

Physical and Chemical Characterization of Strawberry Unfermented

Caracterização Físico-química do Fermentado de Morango

Títulos abreviados:

Unfermented Strawberry

Fermentado de Morango

Murilo Barbosa de Andrade^{1*}; Guilherme Augusto Perim¹; Tássia Rhuna Tonial dos Santos³; Rubiane Ganascim Marques¹

ABSTRACT

Strawberry is a fruit with fragile structure and high respiration rate, which results in a relatively short postharvest. With the increasing cultivation in Brazil, it is mainly consumed as fresh fruit or processed as jam or frozen pulp. Also an option for the processing of fermented fruit is strawberry. This study aimed to develop a manufacturing process of fermented strawberry in laboratory, and analyze the kinetics of fermentation beverage produced as well as its sensory characteristics. The drink had produced a delicate flavor with mild strawberry flavor, pH of 3.51, total acidity of 4.5 and an content of 9.62% being in conformity within the standards required by the Brazilian legislation on drinks.

Keywords: fermented strawberry, fermentation kinetics, fermented fruit

RESUMO

O morango é um fruto que apresenta estrutura frágil e alta taxa de atividade respiratória, resultando em uma conservação pós-colheita relativamente curta do fruto *in natura*. Com o aumento da produção no Brasil, ele é utilizado principalmente para consumo da fruta *in natura*, fabricação de geleia e polpa congelada da fruta. Além disso, uma opção para o processamento da fruta é o fermentado de morango. O presente trabalho teve como objetivo desenvolver um processo de fabricação de fermentado do morango em laboratório, e analisar a cinética fermentativa da bebida produzida assim como suas características sensoriais. A bebida produzida apresentou um sabor delicado com leve aroma de morango, pH de 3,51, acidez total de 4,5 e teor alcoólico de 9,62% estando em conformidade com os padrões exigidos pela legislação brasileira sobre bebidas.

Palavras Chave: fermentado de morango, cinética fermentativa, fermentado de frutas.

¹Faculdade de Telêmaco Borba - Departamento de Engenharia Química, Caixa Postal 2051 – 84266-010 Telêmaco Borba – Pr

³Universidade Estadual de Maringá– Departamento de Pós Graduação em Engenharia Química CEP 87020360 Maringá – Paraná

*E-mail: mubandrade@hotmail.com

INTRODUÇÃO

A produção brasileira de morangos no ano de 2007 foi estimada em aproximadamente 100 mil toneladas, com uma área ocupada de 3.500 hectares (ANTUNES et al., 2010). A produção nacional de morangos se expande a cada ano, com predominância do cultivo em pequenas propriedades rurais. Tratando-se de exploração que agrega mão de obra familiar, possui grande importância econômica e social, caracterizando-se como excelente fonte de renda para pequenas propriedades. Atualmente no Brasil, o morangueiro é cultivado principalmente nos estados do Rio Grande do Sul, São Paulo, Minas Gerais, Santa Catarina, Paraná, Espírito Santo, Goiás e Distrito Federal (ANTUNES et al., 2010).

O morango possui 2,3% de fibras, 92,8% de água e 39 calorias em 100 gramas de frutos, vitaminas B1, B2 e B5 e C e outros elementos, como potássio, sódio, cálcio, ferro e fósforo (LUENGO et al., 2000). Dentre as propriedades do morango, destacam-se a sua ação antioxidante, a capacidade de reduzir a suscetibilidade a infecções, o seu efeito diurético e sua atividade anti-inflamatória em reumatismo e gota (ROCHA et al., 2008).

O morango é um fruto que apresenta estrutura frágil e alta taxa de atividade respiratória, resultando em uma conservação pós-colheita relativamente curta do fruto in natura (ANTUNES et al., 2010). Uma alternativa viável para o aproveitamento econômico desses frutos é a industrialização na forma de geleias e sucos que aumentam sua validade e agregam valor econômico ao mesmo (VENDRUSCOLO; VENDRUSCOLO, 2007). Uma alternativa para agregar valor ao fruto é a produção de um fermentado de morango.

A principal matéria-prima para a fabricação de vinhos é a uva, porém o intuito de agregar valor a diferentes frutas, e os avanços tecnológicos na viticultura têm promovido a busca de novos processos para a fabricação de bebidas fermentadas de frutas. A produção de fermentados a partir de

frutas como amora, abacaxi, laranja, kiwi, entre outras (LEA e PIGGOTT 1995).

A definição bioquímica de vinho seria: “Bebida proveniente da fermentação alcoólica dos açúcares de suco de uva pelas leveduras e, em certos casos, pelas bactérias lácticas. Já o fermentado de fruta é a bebida com graduação alcoólica máxima de 14°GL, obtido da fermentação do mosto de frutas adicionado de sacarose e água potável” (AQUARONE et al 2001).

Os vinhos ou fermentados de frutas são divididos em três classes no que se refere à quantidade de açúcares residuais. A primeira classe apresenta os vinhos do tipo seco, com até 5 g/L de açúcar residual, a segunda entre 5 e 20 g/L de açúcar residual são os do tipo meio seco e a terceira é a classe dos vinhos suaves, com mais de 20 g/L (RIZZON; ZANUZ; MANFREDINI, 1994).

Os fermentados de frutas como morango e laranja não são tão comuns quanto o vinho proveniente da uva, sendo sua produção ainda em escala artesanal no Brasil (CORAZZA; RODRIGUEZ; NOZAKI, 2001). Como o fermentado de morango é pouco divulgado é interessante o estudo mais aprofundado de sua produção.

A fabricação de um fermentado alcoólico de morango poderá ser uma boa alternativa para o aproveitamento de excedentes de safra. A comercialização visa minimizar o desperdício e desenvolver um fermentado de morango, possibilitando uma alternativa para o tradicional vinho de uva. A utilização do morango para obtenção de fermentado alcoólico requer uma adaptação dos processos de produção de vinhos, pois, em nível industrial, as operações aplicadas aos processos de fermentados de frutas são adaptações da produção de vinho de uva.

O estudo cinético de um processo fermentativo analisa a evolução dos valores da concentração dos componentes do meio em cultivo (mosto), em função do tempo em que ocorre a fermentação (MELO 2011).

O estudo cinético dos processos fermentativos analisa a velocidade das reações de transformação do substrato em produto (MELO, 2011), no qual o objetivo básico é medir as velocidades de transformação de crescimento celular, consumo de substrato e formação de produtos (BORZANI et al., 2001).

A avaliação do desempenho do processo (HISS, 2001) é dada pela produtividade da fermentação em função dos fatores de produção do produto, e, o rendimento do processo fermentativo pode ser relacionado através do fator de conversão do substrato no produto desejado (YP/S). A eficiência do processo depende da conversão dos açúcares em produto (PAVLAK et al., 2011).

Foi adaptado ao presente estudo o modelo de fabricação de vinho de uva utilizado por Melo (2011) para verificar se era possível a fabricação de fermentado de morango e analisar suas propriedades sensoriais assim como acompanhar a cinética de produção do fermentado de morango.

MATERIAL E MÉTODOS

A matéria-prima utilizada foi uma amostra de morango (*Fragaria vesca* L.), adquirida e selecionada no mercado da cidade de Telêmaco Borba (PR).

Produziu-se o fermentado do morango utilizando o seguinte procedimento:

A classificação e extração dos frutos foram realizadas com a seleção dos morangos para eliminar os mais defeituosos, estragados e, principalmente, aqueles que já se apresentavam em processo de fermentação e selecionar, de preferência, os mais maduros. Em seguida, os frutos foram lavados com água clorada para eliminar as sujeiras mais grosseiras e os microrganismos, deixando-os na água durante 30 min. Separou-se as folhas e procedeu-se a lavagem dos frutos com água corrente para eliminar a sujeira fina e resíduos do cloro existente na lavagem anterior.

Os materiais utilizados para realização dos ensaios fermentativos foram higienizados com álcool a 70%. Os frutos do morango foram processados em um processador “Walitta”, para obtenção do suco de morango (1,1 L), a etapa seguinte foi prepará-lo para fermentação, verificando antes o teor de sólidos solúveis, o pH e a acidez total. A sulfitação foi realizada com adição de metabissulfito de sódio a 10% (m/v) e, por último, realizou-se a primeira adição de açúcar, denominada chaptalização.

A sulfitação tem por objetivo essencial paralisar momentaneamente o desenvolvimento de microrganismos existentes no mosto, em particular os indesejados. Entretanto, esses microrganismos não são eliminados, permanecem no estado latente, o que possibilita a inoculação do mosto com leveduras selecionadas em plena atividade as quais dominam rapidamente as selvagens (AQUARONE et al., 2001).

A sulfitação apresenta algumas inconveniências quando empregada em doses elevadas. O primeiro inconveniente é retardar ou impedir a fermentação malolática. Outro inconveniente é ser tido como precursor do gosto de sulfeto de hidrogênio, de mercaptana, nos vinhos novos, que permanecem muito tempo sobre suas borras (AQUARONE et al., 2001).

A chaptalização, foi realizada de acordo com Aquarone et al (2001) no qual adicionou-se 17 g de açúcar por litro para aumentar 1 °GL. Esse cálculo é válido quando a vinificação é efetuada a baixa temperatura, entretanto, numa vinificação em tinto geralmente a temperatura é mais elevada, ocasionando desta forma um rendimento menor.

Uma chaptalização moderna, que permite elevar o teor alcoólico de 1 a 1,5 °GL confere ao vinho uma melhoria de qualidade, aumentando seu corpo e tornando-o mais “redondo” ao paladar (PEYNAUD, 1971). A adição de sacarose foi realizada com uma concentração total de 507 g/L para justificar a não inibição por substrato (sacarose).

Terminada a preparação do mosto iniciou-se a preparação para fermentação, em um béquer de 3 L foi adicionado o fermento S-04

(*Saccharomyces cerevisiae*) de alta fermentação como agente fermentador. Optou-se por utilizar seis erlenmeyers, um de 1 L e cinco de 250 mL sobre o qual foi distribuído o mosto (processo operado em reator de batelada agitado). Em um intervalo de tempo de 2 dias (estudo cinético) mediu-se o grau brix, a temperatura e a concentração de álcool.

Durante o processo da fermentação alcoólica do fermentado de morango foram obtidos dados referentes às concentrações de substrato (sacarose) e produto (etanol) em intervalos de 2 dias, controle feito durante 8 dias e posteriormente foi deixado o fermentado durante mais 22 dias de processo, em um reator batelada na temperatura ambiente (28 ± 2 °C). A fermentação foi encerrada quando o grau brix estava próximo de 8 (aproximadamente 82,5 g/L de açúcar residual), para se obter um fermentado de fruta do tipo suave.

A determinação da acidez total foi realizada pelo método de titulação volumétrica. Utilizando uma solução de hidróxido de sódio 0,1 M e, como indicador, a solução alcoólica de fenolftaleína a 1%. O procedimento para análise de sacarose residual (g/L) foi realizado utilizando-se o refratômetro portátil "RTA 50", que mede o grau brix, na faixa de temperatura entre 10°C e 30°C. No cálculo da concentração de sacarose (g/L), foi utilizada a Equação 1, que apresenta a correlação entre o grau brix e a concentração de sacarose.

$$\text{Concentração de sacarose } \left(\frac{g}{L}\right) = \text{grau brix} * 10,13 + 1,445 \quad (1)$$

O pH foi determinado através de um pHmetro digital MARTE MB 10. A determinação da concentração de etanol (% de etanol em volume, a 20 °C) no fermentado foi realizada utilizando-se a Equação 2.

$$E = \frac{(Bi - Bf) * 4}{7,4} \quad (2)$$

Bi = grau brix inicial

Bf = grau brix final

Foi determinada a concentração de microrganismos (g célula seca/L) por gravimetria. Utilizou-se papel filtro de 0,45 µm, previamente seco em estufa a 60 °C por 24 h. Retirava-se 20 mL da amostra do mosto em fermentação e procedia-se à filtração. O papel de filtro com os sólidos retidos era novamente colocado na estufa, nas mesmas condições da secagem apenas do papel de filtro. Para o cálculo da concentração de leveduras foi feita a diferença entre os dois pesos dividido pelo volume da amostra.

Os parâmetros característicos do processo fermentativo são: o fator de conversão de substrato em produto, produtividade e a eficiência do processo; calculados conforme as Equações 3, 4 e 5.

Fator de Conversão de substrato em produto ($Y_{P/S}$) (HISS, 2001):

$$Y_{P/S} = \frac{(P_m - P_0)}{(S_0 - S_m)} \quad (3)$$

No qual,

P_m = massa de etanol final

P_0 = massa de etanol inicial

S_m = massa de substrato final

S_0 = massa de substrato inicial

Eficiência do processo fermentativo (PAVLAK *et al.*, 2011):

$$E = \left(\frac{Y_{P/S}}{0,511}\right) * 100 \quad (4)$$

No qual,

E = eficiência do processo em %

$Y_{P/S}$ = rendimento da fermentação expresso pela quantidade de etanol formado por unidade de açúcar consumido.

Produtividade da fermentação (HISS, 2001):

$$P_p = \frac{(P_m - P_0)}{t_f} \quad (5)$$

No qual,

P_p = produtividade do produto

P_m = quantidade máxima de produto no final da fermentação

P_0 = quantidade inicial de produtos

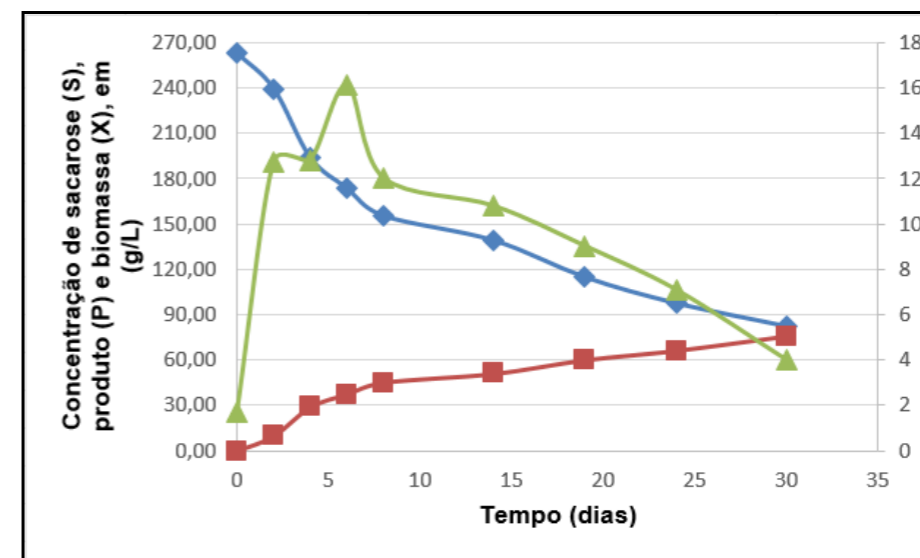
t_f = tempo total de fermentação

A Equação 5 é baseada no instante em que P apresenta valor máximo, mostrando que a produtividade representa a velocidade média de crescimento no tempo final da fermentação, t_f .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cinética da produção apresenta os perfis de decaimento de substrato (S), crescimento da produção de etanol (P) e concentração de levedura (X), todos em g/L, em função do tempo de fermentação (Figura 2). Analisando os resultados obtidos, verifica-se que com o passar do tempo, a concentração de sacarose (S) começou a decrescer, pela ação dos microrganismos, verificando-se um decaimento acentuado durante os 8 primeiros dias e mais lento posteriormente, devido à presença de maiores concentrações de etanol.

Figura 2 Cinética fermentativa da produção de fermentado de morango: concentração de açúcar (◆ S), concentração de etanol (■ P) e concentração de levedura (▲ X) (expressos em g/L).



Ao final de 30 dias, obteve-se uma concentração de etanol próxima de 80 g/L, resultando em um fermentado com aproximadamente 10% de etanol em volume, a 20 °C. A utilização de leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*) em uma concentração de 1,65 g/L mostrou-se adequada para obtenção de teores alcoólicos dentro dos padrões exigidos para uma fermentação alcoólica a um prazo mais longo de fermentação. Silva (1998) verificou que as concentrações ideais de leveduras, objetivando a produção de etanol e minimizando sua utilização para o crescimento celular, estão situadas em torno de 20 g de levedura para cada L de mosto para uma fermentação rápida.

Com base no monitoramento cinético, a produção de etanol foi observada durante 720 h de fermentação. A partir dos resultados pode-se verificar o rendimento, a eficiência e produtividade da fermentação conforme Tabela 1.

Tabela 1 Parâmetros fermentativos obtidos na produção de fermentado de morango.

	Rendimento (g etanol/g glicose)	Eficiência (%)	Produtividade (g/L.h)
Fermentado de morango	0,4209	82,38	0,1336

O fator de rendimento ($Y_{p/s}$) para o fermentado de morango foi de 0,4209; e a eficiência que correspondem a conversão foi de 82,38 % dos açúcares totais presentes no meio. Para efeito comparativo, obteve-se na literatura que o rendimento de etanol, em relação ao substrato consumido, na prática, situa entre os valores de 0,465 e 0,485 g etanol/g glicose (GOÉS e ZANGIROLAMI, 2005). Assim foi possível verificar que o rendimento de etanol está próximo com os valores encontrado na literatura. Verificou-se que para a produtividade, o valor encontrado foi baixo, mais isso é explicado pelo longo tempo de fermentação do fermentado de morango que foi de 720 h.

A Tabela 2 apresenta os resultados das análises físico-químicas do fermentado produzido do fruto de morango.

Tabela 2 Dados referentes ao fermentado (vinho) de morango.

Tempo (dias)	° Brix	pH	Acidez total (g/L)	Álcool (%v/v)
0	25,8	3,41	3,04	0
2	23,5	3,27	3,67	1,24
4	19,0	3,37	3,88	3,67
6	17,0	3,36	3,77	4,75
8	15,2	3,39	4,09	5,73
14	13,6	3,42	4,17	6,47
19	11,2	3,38	4,31	7,62
24	9,5	3,45	4,42	8,41
30	8,0	3,51	4,50	9,62

Já é consenso que os fermentados de frutas devem ser do tipo suave, sendo apenas bem apreciado o vinho seco de uva.

O fermentado de morango avaliado neste trabalho é do tipo suave, por possuir teores de açúcares residuais acima de 20 g/L, o que determina a legislação brasileira (BRASIL, 1997). Quanto ao teor de álcool etílico (9,62%), expresso em % de etanol em volume à 20 °C, verifica-se que o fermentado produzido está dentro do que estabelece a legislação brasileira sobre bebidas, ou seja, do Artigo 72 da Seção 2 do Decreto nº 2.314, de 4 de setembro de 1997 (BRASIL, 1997).

Verifica-se que o pH oscilou de 3,41 no mosto para 3,51 no fermentado, sendo o aumento de acidez total no fermentado em relação ao início da fermentação de quatro vezes, o que mostra que não houve excesso de produção de ácido. A produção alta de acidez total confere um gosto desagradável de vinagre ao produto.

A acidez total do vinho deve estar na faixa de 3,3 a 7,8 g/L (RIZZON; ZANUZ; MANFREDINI, 1994). Observando-se a Tabela 2, verifica-se que o fermentado do fruto de morango apresenta concentração de 4,5 g/L. O pH de 3,51 confere ao fermentado de morango maior resistência às contaminações por microrganismos (HASHIZUME, 2001).

Comparando-se os fermentados de frutas de caju, laranja, cajá e os vinhos branco e tinto, verifica-se que (Tabela 3) o pH e a concentração de etanol nos fermentados são relativamente próximos, estando apenas o fermentado de caju (1), que é a média de 6 amostras em diferentes tratamentos de temperatura (18 e 30 °C) e teor de SO₂ livre (0, 50, 100 e 200 ppm), com concentração de etanol abaixo de 10%. Quanto ao grau Brix remanescente, o fermentado de morango deste trabalho foi em torno de 8,0, o mesmo grau Brix do fermentado de laranja que apresenta uma concentração final de 8,0 e o de cajá de 0,0 (fermentado de cajá do tipo seco). Os valores dos fermentados de caju (2), vinho branco e vinho tinto estão expressos em açúcares redutores (g/L), apresentando concentrações inferiores a 5,5 g/L, valor máximo estabelecido pela legislação brasileira para vinhos secos. A acidez total do vinho branco (4,1 g/L) e vinho tinto (4,4 g/L) estão bem próximas da concentração do fermentado de morango deste trabalho (4,5 g/L). Segundo a Embrapa, Uva e Vinho (2000) as baixas concentrações de acidez total nos vinhos branco e tinto, dão características de vinhos macios, com mais estrutura e aromas mais complexos.

Comparando-se o fermentado de morango deste trabalho com os vinhos branco e tinto, observou-se valores físico-químicos analisados semelhantes.

Tabela 3 Comparação do fermentado (vinho) de morango com outros fermentados da literatura.

Fermentado	pH	Acidez total (g/L)	Grau Brix	Álcool (% v/v)	Odor Assimilado	Referências
Morango deste trabalho	3,51	4,5	8,0	9,62	Morango	
Laranja	3,3	8,1	8,0	10,6	Laranja	(CORAZZA; RODRIGUEZ; NOZAKI, 2001)
Caju (1)	3,6	6,0	5,5	8,6	Caju	(GARRUTI, 2001)
Caju (2)	3,2	3,3	4,0	11,8	Caju	(SILVA, 1998)
Cajá	3,5	2,0	0,0	12,0	Cajá	(DIAS; SCHWAN; LIMA, 2003)
Uva (vinho branco)	3,3	4,1	2,0	12,2	Uva	(Embrapa, 2013)
Uva (vinho tinto)	3,6	4,4	3,4	12,0	Uva	(Embrapa, 2013)

A fermentação ocorre satisfatoriamente até o ponto em que as leveduras não conseguem fermentar os açúcares disponíveis por falta de nutrientes, principalmente vitaminas do complexo B, segundo Carvalho; Canilha; Silva (2007), e pelo excesso de álcool no meio, estabilizando em um brix médio de 8, indicando que o vinho resultante será adocicado.

O vinho obtido de morango apresentou resultados satisfatórios, pois aparenta uma bebida leve com aroma característico de morango e cor típica (Figura 3).

Figura 3 Produto obtido na fermentação alcoólica do morango.



As análises físico-químicas mostraram que o fermentado de morango do tipo suave apresenta qualidades comparáveis a outros fermentados de frutas, como o de laranja (CORAZZA; RODRIGUEZ; NOZAKI, 2001), de cajá (DIAS; SCHWAN; LIMA, 2003), de caju (SILVA, 1998; GARRUTI, 2001) e dos vinhos de uva (Embrapa, 2013).

A metodologia para a produção de vinhos artesanais de uva é satisfatoriamente aplicada ao morango, utilizando as leveduras comerciais de alta fermentação S04 (*Saccharomyces cerevisiae*), originando um produto final de boa qualidade. Devido à simplicidade do processo, a fermentação alcoólica do morango é uma prática viável aos pequenos produtores, visando manufacturar o morango e conseqüentemente oportunizar uma nova fonte de renda. A otimização do processo de fabricação está sendo desenvolvida para a obtenção de um grau alcoólico maior, a fim de classificar o fermentado como vinho de fruta.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES, L.E.C.; DUARTE FILHO, J.D.; CALEGARIO, F.F.; COSTA, H.; REISSER JUNIOR, C. **Produção integrada de morango (PIMo) no Brasil**. In: MORANGO: CONQUISTANDO NOVAS FRONTEIRAS. Informe Agropecuário: Belo Horizonte, v.28, n.236, p.34-39, 2007.
- AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U.A. **Biotechnologia Industrial**. São Paulo, Edgard Blücher Ltda, vol.4, 2001.p.8-68.

BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U.A.; AQUARONE, E. *Biocologia Industrial. Processos Fermentativos e Enzimáticos*. São Paulo, Edgard Blücher Ltda, vol.1, 2001. Cap. 9, p. 249-252.

BRASIL (Leis e Decretos) – Decreto Federal nº. 73.267 de 6 de dezembro de 1973. **Complementação dos padrões de identidade e qualidade – regulamentação geral de bebidas**. Diário Oficial da União, Brasília, 19 de setembro de 1974. Seção I – Parte I, Suplemento ao nº. 181, p.70-72. Disponível em: <http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaNormas.action?numero=73267&tipo_norma=DEC&data=19731206&link=s>. Acesso em: 24 fev. 2013.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Decreto nº 2.314 de 04 de setembro de 1997. Disponível em: <<http://www.receita.fazenda.gov.br/legislacao/Decretos/Ant2001/Ant1999/Dec231497.htm>>. Acesso em: 24 fev. 2013.

CARVALHO, G.B.M.; ROSSI, A.A.; SILVA, J.B.A. Elementos Biotecnológicos fundamentais no processo cervejeiro: 2ª parte – A Fermentação. *Revista Analytica*, n.26, p.46-54, 2007.

CARVALHO, W.; CANILHA, L.; SILVA, J. B. A. **Cinética da fermentação e balanço de massa da produção de cachaça artesanal**. *Brazilian Journal of food technology*, VII BMCFB, dez 2008.

CORAZZA, M. L.; RODRIGUEZ, D. G.; NOZAKI, J. Preparação e Caracterização do Vinho de Laranja. *Química Nova*, v., 24, n. 4, 449-452. Departamento de Química, Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2001.

COSTA, A. G. F.; OLIVEIRA, C. S.; LOPES, F. L.G.; SANTANA, J. C. C.; SOUZA, R. R.; **Anais do XIV Simpósio Nacional de Fermentações, Florianópolis, Brasil, 2003**.

DIAS, D. R.; SCHWAN, R. F.; LIMA, L. C. O. Metodologia para elaboração de fermentado de cajá (*Spondias mombin* L). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 23, n. 3, p. 342-350, Campinas, 2003.

EMBRAPA UVA E VINHO; Comunicado Técnico. Avaliação Nacional de Vinhos- Safra 2000: **Características Sensoriais e Físico-Químicas dos Vinhos**, 2000. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/ano.html#a2000>>. Acesso em : 25 fev. 2013.

GARRUTI, D.S. **Composição de voláteis e qualidade de aroma do vinho de caju**. Campinas, 2001. 218p. Tese (Doutorado em Ciências de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

GÓES, F. J.; ZANGIROLAMI, T. C. **Otimização das condições de fermentação para a produção de vinho proveniente da uva variedade "Itália"**. *Brazilian Journal of Food Technology*, março, 2005. Disponível em: <http://www.ital.sp.gov.br/bj/bj_old/brazilianjournal/ed_especial/04.pdf>. Acesso em: 26 de fev. 2013.

HASHIZUME, T. **Biocologia na Produção de Alimentos**; Aquarone, E.;Borzani, W.; Schmidell, W.; Lima, U. A., eds.; Edgard Blücher Ltda: São Paulo, 2001, cap. 2.

HASHIZUME, T.; **Manual prático da fabricação de vinhos de frutas**. ITAL-Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas-SP, 1991; p 3.

HISS, H. **Cinética de Processos Fermentativos**. Em: SCHMIDELL, W. LIMA, U. A. AQUARONE, E.; BORZANI, W. Engenharia Bioquímica. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. cap. 6, p. 93-122, vol. 2.

LEA, A.G.H.; PIGGOTT, J.R. **Fermented Beverage Production**. Editora Blackie Academic Professional, 1ª edição, United Kingdom 1995.

LUENGO R. F. A.; PARMAGNANI, R. M.; PARENTE M. R.; LIMA M.F.B.F. **Tabela de composição nutricional das hortaliças**. Brasília: EMBRAPA Hortaliças. Brasília 2000. 4 p.

MELO, J. R.M. **Estudo Cinético e Caracterização da Fermentação Alcoólica de Uvas dos Cultivares Niágara** – Telêmaco Borba, PR , 2011.

PAVLAK, M. C. M.; ABREU-LIMA, T. L.; CARREIRO, S. C.; PAULILLO, S. C. L. Estudo da fermentação do hidrolisado de batata-doce utilizando diferentes linhagens de *Saccharomyces cerevisiae*. *Química Nova*. 2011, v. 34, n.1, pp. 82-86.ISSN 0100-4042. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v34n1/v34n1a16.pdf>>. Acesso em: 11 mar. 2013.

PEYNAUD, E. **Connaissanceet travail du vin**. Dunod-Paris, p,357, 1971.

RIZZON, L. A.; ZANUZ, M. C.; MANFREDINI, S.; **Como Elaborar Vinho de Qualidade na Pequena Propriedade**, 3ª ed., Embrapa: Bento Gonçalves, 1994.

ROCHA, D.A.; ABREU, C.M.P.; CORRÊA, A.D.; SANTOS, C.D.; FONSECA, E.W.N. DA. Análise comparativa de nutrientes em morangos de diferentes cultivares da região de Lavras-MG. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.30, n.4, Jaboticabal, 2008.

SILVA, F.L.H. **Modelagem, simulação e controle de fermentação alcoólica contínua extrativa**. Campinas 1998, 162p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

VENDRUSCOLO, J. L. S.; VENDRUSCOLO, C. T. **Sistema de produção do morango**. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/SistemaProducaoMorango/cap14.htm>>. Acesso em: 15 mar. 2013.

RECEIVED 01 Oct 2013

ACCEPTED 18 Mar 2014