

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS E NUTRIÇÃO
CÂMPUS DE ARARAQUARA**

FABIANA HELOISA SANCHES FERRATO SAITO

**“UTILIZAÇÃO DE FERMENTO DE DESCARTE
DE CERVEJARIA NA PRODUÇÃO DE
AGUARDENTE DE “LICOR” DE LARANJA”**

**ARARAQUARA
OUTUBRO/2007**

FABIANA HELOISA SANCHES FERRATO SAITO

**“UTILIZAÇÃO DE FERMENTO DE DESCARTE DE
CERVEJARIA NA PRODUÇÃO DE AGUARDENTE
DE “LICOR” DE LARANJA”**

DISSERTAÇÃO PARA OBTENÇÃO DO GRAU
DE MESTRE EM ALIMENTOS E NUTRIÇÃO
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
ÁREA DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS

Prof. Dr. JOÃO BOSCO FARIA

ORIENTADOR

ARARAQUARA
OUTUBRO/2007

AGRADECIMENTOS

- Agradeço ao meu marido **Fábio Mitsuru Saito** e ao meu filho, **Pedro Ferrato Saito** pelo apoio e sacrifício nesse tempo dedicado ao mestrado.
- Agradeço aos meus **Pais**, que me apoiaram e se mostraram disponíveis quando precisei de ajuda.
- Agradeço ao **Prof. Dr. João Bosco Faria**, orientador e incentivador, pela confiança, paciência, apoio e dedicação durante o mestrado.
- Agradeço aos **professores do Departamento de Alimentos e Nutrição da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Unesp de Araraquara** pelo apoio e compreensão.
- Agradeço à **Citrosuco Paulista**, em especial a **Fábio M. Saito**, **Sérgio Moretti** e aos **Analistas do Laboratório de Controle de Qualidade**, pela colaboração.
- Agradeço à **Cutrale** e à **Kaiser** pela doação de material para o trabalho.
- Agradeço aos **Membros da Banca**, pela participação e contribuições dadas a esse trabalho.

SUMÁRIO

ÍNDICE DE FIGURAS.....	i
ÍNDICE DE TABELAS.....	ii
RESUMO.....	08
ABSTRACT.....	09
1. INTRODUÇÃO.....	10
2. OBJETIVOS.....	13
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
3.1. CARACTERÍSTICAS DOS PROCESSOS.....	14
3.1.1. A Laranja.....	14
3.1.1.1. Processamento para a Obtenção do “Licor” da Laranja.....	15
3.1.2. A Aguardente de Cana.....	19
3.1.2.1. Processamento para a Obtenção do Caldo-de-Cana.....	20
3.2. FERMENTAÇÃO.....	22
3.2.1. A Levedura Cervejeira.....	24
3.3. DESTILAÇÃO.....	30
3.4. ENVELHECIMENTO.....	34
3.5. PADRÕES DE QUALIDADE DA CACHAÇA.....	40
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	44
4.1. MATERIAL.....	44
4.1.1. Obtenção das Amostras.....	44
4.2. MÉTODOS.....	48
4.2.1. Determinações Físico-Químicas.....	48
4.2.1.1. Determinação do teor alcoólico (etanol).....	48
4.2.1.2. Determinação de pH.....	48
4.2.1.3. Determinação da porcentagem de sólidos solúveis totais.....	48
4.2.1.4. Determinação de compostos voláteis.....	49
4.2.1.5. Determinação da intensidade de cor.....	49
4.2.1.6. Determinação de óleo recuperável (terpenos).....	49
4.2.1.7. Determinação dos teores de cobre.....	49
4.2.2. Avaliação Sensorial das Amostras.....	49

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	52
5.1. RESULTADOS DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO.....	52
5.2. AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE ENVELHECIMENTO.....	55
5.3. ANÁLISE SENSORIAL.....	56
CONCLUSÃO.....	60
REFERÊNCIAS.....	61
ANEXOS.....	64
ANEXO I. Instrução Normativa N° 13, de 29 de junho de 2005.....	65
ANEXO II. Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para a Aguardente de Cana e para a Cachaça.....	66
ANEXO III. Resultados dos Testes de Análise Sensorial (ANOVA e TUKEY) para as Amostras de Aguardente de “Licor” de Laranja e de Cana Provenientes do Mercado.....	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Evolução das exportações de cachaça.....	10
Figura 2: Etapas do processamento da laranja.....	17
Figura 3: Fluxograma básico do processo de produção de aguardente de cana-de-açúcar.....	21
Figura 4: Esquema de coleta de fermento num tanque fermentador.....	27
Figura 5: Fluxograma do manejo industrial do fermento cervejeiro.....	29
Figura 6: Fluxograma do processo para a obtenção das amostras de aguardente de “licor” de laranja.....	46
Figura 7: Modelo de ficha usada para análise sensorial e intenção de compra para as amostras de aguardentes comerciais envelhecidas e as de aguardente de “licor” de laranja.....	51
Figura 8: Histograma da intenção de compra dos provadores em relação às amostras apresentadas.....	59

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Evolução das exportações de cachaça e o preço praticado para cada país.....	11
Tabela 2: Diferenças entre levedura de alta e baixa fermentação.....	25
Tabela 3: Componentes voláteis da cachaça (valores médios).....	30
Tabela 4: Teor alcoólico da mistura binária x ponto de ebulição.....	31
Tabela 5: Parâmetros de identidade da aguardente de cana ou cachaça brasileira.....	41
Tabela 6: Acompanhamento do processo de fermentação.....	52
Tabela 7: Acompanhamento dos processos de destilação e envelhecimento.....	54
Tabela 8: Resultados analíticos dos produtos envelhecidos em ancorotes de castanheira e armazenados em garrações de vidro por 7 meses.....	55
Tabela 9: Resultado do Teste de Tukey para as amostras de “licor” de laranja e de mercado, avaliando aparência, aroma, sabor e impressão global.....	57

RESUMO

A produção de aguardente de “licor” de laranja utilizando um pé de cuba pronto, adaptado às condições do processo de fermentação alcoólica pode representar um bom negócio para a indústria cítrica, visto que o produto mencionado tem potencial para ser o segundo em valor agregado e volume de produção, com margem de contribuição maior que o próprio suco de laranja concentrado.

A proposta de produção segue as técnicas tradicionais utilizadas para a cachaça quando da utilização de pé de cuba pronto, neste caso o fermento de descarte da indústria cervejeira.

A indústria cítrica poderá ainda aproveitar o resíduo da produção da aguardente de “licor” de laranja, contendo o fermento reutilizado e incorporá-lo na fabricação de ração animal, aumentando assim o teor protéico do produto final sem que o processo de produção de aguardente seja prejudicado pela necessidade de uma nova propagação.

Nesse sentido foi conduzido um experimento visando avaliar a viabilidade técnica e econômica da produção de aguardente de “licor” de laranja, utilizando o fermento de descarte da indústria cervejeira como pé de cuba, e a qualidade da bebida obtida nestas condições.

ABSTRACT

Production of “orange spirits” using a *ready-to-use* mass of yeast adapted to the fermentation process conditions may represent a viable business to the citric industry once that the product has potential to be the main by-product in terms of volume and value added, with a larger contribution margin than the concentrated orange juice itself.

The production proposal follows the traditional techniques used for “cachaça”, replacing the baker’s yeast by the disposal yeast from the brewing industry.

The citric industry could still use the residues of the “orange spirits” production, containing the reused yeast, and send it to the cattle feed process, increasing proteins in the final product and its value.

Thus an experiment was performed to evaluate the technical and economical feasibility to produce “orange spirits” using a brewery disposal mass of yeast and also the quality of the final product in this process conditions.

1. INTRODUÇÃO

A aguardente de cana, também chamada cachaça, caninha ou pinga, é definida pelo decreto nº 2314 de 3 de setembro de 1997 (BRASIL, 1997) alterado pelo decreto nº 3510 de 16 de junho de 2000 (BRASIL, 2000), como a bebida com teor alcoólico entre 38 e 54% em volume, à 20°C, obtida do destilado alcoólico simples de cana-de-açúcar, ou por destilação direta do mosto fermentado de cana-de-açúcar, podendo ser adicionado de açúcar até 6g/l. Quando adicionada de 0,6 até 3,0% , o produto deve conter no rótulo a expressão “adoçada”.

A Figura 1 mostra o volume total de cachaça exportado ao longo dos últimos anos, bem como o preço médio praticado e o total em dólares recebido e na Tabela 1 a evolução das exportações de cachaça brasileira, bem como o preço praticado nos diversos países (ALICEWEB, 2007).

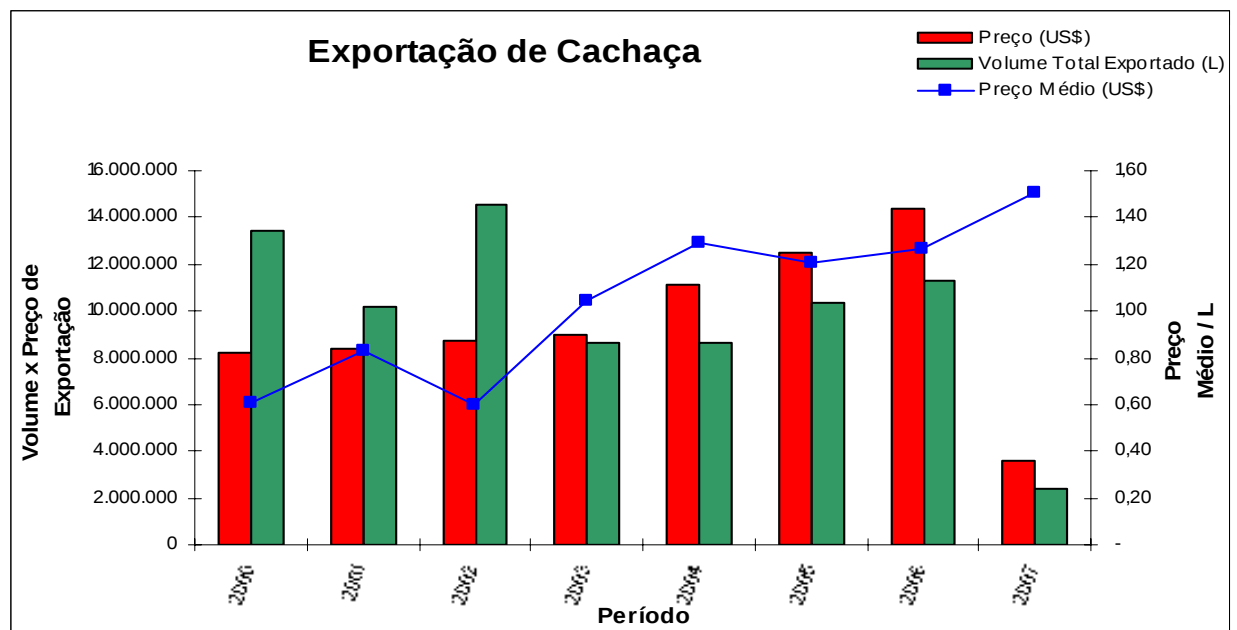


Figura 1: Evolução das exportações de cachaça.

Tabela 1: Evolução das exportações de cachaça e o preço praticado para cada país.

PRINCIPAIS PAISES	QUANTIDADE VENDIDA (L) (PREÇO FOB – US\$/L)							Media
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
TOTAL EXPORTADO	13.429.284 (0,61)	10.150.312 (0,83)	14.535.046 (0,60)	8.663.912 (1,04)	8.607.150 (1,29)	10.343.146 (1,21)	11.322.568 (1,27)	11.007.345 (0,94)
Alemanha	2.441.170 (0,78)	3.080.185 (0,73)	5.086.149 (0,62)	3.007.942 (0,46)	2.292.168 (0,83)	3.334.655 (0,75)	3.973.757 (0,69)	3.316.575 (0,68)
Paraguai	7.613.262 (0,30)	2.881.981 (0,53)	1.953.203 (0,40)	1.159.972 (0,44)	1.753.027 (0,44)	1.195.435 (0,60)	1.302.020 (0,73)	2.541.271 (0,42)
Uruguai	898.880 (0,54)	677.354 (0,48)	664.949 (0,38)	989.244 (0,46)	1.149.245 (0,57)	927.393 (0,73)	888.585 (0,88)	885.092 (0,59)
Portugal	316.018 (1,46)	285.018 (2,09)	2.555.920 (0,24)	568.867 (1,94)	491.307 (2,55)	772.196 (2,00)	984.772 (1,83)	853.443 (1,23)
Estados Unidos	239.873 (1,40)	217.253 (1,41)	212.591 (1,85)	457.204 (1,15)	408.285 (2,47)	609.226 (2,17)	870.496 (2,44)	430.704 (2,00)
Espanha	107.348 (2,12)	142.376 (2,04)	174.942 (1,78)	303.311 (2,86)	227.141 (2,89)	335.172 (1,89)	519.761 (1,74)	258.579 (2,15)
França	190.029 (0,79)	322.139 (0,73)	1.057.079 (0,14)	163.467 (0,94)	95.775 (1,75)	256.796 (2,02)	384.750 (1,49)	352.862 (0,79)
Itália	208.595 (2,38)	330.503 (1,96)	351.588 (1,70)	335.098 (1,82)	309.766 (2,59)	328.692 (2,04)	241.804 (2,17)	300.864 (2,07)
Argentina	20.716 (1,27)	79.074 (0,23)	53.111 (0,89)	192.557 (2,13)	384.313 (1,98)	358.202 (1,50)	199.866 (0,89)	183.977 (1,54)
Chile	180.559 (1,66)	259.563 (1,25)	187.941 (1,18)	208.479 (0,94)	184.214 (1,21)	297.245 (1,00)	249.649 (1,21)	223.950 (1,19)
Bélgica	201.207 (0,80)	220.470 (0,79)	437.015 (0,75)	194.734 (0,79)	74.210 (1,38)	319.103 (0,84)	261.434 (0,99)	244.025 (0,85)
Holanda	74.077 (2,51)	135.766 (1,63)	478.293 (0,95)	269.682 (3,08)	167.434 (3,91)	167.797 (3,56)	137.903 (3,75)	204.422 (2,42)
Bolívia	583.920 (0,60)	441.422 (0,51)	60.519 (1,87)	43.019 (3,36)	169.756 (0,96)	144.204 (1,10)	163.995 (1,77)	229.548 (0,90)
Reino Unido	44.868 (2,17)	76.036 (2,26)	281.146 (1,43)	76.396 (3,64)	133.956 (2,63)	85.884 (3,48)	204.029 (2,52)	128.902 (2,34)
Japão	63.788 (2,36)	54.746 (1,83)	427.612 (0,27)	134.672 (1,73)	46.521 (2,13)	81.352 (1,79)	64.034 (2,09)	124.675 (1,12)
Malásia	0	0	0	12.072 (5,39)	34.191 (2,88)	67.323 (3,29)	69.203 (4,23)	26.203 (3,70)

Fonte: ALICEWEB – Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior, 2007.

Atualmente, a cachaça vem ganhando espaço no mercado internacional, competindo com outras bebidas destiladas, já mundialmente conhecidas e conceituadas provavelmente devido ao processo de globalização e aos crescentes investimentos e profissionalização do setor, embora ainda haja muito a ser feito neste sentido.

Como se pode observar nos dados apresentados, a queda do volume de exportação, observada em 2003, devida também ao aumento de preço do produto no mercado externo, foi retomada a partir de 2004, e tem apresentado um aumento crescente do volume exportado

acompanhado do preço médio/L e também da abertura de novos mercados como o Reino Unido e de outros com consumo ainda modesto, como no caso da Malásia. Pode-se observar ainda que embora o volume total de cachaça exportada diminuiu em comparação com 2002, o total em dólares, recebido pelas exportações não caiu e tem aumentado continuamente.

A indústria cítrica também tem buscado alternativas, segundo FERREIRA (2005), tanto para a redução de custo pelo aumento da eficiência e otimização dos recursos disponíveis, quanto pela busca de novos produtos com maior valor agregado ou ainda pela agregação de valor aos já existentes. Os trabalhos desenvolvidos anteriormente, tanto na produção de álcool, vinho e vinagre de laranja, a partir de subprodutos da industrialização do suco como, principalmente na produção de aguardente de “licor” de laranja (ROÇAFA JR. et al., 2004), vem de encontro a essa situação. Considerando-se portanto o volume de licor gerado durante o processo de fabricação de suco de laranja e a crescente demanda mundial por aguardentes exóticas, pode-se estimar o enorme potencial que pode representar a industrialização desta bebida.

Por outro lado, dado o crescente consumo de cerveja no Brasil, 9,8 bilhões de litros em 2006 (CERVESIA, 2007), a indústria cervejeira tem descartado aproximadamente 160 milhões de litros de fermento por ano, com boa viabilidade e vigor, apresentando percentual de células mortas inferior a 5% mas que deve ser descartado após reutilizado até cinco vezes. Este fermento é atualmente destinado principalmente à produção de ração, porém, para tanto, deve ter o teor de células mortas em torno de 80%, o que torna necessário um tempo de espera em tanque de armazenamento para que ocorra a morte destas células.

Neste trabalho avaliou-se a produção da aguardente de “licor” de laranja, utilizando o fermento descartado pela indústria cervejeira, como pé de cuba pronto, já adaptado às altas concentrações de álcool e açúcares e apresentando boa viabilidade e vigor, antes de ser incorporado aos produtos destinados à produção de ração animal, como se faz atualmente.

Na condução dos experimentos foram avaliadas as características físico-químicas e sensoriais da aguardente destilada em equipamentos de cobre e de aço-inoxidável, com vistas a uma maior flexibilização do processo e a redução de custos com equipamentos.

O envelhecimento da bebida produzida durante o trabalho foi realizado em pequenos ancorotes feitos com Castanheira do Pará (*Bertholletia excelsa*), espécie nativa do Brasil, com custo 30% menor em relação ao carvalho e que, segundo FERREIRA (2005), pode ser utilizada com êxito para este fim, já que amostras de aguardente de “licor” de laranja envelhecidas em tonéis de Castanheira do Pará e de Carvalho, não apresentaram diferenças sensoriais significativas.

2. OBJETIVOS

Com base, portanto nos motivos acima apresentados foram objetivos do presente trabalho:

- Testar o fermento descartado da indústria cervejeira na produção da aguardente de “licor” de laranja;
- Avaliar e otimizar o processo de obtenção da aguardente de “licor” de laranja;
- Comparar a qualidade do destilado obtido em equipamento de aço-inoxidável e em equipamento de cobre;
- Avaliar a bebida obtida do ponto de vista físico, químico e sensorial;
- Avaliar a qualidade da bebida com base nos padrões de qualidade estabelecidos pela legislação brasileira e nas exigências do mercado internacional.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS PROCESSOS

3.1.1. A Laranja

Segundo ABECITRUS (2007), a árvore frutífera mais cultivada e estudada do mundo é a laranjeira. É nativa da Ásia, como todas as plantas cítricas. Segundo pesquisadores, a laranja foi levada da Ásia para o norte da África e de lá para o sul da Europa; foi trazida para as Américas na época dos descobrimentos, por volta de 1.500. A planta espalhou-se pelo mundo sofrendo mutações e dando origem a novas variedades.

As pesquisas e experimentos para aprimorar variedades de laranja começaram a ser desenvolvidas no século XIX na Europa e antes do século XX, os Estados Unidos passaram a liderar os esforços técnicos nessa área. Todos os estudos sempre estiveram voltados para o melhoramento do aspecto, tamanho e sabor dos frutos, como também para o aprimoramento genético visando à obtenção de árvores mais resistentes às doenças e variações climáticas.

Atualmente os pomares mais produtivos, resultantes de uma citricultura estruturada, estão nas regiões de clima tropical e sub-tropical, destacando-se o Brasil (São Paulo), Estados Unidos (Flórida), países Mediterrâneos, China e México. Na década de 80 o Brasil tornou-se o maior produtor mundial de laranja, com mais de 1 milhão de hectares de plantas cítricas, onde a maior parte destina-se a produção de suco pelas indústrias. O estado de São Paulo é responsável por 70% da produção de laranja e 90% do suco produzido no país.

3.1.1.1. Processamento para a obtenção do “licor” da laranja

A primeira fábrica de suco concentrado e congelado implantada no Brasil foi nos anos 50, dentro dos moldes norte-americanos, mas somente na década de 60, devido à geada de 1.962, a qual destruiu grande parte da citricultura dos Estados Unidos, que a indústria brasileira de suco e outros subprodutos da laranja ganhou impulso.

Na década de 80 o Brasil se tornou o maior produtor mundial de laranjas, superando inclusive os Estados Unidos. Hoje, a maior parte da produção brasileira de laranja destina-se à indústria do suco, que está concentrada no estado de São Paulo. O setor emprega diretamente cerca de 400 mil pessoas; é atividade econômica essencial para 204 municípios paulistas e alguns do Triângulo Mineiro; gera divisas da ordem de 1,5 bilhão de dólares por ano, respondendo pela metade do suco de laranja produzido no mundo e por 80% do suco concentrado que transita pelo mercado internacional.

Apesar do suco de laranja concentrado e congelado ser o principal produto da laranja, as indústrias produzem ainda uma série de outros subprodutos: óleos essenciais, D-Limoneno, terpenos e farelo de polpa cítrica (figura 2). Esses subprodutos possuem diferentes aplicações no mercado interno e externo, que incluem alimentação animal, fabricação de produtos químicos e solventes, aplicação em indústrias de tintas, de cosméticos, etc (ABECITRUS, 2007).

Na Figura 2 estão apresentadas as principais etapas de industrialização da laranja e como são obtidos os produtos.

As frutas descarregadas são armazenadas em Bins e quando liberadas para a produção, passam por lavagem e posterior classificação por tamanho, o que permite a otimização de rendimento e qualidade do suco. As frutas são esmagadas no processo de extração e seus componentes separados e processados separadamente. São eles: suco e polpa; casca; bagacilho e óleo; bagaço e sementes.

Através de equipamentos como centrifugas, filtros e finishers, o suco (sólidos primários) é separado da polpa, a qual segue para o processo de WESOS (*water extracted soluble orange solids*), onde é lavada em contracorrente, seguindo para a produção de ração. O suco obtido dessa lavagem (sólidos secundários) é “enzimado”, centrifugado, e em alguns casos passa por um processo chamado *debittering* para a remoção de compostos indesejáveis como limonóides e polifenóis (que conferem amargor ao produto), passando em seguida por um processo de concentração e homogeneização, para então ser envasado e armazenado. Este suco é também conhecido como *pulp-wash*.

Os sólidos primários separados da polpa, ou o suco de laranja propriamente dito pode seguir processos distintos para a obtenção de suco natural pasteurizado ou passar por um processo de concentração, conforme Figura 2. Neste processo são utilizados evaporadores com múltiplos efeitos e estágios a fim de se utilizar baixas temperaturas e pressões, preservando mais as características organolépticas e nutricionais do produto. Nesta etapa são obtidas as essências (fase aquosa e fase oleosa), que podem ser devolvidas ao produto ou comercializadas. Após a concentração, o suco é resfriado ainda nos evaporadores (sistema *flash-cooler*) e segue para os *blenders*, onde ocorre a re-incorporação dos aromas. O suco então pode ser armazenado em tanques refrigerados ou envasados em tambores para posterior armazenamento.

O suco natural denominado NFC e apenas pasteurizado e armazenado sob refrigeração.

Na extração, é borrifada água para capturar o óleo essencial da casca (denominada emulsão). Esta emulsão, mais o bagacilho (fragmento de casca) seguem para peneiras, sendo que a parte sólida passa por filtros de onde segue para a produção de ração. A parte líquida segue para centrifugas concentradoras que separam óleo e água em até 80%. Este produto segue para centrifugas polidoras que elevam o teor de óleo para 99-100%. O óleo essencial é, então,

levado para tanques de “desceramento” a temperatura de -10°C por 10 a 20 dias, podendo, então ser envasado. A cera possui vários componentes de valor, porém ainda é pouco aproveitada.

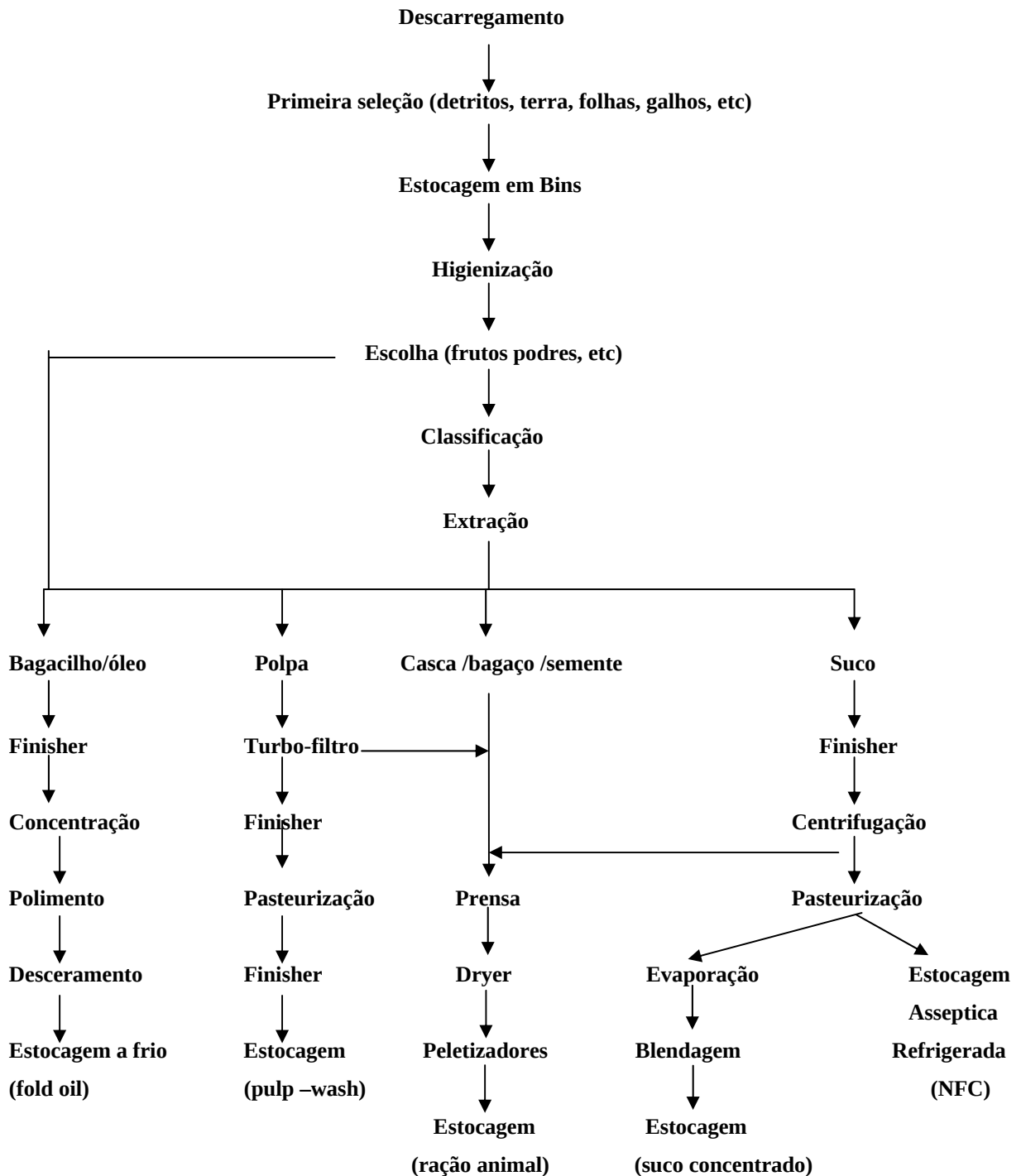


Figura 2: Etapas do processamento da laranja.

O óleo essencial pode ser concentrado ou “deterpenado”, o que o torna mais agradável para utilização como aroma. É comumente denominado *Fold Oli*.

Todos os componentes da laranja que foram separados no processo, seja de suco concentrado, NFC, WESOS, etc são aproveitados para fabricação de ração animal. Este produto é denominado CPP ou Polpa Cítrica Pelletizada.

Os componentes destinados a esse processo passam por um moinho martelo e seguem para um reator após a adição de cal (demetilação da pectina), o que facilita a liberação da água por meios mecânicos. Essa mistura segue para um sistema de prensas, onde o sólido é separado do líquido (denominado licor), o qual é concentrado em evaporadores do tipo Waste Heat (múltiplos estágios e efeitos, que aproveitam a energia gerada pelos secadores de bagaço). Parte desse licor é re-incorporado aos sólidos e seguem para os secadores de bagaço.

Nos secadores, o contato do bagaço com o gás quente gerado se dá à temperatura de 800°C e a umidade é reduzida para 10-12%. O bagaço seco segue para as extrusoras (conhecidas por pelletizadoras), as quais dão forma ao produto e promovem um aumento da densidade, otimizando o espaço de armazenamento e transporte. O CPP é armazenado sob refrigeração.

Durante o processo de concentração nos evaporadores, é recuperado o terpeno crítico, subproduto com 92-97% de d-limoneno. De acordo com FERREIRA (2005), este produto deve ter sua concentração limite de 0,08% no licor a 11,8°Brix para que não exerça ação inibitória ao desenvolvimento da levedura durante o processo de fermentação, sendo então aconselhado retirar o “licor” de laranja para a produção de álcool somente após o processo de concentração e separação do terpeno cítrico.

3.1.2. A Aguardente De Cana

Segundo AQUARONE et al. (1983), até o fim da Segunda Guerra Mundial, de 1939-1.945, a indústria de aguardente de cana era rural, de pequeno volume de produção, obtida em grande número de fábricas rudimentares e muito atrasadas tecnicamente. Nessas pequenas fábricas rurais, o proprietário e sua família plantavam a cana-de-açúcar, produziam a aguardente e a comercializavam. Alguns produtores a engarrafavam e havia poucos engarrafadores autônomos. O produto tinha características de paladar e aroma os mais variados e algumas aguardentes eram mais afamadas que outras devido a qualidade peculiar obtida por este ou aquele produto. Não havia propriamente um envelhecimento, mas muitos produtores vendiam sua aguardente envelhecida porque, devido à comercialização lenta e pouco volumosa, era armazenada por um período longo em tonéis, melhorando sua qualidade sensorial. Entretanto não havia características regionais nem padrões de qualidade estabelecidas. A legislação sempre procurou fixar normas de qualidade baseadas nos teores dos compostos voláteis, mas somente esse cuidado não é suficiente para conferir padrões característicos de aroma e sabor.

Após a guerra, a população aumentou, e também o consumo, que passou a exigir um maior volume de produção. Como consequência, aumentaram as lavouras de cana e a capacidade de produção das destilarias, surgindo uma demanda técnica e científica, desde a cultura da cana até o engarrafamento da aguardente. Muitos estudos foram realizados nas áreas de fermentação do caldo de cana e do processo de destilação e muitos foram os conhecimentos adquiridos em relação à extração do caldo, purificação, cuidados com a fermentação e desinfecção, novas técnicas de destilação, busca de leveduras apropriadas e selecionadas, e outros parâmetros. Tais estudos contribuíram para o aperfeiçoamento técnico da antiga e rotineira indústria aguardenteira, e seu acervo mostrou-se importantíssimo quando

a indústria de álcool etílico no Brasil foi solicitada a incrementar suas atividades com a finalidade de produzir combustível líquido. As destilarias autônomas de grande capacidade, para produzir álcool a partir de caldo de cana-de-açúcar, utilizaram a tecnologia que foi desenvolvida nas destilarias de aguardente.

3.1.2.1. Processamento para a obtenção do caldo-de-cana

Para que os melhores resultados sejam obtidos na industrialização, a matéria-prima deve estar perfeitamente madura e acusar as melhores condições fitossanitárias, além das melhores condições tecnológicas, ou seja, deve ter sido recentemente colhida e não apresentar deterioração.

O processo de fabricação de cachaça é relativamente simples, consistindo de cinco etapas principais: moagem, fermentação, destilação, envelhecimento (opcional) e engarrafamento, conforme mostra a Figura 3.

Segundo AQUARONE et al. (1983), a extração é feita por métodos de esmagamento direto nas moendas e o caldo de cana obtido, depois de coado, é denominado caldo bruto ou mosto natural. Este deve passar por um processo de decantação de modo a separar impurezas grosseiras pesadas em suspensão, das quais terra e areia são as mais importantes pelos danos que podem causar as bombas ou servir de veículo de contaminação, pois o mosto em questão não passa por etapa de esterilização, antes da adição do fermento.

Para a fabricação da aguardente, são os açúcares totais do caldo que devem merecer atenção. Quanto mais madura a cana mais rico será o caldo dela proveniente e é por essa razão que a cana não deve ser trabalhada antes de acusar 18°Brix (ao redor de 14% de açúcares).

Quando o caldo é muito rico em açúcares se faz necessário uma diluição. Quanto mais açúcares mais álcool deve ser formado, porém uma alta riqueza em açúcar pode levar a uma

quantidade de álcool suficientemente elevada para prejudicar a ação fermentativa de levedura, causando fermentações incompletas. As altas concentrações de açúcar do mosto conduzem a fermentações mais demoradas e os destiladores sujam mais, exigindo limpezas mais freqüentes, além de diminuição dos rendimentos industriais, exigindo leveduras mais especializadas (ou adaptadas)

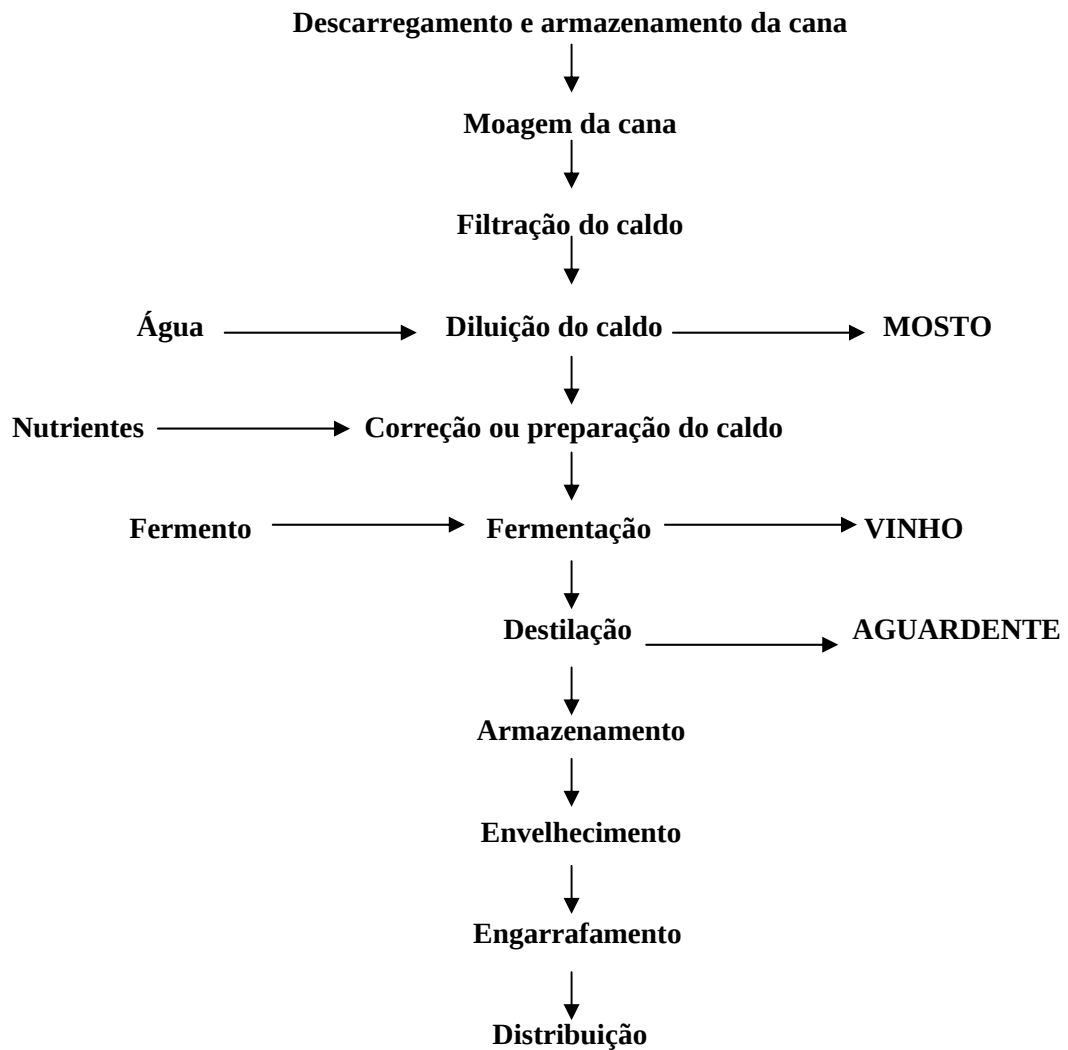


Figura 3: Fluxograma básico do processo de produção de aguardente de cana-de-açúcar.

O caldo bruto deve apresentar no mínimo 18°Brix. Valores menores indicam falta de maturação da cana e inadequação à fermentação. O caldo diluído deve ter entre 12° e 18°Brix.

Juntamente com a concentração de açúcares, outros fatores são importantes para garantir o bom andamento da fermentação, tais como temperatura, acidez, minerais e vitaminas presentes no caldo.

A temperatura é ajustada, seja por aquecimento ou refrigeração das dornas de fermentação, respeitando os limites de trabalho da levedura utilizada, de modo a se obter seu máximo rendimento. Além disso, a levedura desenvolve-se melhor em pH ligeiramente ácido, tornando necessária a correção dos caldos para valores próximos a 4,5-5,0, sempre visando a máxima conversão dos açúcares pela levedura selecionada. O pH do caldo 5,6 é favorável, e a sua redução por diluição pode torná-lo mais favorável. O tratamento dos inóculos com ácido, em valores inferiores de pH, favorece a fermentação, eliminando bactérias contaminantes. Normalmente, não se faz tratamento com ácido para reduzir o pH do volume total dos mostos.

3.2. FERMENTAÇÃO

De acordo com AQUARONE et al. (1983), o mosto preparado não sofre espontaneamente a fermentação alcoólica, que vai ocorrer realmente, depois que o mosto for inoculado pelas leveduras. Elas são previamente multiplicadas, até um volume ou massa conveniente para conduzir a fermentação eficaz e economicamente. As células suspensas em líquido, de 10 a 20% do volume total do material a fermentar, ou na proporção de 10 a 20g de massa úmida por litro de meio de cultura, são chamadas na prática de lêvedo alcoólico, pé de cuba ou simplesmente fermento. O desdobramento dos açúcares fermentescíveis do mosto é devido às atividades das células de levedura empregada.

A escolha de uma levedura adequada depende da natureza do mosto, das condições locais da destilaria e do fim a que se destina o produto fabricado. Mosto muito rico em açúcar

exige tipos de leveduras resistentes a maiores concentrações de álcool para que a fermentação seja desenvolvida de modo normal. Se o mosto é de caldo de cana, as melhores leveduras devem ser as isoladas de mosto em fermentação, de preferência não diluído. Nas grandes destilarias brasileiras, o uso de fermento selecionado é uma realidade, e até em pequenas destilarias, mas há ainda um grande número que ainda trabalha com leveduras prensadas, de panificação, ou com fermento chamado caipira. Este é constituído pelas leveduras naturais, desenvolvidas nas destilarias como pé de cuba, segundo “receitas” próprias.

Entre as leveduras naturais existem diversas espécies, das quais *Saccharomyces*, *Schizosaccharomyces* e *Hansenulas* são os gêneros mais importantes. Eles predominam nos vinhos das destilarias da região de Piracicaba.

As transformações que a levedura produz dependem de suas condições vitais e, por consequência, de sua nutrição. O produtor de aguardente deve, pois, conhecer suas exigências para executar convenientemente a correção do mosto e obter os melhores resultados. Além da nutrição, agentes físicos e químicos atuam sobre a levedura: o ar, a temperatura, a reação do meio, ação de antissépticos e antibióticos, e dos próprios produtos da fermentação.

A fermentação do caldo de cana é uma fermentação primordialmente alcoólica, que se inicia no momento em que o inóculo ou pé de cuba entra em contato com o mosto convenientemente preparado (AQUARONE et al., 1983). Apesar da fermentação da cana-de-açúcar ser um processo robusto, alguns cuidados devem ser tomados para se obter a eficiência, normalmente esperada, de 80-85%. Dentre eles destacam-se: o fator de diluição do meio, sendo desejado valores entre 16° e 20°Brix; o controle da temperatura, que deve ser mantida entre 25° e 32°C; as condições de higiene e limpeza, em especial para evitar contaminações bacterianas, principalmente por *Lactobacillus* e *Leuconostoc*; o pH deve ser mantido na faixa 3,7-4,3; o tempo de fermentação entre 24 e 30 horas; controle do aroma, pois

alterações podem significar contaminação e atenção à presença de *Drosophila*, que pode indicar infecção acética (LEA and PIGGOTT, 2003).

No caso da fermentação do “licor” de laranja, este deve estar entre 12° e 30°Brix, tendo como maior eficiência a fase lag, podendo ser usado tanto o processo por batelada como o processo contínuo em fermentadores tipo “Wick”, usados comercialmente nos Estados Unidos, onde os gases gerados provocam um fluxo circular na solução, que além de mantê-la homogênea, promove a chamada zona morta que mantém as leveduras nas bordas, permitindo assim a retirada da solução alcoólica sem mudar a população destas leveduras. Estes fermentadores, normalmente, têm capacidade para 40 mil litros e promovem a fermentação parcial em 24 horas ou completa em 36-48 horas (FERREIRA, 2005)

Segundo CARDOSO (2001), a fermentação para produção de cachaça é normalmente feita em dornas cilíndricas com fundo cônico pela facilidade de limpeza e escoamento do líquido, tendo uma relação de 2:1 entre altura e diâmetro. Apesar de ser comum o uso de dornas de madeira e alvenaria, é altamente recomendado o uso de aço carbono ou inox, por questões de higiene.

3.2.1. A Levedura Cervejeira

As leveduras que pertencem ao subgrupo do reino dos fungos, encontram-se amplamente distribuídas no solo, na água, dispersa por vetores como insetos, animais e ventos. São microrganismos facultativos que utilizam o nitrogênio orgânico (cisteína, metionina) ou o inorgânico, mesófilas (20-30°C) ou psicotróficas e acidófilas e podem crescer em ampla faixa de pH: 2,2 a 8,0 (SENAI, 2002). De acordo com o manual de fermentação da Escola Técnica de Cervejaria do SENAI, são necessárias algumas características especiais no caso das leveduras utilizadas para a produção de cerveja:

- Ter força fermentativa adequada;

- Adaptação a pH baixo;
- Boa multiplicação celular (3-4 vezes durante a fermentação);
- Prover a formação adequada de subprodutos (gosto, aroma);
- Pouca sensibilidade ao frio;
- Baixa possibilidade de infecções (arranque rápido), e;
- Alto grau de fermentação (consumo de açúcares).

A levedura cervejeira pode ser de alta fermentação ou de baixa fermentação, podendo ainda apresentar-se pulverulenta ou floculenta.

A Tabela 2 abaixo apresenta as diferenças básicas entre ambas.

TABELA 2: Diferenças entre leveduras de alta fermentação e de baixa fermentação.

Leveduras de baixa fermentação	Leveduras de alta fermentação
Não formam cadeias de células	Formam cadeias de células
Floculam ao final da fermentação	Flotam de cadeias de células
Degradam totalmente a rafinose	Não degradam totalmente a rafinose
Propagação e fermentação a temperaturas mais baixas	Propagação e fermentação a temperaturas mais elevadas

As células são multiplicadas, seja em laboratório ou em escala industrial, com alguns cuidados básicos para que seja preservado seu patrimônio genético, garantindo assim que as células filhas tenham as mesmas características e habilidades que sua mãe. Parâmetros como temperatura, meio de cultura utilizado, pureza microbiológica, relação entre os volumes e demanda de oxigênio são importantes para uma boa propagação.

Em temperaturas muito elevadas, há uma maior atividade metabólica das leveduras, encurtando assim o tempo de propagação. Recomenda-se então se utilizar temperaturas decrescentes em escala industrial e no último estágio da propagação, utilizar

temperatura menor ou igual a 2°C superior à temperatura normal de fermentação do processo em questão, evitando choque térmico no fermento (SENAI,2002).

O substrato ou meio de cultura deve ser estéril e clarificado, adequado a levedura e ao processo (composição de açúcares, nitrogênio, fósforo, enxofre, íons metálicos, etc), a fim de evitar o aparecimento da fase lag (adaptação), onde há menor produtividade e maior risco de contaminação.

Por exemplo: o P entra na formação do ATP; K e Na são necessários para manter o equilíbrio osmótico da célula; o Ca, Mg, Fe e S são co-fatores, o Zn é importante tanto na fermentação quanto na respiração da levedura (necessário nas duas rotas de obtenção de energia utilizada pela célula) de modo que se não houver fonte de zinco, é necessária sua adição. A alta concentração de açúcares diminui a propagação e aumenta a capacidade fermentativa da levedura. Isso acontece porque altas concentrações de glicose inibem algumas enzimas do ciclo de Krebs, travando a rota respiratória, fazendo com que a levedura mude para a rota fermentativa para obter energia para seu metabolismo. Como consequência tem-se uma menor taxa de multiplicação, envelhecimento precoce das células, fermentação arrastada com diminuição do rendimento (dificuldade para a queda do extrato), maior esterificação (flavor de banana, maçã, papaia) dificuldade na coleta do fermento, entre outros transtornos (SENAI, 2002).

A pureza microbiológica deve ser preservada para evitar disseminação de novos microrganismos pela fábrica, modificando os padrões de qualidade da bebida.

A relação entre os volumes durante a propagação deve ser mantida, geralmente na faixa de 1 para 10. Relações maiores podem acarretar maior facilidade para o desenvolvimento de microrganismos contaminantes ou diminuição da produtividade. Por outro lado, relações menores que 1:10 podem acarretar um envelhecimento mais rápido das leveduras e necessidade de maior número de trasfegas.

O oxigênio é indispensável na propagação, para ativar o metabolismo das leveduras, porém a sua concentração deve estar sempre em torno de 7-9mg/L e totalmente dissolvido, ou seja, são necessários mecanismos para a dispersão das bolhas na aeração.

Durante a propagação faz-se necessária a retirada de amostras para analisar a velocidade de multiplicação celular através da contagem de células, a velocidade e tempo de fermentação, o grau de fermentação além de avaliação sensorial (SENAI, 2002).

Ao final do processo, são ainda necessários alguns cuidados na retirada do fermento, no armazenamento e no seu preparo para a reutilização visando garantir um processo eficiente.

Na coleta da levedura busca-se obter a maior proporção possível da camada intermediária decantada no tanque, descartando assim as células que decantam antes de fermentar todo o açúcar e as que demoram muito a decantar, mesmo quando a concentração de açúcares está muito baixa, conforme esquematizado na Figura 4.

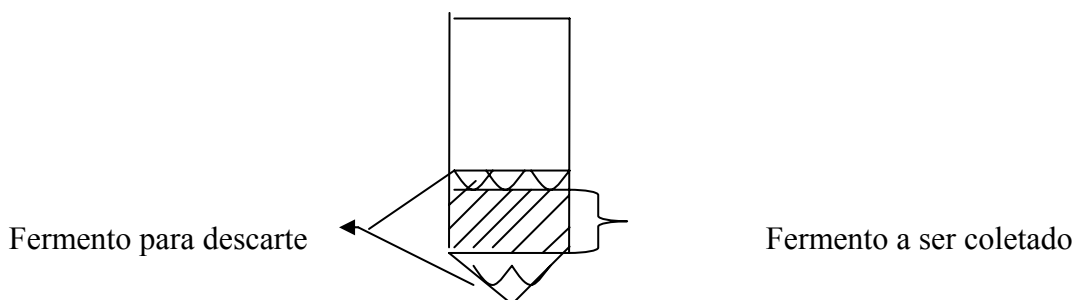


Figura 4: Esquema de coleta de fermento num tanque fermentador.

O fermento deve ser logo trasfegado para o tanque de armazenamento para que a levedura não sofra por muito tempo o peso da coluna de líquido do tanque e temperatura alta sem que haja alimento para o seu metabolismo ainda acelerado. A trasfega deve ser realizada na ausência de oxigênio e o seu armazenamento em temperaturas mais baixas (0-4°C) a fim de diminuir o stress da levedura pela falta de alimento (diminuição do metabolismo). O tempo de

armazenagem será função da quantidade de alimento disponível, da temperatura e da quantidade de reserva da célula (glicogênio). Longos períodos de armazenagem (escassez de alimento) podem levar à formação de esporos, aumentando o risco de mutações genéticas, com consequente perda de características essenciais para o processo, trazendo danos seja para a qualidade do produto, seja para a eficiência do processo (SENAI, 2002). A figura 4 mostra um esquema de tanque fermentador, com o fermento que deve ser coletado e armazenado para reutilizações posteriores e as porções que devem ser descartadas.

A levedura deve ser aerada somente no momento da dosagem para que seu metabolismo seja reativado (preparação das mitocôndrias) e seja diminuída a fase de adaptação. Quando ativado o metabolismo, as células consomem as reservas de glicogênio mais rapidamente para se preparar, portanto se não for logo dosada, haverá um aumento considerável do número de células mortas no tanque de armazenamento.

Outro fator importante a ser considerado é o stress do fermento em relação à concentração de etanol. Um mosto com altas concentrações de açúcares gera uma alta concentração de etanol ao longo do processo, o que é altamente tóxico para a levedura, que tolera normalmente 80-120g/L de etanol.

O efeito crônico do etanol é a desnaturação protéica. As enzimas de transporte estão em constante contato com o etanol do meio de modo que ao longo das reutilizações do fermento, a levedura tem maior dificuldade de transportar alimentos para dentro da célula, onde também diminui suas reservas de glicogênio, culminando em esporulação por toxicidade ou morte celular, de onde vem a necessidade de novas propagações e descartes de fermento.

Na Figura 5 está esquematizado o fluxo do processo fermentativo e recolha do fermento na produção de cervejas.

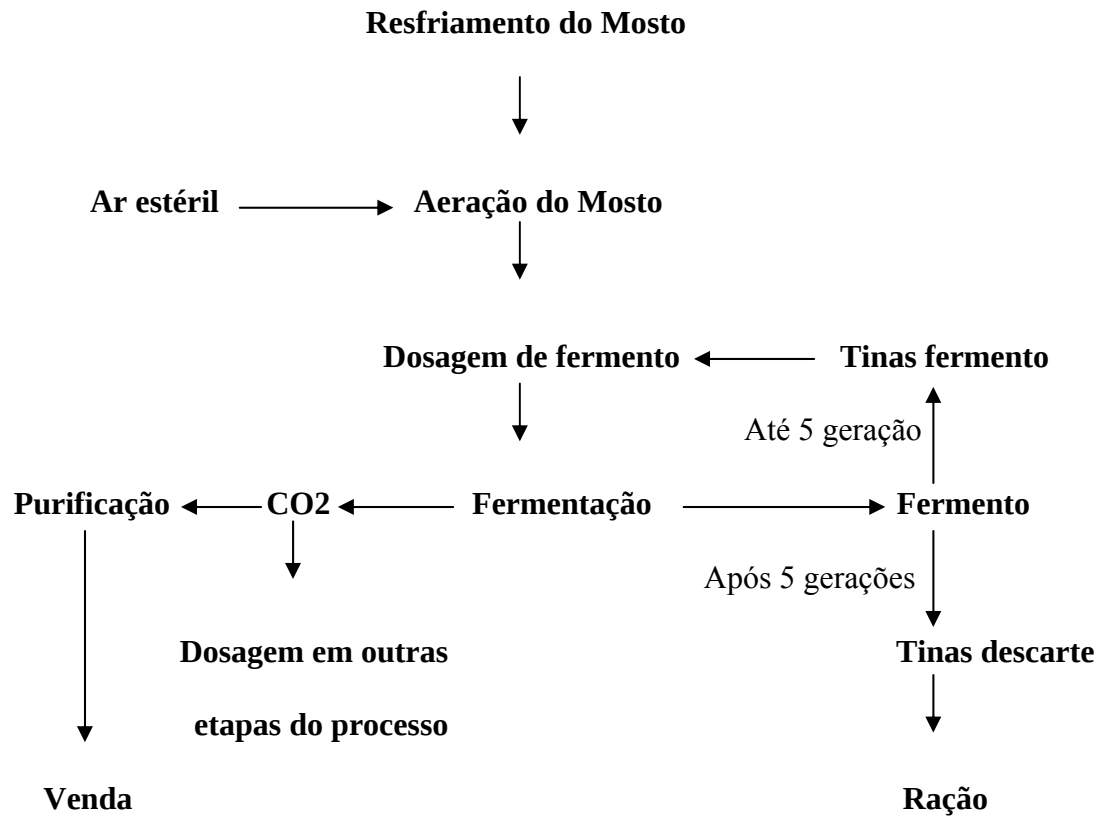


Figura 5: Fluxograma do manejo industrial do fermento cervejeiro.

As cervejarias têm como limitante do processo tanto o número de células mortas do fermento (num processo com mosto mais concentrado é 5%) quanto o número de reutilizações (para um processo com mosto mais concentrado, máximo 5 reutilizações), o que obriga fermentos bons, em pleno vigor e totalmente viáveis, com teor de células mortas de 2% serem descartados e destinados à ração animal. Porém para que seja utilizado como tal, o teor de células mortas do fermento deve ultrapassar 80% da população total (para a saída da fábrica), de modo que o volume descartado deve ficar armazenado em tanques até que o percentual de células mortas atinja o mínimo necessário acima mencionado (SENAI, 2002).

3.3. DESTILAÇÃO

A Tabela 3 apresenta os principais componentes da cachaça.

Tabela 3: Componentes voláteis da cachaça (valores médios).

Ácidos	(mg/100ml álcool anidro)	Acético	78,98	Álcoois	(mg/100ml álcool anidro)	Metanol	5,66		
		Propiônico	0,17			Amílico	0,13		
		Isobutírico	0,07			1,4-Butanodiol	0,13		
		Butírico	0,14			n-Butanol	1,15		
		Isovalérico	0,15			Cetílico	6,13		
		Valérico	0,04			Cinâmico	6,95		
		Isocapróico	0,03			Decanol	0,21		
		Capróico	0,22			n-Dodecanol	0,01		
		Heptanóico	0,06			Geraniol	0,62		
		Caprílico	1,29			Isoamílico	138,00		
		Cáprico	1,65			Isobutanol	62,00		
		Láurico	0,63			Mentol	0,51		
		Mirístico	0,36			2-Feniletílico	0,02		
		Palmitico	0,56			n-Propanol	46,00		
						n-Tetradecanol	0,04		
	Acetaldeídos	(mg/100ml álcool anidro)	Formaldeído		0,19	Ésteres	(mg/100ml álcool anidro)	Amil Propionato	0,02
			Hidroximetilfurfural		0,49			Acetato de Etila	23,80
		Acetaldeído	11,2		Benzoato de Etila		0,46		
		Acroleína	0,14		Heptanoato de Etila		0,05		
		Furfural	0,40		Isoamílico Valerato		0,01		
		Propionaldeído	0,02		Propionato de Metila		0,02		
		Butiraldeído	0,20		Propil Butirato		0,02		
		Benzaldeído	0,13						
		Isovaleraldeído	0,06						
		Valeraldeído	0,11	Dimetil Sulfeto (mg/L)			4,96		

Fonte: LEA and PIGGOTT (2003).

Segundo FARIA et al. (2003), a destilação é um processo de separação de compostos voláteis do mosto, gerando bebidas prontas para consumo ou destilados de alta concentração alcoólica (54-95%) que podem ser usados como base para outras bebidas além da cachaça.

A destilação é a operação final na obtenção de cachaça, e consiste da condensação dos vapores gerados do aquecimento do mosto, tendo como produtos finais suas frações líquidas: o destilado rico em etanol e outros componentes voláteis e a vinhaça (também conhecida como vinhoto) composta por açúcares não fermentados, ácidos graxos, sais minerais, etc. A

destilação é considerada terminada quando o líquido no recipiente de recolhimento acusa graduação alcoólica aproximada de 50% em volume.

O mosto, com 5-8% em volume de álcool, deve produzir 15-17% do seu volume em aguardente com 38-54% em álcool. Na Tabela 4, estão apresentados valores da temperatura de ebulição e sua relativa concentração em álcool.

Tabela 4: Teor alcoólico de mistura binária x ponto de ebulição

Etanol na Mistura Líquida (% v/v)	Ponto de Ebulição (C)	Etanol no Vapor Concentrado (% v/v)
5	95,9	35,8
10	92,6	51,0
20	88,3	66,2
30	85,7	69,3
40	84,1	72,0
50	82,8	75,0
60	81,7	78,2
70	80,8	81,9
80	79,9	86,5
90	79,1	91,8

Fonte: CARDOSO (2001)

Ao atingir o teor alcoólico proposto deve-se imediatamente efetuar o corte, pois além do risco de obter um produto com graduação alcoólica inferior, a qualidade sensorial também pode ficar prejudicada, além de haver aumento da acidez.

A destilação deve ser fracionada em três partes distintas para retirada de compostos indesejáveis, segundo FARIA et al. (2003):

- Cabeça – é a primeira fração destilada e contém a maior parte de metanol, devendo ser separada do produto final;
- Coração – é a segunda fração, trata-se da aguardente propriamente dita;
- Cauda – é a última fração e contém, como a cabeça, compostos indesejáveis (produtos menos voláteis), devendo ser separada do produto final.

Existem três tipos de equipamentos (ou sistemas) de destilação: contínuo (colunas ou torres de destilação); semi-contínuo (alambiques de três corpos) e descontínuo (alambiques simples). As principais vantagens do sistema contínuo estão relacionadas à melhor seletividade, produtividade, menor consumo energético, melhor qualidade sensorial e melhor padronização. Já os sistemas descontínuos e semi-contínuos (YOKOYA, 1995), têm vantagens de facilitar a separação da cabeça e cauda e obter um produto mais rico em aroma, devido às relações que ocorrem com os componentes em contato com as paredes quentes dos alambiques, as quais são favorecidas pela presença de cobre (FARIA et al., 2004).

CARDOSO (2001) destaca os seguintes aspectos quanto aos equipamentos de destilação:

- Alambique Simples – é usado na produção de cachaça chamada artesanal, sendo conhecido também por “cebolão”. Tem ciclo de operação longo, com maior consumo de água e energia. Trata-se de equipamento bastante simples, em que o mosto é colocado na cuba com aquecimento direto ou vapor e os vapores seguem até o sistema de resfriamento onde são condensados. Alguns cuidados devem ser tomados como colocar o mosto somente em 2/3 do volume total da cuba, aquecer lentamente para evitar o arraste de mosto, ajustar a válvula e atuar no ponto de corte. Se bem controlado, a cabeça e cauda podem ser reincorporadas na batelada subsequente e descartada somente após vários ciclos para evitar a concentração do sistema.
- Alambique de Três Corpos – gera menor consumo de água e energia. É formado por três caldeiras em diferentes planos, interligadas por tubulações e válvulas de controle. O processo se inicia com a alimentação de mosto nas três caldeiras por intermédio do “Aquecedor de mosto”. O mesmo cuidado com o volume deve ser seguido, ou seja, colocar somente 2/3 do volume total de cada caldeira, aquecer lentamente, ajustar a válvula e atuar no ponto de corte. O vapor entra na caldeira de esgotamento, que aquece o

mosto gerando vapores para a caldeira posterior que aquece o mosto desta e gera vapores que são condensados para a obtenção da cachaça.

- Colunas ou Torres de Destilação – são usadas em processos industriais de médio e grande porte, onde a destilação ocorre continuamente e a separação de compostos indesejáveis por fracionamento. São formadas basicamente por três conjuntos: o tronco de destilação, condensadores e sistema de resfriamento e aquecimento. O tronco de destilação é formado por conjuntos de pratos (ou bandejas) sobrepostos que compõem os gomos (dois pratos). A alimentação de mosto é feita na parte superior (último gomo), e o aquecimento com vapor é feito na parte inferior (primeiro gomo). Com o aquecimento do mosto, o qual inunda a parte inferior da coluna, os vapores gerados sobem e aquecem os gomos subsequentes. Os gomos ficam com as bordas imersas no líquido e obrigam os vapores que sobem a manterem um contato íntimo com o líquido quente que desce pelos “ladrões”. Isso faz com que o líquido seja aquecido e enriquecido com álcool, diminuindo seu ponto de ebulição, o que gera vapores mais ricos em álcool pela maior condensação do vapor d’água que dos vapores alcoólicos. Há, assim, fluxos: um ascendente constituído de vapores que vão se enriquecendo em álcool conforme se distanciam da base da coluna e outro constituído pela parede líquida que desce pelos “ladrões” que vão se empobrecendo em álcool conforme atingem a base da coluna. Os vapores são condensados e resfriados, sendo coletados após as serpentinas já na forma de aguardente.

FARIA (1989) demonstrou a importância do cobre para a qualidade sensorial da cachaça, pois a sua presença, mesmo que somente na parte ascendente dos alambiques, reduz significativamente os teores de enxofre e compostos sulfurados que seriam responsáveis pelo defeito organoléptico neste tipo de bebida. Nestas condições o residual de cobre na cachaça atende aos limites estabelecidos pela legislação brasileira (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2005), sem risco à saúde do consumidor. Isto é importante, pois o aço-

inoxidável representa uma boa alternativa em termos de custo, durabilidade e segurança para equipamentos de destilação de cachaça.

3.4. ENVELHECIMENTO

De acordo com LIMA (1999), qualquer bebida destilada, logo após a destilação, tem sabor picante, áspero, ardente e seco. O odor é normalmente penetrante, nem sempre agradável, e varia de fortemente alcoólico ao de uma mistura de etanol, componentes secundários e compostos que se formam durante a fermentação, como mercaptanas, sulfetos e outras de identificação imediata mais difícil, mais as matérias pirogenadas resultantes da destilação.

O armazenamento e o repouso melhoram sua qualidade, porque alguns desses componentes são eliminados por evaporação natural e por movimentação ou transferência do líquido entre recipientes, que provocam aeração ou agitação.

Os armazenamentos em recipientes de fibra e de metal não colaboram para a melhoria da qualidade da aguardente, a não ser para eliminar alguns componentes voláteis que se formam durante a fermentação e que passam à bebida durante a destilação. O armazenamento da aguardente engarrafada não lhe causa transformações, como as que ocorrem nos recipientes de madeira. De todos os materiais, a madeira é o mais antigo e tradicional; além de armazenar, transmite ao destilado qualidade especial que tornam mais aprazível degustá-lo. O armazenamento prolongado em recipientes de madeira leva ao envelhecimento e, dentro de limites razoáveis, quanto mais longos, melhores qualidades aromáticas e degustativas transmitem ao destilado.

O armazenamento do destilado em tonéis de madeira altera o aroma e o sabor, de acordo com o tempo de armazenamento. As transformações afetam a cor, volume, peso específico e os teores de álcool, extrato, acidez, ésteres, álcoois superiores, aldeídos, furfural e o coeficiente de impurezas.

- Cor – armazenadas em contato com a madeira, as aguardentes mudam de cor. O material vegetal é rico em matérias extrativas que se solubilizam no líquido alcoólico e comunicam com, que varia segundo a natureza da madeira;
- Redução do Volume – em tonéis de madeira não parafinados internamente há troca gasosa, permeabilidade do líquido alcoólico e sua evaporação em maior ou menor intensidade, de acordo com a natureza da madeira. A redução do volume depende da porosidade da madeira, da capacidade do recipiente, de seu volume, de sua forma, da perfeição de sua construção, de seu estado de conservação, da espessura das aduelas, da temperatura do ambiente, do estado higrométrico do ar, condições de ventilação, da existência de abrigo ou não para os recipientes e de eventual exposição ao sol. A porosidade é responsável pela permeabilidade do líquido para o exterior e pela entrada de ar no recipiente, o que colabora para o envelhecimento. O volume do recipiente influi na rapidez do envelhecimento; no de pequena capacidade o destilado envelhece em menos tempo do que num de grande capacidade, porque oferece maior área de exposição ao ar em relação ao conteúdo de líquido e, em consequência, maior atividade de oxidação. No entanto, é possível envelhecer em recipientes de grande volume, com bons resultados. A espessura das aduelas influi sobre a redução do volume do destilado armazenado. Quanto mais finas, mais rapidamente proporcionam o contato do ar com o destilado, mas favorecem a sua evaporação, com consequência para a economia do processo.
- Extrato – é o resíduo que fica num recipiente, o qual continha aguardente, depois que ela é totalmente evaporada. Por aquecimento, água, álcool, ésteres, álcoois superiores, ácidos e

furfural são eliminados por evaporação e restam apenas os sólidos que estavam dissolvidos, isto é, açúcar, adoçantes e extrato de madeira, que contém taninos, corantes e resíduos minerais. O contato do destilado com a madeira promove a extração de materiais corantes, taninos, componentes de sabor e aroma que, em excesso, podem prejudicar sua qualidade organoléptica. As aguardentes recém-destiladas apresentam pouco extrato, ao contrário das envelhecidas, que apresentam um teor de extrato relacionado com a intensidade da cor, mas não diretamente proporcional ao tempo de envelhecimento. São consideradas ótimas, as normalmente envelhecidas em tonéis de madeira, que apresentam 4g de extrato por litro da bebida. No entanto é comum encontrar valores menores em bebidas armazenadas nesses recipientes por mais de 10 anos, porque a quantidade de extrato depende do conteúdo de matérias extrativas da madeira e explica porque o vasilhame novo propicia maior teor de extrato.

Os tonéis de madeira não devem ficar expostos ao sol. Os armazéns que os abrigam devem ser ventilados, porém, não em excesso; neles deve ser mantido um estado higrométrico equilibrado, nem seco nem úmido em demasia, que permita a permeabilidade do destilado e a entrada de ar em condições adequadas, sem evaporação excessiva nem crescimento de bolores à superfície dos tonéis.

- Alteração do Teor de Álcool no Destilado – o volume do destilado diminui porque ele evapora através dos poros da madeira dos barris ou tonéis; além da redução do volume, a mistura hidroalcoólica enfraquece pela perda de álcool. Esta perda também é influenciada pela ventilação, temperatura e umidade do ambiente onde está o vasilhame para envelhecimento. As aguardentes destinadas ao envelhecimento, devem Ter graduação mais elevada do que a da bebida engarrafada, para compensar a redução da graduação alcoólica.

- **Peso Específico** – a densidade relativa da mistura de água e álcool que constitui a aguardente depende dos teores relativos de água e álcool, incluindo o coeficiente de componentes ditos secundários. Em uma aguardente envelhecida, outros sólidos em solução influem no peso específico, tais como matérias minerais, corantes e formadoras de aromas, que formam o extrato da bebida pela lenta dissolução dos componentes da madeira do vasilhame. Sua concentração é maior quanto mais longo for o período de envelhecimento. Se a eles acrescentar caramelo, o peso específico será mais afetado. A graduação alcoólica da aguardente diminui com o envelhecimento, a cor torna-se mais intensa e o peso específico aumenta e conforma a menor concentração em etanol.
- **Acidez** – eleva-se com o envelhecimento, em decorrência do aumento da acidez volátil ao longo do armazenamento, provavelmente pela elevação do teor de ácido acético, formado por oxidação.
- **Ésteres** – com o envelhecimento os destilados adquirem um teor mais elevado de ésteres e, conseqüentemente, aroma mais agradável. Admite-se que eles são os principais responsáveis pelo buquê dos destilados. Acredita-se que o aumento da acidez auxilia a esterificação, resultante da ação dos ácidos sobre os álcoois. O arejamento da aguardente influencia positivamente a qualidade do destilado, pois causa aumento do teor de ésteres. A volatilidade dos ésteres é variável entre limites amplos; seu ponto de ebulição varia entre 130°C a 180°C, o que faz entender porque a técnica de destilação influi na qualidade. Admite-se que a diferença no teor de ésteres entre aguardentes decorre de saponificação parcial dos mais aromáticos durante a destilação em temperatura elevada. Os compostos menos aromáticos, menos voláteis e mais estáveis, passam para o destilado. Em destilações lentas, executadas com menor quantidade de calor do que nas destilações rápidas, o destilado apresenta mais ésteres, o que sugere que a afirmação anterior é

verdadeira. As aguardentes que acusam maior riqueza em ésteres, geralmente são mais ácidas.

- Álcoois Superiores – sua presença é comum nas aguardentes e seu teor é elevado, sobretudo quando o produto é obtido em alambiques, nos quais não há separação de frações. O conteúdo pode ser reduzido com a prática da separação de cauda, pois é na faixa de destilação de 45 a 50 GL que é maior sua passagem para o destilado. A técnica de destilação é fator importante; nas destilações lentas, com menor aplicação de calor, originam-se destilados mais pobres em álcoois superiores. O teor deles não se altera muito com o envelhecimento e um possível ligeiro aumento está relacionado com a redução da graduação alcoólica durante o armazenamento. A natureza dos vinhos exerce influência na proporção de álcoois superiores das aguardentes; vinhos gerados por mostos bem corrigidos e tratados, fermentados com fermentos bem preparados e cuidados conduzem à obtenção de destilados com menos álcoois superiores. Uma boa fermentação aliada a uma boa técnica de destilação reduz o teor de componentes secundários do destilado, incluindo os álcoois superiores.
- Aldeídos – Produtos intermediários na formação de ácidos, são resultantes da oxidação dos álcoois e são componentes das cabeças dos destilados. Normalmente seu teor é elevado nas aguardentes destiladas em alambiques sem separação das cabeças. Durante o envelhecimento a quantidade de aldeídos eleva-se, porque são produtos intermediários da oxidação do álcool, mas sua elevação não obedece a uma proporcionalidade definida.
- Furfural – é um produto de pirogênese pela queima de material orgânico depositado no fundo das caldeiras dos aparelhos aquecidos a fogo direto, sobretudo de células de leveduras. Seu teor varia em função do conteúdo desse material no vinho e da intensidade da aplicação do fogo para destilar. Nos aparelhos que operam com vapor o teor de furfural

é baixo e, às vezes desprezível, mas depende dos mesmos fatores que afetam a produção de outros componentes secundários.

- Coeficiente de Impurezas – também denominado de coeficiente de produtos secundários, de coeficiente de impurezas voláteis e de coeficiente não álcool das aguardentes, é a somatória dos teores dos compostos formados durante a fermentação e a destilação dos vinhos. Eles são representados pelos ácidos, ésteres, álcoois superiores e aldeídos. Embora estejam presentes em mínima quantidade quando comparados com o álcool etílico, contribuem para a formação dos caracteres organolépticos das aguardentes. Nos destilados seu teor é muito variável e depende da composição dos mostos, de sua correção, da pureza da fermentação e da técnica de destilação, independente do tipo de aparelho usado. É difícil correlacionar esse coeficiente com a qualidade das aguardentes.

FARIA et al. (2003) citam a importância do processo de envelhecimento para melhoria do padrão de qualidade da cachaça, apesar da grande maioria dos produtores ainda usar da adição de açúcar para correção de falhas em seu processo, sendo esta prática muito inferior ao envelhecimento. A cachaça envelhecida ou não, pode ser vendida já engarrafada ou pode ser produzida e vendida a granel para engarrafadores tradicionais de bebidas, especialmente quando exportada. Neste caso, o valor agregado ao produto será menor, porém, a cadeia diminui custo de produção.

Como meio de redução de custo, ainda no processo de produção de cachaça envelhecida, é comum a prática do envelhecimento parcial, em que uma parte envelhecida é misturada com outra parte não envelhecida: envelhecem-se os destilados e depois os misturam com aguardente mais nova na base de 1:1. No Brasil, além disso, tem-se procurado opções que proporcionem um alto padrão de qualidade aliado ao menor custo, ao uso de carvalho europeu (*Quercus sp.*), o qual representa a grande parte dos barris usados para o envelhecimento da cachaça.

Vários estudos têm sido conduzidos para a avaliação da viabilidade no uso de madeiras nativas do Brasil. LIMA (1999) destaca madeiras nativas do Brasil como **araruva ou araribá** (*Centrolobium tomentosum*), **jequitibá rosa** (*Cariniana strellensis* Raddi Kuntze), **jequitibá branco** (*Cariniana legalis*), **cabreúva ou bálsamo** (*Myroxylum peruiferum*), **amendoim** (*Pterogyne nitens*), **ipê amarelo e roxo** (*Tebebuia* sp), **freijó** (*Cordia goeldiana*) e **amburana ou imburana** (*Amburana cearensis*) para a produção de tonéis para envelhecimento de bebidas alcoólicas em substituição ao carvalho. DIAS et al. (1998), afirma que diferentes tipos de madeiras levam a presença de diferentes compostos fenólicos. No carvalho predominam os ácidos elágico e vanílico; na amburana, o ácido vanílico e sinapaldeído; no bálsamo, vanilina e ácido elágico; no jequitibá, o ácido gálico; no jatobá (*Hymenaea* spp), o coniferaldeído e no ipê, os ácidos siríngico, vanílico e coniferaldeído. FERREIRA (2005) mostra que não houve diferença significativa nos resultados obtidos para os compostos voláteis de amostras de aguardente de “licor” de laranja envelhecidas em tonéis de carvalho e castanheira.

3.5. PADRÕES DE QUALIDADE DA CACHAÇA

Na Tabela 5 estão expressos os padrões de identidade da cachaça, de acordo com a Instrução Normativa nº 13 de 29 de junho de 2005, a qual aprova o Regulamento Técnico para a Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade Para a Aguardente de Cana e para a Cachaça produzida no Brasil (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2007). A Instrução Normativa número 13, de 29 de junho de 2005 quanto o Regulamento Técnico para a Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para a Aguardente de Cana e para a Cachaça Produzida no Brasil constam no ANEXO I e II, respectivamente.

Tabela 5: Parâmetros de identidade da aguardente de cana ou cachaça brasileira.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	LIMITES
Grau alcoólico a 15°C (°GL)	38-54
Ácidos voláteis (mg de ácido acético/100mL álcool anidro)	150 máximo
Ésteres totais (mg de acetato de etila/100mL álcool anidro)	200 máximo
Aldeídos totais (mg de aldeído acético/100mL álcool anidro)	30 máximo
Furfural e Hidroximetilfurfural (mg/100mL de álcool anidro)	5 máximo
Álcoois superiores (mg /100mL álcool)	360 máximo
Álcool metílico (mg /100mL álcool anidro)	20 máximo
Álcool séc-butilico (mg /100mL álcool anidro)	10 máximo
Álcool n-butilico (mg/ 100mL álcool anidro)	3 máximo
Carbamato de etila (µg /L)	150 máximo
Acroleína (mg / 100mL de álcool anidro)	5 máximo
Cobre (mg/L)	5 máximo
Chumbo (µg /L)	200 máximo
Arsênio (µg /L)	100 máximo
Cobre (mg/L)	5,0 máximo
Exame organoléptico	O produto deverá ser límpido, transparente e sem resíduo ou detritos em suspensão

Retirada da Instrução Normativa nº 13, de 29 de junho de 2005 (Ministério da Agricultura, 2007).

De acordo com CARDOSO (2001), uma cachaça é considerada de boa qualidade quando apresenta boa aparência, cor, aroma e sabor agradáveis; são ainda desejáveis outras características tais como: bebida transparente, límpida, incolor ou amarelo-clara; aroma agradável, que não arde no nariz e nem nos olhos; que produz aroma agradável quando esfregada nas mãos; que formem bolhas que permaneçam por 12 a 15 segundos após agitação; que forma película aderente e oleosa e “lágrimas” brilhantes ao escorrer pelas paredes da embalagem ou recipiente; quando envelhecida em barril de madeira, percebe-se seu “flavor” agradavelmente; não provoque náuseas, vômitos ou dor de cabeça.

Estudos feitos com amostras de cachaça no Brasil revelam que nem sempre a legislação é adequadamente cumprida, em especial quanto aos parâmetros de cobre, avaliação sensorial e acidez volátil no produto engarrafado. Já no sistema à granel, o teor alcoólico baixo e a presença de metanol foram os principais itens do produto em desacordo com a legislação (MIRANDA et al., 1992 e VARGAS e GLÓRIA, 1995).

Alguns aspectos negativos sobre a qualidade da cachaça estão relacionados com a falta de cuidados no processamento e ao baixo nível de conhecimento técnico dos produtores. FARIA et al. (2003) já demonstraram o efeito negativo da presença de dimetil sulfeto (DMS) na cachaça, composto que, em concentrações acima de 4,3mg/L pode provocar defeito característico no sabor do produto. O DMS, que aparece quando o processo de destilação é conduzido na ausência de Cobre, tende a diminuir com o processo de bi-destilação e durante o envelhecimento.

Os estudos de NAGATO et al. (2003) confirmaram a presença de carbamato de etila (CE) em cachaça. Composto que é produzido pela reação do etanol com compostos que contenham Nitrogênio e aumentado pelo processo de fermentação e pelo aquecimento durante a destilação de bebidas destiladas. Sua formação depende de: concentração dos precursores; pH; temperatura; luz e tempo de armazenamento. Tem efeito carcinogênico comprovado em animais de laboratório, sendo classificado no grupo 2B. Por estarem relacionados ao aumento de CE em bebidas, não são recomendados o uso de uréia para estimular a fermentação nem do pirocarbonato de etila, precursores do carbamato de etila.

LEA e PIGGOTT (2003) destacam ainda como aspectos negativos: a queima da cana, pois o uso deste tipo de matéria-prima pode levar a problemas de contaminação microbiana, incorporação de cinzas ao mosto e sabor de queimado ao produto final; hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, pelo seu efeito carcinogênico, sendo sua presença relacionada ao uso de cana queimada, contaminação com óleos lubrificantes ou uso de asfalto como meio de selar os tonéis; e açúcar, pois sua adição mascara falhas no processo, mas melhora o aspecto sensorial do produto, tornando-o menos “seco” e com melhor “corpo”.

CARDOSO (2001) dá destaque para outros aspectos relevantes para a qualidade do produto final. Um aspecto positivo é o envelhecimento que melhora o aroma e sabor devido a formação de ésteres aromáticos que contribuem para o “bouquet”, que também é contribuído

pela presença de álcoois superiores de até 5 carbonos (principalmente amílico e propílico e seus isômeros). Aumento na acidez deve ser evitado pelo controle da fermentação, em especial: tempo, temperatura e aeração do mosto; e do intervalo entre fermentação e destilação, que deve ser o menor possível. Boa separação da cabeça evita a presença de aldeídos em excesso, bem como a não utilização de cana queimada. Álcoois superiores com mais de 5 carbonos, denominados de óleo fúsel, são indesejáveis por alterarem o aroma e por serem depressores do sistema nervoso central, diminuindo o valor comercial do produto. A formação de metanol é altamente indesejável pela sua toxicidade, sendo que a presença de pectina resulta em aumento de sua concentração. A presença de cobre na cachaça se dá pela solubilização e arraste do carbonato básico de cobre (azinhavre) pelos vapores ácidos durante a destilação e está relacionada à falta de cuidados na higienização do alambique.

CARDELLO e FARIA (1997) destacam que o aroma e sabor da cachaça são determinados pelas quantidades de produtos secundários formados na fermentação e que passam para o destilado, os quais são representados por três grupos: ésteres e aldeídos (presentes na fração denominada cabeça); compostos fenólicos e ácidos orgânicos (presentes na fração denominada cauda) e álcoois amílico, butílico, propílico e outros (conhecidos por óleo fúsel). A cor é importante em produtos envelhecidos e varia de acordo com a madeira usada, principalmente por taninos que contribuem para o amargor da bebida. O aroma (odor) é importante em todos os produtos, pois o sentido olfativo é altamente sensível a quantidades mínimas de substâncias odoríferas. O gosto tem a língua como principal órgão identificador, que possui na parte dorsal papilas gustativas responsáveis por esta função.

O envelhecimento tem função determinante na melhoria e aprimoramento do sabor das bebidas e, no caso da aguardente de “licor” de laranja, tem papel fundamental na eliminação de terpenos que tornam o produto extremamente amargo.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. MATERIAL

Foram analisadas e comparadas entre si quatro amostras de aguardente de “licor” de laranja, bidestiladas (em alambiques de cobre e de aço-inoxidável) e envelhecidas em tonéis de castanheira. As amostras acima referidas foram obtidas a partir do licor de laranja oriundo de indústrias cítricas, fermentado com fermento de descarte utilizado no processo de fabricação de cerveja. As amostras após envelhecidas foram avaliadas comparativamente com amostras comerciais de cachaças envelhecidas.

4.1.1. Obtenção das amostras

Com base na literatura disponível sobre a produção de cachaça e da aguardente de “licor” de laranja, bem como do comportamento da levedura cervejeira frente às altas concentrações de açúcar e dos produtos formados durante a fermentação, optou-se pela utilização de “licor” de laranja diluído. Foram testadas várias diluições avaliando-se o arranque da fermentação e o extrato final do produto após 24 horas de fermentação, assim como a quantidade de fermento utilizada, considerando-se sua compactação e o teor de células mortas, já que o fermento tinha sido descartado pela indústria cervejeira.

O mosto utilizado para os testes de fermentação foi doado por duas empresas cítricas da região, de modo que nos três primeiros testes o “licor” apresentava 22°Brix e nos três últimos, cerca de 30°Brix. Os dois lotes de “licor” de laranja foram mantidos em temperatura de refrigeração até o momento do uso, filtrados para a separação de materiais em suspensão e

diluídos com água destilada até 18°-19°Brix, antes da adição do fermento. Não foi feita nenhuma correção do pH do mosto nem antes da adição do fermento e nem durante o processo de fermentação.

Os testes de fermentação foram realizados de acordo com a programação de retirada do fermento na cervejaria, a fim de evitar que o fermento a ser utilizado nos testes pudesse conter outros fermentos com tempo e temperatura de armazenamento prolongados, o que poderia aumentar o teor de células mortas e diminuir o vigor e a viabilidade das células, além de favorecer eventuais contaminações. O fermento era coletado na fábrica momentos antes do uso, de modo que o tempo de espera era de apenas 2 horas e sua temperatura mantida em torno de 4°C. O teor de células mortas variou em torno de 3-4%, o pH em torno de 5,0-5,5 e a compactação em torno de 60-66%. A partir desses dados foi calculado o número de células a ser dosado em função da concentração do mosto, tendo como parâmetro a dosagem em mosto cervejeiro. Assim, o volume de fermento dosado, com compactação em torno de 60-66% foi de 15 litros para 40 litros de mosto a 18-19°Brix (razão aproximada de 4:1).

O processo de fermentação foi conduzido em temperatura ambiente, com bateladas de 24 horas. Em alguns casos, foi dosado novamente o licor, sem que o pé de cuba fosse trocado para verificar quantas bateladas de fermentação de “licor” de laranja o fermento de descarte de cerveja suportaria nas condições descritas acima, sem prejuízo do processo.

A cada batelada de 24 horas, o processo acima era repetido e o vinho obtido da fermentação coletado e separado em duas frações iguais, sendo uma destilada em alambique de cobre e a outra em alambique de aço-inoxidável, ambos com capacidade de 20L. Foram realizadas seis bateladas de destilação para obtenção final de aproximadamente 8,5 litros de aguardente bidestilada em cada destilador, volume que foi dividido entre o tonel de castanheira para envelhecimento e o garrafão de vidro para armazenamento.

Nos processos de primeira destilação, o ganho de temperatura foi monitorado com muito cuidado para evitar transbordamento do vinho, com abertura e fechamento manual da válvula de gás que fornecia a chama direta para os alambiques. Os primeiros condensados ocorriam quando a temperatura atingia 85-90°C e a destilação em temperaturas em torno de 94-98°C por aproximadamente 5-6 horas. Depois de cada destilação, os alambiques eram desmontados e devidamente limpos antes da próxima batelada. Os produtos destilados foram identificados como “primeiro destilado-cobre” e “primeiro destilado-inox” e armazenados separadamente até atingir em cada caso o volume total de 20 litros necessários para a bidestilação. A Figura 6 abaixo descreve o fluxograma para a obtenção das amostras de aguardente de “licor” de laranja, durante as principais etapas do processo.

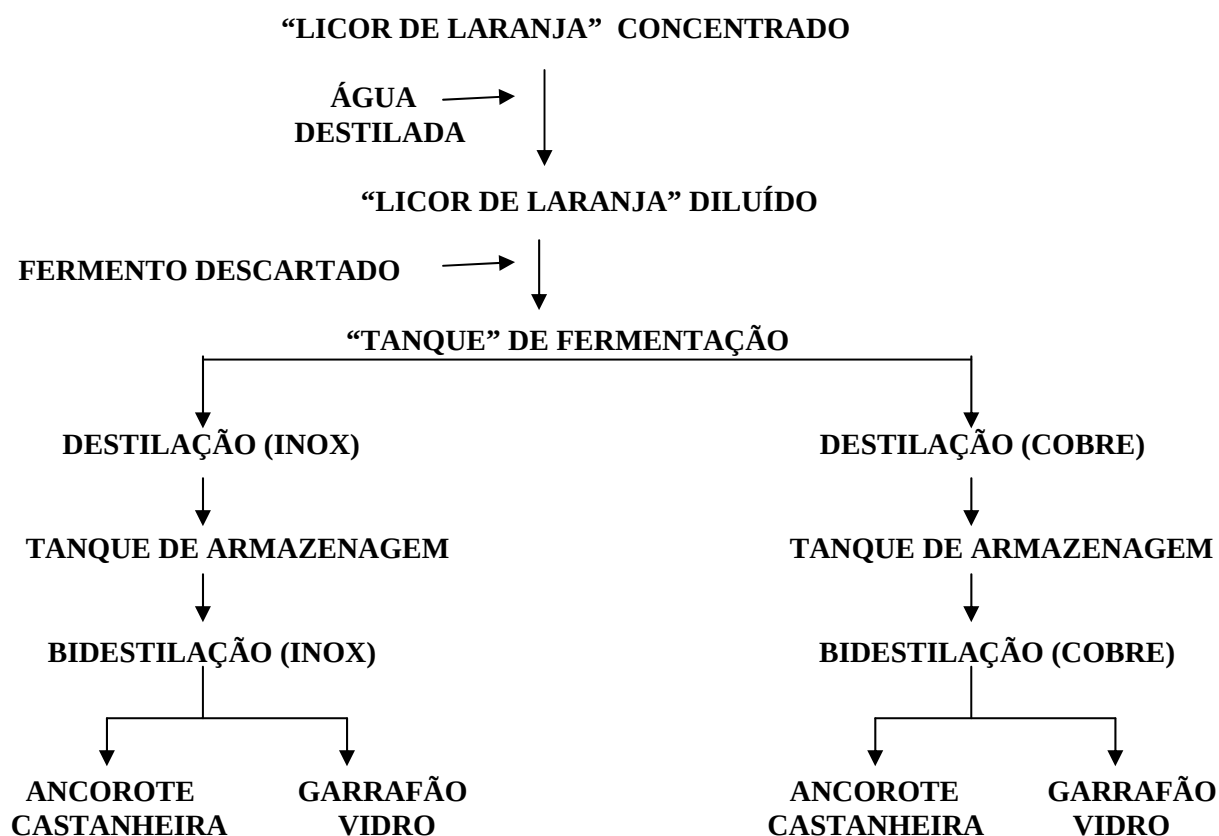


Figura 6: Fluxograma do processo para a obtenção das amostras de aguardente de “licor” de laranja.

Nos alambiques preparados com lavagem e higienização adequadas, foram conduzidos os processos de bidestilação e separadas frações de cabeça, coração e cauda devidamente identificadas e armazenadas. No estudo comparativo entre as amostras obtidas no laboratório, foram utilizadas somente as frações correspondentes ao coração dos destilados.

Os produtos assim obtidos (coração) após homogeneizados foram identificados de acordo com o tipo de alambique (cobre e aço-inoxidável) e após determinação do grau alcoólico e medição de volume, foram separados da seguinte forma: metade do volume do produto bidestilado em alambique de cobre foi armazenado em garrafão de vidro escuro e identificado como “COBRE – NÃO ENVELHECIDA” e a outra metade armazenada em ancorote de castanheira e identificada como “COBRE – ENVELHECIDA”. Da mesma forma foi feita a separação do produto bidestilado em alambique de inox. As amostras assim obtidas foram então mantidas em laboratório, com pouca luminosidade por 214 dias (7 meses).

Após o período de envelhecimento, foram finalmente obtidas as amostras de aguardente de “licor” de laranja:

- Destilada em alambique de cobre e envelhecida em ancorote de castanheira;
- Destilada em alambique de aço-inoxidável e envelhecida em ancorote de castanheira;
- Destilada em alambique de cobre e armazenada em garrafão de vidro escuro;
- Destilada em alambique de aço-inoxidável e armazenada em garrafão de vidro escuro.

As amostras em estudo foram avaliadas e comparadas entre si e com amostras comerciais já mencionadas anteriormente.

4.2 MÉTODOS

4.2.1. Determinações Físico-Químicas

As determinações físico-químicas foram feitas com todas as amostras de aguardente de “licor” de laranja, na concentração aproximada de 51°GL.

4.2.1.1. Determinação do teor alcoólico (etanol)

O percentual de etanol do produto final foi determinado em conformidade com a metodologia descrita pelas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985), utilizando-se um alcoômetro de Gay-Lussac ao longo do processo e por Cromatografia Gasosa nos produtos finais, com injeção direta da amostra (1µg) em cromatógrafo HP5890. A temperatura do injetor e do detector de ionização foram de 210°C, com temperatura inicial de 50°C em 7 minutos, chegando ao final com 180°C e taxa de aquecimento de 5°C/min. Foi utilizada coluna CARBOWAY (50mx0,25µm), filme de 0,25µm e pressão de 8,5 lb/pol².

4.2.1.2. Determinação do pH

O pH das amostras foi determinado por leitura direta em pHmetro, em conformidade com a metodologia descrita nas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985).

4.2.1.3. Determinação da porcentagem de sólidos solúveis totais

O valor dos Sólidos Solúveis Totais (°Brix) das amostras foi determinado por leitura direta em refratômetro, conforme metodologia definida pela AOAC – Association of Official Analytical Chemists (2000).

4.2.1.4. Determinação de compostos voláteis

Os compostos voláteis das amostras foram determinados por Cromatografia Gasosa nos produtos finais, com injeção direta da amostra (1µg) em cromatógrafo HP5890. A temperatura do injetor e do detector de ionização foram de 210°C, com temperatura inicial de 50°C em 7 minutos, chegando ao final com 180°C e taxa de aquecimento de 5°C/min. Foi utilizada coluna CARBOWAY (50mx0,25µm), filme de 0,25µm e pressão de 8,5 lb/pol².

4.2.1.6. Determinação do teor de óleo recuperável (terpenos)

O teor de óleo das amostras foi determinado por Cromatografia Gasosa nos produtos finais, com injeção direta da amostra (1µg) em cromatógrafo HP5890. A temperatura do injetor e do detector de ionização foram de 210°C, com temperatura inicial de 50°C em 7 minutos, chegando ao final com 180°C e taxa de aquecimento de 5°C/min. Foi utilizada coluna CARBOWAY (50mx0,25µm), filme de 0,25µm e pressão de 8,5 lb/pol².

4.2.1.7. Determinação dos teores de cobre

O teor de cobre das amostras de aguardente de “licor” de laranja bidestiladas em alambique de cobre foi determinado conforme metodologia descrita pela AOAC – *Association of Official Analytical Chemists* (2000).

4.2.2 Avaliação Sensorial das Amostras

Como parâmetro de avaliação dos processos utilizados na obtenção das bebidas, foram realizados testes de aceitação em relação ao aroma, sabor, aparência e impressão global, de quatro amostras, utilizando-se 41 provadores, que avaliaram as amostras individualmente, por

meio de escala hedônica estruturada de 9 pontos, bem como sua intenção de compra, conforme modelo da ficha, mostrada na Figura 7.

A avaliação sensorial incluiu as duas amostras de aguardente envelhecidas de “licor” de laranja em alambique de cobre e em alambique de aço-inoxidável, e duas amostras comerciais também envelhecidas, que foram adquiridas no mercado, uma das quais apresentando boa aceitação e outra, aceitação mediana.

As duas amostras de aguardente de “licor” de laranja envelhecidas em ancorotes de castanheira foram diluídas a 42°GL, adicionadas de 0,5% de açúcar e mantidas armazenadas por mais 7 dias nos respectivos ancorotes de castanheira antes da avaliação sensorial. As amostras de aguardentes comerciais apresentaram concentrações em torno de 39-40°GL.

As quatro amostras foram então apresentadas individualmente aos provadores (apresentação monádica) em taças incolores (para avaliação da aparência), com fichas individuais, para evitar comparações entre os produtos.

Os resultados dos testes de aceitação em relação à aparência, aroma, sabor e impressão global foram finalmente submetidos à análise de variância (ANOVA), e ao teste de TUKEY.

ANÁLISE SENSORIAL
ESCALA HEDÔNICA DE 9 PONTOS

Nome: _____ Data: _____ Amostra n^o. _____

Por favor, responda as questões utilizando a escala abaixo para descrever sua opinião em relação à amostra de **AGUARDENTE**.

- 9 gostei extremamente
- 8 gostei muito
- 7 gostei moderadamente
- 6 gostei ligeiramente
- 5 nem gostei/nem desgostei
- 4 desgostei ligeiramente
- 3 desgostei moderadamente
- 2 desgostei muito
- 1 desgostei extremamente

Observe a amostra e avalie em relação a **APARÊNCIA** _____

Aspire a amostra e avalie em relação ao **AROMA** _____

Prove a amostra e avalie em relação ao **SABOR** _____

Indique a **IMPRESSÃO GLOBAL** da amostra _____

Assinale para esta amostra, qual seria sua atitude quanto à compra deste produto. Justifique.

- () eu certamente compraria este produto
- () eu provavelmente compraria este produto
- () tenho dúvidas se compraria ou não este produto
- () eu provavelmente não compraria este produto
- () eu certamente não compraria este produto

Justificativa:

Figura 7: Modelo de ficha usada para análise sensorial e intenção de compra para as amostras de aguardentes comerciais envelhecidas e as amostras de aguardente de “licor” de laranja.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 RESULTADOS DE ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO

A Tabela 6 mostra os resultados das análises realizadas durante o processo de cada batelada de fermentação.

Os resultados obtidos com o fermento da indústria cervejeira mostrados na Tabela 6 revelam valores superiores aos obtidos por FERREIRA (2005), onde o fermento de panificação utilizado reduzia somente 4,3°Brix do “licor” de laranja em 24 horas, independente da concentração inicial do mesmo.

Os dados obtidos mostram um excelente desempenho do fermento cervejeiro utilizado nos testes de fermentação do “licor” de laranja, provavelmente por já estar adaptado às condições de altas concentrações de açúcares e álcool, capaz de reduzir em mais da metade a concentração do “licor” no mesmo período de tempo.

Tabela 6: Acompanhamento do processo de fermentação.

		BATELADAS DE FERMENTAÇÃO					
TESTE NÚMERO		1	2	3	4	5	6
FERMENTO	V (L) dosado	15	13	15	15	15	17
	Compactação (%)	66	66	60	60	65	50
“LICOR” DA LARANJA	Concentração inicial (°Brix)	22	22	22	30	30	30
	Concentração início fermentação (°Brix)	18	18	18	17	20,5	18
FERMENTAÇÃO	Concentração final fermentação (°Brix)	8,2	10,0	9,4	8,0	9,5	6,0
	Queda de extrato	9,8	8,0	8,6	9,0	11,0	12,0
	% queda extrato	54,44	44,44	47,78	52,94	53,66	66,67

Testes paralelos foram realizados a fim de verificar a queda de extrato após 24 horas de fermentação e quantas bateladas de fermentação poderiam ser feitas com o mesmo fermento, sem nova dosagem.

Após 24 horas de fermentação quase não houve queda de extrato, tendo sido portanto, o tempo de 24 horas, normalmente utilizado nos alambiques, considerado suficiente para a redução da concentração inicial do “licor” de laranja a um nível além do esperado para o processo.

Quanto aos testes de reutilização, o fermento cervejeiro conseguiu fermentar com a mesma eficiência somente duas bateladas consecutivas de “licor” de laranja. Um dado a ser considerado, porém, foi a redução de volume de fermento disponível para a batelada seguinte, uma vez que parte das células permanecem suspensas no “licor” fermentado.

A Tabela 7 mostra os valores dos volumes e concentrações obtidos nos processos de bidestilação da aguardente de “licor” de laranja para ambos os destiladores: cobre e inox, como forma de verificar a eficiência obtida em cada etapa do processo. As frações cabeça e cauda, separadas na segunda destilação, poderiam ser reincorporadas ao vinho da primeira destilação do ciclo subsequente, no caso de produção industrial, conforme sugere a literatura (CARDOSO, 2001), aumentando a eficiência do processo devido aos altos teores alcoólicos ainda presentes nestas frações, porém estudos complementares devem ser ainda conduzidos para estabelecer o limite de ciclos de re-incorporação até o descarte final.

Na Tabela 7 estão apresentados os dados sobre o envelhecimento das amostras. O tempo de sete meses em ancorotes de 5L se mostrou adequado nesse estudo, devido às características obtidas pelos produtos durante o envelhecimento. Embora volumes muito pequenos (5L) não possam ser utilizados como padrões de comparação com os tonéis tradicionalmente utilizados (200-700L), os resultados obtidos com as amostras envelhecidas e

sem envelhecer revelam claramente o papel positivo e fundamental desse processo para a obtenção de uma aguardente com padrões mais elevados.

Tabela 7: Acompanhamento dos processos de destilação e envelhecimento.

		COBRE	INOX
BIDESTILAÇÃO	VOLUME CABEÇA (L)	0,600	0,600
	CONCENTRAÇÃO CABEÇA (°GL)	68,17	70,08
	VOLUME CORAÇÃO (L)	9,450	8,750
	CONCENTRAÇÃO CORAÇÃO (°GL)	51,32	51,43
	VOLUME CAUDA (L)	2,100	2,000
	CONCENTRAÇÃO CAUDA (°GL)	3,0	3,13
ENVELHECIMENTO	TEMPO TOTAL (DIAS)	214	214
	GRADUAÇÃO ALCÓOLICA INICIAL (°GL)	50	50
	VOLUME GARRAÇÃO VIDRO (L) – NÃO ENVELHECIDO	3,750	3,500
	VOLUME INICIAL DO ANCOROTE DE CASTANHEIRA (L)	5,000	5,000
	VOLUME FINAL DO ANCOROTE DE CASTANHEIRA (L)	3,150	3,190
	VOLUME EVAPORADO (L)	1,850	1,810
	TAXA DE EVAPORAÇÃO (%)	37,00	36,20

A perda de volume durante o período de envelhecimento foi avaliada medindo-se a altura do líquido nos tonéis sendo a diferença devido a evaporação de compostos voláteis nesse período, considerada relativamente alta (em torno de 37%), porém justificada devido à relação área/volume muito aumentada no caso dos ancorotes utilizados.

5.2. AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE ENVELHECIMENTO

Foram analisadas as quatro amostras bidestiladas em alambiques de cobre e de aço inoxidável, sendo duas envelhecidas em ancorotes de castanheira e duas armazenadas em garrações durante o mesmo tempo (7 meses).

O objetivo destas análises foi verificar o atendimento dos principais quesitos da legislação vigente para aguardente de cana-de-açúcar como também comparar a composição das amostras entre si. A Tabela 8 mostra os resultados das análises realizadas, dados de legislação, como também a composição em voláteis das amostras envelhecidas em ancorotes de castanheira e sem envelhecer.

Tabela 8: Resultados analíticos dos produtos envelhecidos em ancorotes de castanheira e armazenados em garrafão por 7 meses.

ANÁLISE	UNIDADE	NÃO ENVELHECIDA		ENVELHECIDA	
		COBRE	INOX	COBRE	INOX
PH		4,56	4,19	4,34	4,40
% álcool etílico	% V/V	48,22	47,03	49,84	50,30
Açúcares Totais	g/100mL	0	0	0	0
Acetaldeído	mg/100mL álcool anidro	5,03	5,27	10,33	15,43
Acetato de etila	mg/100mL álcool anidro	2,63	4,27	5,90	7,43
Acetato de isoamila	mg/100mL álcool anidro	0	0,73	0,20	0,10
Metanol	mg/100mL álcool anidro	47,27	43,47	35,40	32,83
Séc-butanol	mg/100mL álcool anidro	4,57	2,80	1,53	1,27
Propanol	mg/100mL álcool anidro	20,60	21,07	25,30	24,63
Isobutanol	mg/100mL álcool anidro	0	0	0	0
n-butanol	mg/100mL álcool anidro	0	0,90	0,70	0,30
Isoamílico	mg/100mL álcool anidro	26,37	28,10	40,13	43,13
Amílico	mg/100mL álcool anidro	0,20	0,27	0,30	0,30
Acetona	mg/100mL álcool anidro	1,10	1,27	2,90	2,90
d-limonene (óleo recuperável)	mg/100mL álcool anidro	0	0,20	0,10	0
Cobre	mg/L	12,3	-	1,96	-

Os resultados obtidos, apresentados na Tabela 7, estão de acordo com a legislação vigente para a cachaça brasileira, alguns apresentando valores bem abaixo dos limites máximos permitidos, como o caso dos álcoois superiores (propanol, isobutanol, n-butanol, álcool isoamílico e amílico), cuja soma é bem menor que os 360 mg/100 mL de álcool anidro permitidos pela legislação. O alto teor de metanol encontrado na aguardente de “licor” de laranja, na faixa de 30-35 mg/100mL de álcool anidro, acima da especificação para a aguardente de cana-de-açúcar cujo valor máximo permitido é 20mg/100mL de álcool anidro é dentre todos, a única característica a ser corrigida e controlada.

O metanol é um composto muito volátil, sendo um dos primeiros a evaporar durante o processo de destilação e portanto separado na fração cabeça, juntamente com outros compostos mais voláteis como o acetaldeído. Quando não há separação correta dessa fração (cabeça) da fração principal (coração), podem ocorrer problemas como a alta concentração desse composto, altamente nocivo à saúde, no produto final.

Os testes físico-químicos acima mencionados foram realizados com as amostras conforme obtidas, pela bidestilação, porém para a realização dos testes sensoriais, o teor alcoólico das amostras foi reduzido para 42°GL e foram adicionados 5g de sacarose/L para correção do sabor, conforme permitido pela legislação brasileira.

5.3 ANÁLISE SENSORIAL

A Análise Sensorial foi o principal meio de avaliação da qualidade do produto obtido. Os testes foram realizados somente com as amostras envelhecidas (que de todo representam o produto na proposta) e com amostras comerciais de cachaça apresentando boa aceitação e

aceitação mediana, aqui consideradas padrões a serem alcançados pela aguardente de “licor” de laranja.

Para a realização dos testes, as amostras bidestiladas em cobre e em aço-inoxidável e envelhecidas em ancorotes de castanheira foram diluídas para 42°GL, a seguir foram adicionados de 5g de sacarose por litro em cada aguardente, e então colocadas novamente nos ancorotes por aproximadamente 7 dias, antes de serem iniciados os testes sensoriais. Dessa maneira foram obtidas as quatro amostras abaixo descritas, que foram então submetidas aos testes de aceitação em relação à aparência, aroma, sabor e impressão global.

- Amostra 1: aguardente de “licor” de laranja, bidestilada em alambique de inox e envelhecida em ancorote de castanheira;
- Amostra 2: aguardente de cana-de-açúcar comercial envelhecida com boa aceitação;
- Amostra 3: aguardente de “licor” de laranja, bidestilada em alambique de cobre e envelhecida em ancorote de castanheira;
- Amostra 4: aguardente de cana-de-açúcar comercial envelhecida com aceitação mediana.

A Tabela 9 apresenta os resultados do teste de Tukey para as amostras analisadas sensorialmente por 41 provadores consumidores de aguardentes, em cabines individuais do laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da UNESP Araraquara.

Tabela 9: Resultado do teste de Tukey para as amostras de “licor” de laranja e amostras de mercado, avaliando aparência, aroma, sabor e impressão global.

	APARÊNCIA	AROMA	SABOR	IMPRESSÃO GLOBAL
Mín diferença significativa	0,5513	0,8511	1,0209	0,859
	Média	Média	Média	Média
AMOSTRA 1	7,0488 ^{AB}	5,2195 ^B	3,7317 ^C	4,2195 ^C
AMOSTRA 2	7,5366 ^A	7,2683 ^A	6,3171 ^A	6,6829 ^A
AMOSTRA 3	6,7805 ^B	5,7317 ^B	4,6829 ^{BC}	5,0976 ^B
AMOSTRA 4	7,0244 ^{AB}	6,0488 ^B	5,3171 ^{AB}	5,6585 ^B

De acordo com os resultados mostrados na tabela acima, com relação ao item APARÊNCIA a Amostra 2 (melhor classificada no mercado) foi a que apresentou a melhor média, porém não diferiu significativamente das demais amostras, com exceção da Amostra 3, bidestilada em alambique de cobre. As Amostras 1 (bidestilada em alambique de aço inox) e 4 (classificação mediana no mercado) não apresentaram diferença significativa entre si e nem em relação a Amostra 3 (bidestilada em alambique de cobre) com relação a aparência.

Já no caso do AROMA, a Amostra 2 foi a que obteve a melhor média diferenciando-se significativamente das Amostras 1, 3 e 4, que por sua vez, não apresentaram diferenças significativas entre si.

Na avaliação do item SABOR, a Amostra 2 foi novamente a que obteve a melhor média e diferenciou-se significativamente das duas amostras de aguardente de “licor” de laranja. A Amostra 4 (comercial) não apresentou diferença significativa da Amostra 2 e nem da Amostra 3. Já a Amostra 1 que não diferiu significativamente apenas da Amostra 3 foi a que obteve a menor média das quatro amostras.

Em relação a IMPRESSÃO GLOBAL, novamente a Amostra 2 foi a que obteve a maior média e a Amostra 1 a menor, enquanto as Amostras 3 e 4 não diferiram significativamente entre si.

Os resultados referentes ao teste de Tukey estão apresentados no ANEXO III.

Além do teste de aceitação comentado acima, os provadores foram também questionados em relação a sua atitude de compra, para cada uma das amostras e os resultados estão apresentados na Figura 8.

De acordo com os resultados obtidos observa-se que 60% dos provadores comprariam a Amostra 2, a cachaça comercial envelhecida melhor classificada. A atitude de compra em relação às amostras de aguardente de “licor” de laranja, neste caso apresentaram aceitação compatível com as amostras comerciais de classificação mediana (Amostra 4), cabendo

destacar que a amostra bidestilada em alambique de COBRE, apresentou ainda intenção de compra superior à bidestilada em alambique de INOX.

Cabe também destacar que as amostras de aguardente de “licor” de laranja que foram avaliadas sensorialmente apresentavam teor alcoólico mais alto que as amostras de mercado, o que pode ter contribuído para sua menor aceitação, pois comentários como “forte”, “ardente”, “gosto alcoólico muito acentuado”, “irrita a garganta” foram frequentes por parte dos provadores. Além disso o alto teor de metanol detectado nos testes físico-químicos, também revela um provável erro operacional no corte das frações cabeça e coração, o que pode também ter contribuído para a menor aceitação das amostras de aguardente de “licor” de laranja.

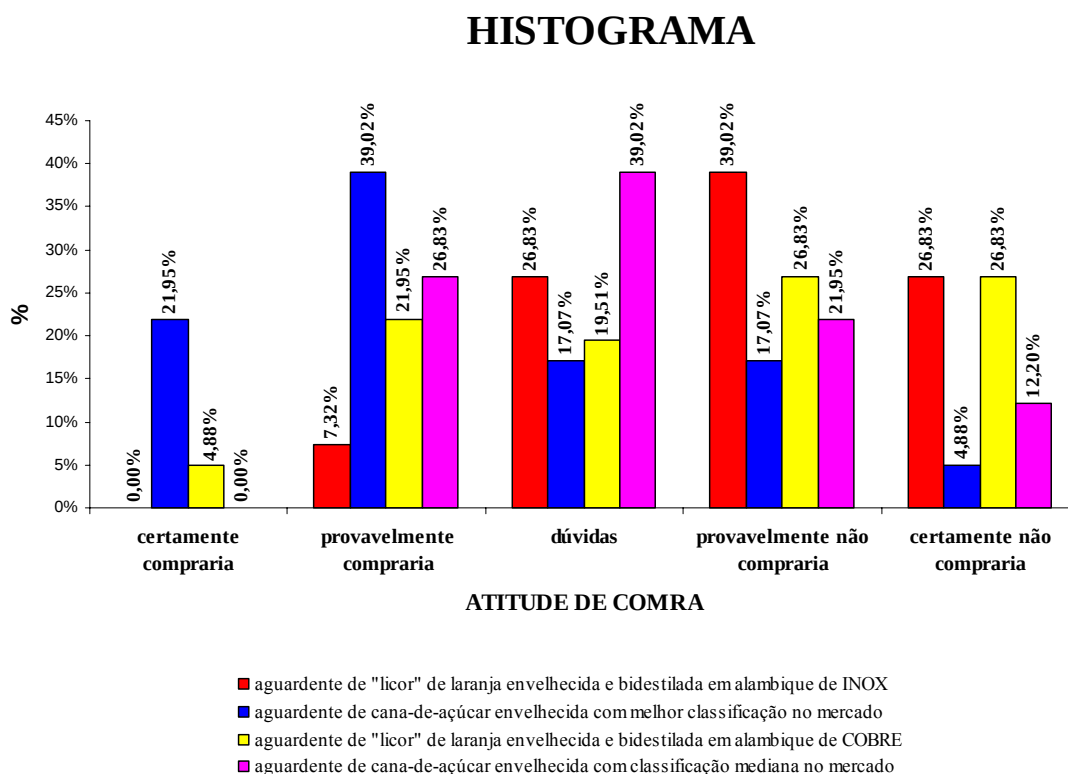


Figura 8: Histograma da intenção de compra dos provadores em relação às amostras apresentadas.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos acima apresentados permitem verificar que o uso do fermento de cerveja forneceu bons resultados quanto a valores de rendimento, composição físico-química e até mesmo qualidade sensorial.

Em relação a qualidade sensorial, os resultados de aceitação da amostra de aguardente de “licor” de laranja bidestilada em alambique de cobre, embora tenham revelado valores menores em comparação com a aceitação da amostra de cachaça melhor classificada no mercado, seus resultados não foram significativamente diferentes daqueles obtidos pela cachaça comercial de aceitação mediana, permitindo portanto afirmar que, do ponto de vista da aceitação, as amostras de aguardente de “licor” de laranja podem ser consideradas comparáveis às amostras de cachaça envelhecidas comerciais. Cabe ainda destacar que o uso de alambique de cobre forneceu aguardentes sensorialmente melhores e significativamente distintas que as destiladas em alambiques de aço inoxidável em relação à impressão global como também de acordo com os resultados da atitude de compra avaliado.

Com base, portanto, nos resultados obtidos, conclui-se que o uso do fermento de cerveja pode significar um avanço na proposta de produção da aguardente de “licor” de laranja, tanto do ponto de vista de rendimento quanto da qualidade sensorial do produto final obtido, representando portanto uma opção válida e interessante de utilização mais racional dos subprodutos das indústrias de suco de laranja e de cerveja.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABECITRUS. Associação Brasileira dos Exportadores de Citrus. Consulta à internet feita em 15/06/2007: <http://abecitrus.com.br>.

ALICEWEB. Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior. Consulta à internet feita em 12/06/2007: <http://www.aliceweb.mdic.gov.br>.

AOAC. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. Gaithersburg-USA: AOAC International, 2000. v.2, p.26(1)-44(6).

AQUARONE, E.; LIMA, U.A.; BORZANI, W. *Alimentos e bebidas produzidos por fermentação*. São Paulo: Edgard Blucher, 1983. 227p.

BRASIL. Decreto n 2314, 4 set. 1997. Regulamenta a Lei n 8918 de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas.

BRASIL. Decreto n 3510, 16 jun. 2000. Altera dispositivos do Regulamento aprovado pelo Decreto n 2.314, de 4 de setembro de 1997, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas.

CARDELLO, H.M.A.B.; FARIA, J.B. *Modificações físico-químicas e sensoriais de aguardentes de cana durante o envelhecimento em tonel de carvalho (Quercus alba L.)*. B. CEPPA, Curitiba, v.15, n.2, 1997. p1-100.

CARDOSO, M. G. *Produção de aguardente de cana-de-açúcar*. Lavras: Editora UFLA, 2001. 264p.

CERVESIA. Cervesia. Consulta à internet feita em 15/06/2007: <http://www.cervesia.com.br>.

DIAS, S.; MAIA, A.; NELSON, D. *Efeito de diferentes madeiras sobre a composição da aguardente de cana envelhecida*. Cienc. Tecnol. Alim., v.18, n.3, 1998. p.331-334.

FARIA, J.B. *A influência do cobre na qualidade das aguardentes de cana (saccharum officinarum, L.)*. São Paulo, 1989. 93p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos). Faculdade de Ciências Farmacêuticas, USP.

FARIA, J.B.; FERREIRA, V.; LOPEZ, R.; CACHO, J. *The sensory characteristic defect of “cachaça” distilled in absence of copper*. Rev. Alim. Nutr., Araraquara, v.14, n.1, p.1-7, 2003.

FARIA, J.B.; FRANCO, D.W.; PIGGOTT, J.R. *The Quality Challenge: Cachaça for Export in the 21th Century*. In PRICE, J.H.; STUART G.G. *Distilled Spirits Tradition and Innovation*. Nottingham-UK: Nottingham University Press, 2004. p.215-221.

FERREIRA, J.O.; FARIA, J. B. *Estudo da viabilidade técnico-econômica da produção industrial da aguardente do ‘licor’ da laranja*. Alimentos e Nutrição. Araraquara: v... n...., (no prelo), 2005.

INSTITUTO Adolfo Lutz. *Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos*. Ed. São Paulo, 1985. v.1, p.27-361.

LEA, A.G.H.; PIGGOTT, J.R. *Fermented Beverage Production*. New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2003. p.263-363.

LIMA, U. A. *Aguardente: fabricação em pequenas destilarias*. Piracicaba: FEALQ, 1999. 187p.

MIRANDA, M.P.; DANTAS, V.P.; DEL CORAL, F.S. *Grau alcoólico e níveis de metanol em aguardentes do comércio (no estado da Bahia)*. Bol. SBCta, v.26, 1992. p.104-107.

NAGATO, L.A.F.; NOVAES, F.V.; PENTEADO, M.D.V.C. *Carbamato de Etila em Bebidas Alcoólicas*. Ciênc. e Tecnol. Aliment. Campinas: v37(1), p.40-47, 2003.

ROÇAFA JR., H.; PADOVAN, F.C.; FARIA, J.B. *Obtenção de uma bebida fermento-distilada a partir do “licor” de laranja*. Alimentos e Nutrição. Araraquara: v.15, n.2, (no prelo), 2004.

SENAI – Curso técnico especial de cervejaria – módulo 1 – Introdução ao Produto e ao Processo. Vassouras, 2002.

SENAI – Curso técnico especial de cervejaria – módulo 2 – Tecnologia de Fermentação. Vassouras, 2002.

VARGAS, E.; GLÓRIA, M.B. *Qualidade da aguardente produzida e comercialização das aguardentes do estado de Minas Gerais*. Cienc. Tecnol. de Aliment., v.15, 1995. p.43-46.

YOKOYA, F. *Fabricação de aguardente de cana*. Campinas: Fundação Tropical de Pesquisa e Tecnologia André Tosello, 1995. 92p.

ANEXOS

ANEXO I: Instrução normativa N°13 de 29 de junho de 2005.

[Senado Federal](#) | [ANVISA](#) | [Banco Central](#) | [Sec. do Tesouro Nacional](#) | [IBAMA](#) | [Palácio do Planalto](#) | [Ajuda](#)

Instrução Normativa N° 13, DE 29 DE JUNHO DE 2005 Situação: Vigente Publicado no Diário Oficial da União de 30/06/2005 , Seção 1 , Página 3 Ementa: Aprova o Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para Aguardente de Cana e para Cachaça. Histórico: Vide Portaria n° 59 de 13/8/2004

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO.
GABINETE DO MINISTRO

INSTRUÇÃO NORMATIVA N° 13, DE 29 DE JUNHO DE 2005.

O MINISTRO DE ESTADO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, no uso da atribuição que lhe confere o art. 87, parágrafo único, inciso II, da Constituição, tendo em vista o disposto no art. 159, incisos I, II, IV e V, do Decreto n° 2.314, de 4 de setembro de 1997, e o que consta do Processo n° 21000.006604/2004-71, resolve:

Art. 1º Aprovar o Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para Aguardente de Cana e para Cachaça, em observância ao Anexo à presente Instrução Normativa.

Art. 2º Esta Instrução Normativa entra em vigor na data de sua publicação.

ROBERTO RODRIGUES

ANEXO - REGULAMENTO TÉCNICO PARA FIXAÇÃO DOS PADRÕES DE IDENTIDADE E QUALIDADE PARA AGUARDENTE DE CANA E PARA CACHAÇA.

Copyright © 2003 - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Coordenação de Informática
Dúvidas e sugestões devem ser encaminhadas para o e-mail: sislegis@agricultura.gov.br

ANEXO II: Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para a Aguardente de Cana e para a Cachaça.

1. ALCANCE

1.1. Objetivo

Fixar a identidade e as características de qualidade a que devem obedecer a Aguardente de Cana e a Cachaça.

1.2. Âmbito de aplicação

O presente Regulamento Técnico aplica-se à Aguardente de Cana e à Cachaça que se comercializam em todo o território nacional e as destinadas à exportação.

2. DESCRIÇÃO

2.1. Definição

2.1.1. Aguardente de Cana é a bebida com graduação alcoólica de 38% vol (trinta e oito por cento em volume) a 54% vol (cinquenta e quatro por cento em volume) a 20°C (vinte graus Celsius), obtida do destilado alcoólico simples de cana-de-açúcar ou pela destilação do mosto fermentado do caldo de cana-de-açúcar, podendo ser adicionada de açúcares até 6g/l (seis gramas por litro), expressos em sacarose.

2.1.2. Cachaça é a denominação típica e exclusiva da Aguardente de Cana produzida no Brasil, com graduação alcoólica de 38 % vol (trinta e oito por cento em volume) a 48% vol (quarenta e oito por cento em volume) a 20°C (vinte graus Celsius), obtida pela destilação do mosto fermentado do caldo de cana-de-açúcar com características sensoriais peculiares, podendo ser adicionada de açúcares até 6g/l (seis gramas por litro), expressos em sacarose.

2.1.3. Destilado Alcoólico Simples de Cana-de-Açúcar, destinado à produção da Aguardente de Cana, é o produto obtido pelo processo de destilação simples ou por destilo-retificação parcial seletiva do mosto fermentado do caldo de cana-de-açúcar, com graduação alcoólica superior a 54% vol (cinquenta e quatro por cento em volume) e inferior a 70% vol (setenta por cento em volume) a 20°C (vinte graus Celsius).

2.2. Denominação

2.2.1. Aguardente de Cana:

É a bebida definida no item 2.1.1.

2.2.2. Cachaça:

É a bebida definida no item 2.1.2.

2.2.3 Aguardente de Cana Adoçada:

É a bebida definida no item 2.1.1. e que contém açúcares em quantidade superior a 6g/l (seis gramas por litro) e inferior a 30g/l (trinta gramas por litro), expressos em sacarose.

2.2.4. Cachaça Adoçada:

É a bebida definida no item 2.1.2. e que contém açúcares em quantidade superior a 6g/l (seis gramas por litro) e inferior a 30g/l (trinta gramas por litro), expressos em sacarose.

2.2.5. Destilado Alcoólico Simples de Cana-de-Açúcar Envelhecido:

É o produto definido no item 2.1.3. armazenado em recipiente de madeira apropriado, com capacidade máxima de 700 (setecentos) litros, por um período não inferior a 1 (um) ano.

2.2.6. Aguardente de Cana Envelhecida:

É a bebida definida no item 2.1.1 e que contém, no mínimo, 50% (cinquenta por cento) da Aguardente de Cana ou do Destilado Alcoólico Simples de Cana-de- Açúcar envelhecidos em recipiente de madeira apropriado, com capacidade máxima de 700 (setecentos) litros, por um período não inferior a 1 (um) ano.

2.2.7. Cachaça Envelhecida:

É a bebida definida no item 2.1.2 e 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.

2.2.8. Aguardente de Cana Premium:

É a bebida definida no item 2.1.1 que contém 100% (cem por cento) de Aguardente de Cana ou Destilado Alcoólico Simples de Cana-de-Açúcar envelhecidos em recipiente de madeira apropriado, com capacidade máxima de 700 (setecentos) litros, por um período não inferior a 1 (um) ano.

2.2.9. Cachaça Premium:

É a bebida definida no item 2.1.2 que contém 100% (cem 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.

2.2.10. Aguardente de Cana Extra Premium:

É a bebida definida no item 2.2.8 envelhecida por um período não inferior a 3 (três) anos.

2.2.11. Cachaça Extra Premium:

É a bebida definida no item 2.2.9. envelhecida por um período não inferior a 3 (três) anos.

2.3. Do Controle

2.3.1. A correção, tendo em vista a padronização da graduação alcoólica das bebidas envelhecidas previstas nos itens 2.2.8, 2.2.9, 2.2.10 e 2.2.11, constantes do presente Regulamento Técnico, só poderá ser realizada mediante adição de Destilado Alcoólico Simples de Cana-de-Açúcar ou de Aguardente de Cana ou de Cachaça envelhecidos pelo mesmo período da categoria ou de água potável.

3. COMPOSIÇÃO QUÍMICA E REQUISITOS DE QUALIDADE

3.1. O Coeficiente de Congêneres.

3.1.1. O Coeficiente de Congêneres (componentes voláteis "não álcool", ou substâncias voláteis "não álcool", ou componentes secundários "não álcool", ou impurezas voláteis "não álcool") é a soma de:

- acidez volátil (expressa em ácido acético);
- aldeídos (expressos em acetaldeído);
- ésteres totais (expressos em acetato de etila);
- álcoois superiores (expressos pela soma do álcool n-propílico, álcool isobutílico e álcoois isoamílicos);
- furfural + hidroximetilfurfural.

3.1.2. O Coeficiente de Congêneres para os produtos previstos no subitem 2.2 do presente Regulamento Técnico não poderá ser inferior a 200mg (duzentos miligramas) por 100ml e não poderá ser superior a 650mg (seiscentos e cinquenta miligramas) por 100ml de álcool anidro.

3.1.3. Os componentes do Coeficiente de Congêneres para os produtos previstos no subitem 2.2 do presente Regulamento Técnico devem observar os seguintes limites:

- o Acidez volátil, máximo 150 - expressa em ácido acético, em mg/100 ml de álcool anidro;
- o Ésteres totais, máximo 200 - expressos em acetato de etila, em mg/100 ml de álcool anidro;
- o Aldeídos totais, máximo 30 - expressos em acetaldeído, em mg/100 ml de álcool anidro;
- o Soma de Furfural e Hidroximetilfurfural, máximo 5 – expressos em mg/100 ml de álcool anidro;
- o Soma dos álcoois isobutílico (2-metil 360 - propanol), isoamílicos (2-metil -1- 360 - butanol +3 metil-1-butanol) e n-propílico (1- propanol), expressos em mg /100 ml de álcool anidro

3.1.4. Deverão ser detectadas as presenças de compostos fenólicos totais nas Aguardentes de Cana e nas Cachaças envelhecidas.

3.2. Ingredientes Básicos

3.2.1. Para a Aguardente de Cana-de-Açúcar:

Mosto fermentado obtido do caldo de cana-de-açúcar;

Destilado Alcoólico Simples de Cana-de-Açúcar.

3.2.2. Para a cachaça:

Mosto fermentado obtido do caldo de cana-de-açúcar.

3.2.3. Para o Destilado Alcoólico Simples de Cana-de-Açúcar:

Mosto fermentado obtido do caldo de cana-de-açúcar.

3.2.4. Açúcar na Aguardente de Cana Adoçada e na Cachaça Adoçada.

3.3. Ingredientes Opcionais:

3.3.1. Água

Deve obedecer às normas e padrões aprovados em legislação específica para água potável, e utilizada exclusivamente para padronização da graduação alcoólica do produto final.

3.3.2. Açúcar/Sacarose, que pode ser substituída total ou parcialmente por açúcar invertido, glicose ou seus derivados reduzidos ou oxidados, até o máximo de 6g/l (seis gramas por litro) para a Aguardente de Cana e para a Cachaça e inferior a 30g/l (trinta gramas por litro) na Aguardente de Cana Adoçada e na Cachaça Adoçada, expressos em Sacarose.

4. ADITIVOS E COADJUVANTES DE FABRICAÇÃO

4.1. Aditivos:

4.1.1. De acordo com a legislação específica.

4.1.2. Caramelo somente para correção e/ou padronização da cor da Aguardente de Cana e da Cachaça envelhecidas, previstas nos seguintes itens: 2.2.6, 2.2.7, 2.2.8, 2.2.9, 2.2.10 e 2.2.11.

4.2. Coadjuvantes de Fabricação.

4.2.1. De acordo com a legislação específica.

5. CONTAMINANTES

5.1. Contaminantes Orgânicos:

5.1.1. Álcool metílico em quantidade não superior a 20,0 mg/100 ml (vinte mg por 100ml) de álcool anidro.

5.1.2. Carbamato de etila em quantidade não superior a 150µg/l (cento e cinquenta microgramas por litro).

5.1.3. Acroleína (2-propenal) em quantidade não superior a 5mg/100ml (cinco miligramas por 100 ml) de álcool anidro.

5.1.4. Álcool sec-butílico (2-butanol) em quantidade não superior a 10mg/100ml (dez miligramas por 100 ml) de álcool anidro.

5.1.5. Álcool n-butílico (1-butanol) em quantidade não superior a 3mg/100ml (três miligramas por 100 ml) de álcool anidro.

5.2. Contaminantes Inorgânicos:

5.2.1. Cobre (Cu) em quantidade não superior a 5mg/l (cinco miligramas por litro)

5.2.2. Chumbo (Pb) em quantidade não superior a 200µg/l (duzentos microgramas por litro).

5.2.3. Arsênio (As) em quantidade não superior a 100µg/l (cem micrograma por litro).

6. DESTILAÇÃO

A destilação deve ser efetuada de forma que o produto obtido preserve o aroma e o sabor dos principais componentes contidos na matéria-prima e daqueles formados durante a fermentação.

6.1. É vedada a adição de qualquer substância ou ingrediente após a fermentação ou introduzido no equipamento de destilação que altere as características sensoriais naturais do produto.

7. HIGIENE

Os estabelecimentos que produzem ou elaborem as bebidas previstas no presente Regulamento Técnico devem atender as normas higiênicas e sanitárias aprovadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

8. PESOS E MEDIDAS

De acordo com a legislação específica.

9. ROTULAGEM

9.1. Devem ser obedecidas as normas estabelecidas pelo Regulamento da Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, aprovado pelo Decreto nº 2.314, de 4 de setembro de 1997, e atos administrativos complementares.

9.2. Somente poderá constar do rótulo dos produtos previstos nos itens 2.2.8, 2.2.9, 2.2.10 e 2.2.11, a idade ou o tempo de envelhecimento da Aguardente de Cana e da Cachaça que forem elaboradas com 100% de Aguardente de Cana ou Cachaça envelhecidas por um período não inferior a 1 (um) ano.

9.3. No caso de misturas entre os produtos previstos nos itens 2.2.8, 2.2.9, 2.2.10 e 2.2.11 do presente Regulamento Técnico, a declaração da idade no rótulo será efetuada em função do produto presente com menor tempo de envelhecimento. No caso de misturas de produtos com mais de 3 anos de envelhecimento, produtos previstos nos itens 2.2.10 e 2.2.11, a declaração da idade no rótulo poderá ser aplicada a partir da média ponderada das idades dos produtos da mistura, relativos aos volumes individuais em porcentagem de álcool anidro. Os resultados cujas frações forem superiores a 0,5 (cinco décimos) e os iguais ou inferiores a 0,5 (cinco décimos) serão arredondados para o número inteiro imediatamente superior ou inferior, respectivamente.

9.4. Poderá ser mencionado no rótulo o nome da Unidade da Federação ou região em que o produto foi elaborado, associados ao nome do produto, desde que devidamente comprovado pelo Serviço de Inspeção competente, de forma que o nome da Unidade da Federação ou da região deverá constar em posição inferior à denominação e em caracteres gráficos com dimensão correspondente à metade da dimensão utilizada para a denominação do produto.

9.5. Fica vedado o uso da expressão “Artesanal” como designação, tipificação ou qualificação dos produtos previstos no presente Regulamento Técnico, até que se estabeleça, por ato administrativo do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, o Regulamento Técnico que fixe os critérios e procedimentos para produção e comercialização de Aguardente de Cana e Cachaça artesanais.

9.6. Poderá ser declarada no rótulo a expressão “Reserva Especial” para a Cachaça e a Aguardente de Cana que possuírem características sensoriais, dentre outras, diferenciadas do padrão usual e normal dos produtos elaborados pelo estabelecimento, desde que devidamente

comprovada pela requerente. Os laudos técnicos deverão ser emitidos por laboratórios públicos ou privados reconhecidos pelo MAPA.

9.7. O controle dos produtos citados no item 9.6 será efetuado pelo órgão fiscalizador com base na certificação das características sensoriais diferenciadas, dentre outras, e no volume em estoque, sendo os lotes devidamente identificados por meio de numeração seqüencial em cada unidade do lote.

9.8. Será obrigatório declarar no rótulo a expressão: “Armazenada em (nomes das madeiras em que o produto foi armazenado)”, para os produtos definidos nos itens 2.1.1 e 2.1.2 que foram armazenados em recipiente de madeira e que não se enquadrarem nos critérios definidos para o envelhecimento previstos no presente Regulamento Técnico e outros atos administrativos próprios, sendo vedado o uso de corantes de qualquer tipo, extrato natural, lascas de madeira para correção e/ou modificação da coloração original do produto. A dimensão mínima para a referida expressão será de 2 (dois) milímetros, inscrita de forma visível e legível.

9.8.1. Poderá ser associada à marca a expressão prata, ou clássica ou tradicional para os produtos definidos nos itens 2.1.1 e 2.1.2 e que forem ou não armazenados em recipientes de madeira e que não agreguem cor a bebida.

9.8.2. Poderá ser associada à marca a expressão ouro para os produtos definidos nos itens 2.1.1 e 2.1.2 que foram armazenados em recipientes de madeira e que tiveram alteração substancial da sua coloração.

10. MÉTODOS DE ANÁLISES

São os estabelecidos em atos administrativos do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

11. AMOSTRAGEM

Os procedimentos para a amostragem são os definidos no art. 117 e seus parágrafos, do Regulamento da Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, aprovado pelo Decreto nº 2.314, de 4 de setembro de 1997, e por atos administrativos do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

12. DISPOSIÇÕES GERAIS

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	43	424.2682927	9.8667045	3.13	<.0001

Error	120	377.7073171	3.1475610			
Corrected Total	163	801.9756098				
	R-Square	Coeff Var	Root MSE	sabor Mean		
	0.529029	35.39640	1.774137	5.012195		
Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F	
amos	3	145.2926829	48.4308943	15.39	<.0001	
prov	40	278.9756098	6.9743902	2.22	0.0005	

Dependent Variable: impglobal

		Sum of				
Source	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F	
Model	43	382.3780488	8.8925128	3.99	<.0001	
Error	120	267.4268293	2.2285569			
Corrected Total	163	649.8048780				
	R-Square	Coeff Var	Root MSE	impglobal Mean		
	0.588451	27.57038	1.492835	5.414634		
Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F	
amos	3	131.0731707	43.6910569	19.61	<.0001	
prov	40	251.3048780	6.2826220	2.82	<.0001	

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for aparencia

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	120
Error Mean Square	0.917988
Critical Value of Studentized Range	3.68460
Minimum Significant Difference	0.5513
Means with the same letter are not significantly different.	
Tukey Grouping	Mean N amos
A	7.5366 41 2
B A	7.0488 41 1
B A	7.0244 41 4
B	6.7805 41 3

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for aroma

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	120
Error Mean Square	2.187602
Critical Value of Studentized Range	3.68460
Minimum Significant Difference	0.8511
Means with the same letter are not significantly different.	
Tukey Grouping	Mean N amos
A	7.2683 41 2
B	6.0488 41 4
B	5.7317 41 3
B	5.2195 41 1

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for sabor

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	120
Error Mean Square	3.147561
Critical Value of Studentized Range	3.68460
Minimum Significant Difference	1.0209
Means with the same letter are not significantly different.	
Tukey Grouping	Mean N amos
A	6.3171 41 2
B A	5.3171 41 4

B	C	4.6829	41	3
	C	3.7317	41	1

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for **impglobal**

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha			0.05
Error Degrees of Freedom			120
Error Mean Square			2.228557
Critical Value of Studentized Range			3.68460
Minimum Significant Difference			0.859
Means with the same letter are not significantly different.			
Tukey Grouping	Mean	N	amos
A	6.6829	41	2
B	5.6585	41	4
B	5.0976	41	3
C	4.2195	41	1