diferem por meio de testes discriminativos e teste de consumidor.

O presente trabalho demonstra a importância de vincular os acadêmicos às novas tecnologias e ao mundo da pesquisa aplicada, contribuindo para a construção do próprio conhecimento. Na prática, eles inovam, sugerem e propõem soluções usando a criatividade diante dos problemas inerentes à produção de cachaça, aplicando conhecimento técnico científico e se desenvolvendo. Dessa maneira, cabe afirmar que a atividade proposta neste trabalho pode ser aplicada como um bom método didático para a agregação do conhecimento e da formação profissional e pessoal dos estudantes.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, P.M. **Aspectos físico-químicos de cachaças armazenadas em tonéis de carvalho**. 2004. 73 p. Dissertação (Mestrado em Agroquímica e Agrobioquímica)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- AIBA, S.; HUMPHREY, A. E.; MILLIS, N. **Biochemical Engineering**. 2ª ed. Academic Press, 1973.
- ALMEIDA, M. E. W. de; BARRETO, H.H.C. **Determinação de álcoois superiores em aguardente de frutas por cromatografia de fase gasosa**. Revista do Instituto Aldolfo Lutz, São Paulo, v. 33, p.73-84, 1973.
- ALVES, D. M.G. **Fatores que afetam a produção de ácidos orgânicos bem como outros parâmetros da fermentação alcoólica**. 1994. Dissertação (Mestrado em Microbiologia) Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP.
- ALVES, G. L.; CARDELLO, H. A. M. B.; FARIA, J. B. **Análise sensorial da aguardente de cana recém-distilada submetida a diferentes tratamentos**. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 2., 1997, Campinas. **Anais...** Campinas: FEA-UNICAMP, 1997. p. 119.
- AMERINE, M. A.; BERG, H. W.; CRUESS, W. V. **The technology of wine making**. 3 rd. ed, Westpot: The AVI Publi, 1972. chap. 17, p. 535-576.
- ANDRADE, L.A.B. **Cultura da cana-de-açúcar**. IN: Produção artesanal de cachaça de qualidade. Lavras: UFLA, 2003. p. 01-17.
- ANDRADE, Reginaldo Rodrigues de. **Demanda do perfil profissional e técnicos de nível médio para o setor sucro-alcooleiro**. 2005. Dissertação (mestrado em ciências) – Pós-graduação em educação agrícola, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- ANDRADE-SOBRINHO, L. G. de; BOSCOLO, M.; LIMA-NETO, B. dos S.; FRANCO, D. W. **Carbamato de etila em bebidas alcoólicas (Cachaça, tiquira, uísque e grapa)**. Química Nova, São Paulo, v. 25, n.6b, p. 1074-1077, nov./dez 2002.
- ANTUNES, Celso. **Glossário para Educadores(as)**. 3ª ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2003.
- AQUARONE, E.; LIMA, U.A.; BORZANI, W. **Alimentos e bebidas produzidos por fermentação**. São Paulo, E. Blücher, 1983. 243 p. (Biotecnologia, 5)
- AUSUBEL, D.; Novak, J.; & HANESIAN, H. **Educational Psychology: A cognitive view**. 2 ed. New York: Holt, Rinehart & Wiston, 1978.
- AYLOTT, R. I.; COCHRANE, G. C.; LEONARD, M. J.; McDONALD, L.; MacCKENZIE, W. M.; Mc NEISH, A. S.; WALKER, D.A. **Ethyl carbamate formation in grain based spirits. Part I: Post-distillation ethyl carbamate formation in a maturing grain whisky**. **Journal of the Institute of Brewing**, Lodon, v. 96, n. 4, p. 213-221, jul./Ago. 1990.

AYRRAPÄÄ, T. Formation of higher alcohols from amino acids derived from yeast proteins. **Journal of the Institute of Brewing**, London, v. 73, p. 30-33, 1967.

BARCELOS, L. V. F. **Teores de carbamato de etila e outros componentes secundários em diferentes aguardentes produzidas em Minas Gerais**. 2006. Dissertação (Mestrado em ciência dos alimentos). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BASSO, L. C.; ALVES, D. M. G.; AMORIM, H. V. Fermentação alcoólica e alguns fatores que afetam o desempenho fermentativo. IN: AMORIM, H. V. **Processos de produção de álcool**: Controle e monitoração. 2ª ed. Piracicaba: FEALQ, C. 4, p. 38-85, 1996.

BEATTIE, J. K.; POLYBLNK, G. A. Copper-catalyzed oxidation fo cyanide by peroxide in alkaline aqueous solution. **Australian Journal of Chemisty**, Melbourne, v. 48, n. 4, p. 861-868, 1995.

BECKLEY, J.P., KROLL, D.R. Searching for sensory research excellence. **Food Technology**, p. 61-63, 1996.

BEHRENS, Jorge Herman; DA SILVA, Maria Aparecida Azevedo Pereira. **Atitude do consumidor em relação à soja e produtos derivados**. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 24(3): 431-439, jul-set. 2004.

BI, J. Sensory discrimination testes and measts – Statistical principles, procedures and tables. Ed Blackwell Publishing, 2006. 298p.

BLINDER, F.; VOGES, E.; LAUGEL, P. The problem of metanol concentration admissible in distilled fuit spirits. **Food Additives and Contaminants**, London, v.5, n.3, p.343-351, july/sept. 1988.

BODYFELT, F. W.; TOBIAS, J.; TROUT, G. M. **Sensory evaluation of dairy products**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1988. 598 p.

BOSCOLO, M. **Caramelo e carbamato de etila em aguardente de cana. Ocorrência e quantificação**. 2001. Tese (Doutorado em Química) – Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2001.

BOZA, Y., HORII, J. Influência da destilação sobre a composição e a qualidade sensorial da aguardente de cana-de-açúcar. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 4, p. 391-396, 1998.

BOZA, Y., OETTERER, M. Envelhecimento de aguardente de cana. **Boletim do sbCTA**, Campinas, v. 33, n.1, p. 8-15, 1999.

\_\_\_\_\_. Influência do grau alcoólico e da acidez do destilado sobre o teor de cobre na aguardente. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 3, Campinas. p. 279-284, set./dez. 2000.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto N°. 4.062 de 21 de dezembro de 2001. **Diário Oficial**, Brasília, 21 de dezembro de 2001.

\_\_\_\_\_. Decreto N°. 4.072 de 03 de janeiro de 2002. **Diário Oficial**, Brasília, 04 de janeiro de 2002.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 4.851 de 02 de outubro de 2003. **Diário Oficial**, Brasília, 03 outubro 2003, Seção 1, p 6.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 2.314 de 04/09/1997. **Diário Oficial**, Brasília, 05 setembro 1997, Seção 1, p. 19.549, Artigo 91.

\_\_\_\_\_. Instrução Normativa nº 13, de 29 de junho de 2005. **Diário Oficial**, Brasília, 30 de junho 2005a, nº 124, Seção 1, p 3.

\_\_\_\_\_. Instrução Normativa nº 24, de 08 de setembro de 2005. **Diário Oficial**, Brasília, 20 de setembro de 2005b, Seção 1, p11.

BRASIL. Ministério da Educação. Nova LDB, Lei nº. 9394 de 20 de dezembro de 1996.

\_\_\_\_\_. Portaria nº 4.243 de 21 de Dezembro de 2004. **Diário Oficial**, Brasília, 22 de dezembro 2004, nº 245, Seção 1, p 18.

BOX, M.J., HUNTER, W.G., and HUNTER, J.S. **Statistics for experimenters. An introduction to design, data analysis, and model building**. John Wiley & Sons, New York. 1978.

BRUNO, S.N.F. **Determinação de As e Pb em Vinhos por Espectrometria de Absorção atômica no Forno de Grafite**. Jun. 1993. Dissertação (Mestrado em Química Analítica) Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ.

CANTÃO, F. de O. **Análises físico-químicas e avaliação da presença do cobre em aguardentes de cana por aluminossilicatos**. 2006. Dissertação (Mestrado em Agroquímica e Agrobioquímica) Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CARDELLO, H.M.A.B., FARIA, J.B. Análise descritiva quantitativa da aguardente de cana durante o envelhecimento em tonel de carvalho (*Quercus alba* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 2, p. 169-175, 1998.

\_\_\_\_\_. Análise da aceitação de aguardentes de cana por testes efetivos e mapa de preferência interno. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 20, n. 1, p. 32-36, 2000.

CARDOSO, M. das G. **Produção de Aguardente de Cana**. Lavras: Editora UFLA, 2001.

\_\_\_\_\_. **Produção de Aguardente de Cana**. 2ª ed. Lavras: Editora UFLA, 2006.

CARNACINI, A.; DI STEFANO, R.; RIPONI, C.; ANTONIELLI, A. Effect of wine making process on the volatile compounds of distillates. **Italian Journal of Food Science**, v. 1, n. 4, 1989.

CARNEIRO, João de Deus Souza. **Estudo dos fatores da embalagem e do rótulo de cachaça no comportamento dos consumidores**. 2007. Tese (Doutorado) – Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. MG.

CHAVES, J.B.P. **Análise Sensorial: glossário**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1993.

\_\_\_\_\_. **Manual Técnico CPT: Cachaça – Produção Artesanal de Qualidade**, Viçosa, 1998.

CHAVES, J. B. P.; POVOA, M.E.B. A qualidade da aguardente de cana-de-açúcar. In: MUTTON, M.J.R.; MUTTON, M. A. **Cachaça: produção e qualidade**. Jaboticabal: FUNEP, 1992, p.93-132.

CHAVES, J.B.P.; SPROESSER, R.L. **Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1993. 81p.

CHAUÍ, Marilena. **Convite à Filosofia**. São Paulo: Ática, 1999.

CHERUBIN, R. A. **Efeitos da adição de benzoato de sódio na fermentação alcoólica para produção de aguardente de cana-de-açúcar (*Sacchaum ssp*)**. 1998. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

CHUMBO. Disponível em:

<[http://www2.ufp.pt/cemas/CEMAS\\_c\\_UFP\\_files/CEMAS\\_ensino\\_UFP\\_files/vciair/poluentes/chumbo.htm](http://www2.ufp.pt/cemas/CEMAS_c_UFP_files/CEMAS_ensino_UFP_files/vciair/poluentes/chumbo.htm)>. Acesso em 15 abr. 2008.

CLARK, M.; LEGENDRE, B.R. **Qualidade da cana-de-açúcar**. IN: Impactos no rendimento do açúcar e fatores de qualidade. STAB. Açúcar. Álcool e subprodutos, Piracicaba, v. 17, n. 6, p. 36-40, jul/ago, 1999.

CLETO, F. V. G.; MUTTON, M. J. R. **Rendimento e qualidade da aguardente de cana produzida utilizando fermento tratado com ácido e fubá de milho**. STAB, Piracicaba, v. 16, n.2, p. 38 – 40, nov./dez. 1997.

COCHRAN, W. G. e COX, G.M., **Experimental design**, John Wiley & Sons, New York, 1957.

CORRÊA, Maíra B. Tecnologia In: CATTANI, Antonio David (Org.). **Trabalho e Tecnologia: dicionário crítico**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1997.

CORRÊA, Silvio. *et. al.* **Cana-de-açúcar: Comparativo de área, produção e produtividade**. IN: Anuário Brasileiro da Cana-de-açúcar. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2007.

COSTA, N. H. A. D.; SERAPHIN, J. C.; ZIMMERMANN, F. J. P. Novo método de classificação de coeficientes de variação para a cultura do arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.37, n.3, p.243-249, mar. 2002.

DAMÁSIO, M.H. e COSTELL, E.. Análisis sensorial descriptivo: generación de descriptores y selección de catadores. **Revista Agroquímica e Tecnología de Alimentos**, v. 31, n. 2, p. 165-178, 1991.

DELORS, Jacques. **Educação: um tesouro a descobrir**. 2 ed. São Paulo: Cortez, 2003.

DEMO, Pedro – revista ABCEDUCATIO, nº 36, São Paulo, SP, 2004.

DIAS, D. R. **Elaboração de bebidas fermentada a partir de frutas tropicais**. 2001. Dissertação (Mestrado Microbiologia de Alimentos) Universidade Federal de Lavras, Lavras. MG.

DORON, R.; PAROT, F. **Dicionário de psicologia**. São Paulo: Ática, 2001.

DUNCAN, P. S.; PIGGOTT, J. R. Science of technology of wishkies. **Longman Scientific & Technical**. New York, 1989.

FARIA, E. V. de; YOTSUYANAGI, K. **Técnicas de análise sensorial**, Campinas: ITAL, 2002, 116p.

FARIA, J. B. **A influência do cobre na qualidade das aguardentes de cana**. 1989. Tese (doutorado) – Universidade de São Paulo. SP.

FERREIRA, V. L. P.; ALMEIDA, T. C. A de; PETTINELLI, M. L. C. V. de; SILVA, M.A A P. da; CHAVES, J. B. P.; BARBOSA, E. M. M. **Análise sensorial – testes Discriminativos e Afetivos – Manual – Serie Qualidade**. PROFIQUA, 1ª Edição. 2000. 127p.

FIALHO, C. J. **Identificação de *Saccharomyces Cerevisiae* por técnicas moleculares (PCR E PFGE) em fermentação de caldo de cana-de-açúcar**. 2000. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

FIRME, T. P – Entrevista – Revista ABCEDUCATIO, nº 59, São Paulo, SP, 2007.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996a.

\_\_\_\_\_. **A importância do ato de ler: em três artigos que se completam**, 32ª ed. São Paulo: Cortez, 1996b.

GALHIANE, M. S. **Análise de aroma e bebidas por cromatografia gasosa de alta resolução**. 1988. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Instituto de Química e Física de São Carlos, São Carlos, SP.

GIUDICI, P., ROMANO, P., ZAMBONELLI, C. A biometric study of higher alcohol production in *Sacharomyces cerevisiae*. **Canadian Jornal of Microbiology**, Ottawa, v.36, n. 1, p. 61-64, Jan. 1990.

GODOY, Arilda S. **Introdução a pesquisa qualitativa e suas possibilidades**. Revista de Administração de Empresas. São Paulo: 1999.

GOMES, Annatália Meneses de Amorim *et. al.* . Os saberes e o fazer pedagógico: uma integração entre teoria e prática. **Educ. rev.** , Curitiba, n. 28, 2006 . Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010440602006000200015&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010440602006000200015&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 23 Ago 2007.

GUIMARÃES FILHO, O. **Avaliação da produção artesanal da aguardente de banana utilizando *Saccharomyces Cerevisiae***, CA – 1179. 2003. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

GUYMON, J. F. Chemical aspects of distilling wines into brandy. In: WEBB, A. D. (Ed.) **Chemistry of Winimaking**. Washington: American Chemical Society, 1974.

HENICK-KLING, T. **Yeast and bacterial control in winemaking**. IN. Modern methods of plant analysis, new series vol. 6. Wine analysis. Edited by linskens, H. F.; Jackson, J. F. Spring – Verlag Berlen Heidelberg, 1988.

HOFFMANN, Jussara. **Avaliação: Mito & desafio - Uma perspectiva construtivista**. Porto Alegre - RS: Educação e Realidade, 1993.

INSTITUTE OF FOOD TECHNOLOGYSTS – IFT. Sensory evaluation guide for testing food and beverages products. **Food Technology**, v. 35, n. 11, p. 50-59, 1981.

INSTITUTO DE METROLOGIA, NORMATIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL – INMETRO. **Notícias e eventos:** Expocachaça em Minas Gerais. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/oque.asp>>. Acesso em 5 set. 2006.

ISIQUE, William Deodato; CARDELLO, Helena Maria A.B.; FARIA, João Bosco. Teores de enxofre e aceitabilidade de aguardentes de cana brasileiras. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 18, n. 3, 1998. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-20611998000300019&lng=&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20611998000300019&lng=&nrm=iso)>. Acesso em: 18:out, 2008. doi: 10.1590/S0101-20611998000300019.

JONES, R. P., PAMMENT, N.; GREENFIELD, P.F. **Alcohol fermentation by yeasts: the effect of environmental and other variable.** Process biochemistry, London, 1981.

JUDICE, M. G.; MUNIZ, J. A.; CARVALHEIRO, R. Avaliação do coeficiente de variação na experimentação com suínos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 1, p. 170-173, jan./mar. 1999.

KILLIAN, E.; OUGH, C. S. Fermentation esters produced in wine: formation and retention as affected by fermentation temperature. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 30, n. 4, p. 301 – 305, 1979.

KORHOLA, M.; HARJU, K.; LEHTONEN, M. Fermentation. In: PIGGOT, J. R.; SHARP, R.; DUNCAN, R. E. B. **The science and technology of whiskies.** London: Longman Scientific Technical, 1989. chap. 4, p.89-117.

KUENZER, A. Z. **Globalização e educação:** novos desafios. ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO – ENDIPE, Águas de Lindóia, 1998. **Anais:** Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino, 1998. V.1, p116-357.

LAUDARES, João Bosco. **Escolaridade e qualificação profissional do trabalhador:** a relação escola/empresa. Revista Educação e Tecnologia. V4 n 1/2 Jan/dez 1999.

LÉAUTÉ, R. Distillation in alembic. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 41, n. 1, p. 90-103, 1990.

LEHNINGER, A. L. **Princípios de bioquímica.** São Paulo: Saniei. 1990.

LIBÂNEO, José Carlos. **Didática.** São Paulo: Cortez, 1994 (coleção Magistério: Formação e trabalho pedagógico).

LIMA NETO, B. S.; BEZERRA, C. W. B.; POLASTRO, L. R.; CAMPOS, P.; NASCIMENTO, R. F.; FURUYA, S. M. B.; FRANCO, D. W. **O cobre em aguardentes brasileiras: sua quantificação e controle.** Química Nova, São Paulo, v. 17, n.3, p. 220-223, mai/jun. 1994.

LIMA, A. de J. B. **Avaliação do emprego de substâncias adsorventes na melhoria da qualidade de cachaça com excesso de cobre.** 2005. Dissertação (Mestrado em Agroquímica e Agrobioquímica) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

LIMA, U.A. Aguardentes. IN: AQUARONE, E.; LIMA, U.A.; BORZONI, W. COORD. **Biotecnologia Industrial:** Alimentos e Bebidas produzidos por fermentação. São Paulo: Edgard Blucher, 2001. V. S. p.145 – 182.

\_\_\_\_\_. **Aguardentes IN: AQUARONE, E.; BORZANI, W. Alimentos e bebidas produzidos por fermentação.** São Paulo, E. Blücher, 1983. Cap. 4, p.79-103. (Biotecnologia, 5)

LIMA, U. de A. **Estudos dos principais fatores que afetam os componentes do coeficiente não álcool das aguardentes de cana.** 1964. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1964.

LUCIO, A. D.C; BANZATTO, D. A; STORCK, L *et. al.* **Equação de regressão linear múltipla para estimativa do erro experimental.** *Cienc. Rural*, Dec. 2001, vol.31, no.6, p.963-967.

LUCKESI, C. C. **A escola avalia ou examina?**, Revista ABCEDUCATIO, nº 15, São Paulo, SP, 2002.

MacKENZIE, W. M.; CLYNE, A. H.; MacDONALD, L.S. **Ethyl carbamate formation in grain based spirits. Part II: The identification and determination of cyanide related species involved in ethyl carbamate formation in scotch grain whisky.** *Journal of the Institute of Brewing*, London, v. 96, n.4, p. 223-232, Jul./Aug. 1990.

MAGALHÃES, F.A.R. **Métodos descritivos e avaliação sensorial de doce de leite pastoso.** Viçosa, 1996. 83 p. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

MAIA, A. B. R. A; RIBEIRO, J.C.G.M; SILVEIRA, L.C.I. 1º Curso AMPAQ de **produção artesanal de aguardente de qualidade.** Belo Horizonte: AMPAQ. 1995. Apostila.

MAIA, A.B. R. A. **Componentes Secundários da Aguardente.** STAB, Piracicaba, v. 12, n. 6, p. 29-34, jul./ago. 1994.

\_\_\_\_\_. **Fermentação alcoólica de *Saccharomyces cerevisiae*: desenvolvimento de um novo sistema e novas concepções sobre a formulação de meios.** Tese (Doutorado em Microbiologia), 1992, Belo Horizonte, MG.

\_\_\_\_\_. **Métodos e controles para a produção artesanal de aguardente de qualidade.** Belo Horizonte: LABM. 1997. Apostila.

MAIA, A.B.R.A.; NELSON, D. Comparative Study of soy and flours on the acoholic fermentation in successive batches. **Journal Chemical Technology Biotechnology**, V. 59, 1994.

MALTA, H. L. **Estudos de parâmetros de propagação de fermento (*Saccharomyces Cerevisiae*) para produção de cachaça de alambique.** 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

MASNELLO, Marta dos Santos. **Afetividade: Relação Professor-Aluno-Aprendizagem**, 2006. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

MASSON, J. **Parâmetros físico-químicos e cromatográficos em aguardentes de cana queimada e não queimadas.** 2005. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

MEILGAARD, H. I., CIVILLE, G. V., CARR, B. T. B. T. **Sensory evaluation techniques**, crc Press, Inc., Boca Raton, 1999, 387 p.

MELCHIOR, Maria Celina. **Avaliação pedagógica: função e necessidade**, 3ª ed. Porto Alegre: Mercado Aberto, 2002.

MINAYO, Maria Cecília de Souza; SANCHES, Odécio. **Quantitativo-qualitativo: oposição ou complementaridade?** Caderno de Saúde Pública, Rio de Janeiro, n.9, jul./set. 1993.

MISKIEWICZ, T. KASPERSKI, A. **A fuzzy logic controller to control nutrient dosage in a fed-batch baker's yeast process**. Biotechnology letters, 2000.

MORIN. E. **A cabeça bem-feita: Repensar a reforma, reformar o pensamento**. 11 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

MURTAGH, J. E. **Feedstocks, fermentation and distillation for production of heavy and light rums**. In: THE ALCOHOL TEXTBOOK:. 3rd ed., Alltech Inc., Cap. 16, 1999. Disponível em: <<http://distillers.tastylime.net/library/Listings2.htm>>. Acesso em 12 dez 2005.

MUTTON, M.J.R.; MUTTON, M.A. Aguardente. In: VENTURUNI FILHO, W.G. **Tecnologia de bebidas**. São Paulo: Edgard Blücher, 2005, 564p.

NASCIMENTO, R. F.; CARDOSO, D. R.; LIMA-NETO, B. S.; FRANCO, D.W.; FARIA, J. B. **Influência do alambique na composição química das aguardentes de cana-de-açúcar**. Química Nova, São Paulo, v. 21, n. 6, p. 735-739, 1998.

NORDSTRÖM, K. Formation of esters, acids and alcohols from alfa-keti acids by brewer's yeast. **Journal of the Institute of Breweing**, London, v. 69, p. 483-495, 1963.

NOVAES, F. V. **Tecnologia da aguardente**. Piracicaba: Centro Acadêmico Luiz de Queiroz, 1970.

\_\_\_\_\_. **Produção e qualidade da aguardente de cana**. Piracicaba: ESALQ, 1995. Apostila.

NYKÄNEN, L.; NYKÄNEN, I. Distilled beverages. In: MAARSE, H. (Ed.). **Volatile compounds in foods and beverages**. New York: Marcell Dekker, 1991. chap. 15, 764p.

\_\_\_\_\_. Production of esters by different yeast strain in sugar fermentations. **Journal of the Institute of Brewing**, London, 1977. NYKÄNEN, L.;

\_\_\_\_\_. Rum flavour. In: PIGGOTT, J. R. **Flavour of distilled beverages: Origin and Development**. Flórida: Verlag Chemie Internacional, 1983.

OLIVEIRA NETTO, Alvin Antonio de. **Novas Tecnologias & Universidade: didática tradicionalista à inteligência artificial: desafios e armadilhas**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2005.

OLIVEIRA, A. J. **Contribuição ao estudo da remoção do cobre da aguardente de cana-de-açúcar com resinas catiônicas**. 1970. Tese (Doutorado em Agronomia), Escola Superior de Agricultura "Luiz Queiroz", Piracicaba, Universidade de São Paulo.

OLIVEIRA, E. S. **Características fermentativas, formação de compostos voláteis e qualidade da aguardente de cana obtida por linhagens de leveduras isoladas de destilarias artesanais**. 2001. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

OUGH, C.S.; SCROWELL, E. A.; MOONEY, L.A. Formation of ethyl carbamate precursors during grape juice (Chardonnay) fermentation. I. Addition of amino acids, urea, and ammonia: Effects of fortification on intracellular and extracellular precursors. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.39, n.3, p.243-249, 1988.

OURA, E. Effect of Aeration on the Biochemical Composition of Baker's Yeast. *Biotechnology and Bioengineering*, 1974.

OXID LTDA, BASIENSTOKE, HAMPSHIRE, ENGLAND, 2004.

PARAZZI, C. ARTHUR, C. M., LOPES, J. J. C. *et. al.* **Avaliação e caracterização dos principais compostos químicos da aguardente de cana-de-açúcar envelhecida em tonéis de carvalho** (*Quercus sp.*). *Ciênc. Tecnol. Aliment.* [online]. vol. 28, no. 1 [cited 2008-07-21], pp. 193-199. 2008.

PATARO, C. *et. al.* **Utilização de leveduras selecionadas na fabricação da cachaça de alambique**. Informe agropecuário, EPAMIG, Belo Horizonte, V. 23, n. 217. p. 37-43, 2002.

PEDDIE, H. A. B. Ester formation in brewery fermentations. **Journal of the Institute of Breweing**, London, v. 96, p. 327-331, Sept./Oct. 1990.

PIGOTT, J. R.; PATERSON, A. **Distilled beverage flavour**. New York: VCH, 1989. 352p.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 12. ed. São Paulo: Nobel, 1990. 467p.

PINOTTI, R. F. **Quantificação do nível de nitrogênio nas etapas do processo de produção de álcool**. STAB, Piracicaba, v. 10, n.1, p. 34-35, 1991.

PINTO, F. E. M., **A dimensão afetiva do sujeito psicológico: algumas definições e principais características**. Disponível em [http://ww4.unianhanguera.edu.br/programasinst/Revistas/revistas2007/educacao/A\\_dimensao\\_afetiva\\_do\\_sujeito.pdf](http://ww4.unianhanguera.edu.br/programasinst/Revistas/revistas2007/educacao/A_dimensao_afetiva_do_sujeito.pdf). Acesso em 22: out. 2008.

POTTER, N. N. **Food science**. Westport: AVI Publ., 1980.

PRETTO, Nelson; PINTO, Cláudio da Costa. Tecnologias e novas educações. **Rev. Bras. Educ.**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 31, 2006. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S141324782006000100003&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141324782006000100003&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 23 Ago 2007.

PULZATTO, M. E. **Fatores que influenciam na obtenção de biomassa de levedura seca (*Saccharomyces Cerevisiae*) na fermentação alcoólica**. 2000. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

RAMSAY, C. M.; BERRY, D. R. **Effect of temperature and pH on the formation of higher alcohols, fatty acids and esters in the malt whisky fermentation**. **Food Microbiology**, London, v. 1, n. 2, p. 117-121, Apr. 1984.

REED, G. NAGODAWITHANA, T. W. **Yeast technology**. New York. 2ª ed. Van Nostrand Reinhold Book, 1991.

REED, G.; PEPPLER, H. J. **Yest Technology**. Westport: AVI Publishing Company, 1973.

RESCOTT, C.; DUNN, C.G. **Industrial Microbiology**. 3 ed. New York: McGraw Hill, 1959.

RIBEIRO, J. C. G. M. **Fabricação artesanal de cachaça mineira**. 2ª ed. Belo Horizonte: O Lutador, 2002.

RIFFIKIN, H. L.; WILSON, R.; HOWIE, D.; MULLER, S. B. **Ethyl carbamate formation in the production of pot still whisky**. *Journal of the Institute of Brewing*, London, v. 95, n. 2, p. 115-119, Mar./Apr. 1989.

RODRIGUES, C. *et al.* **Afectividade**. Porto: Autores e Contraponto Edições, 1989.

RODRIGUES, M. I.; IEMMA, A. F.; **Planejamento de experimentos e otimização de processos: uma estratégia seqüencial de planejamentos**, 1ª ed., SP: Casa do Pão Editora: Campinas 2005, 326p.

ROSE, A. H. **Alcoholic beverages**. New York: Academic Press, 1977.

SALVIANO, Alanne Tamize de Medeiros, Carlos Roberto Souza do AMARAL, Jandeilson Ernesto de LUCENA, Ricardo Targino MOREIRA, Ian Carneiro da Cunha NÓBREGA., **Elaboração e Aceitação Sensorial de Uma Aguardente Bi-destilada de Jaca (*Artocarpus Heterophilus Lam*)**. **II JORNADA NACIONAL DA AGROINDÚSTRIA**. Bananeiras, 04 a 07 de dezembro de 2007.

SANTOS, Akiko, **Didática sob a ótica do pensamento complexo**. Porto Alegre: Sulina, 2004.

SARGENTELLI, V. Aspectos do metabolismo do cobre no homem. *Química Nova*, São Paulo, v.19, n.3, p.290-293, maio/jun. 1996.

SCHWAN, R. F. **Fermentação**. IN: CARDOSO, M. das G. **Produção de aguardente de cana-de-açúcar**. Lavras: UFLA, 2001.

SCHWAN, R. F.; CASTRO, H. A. **Fermentação alcoólica**. IN: CARDOSO, M. das G. **Produção Artesanal de Aguardente**. Lavras: UFLA, 2001.

SECEX. Disponível em <http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br/>. Acesso em 21 fev 2008.

SELLTIZ, C.; WRIGHTSMAN, L.S.; COOK, S.W. **Métodos de Pesquisa nas Relações Sociais**. São Paulo: Edusp, 1987.

SIEBALD, H.G.L. *et. al.* Alguns aspectos toxicológicos da cachaça. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.23, n.217, p.59-62, 2002.

SIMON, H.A.; JULIAN, L. **Basic Research Methods in Social Science**. New York: Random House, 1969.

SIMPSON, A. C. Manufacture of brandy. **Process Biochemistry**, Oxford, v. 6, n. 2, p. 25-27, 1971.

SOUZA, Clarilza Prado (org). **Avaliação do rendimento escolar**. 4ªed. Campinas, SP: Papirus, 1995 (coleção Magistério: Formação e trabalho pedagógico).

STEVENS, D. F.; OUGH, C. S. **Ethyl carbamate formation**: Reaction of urea and citrulline with ethanol in wine under low to normal temperature conditions. **American Journal of Enology and Viticulture**. Davis, v. 44, n. 3, p. 309-312, 1993.

STONE, H., SIDEL, J., OLIVER, S., WOOLSEY, A., SINGLETON, R.C.. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. **Food Technology**, v. 28, n. 11, p. 24-33, 1974.

STUPIELLO, J. P.; HORII, J. **Condução da fermentação alcoólica**. *Saccharum*, v. 4, n.17, p. 43-46, 1981.

SUOMALAINEN, H.; KAHANPÄÄ, H. Formation of fusel alcohols from amino acids with branched chains. **Journal of the Institute of Brewing**, London, v. 69, p. 473-478, 1963.

SUOMALAINEN, H.; LEHTONEN, M. The production of aroma compounds by yeast. **Journal of the Institute of Brewing**, London, v. 85, n. 2, p. 149-156, 1978.

TEGMO-LARSSON, I. M.; SPILER, T. D. Temperature and light effects on ethyl carbamate formation in wine during storage. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 55, n. 4, p. 1166-1169, 1990.

THIOLLET, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. 15 ed. São Paulo: Cortez, 2007.

VALSENCHI, O. **Aguardente de cana-de-açúcar**. 4º ed. São Paulo: Livrocere, 1960.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

WATSON, K. **Temperature Relations**. IN: ROSE, A. H.; HARRISON, J. S. **The yeasts**. 2ª ed. Academic Press, London, v. 2, c. 3, p. 41-71, 1987.

WEBB, A. D.; INGRAHAM, J. L. **Fusel oil**. **Advances Applied Microbiology**, New York, v. 5, p. 317 – 353, 1963.

WINDHOLSZ, M. **The merk index: a encyclopedia of chemicals, drugs and biologicals**. Rahway: Merk, 1976.

YOKOYA, F. **Fabricação de aguardente de cana**. Campinas: Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia “André Tosello”, 1995. (série fermentação industrial).

ZABALA, Antoni- **A prática educativa: como ensinar**, Porto Alegre: Artme, 1998.

## 7 ANEXOS



### ANEXO I

#### CONVITE PARA PARTICIPAÇÃO DOS ALUNOS

Caro(a) Aluno(a),

Como professor da Escola Agrotécnica Federal de Salinas e participante do Programa de Pós-Graduação a nível de Mestrado em Educação Agrícola, área Agroindústria da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) em parceria com a École Nationale de Formation Agronomique de Toulouse – França (ENFA) e a Faculdade de Agronomia de Buenos Aires – Argentina (FAUBA), estou desenvolvendo o projeto “Otimização do ponto de corte na destilação da cachaça em alambique de cobre: uma prática pedagógica no processo produtivo”. Assim sendo, este projeto de pesquisa objetiva:

- Propiciar aos alunos do Curso Superior de Tecnologia em Produção de Cachaça o conhecimento de novas tecnologias, tornando a Escola Agrotécnica Federal de Salinas um pólo difusor por meio destes alunos;
- Romper paradigmas por meio de estudos que promovem através do conhecimento científico a eficiência da técnica, melhorando a qualidade e a produtividade da cachaça.

Para a viabilização e desenvolvimento deste projeto estamos convidando os alunos do curso de tecnologia em produção de cachaça da nossa instituição, para que possam compreender e participar do desenvolvimento de um projeto de pesquisa, o qual está estimulando em cada um de vocês o espírito científico, para que sejam capazes de desenvolver e aplicar metodologias que visem a obtenção de resultados dentro do contexto técnico e científico.

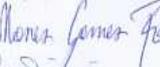
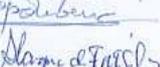
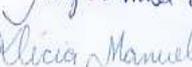
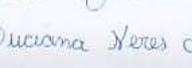
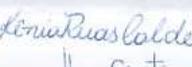
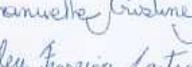
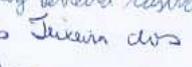
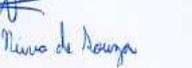
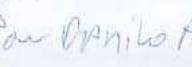
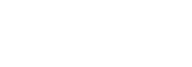
Desde já agradeço sua atenção e contribuição.

Atenciosamente,

Adalcino França Junior

ANEXO II

LISTA DE PRESENÇA DA REUNIÃO REALIZADA DIA 18/12/2006.

Priscila Rodrigues Pinho	
William Rodrigues da Silva	
Luiz Felipe Silveira Franca	
Zélia Isabel Silva Costa	
Maiame Batista Pinho	
Menes Gomes Rocha	
Valdimir Pereira de Oliveira	
Márcia de Fátima N. Tolentino Silva	
Klícia Manuela Mexinho Soares	
Luciana Neres de Oliveira	
Kênia Ruas Caldeira	
Emanuelte Cristine Soares Costa	
Farley Ferreira Castro	
Josias Teixeira dos Santos	
Shiago Neiva de Souza	
Delio Matos Esteves	
André Neiva de Souza	
Ricardo Thallison dos Santos Normentes	
Juvenildo Mendes dos Santos	
ANDRÉ LUIZ BISPO COELHO	
João Paulo Parreira Melo	
Vagner Gomes Rocha	
Valdirene Rodrigues Santana	
Ewerton Cardoso Silva	
Esmeraldo Guimarães Filho	
Robson Danilo Alves Oliveira	
Kátia Apareciob Costa de Oliveira	

### ANEXO III (Continua)

#### Avaliação do processo de aprendizagem através do método de avaliação da atitude do indivíduo

Gostaríamos de saber o seu nível de conhecimento em relação aos assuntos apresentados referentes à cadeia produtiva de cachaça, por favor, marque com um X nos quadros em frente de cada frase informando o quanto você concorda ou discorda das afirmativas.

Afirmativas	Discordo muito	Discordo moderadamente	Discordo ligeiramente	Não Discordo Nem concordo	Concordo ligeiramente	Concordo moderadamente	Concordo muito
1- Cachaça e aguardente de cana são produtos diferentes.							
2- Cachaça é uma denominação da aguardente de cana produzida no Brasil.							
3- No Brasil, o Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento (MAPA) é o órgão responsável pela regulamentação da cachaça e pela inspeção da sua cadeia produtiva.							
4- A instrução normativa (IN) nº 13, de 29 de junho de 2005 do MAPA, regulamenta a produção da cachaça.							
5- A alta concentração de açúcares no mosto pode trazer consequências desfavoráveis ao processo de fermentação.							
6- O caldo de cana por ser um substrato rico em nutrientes pode carregar para a dorna de fermentação uma diversa população bacteriana que podem elevar a acidez da bebida e também diminuir a concentração final de Etanol.							
7- O mosto fermentado obtido do caldo de cana-de-açúcar é um ingrediente básico para a produção da cachaça.							
8- O aumento da temperatura e aeração interferem positivamente no processo fermentativo.							

**ANEXO III Continuação**

<p>9- A destilação deve ser efetuada de forma que o produto obtido preserve o aroma e o sabor dos principais componentes contidos no mosto fermentado.</p>					
<p>10- Na destilação as frações “cabeça” e “cauda” deverão ser removidos e somente a fração referente ao “coração” deverá ser utilizado como bebida.</p>					
<p>11- Uma destilação dimensionada inadequadamente poderá promover uma separação inadequada das frações da cachaça e, com isso comprometer a sua qualidade.</p>					
<p>12- Análises físico-químicas são importantes para avaliar a qualidade e a identidade de cachaça.</p>					
<p>13- O Coeficiente de Congêneres ou componentes secundários, constituem um grupo de produtos minoritários originados no processo de fermentação, sendo estes a soma de: acidez volátil; aldeídos; ésteres totais; álcoois superiores álcool n-propílico, álcool isobutílico e álcoois isoamílicos); furfural + hidroximetilfurfural.</p>					
<p>14- O Coeficiente de Congêneres conforme o Regulamento Técnico não poderá ser inferior a 200mg.100mL<sup>-1</sup> e não poderá ser superior a 650mg.(100mL de álcool anidro)<sup>-1</sup>.</p>					
<p>15-. Os contaminantes orgânicos são na sua totalidade oriundos da fermentação.</p>					
<p>16- São contaminantes orgânicos: Álcool metílico, Carbamato de etila, Acroleína (2-propenal), Álcool sec-butílico (2-butanol), Álcool n-butílico (1-butanol).</p>					
<p>17- A acidez da cachaça interfere na contaminação por agentes inorgânicos.</p>					
<p>18- São contaminantes inorgânicos: Cobre (Cu), Chumbo (Pb), Arsênio (As).</p>					

**ANEXO III Continuação**

<p>19- Cachaça Envelhecida é a bebida definida no item que contém, no mínimo, 50% (cinquenta por cento) de Cachaça ou Aguardente de Cana envelhecidas em recipiente de madeira apropriado, com capacidade máxima de 700 (setecentos) litros, por um período não inferior a 1 (um) ano.</p>					
<p>20- O envelhecimento da cachaça contribui para produção de cor e aroma na cachaça, diferenciando-as entre si.</p>					
<p>21- É obrigatório declarar no rótulo os nomes das madeiras em que o produto foi armazenado para o seu envelhecimento.</p>					
<p>22-As boas práticas de fabricação (BPF) são ferramentas indispensáveis para a garantia da qualidade na cadeia produtiva de alimentos e bebidas</p>					
<p>23- Os procedimentos operacionais padronizados (POP) compreendem procedimentos escritos de forma objetiva que estabelece instruções sequenciais para a realização de operações rotineiras e específicas na produção, armazenamento e distribuição dos alimentos e bebidas</p>					
<p>24- A análise de perigos e pontos críticos de controle (APPCC), é uma ferramenta de gestão, visando garantir a produção de alimentos seguros à saúde do consumidor, identificando, avaliando e controlando os perigos nas etapas onde o controle é considerado crítico.</p>					
<p>25- A cadeia produtiva de alimentos deve atender à legislação vigente e produzir alimentos seguros ao consumidor.</p>					

## ANEXO IV

### Avaliação do processo de aprendizagem através do método de avaliação da atitude do indivíduo

Gostaríamos de saber o seu nível de conhecimento em relação aos assuntos apresentados referentes à análise sensorial na indústria de alimentos e bebidas, por favor, marque com um X nos quadros em frente de cada frase informando o quanto você concorda ou discorda das afirmativas.

Afirmativas	Discordo muito	Discordo moderadamente	Discordo ligeiramente	Não Discordo Nem concordo	Concordo ligeiramente	Concordo moderadamente	Concordo muito
1- A análise sensorial é importante na cadeia produtiva de alimentos							
2- As avaliações sensoriais servem como parâmetros de qualidade para alimentos e bebidas							
3- A aceitação de um alimento ou bebida é um fator importante para a sua comercialização							
4- Os testes sensoriais devem ser desenvolvidos por provadores previamente treinados							
5- Os testes de aceitação de um alimento ou bebida devem ser desenvolvidos com indivíduos que geralmente consomem o produto ou similares							
6- Os testes sensoriais devem ser conduzidos em laboratórios sensoriais atendendo a todas as suas especificações.							
7- Os testes sensoriais devem ser conduzidos em cabines com iluminação específica conforme as características das amostras.							
8- Através de testes sensoriais é possível diferenciar um produto do outro em relação as suas principais características sensoriais							
9- As características sensoriais básicas de um produto são: aparência, aroma, textura e sabor.							
10- Para bebidas os principais atributos sensoriais são a cor, aroma, acidez e sabor							

## ANEXO V

### Ficha de avaliação para teste triangular

#### Teste de triangular

Provedor \_\_\_\_\_

Replicata 1

Você está recebendo três amostras codificadas de cachaça. Duas das três amostras são iguais e uma é diferente. Por favor, prove as amostras da esquerda para a direita e circule a amostra diferente.

Amostras \_\_\_\_\_

## ANEXO VI

### Ficha de avaliação para teste de comparação múltipla

#### Teste de comparação múltipla

Nome : \_\_\_\_\_

REPLICATA 1

Você está recebendo uma amostra Padrão (P) de cachaça e três amostras codificadas. Prove primeiro a amostra Padrão (P) e em seguida, prove cada uma das amostras codificadas, da esquerda para a direita. Avalie, usando a escala abaixo, o quanto cada amostra difere do Padrão, em termos de aroma, sabor e acidez.

	Amostra	Nota
		Aroma
+4 – extremamente mais forte que o padrão	_____	_____
+3 – muito mais forte que o padrão	_____	_____
+2 – moderadamente mais forte que o padrão	_____	_____
+1 – ligeiramente mais forte que o padrão		Sabor
0 – igual ao padrão	_____	_____
-1 – ligeiramente menos forte que o padrão	_____	_____
-2 – moderadamente menos forte que o padrão	_____	_____
-3 – muito menos forte que o padrão		Acidez
-4 – extremamente menos forte que o padrão	_____	_____
	_____	_____
	_____	_____

## ANEXO VII

### Escala hedônica de nove pontos para teste de aceitação

**TESTE DE ACEITAÇÃO PARA CACHAÇA**

Provador No. \_\_\_\_\_

**NOME:** \_\_\_\_\_

**IDADE** ( ) 21-25 anos ( ) 26-30 anos ( ) 31-40 anos ( ) 40-50 anos ( ) maior que 50 anos

**SEXO** ( ) Fem ( ) Masc.

Você está recebendo amostras codificadas de cachaça. Avalie cada amostra isoladamente, de forma global, utilizando a escala abaixo e indique o quanto você gostou ou desgostou de cada uma das amostras.

Amostra: _____	Nota: _____
Amostra: _____	Nota: _____
Amostra: _____	Nota: _____

- 9 - Gostei muitíssimo
- 8 - Gostei muito
- 7 - Gostei regularmente
- 6 - Gostei ligeiramente
- 5 - Nem gostei / nem desgostei
- 4 - Desgostei ligeiramente
- 3 - Desgostei regularmente
- 2 - Desgostei muito
- 1 - Desgostei muitíssimo

Por favor, indique assinalando no quadro abaixo, o motivo que o levou a dar a nota para cada uma das amostras, em relação ao seu aroma, sabor e acidez.

Amostras	Aroma Característico da cachaça	Sabor Característico de cachaça	Acidez
Amostra _____	( ) forte ( ) adequado ( ) fraco	( ) forte ( ) adequado ( ) fraco	( ) muito forte ( ) forte ( ) adequada
Amostra _____	( ) forte ( ) adequado ( ) fraco	( ) forte ( ) adequado ( ) fraco	( ) muito forte ( ) forte ( ) adequada
Amostra _____	( ) forte ( ) adequado ( ) fraco	( ) forte ( ) adequado ( ) fraco	( ) muito forte ( ) forte ( ) adequada

#### Dados de identificação do consumo de cachaça

**1-Você toma cachaça com que frequência:**

- Frequentemente (uma ou mais vezes por semana)
- Regularmente (duas a três vezes ao mês)
- Ocasionalmente (uma vez ao mês)
- Quase nunca (2 a 6 vezes ao ano)
- Nunca consome
- Outro, especifique: \_\_\_\_\_

**2-Se você é um consumidor de cachaça, por favor nos indique qual a sua razão de consumo**

- por que gosta (prazer)
- por motivos de insatisfação
- hábito na família
- Outros, especifique: \_\_\_\_\_