

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS E NUTRIÇÃO

*“ENVELHECIMENTO DA CACHAÇA
COM CIRCULAÇÃO FORÇADA E
AERAÇÃO”*

MICHELLE DE CAIADO CASTRO BORRAGINI

DISSERTAÇÃO PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
MESTRE EM CIÊNCIA DOS ALIMENTOS

ORIENTADOR

PROF. DR. JOÃO BOSCO FARIA

**ARARAQUARA – SP
2009**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Michelle de Caiado Castro Borragini

**“ENVELHECIMENTO DA CACHAÇA
COM CIRCULAÇÃO FORÇADA E
AERAÇÃO”.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Alimentos e Nutrição da Faculdade de Ciências Farmacêuticas, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Ciência dos Alimentos, Área de Concentração: Ciência de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. João Bosco Faria

**Araraquara – SP
Março / 2009**

Ficha Catalográfica

Elaborada Pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Ciências Farmacêuticas
UNESP – Campus de Araraquara

B737e Borragini, Michelle de Caiado Castro
Envelhecimento da cachaça com circulação forçada e aeração. / Michelle de Caiado Castro Borragini. – Araraquara, 2009.
90f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. “Júlio de Mesquita Filho”. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Programa de Pós Graduação em Alimentos e Nutrição

Orientador: João Bosco Faria

1.Cachaça. 2.Ancorotes de carvalho. 3.Cachaça – Envelhecimento.
I.Faria, João Bosco, orient. II. Título.

CAPES: 50700006

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. João Bosco Faria

(Orientador)

Prof. Dr. Fernando Valadares Novaes

(Membro - Titular)

Profa. Dra. Natália Soares Jazantti

(Membro - Titular)

Araraquara – SP
Março / 2009

É com grande alegria e muito carinho que dedico este trabalho à minha família, minha mãe, meu pai (in memoriam), meus irmãos e minha querida filha, que amo muito e que representam o melhor da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer especialmente às seguintes pessoas:

Ao meu orientador no mestrado, professor Dr. João Bosco Faria que sempre me deu credibilidade e apoio, tornando possível meu mestrado.;

À minha família: meu pai (in memoriam), minha mãe, meus irmãos e minha filha;

À Profa. Dra. Natália Soares Janzantti que muito me apoiou e ajudou neste caminho e na realização das análises sensoriais;

À amiga Alexandra e à técnica Lica pela grande ajuda no laboratório de Análise de Alimentos;

Às orientadas do professor Bosco, Michelle Boesso Rota, Natália Lorenzetti, Aline Cavalcanti, Bruna Magnani e Sílvia Lopes Silva, que além de amigas, muito me incentivaram e socorreram sempre que precisei;

Às amigas Priscileila e Kelly pela amizade e grande apoio durante o mestrado;

Às profas. Dras. Magali Monteiro e Célia Maria de Sylos pelo incentivo e dicas;

À Banca Examinadora pela participação;

À secretária do departamento, nas pessoas de Gilberto e Marisa;

À seção de pós-graduação em Alimentos e Nutrição/UNESP;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP pela concessão de bolsa de estudo;

A todos os voluntários que participaram das análises sensoriais; ajudando a concretizar este trabalho;

Aos funcionários do Departamento de Alimentos e Nutrição.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS

LISTA DE FIGURAS

RESUMO

ABSTRACT

1.	<i>INTRODUÇÃO</i>	13
2.	<i>OBJETIVOS</i>	16
3.	<i>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</i>	17
3.1.	<i>Histórico da cachaça no Brasil</i>	17
3.2.	<i>Legislação</i>	18
3.3.	<i>O Processo de fabricação</i>	20
3.3.1.	<i>Fermentação</i>	21
3.3.2.	<i>Destilação</i>	23
3.4.	<i>O envelhecimento</i>	26
3.4.1.	<i>Recipientes utilizados para o envelhecimento</i>	26
3.4.2.	<i>Condições ambientais para o envelhecimento</i>	30
3.4.3.	<i>Transformações que ocorrem no envelhecimento</i>	31
3.5.	<i>A qualidade da aguardente de cana</i>	39
4.	<i>MATERIAL E MÉTODOS</i>	42
4.1.	<i>Material</i>	42
4.1.1.	<i>Obtenção das amostras</i>	42
4.2.	<i>Métodos</i>	46
4.2.1.	<i>Determinações físico-químicas</i>	46
4.2.1.1.	<i>Graduação alcoólica</i>	46
4.2.1.2.	<i>Resíduo seco a 105°C</i>	46
4.2.1.3.	<i>Intensidade de cor</i>	46
4.2.1.4.	<i>Compostos fenólicos totais</i>	46
4.2.1.5.	<i>pH</i>	46
4.2.1.6.	<i>Acidez total, fixa e volátil</i>	47
4.2.1.7.	<i>Espectros de absorção UV-Visível</i>	47

4.2.2.	<i>Análise sensorial.....</i>	47
4.2.2.1.	<i>Análise estatística dos dados sensoriais.....</i>	48
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	49
5.1.	<i>Características físico-químicas das amostras.....</i>	49
5.1.1.	<i>Graduação alcoólica.....</i>	49
5.1.2.	<i>Resíduo Seco a 105°C.....</i>	51
5.1.3.	<i>Intensidade de cor.....</i>	53
5.1.4.	<i>Teores de compostos fenólicos totais.....</i>	55
5.1.5.	<i>Valores de pH.....</i>	57
5.1.6.	<i>Acidez total, fixa e volátil.....</i>	59
5.1.7.	<i>Espectros de absorção UV-Visível.....</i>	62
5.2.	<i>Análise sensorial.....</i>	64
5.2.1.	<i>Seleção dos julgadores.....</i>	64
5.2.2.	<i>Testes de aceitação.....</i>	65
6.	CONCLUSÃO.....	77
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	78
	ANEXO 1.....	88
	ANEXO 2.....	89
	ANEXO 3.....	90

LISTA DE TABELAS

1 - Fracionamento do lote de aguardente de cana.....	45
2 - Vazão do sistema forçado durante o envelhecimento.....	47
3 - Graduação alcoólica (porcentagem de álcool/volume) das amostras controle, forçada e tradicional, ao longo do período de seis meses de envelhecimento.....	51
4 - Porcentagens dos teores de resíduo seco (p/v a 105°C) das amostras controle, forçada e tradicional, ao longo do período de seis meses de envelhecimento.....	53
5 - Intensidade de cor (absorbância a 430nm) das amostras controle, forçada e tradicional, ao longo do período de seis meses de envelhecimento.....	55
6 - Teores de compostos fenólicos totais (expressos em mg de ácido tânico/L) das amostras controle, forçada e tradicional, ao longo do período de seis meses de envelhecimento.....	57
7 - Valores de pH para as amostras controle, forçada e tradicional, ao longo do período de seis meses de envelhecimento.....	59
8 - Valores médios de acidez total, acidez fixa e acidez volátil (em mg ácido acético/100 mL de álcool anidro) das amostras controle, forçada e tradicional, ao longo do período de seis meses de envelhecimento.....	61
9 - Médias em relação à cor, aroma, sabor e impressão global das amostras controle, forçada e tradicional, ao longo do período de dois meses de envelhecimento.....	67
10 - Médias em relação à cor, aroma, sabor, impressão global, sabor adocicado, sabor amadeirado e agressividade (o quanto gostam ou desgostam) das amostras forçada e tradicional, ao longo de seis meses de envelhecimento.....	70

11 - Médias (expressas em porcentagens) em relação à atitude de compra das amostras forçada e tradicional, ao longo do período de seis meses de envelhecimento.....75

LISTA DE FIGURAS

1 - Representação esquemática do sistema de circulação.....	46
2 - Sistema utilizado para a circulação do destilado alcoólico.....	46
3 - Graduação alcoólica das amostras envelhecidas forçada e tradicional, ao longo de seis meses.....	52
4 - Porcentagens dos teores de resíduo seco (p/v a 105°C) das amostras envelhecidas forçada e tradicional, ao longo do período de seis meses.....	54
5 - Intensidade de cor (absorbância a 430 nm) das amostras envelhecidas forçada e tradicional, ao longo de seis meses.....	56
6 - Teores de compostos fenólicos totais (expressos em mg/L de ácido tânico) das amostras ao longo de seis meses.....	58
7 - Valores de pH das amostras envelhecidas forçada e tradicional, ao longo do período de seis meses.....	60
8 - Valores de acidez total (a), acidez fixa (b) e acidez volátil (c) em mg de ácido acético/100 ml de álcool anidro das amostras envelhecidas forçada e tradicional, ao longo do período de seis meses.....	62
9 - Espectros de absorção de UV-Visível das amostras controle (0 dias de envelhecimento), forçada e tradicional, envelhecidas durante 30 dias (a), 60 dias (b), 90 dias (c), 120 dias (d), 150 dias (e) e 180 dias (f).....	64
10 - Representação gráfica da frequência de consumo de cachaça envelhecida entre os julgadores a serem selecionados (a) e a frequência de consumo de cachaça envelhecida entre eles (b).....	66

<i>11 - Médias dos julgadores na escala hedônica em relação à cor (a), aroma (b), sabor (c) e impressão global (d) para as amostras controle (0 dias de envelhecimento), forçada e tradicional, envelhecidas durante dois meses.....</i>	<i>68</i>
<i>12 - Médias dos julgadores na escala hedônica em relação à cor (a), aroma (b), sabor (c) e impressão global (d), para as amostras forçada e tradicional, ao longo do período de seis meses.....</i>	<i>72</i>
<i>13 - Médias dos julgadores na escala hedônica em relação a sabor adocicado (e), sabor amadeirado (f) e agressividade (g), para as amostras forçada e tradicional, ao longo do período de seis meses.....</i>	<i>74</i>
<i>14 - Médias dos julgadores (expressas em porcentagens) na escala hedônica em relação à atitude de compra “compraria” (a), “dúvida” (b) e “não compraria” (c), para as amostras envelhecidas forçada e tradicional, ao longo do período de seis meses.....</i>	<i>76</i>

RESUMO

O envelhecimento melhora significativamente os atributos de qualidade da cachaça, permitindo obter-se um produto compatível com as crescentes exigências dos mercados externo e interno, como se pode constatar com o aumento do consumo de cachaças com qualidade diferenciada. A redução do tempo necessário para se obter os benefícios do envelhecimento, maior obstáculo à adoção desta etapa na produção da cachaça, tem sido constantemente testada em função da economia que pode representar e também, como uma forma de estimular e difundir a adoção da prática do envelhecimento dessa bebida. Em trabalhos anteriores, amostras de cachaças bidestiladas, oriundas de um mesmo lote, foram postas a envelhecer de forma tradicional, em pequenos ancorotes de carvalho, e também utilizando-se um processo de circulação forçada com 6 ancorotes interligados em série com um reservatório de vidro, sendo então as amostras coletadas de ambos os processos comparadas. Os resultados obtidos, utilizando-se ou não nitrogênio no “headspace” do reservatório de vidro, revelaram um papel crucial da presença de ar no sistema de circulação, efeito que foi avaliado no presente estudo. Nesse sentido, foi introduzida no sistema de circulação forçada da cachaça uma etapa de aeração do sistema, realizada diariamente durante 12 minutos. Os resultados obtidos revelaram que as amostras de cachaças submetidas ao processo de envelhecimento forçado com aeração, apresentaram ao longo de seis meses, menor extração dos componentes da madeira, menor teor de acidez e tendência de melhor aceitação em relação aos atributos analisados (cor, aroma, sabor, impressão global, sabor adocicado, sabor amadeirado e agressividade), quando comparadas com as amostras submetidas ao envelhecimento tradicional, revelando que a injeção de ar no sistema de circulação forçada pode influenciar positivamente algumas características físico-químicas e sensoriais das amostras.

Palavras-chave: cachaça, envelhecimento, ancorotes de carvalho, circulação forçada, aeração.

ABSTRACT

The aging process, improves significantly the quality sensory attributes of “cachaça” resulting final products that attend the growing marketing quality expectatives, as showed by the increasing consume of the better quality “cachaças”. The reduction of the time to obtain to aging benefits has been tried out, as a way to reduce costs and to stimulate the adoption of this practice in the “cachaças” production. In previous studies, bidistilled “cachaça” aged by the traditional way and by forced circulation through 6 small wood casks and a glass vessel, during 6 months, were compared. The results from the circulating samples, having or not nitrogen in the glass vessel headspace, showed an important role of the presence of air in the circulating system. In this work, the air presence effect was verified by introducing air into the circulating “cachaça”, during 12 minutes every day and comparing the samples collected during 6 months. The obtained results showed that the air injection into the system, slow down the acidity and the wood extraction, as well indicate a tendency of better acceptability of the circulating samples in relation to the sensory attributes (color, aroma, taste, global impression, sweed taste, wood taste and agressivity) when compared with that aged by the traditional way, pointing out that the air injection into the forced circulating aging system, may represent a positive influence in the composition, and on sensory characteristics of the aged “cachaça”.

Key words: “cachaça”, aging, oak cask, forced circulation, aeration.

1. INTRODUÇÃO

A cachaça é a bebida brasileira que mais tem sido exportada, e seu mercado tem crescido principalmente entre os países europeus e Estados Unidos. A falta de regulamentação dessa bebida no mercado internacional tem impedido sua valorização, pois atualmente quase toda a produção exportada ainda é realizada na forma a granel.

Estima-se que, no Brasil, são produzidos atualmente em torno de 1,3 bilhão de litros de cachaça, sendo, portanto, o destilado mais consumido no país e o terceiro em volume no mundo. O maior estado produtor de cachaça é São Paulo, seguido por Ceará, Pernambuco e Minas Gerais. O consumo médio mundial de bebidas destiladas é de 2,2 litros por habitante/ano, enquanto no Brasil essa média de consumo é de sete litros de cachaça, aproximadamente. O PIB do setor é de cerca de US\$ 500 milhões e já existem mais de cinco mil marcas de cachaças registradas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, sendo somente 1.824 estabelecimentos produtores de cachaça registrados, e estima-se que mais de 30 mil produtores espalhados por todo o país, geram aproximadamente 400 mil empregos diretos e indiretos (BRASIL, 2007).

De acordo com levantamento realizado pelo MAPA em 2007, a exportação do produto vem crescendo a cada ano. Segundo dados oficiais, o Brasil exportou em 2006 cerca de 11,7 milhões de litros, atingindo 14 milhões de dólares, um crescimento de 15% em relação a 2005. Com a expansão das exportações espera-se chegar a US\$ 40 milhões em 2010 e 100 milhões em dez anos, número ainda pequeno se comparado à produção, mas com enorme potencial a ser explorado, considerando-se as tendências e o já comprovado sucesso dessa bebida no mundo. A cachaça é vendida para mais de 60 países, sendo os grandes compradores: Alemanha, Paraguai, Uruguai, Portugal, Estados Unidos, Argentina e Itália (BRASIL, 2007).

Com o crescimento da popularidade da cachaça e visando proteger os produtores do Brasil de imitadores em outros países, que cultivam a cana-de-açúcar, o governo brasileiro publicou o Decreto nº 4851 de 2 de outubro de

2003, que visa preservar a denominação “cachaça”, exclusivamente para a aguardente destilada do mosto fermentado de cana-de-açúcar e produzida no Brasil, um passo fundamental no sentido de garantir a marca e fazer reconhecer a origem deste produto tipicamente brasileiro nos mercados mundiais (BRASIL, 2003). Outra grande vitória do setor foi a criação, na Organização Mundial de Aduanas, de uma classificação específica para a cachaça, diferenciando-a do rum, que entrou em vigor em 2007 (BRASIL, 2007).

Com a publicação, pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do regulamento técnico dos padrões de identidade e qualidade para aguardente de cana e para cachaça, limitando níveis máximos de contaminantes, como cobre, chumbo, arsênio e carbamato de etila, além de definir parâmetros físico-químicos para a cachaça e aguardente de cana, nossa legislação já se encontra preparada para o crescimento do mercado esperado.

A organização da base produtiva da cachaça visando promover a integração e a estruturação do setor, e incluindo o aproveitamento do potencial das diversas entidades, tem como meta principal, dinamizar o setor produtivo e aumentar a inserção de seus produtos de maneira competitiva nos mercados nacional e internacional. Além de incrementar as oportunidades de novos investimentos, a sua organização visa garantir a sustentabilidade do agronegócio da cachaça, agregando valor à cadeia produtiva e beneficiando assim todos os segmentos sociais envolvidos.

Negociações encabeçadas pelo Ministério das Relações Exteriores - estão sendo feitas com os órgãos internacionais visando o reconhecimento da cachaça como produto genuinamente brasileiro. O reconhecimento dessa tipicidade, além de valorizar o produto deverá certamente aumentar as exportações (BRASIL, 2007).

O envelhecimento, sem dúvida etapa fundamental e que melhora significativamente os atributos de qualidade da cachaça, garantindo a obtenção de um produto de qualidade compatível com as crescentes exigências dos mercados externo e interno, deve ser incentivado e apoiado, assim como esforços no sentido de estimular sua adoção.

Considerando-se que o grande obstáculo à adoção da prática do envelhecimento da cachaça está relacionado principalmente com o tempo necessário (quase nunca inferior a dois anos) para que ocorram as mudanças desejáveis, estudos visando à redução do tempo de envelhecimento podem representar uma alternativa interessante, pois não só permitirá a redução dos custos de produção, como também podem contribuir para a difusão da prática do envelhecimento da cachaça já comumente realizada nos processos de produção das bebidas consideradas nobres e que hoje dominam o mercado internacional (FARIA et al., 2003a).

2. OBJETIVOS

Foram objetivos desse trabalho:

- Avaliar uma forma de reduzir o tempo de envelhecimento da cachaça, utilizando a circulação forçada da bebida em barris de carvalho (*Quercus* sp) e comparar amostras assim obtidas com amostras do mesmo lote de cachaça, submetidas, porém, ao processo tradicional de envelhecimento.
- Avaliar o efeito da presença de ar no sistema e sua influência no processo de envelhecimento.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Histórico da cachaça no Brasil

A aguardente de cana surgiu nos primórdios de nossa colonização, logo que os canaviais foram plantados e os engenhos de açúcar passaram a moer cana, tendo desde então participação importante em nossa economia (BIZELLI et al., 2000).

O consumo de bebidas alcoólicas pelo homem é hábito tão antigo que se confunde com a sua própria história. As primeiras informações documentadas sobre o uso do álcool datam de 6000 AC (KELLER, 1979). Porém, apesar do vinho e da cerveja serem conhecidos do homem há tanto tempo, as bebidas destiladas somente surgiram muito depois.

As primeiras aguardentes brasileiras foram obtidas a partir do melaço de açúcar, resíduo dos engenhos aqui instalados pelos colonizadores portugueses. O primeiro deles foi construído em Santos, SP, por Martim Afonso de Souza, donatário da Capitania de São Vicente, em 1534 (LIMA, 1999). Não se sabe, porém, quando os portugueses, conhecedores da técnica de produção da bagaceira, improvisaram os primeiros alambiques para destilar o melaço fermentado e nem onde, no vasto litoral do Brasil, foi obtida a primeira cachaça brasileira.

A aguardente obtida exclusivamente do caldo de cana, que hoje representa a quase totalidade das aguardentes brasileiras, era até muito recentemente, oficialmente denominada “aguardente de cana” e “caninha”, enquanto o termo popular “cachaça”, que a população nunca esqueceu, referia-se somente à aguardente obtida a partir do melaço (BRASIL, 1974). Entretanto, desde a publicação do decreto nº 2.314 de 1997, a Legislação Brasileira, resgatando a história da aguardente brasileira, aboliu o termo “caninha” e resgatou o termo “cachaça”, usado atualmente para designar a aguardente obtida a partir do caldo de cana fermentado, também vulgarmente chamada “pinga” (BRASIL, 1997).

De acordo com Lima (1983) até o final da II Guerra Mundial, a indústria da cachaça era essencialmente rural, envolvendo um grande número de

fábricas rudimentares, tecnicamente atrasadas e com pequeno volume de produção. Geralmente, o próprio proprietário da fábrica, com ajuda da sua família, plantava a cana e comercializava a aguardente que produzia. Poucos produtores engarrafavam seu produto e quase não havia engarrafadores exclusivos.

Embora não houvesse um processo deliberado de envelhecimento, muitas aguardentes, dada sua comercialização lenta e reduzida, permaneciam armazenadas em tonéis de madeira por longos períodos, o que melhorava bastante sua qualidade sensorial (LIMA, 1983).

O aumento da população e do consumo pós-guerra, juntamente com o hábito de beber cachaça, já incorporado ao jeito brasileiro de viver, levou ao aumento das lavouras de cana-de-açúcar e da capacidade de produção das destilarias. Os pequenos alambiques passaram a ceder lugar para as grandes instalações, equipadas com colunas de destilação contínua e também surgiram as grandes engarrafadoras, com marcas comerciais próprias, hoje espalhadas por todo o país (LIMA, 1983).

A importância econômica e social da cachaça brasileira pode ser facilmente reconhecida, se considerarmos seu volume de produção. Segundo a Associação Brasileira de Bebidas (ABRABE, 2007) são produzidos atualmente em torno de 1,3 bilhão de litros por ano, porém, a presença de pequenas destilarias espalhadas pelo país, muitas das quais clandestinas, ao lado da sonegação fiscal certamente existente, tornam muito difícil determinar o volume real de cachaça produzida.

3.2. Legislação

Segundo a Legislação Brasileira, Instrução Normativa nº 13, de 29 de junho de 2005, Aguardente de Cana é “uma bebida com graduação alcoólica de trinta e oito a cinquenta e quatro por cento em volume, a 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 seis gramas por litro, expressos em sacarose”.

Aguardente de Cana Envelhecida é a bebida que contém, no mínimo, cinqüenta 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 setecentos litros, por um período não inferior a um ano.

Cachaça é a denominação típica e exclusiva da aguardente de cana produzida no Brasil, com graduação alcoólica de trinta e oito a quarenta e oito por cento em volume, a 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 seis gramas por litro, expressos em sacarose. Quando a adição de açúcar for superior a seis gramas e até 30 gramas por litro, deverá conter no rótulo a designação “adoçada”.

Cachaça Envelhecida é a bebida que contém, no mínimo, cinqüenta por cento de cachaça ou aguardente de cana envelhecida em recipiente de madeira apropriado, com capacidade máxima de setecentos litros, por um período não inferior a um ano.

Aguardente de Cana ou Cachaça Premium refere-se à bebida que contiver 100% de aguardente de cana ou cachaça envelhecidas em recipiente de madeira apropriado, com capacidade máxima de 700 L, por um período não inferior a um ano e a Extra Premium refere-se à bebida com 100% de aguardente de cana ou cachaça envelhecidas em recipiente de madeira apropriado, com capacidade máxima de 700 L, por um período não inferior a três anos.

Ainda, de acordo com a Instrução Normativa nº 13, é vedado o uso de corantes de qualquer tipo, extrato, lascas de madeira e outras substâncias para correção ou modificação da coloração original do produto armazenado ou envelhecido, excetuando o uso de caramelo somente para a correção e/ou padronização da cor da aguardente de cana e da cachaça envelhecidas. É vedada também a adição de qualquer substância ou ingrediente que altere as características sensoriais naturais do produto final.

No envelhecimento da aguardente de cana ou cachaça, poderá ser utilizado recipiente que tenha sido anteriormente destinado ao armazenamento ou envelhecimento de outras bebidas, sendo vedado o uso de recipientes que

tenham sido utilizados para outros fins. No intervalo de utilização do recipiente destinado ao armazenamento ou envelhecimento de cachaça ou aguardente de cana, água potável poderá ser utilizada para a sua conservação (BRASIL, 2005a).

Para a aguardente de cana ou cachaça envelhecida será obrigatório declarar no rótulo a expressão: Armazenada em (seguida do nome do recipiente) de (seguida do nome da madeira em que o produto foi armazenado).

Os compostos secundários, também chamados congêneres (componentes voláteis “não álcool”), podem ser representados pela soma da acidez volátil (expressa em ácido acético), ésteres totais (expressos em acetato de etila), aldeídos (expressos em acetaldeído), furfural + hidroximetilfurfural e álcoois superiores (expressos pela soma dos álcoois n-propílico, isobutílico e isoamílicos). Segundo a Instrução Normativa nº 13, os compostos secundários não podem estar presentes na aguardente de cana ou cachaça em quantidades inferiores a 200 mg ou superiores a 650 mg/100 mL de álcool anidro, devendo seguir os limites máximos (mg/100 mL em álcool anidro) de 360 para álcoois superiores, de 150 para acidez volátil, de 200 para ésteres totais, de 30 para aldeídos e de 5 para a soma de furfural e hidroximetilfurfural.

Os teores de contaminantes orgânicos e inorgânicos devem também estar limitados na aguardente de cana e cachaça, sendo que os contaminantes orgânicos não devem estar em quantidades superiores a: 20 mg de álcool metílico/100 mL de álcool anidro, 150 µg de carbamato de etila/L, 5 mg de acroleína (2-propenal)/100 mL de álcool anidro, 10 mg de álcool sec-butílico (2-butanol)/100 mL de álcool anidro, 3 mg de álcool n-butílico (1-butanol)/100 mL de álcool anidro. Já os contaminantes inorgânicos não podem estar em quantidades superiores a: 5 mg de cobre/L, 200 µg de chumbo/L, 100 µg de arsênio/L (BRASIL, 2005a).

3.3. O Processo de fabricação

A cana-de-açúcar a ser utilizada na produção de cachaça, deve estar madura, ter sido recentemente colhida e não apresentar nenhum tipo de deterioração (FARIA, 2000).

A extração do caldo é feita por esmagamento direto da cana em moendas de vários tipos, tamanhos e capacidade.

O processo de fabricação da cachaça inicia-se com a moagem da cana, que produz um caldo ao qual se adiciona água, resultando no mosto.

A produção de cachaça apresenta fundamentalmente as seguintes etapas: fermentação e destilação (LIMA, 1983).

3.3.1. Fermentação

Como não é utilizada a esterilização na indústria da cachaça, certos procedimentos devem ser adotados para que o meio de fermentação favoreça a ação da levedura, em detrimento de outros microorganismos prejudiciais. Assim, uma menor contaminação do mosto pode ser conseguida adotando-se como regra geral, práticas adequadas de higiene durante todo o processo de fabricação, que vai desde a manipulação e moagem da matéria-prima, limpeza dos depósitos e dornas de fermentação, até a verificação constante das bombas e canalizações que são postas em contato com o caldo e que devem estar sempre limpas (FARIA, 2000).

Para preparar o mosto, líquido açucarado para fermentar, são adotadas uma série de medidas, que visam transformar e corrigir o mosto natural em um meio de cultura mais adequado à máxima atividade fermentativa das leveduras. Um mosto ideal deve ter as seguintes características: concentração de açúcares em média de 16° Brix; pH entre 4,0 – 4,5, sendo que o mosto pode ser corrigido com ácido sulfúrico para correção da acidez. Outras medidas para a correção do mosto são: adição de nutrientes principalmente de compostos nitrogenados para obter-se uma boa multiplicação celular (adiciona-se 0,2 – 0,5 g/L de sulfato de amônio no mosto); adição de vitaminas do complexo B, que estimula a produtividade sem afetar o rendimento. O anidrido sulfuroso é usado como anti-séptico, sendo que a levedura tem a capacidade de se adaptar a

esse composto em contraste com outros microorganismos presentes no mosto (YOKOYA, 1995; LIMA, 1983).

A fermentação do caldo de cana se inicia no momento em que o mosto entra em contato com as leveduras.

Os produtores costumam adicionar fubá de milho, farelo de soja, quirela de arroz, entre outros, ao caldo de cana. Estes grãos não são, potencialmente, fonte de nutrientes para as leveduras, servindo apenas como suporte para a sua proliferação e ajudando no processo de decantação. Ao final do período de preparação do pé-de-cuba, ocorre o predomínio da levedura *Saccharomyces cerevisiae* que, por ser altamente adaptada ao álcool, quase sempre domina a fermentação de bebidas alcoólicas. Entretanto, muitas linhagens diferentes dessa mesma levedura podem conduzir o processo (ROSA, 2001).

Pé-de-cuba é uma suspensão de células de leveduras em concentração suficiente para garantir a fermentação de um determinado volume de mosto. Segundo Faria (2000), o pé-de-cuba deve conter células de leveduras suspensas em um volume correspondente a 10 – 20% do volume total do mosto a ser fermentado.

O processo de fermentação demora cerca de 24 horas e apresenta três fases bem distintas: a fase preliminar que dura cerca de 4 horas, apresenta intensa multiplicação celular, pequeno aumento da temperatura e baixa produção de gás carbônico. Na fase principal ou tumultuosa, que dura de 12 a 16 horas, observa-se intensa produção de CO₂, aumento de temperatura, aumento da porcentagem alcoólica e aumento da acidez. Finalmente, durante a fase complementar que dura de 4 a 6 horas, há decréscimo da produção de CO₂ e redução gradual da temperatura, na medida em que o açúcar restante vai sendo consumido (FARIA, 2000).

O processo fermentativo é normalmente conduzido em recipientes próprios, denominados dornas, que devem ser colocados em salas de fermentação, construídas de acordo com normas e recomendações técnicas, corretas e atualizadas, o que infelizmente, ainda não ocorre em grande parte das pequenas destilarias (BRASIL, 2005b; FARIA, 2000; BRASIL, 1997).

A escolha da levedura a ser utilizada vai depender da natureza do mosto, das condições da destilaria e das características do produto que se quer obter. As melhores leveduras são aquelas isoladas de mosto de cana-de-açúcar em fermentação, de preferência da própria região, porém, seu uso é inviável em destilarias que não dispõem de pessoal habilitado, de condições higiênicas e técnicas adequadas (FARIA, 2000).

Há ainda um grande número de pequenas destilarias que utilizam leveduras prensadas de panificação ou “fermento caipira”, constituído por leveduras naturais ou selvagens, desenvolvido nas próprias destilarias ou de acordo com receitas empíricas regionais (LIMA, 1999).

Após a fermentação, o mosto de cana passa a ser chamado vinho, que se compõe de água e álcool etílico em maiores proporções, e muitos outros compostos que constituem a chamada “fração não álcool”, ou também denominada “componentes secundários”, substâncias essas responsáveis pelo sabor e aroma das aguardentes. Os principais componentes da fração não álcool são: acetaldeído, ácido acético e ésteres desse ácido, furfural e álcoois superiores como o amílico, isoamílico, butílico, isobutílico, propílico e isopropílico (FARIA, 2000; LIMA, 1983). Grande parte dos compostos, presentes no vinho de cana, representa metabólitos da própria fermentação alcoólica ou derivam de fermentações paralelas, causadas pela contaminação por outros microrganismos (FARIA, 2000).

Após o processo de decantação, no qual se separam as borras, é realizada a destilação do vinho em alambiques ou colunas de destilação.

3.3.2. Destilação

A destilação promove a separação e concentração dos compostos voláteis, através da volatilização seguida de condensação, dando origem ao destilado, cuja composição, por sua vez, vai depender de inúmeros fatores, inclusive do tipo de destilador utilizado e do modo como foi conduzida a destilação.

Segundo FARIA et al. (2003b), a destilação é um processo de separação de compostos voláteis do vinho, 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 para obtenção da cachaça deve ser fracionada em três partes distintas para retirada de compostos indesejáveis:

- 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 como tal.
- Cauda: é a última fração e contém, como a cabeça, compostos indesejáveis (produtos menos voláteis), devendo ser separada do produto final (FARIA et al., 2003b).

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 e melhor padronização. Já os sistemas descontínuos e semi-contínuos, têm vantagens de facilitar a separação da cabeça e cauda e obter um produto mais rico em aroma, devido às reações 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; YOKOYA, 1995).

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, responsáveis por conhecido defeito sensorial neste tipo de bebida. Nestas condições, o residual de cobre na cachaça atende aos limites estabelecidos pela legislação brasileira (BRASIL, 2005), sem riscos à saúde do consumidor. Deve ser salientado que o aço-inoxidável representa uma boa alternativa em termos de custos, durabilidade e segurança para equipamentos de destilação de cachaça.

Cardoso et al. (2003) verificaram que o material do destilador, influencia na composição química das aguardentes de cana, pois, variando-se o material que compõe a coluna de destilação, alteram-se quantitativamente as

características químicas e sensoriais do destilado. As amostras destiladas em colunas recheadas com alumínio ou porcelana possuem características químicas e sensoriais, diferentes entre si, e entre os destilados em aço inox e cobre. Foram relatadas as seguintes diferenças em relação aos teores das classes químicas em função do material do destilador: Teor de Aldeídos: cobre > aço inox > porcelana > alumínio; Teor de Álcoois superiores: porcelana > aço inox > cobre > alumínio; Teor de Ácidos: variação insignificante; Teor de Ésteres: aço inox > cobre > porcelana > alumínio; Teor de Dimetilsulfeto (DMS): inox > porcelana > cobre > alumínio; Teor de Metanol: alumínio > cobre > inox > porcelana; Teor de Sulfato: alumínio > cobre > inox > porcelana. O cobre é o material mais utilizado e, dentre os materiais testados, o que mais se assemelha a ele é o aço inox, o qual apresenta a desvantagem de conduzir a teores elevados de DMS no destilado final.

A maioria dos produtores realiza uma única destilação. Outro processo que pode ser realizado é o da dupla destilação da aguardente de cana, o qual influencia de modo positivo as características físico-químicas da bebida, com redução nos teores de cobre e acidez acética, dentre outros parâmetros tecnológicos analisados (BIZELLI et al., 2000; FARIA, 2000).

A bidestilação da aguardente de cana, prática normalmente adotada na produção de outras bebidas destiladas, como o uísque, o conhaque e o rum, foi proposta pela primeira vez por Novaes (1994) visando à obtenção de um destilado mais leve para ser posteriormente envelhecido.

No processo de bidestilação, a primeira destilação é geralmente conduzida até que o destilado apresente um teor alcoólico entre 25 e 27°GL. Esse primeiro destilado é então submetido a uma nova destilação, onde são separadas as frações cabeça (2% do volume a ser destilado), coração (com teor alcoólico variando de 66 a 68%) e cauda (para recuperar o álcool presente). A fração coração, neste caso, apresenta um teor alcoólico maior do que a fração correspondente da cachaça obtida pela forma tradicional. Esta fração pode ser consumida após ser diluída ou envelhecida (BIZELLI et al., 2000).

3.4. O envelhecimento

A etapa de envelhecimento em barris de madeira, apesar da cachaça recém-destilada já apresentar qualidades sensoriais de uma bebida pronta para o consumo, é também considerada fundamental no processo de fabricação dessa bebida, em função da efetiva contribuição que representa para sua qualidade sensorial.

O processo de envelhecimento natural de bebidas consiste em armazená-las em barris de madeira por um tempo determinado, ação que produz resultados na composição química, no aroma, no sabor e na cor da bebida e, portanto, na qualidade sensorial. Durante o envelhecimento ocorrem inúmeras transformações, incluindo as reações entre os compostos secundários provenientes da destilação, a extração direta de componentes da madeira, a decomposição de algumas macromoléculas da madeira (lignina, celulose e hemicelulose) e sua incorporação à bebida e ainda as reações de compostos da madeira com os componentes originais do destilado (PIGGOTT et al., 1989).

A aguardente de cana recém destilada é incolor e apresenta sabor picante, áspero e seco por mais cuidadosa que tenha sido a destilação e por melhor que tenha sido conduzido o processo de fermentação. O produto final, mesmo apresentando as características em conformidade com as especificações legais, não agrada sensorialmente devido ao forte sabor alcoólico e ao perfil do conjunto de componentes secundários recém destilados (MAÇATELLI, 2006; CARDELLO e FARIA, 1998). Por isso, é muito importante o processo de envelhecimento, pois, no armazenamento e repouso da aguardente de cana em barris de madeira, vão ocorrer reações de oxidação e esterificação, e redução da concentração alcoólica que tornam o produto, principalmente do ponto de vista sensorial, significativamente melhor (MAÇATELLI, 2006; CARDELLO e FARIA, 2000; LIMA, 1999; NISHIMURA e MATSUYAMA., 1989).

3.4.1. Recipientes utilizados para o envelhecimento

No processo de envelhecimento, também denominado maturação, o recipiente e as condições de armazenagem são os principais responsáveis pelas alterações das características sensoriais do produto destilado. O recipiente afeta essas características de forma subtrativa, removendo algumas substâncias indesejáveis por meio de evaporação, adsorção ou outras interações envolvendo o material usado no recipiente; e de forma aditiva, transferindo algumas substâncias constituintes do recipiente ao produto, como também permitindo a incorporação de ar. Assim, os compostos oriundos do recipiente juntamente com os componentes do destilado, mediante inúmeras reações entre si vão originar os produtos que contribuem para o sabor do produto envelhecido (WILDENRADT e SINGLETON, 1984; NISHIMURA et al., 1983).

Para a condução do processo de envelhecimento são recomendados barris de madeira cuja capacidade varia entre 200 e 700 litros (LEA e PIGGOTT, 2003). Tonéis de madeira de volumes maiores são também utilizados para o armazenamento das aguardentes, porém, nesse caso não se pode dizer que ocorre processo de envelhecimento, pois, a superfície de exposição da madeira é insuficiente para envelhecer o alto volume armazenado da bebida (PIGGOTT et al., 1989). No Brasil, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) estabelece que o recipiente utilizado para o envelhecimento da cachaça deve ter a capacidade máxima de 700 litros.

Embora o barril sirva em primeiro lugar como um reservatório, atua também como uma membrana semipermeável que permite a passagem de álcool e vapores de água para o ambiente externo. Esse fenômeno é parte fundamental do processo de envelhecimento (PIGGOTT et al., 1989).

As características do barril – tipo de madeira, idade e tamanho – e as condições ambientais do local de armazenamento serão determinantes no processo de envelhecimento da cachaça. Quanto mais novo o barril, maior será a influência da madeira no sabor e no aroma da cachaça. O tamanho, ou seja, a capacidade de armazenamento dos barris, também influencia no processo de envelhecimento. Se compararmos dois barris de tamanhos diferentes, mas feitos da mesma madeira e com a mesma idade, a bebida no recipiente menor,

onde a razão área superficial por volume é maior, terá mais contato com a madeira e, conseqüentemente, a extração dos componentes (da madeira) será maior (PIGGOTT et al., 1989; SCHOENEMAN et al., 1971).

O decréscimo de alguns compostos, como o dimetilsulfeto, durante a maturação também sofre influência do tamanho do barril, pois bebidas armazenadas em barris menores sofrem mais perda por evaporação (NISHIMURA et al., 1983).

Dentre os tipos de madeiras utilizadas para a confecção de barris, o carvalho é certamente a madeira preferida para envelhecer bebidas, provavelmente devido às reconhecidas características sensoriais dos uísques, conhaques e runs (FARIA, 2000). O carvalho (*Quercus* sp) possui porosidade adequada, transfere cor e extrato para a bebida e favorece o desenvolvimento de características sensoriais que já são universalmente relacionadas com bebidas de boa qualidade (FARIA, 2000; LIMA, 1999).

Um estudo sobre envelhecimento da aguardente de cana em diferentes madeiras durante seis meses, conduzido por Dias et al. (1998), revelou predominantemente nas bebidas envelhecidas a presença de compostos fenólicos específicos para cada tipo de madeira utilizado. Assim, constatou-se a predominância dos ácidos elágico e vanílico no carvalho (*Quercus* sp).

A utilização de outras madeiras é uma alternativa para reduzir o custo do envelhecimento, uma vez que a aquisição de barris de carvalho é extremamente cara. No Brasil, várias madeiras são usadas na fabricação de barris destinados ao envelhecimento de cachaça, porém ainda faltam estudos sistemáticos com relação à caracterização dos compostos que são extraídos das diferentes espécies de madeira, bem como sobre o perfil sensorial destas bebidas (FARIA et al., 2003c).

Lima (1999) destaca o uso de diversas madeiras nativas do Brasil na confecção de barris para envelhecimento de cachaça, com bons resultados em substituição ao carvalho, tais como: ararua 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 ipê roxo (*Tabebuia* sp), freijó (*Cordia goeldiana*) e amburana ou imburana (*Amburana cearensis*).

Faria et al. (2003c), estudaram o efeito de oito madeiras brasileiras (ipê-amarelo, amendoim, bálsamo, jatobá, louro, pau d'arco, pau d'óleo e pereiro) e compararam com o carvalho no envelhecimento da cachaça. Os resultados demonstraram que amendoim, pereiro e jatobá são madeiras muito boas para substituir o carvalho. Testes sensoriais sugeriram que o amendoim pode substituir o carvalho nos barris, sem mudanças significativas na aceitabilidade do consumidor.

Modificações químicas da superfície dos barris podem ser realizadas de várias formas para se atingir uma extração desejada. Processos como hidrólise, etanólise e pirólise anaeróbica podem ser parte natural do processo de produção dos barris, como também, a superfície da madeira pode ser deliberadamente alterada para produzir resultados específicos (PIGGOTT et al., 1989).

Na construção e subsequente tratamento de barris de carvalho nos Estados Unidos, Espanha e Escócia, a degradação térmica da madeira tem sido o tratamento mais utilizado e consiste em atear fogo ou queimar ligeiramente a madeira interna do barril, que adquire assim uma forma mais estável. A queima facilita a extração e retira alguns compostos da bebida, como o cobre no caso da aguardente de cana, que fica retido na camada de carvão que se forma e o dimetilsulfeto, que também pode ficar retido ou evaporar (PIGGOTT et al., 1989).

Os conhecimentos benéficos da degradação térmica da madeira são:

a) A camada de carbono ativo produzida pode remover elementos que produzem sabor e aroma indesejáveis durante o envelhecimento,

b) A lignina da madeira é degradada anaerobicamente na camada imediatamente sob o carvão e componentes como a vanilina e outros compostos aromáticos são mais facilmente extraídos e transferidos para a bebida,

c) O total de extratos da madeira, cor e fenóis na maturação da bebida é aumentado, e por uma série de interações oxidativas novos compostos do aroma são produzidos.

Em resumo, a seleção da espécie botânica de carvalho e a degradação térmica do barril são aspectos importantes da qualidade do barril relacionados com a produção de sabor e aroma nas bebidas (PIGGOT et al., 1989).

Nishimura et al. (1983) verificaram que a extração direta da madeira tostada ou queimada na superfície, produziu vanilina, propiovanilina, siringaldeído, acetosiringona, coniferaldeído, ácido vanílico e sinapaldeído, enquanto barris de madeira não queimados praticamente não produzem nenhum ou muito pouco destes compostos, indicando que tais compostos aromáticos originados da lignina são resultados da tostagem ou queima da madeira.

Puech (1981) observou ainda que a fração de lignina da madeira sofre intensa oxidação quando em contato com bebidas e oxigênio, levando a formação de aldeídos aromáticos, os quais são então solubilizados nestas bebidas.

3.4.2. Condições ambientais para o envelhecimento

A qualidade da bebida envelhecida depende do tipo de madeira empregada, tempo de envelhecimento, qualidade inicial e teor alcoólico do destilado, bem como a temperatura e a umidade relativa do ambiente de envelhecimento (SINGLETON, 1995; NISHIMURA e MATSUYAMA, 1989).

A temperatura do local influencia a taxa de variação dos componentes da bebida. Reazin (1981) salientou que as reações ocorridas durante a maturação aumentam com a temperatura, existindo um ótimo para a produção do produto de qualidade desejada.

Considera-se que, para conseguir o ambiente ideal para o envelhecimento da aguardente, devem-se observar as seguintes condições:

- Não deve haver vibrações;
- A umidade relativa deve ser alta e constante;

- A temperatura do ambiente deverá ser constante em torno de 22°C, para evitar grandes perdas por evaporação;
- Baixa luminosidade;
- Ausência de ventilação.

3.4.3. Transformações que ocorrem durante o envelhecimento

Segundo Nishimura e Matsuyama (1989), o mecanismo de envelhecimento em barris de carvalho é basicamente comum a todos destilados e o que ocorre neste processo é um conjunto de reações, sendo as principais mudanças resumidas na classificação abaixo:

- Extração direta dos componentes da madeira;
- Decomposição de macromoléculas que formam a estrutura da madeira, de modo que compostos tais como lignina, celulose e hemicelulose migrem para o destilado;
- Reações dos componentes da madeira com componentes do destilado sem envelhecer;
- Reações envolvendo somente o material extraído da madeira e o material da decomposição de macromoléculas da madeira, gerando novos produtos;
- Reações envolvendo somente os componentes do destilado;
- Evaporação dos compostos de baixo peso molecular através da madeira do barril e adsorção destes compostos na superfície da madeira queimada;
- Formação de aglomerados envolvendo moléculas de etanol, água e os componentes extraídos da madeira. Estes componentes extraídos da madeira reorganizam a matriz água-álcool ao seu redor, conferindo a característica de “corpo” à bebida, sendo este arranjo o principal responsável pelo desenvolvimento das características sensoriais da bebida envelhecida.

A concentração de álcool da bebida estocada também tem influência no desenvolvimento do aroma. Para bebidas duplamente destiladas, o teor alcoólico indicado para o envelhecimento é de 60-63% v/v, no caso da cachaça observa-se valores menores. Este conteúdo alcoólico é mais efetivo na extração dos componentes da madeira para a bebida (muitos compostos que

proporcionam sabor e aroma à bebida são mais solúveis em álcool do que em água). Teores mais elevados de álcool diminuem a velocidade de envelhecimento e de desenvolvimento do aroma (PIGGOTT et al., 1989).

Quanto maior o grau alcoólico do destilado a ser envelhecido, mais lenta é a extração de taninos, de ácidos voláteis e de açúcares, pois a degradação hidrolítica da madeira requer água (REAZIN, 1981).

Moléculas de etanol e água interagem através de pontes de hidrogênio durante a maturação de bebidas, e as mudanças destas interações estão relacionadas ao desenvolvimento de um sabor mais suave.

No processo de armazenamento da aguardente de cana em tonéis de madeira o contato com o ar favorece reações de oxidação e, devido ao processo de evaporação, a aguardente perde álcool, concentra os componentes secundários e se enriquece de componentes provenientes da madeira conferindo-lhe cor e contribuindo para suas qualidades sensoriais (AQUARONE et al., 1983).

Dessa forma, as conseqüentes transformações que a bebida sofre envolvem mudanças na cor, volume, peso específico e nos teores de álcool, extrato residual, acidez, ésteres, álcoois superiores, aldeídos, furfural e no coeficiente dos compostos secundários (LIMA, 1992).

- **Cor:** armazenadas em contato com a madeira, os destilados mudam de cor; já que as madeiras são ricas em matérias extrativas coloridas que se solubilizam no líquido alcoólico de acordo com a natureza da madeira e o tempo de contato.

- **Redução do Volume:** nos barris de madeira há troca gasosa devido à permeabilidade desse material, resultando em evaporação do líquido alcoólico em maior ou menor intensidade, de acordo com a natureza da madeira e das condições ambientais. A redução do volume vai depender da composição, da porosidade da madeira, da capacidade do recipiente, de sua forma, das características de sua construção, de seu estado de conservação, da espessura das aduelas, da temperatura ambiente, do estado higrométrico do ar, das condições de ventilação, de existência de abrigo ou não para os recipientes e de eventual exposição ao sol.

- **Extração:** o contato do destilado com a madeira promove a extração de substâncias corantes, taninos e outros componentes de sabor e aroma que vão reagir entre si e com os componentes do destilado e assim modificar suas qualidades sensoriais. Mais de cem compostos já foram identificados no uísque, sendo as lactonas as mais abundantes, com vários isômeros. Um isômero diferente já provoca mudanças no aroma e no sabor (PIGGOTT et al., 1989).

- **Teor Alcoólico do Destilado:** o volume do destilado envelhecido diminui devido à evaporação de voláteis através dos poros da madeira dos barris, porém, além da redução do volume, a mistura hidroalcoólica pode também variar pela perda maior ou menor de álcool em relação à água. A mudança do teor alcoólico e a redução do volume de destilado armazenado são também influenciadas pela ventilação, temperatura e umidade ambiente do local de envelhecimento.

- **Sólidos Solúveis:** sólidos em solução, tais como: substâncias minerais, corantes e formadoras de aroma, que compõem o extrato residual da bebida aumentam pela lenta dissolução dos componentes da madeira. Os teores dos extratos residuais da cachaça serão maiores quanto mais longo for o período de envelhecimento.

- **Acidez:** a acidez total de uma bebida eleva-se com o envelhecimento, em decorrência de extração de ácidos da madeira e do aumento da acidez volátil ao longo do processo, devido provavelmente à elevação do teor de ácido acético, que é formado pela oxidação do etanol e do acetaldeído.

- **Ésteres:** com o envelhecimento os destilados adquirem um teor mais elevado de ésteres e, conseqüentemente um aroma mais agradável, já que estes compostos são considerados os principais responsáveis pelo desenvolvimento do aroma dos destilados.

- **Álcoois Superiores:** O conteúdo de álcoois superiores de uma cachaça pode ser reduzido na destilação com a separação da cabeça do destilado. O teor dos álcoois superiores não se altera muito com o envelhecimento e um possível ligeiro aumento é simplesmente relacionado com a redução da graduação alcoólica.

- **Aldeídos:** 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, já que tais compostos podem também serem oxidados a ácidos.

- **Furfural:** composto oriundo das pentoses da madeira é também um produto de pirogênese pela queima do 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. O envelhecimento tende a aumentar a concentração de furfural, devido à extração e modificações dos componentes da madeira (SINGLETON, 1995; LIMA, 1992).

Na maturação, a madeira sofre degradação pela ação do álcool e da água. Ocorre hidrólise da hemicelulose e da lignina, sendo que os produtos dessa hidrólise passam para o destilado. Durante a maturação do destilado, a hemicelulose, que é constituída de xilose e outros açúcares, é ligeiramente degradada em pentoses e hexoses, resultando no aumento da concentração de açúcares na bebida envelhecida (PIGGOTT et al., 1989).

A lignina, que é formada por monômeros aromáticos, tem estreita relação com o desenvolvimento de aroma e sabor nos destilados envelhecidos porque libera para a bebida aldeídos aromáticos durante o período de maturação. Porém, apenas pequena fração da lignina é solúvel e, conseqüentemente, extraída durante o período de maturação (PIGGOTT et al., 1989).

Os taninos, um dos constituintes menores da madeira, são responsáveis pelo progressivo escurecimento da cor do destilado com o envelhecimento (SINGLETON, 1995).

Etanol e água são perdidos por difusão através dos poros da madeira e das frestas da madeira e subseqüente evaporação para atmosfera. O álcool da bebida dentro dos barris aumenta durante envelhecimento quando a umidade relativa do ar está baixa a moderada, mas decresce quando a umidade está alta (PIGGOTT et al., 1989).

Os teores de aldeídos voláteis, ésteres e ácidos totais aumentam durante a maturação. Aldeídos e ésteres aumentam linearmente durante o período de envelhecimento, enquanto o conteúdo de ácidos aumenta mais rapidamente nos primeiros anos (REAZIN, 1983).

O acetaldeído é o principal aldeído e sempre está presente no destilado que é produto de uma fermentação. A concentração de acetaldeído pode crescer mais de quatro vezes durante o envelhecimento por quatro anos e deriva do etanol. A maturação em barril de madeira é responsável, portanto, pela oxidação do etanol em acetaldeído (NISHIMURA et al., 1983).

O ácido acético é o maior componente entre os ácidos presentes na bebida envelhecida. O ácido acético é produzido a partir do etanol via acetaldeído durante a maturação (REAZIN, 1976). NISHIMURA et al. (1983) demonstraram que parte do ácido acético formado durante a maturação é derivada de um precursor presente na madeira do barril. O referido precursor é insolúvel nas bebidas destiladas, mas parece que sua decomposição gradual pode produzir ácido acético durante a maturação. Os ácidos caprílico, cáprico e palmítico também aumentam de duas a três vezes durante quatro anos de envelhecimento.

O aumento do teor total de ésteres durante o envelhecimento é devido principalmente ao acetato de etila, que é produzido a partir do ácido acético formado no processo de envelhecimento (PIGGOTT et al., 1989).

A oxidação do etanol e dos aldeídos (acetaldeído) durante a maturação dos destilados produz, respectivamente, aldeídos (acetaldeído) e ácidos (ácido acético). A esterificação dos álcoois e ácidos produz ésteres (acetato de etila), responsáveis pelo aroma agradável das bebidas envelhecidas. Por isso, as bebidas maturadas tendem a apresentar maiores concentrações de ésteres e aldeídos (PIGGOTT et al., 1989).

Alguns dos compostos presentes nos destilados podem ser consumidos nas reações químicas que ocorrem durante o envelhecimento. A acroleína, que tem um forte odor pungente, é transformada após dois a três anos em 1,1,3-trietoxipropano. Alguns compostos sulfurados também decrescem durante o

envelhecimento. A extração da madeira é indispensável para o decréscimo de compostos sulfurados como o dimetilsulfeto (FARIA et al., 1995).

O tempo de armazenamento ideal deve variar de acordo com as características do barril (tipo de madeira, idade e tamanho) e com as condições ambientais do local de armazenamento (temperatura e umidade). Não é, portanto, correto dizer que a bebida melhora de qualidade indefinidamente com o tempo de armazenamento. Quanto maior o tempo de contato do destilado com a madeira, maior será a extração de componentes, que, em excesso, podem incorporar um sabor amargo à bebida. O contato exagerado com a madeira também pode acarretar um aumento indesejável da acidez volátil, dependendo das condições do barril ou tonel (AQUINO et al., 2006).

Embora não seja possível determinar, com precisão, o tempo de envelhecimento de uma bebida apenas com base na quantificação dos furanos e compostos fenólicos de baixo peso molecular, considerados marcadores do envelhecimento (como vanilina, 5-hidroximetilfurfural, furfural, ácido gálico, ácido vanílico, cumarina, ácido siríngico, siringaldeído, sinapaldeído), sua determinação pode ser utilizada como indicativo de sua autenticidade, uma vez que estes compostos não são encontrados em bebidas não envelhecidas (AQUINO et al., 2006).

Os furanos 5-hidroximetilfurfural e furfural, embora não sendo originados da degradação da lignina ou da hemicelulose, são incluídos como marcadores do envelhecimento por estarem associados à degradação térmica de pentoses e hexoses respectivamente, provenientes do tratamento térmico da madeira, que são extraídos e incorporados à bebida (AQUINO et al., 2006).

O desenvolvimento das boas características relacionadas com a madeira e a perda das características agressivas próprias dos recém-distilados, como já observado em uísques por Reazin (1983) e Canaway (1983), foi também constatado na cachaça durante o envelhecimento. Resultados da análise tempo-intensidade de amostras de cachaça postas a envelhecer em barris de carvalho durante 48 meses mostram claramente o desenvolvimento de doçura e sabor de madeira e a diminuição do sabor alcoólico e agressividade durante o envelhecimento (CARDELLO e FARIA, 1999).

Em estudo realizado por Faria et al. (1995), verificou-se que após 21 meses ocorre uma melhora significativa no aroma, sabor e impressão global da bebida envelhecida em barril de carvalho (*Quercus* sp) durante 37 meses.

Através de testes afetivos e mapa de preferência interno conduzidos por Cardello e Faria (2000), ficou evidente que cachaças envelhecidas acima de 24 meses em barril de carvalho de 200L detêm a preferência dos consumidores, em comparação com as comerciais não envelhecidas e com as comerciais envelhecidas adicionadas de cachaça não envelhecida (processo denominado corte), conforme permitido pela legislação brasileira. As amostras envelhecidas apresentaram os maiores valores de intensidade de cor e de compostos fenólicos, evidenciando que o processo de envelhecimento altera a composição e melhora as características da bebida.

A presença de cobre nas cachaças brasileiras deve-se principalmente, à dissolução da parede interna do alambique pelos componentes da cachaça durante o processo de destilação. A utilização de equipamentos de cobre nos alambiques é favorável à produção de cachaças finas, pois reduz a acidez, os níveis de aldeídos e os compostos sulfurosos, que conferem sabor e aroma estranhos à bebida (CARDELLO et al., 2003).

O processo de envelhecimento promove redução considerável do teor de cobre das cachaças, podendo constituir uma das formas para reduzir níveis de contaminação desse componente na cachaça (CARDELLO et al., 2003).

No entanto, mesmo que já se tenha comprovado que o envelhecimento melhora significativamente a qualidade da aguardente de cana são poucos os produtores que o adotam em suas indústrias (YOKOYA, 1995). Um dos principais fatores que contribuem para esta situação está relacionado com o tempo relativamente longo que é necessário para que os efeitos sensoriais na qualidade da bebida sejam significativos.

O processo de envelhecimento de bebidas destiladas, geralmente realizadas em barris de madeira, é etapa obrigatória nos Estados Unidos e Inglaterra. No Brasil, esta etapa é ainda optativa no caso da cachaça, não sendo realizada sistematicamente devido ao tempo requerido pelo processo e aos custos introduzidos pelo armazenamento da bebida por alguns anos. Este

procedimento melhora a qualidade sensorial da bebida, tornando-a mais suave, com sabor e aroma mais agradáveis e com coloração amarelada mais atraente (BOZA e OETTERER, 1999).

Visando reduzir o tempo de envelhecimento para viabilizar esta prática junto aos produtores já foram desenvolvidos alguns estudos científicos.

Padovan (2003) utilizou um processo de circulação forçada de cachaça bidestilada através de seis ancorotes de carvalho (*Quercus* sp) ligados em série, com um reservatório vidro de 7 L contendo N₂ em seu “headspace”. Este processo foi então comparado com o processo tradicional de envelhecimento em ancorotes de carvalho (*Quercus* sp) mediante a coleta de amostras durante seis meses que foram submetidas a determinações físico-químicas e testes de aceitação quanto ao aroma, sabor, cor e impressão global. Os resultados não confirmaram a expectativa de aceleração do processo de envelhecimento através da circulação forçada da cachaça, sugerindo que a presença de N₂ no “headspace” tenha influenciado negativamente o processo extrativo.

Seguindo a mesma linha de raciocínio, Castro Neto (2004) repetiu o processo descrito acima, porém nesse caso não foi usado N₂ no “headspace” do recipiente de vidro, para que fosse verificado o papel do ar no processo de circulação forçada. Os resultados obtidos mostraram que a presença natural de ar no sistema promoveu uma maior extração dos componentes da madeira e, embora, os resultados dos testes de aceitação não tenham revelado diferenças significativas entre os dois processos, ao final do período, observou-se uma tendência de maior aceitação para a cachaça envelhecida com circulação forçada, apontando para o potencial que representava a presença de ar nesse tipo de processo.

Em estudo conduzido por Silva Júnior (1999) no qual o ancorote de carvalho (*Quercus* sp) foi previamente irradiado, também foi possível acelerar o processo de envelhecimento da aguardente de cana, conferindo-lhe qualidades sensoriais desejáveis compatíveis com a cachaça envelhecida em ancorote não irradiado.

Em outra técnica utilizada para acelerar o processo de envelhecimento foram utilizados pedaços de madeira no interior de um recipiente de vidro,

contendo cachaça, que foi submetido à aeração periódica. Os resultados da análise sensorial das amostras coletadas durante 6 meses confirmaram que este processo conferiu bons resultados de aceitação para aroma, sabor e impressão global para a aguardente de cana, e representou uma opção válida para reduzir o tempo consumido no processo de envelhecimento (QUEIROZ, 1998).

Existem, portanto boas razões para se incorporar o processo de envelhecimento à produção da cachaça, porém, grande parte dos produtores brasileiros ainda prefere adicionar açúcar para mascarar defeitos, em lugar de envelhecer e efetivamente melhorar suas aguardentes (FARIA et al., 2003a).

3.5. A qualidade da aguardente de cana

Uma boa cachaça, além de atender às exigências legais com relação à sua composição, deve também e, principalmente, apresentar qualidades sensoriais capazes de satisfazer ou mesmo ultrapassar as expectativas de seus consumidores (JANZANTTI, 2004).

Considerando-se a importância que o aroma e o sabor têm, na aceitação e, portanto, no sucesso comercial dos alimentos e bebidas, nada mais lógico que usar a própria percepção humana como forma de definir e controlar a qualidade sensorial desses produtos.

A análise sensorial é usada para medir, analisar e interpretar reações produzidas pelas características dos alimentos, bebidas e materiais, como são percebidas pelos órgãos dos sentidos.

A avaliação sensorial torna-se imprescindível no estudo de bebidas alcoólicas destiladas, as quais se caracterizam por sua origem geográfica, tipos de matéria prima utilizada na produção e padrão de qualidade, que reflete diretamente sobre o aroma e sabor do produto (LEA e PIGGOTT, 2003; NISHIMURA e MATSUAYAMA, 1989; PIGGOTT et al., 1989). As cachaças envelhecidas e não envelhecidas apresentam perfis sensoriais e aceitabilidade muito distintos e artigos científicos disponíveis sobre o assunto mostram claramente o efeito positivo do envelhecimento na qualidade sensorial da

cachaça (MEÇATELLI, 2006; FARIA et al., 2003a; FARIA, 2000; CARDELLO e FARIA, 2000; 1998).

De acordo com Muñoz et al. (1992), os testes sensoriais são medidas multidimensionais integradas, capazes de identificar a presença ou ausência de diferenças perceptíveis e definir características sensoriais importantes de forma rápida, além de detectar particularidades, dificilmente detectadas por outros procedimentos analíticos.

Dentre os testes sensoriais afetivos, o teste de aceitação tem como objetivo básico avaliar o grau com que os consumidores gostam ou desgostam de determinados produtos, possuindo inúmeras aplicações, a serem citadas: comparação entre produtos concorrentes, desenvolvimento de novos produtos, melhoria da qualidade de bebidas e alimentos e ainda a verificação da resposta do mercado potencial em relação ao produto elaborado (STONE e SIDEL, 1993).

Os inúmeros testes sensoriais disponíveis já permitem que esse tipo de avaliação da qualidade possa ser realizado de maneira adequada nas próprias indústrias, como também, que tais análises sejam utilizadas nos estudos sobre aroma e sabor de alimentos e bebidas.

Nesse sentido, foram desenvolvidos vários métodos estatísticos, que permitem trabalhar conjuntamente os dados sensoriais e de composição, e também fornecer melhor visualização dos resultados (MUÑOZ et al., 1986).

Apesar das vantagens e facilidades ímpares encontradas na fabricação da cachaça brasileira, a falta de cuidados que se observa na maioria das indústrias e o descaso com o aprimoramento de seus produtos, são sem dúvida, os principais responsáveis pela baixa qualidade de grande parte das marcas brasileiras. Por outro lado, conforme já ressaltado, a falta de um controle mínimo de qualidade durante o processo industrial, tem resultado na quase total ausência de padrões de qualidade para a cachaça.

O estabelecimento de distinto padrão de qualidade e seu controle é de fundamental importância se há pretensão que a cachaça rompa as barreiras do mercado brasileiro e dispute espaço nos mercados internacionais ao lado das

bebidas destiladas consideradas nobres. Para isso é necessário respeitar os mais rígidos critérios internacionais de qualidade (FARIA, 2000).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Material

Amostras de cachaça oriundas de um mesmo lote foram postas a envelhecer de forma tradicional em pequenos ancorotes de carvalho (*Quercus* sp) de 5 L, e também utilizando-se um processo envolvendo aeração e circulação forçada durante 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias. Uma amostra do mesmo lote também foi armazenada em um garrafão PET de 5 litros e foi designada como controle (zero dias de envelhecimento).

4.1.1. Obtenção das amostras

O lote de cachaça, adquirido de um produtor da região de Araraquara (SP), apresentando 40% de álcool por volume, foi dividido em três partes (Tabela 1).

Uma parte do lote de cachaça (10 litros) foi colocada a envelhecer em dois ancorotes de carvalho, conforme o processo de envelhecimento tradicional. Outra parte do lote (35 litros), foi colocada para envelhecer num sistema de circulação forçada e aeração do produto através de seis ancorotes de carvalho (*Quercus* sp) interligados entre si e com um reservatório de vidro em circuito fechado, contendo no seu interior uma bomba de circulação e uma bomba de aeração. A terceira parte do lote (5 L) foi armazenada em um garrafão PET (controle). Todo o processo de envelhecimento e armazenamento foi conduzido à temperatura ambiente (25 – 30°C).

Tabela 1 – Fracionamento do lote de cachaça.

Tipo de Tratamento	Fração	Tipo de Tratamento
1– Envelhecimento tradicional	10 litros	A cachaça foi posta a envelhecer em 2 (dois) ancorotes de carvalho (<i>Quercus sp</i>) à temperatura ambiente e assim mantido por 6 meses.
2 – Envelhecimento forçado com circulação e aeração	35 litros	A cachaça recebeu aeração diariamente (12 minutos) e foi forçada a circular em um sistema constituído por seis ancorotes de carvalho (<i>Quercus sp</i>) interligados e mantidos à temperatura ambiente durante 6 meses.
3 – Controle	5 litros	A cachaça foi armazenada em um garrafão PET e assim mantida à temperatura ambiente por 6 meses.

Para possibilitar a circulação do destilado alcoólico durante o período de envelhecimento os seis ancorotes de carvalho (*Quercus sp*) foram interligados entre si com mangueiras de silicone, conectadas a tubos de vidros com furos alternados, para melhor circulação da cachaça dentro dos ancorotes. Uma bomba elétrica da marca “Sarlo Better” foi então colocada no reservatório (recipiente de vidro com capacidade de 7 litros), submersa na cachaça (Figuras 1 e 2). Quando ligada, a bomba fazia o destilado circular pelos seis ancorotes interligados e voltar ao reservatório de onde era novamente bombeado, de forma a mantê-lo em circulação pelos ancorotes durante todo o tempo em que a bomba permanecia ligada.

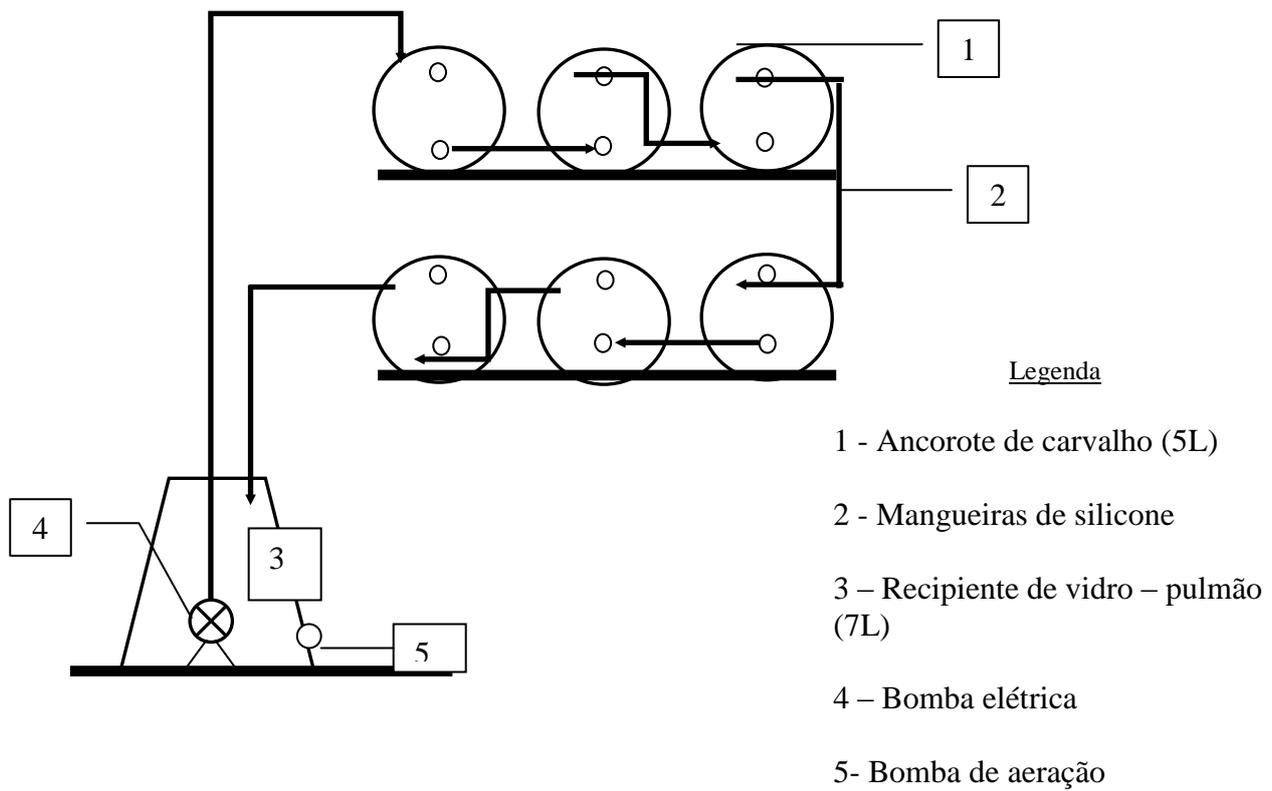


Figura 1 - Representação esquemática do sistema de circulação.

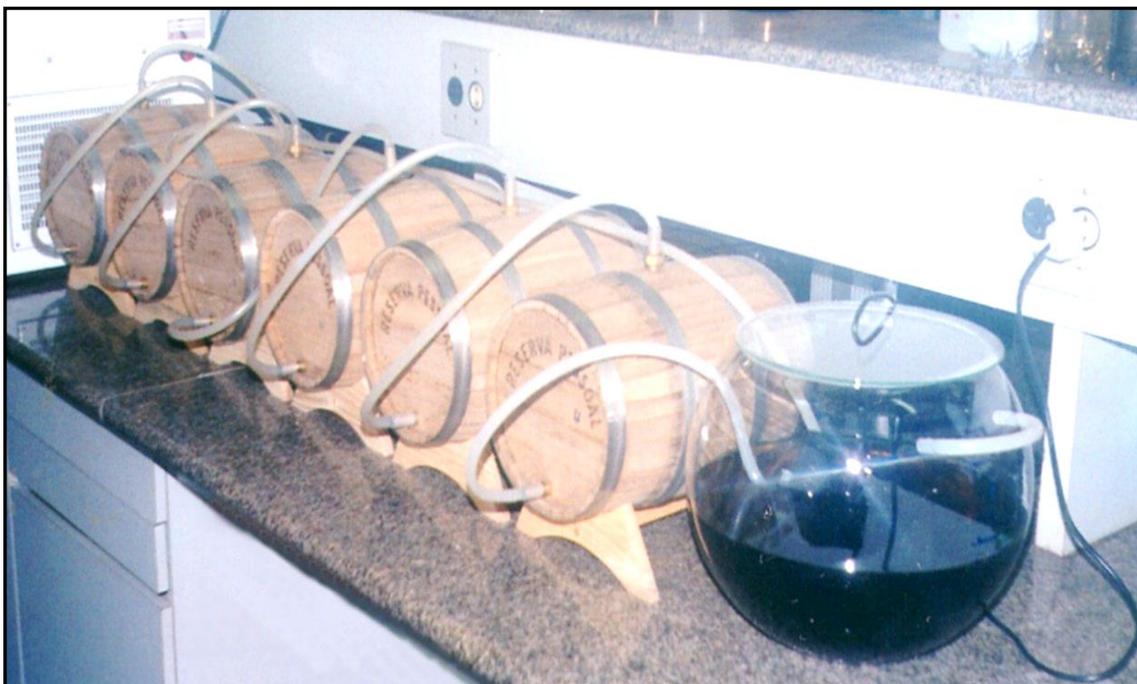


Figura 2 - Sistema utilizado para a circulação do destilado alcoólico

Para evitar sobrecarga da bomba elétrica devido ao funcionamento ininterrupto, optou-se por desligá-la durante os fins de semana. Assim, a cada semana a circulação forçada era mantida durante os dias úteis (106 h – de segunda 8:00 h até sexta-feira 18:00 h) e suspensa aos finais de semana (62 h – de sexta 18:00 até segunda-feira 8:00 h).

A vazão real da bomba elétrica utilizada para a circulação do destilado alcoólico no sistema foi determinada algumas vezes durante o experimento e apresentou uma variação entre 28 e 44 L/h (Tabela 2), conforme o número de ancorotes no sistema, já que, devido à redução do volume do destilado, causada pelos processos de amostragem e de evaporação, foram sendo retirados ancorotes ao longo do experimento.

Tabela 2 - Vazão do sistema forçado com aeração durante o período de envelhecimento.

VAZÃO DO SISTEMA	LITROS/HORA
1 DIA	27,0 L/h
30 DIAS	28,8 L/h
60 DIAS	33,2 L/h
90 DIAS	37,8 L/h
120 DIAS	36,9 L/h
150 DIAS	43,2 L/h
180 DIAS	44,0 L/h

No reservatório de vidro, era também injetado diariamente, com uma bomba (Air Pump – AP 1500, da marca “Marine Sports”), um volume constante de ar durante doze minutos.

Mensalmente, amostras representativas de cada tratamento foram coletadas (700 mL), acondicionadas em garrafas PET e armazenadas sob refrigeração. Antes da realização das análises físico-químicas e sensoriais, as amostras eram diluídas com água destilada para 40% de etanol/volume a 20°C, quando necessário.

4.2. Métodos

As análises físico-químicas foram realizadas nas amostras controle (zero dias de envelhecimento) e nas amostras envelhecidas pelo método tradicional e pelo método com circulação forçada e aeração durante 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias. As determinações físico-químicas foram realizadas em triplicata.

4.2.1. Determinações físico-químicas

4.2.1.1. Graduação alcoólica

A graduação alcoólica (% de álcool por volume, a 20°C) das amostras envelhecidas foi determinada mensalmente (a cada retirada de amostra), de acordo com metodologia do Instituto Adolfo Lutz (1985), utilizando-se um alcoômetro de Gay-Lussac.

4.2.1.2. Resíduo seco a 105°C

A determinação de resíduo seco também foi realizada conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz (1985).

4.2.1.3. Intensidade de cor

A intensidade de cor das amostras foi determinada a 430 nm em espectrofotômetro "BECKMAN" mod. DU 640, utilizando-se cubetas de quartzo com 10 mm de percurso óptico, sem diluição e de acordo com a metodologia descrita por Reazin (1981).

4.2.1.4. Compostos fenólicos totais

Para a determinação dos teores de compostos fenólicos totais (expressos em mg de ácido tânico/litro) foi utilizado o reagente Folin-Ciocalteu e medidas de absorbância a 700 nm, de acordo com Boscolo (1996).

4.2.1.5. pH

O pH das amostras obtidas foi determinado por leitura direta em um pHmetro Tecnal modelo Tec-2.

4.2.1.6. Acidez total, fixa e volátil

A determinação dos valores de acidez total, fixa e volátil (mg de ácido acético/100 mL de álcool anidro) foi realizada de acordo com a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (1985).

4.2.1.7. Espectros de absorção UV-Visível

Para a determinação dos espectros de absorção UV-Visível (230 a 700 nm) das amostras foi utilizado um espectrofotômetro “BECKMAN” mod. DU 640 equipado com cubetas de quartzo com 10 mm de percurso óptico. As determinações foram realizadas após diluição a 5% das amostras com água destilada.

4.2.2. Análise sensorial

As análises de aceitação foram realizadas em duas etapas. Primeiramente, foi realizado um teste de aceitação com a amostra controle (zero dias de envelhecimento) e as amostras envelhecidas pelo método tradicional e pelo método com circulação forçada e aeração, correspondentes aos períodos trinta e sessenta dias. As amostras foram avaliadas em relação aos atributos aroma, sabor, cor e impressão global, por uma equipe de 50 julgadores, consumidores de cachaça. A ficha de avaliação continha uma escala hedônica estruturada de 9 (nove) pontos (Anexo 2) para a marcação das notas relativas aos atributos.

Na segunda etapa, foi realizado teste de aceitação com as amostras submetidas ao envelhecimento tradicional (30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias) e ao envelhecimento forçado com aeração (30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias), por uma equipe de 50 julgadores. A ficha continha uma escala hedônica estruturada de 9 (nove) pontos (Anexo 3) para a avaliação dos atributos aroma, sabor, cor, impressão global, sabor adocicado, sabor amadeirado e agressividade

As amostras das duas etapas foram servidas aos julgadores em cálices de vidro transparente, codificados com algarismos de três dígitos e cobertos

com vidro de relógio, que eram retirados no momento do teste. A apresentação das amostras para avaliação foi feita de acordo com Macfie e Bratchell (1989).

As amostras eram apresentadas de forma monádica, em cabinas individuais, e os julgadores, consumidores de cachaça, foram selecionados para participar das duas etapas com base no questionário apresentado no Anexo 1.

Os testes de aceitação foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial, do Departamento de Alimentos, da Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Unesp, Araraquara.

4.2.2.1. Análise estatística dos dados sensoriais

Nos testes de aceitação, para cada atributo foram aplicados ANOVA de dois fatores (amostra e julgador), e teste de Tukey para comparação das médias obtidas. Os resultados das análises sensoriais foram avaliados utilizando-se o Programa Estatístico SAS (versão 1993).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Características físico-químicas das amostras

5.1.1. Graduação alcoólica

As graduações alcoólicas das amostras obtidas a 20°C, correspondentes a zero (controle), trinta, sessenta, noventa, cento e vinte, cento e cinquenta e cento e oitenta dias de envelhecimento estão apresentadas na Tabela 3 e graficamente na Figura 3.

Tabela 3 - Graduação alcoólica (porcentagem de álcool por volume) a 20°C das amostras controle, forçada e tradicional, ao longo do período de seis meses de envelhecimento.

DIAS	% DE ÁLCOOL POR VOLUME \pm DP ¹		
	CONTROLE	FORÇADA	TRADICIONAL
0	40,0% \pm 0,5	_____	_____
30	_____	40,0% \pm 0,0	40,0% \pm 0,2
60	_____	40,0% \pm 0,5	41,5% \pm 0,5
90	_____	40,0% \pm 0,0	42,5% \pm 0,4
120	_____	40,0% \pm 0,9	44,5% \pm 0,8
150	_____	39,0% \pm 0,8	47,0% \pm 0,2
180	_____	39,0% \pm 0,8	49,0% \pm 0,3

¹ = desvio padrão, n = 3.

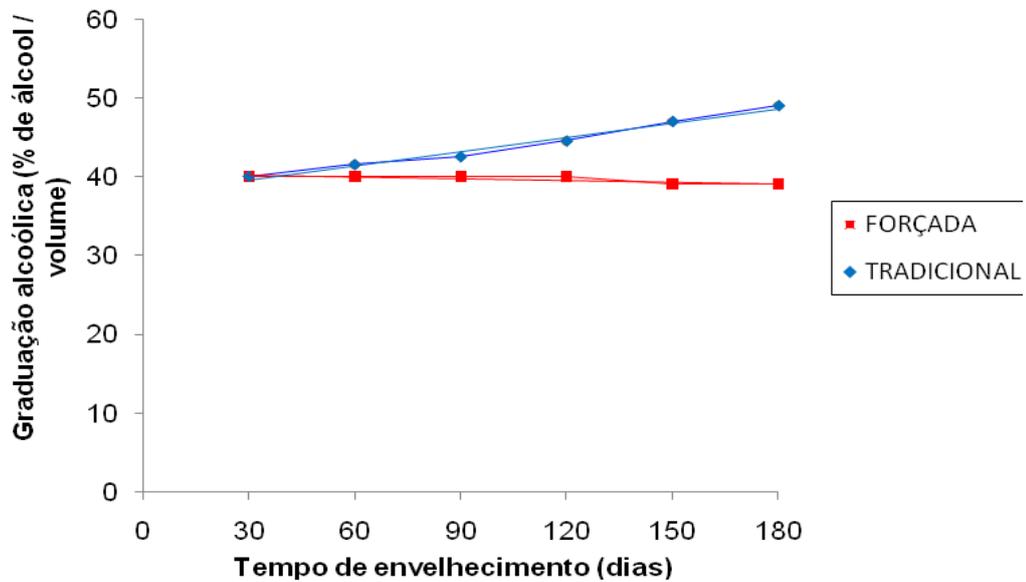


Figura 3 - Graduação alcoólica das amostras envelhecidas forçada e tradicional, ao longo do período de seis meses.

No envelhecimento tradicional observou-se um aumento de 22,5% no teor alcoólico ao final de seis meses, fato esperado devido ao clima seco, com maior evaporação da água em relação ao álcool (PIGGOTT et al., 1989). Já nas amostras submetidas ao processo de envelhecimento forçado com aeração, a graduação alcoólica apresentou uma pequena diminuição de 2,5%. A aeração realizada durante o processo deve ter favorecido a evaporação do álcool etílico das amostras, fazendo com que uma pequena diminuição do teor de álcool da bebida acompanhasse a perda de água.

5.1.2. Resíduo Seco a 105°C

Os valores de resíduo seco a 105°C (%p/v), referentes às amostras controle (0 dias de envelhecimento), tradicional e forçada (30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias de envelhecimento) estão reproduzidos na Tabela 4 e representados graficamente na Figura 4.

Tabela 4 - Porcentagens dos teores de resíduo seco (p/v a 105°C) das amostras controle, forçada e tradicional, ao longo do período de seis meses de envelhecimento.

DIAS	RESÍDUO SECO A 105°C (% P/V) ± DP ¹		
	CONTROLE	FORÇADA	TRADICIONAL
0	0,01 ± 0,00	_____	_____
30	_____	0,05 ± 0,00	0,11 ± 0,01
60	_____	0,13 ± 0,01	0,16 ± 0,01
90	_____	0,14 ± 0,01	0,17 ± 0,01
120	_____	0,15 ± 0,01	0,19 ± 0,02
150	_____	0,15 ± 0,01	0,19 ± 0,01
180	_____	0,16 ± 0,01	0,22 ± 0,02

¹ = desvio padrão, n = 3.

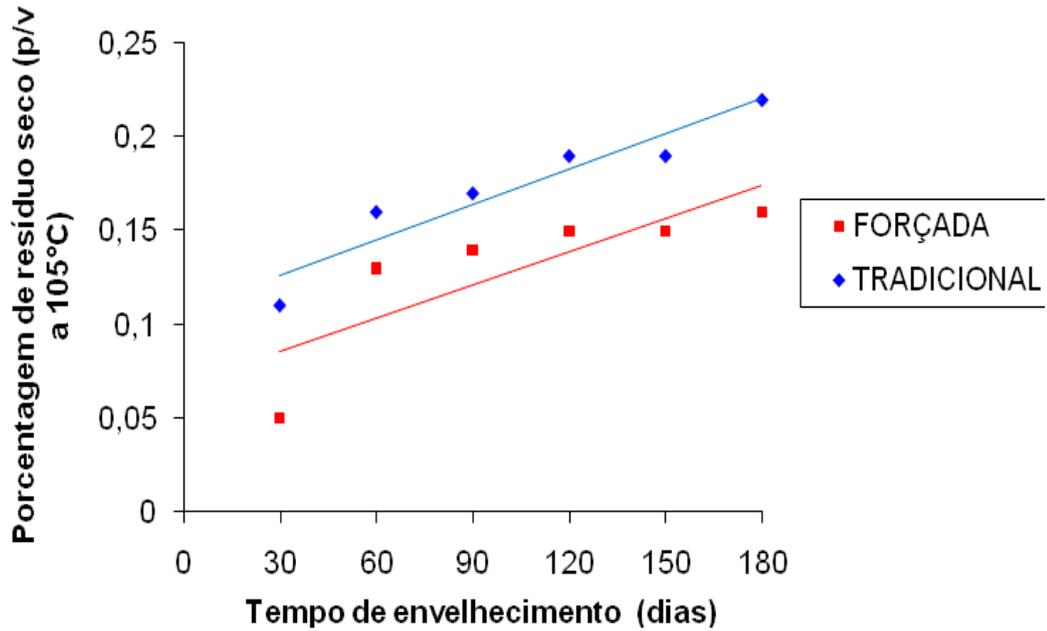


Figura 4 - Porcentagens dos teores de resíduo seco (p/v a 105°C) das amostras envelhecidas forçada e tradicional, ao longo do período de seis meses.

No processo de circulação forçada com aeração, as amostras de cachaça apresentaram uma extração menor em relação às amostras envelhecidas pelo processo tradicional. O aumento da graduação alcoólica observado nas amostras envelhecidas de forma tradicional pode ter sido responsável pela maior extração de componentes da madeira durante o envelhecimento, ou então, devido a um menor contato da cachaça com a madeira no processo de circulação forçada.

5.1.3. Intensidade de cor

Os valores de intensidade de cor obtidos, referentes às amostras controle (0 dias de envelhecimento), tradicional e forçada com aeração (30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias de envelhecimento) estão apresentados na Tabela 5 e representados graficamente na Figura 5.

Tabela 5 - Intensidade de cor (absorbância a 430nm) das amostras controle, forçada e tradicional, ao longo do período de seis meses de envelhecimento.

DIAS	ABSORBÂNCIA A 430 nm \pm DP ¹		
	CONTROLE	FORÇADA	TRADICIONAL
0	0,0325 \pm 0,0004	_____	_____
30	_____	0,4359 \pm 0,0005	0,5543 \pm 0,0000
60	_____	0,6096 \pm 0,0001	0,7475 \pm 0,0001
90	_____	0,7913 \pm 0,0001	0,9045 \pm 0,0002
120	_____	0,8299 \pm 0,0004	0,9756 \pm 0,0002
150	_____	1,0419 \pm 0,0009	1,3357 \pm 0,0004
180	_____	1,0723 \pm 0,0002	1,4652 \pm 0,0004

¹ = desvio padrão, n = 3.

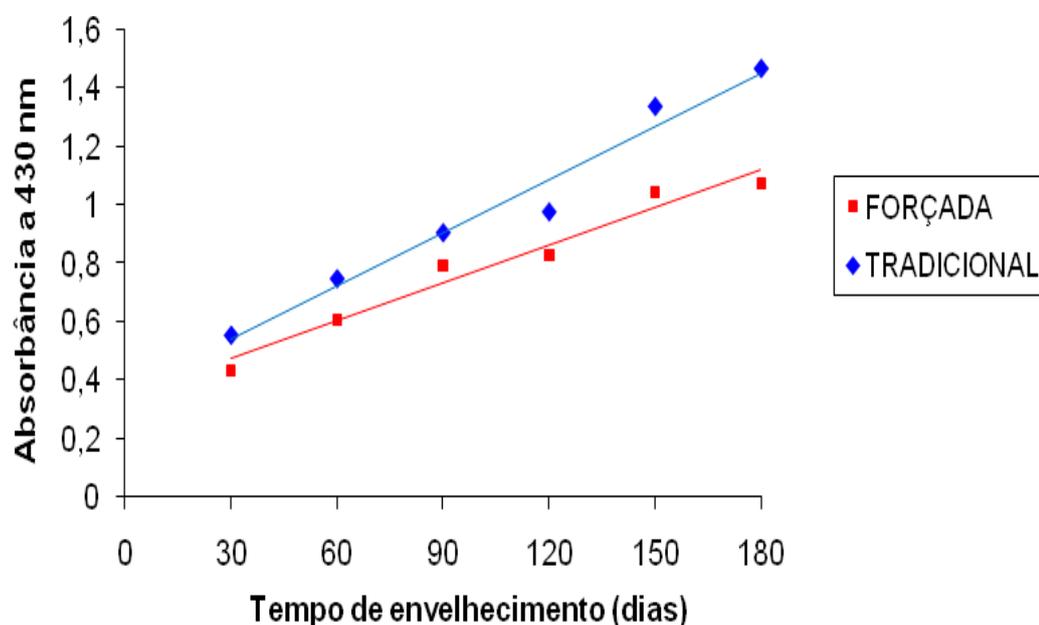


Figura 5 - Intensidade de cor (absorbância a 430 nm) das amostras envelhecidas forçada e tradicional, ao longo do período de seis meses.

Os valores para intensidade de cor confirmam os dados de resíduo seco, evidenciando que as amostras obtidas pelo sistema de circulação forçada com aeração, apresentaram uma extração menor de componentes da madeira quando comparadas às amostras do processo tradicional.

5.1.4. Teores de compostos fenólicos totais

Os valores correspondentes aos teores de compostos fenólicos totais referentes às amostras controle (0 dias de envelhecimento), tradicional e forçada com aeração (30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias de envelhecimento) estão apresentados na Tabela 6 e representados graficamente na Figura 6.

Tabela 6 - Teores de compostos fenólicos totais (expressos em mg de ácido tânico/L) das amostras controle, forçada e tradicional, ao longo do período de seis meses de envelhecimento.

DIAS	TEORES DE FENÓLICOS (mg de ácido tânico/L) \pm DP ¹		
	CONTROLE	FORÇADA	TRADICIONAL
0	6,0 \pm 2,9	_____	_____
30	_____	223,0 \pm 2,9	241,0 \pm 1,7
60	_____	250,0 \pm 4,8	281,0 \pm 3,7
90	_____	284,0 \pm 3,7	280,0 \pm 2,1
120	_____	266,0 \pm 4,1	289,0 \pm 2,9
150	_____	259,0 \pm 4,1	300,0 \pm 3,3
180	_____	260,0 \pm 3,4	316,0 \pm 4,3

¹ = desvio padrão, n = 3.

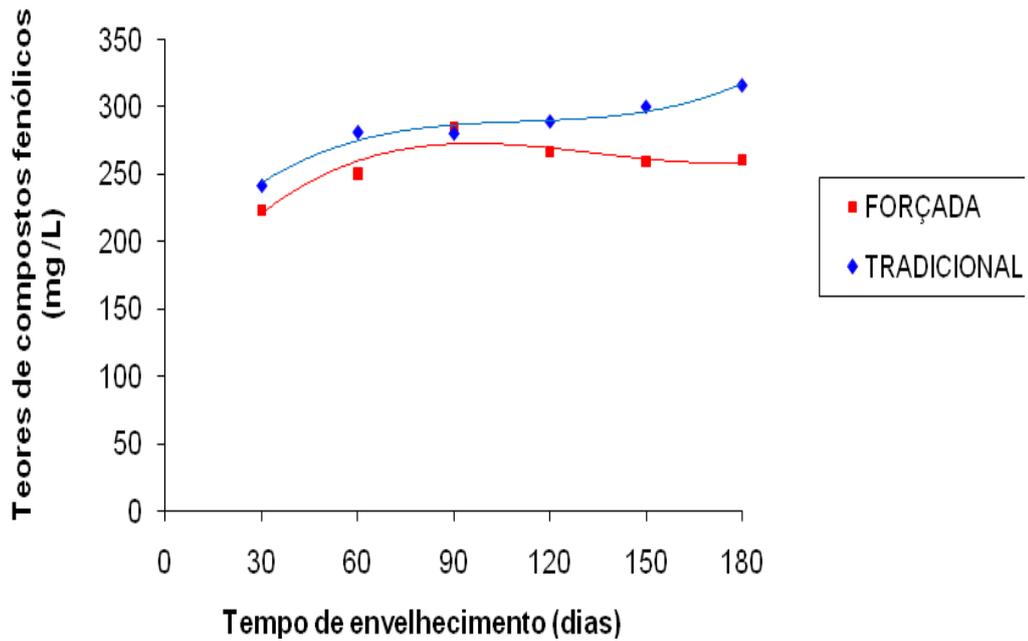


Figura 6 - Teores de compostos fenólicos totais (expressos em mg/L de ácido tânico) das amostras envelhecidas forçada e tradicional, ao longo do período de seis meses.

Os resultados referentes aos teores de compostos fenólicos totais também revelam ter havido uma extração maior no processo de envelhecimento tradicional, porém, considerando-se que o processo de circulação forçada com aeração aumentou inicialmente a extração até os noventa dias de envelhecimento, pode ser precipitado afirmar que o processo tradicional também pode ter extraído mais compostos fenólicos, embora tal generalização pareça ser possível (PARAZZI et al., 2008; AQUINO et al., 2006).

5.1.5. Valores de pH

Os valores de pH das amostras controle (0 dias de envelhecimento), tradicional e forçada com aeração (30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias de envelhecimento) estão apresentados na Tabela 7 e representados graficamente na Figura 7.

Tabela 7 - Valores de pH para as amostras controle, forçada e tradicional, ao longo do período de seis meses de envelhecimento.

DIAS	pH \pm DP ¹		
	CONTROLE	FORÇADA	TRADICIONAL
0	3,91 \pm 0,00	_____	_____
30	_____	3,87 \pm 0,01	3,86 \pm 0,00
60	_____	3,84 \pm 0,01	3,83 \pm 0,01
90	_____	3,82 \pm 0,00	3,79 \pm 0,01
120	_____	3,76 \pm 0,01	3,67 \pm 0,01
150	_____	3,73 \pm 0,01	3,48 \pm 0,01
180	_____	3,63 \pm 0,01	3,38 \pm 0,01

¹ = desvio padrão, n = 3.

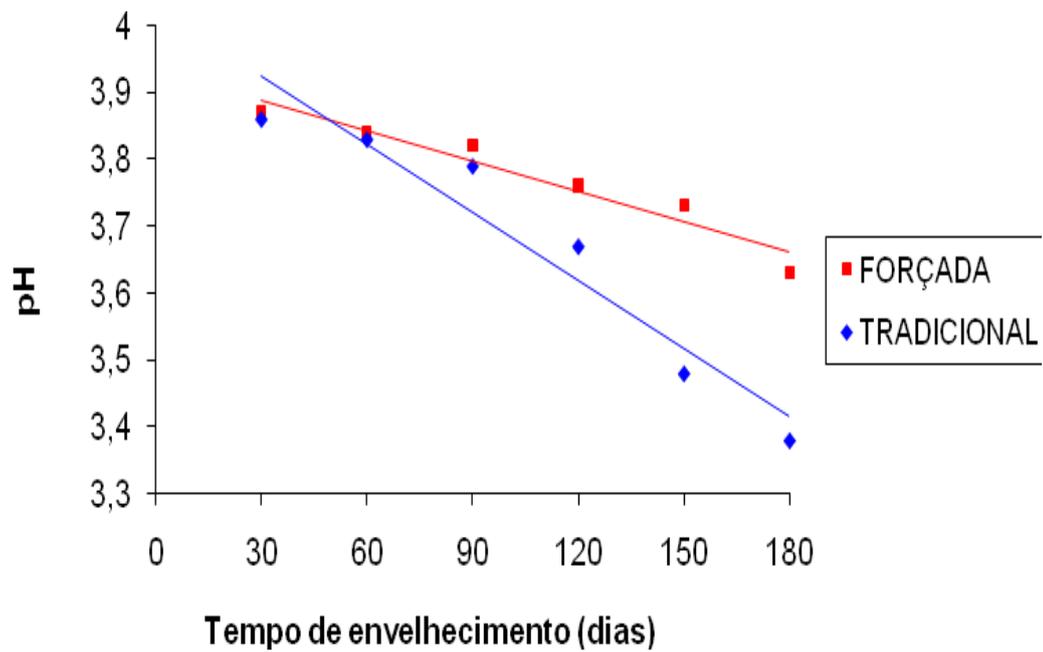


Figura 7 - Valores de pH das amostras envelhecidas forçada e tradicional, ao longo do período de seis meses.

Durante o envelhecimento de bebidas é esperada uma diminuição do pH da bebida, devido à extração de ácidos da madeira e às reações de oxidações de alcoóis e aldeídos que podem produzir ácidos. Em ambos os processos de envelhecimento estudados observou-se uma redução de pH, maior porém, no processo de envelhecimento tradicional (PARAZZI et al., 2008).

5.1.6. Acidez total, fixa e volátil

Os valores de acidez total, fixa e volátil, referentes às amostras controle (0 dias de envelhecimento), tradicional e forçada (30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias de envelhecimento) estão apresentados na Tabela 8 e graficamente representados, para melhor visualização, na Figura 8.

Tabela 8 – Valores médios de acidez total, acidez fixa e acidez volátil (em mg ácido acético/100 mL de álcool anidro) das amostras controle, forçada e tradicional, ao longo do período de seis meses de envelhecimento.

Parâmetro	Amostra	ENVELHECIMENTO (dias) ± DP ¹						
		0	30	60	90	120	150	180
ACIDEZ TOTAL	CONTROLE	13,70 ± 3,23	_____	_____	_____	_____	_____	_____
	FORÇADA	_____	28,10 ± 2,91	41,06 ± 3,23	44,52 ± 1,64	48,63 ± 3,57	54,79 ± 5,59	75,34 ± 3,23
	TRADICIONAL	_____	34,93 ± 2,91	48,63 ± 5,62	54,79 ± 3,23	68,49 ± 3,23	75,33 ± 5,59	95,88 ± 2,91
ACIDEZ FIXA	CONTROLE	2,75 ± 1,29	_____	_____	_____	_____	_____	_____
	FORÇADA	_____	8,22 ± 1,29	14,70 ± 1,29	17,61 ± 1,12	20,29 ± 2,58	24,93 ± 1,29	27,40 ± 2,24
	TRADICIONAL	_____	10,96 ± 2,58	16,44 ± 2,58	21,92 ± 1,29	27,39 ± 2,58	30,13 ± 2,24	41,09 ± 1,29
ACIDEZ VOLÁTIL	CONTROLE	10,95 ± 3,22	_____	_____	_____	_____	_____	_____
	FORÇADA	_____	19,86 ± 1,62	26,36 ± 2,89	26,91 ± 0,90	28,34 ± 1,76	29,86 ± 1,94	47,95 ± 2,07
	TRADICIONAL	_____	23,97 ± 0,33	32,19 ± 1,61	32,87 ± 2,80	41,09 ± 1,93	45,20 ± 4,04	54,79 ± 2,50

¹ = desvio padrão, n = 3.

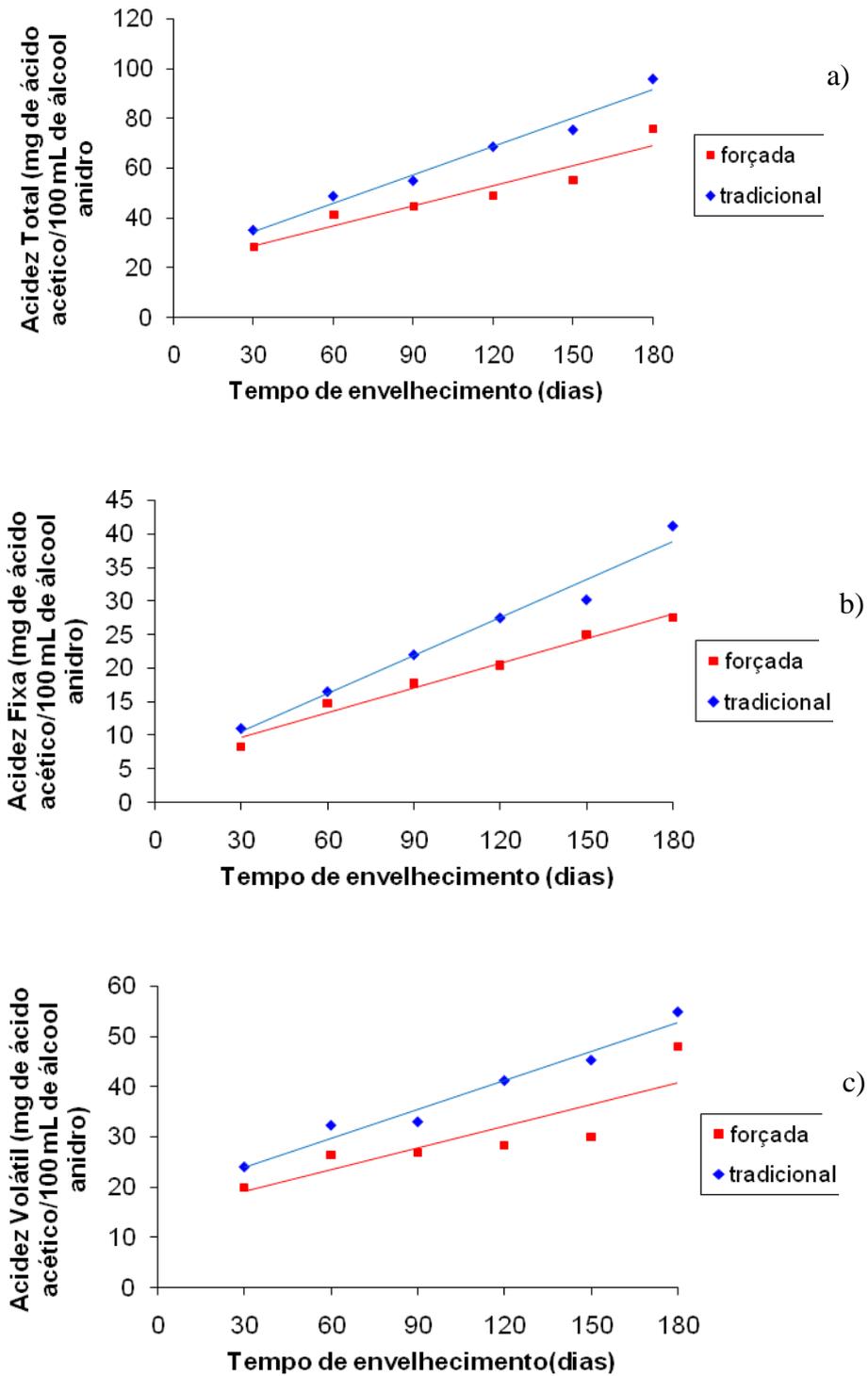


Figura 8 - Valores de acidez total (a), acidez fixa (b) e acidez volátil (c) em mg de ácido acético/100 mL de álcool anidro, das amostras envelhecidas forçada e tradicional, ao longo do período de seis meses.

Os resultados de acidez obtidos ao longo do período estudado concordam com os já observados no caso do pH das amostras, indicando que, o aumento da acidez observado durante o período de maturação das aguardentes pode estar diretamente relacionado com a redução do pH nas amostras mais envelhecidas (PARAZZI et al., 2008).

Os comportamentos dos valores de pH e de acidez total, fixa e volátil, observado ao longo do período de envelhecimento, indicam que o envelhecimento tradicional certamente extraiu mais componentes da madeira, e que, a aeração do sistema em circulação não resultou em aumento da acidez, como se podia esperar de um aumento de reações de oxidações. Por outro lado é razoável supor-se que o processo de aeração poderia promover um deslocamento do equilíbrio das reações de esterificação, formando mais ésteres, e assim, consumindo mais ácidos presentes na bebida. No experimento realizado por Castro Neto (2004), foram observados teores maiores de acidez na aguardente envelhecida pelo método de circulação forçada sem aeração, indicando um provável efeito conforme acima mencionado, devido à aeração.

5.1.7. Espectros de absorção UV-Visível

Os espectros de absorção UV-Visível das amostras controle (0 dias de envelhecimento), tradicional e forçada, referentes ao período de envelhecimento (1 a 6 meses) estão representados graficamente na Figura 9.

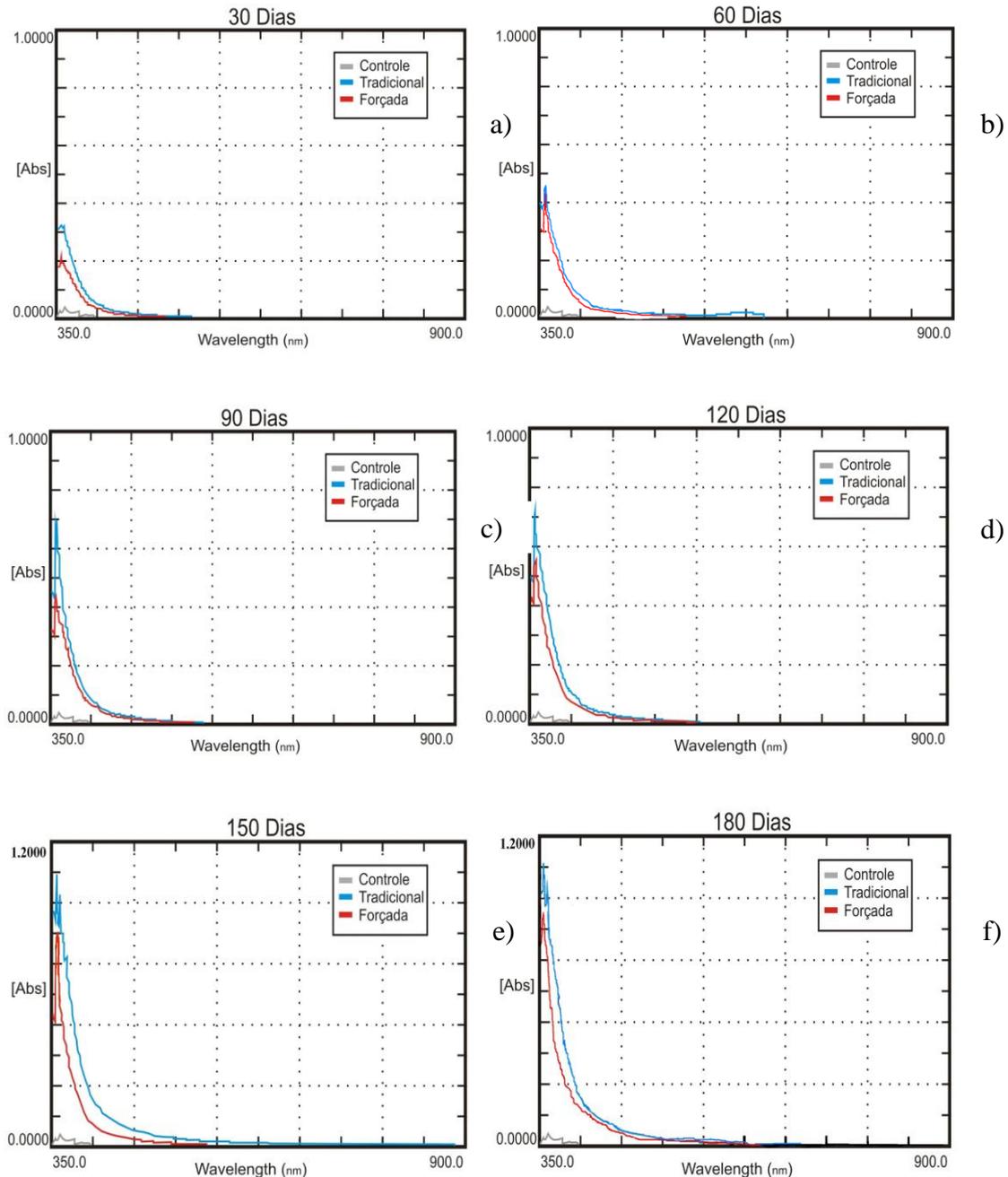


Figura 9: Espectros de absorção de UV-Visível das amostras controle (0 dias de envelhecimento), forçada e tradicional, envelhecidas durante 30 dias (a), 60 dias (b), 90 dias (c), 120 dias (d), 150 dias (e) e 180 dias (f).

Em cada figura, estão registrados os espectros correspondentes às amostras controle (cor preta), envelhecidas tradicionalmente (cor azul) e por circulação forçada com aeração (cor vermelha), durante 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias.

Os resultados, condizentes com os resultados de resíduo seco a 105°C, intensidade de cor a 430 nm e teores de composto fenólicos totais, mostram que no caso da circulação forçada parece ter havido uma extração inferior a observada no envelhecimento tradicional.

De fato, analisando-se o perfil dos espectros pode-se perceber que no caso do envelhecimento tradicional (cor azul) as absorvâncias são mais acentuadas quando comparadas com o processo de envelhecimento forçado com aeração (cor vermelha). Observando-se os espectros, nota-se também que, tanto no envelhecimento forçado como no tradicional, os perfis são semelhantes, indicando uma extração semelhante ao longo dos dois processos.

5.2. Análise sensorial

5.2.1. Seleção dos julgadores

Dentre os julgadores recrutados para participar do teste de aceitação, foram selecionados apenas aqueles que respondiam de “gosto ligeiramente” a “gosto muitíssimo” (Figura 10a) para cachaça envelhecida e que consomem esta bebida de 2 ou mais vezes ao ano (Figura 10b).

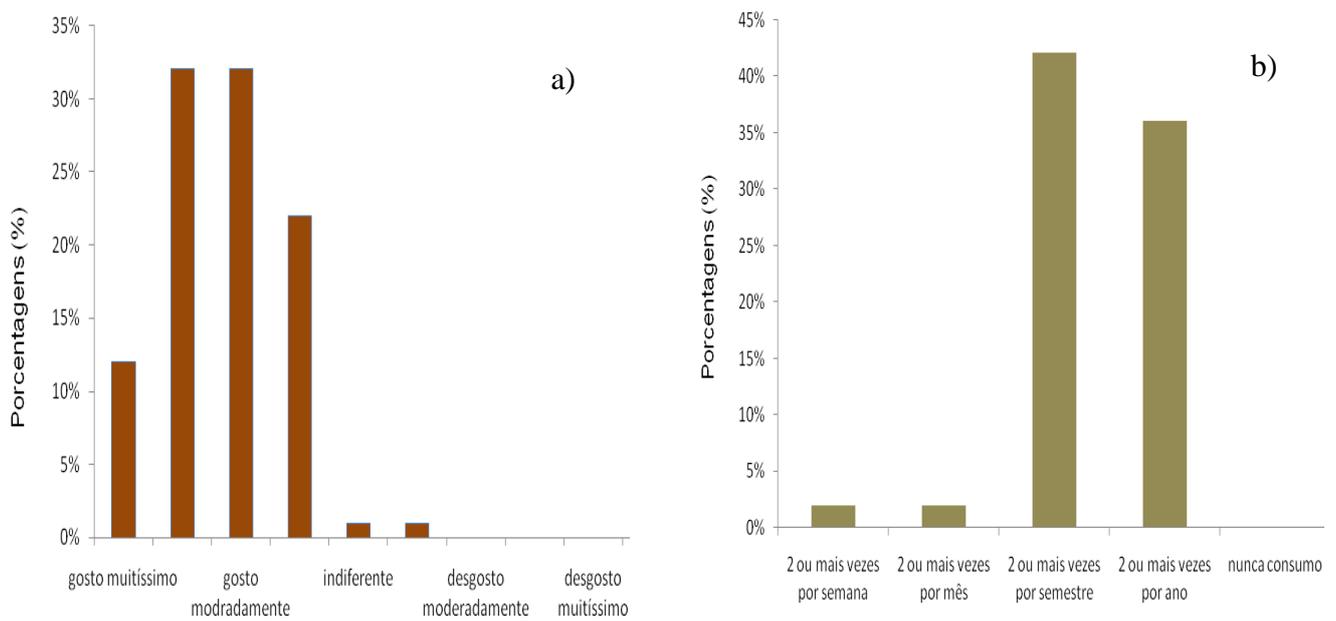


Figura 10 – Representação gráfica do quanto os julgadores recrutados gostam ou desgostam de cachaça envelhecida e a sua frequência de consumo.

Com base nos dados dos questionários foram selecionados 50 julgadores para os testes sensoriais, sendo que destes 70% eram mulheres e 30% homens, maioria estudantes de graduação e pós-graduação (98%), com idades entre 18 e 30 anos (92%).

5.2.2. Testes de aceitação

Na primeira etapa dos testes de aceitação, foram analisadas as amostras referentes ao período de zero (controle), trinta e sessenta dias, envelhecidas de forma tradicional e forçada com aeração. As médias dos valores de aceitação com relação aos atributos cor, aroma, sabor e impressão global estão expressos na Tabela 9 e representados graficamente na Figura 11. Os resultados obtidos nos testes de aceitação foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e testes de médias de Tukey ($p \leq 0,05$).

Tabela 9 – Médias¹ em relação à cor, aroma, sabor e impressão global das amostras controle, forçada com aeração e tradicional, ao longo do período de dois meses de envelhecimento.

DIAS	AMOSTRAS	ATRIBUTOS			
		COR	AROMA	SABOR	IMPRESSÃO GLOBAL
0	CONTROLE	3,06 ^c	5,50 ^b	5,26 ^b	5,26 ^b
	FORÇADA	7,00 ^b	6,76 ^a	5,68 ^b	6,02 ^a
30	TRADICIONAL	7,74 ^a	6,94 ^a	6,46 ^a	6,62 ^a
	FORÇADA	7,66 ^a	7,36 ^a	6,26 ^a	6,76 ^a
60	TRADICIONAL	7,30 ^a	7,10 ^a	5,82 ^a	6,37 ^a

¹Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si significativamente no teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

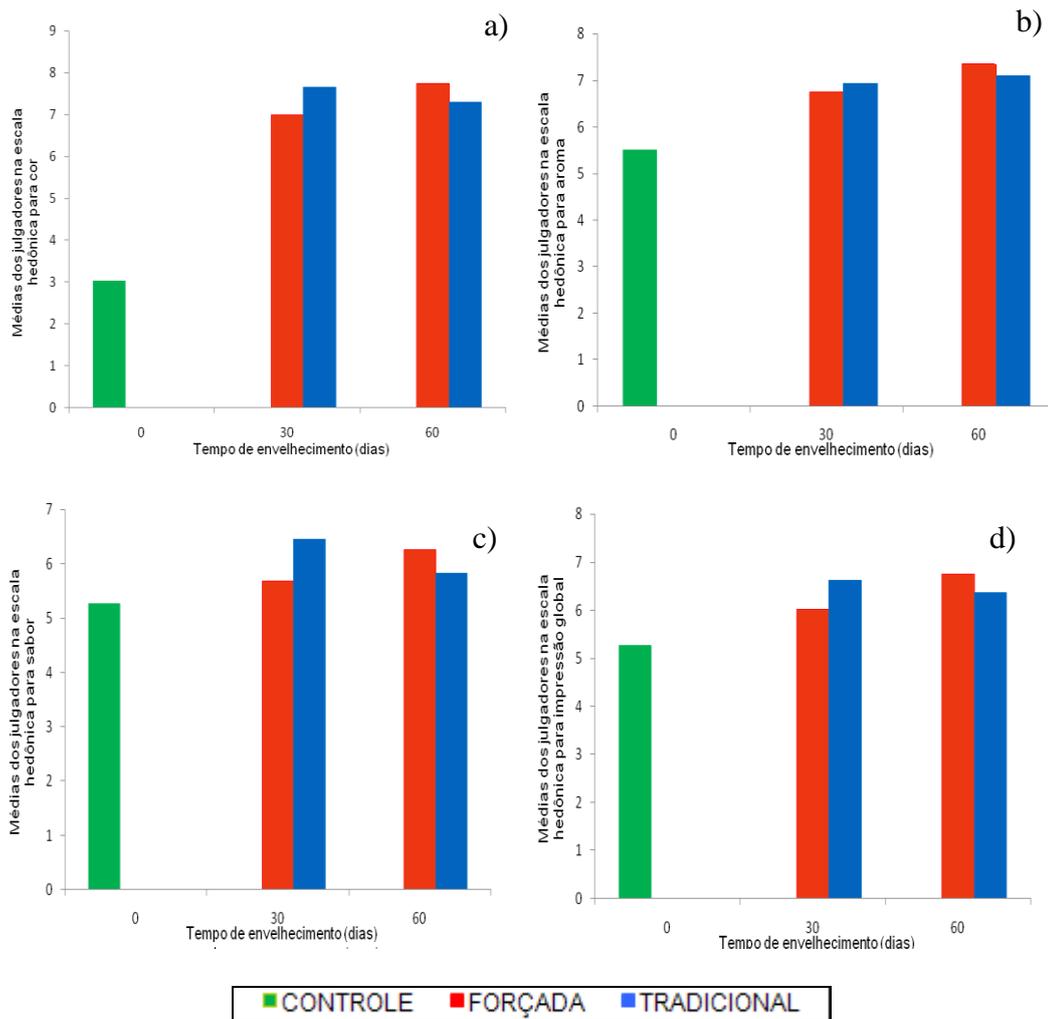


Figura 11 - Médias dos julgadores na escala hedônica em relação à cor (a), aroma (b), sabor (c) e impressão global (d) para as amostras controle (0 dias de envelhecimento), forçada e tradicional, envelhecidas durante dois meses.

As amostras envelhecidas 30 dias pelo processo tradicional e 60 dias pelo processo tradicional e forçada tiveram as maiores médias de aceitação para o atributo cor e não diferiram significativamente entre si ($p \leq 0,05$), mas diferiram da amostra 30 dias forçada e da amostra controle. A amostra controle teve a menor média de aceitação e diferiu significativamente ($p \leq 0,05$) de todas as amostras.

As cachaças envelhecidas 30 e 60 dias não diferiram significativamente entre si ($p \leq 0,05$) em relação ao aroma e impressão global, mas diferiram significativamente ($p \leq 0,05$) da amostra controle. As médias de aceitação para

os atributos aroma e impressão global foram maiores para a amostra 60 dias envelhecida pelo processo forçado.

As amostras envelhecidas 30 dias tradicional e 60 dias tradicional e forçada tiveram as maiores médias de aceitação para o atributo sabor e não diferiram significativamente entre si ($p \leq 0,05$), mas diferiram ($p \leq 0,05$) da amostra forçada de 30 dias e da amostra controle. A amostra controle teve a menor média de aceitação e só não diferiu significativamente ($p \leq 0,05$) da amostra 30 dias forçada.

De acordo com os dados desta primeira análise sensorial, pode-se constatar que o envelhecimento melhora significativamente a aceitação das cachaças. Nesta primeira etapa os resultados obtidos revelam uma melhor aceitação da amostra envelhecida por sessenta dias com circulação forçada e aeração em relação à amostra de sessenta dias de envelhecimento tradicional, apesar de não diferirem significativamente entre si ($p \leq 0,05$). As justificativas apresentadas pelos julgadores nas fichas de avaliação, para a melhor aceitação da aguardente envelhecida pelo sistema forçado com aeração estão baseadas no seu aroma e sabor mais doces em relação à amostra envelhecida tradicionalmente pelo mesmo período.

Na segunda análise sensorial de aceitação foram analisadas as amostras referentes ao período de trinta, sessenta, noventa, cento e vinte, cento e cinquenta e cento e oitenta dias, envelhecidas pelo processo tradicional e forçado com aeração. As médias dos valores de aceitação (o quanto gostam ou desgostam) com relação aos atributos cor, aroma, sabor, impressão global, sabor adocicado, sabor amadeirado e agressividade foram, em geral, maiores para as amostras submetidas ao processo de envelhecimento com circulação forçada e aeração, quando comparadas às amostras submetidas ao processo tradicional, e estão expressas na Tabela 10 e representadas graficamente nas Figuras 12 e 13.

Tabela 10 – Médias¹ em relação à cor, aroma, sabor, impressão global, sabor adocicado, sabor amadeirado e agressividade (o quanto gostam ou desgostam) das amostras forçada e tradicional, ao longo do período de seis meses de envelhecimento.

DIAS	AMOSTRAS	ATRIBUTOS						
		COR	AROMA	SABOR	IMPRESSÃO GLOBAL	SABOR ADOCICADO	SABOR AMADEIRADO	AGRESSIVIDADE
30	FORÇADA	7,00 ^{b,c}	6,69 ^a	5,92 ^a	6,31 ^{a,b}	6,19 ^a	6,19 ^a	5,56 ^{a,b}
	TRADICIONAL	6,69 ^c	6,46 ^a	5,92 ^a	6,13 ^b	5,69 ^a	5,84 ^a	5,25 ^b
60	FORÇADA	7,27 ^{a,b,c}	6,86 ^a	6,35 ^a	6,66 ^{a,b}	5,84 ^a	6,10 ^a	5,59 ^{a,b}
	TRADICIONAL	7,50 ^{a,b}	6,81 ^a	5,90 ^a	6,42 ^{a,b}	5,94 ^a	6,25 ^a	5,23 ^b
90	FORÇADA	7,63 ^{a,b}	7,06 ^a	6,50 ^a	6,73 ^{a,b}	6,20 ^a	6,71 ^a	5,92 ^{a,b}
	TRADICIONAL	7,67 ^{a,b}	7,10 ^a	5,83 ^a	6,40 ^{a,b}	5,94 ^a	6,29 ^a	5,42 ^{a,b}
120	FORÇADA	7,50 ^{a,b}	7,21 ^a	6,29 ^a	6,61 ^{a,b}	6,44 ^a	6,58 ^a	5,81 ^{a,b}
	TRADICIONAL	7,88 ^a	6,98 ^a	6,71 ^a	6,78 ^{a,b}	6,31 ^a	6,65 ^a	5,96 ^{a,b}
150	FORÇADA	7,75 ^a	7,36 ^a	6,77 ^a	6,94 ^{a,b}	6,44 ^a	6,60 ^a	6,10 ^{a,b}
	TRADICIONAL	7,71 ^a	7,02 ^a	6,21 ^a	6,56 ^{a,b}	6,17 ^a	6,38 ^a	5,61 ^{a,b}
180	FORÇADA	7,83 ^a	7,38 ^a	6,79 ^a	7,10 ^a	6,52 ^a	6,71 ^a	6,42 ^a
	TRADICIONAL	7,63 ^{a,b}	7,19 ^a	6,06 ^a	6,38 ^{a,b}	5,84 ^a	6,32 ^a	5,65 ^{a,b}

¹ Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si significativamente no teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A amostra envelhecida 120 dias tradicional teve a maior média de aceitação para o atributo cor seguida das amostras 180 dias forçada, 150 dias forçada e tradicional, porém não diferiram significativamente entre si ($p \leq 0,05$), diferindo apenas das cachaças envelhecidas a 30 dias. A amostra 30 dias

tradicional foi a que apresentou a menor média de aceitação, porém não diferiu significativamente ($p \leq 0,05$) da amostra 30 dias forçada.

As amostras envelhecidas tradicionais e forçadas não apresentaram ao longo do experimento diferenças significativas entre si ($p \leq 0,05$) para o atributo aroma. Observa-se de uma maneira geral um aumento da aceitação ao longo do envelhecimento. A amostra 180 dias forçada teve a maior média de aceitação seguida da amostra 150 dias forçada. A amostra 30 dias tradicional foi a que apresentou a menor média de aceitação.

As amostras envelhecidas também não apresentaram diferenças significativas entre si ($p \leq 0,05$) para o atributo sabor, sendo que novamente a amostra 180 dias forçada foi a que apresentou a maior média de aceitação seguida das amostras 150 dias forçada e 120 dias tradicional. A menor média para este atributo foi para a amostra 90 dias tradicional, seguida das amostras 30 dias forçada e 30 e 60 dias tradicionais.

A cachaça envelhecida 180 dias forçada também apresentou a maior média de aceitação para o atributo impressão global, seguida das amostras envelhecidas 150 dias forçada e 120 dias tradicional e diferindo significativamente ($p \leq 0,05$) apenas da amostra 30 dias tradicional, que teve a menor média de aceitação.

As médias de aceitação em relação aos atributos cor, aroma, sabor e impressão global podem ser visualizadas na Figura 12.

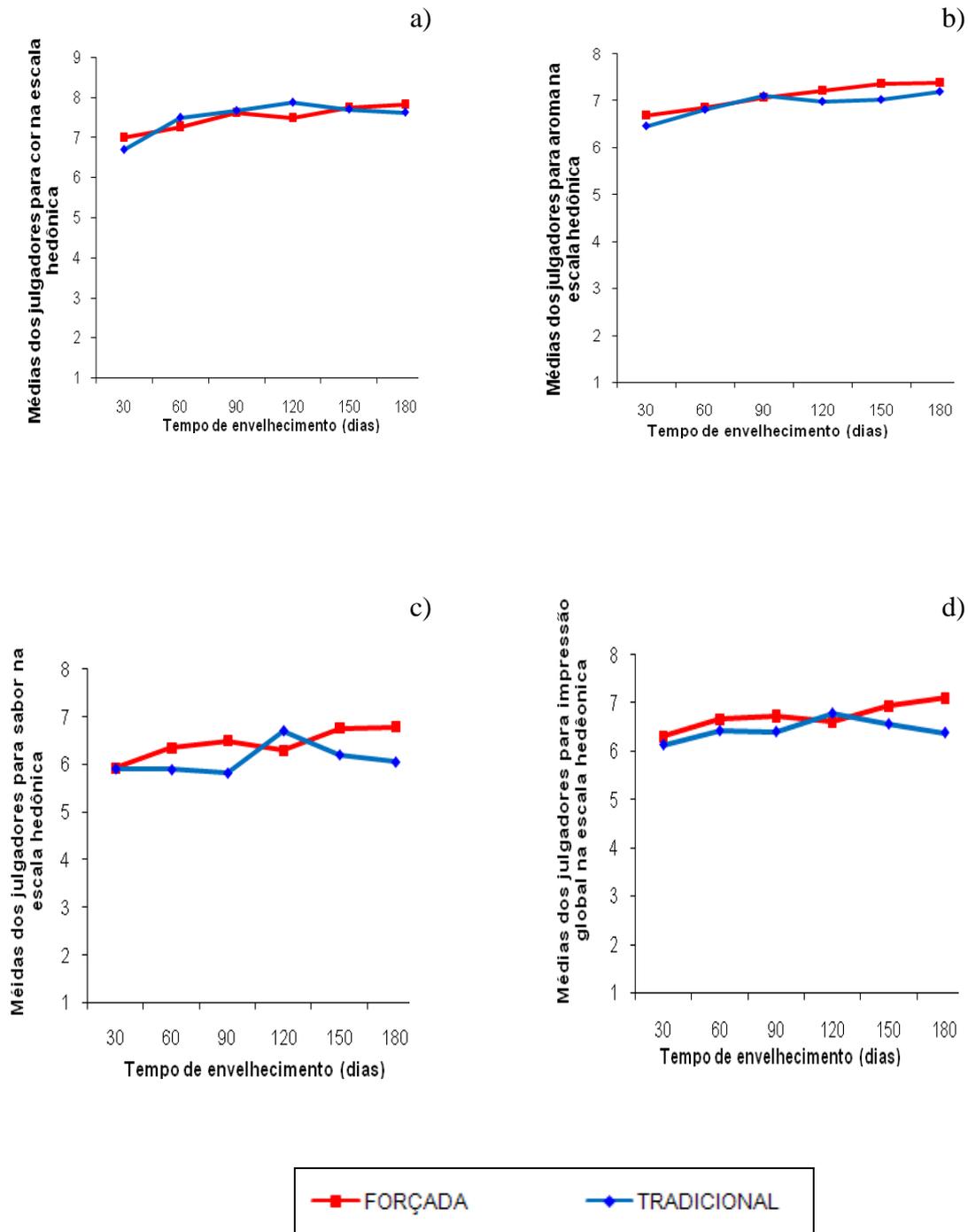


Figura 12 - Médias dos julgadores na escala hedônica em relação à cor (a), aroma (b), sabor (c) e impressão global (d) para as amostras envelhecidas, forçada e tradicional, ao longo do período de seis meses.

Para os atributos sabor adocicado e sabor amadeirado não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as amostras. Vale ressaltar que a amostra 180 dias forçada foi a que teve a maior média de aceitação e a amostra 30 dias tradicional, a menor média de aceitação.

A amostra envelhecida 180 dias forçada também teve a maior média de aceitação para o atributo agressividade, seguida das amostras de 150 dias forçada e 120 dias tradicional, diferindo significativamente ($p \leq 0,05$) apenas das amostras 30 e 60 dias tradicionais que tiveram as menores médias de aceitação.

As médias de aceitação em relação aos atributos sabor adocicado, sabor amadeirado e agressividade podem ser visualizadas na Figura 13.

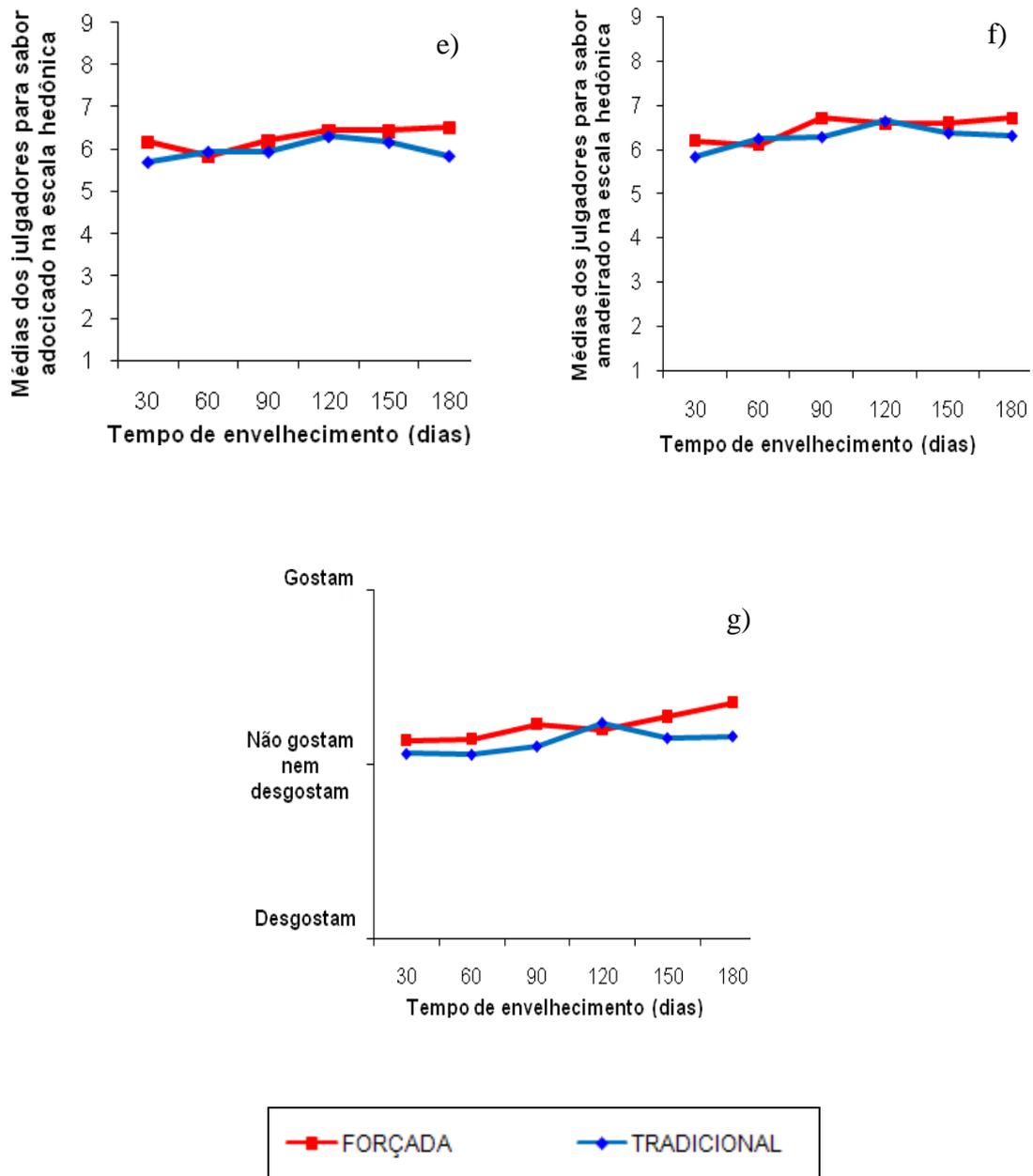


Figura 13 - Médias dos julgadores na escala hedônica em relação a sabor adocicado (e), sabor amadeirado (f) e agressividade (g) para as amostras envelhecidas, forçada e tradicional, ao longo do período de seis meses.

Os valores médios (expressos em porcentagens) de atitude de compra com relação às amostras, envelhecidas de forma tradicional e forçada com aeração, ao longo do período, estão apresentados na Tabela 11 e graficamente representados para melhor visualização na Figura 14.

Tabela 11 – Médias (expressas em porcentagens) em relação à atitude de compra das amostras forçada e tradicional, ao longo do período de seis meses de envelhecimento.

DIAS	AMOSTRAS	ATITUDE DE COMPRA		
		COMPRARIA	DÚVIDA	NÃO COMPRARIA
30	FORÇADA	43%	27%	30%
	TRADICIONAL	23%	34%	43%
60	FORÇADA	56%	28%	16%
	TRADICIONAL	41%	31%	28%
90	FORÇADA	51%	37%	12%
	TRADICIONAL	43%	31%	26%
120	FORÇADA	52%	32%	16%
	TRADICIONAL	51%	35%	14%
150	FORÇADA	52%	30%	18%
	TRADICIONAL	49%	34%	17%
180	FORÇADA	65%	20%	15%
	TRADICIONAL	47%	26%	27%

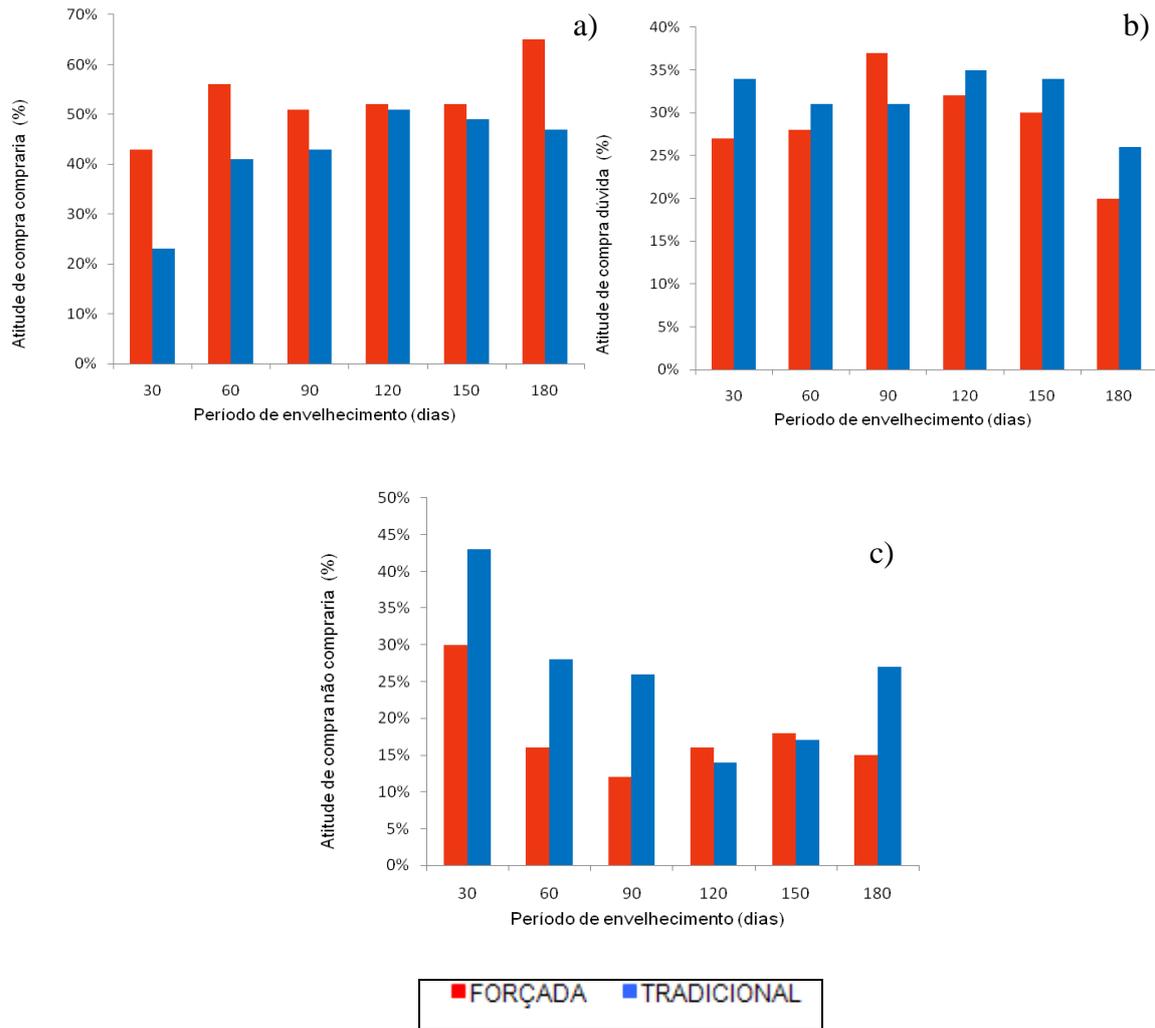


Figura 14 - Médias dos julgadores (expressas em porcentagens) na escala hedônica em relação à atitude de compra “compraria” (a), “dúvida” (b) e “não compraria” (c), para as amostras envelhecidas forçadas e tradicionais, ao longo do período de seis meses.

Ao longo do período de envelhecimento, houve um aumento da porcentagem de julgadores para a atitude “compraria”. A atitude “dúvida” foi em torno de 30% para as amostras tradicionais e forçadas ao longo do tempo de envelhecimento.

Comparando as amostras envelhecidas pelo sistema forçado com aeração e tradicionalmente, nos períodos equivalentes, as amostras forçadas tiveram as maiores porcentagens para a atitude de compra “compraria”, em

relação às amostras tradicionais, confirmando as tendências das médias de aceitação com relação aos atributos sensoriais avaliados.

Assim, pode-se constatar que o envelhecimento melhora significativamente a aceitação das cachaças, como se pôde observar nas Tabelas 10 e 11 e nas Figuras 12, 13 e 14.

A melhor aceitação das amostras submetidas ao sistema de envelhecimento forçado com aeração, em relação às amostras envelhecidas tradicionalmente nos períodos equivalentes, concorda com outros fatores que foram determinados:

- ✓ A menor acidez observada nas amostras com circulação forçada e aeração em relação às amostras tradicionalmente envelhecidas de mesmo período;

- ✓ A aeração adotada na circulação forçada certamente provocou um aumento de reações de oxidações de aldeídos e álcoois, o que pode ter deslocado o equilíbrio das reações, no sentido de formar mais ésteres, aumentando assim seu conteúdo nas amostras aeradas e favorecendo a formação de sabor e aroma mais adocicados;

- ✓ Como as amostras após envelhecidas foram diluídas a 40% de álcool por volume, para realização dos testes físico-químicos e sensoriais, as amostras submetidas à circulação forçada com aeração e que apresentaram graduação alcoólica mais próxima de 40%, podem ter “perdido” menos características em comparação com as amostras tradicionais, que por terem sido mais diluídas apresentaram maiores perdas das características próprias do envelhecimento. Por outro lado, a aeração forçada pode ter sido também responsável pela perda de voláteis juntamente com o etanol.

Houve redução de volume durante o processo de envelhecimento, sendo registrada uma perda de 45,3% no processo tradicional e de 39,5% no processo de envelhecimento com circulação forçada e aeração. Cabe destacar, entretanto, que, as reduções volumétricas ocorridas neste experimento não podem ser comparadas com as perdas observadas nos barris de 200 litros, normalmente utilizados no envelhecimento de bebidas destiladas. Quanto maior a superfície do recipiente, menor será a relação volume do

destilado/superfície da madeira e conseqüentemente, as perdas por evaporação tendem a ser menores.

Em estudos anteriores envolvendo comparação entre amostras de cachaças submetidas ao envelhecimento tradicional e amostras submetidas ao envelhecimento com circulação forçada (CASTRO NETO, 2004; PADOVAN, 2003), foi constatada também uma maior variação no teor alcoólico da amostras envelhecidas tradicionalmente em comparação às envelhecidas com circulação forçada.

No experimento realizado por Padovan (2003) foi injetado nitrogênio no recipiente de vidro do sistema de circulação forçada visando diminuir o efeito do ar, e avaliou-se nas amostras os parâmetros resíduo seco a 105°C, intensidade de cor a 430 nm, teores de compostos fenólicos totais, espectros de absorção Uv-Visível e acidez. Os resultados mostraram uma maior extração dos compostos da madeira pelas amostras submetidas ao envelhecimento tradicional, que obteve naquele estudo uma melhor aceitação sensorial, em relação às amostras submetidas ao envelhecimento com circulação forçada. Já no experimento realizado por Castro Neto (2004), no qual havia a presença natural do ar no recipiente de vidro do sistema de circulação forçada, observou-se uma maior extração dos compostos da madeira pelas amostras submetidas ao envelhecimento com circulação forçada em relação às amostras envelhecidas de forma tradicional. Os resultados dos testes de aceitação revelaram ainda que os tratamentos de envelhecimento da cachaça (tradicional ou forçado) não diferiram significativamente entre si ($p \leq 0,05$) para os atributos analisados (cor, aroma, sabor e impressão global); porém, ao final do período, observou-se uma tendência de maior aceitação para a cachaça envelhecida com circulação forçada, apontando para o potencial que poderia representar a presença de ar nesse tipo de processo, o que motivou em parte o presente estudo.

6. CONCLUSÃO

Apesar de não ter em sido observadas diferenças significativas entre os dois processos de envelhecimento, os resultados obtidos no presente estudo mostraram uma tendência de que a injeção de ar no sistema de envelhecimento com circulação forçada pode ter influenciado positivamente algumas características físico-químicas e sensoriais das amostras, indicando que sua adoção como forma de acelerar o processo industrial de envelhecimento com circulação forçada pode representar opção válida, a ser verificada em estudos com barris maiores, como os comercialmente utilizados.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRABRE. **Associação Brasileira de Bebidas**. São Paulo, 18 de Nov. 2007. Disponível em: <<http://www.abrabe.org.br>>. Acesso em: 18 nov. 2007.

AQUARONE, E.; LIMA U. A.; BORZANI, W. **Alimentos e bebidas produzidos por fermentação**. São Paulo: Edgard Blücher, 1983. 243 p. (Série Biotecnologia, v. 5).

AQUINO, F. W. B.; NASCIMENTO, R. F.; RODRIGUES, S.; CASEMIRO, A. R. S. Determinação de marcadores de envelhecimento em cachaças. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 145-149, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br>>. Acesso em: 03 mar. 2008.

BIZELLI, L. C.; RIBEIRO, C. A. F.; NOVAES, F. V. Dupla destilação da aguardente de cana: teores de acidez total e de cobre. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 57, n. 4, p. 623-627, 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br>>. Acesso em: 23 jun. 2007.

BOSCOLO, M.; LIMA NETO, B. S.; FRANCO, D W. O envelhecimento de aguardente-de-cana em tonéis de madeira. **Engarrafador Moderno**, v. 41, p. 30, 1995.

BOSCOLO, M. **Estudo sobre envelhecimento de aguardente de cana-de-açúcar**. 1996. 83f. Dissertação (Mestrado em Química Analítica) – Instituto de Química, USP, São Carlos.

BOZA, Y.; OETTERER, M. Envelhecimento de aguardente de cana. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 33, n. 1, p. 8-15, 1999.

BRASIL. Leis, decretos, etc. Portaria nº 371, de 9 de setembro de 1974. Aprova a complementação dos padrões de identidade e qualidade para as bebidas e demais produtos referidos no decreto nº 73.267 de 6 de dezembro de 1973. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 19 de setembro de 1974, Seção 1. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 16 jul. 2008.

BRASIL. Leis, decretos, etc. Decreto nº 2314, de 4 de setembro de 1997. Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Regulamenta a Lei nº 8918 de 14 de julho de 1994. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 5 de setembro de 1997. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 16 jul. 2008.

BRASIL. Leis, decretos, etc. Decreto nº 4062, de 21 de dezembro de 2001. Define expressões “cachaça” e “cachaça do Brasil” como indicações geográficas e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 de dezembro de 2001. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 16 jul. 2008.

BRASIL. Leis, decretos, etc. Decreto nº 4851 de 2 de outubro de 2003. Altera dispositivos do Regulamento aprovado pelo Decreto nº 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. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 3 de outubro de 2003. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 16 jul. 2008.

BRASIL. Leis, decretos, etc. Instrução Normativa nº 13, de 29 de junho de 2005. Aprova regulamento técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade para aguardente de cana e para cachaça. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 30 de junho de 2005 (a), Seção 1. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 16 jul. 2008.

BRASIL. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). Portaria nº 126, de 28 de junho de 2005. Aprova o regulamento de avaliação da conformidade da cachaça. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 28 de junho de 2005 (b). Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/>>. Acesso em: 12 fev. 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). O setor produtivo da cachaça. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF. Última atualização 15 de agosto de 2007. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 18 jul. 2008.

CANAWAY, P. R. Sensory aspects of whiskies maturation. In: PIGGOTT, J.R. (Ed.) **Flavour of distilled beverages: origin and development**. Chichester, UK: Ellis Horwood, 1983. p.183-189.

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

CARDELLO, H. M. A. B.; FARIA, J. B. Análise tempo-intensidade de características sensoriais de aguardente de cana durante o envelhecimento em tonel de carvalho. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 33, n. 1, p. 27-34, 1999.

CARDELLO, H. M. A. B.; FARIA, J. B. Análise da aceitação de aguardentes da cana por testes afetivos e mapa de preferência interno. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n. 1, p. 32-36, 2000.

CARDELLO, H. M. A. B.; FARIA, J. B.; SOBRINHO, L. G. A.; CAVALHEIRO, S. F. L. Influência do envelhecimento no teor de cobre em cachaças. **Boletim do**

Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, Curitiba, v. 21, n. 1, p. 99-108, 2003.

CARDOSO, D. R.; LIMA NETO, B. N.; FRANCO, D. W.; NASCIMENTO, R. F. Influência do material do destilador na composição química das aguardentes de cana. **Química Nova**, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 6-9, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br>>. Acesso em: 23 dez. 2007.

CASTRO NETO, J. T. **Envelhecimento de aguardente de cana com circulação forçada: efeito da presença de ar no sistema**. 2004. 56f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, UNESP, Araraquara.

DIAS, S.; MAIA, A.; NELSON, D. Efeito de diferentes madeiras sobre a composição da aguardente de cana envelhecida. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 3, p. 331-334, 1998. Disponível em: <<http://www.scielo.br>>. Acesso em: 03 jul. 2007.

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

FARIA, J. B. Sobre a produção de aguardente de cana. **Engarrafador Moderno**, São Caetano do Sul, v. 40, p. 9-23, 1995.

FARIA, J. B.; FRANCO, D. W.; CARDELLO, H. M. A. B.; BÔSCOLO M.; LIMA NETO, B. S. Avaliação sensorial de aguardente de cana (*Saccharum officinarum* L.) durante o envelhecimento em tonéis de carvalho (*Quercus* sp). **Revista Brasileira de Análise de Alimentos**, Brasília, v. 1, n. 1, p. 7-14, 1995.

FARIA, J. B. **Determinação dos compostos responsáveis pelo defeito sensorial das aguardentes de cana (*Saccharum spp*) destiladas na**

ausência de cobre. 2000. 99f. Tese (Livre Docência em Alimentos e Nutrição) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, UNESP, Araraquara.

FARIA, J. B.; LOYOLA, E.; LOPEZ, M. G.; DUFOUR, J. P. Cachaça, Pisco and Tequila. In: LEA, A. G. H.; PIGGOTT, J. R. (Ed.). **Fermented Beverage Production.** 2. ed. New York: Kluwer Academic / Plenum Publishers, 2003 (a). p. 335-346.

FARIA, J. B.; FERREIRA, V.; LOPEZ, R.; CACHO, J. The sensory characteristic defect of “cachaça” distilled in absence of copper. **Revista Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 14, n. 1, p. 1-7, 2003 (b).

FARIA, J. B.; CARDELLO, H. M. A. B.; BOSCOLO, M.; ISIQUE, W. D.; ODELLO, L.; FRANCO, D. W. Evaluation of Brazilian woods as an alternative to oak for cachaças aging. **European Food Research and Technology**, Alemanha, v. 218, n. 1, p. 83-87, 2003 (c).

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

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz.** São Paulo, 1985. v. 1, p. 341-346.

JANZANTTI, N. S. **Compostos voláteis e qualidade de sabor da cachaça.** 2004. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Unicamp, Campinas.

KELLER, M. A historical overview of alcohol and alcoholism. **Cancer Research**, New Jersey. v. 39, p. 2822 – 2829, 1979.

LEA, A. G. H.; PIGGOTT, J. R. **Fermented Beverage Production**. 1. ed. London: Blackie Academic & Professional, 1995. 428 p.

LEA, A. G. H.; PIGGOTT, J. R. **Fermented Beverage Production**. 2. ed. New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow: Kluwer Academic / Plenum Publishers, 2003. 423p.

LIMA, U. A. Aguardente. In: AQUARONE, E.; LIMA, U. A.; BOZANI, W. **Alimentos e bebidas produzidas por fermentação**. São Paulo: Edgar Blucher, 1983. p. 79-103. (Série Biotecnologia, v. 5).

LIMA, U. A. Produção nacional de aguardentes e potencialidade dos mercados internos e externos. In: MUTTON, M. J. R.; MUTTON, M. A. (Ed.). **Aguardente de cana: produção e qualidade**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. p. 151-163.

LIMA, U. A. **Fabricação em pequenas destilarias**. Piracicaba: Fundação Estudos Agrários “Luiz de Queiroz”, 1999. 187 p.

MAÇATELLI, M. **Determinação do perfil sensorial de marcas comerciais de cachaça**. 2006. 128f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, UNESP, Araraquara.

MACFIE, H. J., BRATCHELL, N. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. **Journal of Sensory Studies**, USA. V. 4, p. 129-148, 1989.

MUÑOZ, A. M.; PANGBORN, R. M.; NOBLE, A. C. Sensory and mechanical attributes of gel texture II. Gelatin, sodium alginate and kappa – carrageenan gels. **Journal of Texture Studies**, USA. v. 17, p. 17 – 36, 1986.

MUÑOZ, A. M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation in quality control**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992. 240 p.

NISHIMURA, K.; ONISHI, M.; MASUDA, M.; KOGA, K.; MATSUYAMA, R. Chemical analysis of whisky maturation. In: PIGGOTT, J. R. (Ed.). **Flavour of distilled beverages: origin and development**. Chichester, UK: Ellis Horwood, 1983. 241 p.

NISHIMURA, K.; MATSUYAMA, R. Maturation and maturation chemistry. In: PIGGOTT, J. R.; SHARP, R.; DUNCAN, R.E.B. (Ed.). **The Science and Technology of Whiskies**. England: Longman Scientific & Technical, 1989. cap. 8, p. 235-264.

NOVAES, F. V. **Noções básicas sobre a teoria da destilação**. Piracicaba: ESALQ/Depto de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, 1994. 22 p.

PADOVAN, F. C. **Estudo do efeito da circulação da aguardente de cana na redução do tempo de envelhecimento em ancorotes de carvalho (*Quercus sp*)**. 2003. 59f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, UNESP, Araraquara.

PARAZZI, C.; ARTHUR, C. M.; LOPES, J. J. C.; CORGES, M. T. M. R. Avaliação e caracterização dos principais compostos químicos da aguardente-de-cana envelhecida em tonéis de carvalho (*Quercus sp*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 1 p. 193-199, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br>>. Acesso em: 30 jan. 2009.

PIGGOTT, J. R. Ç.; SHARP, R. Ç.; DUNCAN, R. E. B. **The Science and Technology of Whiskies**. New York: Longman Scientific & Technical, 1989. 410 p.

PUECH, J. L. Extraction and evolution of lignin products in armagnac matured in oak. **American Journal of Enology and Viticulture**, USA. v. 32, p. 111-114, 1981.

QUEIROZ, E. L. M. T. **Envelhecimento forçado da aguardente de cana: estudo comparativo com o envelhecimento tradicional em carvalho (*Quercus sp*)**. 1998. 75f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, UNESP, Araraquara.

REAZIN, G. H.; BALDWIN, S.; SCALES, H. S.; WASHINGTON, H. W.; ANDREASEN, A. A. Determination of the congeners produced from ethanol during whisky maturation. **Journal – Association of Official Analytical Chemists**, USA. v. 59, p. 770-776, 1976.

REAZIN, G. H. Chemical mechanisms of whiskey maturation. **American Journal of Enology and Viticulture**, USA. v. 32, p. 283-289.1981.

REAZIN, G. H. Chemical analysis of whisky maturation. In: PIGGOTT, J. R. (Ed.). **Flavour of distilled beverages: origin and development**. Chichester, UK: Ellis Horwood, 1983. p. 225-240.

ROSA, C. A seleção do levedo. **Revista Minas Faz Ciência - Fapemig**, Belo Horizonte. n. 7, 2001. Disponível em: <<http://www.revista.fapemig.br/>>. Acesso em: 05 jan. 2007.

SAS INSTITUTE. **SAS User's Guide: statistics**. Cary, USA: SAS Inst., 1993.

SHOENEMAN, R. L.; DYER, R. H.; EARL, E. M. Analytical profile of straight bourbon whiskies. Alcoholic Beverages. **Journal – Association of Official Analytical Chemists**, USA. v. 54, p. 1247-1261, 1971.

SILVA JÚNIOR. **Avaliação físico-química e sensorial da cachaça durante o envelhecimento em ancorote de carvalho (*Quercus sp*) irradiado**.1999. 104f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, UNESP, Araraquara.

SINGLETON, V. L. Maturation of wines and spirits: comparison, facts and hypotheses. **American Journal of Enology and Viticulture**, USA. v. 46, p. 98-115, 1995.

STONE, H.; SIDEL, J. **Sensory evaluation practices**. 1. ed. London: Academic Press, 1985. 311 p.

STONE, H.; SIDEL, J. **Sensory evaluation practices**. 2. ed. New York: Academic, 1993. 338 p.

WILDENRADT, H. L.; SINGLETON, V. L. The production of aldehydes as a result of oxidation of polyphenolic compounds and its relation to wine aging. **American Journal of Enology and Viticulture**, USA. v. 25, p. 119-126, 1984.

YOKOYA, F. **Fabricação da aguardente de cana**. Campinas: Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia "André Tosello", 1995. 87 p. (Série Fermentações Industriais, n. 2).

ANEXOS

ANEXO 1**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”****FCF – DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS E NUTRIÇÃO**
LABORATÓRIO DE ANÁLISE SENSORIALNome: _____ e-mail: _____
Telefone Residencial: _____ Celular: _____

I) Sexo: M () F ()

II) Faixa etária: () 18 a 30 anos () 51 a 60 anos
() 31 a 40 anos () acima de 60
() 41 a 50 anos

III) Nível de escolaridade:

() ensino fundamental incompleto () superior incompleto
() ensino fundamental completo () superior completo
() ensino médio incompleto () pós-graduação incompleta
() ensino médio completo () pós-graduação completaIV) Categoria: () Professor () Estudante de graduação
() Funcionário () Estudante de pós-graduação

V) Você faz uso de alguma medicação? Em caso afirmativo especifique o medicamento.

VI) Indique o quanto que você gosta ou desgosta das bebidas alcoólicas abaixo:

9. Gosto muitíssimo

8. Gosto muito

7. Gosto moderadamente () cachaça envelhecida

6. Gosto ligeiramente () cachaça não envelhecida

5. Indiferente () drinks com cachaça envelhecida

4. Desgosto ligeiramente () drinks com cachaça não envelhecida

3. Desgosto moderadamente

2. Desgosto muito

1. Desgosto muitíssimo

VII) Qual sua freqüência de consumo das bebidas alcoólicas abaixo?

(5) 2 ou mais vezes por semana

(4) 2 ou mais vezes por mês () cachaça envelhecida

(3) 2 ou mais vezes por semestre () cachaça não envelhecida

(2) 2 ou mais vezes por ano () drinks com cachaça envelhecida

(1) nunca consumo () drinks com cachaça não envelhecida

ANEXO 2

NOME: _____

NÚMERO DA AMOSTRA: _____

Por favor, responda as questões A, B, C e D utilizando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou da amostra de aguardente de cana.

- 9. Gostei muitíssimo
- 8. Gostei muito
- 7. Gostei moderadamente
- 6. Gostei ligeiramente
- 5. Nem gostei e nem desgostei
- 4. Desgostei ligeiramente
- 3. Desgostei moderadamente
- 2. Desgostei muito
- 1. Desgostei muitíssimo

NOTA

A) Observe a amostra e a avalie em relação à cor _____

B) Aspire a amostra e a avalie em relação ao aroma _____

C) Prove a amostra e a avalie em relação ao sabor _____

D) Qual a impressão global da amostra _____

Comentários:

ANEXO 3

NOME: _____

AMOSTRA: _____

I) Você está recebendo uma amostra de **CACHAÇA ENVELHECIDA**. Por favor, avalie os atributos de acordo com a escala abaixo:

- | | | |
|-------------------------------|-------------------|-------|
| 9. Gostei muitíssimo | | |
| 8. Gostei muito | COR: | _____ |
| 7. Gostei moderadamente | | |
| 6. Gostei ligeiramente | AROMA: | _____ |
| 5. Nem gostei e nem desgostei | | |
| 4. Desgostei ligeiramente | SABOR: | _____ |
| 3. Desgostei moderadamente | | |
| 2. Desgostei muito | IMPRESSÃO GLOBAL: | _____ |
| 1. Desgostei muitíssimo | | |

II) Avalie também esta amostra quanto aos atributos abaixo:

- | | | |
|-------------------------------|-------------------|-------|
| 9. Gostei muitíssimo | | |
| 8. Gostei muito | SABOR ADOCICADO: | _____ |
| 7. Gostei moderadamente | | |
| 6. Gostei ligeiramente | SABOR AMADEIRADO: | _____ |
| 5. Nem gostei e nem desgostei | | |
| 4. Desgostei ligeiramente | AGRESSIVIDADE: | _____ |
| 3. Desgostei moderadamente | | |
| 2. Desgostei muito | | |
| 1. Desgostei muitíssimo | | |

III) Assinale para esta amostra, qual seria sua atitude de compra deste produto:

- () 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.

Comentários:

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)