Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento

# Documentos

ISSN 1516-8107
Setembro, 2002
36

## Elaboração de Vinagre

Embrapa

**República Federativa do Brasil**

*Fernando Henrique Cardoso*
Presidente

**Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**
*Marcus Vinícius Pratini de Moraes*
Ministro

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa**

**Conselho de Administração**

*Márcio Fortes de Almeida*
Presidente

*Alberto Duque Portugal*
Vice-Presidente

*Dietrich Gerhard Quast*
*Alexandre Kalil Pires*
*Sérgio Fausto*
*Urbano Campos Ribeiral*
Membros

**Diretoria-Executiva da Embrapa**

*Alberto Duque Portugal*
Diretor-Presidente

*Dante Daniel Giacomelli Scolari*
*Bonifácio Hideyuki Nakasu*
*José Roberto Rodrigues Peres*
Diretores-Executivos

**Embrapa Uva e Vinho**

*José Fernando da Silva Protas*
Chefe-Geral

*Alexandre Hoffmann*
Chefe-Adjunto de Administração

*Gilmar Barcelos Kuhn*
Chefe-Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

Embrapa
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Uva e Vinho
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

ISSN 1516-8107
Setembro, 2002

# Documentos 36

# Elaboração de Vinagre

Luiz Antenor Rizzon
Júlio Meneguzzo

Bento Gonçalves, RS
2002

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Uva e Vinho**
Rua Livramento, 515
95700-000 Bento Gonçalves, RS, Brasil
Caixa Postal 130
Fone: (0xx)54 455-8000
Fax: (0xx)54 451-2792
http://www.cnpuv.embrapa.br
sac@cnpuv.embrapa.br

**Comitê de Publicações**
Presidente: *Gilmar Barcelos Kuhn*
Secretária-Executiva: *Nêmora Gazzola Turchet*
Membros: *Gildo Almeida da Silva e Francisco Mandelli*

Revisor de texto: *Rosa Mística Zanchin*
Normalização bibliográfica: *Kátia Midori Hiwatashi*
Tratamento das ilustrações: *Gráfica Reúna*
Foto(s) da capa: *Luciana Mendonça Prado e Magda Beatris Gatto Salvador*

**1ª edição**
1ª impressão (2002): 1000 exemplares

**Todos os direitos reservados.**
A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

CIP. Brasil. Catalogação-na-publicação
Embrapa Uva e Vinho

Rizzon, Luiz Antenor
Elaboração de Vinagre / Luiz Antenor Rizzon. – Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2001.
31 p. (Embrapa Uva e Vinho. Documentos, 36)

ISSN 1516-8107

CDD 663.224

© Embrapa 2002

# Autores

**Luiz Antenor Rizzon**

Engenheiro Agrônomo, Pesquisador, Embrapa Uva e Vinho,
Rua Livramento, 515, Caixa Postal 130, 95700-000
Bento Gonçalves, RS, fone (54)455-8000.
E-mail: rizzon@cnpuv.embrapa.br

**Júlio Meneguzzo**

Engenheiro Agrônomo, Rua P. Franzoloso, 70
CEP 95700-000 Bento Gonçalves, RS, fone (54)452-4349.

# Apresentação

Com a publicação do presente trabalho, a Embrapa Uva e Vinho contempla mais um importante produto derivado da uva e do vinho na sua série voltada à elaboração de produtos na propriedade vitícola.

Focado sobretudo nos aspectos técnicos, práticos e operacionais da elaboração de vinagre, este trabalho também discorre sobre a história do produto, a evolução do conhecimento científico a ele relacionado e à legislação brasileira que regulamenta e estabelece seus Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ).

Os atributos do vinagre, tanto como condimento, quando agrega gosto e aroma aos alimentos, quanto como estimulante das funções digestivas, como é evidenciado pelos autores na introdução do trabalho, no caso brasileiro, não têm sido suficiente para manter a sua estabilidade no mercado. Com o surgimento nos últimos anos de diferentes produtos substitutos, de qualidade e preço inferiores, mas que são comercializados em recipientes semelhantes e espaços contíguos nos pontos de venda aos consumidores, têm determinado uma diminuição significativa na comercialização e consumo do produto. Segundo estatísticas oficiais, no período 2000/2001, houve uma queda de 73,43% no volume de vinagre comercializado no Rio Grande do Sul.

Como é evidente, não estamos tratando aqui de uma obra com intenção de promoção da imagem comercial do vinagre; entretanto, esperamos que todos tenham acesso a esse trabalho, além de se habilitarem a produzir este nobre produto, possam difundir os seus reais atributos ajudando a resgatar o seu devido lugar na mesa dos brasileiros.

*José Fernando da Silva Protas*
Chefe-Geral da Embrapa Uva e Vinho

# Sumário

**Introdução** ..... **9**

**O Vinagre na História** ..... **11**

**Fermentação Acética** ..... **11**

**Vinho para Acetificação** ..... **14**

**Processos de Acetificação** ..... **15**

Processo lento ..... **15**

Processo rápido ..... **17**

Processo submerso ..... **19**

**Vinagre Balsâmico** ..... **22**

**Composição do Vinagre** ..... **24**

**O vinagre e a Legislação Brasileira** ..... **27**

**Alterações do Vinagre** ..... **28**

**Referências Bibliográficas** ..... **30**

# Elaboração de Vinagre

*Luiz Antenor Rizzon*
*Júlio Meneguzzo*

## Introdução

Vinagre é o produto obtido exclusivamente da fermentação acética do vinho. A palavra vinagre significa "vinho azedo" e nada mais é do que o produto da transformação do álcool em ácido acético por bactérias acéticas. A história do vinagre está estreitamente ligada com a do vinho. No entanto foi Pasteur (1822-1895) que determinou as bases científicas da produção industrial do vinagre.

O vinagre é considerado um condimento, pois a sua principal finalidade é atribuir gosto e aroma aos alimentos. Os condimentos, de modo geral, quando ingeridos em quantidades moderadas, estimulam a digestão. O vinagre apresenta propriedades estimulantes, pois favorece a secreção do suco gástrico aumentando a ação dissolvente. Em quantidade moderada, a ação do vinagre é somente local, excitando as glândulas secretoras; a sua pequena adstringência e ação moderadora sobre os capilares das mucosas fazem dele um moderador da sede. Quando ingerido em excesso, a ação digestiva é prejudicada até o momento que se torna corrosivo para a mucosa gastrointestinal. Nesse sentido, não é adequado para pessoas nervosas e com os órgãos respiratórios irritáveis.

A ação do vinagre sobre os alimentos dá-se no sentido de torná-los mais digestivos, especialmente os fibrosos que são amaciados e transferidos em melhores condições para serem tratados pelo suco digestivo. Para o organismo humano, a reação ácida não só aumenta a atividade dos fermentos gástricos, mas promove ao mesmo tempo um efeito excitante da glândula pancreática. O homem, em geral,

sente uma sensação agradável quando degusta produtos com acidez compreendida entre 0,3% e 0,8%. O ácido acético do vinagre é, entre os ácidos orgânicos, o mais dissociável, de onde resulta sua ação favorável à digestão. Devido ao baixo peso molecular do ácido acético, o vinagre é considerado um produto superior em relação aos outros alimentos ácidos cuja molécula apresenta maior complexidade estrutural e, assim sendo, de mais difícil solubilidade e absorção.

O vinagre também é utilizado para conservar vegetais e outras substâncias, atribuindo-lhes gosto agradável. Além disso, é empregado como purificador de ar. Nesse sentido, foi utilizado no passado como desinfetante. Nas epidemias de cólera, que arrasaram a Europa, a recomendação era lavar com vinagre todas as frutas e hortaliças antes do consumo.O vinagre não apresenta ação antisséptica somente contra a cólera, mas também em relação à *Salmonella* spp. e outros patógenos do intestino que causam infecções e epidemias. O vinagre assegura um ambiente ácido do suco gástrico que representa uma defesa contra as intoxicações microbianas que podem ocorrer.

O vinagre foi utilizado também como medicamento, na cura de feridas e úlceras, devido a sua propriedade desinfetante e antiinflamatória.

O vinagre constitui ainda um condimento de notável valor devido as suas múltiplas propriedades organolépticas, digestivas, metabólicas e antissépticas.

O vinho e o vinagre foram os dois primeiros produtos de fermentação espontânea utilizados pelo homem na alimentação. Embora o termo vinagre, isoladamente, corresponda ao produto obtido da acetificação do vinho, a matéria-prima utilizada para sua elaboração é variável em função da disponibilidade de cada país. Assim, na Itália, Espanha, França e Grécia, países de grande tradição vitícola, o vinagre é feito sobretudo de vinho. Na China e no Japão, é feito a partir do arroz, enquanto que nos Estados Unidos e na Inglaterra, a partir da sidra e do malte. Na Alemanha, é mais utilizado o vinagre de álcool. No Brasil, os vinagres são elaborados principalmente a partir do álcool de cana-de-açúcar e do vinho.

# O vinagre na história

O vinagre é um produto conhecido há muito tempo, sendo que as primeiras referências datam de 8000 anos a.C. Na época, tratava-se de um condimento muito aproveitado devido às propriedades benéficas ao organismo humano e à sua importância na alimentação. Foi muito utilizado como bebida refrescante, diluído na água e também como medicamento. Foi recomendado, também, para tratar de disfunções respiratórias, feridas e úlceras, devido às suas propriedades desinfetantes e antiinflamatórias.

Na cozinha, o emprego do vinagre era generalizado e constante. Nas guerras, o vinagre era recomendado aos soldados, principalmente quando atuavam em ambientes úmidos, fazendo parte da ração diária, para prevenir possíveis contaminações microbiológicas, para desinfetar e temperar os alimentos.

Nas epidemias de cólera que ocorreram, o vinagre foi utilizado para desinfecção, para isso recomendavam lavar as mãos antes e depois de visitar um doente e lavar as frutas e verduras antes do consumo. Estudos posteriores mostraram que um vinagre com 5% de ácido acético é letal para os vibriões da cólera, quando em contato por cinco minutos.

# Fermentação acética

O químico francês Lavoisier (1743-1794), escreveu no livro "Tratado de Química Elementar" que o vinagre não era nada mais que o vinho acetificado devido à absorção do oxigênio, portanto o resultado apenas de uma reação química. Pensava-se, na época, que a camada gelatinosa que se formava na superfície do vinho em acetificação, a "mãe do vinagre", era apenas um produto da transformação, mas não a causa. Somente mais tarde, Pasteur mostrou que sem a participação da bactéria acética não há formação do vinagre. Assim provou: sempre que o vinho se transforma em vinagre, é

devido à participação de bactérias acéticas que se desenvolvem na superfície formando um véu, afirmação esta categoricamente negada pelos químicos da época.

Foi Pasteur quem mostrou que o enchimento dos acetificadores com material poroso servia de suporte para o desenvolvimento de bactérias acéticas e não era a causa da acetificação como se pensava. Os substratos não se acetificavam em contato com o ar, através da oxidação direta, havendo necessidade, sempre, da participação das bactérias acéticas. Como em outros campos da ciência, o vinagre foi elaborado e utilizado pelo homem antes que se conhecesse as transformações que ocorriam.

A fermentação acética corresponde à transformação do álcool em ácido acético por determinadas bactérias, conferindo o gosto característico de vinagre.

As bactérias acéticas constituem um dos grupos de microrganismos de maior interesse econômico, de um lado pela sua função na produção do vinagre e, de outro, pelas alterações que provocam nos alimentos e bebidas.

Inicialmente, as bactérias acéticas foram designadas por *Micoderma vini*. Depois, em relação ao aspecto morfológico, foram classificadas em três espécies: *Bacterium aceti, Bacterium pasteurianum* e *Bacterium kurtzingianus*. Somente em 1898 foram classificadas como sendo do gênero *Acetobacter*.

Pela classificação atual, as bactérias acéticas pertencem à família Pseudomonodaceae; aos gêneros *Acetobacter* e *Gluconobacter*. As principais espécies de bactérias acéticas são: *Acetobacter aceti, Acetobacter pasteurianus, Acetobacter xylinum, Acetobacter schützenbachii* e *Gluconobacter oxydans*.

As bactérias acéticas são particularmente instáveis, mostrando acentuado polimorfismo e variação da propriedade bioquímica. Em alguns casos, podem perder até mesmo a capacidade fundamental de oxidar o etanol a ácido acético.

As principais espécies de *Acetobacter*, utilizadas na produção de vinagre, apresentam-se nas formas de bastonetes e cocos, formando correntes e

filamentos. Em relação à temperatura, o melhor rendimento é obtido entre 25°C e 30°C, embora suportem temperatura mínima de 4°C a 5°C e máxima de 43°C. No entanto temperaturas inferiores a 15°C e superiores a 35°C tornam a fermentação acética muito lenta, pois reduzem a atividade bacteriana. Quanto ao álcool, a maior parte das espécies suportam até 11,0% v/v. Em relação ao ácido acético, as bactérias acéticas geralmente suportam até 10,0%.

A bactéria acética ideal é aquela que resiste à elevada concentração de álcool e de ácido acético, com pouca exigência nutritiva, elevada velocidade de transformação do álcool em ácido acético, bom rendimento de transformação, sem hiperoxidar o ácido acético formado, além de conferir boas características gustativas ao vinagre.

Essas bactérias acéticas necessitam do oxigênio do ar para realizarem a acetificação. Por isso multiplicam-se mais na parte superior do vinho que está sendo transformado em vinagre, formando um véu conhecido como "mãe do vinagre". Esse véu pode ser mais ou menos espesso de acordo com o tipo de bactéria.

Segundo a equação da reação oxidativa, o rendimento da transformação do álcool em ácido acético é o seguinte:

$$CH_3 - CH_2OH + O_2 \rightarrow CH_3 - COOH + H_2O\ 0$$

46g de álcool $\rightarrow$ 60 g de ácido acético

1 g de álcool $\rightarrow$ 1,3 g de ácido acético

Na prática, para se determinar a quantidade de ácido acético de um vinagre a partir do vinho que lhe deu origem, estima-se que, para cada 1% v/v de álcool do vinho, forma-se 1% de ácido acético no vinagre. Por exemplo, um vinho de 10% de álcool originará um vinagre de 10% de ácido acético, no entanto esse rendimento é baixo para os acetificadores industriais. Outra maneira de calcular o rendimento em ácido acético é multiplicar o grau alcoólico do vinho por 1,043. Nesse caso, o vinho com 10% v/v de álcool daria origem a um vinagre de 10,43% de ácido acético.

As principais perdas de ácido acético, no processo de acetificação, são devidas ao consumo elevado de álcool pelas bactérias, à evaporação natural dos constituintes voláteis (álcool, ácido acético) e a problemas industriais.

Em alguns casos, as perdas de ácido acético podem ser mais elevadas devido à transformação do ácido acético em água e dióxido de carbono, pela presença predominante de bactérias *Acetobacter xylinum*.

## Vinho para acetificação

Para que a fermentação acética ocorra normalmente e o vinagre obtido seja de boa qualidade e sem nenhum tipo de alteração, o vinho utilizado na acetificação deve apresentar algumas características particulares. Devem ser sãos, potáveis e isentos de cheiros e gostos estranhos. Caso o vinho estiver atacado de doenças como a volta ou o agridoce, é aconselhável efetuar uma prévia pasteurização. Quando a doença estiver adiantada, é mais indicado destilá-lo.

O vinho não deve ter produtos antifermentativos, como é o caso do dióxido de enxofre, o que impediria o desenvolvimento das bactérias acéticas.

O vinho deve estar límpido ou pouco turvo. As substâncias em suspensão podem retardar o processo de reprodução das bactérias acéticas. Quando o vinho estiver muito turvo, convém filtrá-lo.

É recomendável acetificar vinhos secos, pois os açúcares residuais podem favorecer contaminações posteriores especialmente por leveduras.

O vinho base para vinagre não deve conter metais além do limite estabelecido pela legislação, nem conter teor muito elevado de tanino e de matéria corante.

Quanto ao teor alcoólico, é interessante que o vinho apresente entre 8% v/v e 10% v/v, embora as técnicas atuais de fermentação acética permitam utilizar vinhos com 10% v/v a 12% v/v de álcool. A acetificação de vinhos com graduação alcoólica muito elevada torna o processo lento e difícil.

Em alguns casos, pode causar problemas de parada do processo de acetificação devido à ação inibidora do álcool ou do próprio ácido acético presente.

A utilização de vinhos pouco alcoólicos origina vinagres de baixa acidez e pouca qualidade sensorial, além de apresentar custo elevado de produção. Vinhos com grau alcoólico inferior a 4% v/v favorecem a contaminação, originando vinagres fracos, com concentração de ácido acético inferior a 4%.

Quanto à acidez volátil inicial do vinho, concentração acética inferior a 2% para os processos lentos e 1%, para os processos submersos, resultam em fermentações com tempo de indução muito longo, causando maiores perdas de álcool por evaporação além de favorecer contaminações. Concentração acética superior a 3% é tóxica para as bactérias na fase inicial de acetificação.

Muitos produtores de vinagre caseiro elaboram-no a partir de mosto de uva, que é colocado num recipiente com ou sem bagaço, sofrendo ao mesmo tempo as fermentações alcoólica (transformação do açúcar em álcool) e acética (transformação do álcool em ácido acético). Todavia tal processo não é recomendado, pois, além de apresentar baixo rendimento, resulta num vinagre muito susceptível a alterações e nem sempre de boa qualidade.

# Processo de acetificação

## Processo lento

Antigamente, o vinagre era produzido lentamente através do contato de um substrato alcoólico com o ar, como por exemplo o vinho, a cerveja, o hidromel, o álcool de batata e o álcool de cana-de-açúcar. Havia intervenção humana apenas para acrescentar um pouco de vinagre não pasteurizado ou uma porção de uma massa gelatinosa (mãe do vinagre) onde estavam presentes as bactérias acéticas. Renovando o substrato e extraindo o vinagre, conseguia-se continuar a acetificação, obtendo-se vinagres com 4% a 5% de ácido acético e uma certa quantidade de álcool sem acetificar. O processo

lento de acetificação e a presença de álcool residual favorecem a formação de ésteres e outros compostos voláteis que conferem aroma e sabor peculiar aos vinagres assim elaborados.

Em Orleans, na França, o método de acetificação foi aperfeiçoado e designado com o nome da cidade. O processo Orleans é o mais antigo e tradicional método de elaboração do vinagre. Ele consiste em favorecer o contato do ar com uma fina camada gelatinosa, que se mantém na superfície do vinho (mãe do vinagre). O vinho é colocado para acetificar em barris de madeira adaptados e designados de acetificadores (Fig.1).

Para iniciar o processo de elaboração do vinagre, recomenda-se adicionar cerca de 10% do volume útil do acetificador de um vinagre não pasteurizado, isto é, com as bactérias ativas, que funcionam como pé-de-cuba. Não é necessário adicionar substâncias nutritivas para o desenvolvimento das bactérias acéticas, visto que elas estão presentes naturalmente no vinho.

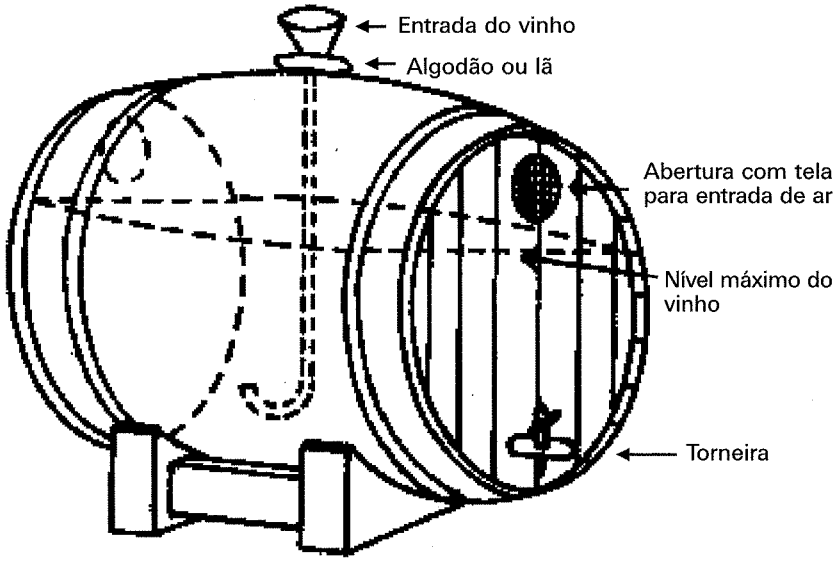


**Fig. 1.** Recipiente utilizado para elaboração de vinagre pelo processo Orleans. Fonte: Aquarone et al. (1983)

Depois de 15 dias, pode-se retirar, aproximadamente, 10% do volume do vinagre que deve ser substituído pelo mesmo volume de vinho para acetificar. A seguir, a operação de retirada de vinagre e colocação de vinho pode ser realizada semanalmente, tornando-se o processo contínuo. Sempre que se retirar o vinagre, é importante efetuar uma análise, para verificar a sua qualidade.

A retirada do vinagre e a adição do vinho no acetificador deve ser feita com cuidado para evitar o rompimento do véu e a conseqüente precipitação das bactérias no fundo do recipiente.

As dimensões dos barris são estabelecidas em função da quantidade de vinagre a elaborar. As aberturas para passagem do ar deverão ser protegidas por uma tela fina para evitar a entrada da mosquinha-do-vinagre.

Os barris são colocados em locais onde a temperatura permanece elevada no inverno, para que a acetificação ocorra de forma mais rápida. Os rendimentos da transformação do álcool em ácido acético são baixos. Entre os principais aspectos negativos do processo, destaca-se a possibilidade de proliferação de bactérias produtoras de celulose e consumidoras de ácido acético além do aparecimento de anguilulas.

Deve-se sempre evitar o contato do vinho e do vinagre com materiais ou equipamentos que contenham ferro, cobre, alumínio ou outros metais que causam problemas de turvação e de toxicidade.

## Processo rápido

Os processos rápidos de elaboração de vinagre foram desenvolvidos a partir do início do século XVII, com a utilização de diferentes materiais porosos como sabugo de milho, engaço da uva e, especialmente, maravalha de madeira, para aumentar a superfície de contato das bactérias acéticas com o vinho. Inicialmente, utiliza-se maravalha de madeira para enchimento de um recipiente tronco-cônico, provido de orifícios para ventilação nas paredes laterais (Fig. 2). Um falso fundo permite recolher o vinho em processo de acetificação, que passa pela camada porosa formada pela maravalha e é

recolocado na parte superior tantas vezes quantas necessárias, para alcançar o grau acético desejado. Como no caso anterior, o início do processo é feito a partir de um vinho adicionado de aproximadamente 10% de vinagre não pasteurizado como pé-de-cuba. A mistura de vinho e vinagre, na passagem através da maravalha, recebe o ar que se movimentava de baixo para cima devido ao aquecimento provocado pelo calor liberado no processo de acetificação. Esse processo é mais rápido que o método Orleans. Quando a concentração de álcool do vinho utilizado para acetificação alcançar próximo a 0,3% v/v, retira-se aproximadamente 4/5 do volume de vinagre, que é substituído por um mesmo volume de vinho reiniciando-se o processo. A retirada de vinagre é feita, em média, a cada 10 dias.

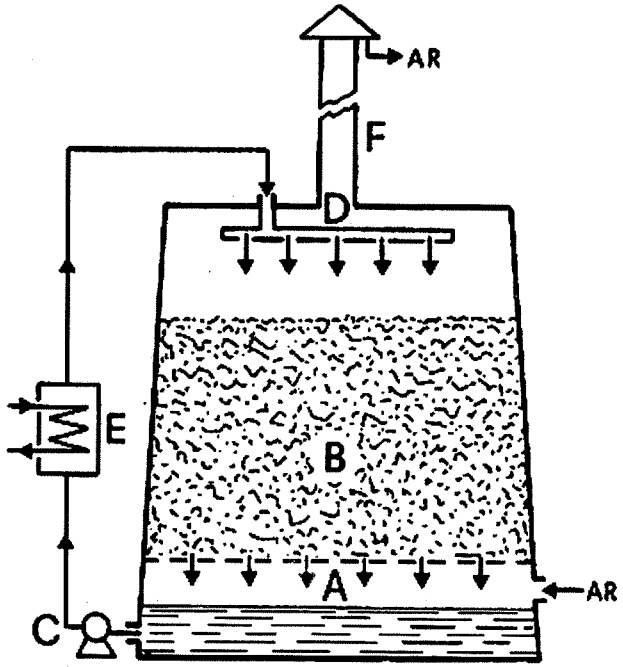


**Fig. 2.** Corte transversal de um acetificador com suporte poroso; A) grade; B) maravalha de madeira; C) bomba para movimentação do vinho em processo de acetificação; D) dispersor do vinho; E) refrigerante de água; F) dispositivo de condensação de vapores. Fonte: Aquarone et al. (1983).

Esse sistema de acetificação representa o primeiro passo para a industrialização do processo de elaboração do vinagre. No entanto, mesmo tendo representado um notável avanço tecnológico, o processo apresenta alguns problemas, tais como:

- a perda de substâncias voláteis por evaporação é de aproximadamente 10%, é portanto, muito elevada;

- o material utilizado como suporte, geralmente maravalha de madeira, se contamina facilmente, exigindo uma limpeza periódica, o que ocasiona sua substituição praticamente todos os anos;

- o novo material necessita de um minucioso acondicionamento até a sua impregnação de vinagre.

## Processo submerso

Atualmente, a rapidez na produção industrial do vinagre determina a preferência pelo sistema que utiliza a fermentação acética submersa.

Nesse caso, também o processo inicia com um vinho previamente acetificado com, aproximadamente, 10% de vinagre não pasteurizado que funciona como pé-de-cuba.

O método baseia-se na presença da bactéria acética submersa no vinho para acetificar, saturado constantemente por finas partículas de ar. Diferentemente dos processos anteriores, as bactérias acéticas se encontram imersas no vinho, sem nenhum suporte de material poroso, mas em íntimo contato com o oxigênio do ar proveniente de intenso arejamento. O equipamento utilizado é formado por um recipiente de grande capacidade, geralmente feito de aço inoxidável, com uma turbina de ar no fundo e tubos por onde circula a água para refrigeração que funciona automaticamente (Fig. 3 e 4). Ao entrar no fermentador acético, o ar é dispersado de forma homogênea em todo o vinho e na forma de borbulhas de tamanho menor possível. Quando o vinho do fermentador alcançar aproximadamente 0,2% v/v de álcool, o que acontece em intervalos de 30 a 40 horas, retiram-se aproximadamente de 40% a 45% do volume de vinagre que é substituído

pelo mesmo volume de vinho a acetificar. O controle da temperatura nesse processo é feito mediante um sistema interno de refrigeração, que funciona automaticamente.

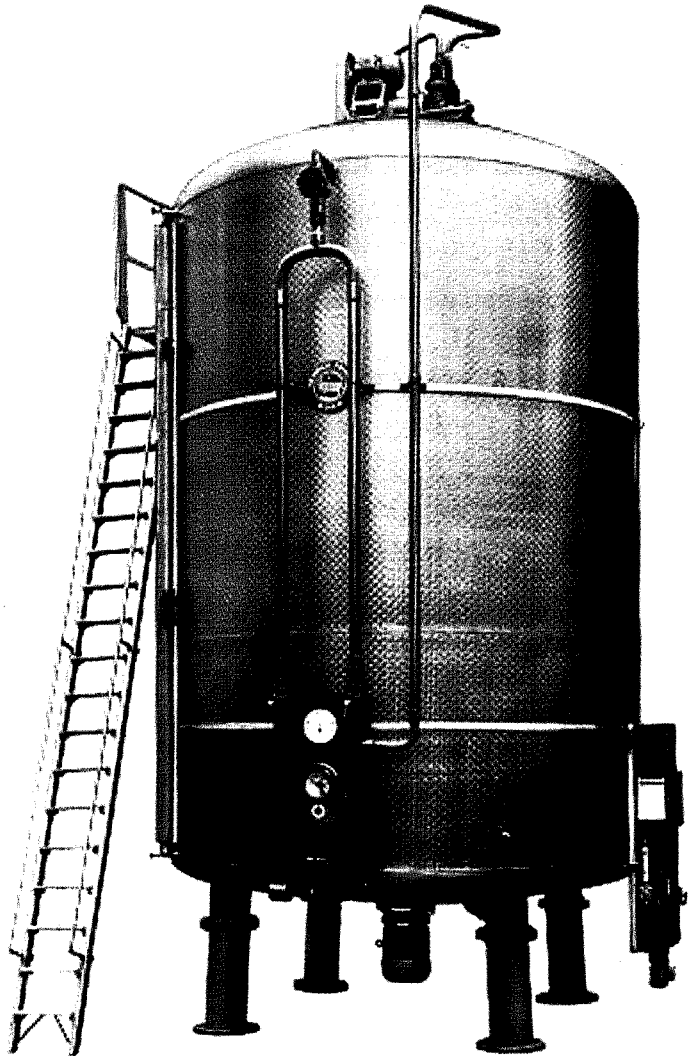

**Fig. 3.** Vista geral de um acetificador em aço inoxidável.
Fonte: Mecca *et al.* (1979).

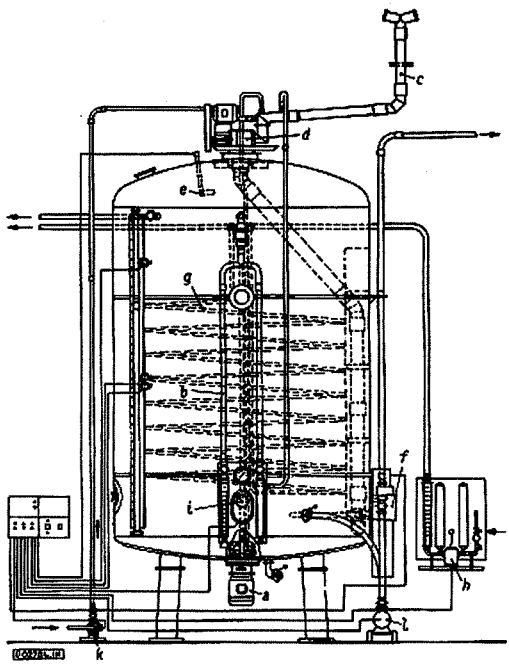


**Fig. 4.** Corte transversal de um acetificador para elaboração de vinagre pelo método com fermentação acética submersa; a- turbina de ar; b- compensador de ar; c- dispositivo para coletar líquido de condensação; d-e- dispositivo para controlar a formação de espuma; f- dispositivo para medir o álcool; g- serpentina para refrigeração; h-dispositivo para refrigeração; i- termômetro; j- bomba para entrada do vinho; k- bomba para retirada do vinagre.
Fonte: Mecca *et al.* (1979).

Através desse processo de acetificação, é possível reduzir as perdas por evaporação para 3% a 5%, não havendo necessidade de material de suporte e, conseqüentemente, os problemas advindos da sua manutenção. É possível incorporar sistemas automáticos para carga e descarga do fermentador e controle de temperatura.

O vinagre produzido por esse processo apresenta-se turvo, com qualidade inferior àquele obtido pelo método lento, devido ao revolvimento acentuado e persistente provocado pela quantidade de ar introduzido sob pressão na acetificação.

# Vinagre balsâmico

O vinagre balsâmico é um produto distinto devido ao processo de elaboração e às características aromáticas que adquire. O mais conhecido é o "Vinagre Balsâmico Tradicional de Modena" que é protegido por uma "Denominação de Origem" desde 1983.

A história do vinagre balsâmico inicia-se na região de Modena, pois as condições de clima da região proporcionavam apenas produção de vinhos com baixa graduação alcoólica, portanto não recomendados para exportação, mas apropriados para a produção do vinagre.

O vinagre balsâmico é o produto obtido da fermentação alcoólica e acética do mosto de uva Trebbiano, cozido, o qual é obtido a partir da uva esmagada e separado no início da fermentação alcoólica. O cozimento é feito em fogo direto até o teor de açúcar alcançar valor compreendido entre 28 e 33°Babo, o que corresponde a uma redução de 20% a 30% do volume inicial do mosto. Um mosto mais cozido dará origem a um vinagre balsâmico mais doce. Os vinagres feitos de mostos menos cozidos são os preferidos e necessitam de mais tempo para serem feitos. O mosto, assim concentrado, é colocado em recipientes de madeira, até tornar-se vinagre balsâmico, o que acontece com o tempo, com o tipo de recipiente e da madeira.

Uma bateria adequada para a elaboração de vinagre balsâmico é constituída de uma barrica de madeira de amoreira de 60 L, uma de castanheira de 50 L, uma de cerejeira de 40 L, uma de fresno de 30 L e uma de carvalho de 20 L. Uma vinagreira em condições deve ter as barricas perfeitamente limpas e esterilizadas.

Os recipientes utilizados para elaborar o vinagre balsâmico são colocados em locais quentes e bem arejados, para favorecer a atividade das bactérias acéticas. Geralmente, no inverno, quando a atividade microbiana é reduzida devido ao frio, é o momento recomendável para efetuar trasfegas e adição de mosto cozido. Nos demais períodos do ano, o vinagre necessita de repouso e de um discreto acompanhamento. O tempo necessário para a elaboração do vinagre balsâmico é de, no mínimo, 20 anos e é comum encontrarem-se vinagres com até 50 anos.

No início do processo de elaboração do vinagre balsâmico, é recomendável deixar a abertura superior da barrica coberta apenas com um pano, para proteger da entrada de poeira e insetos e favorecer a aeração. Somente mais tarde é recomendável utilizar um batoque de madeira para fechar a abertura da barrica.

Visto que o vinagre balsâmico é considerado um produto tradicional na Itália, é muito difícil definir um processo de produção em escala industrial.

O aspecto microbiológico da formação de vinagre balsâmico é importante, pois as fermentações alcoólica e acética ocorrem simultaneamente no mosto. A fermentação alcoólica acontece, geralmente, com a participação de leveduras osmofílicas do gênero *Zygosaccharomyces,* que se caracterizam pela baixa capacidade fermentativa, pois fermentam lentamente e produzem apenas de 5% a 6% de álcool, além de quantidades elevadas de acidez volátil. Essa fermentação ocorre no primeiro recipiente e, normalmente, não adquire aspecto tumultuoso. Por isso, muitas vezes, não é percebida e até mesmo questionada na produção de vinagre balsâmico.

A fermentação acética também acontece no primeiro recipiente e conta com a participação de bactérias acéticas do gênero *Acetobacter* que formam película na superfície, constituindo a "mãe do vinagre".

Assim, no primeiro recipiente se concentra a atividade microbiológica; nos demais, as transformações são de ordem físico-químicas (oxidação, combinações químicas, evaporação).

O vinagre balsâmico, quando pronto, adquire aspecto denso, xaroposo e escuro, com perfume e sabor doce/ácido inconfundível, resultado de todas as operações efetuadas durante o longo período de elaboração e estocagem/envelhecimento nos diferentes tipos de madeira.

O vinagre balsâmico é considerado um dos mais refinados condimentos. É recomendável utilizá-lo em saladas e frituras, além de combinar perfeitamente e exaltar o gosto e o aroma quando utilizado em pratos com carnes. É utilizado também em gargarejos para proteger a garganta de determinadas infecções, além de ser considerado um ótimo antioxidante.

# Composição do vinagre

As principais características analíticas de vinagres de vinho branco e de vinagres de vinho tinto brasileiros estão indicadas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Características analíticas de vinagres de vinho branco e de vinho tinto brasileiros.

| | Vinagres de vinho branco | | Vinagres de vinho tinto | |
|---|---|---|---|---|
| Variável | *Intervalo de confiança | Média | *Intervalo de confiança | Média |
| Densidade a 20°C (g/L) | 1009,4 - 1010,4 | 1009,9 | 1009,8 - 1010,7 | 1010,3 |
| Etanol (g/L) | 0,7 - 2,2 | 1,5 | 0,4 - 2,2 | 1,3 |
| Metanol (mg/L) | 0,1 - 11,8 | 3,8 | 11,3 - 27,2 | 19,3 |
| Acetato de etila (mg/L) | 112 - 265 | 189 | 62 - 311 | 186 |
| Acidez total (g % em ácido acético) | 4,34 - 4,63 | 4,49 | 4,40 - 4,79 | 4,59 |
| Acidez volátil (g % em ácido acético) | 4,24 - 4,44 | 4,34 | 4,20 - 4,62 | 4,40 |
| Acidez fixa (g % em ácido acético) | 0,10 - 0,20 | 0,15 | 0,14 - 0,23 | 0,18 |
| pH | 2,69 - 2,83 | 2,76 | 2,72 - 2,81 | 2,79 |
| Extrato seco (g/L) | 8,02 - 10,63 | 9,32 | 8,40 - 11,15 | 9,78 |
| Extrato seco reduzido (g/L) | 7,16 - 9,27 | 8,22 | 7,79 - 9,93 | 8,86 |
| Açúcares redutores totais (g/L) | 1,34 - 2,73 | 2,04 | 1,29 - 2,46 | 1,88 |
| Cinzas (g/L) | 1,36 - 1,64 | 1,50 | 1,23 - 1,70 | 1,46 |
| Alcalinidade das cinzas (meq/L) | 5,6 - 11,1 | 8,4 | 6,3 - 10,9 | 8,6 |
| DO (420 nm) | 0,062 - 0,165 | 0,114 | 0,037 - 0,058 | 0,047 |
| DO (520 nm) | - - | - | 0,036 - 0,060 | 0,048 |
| Intensidade de cor (DO 420 + DO 520) | - - | - | 0,073 - 0,118 | 0,096 |
| Coloração (DO 420 / DO 520) | - - | - | 0,912 - 1,085 | 0,998 |
| Prolina (mg/L) | 0,1 - 19,3 | 9,6 | 9,7 - 22,6 | 16,2 |
| Cloretos (mg/L) | 62 - 585 | 262 | 37 - 354 | 167 |
| Potássio (mg/L) | 190 - 471 | 330 | 301 - 549 | 425 |
| Sódio (mg/L) | 42 - 391 | 217 | 20 - 227 | 123 |
| Cálcio (mg/L) | 33 - 130 | 82 | 47 - 121 | 84 |
| Magnésio (mg/L) | 11 - 22 | 16 | 19 - 31 | 25 |
| Manganês (mg/L) | 0,1 - 4,9 | 2,5 | 0,5 - 4,6 | 2,6 |
| Ferro (mg/L) | 0,8 - 1,9 | 1,4 | 1,5 - 8,0 | 4,0 |
| Cobre (mg/L) | 0,1 - 0,3 | 0,2 | 0,1 - 0,3 | 0,2 |
| Zinco (mg/L) | 0,1 - 0,3 | 0,2 | 0,2 - 0,4 | 0,3 |
| Fósforo (mg/L) | 45 - 172 | 109 | 73 - 156 | 114 |

Fonte: Rizzon e Miele (1998).

* Nível de probabilidade do intervalo de confiança 99%.

- Análises não compatíveis com vinagres de vinho branco.

A acidez volátil corresponde ao teor de ácido acético que é o componente mais importante do vinagre. Ele provém da oxidação do álcool do vinho no processo de acetificação. O vinagre para consumo deve ter entre 4% e 6% de ácido acético. A legislação brasileira estabelece em 4% o teor mínimo de ácido acético para vinagre.

O grau alcoólico do vinagre representa o resíduo do processo de acetificação. Todo vinagre deve ter um pouco de álcool, caso contrário as bactérias acéticas, na ausência de um substrato alcoólico, podem degradar o ácido acético produzido com prejuízo para o próprio vinagre. A legislação brasileira estabelece em 1,0% v/v o teor alcoólico máximo para o vinagre.

Quanto ao metanol, não há dados sobre sua concentração em vinagres brasileiros. Trata-se de um álcool formado a partir da hidrólise da pectina da uva e liberado por ocasião da maceração na vinificação. Como provém do vinho utilizado para acetificação e como não é oxidado pelas bactérias acéticas, a quantidade não se altera no processo de acetificação.
O conhecimento do teor de metanol do vinagre de vinho é fundamental para comprovar a sua origem, pois ele não é metabolizado no processo de acetificação. O vinagre de vinho genuíno deveria apresentar, no mínimo, 25 mg/L de metanol para vinagre de vinho branco e 50 mg/L para o vinagre de vinho tinto.

A legislação brasileira não estabelece limite de metanol nos vinagres de vinho. Na Espanha, o teor de metanol dos vinagres de vinho não deve ultrapassar 1,0 g/L, enquanto que nos vinagres italianos o limite de metanol varia entre 60 mg/L e 130 mg/L. Vinagres com teores de metanol muito elevados correspondem a produtos elaborados com vinhos de prensa.

O acetato de etila é, quantitativamente, o éster mais importante do vinho e do vinagre de vinho. Este composto aumenta o aroma do vinagre e se encontra em maior quantidade nos melhores vinagres.

O extrato seco e as cinzas do vinagre, proporcionalmente, devem se relacionar com a concentração inicial do vinho. A relação entre o extrato seco reduzido e as cinzas deve ficar compreendida entre 3,5 e 8,0.

Com relação à alcalinidade das cinzas, os valores encontrados sempre foram

inferiores àqueles dos vinhos, o que mostra que os ácidos fixos se encontram predominantemente na forma livre. De outra parte, constataram-se pequenas diferenças entre os vinagres de vinho branco e aqueles de vinho tinto.

A prolina é um dos aminoácidos mais importantes nos vinhos principalmente nos elaborados com espécies de *Vitis vinifera* L. O nitrogênio da prolina é pouco metabolizado pelas leveduras na fermentação alcoólica e pelas bactérias no processo de acetificação. Por isso, a quantidade de prolina é mais ou menos constante na passagem de mosto para vinho e desse para vinagre. De outra parte, existe uma relação entre a prolina e a cultivar que originou o vinho. Assim, os vinhos de uvas do grupo das americanas apresentam baixos teores de prolina. Esse aminoácido é um componente importante e deve ser melhor estudado para auxiliar na comprovação da origem vínica do vinagre.

O potássio é o cátion mais importante do vinho e, conseqüentemente, do vinagre, pois representa aproximadamente 40% do valor das cinzas. É normal os vinagres de vinho tinto apresentarem teores mais elevados de potássio em relação aos vinagres de vinho branco devido à maceração pelicular na vinificação em tinto. Constatou-se, em alguns vinagres de vinho branco e de vinho tinto, mais sódio do que potássio, fato que não acontece nos vinhos, pois o sódio aparece em concentrações mais baixas. Na verdade, o sódio é facilmente alterado pelos coadjuvantes de filtração, de clarificação e de estabilização dos vinagres.

O cálcio e o magnésio também aparecem com teores relativamente altos nos vinagres e estão sempre presentes nos vinhos.

O manganês é um cátion encontrado, regularmente, nos vinhos em pequenas quantidades menos de 3,0 mg/L. Os teores médios detectados nos vinagres correspondem àqueles dos vinhos.

Com relação ao ferro, cobre e zinco, os teores encontrados nos vinagres também é o reflexo da concentração do vinho, embora o contato com determinados materiais ou a utilização de produtos enológicos para clarificar e estabilizar o vinagre possam aumentar o teor.

# O Vinagre e a legislação brasileira

Vinagre é o produto resultante da fermentação acética do vinho. A expressão vinagre usada isoladamente é privativa do fermentado acético do vinho. Os produtos resultantes de outras matérias-primas são denominados de fermentados acéticos seguido pelo nome do produto de origem.

O vinho comercializado para elaboração de vinagre em outro local, deve sofrer uma prévia acetificação pelo órgão fiscalizador, na origem, de no mínimo 0,6% de ácido acético, para descaracterizá-lo como vinho de mesa. Os limites estabelecidos para o vinagre de vinho e fermentado acético de frutas são indicados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Limites analíticos estabelecidos pela legislação brasileira para vinagre de vinho e fermentado acético de frutas.

| Variável | Limite | |
|---|---|---|
| | Mínimo | Máximo |
| Acidez volátil, em ácido acético g/100 ml | 4,0 | - |
| Álcool (% v/v) a 20°C | - | 1,0 |
| Extrato seco reduzido (g/L) | | |
| Tintos e Rosados | 7,0 | - |
| Brancos | 6,0 | - |
| Sulfato de potássio (g/L) | - | 1,0 |
| Dióxido de enxofre total (mg/L) | - | 200 |
| Presença de corantes artificiais | neg. | - |

Fonte: Ministério da Agricultura – Portaria nº 745, de 24 de outubro de 1977.

Além desses parâmetros analíticos, a legislação brasileira estabelece que o vinagre de vinho deve apresentar-se límpido e com características sensoriais próprias. É proibido pela legislação brasileira utilizar ácido acético de síntese para elaboração de vinagre, assim como a designação de vinagre de vinho para fermentados acéticos de outras frutas. O enquadramento analítico do

vinagre de vinho, aos padrões estabelecidos pela legislação brasileira, é facilmente obtido, pois os limites são amplos. Outros componentes do vinagre, tais como metanol, acetoína, potássio, sódio, magnésio e fósforo também poderiam contribuir na caracterização do vinagre de vinho, depois de estudados e estabelecidos os limites adequados.

Um dos problemas correntes do vinagre brasileiro é a designação de vinagre de vinho a produtos elaborados com álcool de cana-de-açúcar e pequena quantidade de vinho. Isso acontece devido ao menor preço do álcool de cana-de-açúcar em relação ao vinho. Considera-se, ainda, que com um litro de vinho obtêm-se entre dois e dois e meio litros de vinagre, enquanto que um litro de álcool produz entre 18 L e 20 L de vinagre, com 4% de ácido acético. Esse procedimento deixou de utilizar um volume considerável de vinho, com prejuízo para as regiões produtoras, para a tipicidade e a qualidade do vinagre de vinho.

Atualmente, a determinação da proporção de isótopos estáveis do $C^{12}/C^{13}$, presentes no ácido acético de vinagre, permite determinar se o ácido acético provém do álcool de cana-de-açúcar ou do vinho.

## Alterações do vinagre

O vinagre, assim como o vinho, está sujeito a alterações causadas principalmente pela falta de condições higiênicas adequadas durante o processo de elaboração. As principais alterações que podem ocorrer no vinagre são devidas aos seguintes agentes:

- Anguilula do vinagre (*Anguillula aceti*): é um pequeno nematóide, de 1 mm a 2 mm de comprimento que se desenvolve principalmente nos vinagres fracos, causando-lhes odores desagradáveis e aspecto indesejável, embora não seja prejudicial à saúde;

- Mosquinha do vinagre (*Drosophylla melanogaster*): é responsável pela transmissão de vários microrganismos infectantes do vinagre;

- Elementos químicos: o ferro e o cobre, quando em concentrações elevadas,

causam escurecimento e turvação e transmitem um gosto metálico ao vinagre;

- Microrganismos diversos: existem várias espécies de bactérias, fungos e alguns ácaros que podem contaminar o vinagre, tornando-o, em casos extremos, impróprio para o consumo.

Um dos maiores problemas das vinagreiras que utilizam o processo rápido é a proliferação de bactérias da espécie *Acetobacter xilynum*, produtora de quantidade elevada de substância gelatinosa que, com o tempo, chega a obstruir a passagem do vinho em acetificação através do suporte poroso. Quando isso ocorre há necessidade de parar o processo, lavar o material de enchimento com solução alcoólica. O material de enchimento é totalmente substituído após um ano de uso.

Em alguns casos, quando todo o álcool já tiver sido transformado em ácido acético, as próprias bactérias poderão consumi-lo. Assim, para a elaboração caseira, quando o vinagre estiver pronto, deve-se retirá-lo do recipiente no máximo até 30 dias após a elaboração.

As alterações de ordem microbiológica que ocorrem no vinagre podem ser evitadas através do controle rigoroso das condições higiênicas no local de produção, enquanto que o cuidado de não deixar o vinagre em contato com recipientes e materiais de ferro e cobre diminui a concentração desses minerais.

A variação da cor e da limpidez nos vinagres tintos pode ser devida ao excesso de ferro e de tanino que originam a "casse férrica". Nos vinagres de vinho branco que não possuem taninos e corantes tintos, mas contêm teores de ferro e fosfato elevados, a alteração da limpidez é devida à precipitação de fosfato férrico de cor branca, fenômeno denominado "casse branca".

O teor de cobre elevado no vinagre de vinho pode causar turvação que se manifesta em ambiente reduzido e cuja velocidade de reação é acelerada pela luz. Nesse caso, a turvação adquire um aspecto mais leitoso em relação àquela causada pelo excesso de ferro. Nos vinagres de vinho podem ocorrer ainda turvações de origem protéica, de cristais de bitartarato e devido à presença de terras de filtração, bentonite e gelatina.

# Referências Bibliográficas

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

BRASIL. Ministério da Agricultura. Laboratório Nacional de Defesa Vegetal. **Metodologia e análise de bebidas e vinagres**. Brasília: Imprensa Nacional, 1986. 67 p.

CARPENTIERI, F. **L'aceto**. Roma: Societa per Azione Fratelli Ottavi Casale Monferrato, 1947. 180 p.

FURTADO, D. de A. **Tecnologia agrícola – Enologia**. Porto Alegre: UFRGS – Faculdade de Agronomia e Veterinária – Centro Acadêmico Leopoldo Cortez, 1969. 238 p.

GAROGLIO, P. G. **Nuovo trattato di enologia**. Firenze: Sansoni Edizioni Scientifiche, 1953. v. 3.

HANSSEN, M. **Le vinaigre de cidre**. Paris: Desforges, 1979. 103 p.

LLAGUNO, C. Quality of Spanish wine vinegars. **Process Biochemistry**, Watford, U.K., v. 12, n. 8, p. 17-19, 1977.

LLAGUNO, C.; POLO, M. C. **El vinagre de vino**. Madrid: Consejo Superior de Investigación Científicas, 1991. 238 p.

MECCA, F.; ANDREOTTI, R.; VERONELLI, L. **L'aceto**. Brescia: AEB, 1979. 433 p.

PEIXOTO, J. A. de O.; LAGO COSTA, F. do J.; MAIA, M. de J. C.; SANTOS, M. A. dos; VASCONCELOS, P. M. de. Produção de vinagre a partir de frutos tropicais excedentes de safra. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 33-40, 1987.

PERKIN-ELMER. **Analytical methods for atomic absorption spectrophotometry**. Norwalk, 1976. 432 p.

RIZZON, L. A.; GUERRA, C. C.; SALVADOR, G. L. **Elaboração de vinagre na propriedade vitícola**. Bento Gonçalves: EMBRAPA-CNPUV, 1992. 11 p. (EMBRAPA-CNPUV. Circular Técnica, 15).

RIZZON, L. A.; MIELE, A. Características analíticas de vinagres comerciais de vinhos brasileiros. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 1, n. 1 / 2, p. 25-31, 1998.

SACCHETTI, M. **L'aceto balsamico modenense.** Bologna: Edagricole, 1991. 75 p.

SALVATERRA, G. **L'aceto balsamico tradizionale di Modena**. Bologna: Calderini, 1994. 213 p.

TAGLIAFERRI, M. di. L'aceto balsamico naturale. **Vini d'Italia**, Roma, v. 29, n. 1, p. 11-16, 1987.

TAGLIAFERRI, M. di. Aceto balsamico: avvio di un'acetaia. **Vini d'Italia**, Roma, v. 29, n. 2, p. 45-50, 1987.

TAKEMOTO, S. Y. **Avaliação do teor de acetoína em vinagres como forma de verificação de sua genuinidade**. 2000. 116 f. Dissertação (Mestrado de Engenharia Química) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

Embrapa

Uva e Vinho

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA,
PECUÁRIA E ABASTECIMENTO