

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE QUÍMICA
CURSO DE BACHARELADO E LICENCIATURA EM QUÍMICA**

**MARCELO JOSÉ FERRI
RENATO SAGGIN**

**ELABORAÇÃO DE FERMENTADO ALCOÓLICO DE
AMORA-PRETA (*Rubus* spp.) COM MEL DE ABELHA (*Apis
mellifera*)**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2014

**MARCELO JOSÉ FERRI
RENATO SAGGIN**

**ELABORAÇÃO DE FERMENTADO ALCOÓLICO DE AMORA-PRETA
(*Rubus spp.*) COM MEL DE ABELHA (*Apis mellifera*)**

Trabalho de conclusão de curso, apresentado à Comissão de Diplomação do Curso de Bacharelado em Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Câmpus Pato Branco, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Química.

Orientador: Dr. Mário Antônio Alves da Cunha.

PATO BRANCO
2014

TERMO DE APROVAÇÃO

O trabalho de diplomação intitulado **ELABORAÇÃO DE FERMENTADO ALCOÓLICO DE AMORA-PRETA (*Rubus spp.*) COM MEL DE ABELHA (*Apis mellifera*)** foi considerado APROVADO de acordo com a ata da banca examinadora N° 9.1/2014-B de 2014.

Fizeram parte da banca os professores:

Professor Dr. Mário Antônio Alves da Cunha

Professora Dra. Raquel Dalla Costa da Rocha

Professora Dra. Sirlei Dias Teixeira

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus, a nossas famílias e amigos, por estarem sempre ao nosso lado nos incentivando e apoiando durante todo o trabalho.

Agradecemos ao nosso orientador professor Dr. Mário Antônio Alves da Cunha, por disponibilizar do seu tempo e conhecimento nos auxiliando e orientando para o melhor desenvolvimento deste trabalho.

Agradecemos ao acadêmico Otto Henz pelo grande auxílio prestado na realização das análises e na etapa de obtenção do fermentado.

RESUMO

FERRI, Marcelo J. SAGGIN, Renato. Elaboração de fermentado alcoólico de amora-preta (*Rubus spp.*) com mel de abelha (*Apis mellifera*). 2014. 36f. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2014.

A amora-preta apresenta elevada qualidade nutricional devido à presença de quantidades apreciáveis de compostos fenólicos e antioxidantes, além de altos teores de sais minerais e vitaminas. Porém, por se tratar de um fruto de estrutura frágil e apresentar elevada atividade respiratória, tem curta vida de prateleira, sendo mais encontradas no mercado na forma processada, como geléias e doces. Com o intuito de agregar valor ao fruto e contribuir para o fortalecimento da cadeia produtiva de pequenas frutas o presente trabalho teve como objetivo produzir um fermentado alcoólico (vinho) de amora com mel de abelha (*Apis mellifera*). O fermentado alcoólico foi produzido em fermentador de bancada em sistema descontínuo empregando cepa industrial de *Saccharomyces cerevisiae* r.f. *bayanus*. Foi obtido fermentado com teor alcoólico de $45,6 \text{ gL}^{-1}$ após 72h de cultivo, sendo verificado rendimento de $0,46 \text{ gg}^{-1}$, produtividade de $0,63 \text{ gL}^{-1}\text{h}^{-1}$ e eficiência de processo de 90,02%. O vinho de amora e mel pode ser considerado um produto inovador considerando que não foi verificado produto similar no mercado nem descrito na literatura. A transformação de amora em vinho pode ser uma boa estratégia para agregação de valor a fruta e fortalecimento da cadeia produtiva de pequenas frutas.

Palavras-chave: Pequenas frutas. Vinho. Fermentação. Mel.

ABSTRACTS

FERRI, Marcelo J. SAGGIN, Renato. Production of alcoholic fermented beverage from blackberry (*Rubus spp.*) and honey bee (*Apis mellifera*). 2014. 36f. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2014.

The blackberry has high nutritional quality due to presence of considerable portions of phenolics and antioxidants compounds, as well as high levels of minerals and vitamins. However, because it is a fruit of fragile structure and has high respiratory activity its shelf life is short, being most commonly found in the market in processed form, such as jellies and jams. In order to add value to the fruit and contribute to the strengthening of the productive chain of small fruits, the present work aimed to produce a fermented alcoholic (wine) from blackberry and honey bee (*Apis mellifera*). The alcoholic fermentation was carried out in bench fermenter by discontinuous system and employing industrial strain of *Saccharomyces cerevisiae* r.f. *bayanus*. A maximum ethanol production was achieved after 72 hours of fermentation (45.6 gL^{-1}) with ethanol volumetric productivity of $0.63 \text{ gL}^{-1}\text{h}^{-1}$, ethanol yield of 0.46 gg^{-1} and efficiency of 90.02%. The blackberry-honey wine can be considered an innovative product, since has not been verified similar product on the market or described in the literature. The transformation of blackberry into wine might be a good strategy for value addition to the fruit and strengthening of the productive chain of small fruits.

Keywords: Small Fruit. Wine. Fermentation. Honey.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Perfil do conteúdo de substrato (ART) e produção de etanol ao longo da fermentação alcoólica	27
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Composição físico-química da amora-preta	25
Tabela 2: Parâmetros Fermentativos do fermentado de amora-preta.....	27
Tabela 3: Parâmetros físico-químicos obtidos com fermentado de amora-preta	29

LISTA DE ABREVIATURAS

DNS	Ácido 3,5 dinitrosalicílico
ART	Açúcares redutores totais
η	Eficiência da fermentação alcoólica
°GL	Grau Gay Lussac
Y_C	Percentual global de consumo do substrato
pH	Potencial Hidrognônico
P_0	Produção inicial de etanol
P_F	Produção final de etanol
Q_P	Produtividade volumétrica
$Y_{P/S}$	Rendimento em etanol
SST	Sólidos solúveis totais
Q_S	Taxa global de consumo do substrato
ΔP	Variação da concentração de etanol
ΔS	Variação do consumo de substrato
YPD	Yeast Extract-Peptide-Dextrose

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	13
2.1 OBJETIVO GERAL	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3 REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1 AMORA-PRETA	14
3.2 PROCESSOS FERMENTATIVOS	15
3.2.1 Fermentação Alcoólica	15
3.3 VINHOS.....	17
4 MATERIAL E MÉTODOS	19
4.1 MATÉRIA-PRIMA	19
4.2 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL.....	19
4.2.1 Caracterização química-bromatológica da amora-preta.....	19
4.2.2 Preparo do inóculo	19
4.2.3 Preparo do mosto e fermentação alcoólica	20
4.3 DETERMINAÇÕES ANALÍTICAS	20
4.3.1 Determinação de pH	21
4.3.2 Determinação da acidez total titulável.....	21
4.3.3 Determinação de sólidos solúveis	21
4.3.4 Açúcares redutores totais (ART)	21
4.3.5 Quantificação de etanol.....	22
4.4 DETERMINAÇÕES DOS PARÂMETROS FERMENTATIVOS DO PROCESSO	22
4.4.1 Determinação do rendimento do processo.....	22
4.4.2 Produtividade volumétrica	23
4.4.3 Eficiência da fermentação alcoólica	23
4.4.4 Percentagem de consumo de substrato (Y _c)	23
4.4.5 Taxa global de consumo de substrato.....	24
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5.1 COMPOSIÇÃO E PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA AMORA-PRETA	25
5.2 PERFORMANCE DA FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA.....	27
CONCLUSÕES	31
REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO

O vinho é uma bebida alcoólica obtida pela fermentação de sucos de frutas maduras, sendo principalmente produzido a partir de uvas (*Vitis vinífera*). A denominação de vinho é exclusiva para a bebida proveniente da uva. Para bebidas produzidas por fermentação alcoólica que não seja a uva, o nome da fruta deve ser indicado após o termo vinho.

A produção nacional de vinhos e espumantes têm crescido bastante nos últimos anos e o Brasil passou a ser um país produtor de vinhos de qualidade premiados internacionalmente. A produção industrial de vinhos brasileiros consiste basicamente de vinhos oriundos de diferentes variedades de uvas, no entanto qualquer fruta que contenha níveis razoáveis de açúcar pode ser empregada como matéria prima para produção de um bom vinho, com sabores característicos da fruta (CORAZZA, RODRIGUES E NOZAKI, 2001).

Entre as diferentes frutas existentes no Brasil com potencial para ser empregada como matéria prima na produção de fermentado alcoólico tem-se a amora-preta. A amora-preta é uma planta que pertence à família Rosaceae e ao gênero *Rubus*. É nativa do Brasil e de maior ocorrência em lugares com maior altitude e temperaturas mais frias, como na região sudeste (Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro) e sul do país (Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul) (BIANCHINI, 2010).

A amoreira é uma planta bastante rústica que pode ser cultivada facilmente pelo sistema orgânico em pequenas propriedades, podendo ser uma boa opção para diversificação da produção em propriedades de base familiar. A fruta tem sabor doce e um pouco ácido, com paladar peculiar, porém seu comércio *in natura* é praticamente inexistente, pelo fato de ser uma fruta pequena e sensível, o que dificulta o transporte e armazenamento, além do curto período pós-colheita em função de sua elevada taxa de respiração. Em supermercados podem ser compradas sob a forma de geleias, compotas e outros produtos.

A amora-preta é rica em minerais, vitaminas, e é uma fonte de compostos com atividade antioxidante, que possuem ação inibitória sobre radicais livres, os quais podem estar relacionados a doenças como câncer e inflamações crônicas (GUERRA et al., 2009).

Apesar da qualidade nutricional da fruta, não há no mercado diversidade de produtos derivados, dessa forma o presente trabalho teve como proposta o aproveitamento tecnológico da fruta através da produção de um fermentado alcoólico.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Produzir fermentado alcoólico a partir do fruto de amora-preta como forma de aproveitamento tecnológico da fruta e estratégia de agregação de valor a cadeia produtiva de pequenas frutas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar os frutos de amora-preta quanto à composição proximal;
- Produzir fermentado alcoólico de amora-preta com mel de abelha através de fermentação descontínua;
- Determinar os parâmetros fermentativos do processo;
- Caracterizar as propriedades físico-químicas da bebida fermentada produzida.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 AMORA-PRETA

A amora-preta é uma planta que pertence à família Rosaceae, do gênero *Rubus*, sendo encontrada nas regiões sudeste e sul do Brasil, especialmente nas áreas de maiores altitudes e clima frio. A planta é arbustiva, possui porte ereto ou rasteiro podendo alcançar até 2 metros e os frutos tem a forma de pequenos cachos (BUNN, 2012).

A amora apresenta sabor doce e um pouco ácido, sendo composta por 85% de água. As suas propriedades medicinais são provenientes da presença do ácido elágico, compostos fenólicos e antioxidantes (SALGADO, 2003). Apresentam concentrações consideráveis de cálcio, 46 mg/100 g de fruto, e elevado teor de potássio, 126 mg/100 g de fruto (NET CONSUMO, 2008).

A amora faz parte do grupo das chamadas pequenas frutas ou *berries*, constituindo um grupo diverso e bastante difundido, para o qual se estima existir em torno de 400 a 500 espécies (FERREIRA et al, 2010).

As propriedades biológicas das *berries* têm sido relacionadas aos elevados níveis e ampla diversidade de compostos fenólicos, sendo os seus efeitos benéficos resultante dos diversos componentes responsáveis pelas propriedades biológicas destas (FERREIRA et al, 2010).

Segundo Grandi et al. (1989), a amora-preta é utilizada com fins medicinais, sendo que as folhas, caules e flores além da fruta são usados para dores de garganta, dentes, problemas nos rins e bexiga, em casos de bronquite e diabetes, sendo utilizado também como vermífugo e diurético.

O extrato de amora-preta está relacionado na prevenção e combate do câncer de útero, cólon, boca, mama, próstata e pulmão. Previne ainda a formação de metástase, ou seja, evita que o câncer se espalhe e se instale em outros órgãos (GUERRA et al., 2009).

3.2 PROCESSOS FERMENTATIVOS

Os processos fermentativos já eram utilizados pelo homem desde a antiguidade na conservação de alimentos e na produção de bebidas, ainda que de forma inconsciente, uma vez que era desconhecida a existência de microrganismos.

Somente no século XIX, com as descobertas de Louis Pasteur, o qual concluiu que a causa da fermentação era os microrganismos.

Louis Pasteur, após investigação detalhada sobre as leveduras da cerveja e do vinho, concluiu que a causa das fermentações era a ação desses seres minúsculos, os microrganismos, caindo por fim a definição antiga de que fermentação era um processo puramente químico (AMORIM, 2005).

Segundo Scheidt (2010), o termo fermentação, pode ser definido de modo amplo, como todo processo, no quais microrganismos catalisam a conversão de uma dada substância em determinado produto.

As usinas de bioprocessos são muito importantes na área de alimentos, química fina, e farmacêutica. Apesar de que a produção de produtos como cervejas, vinhos e queijos já vêm acontecendo desde a antiguidade, atualmente a produção é muito mais controlada e eficiente (MORAES, 2008).

3.2.1 Fermentação Alcoólica

A fermentação alcoólica é um tipo de reação química realizada pela ação de microrganismos (leveduras) sobre os açúcares, produzindo etanol e gás carbônico (FERREIRA, MONTES, 1999).

A fermentação compreende um conjunto de reações enzimaticamente controladas, através das quais uma molécula orgânica é degradada em compostos mais simples liberando energia. O processo tem início com a ativação da glicose, que recebe em reações sucessivas dois fosfatos energéticos, fornecidos por duas moléculas de ATP (adenosina trifosfato) que se transforma em ADP (adenosina difosfato). A glicose, por sua vez, se transforma em gliceraldeído 1,3-difosfato. Ao final, cada gliceraldeído é transformada em ácido pirúvico. O rendimento é de duas moléculas de ATP para cada molécula de glicose utilizada (CORAZZA, RODRIGUES, NOZAKI, 2001).

De maneira geral, as formas de condução da fermentação alcoólica são classificadas em descontínua e contínua (SCHIMIDELL, FACCIOTTI, 2001).

3.2.1.1 Processos Descontínuos

Os processos descontínuos são também conhecidos como processos em batelada. De maneira geral, o modo de operação de um processo descontínuo pode ser descrito da seguinte forma (CARVALHO e SATO, 2001):

- No instante inicial, o meio contendo os nutrientes (mosto) no fermentador, ou dorna, é inoculado com microrganismos;
- Inicia-se a fermentação, propiciando-se condições ótimas para o microrganismo agente;
- No decorrer do processo fermentativo, quando necessário, adiciona-se antiespumante, para dispersão imediata de espuma gerada;
- Ao fim da fermentação, a dorna (fermentador) é descarregada e o meio fermentado segue para tratamentos finais;
- A dorna é lavada e recarregada com fermento e mosto, dando início a outro ciclo de fermentação.

Carvalho e Sato (2001) destacam as seguintes vantagens dos processos descontínuos em relação aos contínuos: menores riscos de contaminação e grande flexibilidade de operação. Destacam as seguintes desvantagens: a fermentação descontínua pode levar a baixos rendimentos e/ou produtividades e apresentam vários “tempos mortos“, ou seja, tempos em que o fermentador não está sendo usado para o processo fermentativo, tais como tempo de carga e descarga de dorna, lavagem, etc.

3.2.1.2 Processos Contínuos

Em sua forma mais simples, a fermentação contínua faz-se alimentando uma dorna com fluxo contínuo de substrato, em concentração adequada ao microrganismo agente, retirando-se dela, de forma contínua e na mesma vazão, o meio fermentado (LIMA, 1992).

Segundo Rodrigues et al. (1992), este processo apresenta maior produtividade. Com isto obtêm-se processos que:

- Reduzem gastos com mão-de-obra;
- Aumentam a produtividade;
- Reduzem o tempo não produtivo (carga, descarga, limpeza);
- Trabalham em condições ótimas de operação no estado estacionário;

Por outro lado, os processos contínuos apresentam algumas desvantagens com relação aos processos descontínuos, que podem limitar o emprego deste tipo de sistema. Facciotti (2001) destaca as seguintes desvantagens:

- Possibilidade de ocorrência de mutações genéticas espontâneas, resultando na seleção de mutantes menos produtivos;
- Maior possibilidade de ocorrência de contaminações, por se tratar de um sistema essencialmente aberto, necessitando de manutenção de condições de assepsia nos sistemas de alimentação e retirado de meio, desde que o processo assim o exija;
- Dificuldades de manutenção de homogeneidade no reator, quando se trabalha com vazões baixas; dificuldades de operação em estado estacionário em situações como: formação de espuma, crescimento do microrganismo nas paredes do reator ou nos sistemas de entrada e saída do produto.

3.3 VINHOS

De acordo com Corazza, Rodrigues e Nozaki (2001), o vinho é uma bebida alcoólica fermentada por difusão, que é obtido genericamente pela fermentação alcoólica de um suco de fruta madura, principalmente a uva (*Vitis vinifera*).

Segundo definição na legislação vitivinícola do Mercosul, vinho é exclusivamente a bebida que resulta da fermentação alcoólica completa ou parcial da uva fresca, esmagada ou não, ou do mosto simples ou virgem (GUERRA et al., 2009).

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas, com 42 milhões de toneladas produzidas de um total de 340 milhões de toneladas colhidas em todo o mundo, anualmente. Deste volume total de produção, acredita-se que as perdas no mercado interno possam chegar a 40%. Contribuem com estes números, o mau uso das técnicas de manejo do solo e da planta, falta de estrutura de armazenamento, logística, embalagens inadequadas e a própria desinformação do produtor (FACHINELLO, NACHTIGAL, KERSTEN, 2008).

O mercado consumidor de vinhos no Brasil e no exterior tem aumentado consideravelmente, seguindo uma tendência mundial de redução de consumo de vinhos em termos quantitativos e um aumento pelo consumo de vinhos de melhor qualidade (MELLO, 2003).

Acompanhando esta tendência mundial de exigência por qualidade, o Brasil investe na produção de fermentados alcoólicos de frutas, como meio de diversificação de seus produtos para se destacar perante o mercado consumidor.

Apesar da grande controvérsia do uso da palavra vinho para designar bebida fermentada de outras frutas, a legislação brasileira possui padrões de identidade e qualidade para “vinho de frutas”, o qual apresenta a seguinte designação: “Vinho de frutas é a bebida com graduação alcoólica de 10 a 13 °GL a 20 °C, obtida pela fermentação alcoólica do mosto de frutas”, com a exigência, no rótulo, da inscrição do nome da fruta que deu origem ao vinho em caracteres gráficos de igual dimensão e cor da palavra vinho (GARUTTI, 2001).

De acordo com Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento atribuída à lei nº 10.970, de 12 de novembro de 2004, determina de adoção de medidas e procedimentos para análises de vinhos, sendo estes parâmetros determinados pela determinação de álcool etílico, acidez total, acidez volátil, relação álcool em peso/extrato seco reduzido, sulfatos totais, cinzas e açúcares totais (BRASIL, 2004).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATÉRIA-PRIMA

As amoras-pretas foram adquiridas em uma propriedade rural no município de Palmas na região Sudoeste do Paraná, localizada nas coordenadas geográficas latitude 26°29'03" sul e longitude 51°59'26" oeste com altitude de 1035 metros (GEOGRAFOS, 2014), sendo que as mesmas foram congeladas para serem transportadas. Para correção dos sólidos solúveis totais da fruta triturada de 9,7 °Brix para 16 °Brix foi utilizado mel de abelhas *Apis mellifera* adquirido no comércio local.

As atividades experimentais de fermentação foram desenvolvidas no laboratório de bioprocessos, localizado no Centro de Tecnologias Integradas (Politec) da UTFPR, câmpus Pato Branco.

4.2 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

4.2.1 Caracterização química-bromatológica da amora-preta

Os frutos utilizados na preparação do mosto foram caracterizados quanto aos teores de SST, umidade, resíduo mineral, proteínas, fibra bruta, lipídeos, ART, acidez titulável e vitamina C.

4.2.2 Preparo do inóculo

Na fermentação alcoólica foi usada cultura pura da *Saccharomyces cerevisiae* r.f. *bayanus*. A cultura comercial liofilizada foi, primeiramente, inoculada em meio YPD, que consiste de 1% de extrato de levedura, 1% de peptona, 2 % de glicose. O meio foi mantido em incubadora orbital (shaker) por 24 horas a 28 °C e 150 rpm de agitação.

Após ativação e crescimento das células o meio foi centrifugado durante 15 min à 3500 rpm (1350 x g) e as células foram lavadas com solução salina 0,85% esterilizada e recuperadas por centrifugação. Como inóculo foi empregado um

volume de suspensão celular necessário para obter uma concentração inicial de 2×10^6 células / mL. A biomassa celular foi quantificada através de contagem em câmara de Neubauer.

4.2.3 Preparo do mosto e fermentação alcoólica

Os frutos de amora-preta foram triturados em multiprocessador Philips-Walita, modelo RI7633, o mosto então foi chaptalizado com mel de abelhas *Apis mellifera* para atingir teor de sólidos solúveis (SST) de 16 °Brix. O mosto chaptalizado foi sulfitado com 50 mg L^{-1} de metabissulfito de potássio e suplementado com 30 g L^{-1} de Enovit (Pascal Biotech – Paris, França) constituído de: sulfato de amônio (70%), fosfato de amônio dibásico (19,8%), celulose quimicamente inerte (10%) e cloridrato de tiamina, vitamina B1 (0,20%).

A fermentação foi conduzida em fermentador de bancada Biostat B (B. Braun, Alemanha) em cuba de 4 L com volume de mosto de 2 L, temperatura de 28 °C e pH inicial de 3,0 (pH original do mosto). Foi empregado volume necessário de suspensão celular (item 4.2.2) para inocular uma quantidade de 2×10^6 células / mL de *S. cerevisiae*. Na saída de ar da cuba foi conectada mangueira de silicone cuja extremidade foi mantida submersa em água destilada em béquer que funcionou como batoque, impedindo a entrada de ar no sistema ao mesmo tempo em que permitia a liberação do gás carbônico (CO_2) oriundo da fermentação.

O término da fermentação alcoólica foi detectado com a estabilização do teor de sólidos solúveis (°Brix), fim do desprendimento de bolhas de gás carbônico e precipitação da casca e borra, sendo o mosto fermentado centrifugado a 3500 rpm (1500 x g) por 30 min. Para retirada da borra e células de leveduras.

Ao final da fermentação alcoólica foram determinados os seguintes parâmetros de processo, rendimento em etanol ($Y_{P/S}$), produtividade volumétrica (Q_p) e eficiência da fermentação alcoólica (η).

4.3 DETERMINAÇÕES ANALÍTICAS

No decorrer da fermentação alcoólica foram coletadas amostras em intervalos de 12 horas, para análises de pH, acidez titulável total, sólidos solúveis totais, açúcares redutores totais (ART) e etanol. O fermentado alcoólico obtido foi

caracterizado quanto aos parâmetros físico-químicos pH, acidez titulável total, sólidos solúveis totais, açúcares redutores totais, etanol, e densidade, seguindo protocolos descritos pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

4.3.1 Determinação de pH

O pH foi medido diretamente em pHmetro digital de bancada (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

4.3.2 Determinação da acidez total titulável

A acidez total foi determinada por titulação potenciométrica utilizando pHmetro de bancada e considerando o pH de 8,4 como ponto de neutralização (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). Os resultados foram expressos em mg % de ácido cítrico.

4.3.3 Determinação de sólidos solúveis

O teor de sólidos solúveis (°Brix) foi determinado com auxílio de refratômetro portátil (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

4.3.4 Açúcares redutores totais (ART)

As amostras foram submetidas a processo de hidrólise dos açúcares presentes através da mistura de 1 mL de amostra com 1,0 mL de HCl 2 mol/L e aquecimento em banho-maria em ebulição por 5 minutos. A mistura foi resfriada em banho de gelo e neutralizada com 1,0 mL de NaOH 2 mol/L. A determinação de ART foi realizada pelo método DNS descrito por Miller (1959).

Para a quantificação dos açúcares redutores totais foi transferido 1mL da amostra hidrolisada para tubo de ensaio e adicionado 3mL de solução de ácido 3,5 dinitrosalicílico (DNS). A mistura foi aquecida por 5 minutos em banho-maria em

ebulição e após resfriamento foram adicionados 16 mL de água destilada e realizadas leituras em espectrofotômetro a 540 nm. Como branco foi utilizada mistura de 1 mL de água e 3 mL de solução de DNS e após resfriamento adição de 16 mL de água. Os resultados foram calculados através de correlação com curva padrão de glicose (0,01 mg L⁻¹, 0,02 mg L⁻¹, 0,04 mg L⁻¹, 0,06 mg L⁻¹, 0,08 mg L⁻¹, 0,1 mg L⁻¹) de acordo com o anexo 1.

4.3.5 Quantificação de etanol

Os conteúdos de etanol foram quantificados por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) em cromatógrafo VARIAN 920 LC, equipado detector de índice de refração e coluna HPX-87-H (Bio-Rad, Hercules, CA) a 45°C, usando solução de ácido sulfúrico (0,005 M) como eluente, taxa de fluxo de 0.6 mL / min. e volume de amostra de 20 µL. As amostras foram adequadamente diluídas passadas em filtro CHOMAFIX 45 µm e posteriormente em SEP PACK C18.

4.4 DETERMINAÇÕES DOS PARÂMETROS FERMENTATIVOS DO PROCESSO

4.4.1 Determinação do rendimento do processo

O rendimento ($Y_{P/S}$) da fermentação alcoólica foi determinado correlacionando-se a concentração final de etanol no caldo fermentado com o substrato consumido no processo de fermentação, conforme equação 1.

$$Y_{P/S} = \frac{\Delta P}{\Delta S} \quad (1)$$

Sendo que:

$Y_{P/S}$ = Rendimento do processo (g/g);

ΔP = Variação da concentração de etanol (g);

ΔS = Variação do consumo de substrato (g).

4.4.2 Produtividade volumétrica

A produtividade volumétrica (Q_p) da fermentação alcoólica foi determinada como a razão entre a variação da concentração de etanol da fermentação em função do tempo, conforme descrito na equação 2.

$$Q_p = \frac{P_F - P_0}{t} \quad (2)$$

Sendo que:

Q_p = Produtividade volumétrica ($\text{g L}^{-1} \text{t}^{-1}$);

P_F = Produção final de etanol (g L^{-1});

P_0 = Produção inicial de etanol (g L^{-1});

t = Tempo final da fermentação (h).

4.4.3 Eficiência da fermentação alcoólica

A eficiência (η) do processo fermentativo foi calculada pela razão entre o rendimento prático e o rendimento teórico da fermentação (Equação 3).

$$\eta\% = \frac{Y_{P/S \text{ exp}}}{Y_{P/S \text{ teórico}}} \times 100 \quad (3)$$

Sendo que:

η = Eficiência do processo (%);

$Y_{P/S \text{ exp}}$ = Rendimento experimental do processo (g g^{-1});

$Y_{P/S \text{ teórico}}$ = Rendimento teórico do processo (g g^{-1}).

4.4.4 Percentagem de consumo de substrato (Y_c)

O percentual de consumo de substrato do processo fermentativo foi calculado de acordo com a equação 4.

$$Y_c = \frac{\Delta S}{ART_0} \times 100 \quad (4)$$

Sendo que:

Y_c = Percentual de consumo de substrato (%);

ΔS = Variação do consumo de substrato (g);

ART_0 = Açúcar redutor total inicial (g L^{-1}).

4.4.5 Taxa global de consumo de substrato

A taxa global de consumo de substrato (Q_s) foi determinada como a razão entre a variação de consumo de substrato em função do tempo conforme descrito na equação 5.

$$Q_s = \frac{\Delta S}{t} \quad (5)$$

Sendo que:

Q_s = Taxa global de consumo de substrato ($\text{g L}^{-1} \text{h}^{-1}$);

ΔS = Variação do consumo de substrato (g);

t = Tempo final da fermentação (h).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 COMPOSIÇÃO E PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA AMORA-PRETA

Na tabela 1 estão apresentados os valores obtidos em relação à composição físico-química da amora-preta.

Tabela 1: Composição físico-química da amora-preta

Determinações	Valores
Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	9,70 ± 0,450
Umidade (%)	85,60 ± 2,100
Resíduo mineral (%)	0,37 ± 0,002
Proteínas (%)	0,73 ± 0,020
Fibra Bruta (%)	2,30 ± 0,060
Lipídios (%)	0,22 ± 0,004
Açúcares Redutores Totais (%)	24,59 ± 0,610
Acidez Titulável (mg de ácido cítrico / 100 g)	0,93 ± 0,020
pH	3,76 ± 0,090
Vitamina C (mg / 100 g)	18,88 ± 0,470

Com relação à caracterização da fruta foram observados resultados semelhantes a trabalhos relatados na literatura. A amora-preta utilizada na produção do fermentado alcoólico apresentou teores de sólidos solúveis totais (SST) de $9,7 \pm 0,45$ °Brix. Sendo que a quantidade de sólidos solúveis em amora-preta comumente varia entre 8 °Brix e 10 °Brix. A variação do teor de SST pode variar em função da região de produção ou variedade da fruta (MOTA, 2006; LAMEIRO et al., 2011), bem como o grau de maturação e condições climáticas durante o cultivo. Mota (2006) e Lameiro et al. (2011) descrevem respectivamente em seus trabalhos valores de SST de 10,37 °Brix e 8 °Brix, em amostras de amora cultivadas na região de Caldas – MG e Morro Redondo - RS.

A amora-preta é uma fruta com textura bastante frágil em função de sua constituição física e de sua polpa apresentar elevados conteúdos de água. A variedade estudada apresentou um teor de $85,6 \pm 2,1\%$ de umidade. Conteúdos de umidade similares foram relatados em amoras-pretas cultivadas na região sudeste e

sul do Brasil, as quais apresentaram teores de umidade entre 90,00% a 92,43% (MOTA, 2006; LAMEIRO et al., 2011).

Os teores de resíduo mineral (cinzas) verificados na amostra estudada foram de $0,370 \pm 0,002\%$. De acordo com Sousa et al., (2011), o conteúdo de resíduo mineral em frutas varia entre 0,20% a 0,72%. Foram encontrados baixos conteúdos de proteínas ($0,73 \pm 0,02\%$). Estudos mostram que pequenas frutas como framboesa, mirtilo, morango e amora apresentam valores baixos de proteínas. Lameiro et al. (2011) verificaram conteúdo proteico superior (1,66%) ao encontrado no presente trabalho em amoras cultivadas na cidade de Pelotas, Rio Grande do Sul.

O conteúdo de fibra bruta encontrado na fruta foi de $2,30 \pm 0,06\%$. Cabe salientar que as quantidades de fibras podem variar dependendo da idade e a espécie de planta (MOTA, 2006), o que pode justificar o menor conteúdo de fibras encontrado na amostra estudada.

A quantidade de lipídeos determinada foi de $0,22 \pm 0,004\%$, segundo dados da literatura o teor de lipídeos em amora-preta varia de 0,1% a 0,5% (JAY, 2002; WATT e MERRILL, 1950). Os valores de açúcares totais foram $24,59 \pm 0,61\%$. Valores próximos (25%) são descritos por Lameiro et al.,(2011).

As frutas avaliadas apresentaram pH de $3,76 \pm 0,09$ e acidez titulável de $0,93 \pm 0,02$ mg de ácido cítrico / 100 g. Segundo estudos o pH da amora-preta varia entre 2 e 4, já a acidez titulável varia entre 0,5 e 0,9 mg de ácido cítrico / 100 g. Mota (2011) também descreve valores de pH de 3,03 e acidez em ácido cítrico de 1,47% em amoras-pretas da variedade Guarani utilizadas em seu trabalho.

A quantidade de vitamina C encontrada foi de $18,88 \pm 0,47$ mg / 100 g, valor superior ao descrito na literatura para cereja (7,0 mg / 100 g), banana (11,0 mg / 100 g) e fisalis (13,2 mg / 100 g) (MATSUURA, 2002). O teor de vitamina C para a amora-preta varia entre 14,3 e 17,5 mg / 100 g (MOTA, 2006), demonstrando que esta fruta apresenta quantidade interessante de vitamina C.

5.2 PERFORMANCE DA FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA

Na figura 1 está descrito o perfil de consumo do substrato e produção de etanol ao longo da fermentação alcoólica do mosto elaborado com polpa de amora e mel. Na tabela 2 estão descritos os parâmetros fermentativos do processo.

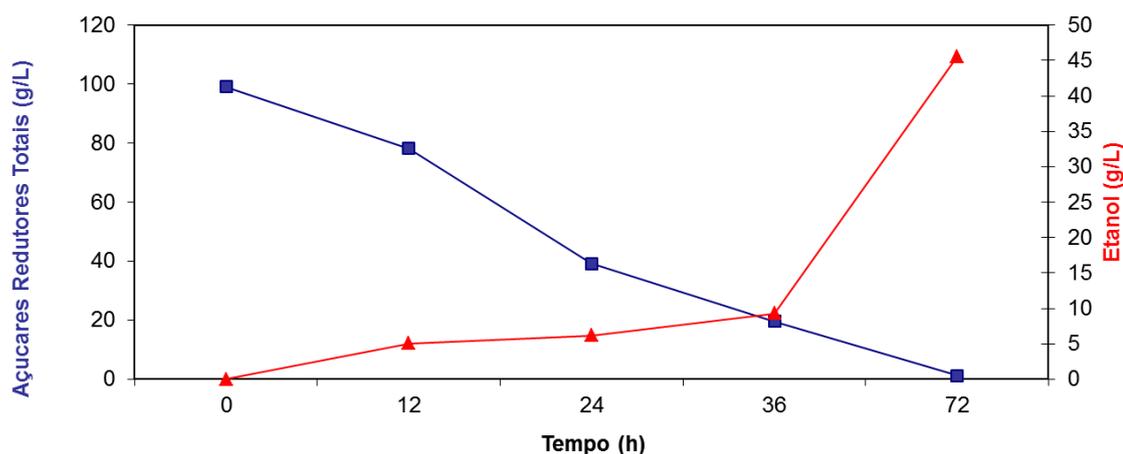


Figura 1 Perfil do conteúdo de substrato (ART) e produção de etanol ao longo da fermentação alcoólica

Tabela 2: Parâmetros Fermentativos do fermentado de amora-preta

Parâmetros Fermentativos	Valores Obtidos
Produção final de etanol - P_F (g L^{-1})	$45,60 \pm 1,140$
Rendimento em etanol - $Y_{P/S}$ (g g^{-1})	$0,46 \pm 0,0115$
Produtividade Volumétrica - Q_P ($\text{g L}^{-1} \text{h}^{-1}$)	$0,63 \pm 0,0157$
Eficiência (η) (%)	$90,02 \pm 2,250$
Percentual de consumo de substrato - Y_C (%)	98,80
Taxa global de consumo de substrato - Q_S ($\text{g L}^{-1} \text{h}^{-1}$)	1,36

Após 4 horas de cultivo foi verificado desprendimento de bolhas de gás carbônico indicando início do processo fermentativo, ou seja, da conversão dos açúcares presentes no mosto em etanol e CO_2 . Após 12 horas de cultivo foi verificada intensa liberação de gás carbônico indicando que o cultivo estava na fase tumultuosa da fermentação. Maior intensidade de liberação de bolhas foi verificada entre 12 e 48 horas.

Os açúcares presentes no mosto foram consumidos de forma bastante efetiva pela levedura ao longo da fermentação, o que pode ser visualizado pelo perfil linear

da curva de ajuste do substrato (ART) (Figura 1) ao longo do processo fermentativo que durou 72 h. Na literatura são verificados diferentes tempos de fermentação em fermentados de frutas. Lima (2014) verificou em fermentado de amoras-pretas tempo de fermentação inferior (36 h) ao observado no presente trabalho. No entanto, o processo de inoculação empregado foi diferente. Os autores ativaram o fermento liofilizado através de cultivo em meio YPD por 24 h a 28 °C e prepararam um pé-de-cuba (10% do volume de trabalho) o que contribuiu para existência de uma quantidade de células bem superior no início do processo fermentativo do mosto. Outro ponto que pode ser destacado é que com o preparo do pé-de-cuba houve adaptação do inóculo ao meio de fermentação o que pode contribuir para maior efetividade da fermentação.

Segundo estudos descritos na literatura científica o tempo de fermentação alcoólica de mostos formulados com sucos de frutas pode variar dependendo do tipo de levedura utilizada, presença de oxigênio e do teor de dióxido de enxofre no mosto. Zingler et al. (2009) descrevem tempos de fermentação alcoólica de polpa de butiá (*Butia eriospatha*) entre 100 h e 121 h com produção final de etanol de 61,5 g L⁻¹. Duarte et al. (2010) descreve tempo de 48 h de fermentação em estudo de microvinificação de framboesa, partindo de um mosto contendo 16 °Brix com cepa de *S. cerevisiae*. Já em fermentação alcoólica de Jaca o período de fermentação foi de aproximadamente 10 dias (240 h) (NETO et al., 2010).

As diferenças entre os tempos de fermentações estão associadas ao tipo de fruta utilizada, modo de condução do processo fermentativo, temperatura e pH de cultivo, bem como as características específicas do inóculo empregado, como idade, tamanho e propriedades específicas de cada microrganismo.

No final do processo (72 h) foi verificado conteúdo residual de 1,16 g L⁻¹ de ART (Tabela 2), correspondendo a um percentual de consumo de substrato (Y_c) de 98,8%. A taxa global de consumo de substrato (Q_S) foi de 1,36 g L⁻¹ h⁻¹ (Tabela 1).

Lima (2014) em processo fermentativo com amora-preta verificou menor percentual de consumo do substrato (76%) embora tenha sido verificado maior taxa global de consumo de substrato de 4,6 g L⁻¹ h⁻¹.

Conforme pode ser visto na tabela 2 no final da fermentação foi verificado conteúdo de 45,6 g L⁻¹ (P_F) de etanol, rendimento em etanol de 0,46 g g⁻¹ ($Y_{P/S}$), produtividade volumétrica de 0,63 g L⁻¹ h⁻¹ e a eficiência do processo foi de 90,02%.

Na literatura são descritos diferentes valores para tais parâmetros fermentativos dependendo da fruta utilizada. Almeida et al. (2006) descreve valores de produtividade em etanol (Q_P) de $75 \text{ g L}^{-1} \text{ h}^{-1}$, rendimento ($Y_{P/S}$) de $0,461 \text{ g g}^{-1}$ e eficiência (η) de 90,2% em fermentação de fruto de mandacaru. Silva et al. (2007) em fermentado alcoólico de suco de caju verificaram valores de produtividade (Q_P) de $0,78 \text{ g L}^{-1} \text{ h}^{-1}$, rendimento em etanol de $0,30 \text{ g g}^{-1}$ e eficiência (η) de 57,78%.

Lima (2014) obteve maior produção de etanol em fermentado de amora preta ($63,9 \text{ g L}^{-1}$) e produtividade volumétrica ($1,78 \text{ g L}^{-1} \text{ h}^{-1}$), no entanto obtiveram menores valores de rendimento em etanol ($0,39 \text{ g g}^{-1}$) e eficiência do processo (75%).

5.2.1 Parâmetros físico-químicos dos fermentados alcoólicos obtidos.

Na tabela 3 estão descritos os parâmetros físico-químicos do fermentado de amora-preta:

Tabela 3: Parâmetros físico-químicos obtidos com fermentado de amora-preta

Parâmetros Fermentativos	Valores Obtidos
pH	3,05
Acidez titulável (em ácido acético) (%)	0,53
Sólidos Solúveis Totais (SST) ($^{\circ}$ Brix)	5
Etanol (g L^{-1})	$45,60 \pm 1,16$
Açúcar redutor total (g L^{-1})	1,16
Densidade relativa	1,0083

O fermentado alcoólico de amora-preta apresentou pH de 3,05, valor similar ao pH original do mosto 3,02. Da mesma forma, em relação à acidez expressa em percentual de ácido acético foi similar no início da fermentação (0,59% ácido acético) e final (0,53% ácido acético). A pouca variação entre acidez e pH inicial e final indica que a fermentação ocorreu de modo adequado, sem interferências de potenciais contaminantes, especialmente por contaminações com bactérias produtoras de ácidos orgânicos (bactérias ácido-acéticas, ácido-láticas, propiônicas e butíricas). Valores similares de pH e acidez foram observados por Lima (2014) em fermentado de amora.

Almeida, et al (2006) obtiveram fermentado alcoólico de mandacaru com acidez total em ácido acético inferior (0,24%) ao comparado com o presente

trabalho, entretanto o valor de pH relatado no fermentado final foi um pouco superior (3,91).

Com relação à concentração de etanol em fermentados alcoólicos de frutas é observado na literatura valores variados.

Lima (2014) com fermentado de amora-preta obteve produção final de 63,9 g L⁻¹ após 36 h de cultivo partindo de um mosto de 18 °Brix, Oliveira et al (2014) obtiveram conteúdos de 41 g L⁻¹ (5,2 °GL) a partir de suco de mandacaru com concentração de açúcar de 105,2 g L⁻¹. Valores similares encontrados no presente trabalho são encontrados por Carmo et al. (2012) em fermentações obtidas a partir de umbu com 10 °Brix de SST obtendo fermentado alcoólico com 46,6 g L⁻¹ de etanol (6 °GL).

O fermentado alcoólico produzido no trabalho apresentou densidade de 1,0083 g L⁻¹. Os valores de densidades estão diretamente associados aos açúcares presentes no fermentado alcoólico. Neste sentido, em fermentados que os açúcares são completamente transformados em etanol a densidade pode ser inferior a 1 (FILHO et al. 2002). Lima (2014) descreve valores de densidade de 1052,8 g L⁻¹. No entanto cabe ressaltar que o conteúdo de açúcares residuais presentes no fermentado produzidos pelo referido autor é superior (52,4 g L⁻¹) ao verificado no presente trabalho (1,16 g L⁻¹).

Fracasso, et al (2009) ao avaliarem os aspectos físico-químicos de vinhos de uva da região de Concórdia, Santa Catarina, encontraram valores de densidade que variaram de 0,996 g L⁻¹ a 1,050 g L⁻¹, os quais possuíam graduação alcoólica de 10,5% (v/v) e 10,97% (v/v) respectivamente. Já Filho, et al. (2002) ao elaborar vinho de caju com 8°GL e 13 °Brix obtiveram vinho com densidade de 1,020 g L⁻¹.

CONCLUSÕES

O fruto de amora-preta utilizado no estudo apresentou características físico-químicas semelhantes aos encontrados na literatura, apresentando valores apreciáveis de açúcares e vitamina C.

O mosto elaborado a partir de polpa de amora-preta chaptalizado com mel de abelha (*Apis mellífera*) demonstrou ter grande potencial como matéria-prima para elaboração de fermentado alcoólico, sendo verificado elevados valores de rendimento e eficiência do processo.

O vinho de amora-preta obtido apresentou parâmetros físico-químicos similares a outros fermentados de frutas descritos na literatura.

O fermentado alcoólico com mel pode ser considerado inovador visto que não foi encontrado no comércio nem na literatura (vinho de amora e mel).

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Mércia. Cinética da Produção do Fermentado do Fruto do Mandacaru, **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 8, n. 1 jun. 2006. Disponível em: <<http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev81/Art815.pdf>>. Acesso em 22 mai. 2014.
- AMORIM, Henrique V. **Fermentação Alcoólica – Ciência e Tecnologia**. Piracicaba: Fermentec, 2005.
- BIANCHINI, R. S. 2010. *Rosaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro.
- BRASIL. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/legislacao>>. Acesso em: 18 out. 2013.
- BUNN, Karl. **Glossario da Medicina Oculta de Samuel Aun Weor**. 1. Ed. Curitiba: Edisaw, 2012.
- CARMO, Shirlene K. S.; SÁ, Susan K. C. V. L. e; ALMEIDA, Mercia M. de; SWARNAKAR, W., Produção e Caracterização de Fermentado de Umbu a partir de sua polpa comercial, **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, CampinaGrande, v.14, n.1, Jul. 2012. Disponível em:<<http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev141/Art1412.pdf>>. Acesso em: 5 abr. 2014.
- CARVALHO, J.C.M.; SATO, S.; 2001; “**Fermentação Descontínua**”; In: SCHMIDELL, W; LIMA, U.A.; AQUARONE, E. et al.; Biotecnologia Industrial, vol. 2, Engenharia Bioquímica; 1.^a ed; cap. 9; São Paulo, SP; Editora Edgard Blücher Ltda.
- CORAZZA, Marcos L.; RODRIGUES, Dina G.; NOZAKI, Jorge. **Preparação e caracterização do vinho de laranja**. Química Nova. São Paulo, v. 24, n. 4, p. 449-452, Jul/Ago. 2001.
- DUARTE, W.; DRAGONE, G. DIAS, D.; OLIVEIRA, J.; TEIXEIRA, J.; ALMEIDA E SILVA, J.; SCHWAN, R.; Fermentative behavior of *Saccharomyces* strains during microvinification of raspberry juice (*Rubus idaeus* L.), **International Journal of Food Microbiology**, n.143, v.3, p. 173-182, Ago.2010.
- FACCIOTTI, M.C.R; 2001; “**Fermentação contínua**”; In: SCHMIDELL, W.; LIMA, U.A.; AQUARONE, E. et al.; Biotecnologia Industrial, vol. 2, Engenharia bioquímica; 1.^a ed; cap. 2; São Paulo, SP; Editora Edgard Blücher Ltda.
- FACHINELLO, José C.; NACHTIGAL, Jair C.; KERSTEN, Elio. **Fruticultura: Fundamentos e Práticas**. Disponível em: <http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/livro/fruticultura_fundamentos_pratica/>. Acesso em: 20 dez. 2013.
- FERREIRA, Daniela S., ROSSO, Veridiana V., MERCADANTE, Adriana Z., **Compostos Bioativos Presentes em Amora-Preta**. Revista Brasileira de Fruticultura, Campinas, v.32, n.3, p. 664-674, 2010.

FERREIRA, Edilene C.; MONTES, Ronaldo. **A química da produção de bebidas alcoólicas.** Química Nova na Escola. São Carlos, n. 10, p. 50-51, Nov. 1999.

GARUTTI, Dionisio S., **Composição de voláteis e qualidade de aroma do vinho de caju.** 2001. p. 220. Tese de Doutorado - FEA - UNICAMP, Campinas, 2001.

GRANDI, Telma S. M.; TRINDADE, Jorge A. da; PINTO, Marcio J. F.; FERREIRA, Liliana L.; CATELLA, Agostinho C. **Plantas Medicinais De Minas Gerais, Brasil.** Minas Gerais, 1989. 207 p.

GUERRA, Celito C.; MANDELLI, Francisco; TONIETTO, Jorge; ZANUS, Mauro C.; CAMARGO, Umberto A. **Conhecendo o essencial sobre uvas e vinhos.** Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves. Jun. 2009.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-químicos para Análise de Alimentos.** 4 ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

JAY, J. M.; **Microbiologia Moderna de los Alimentos;** Editorial Acribia, S.A.; Zaragoza – Espanha; 2002.

LAMEIRO, Magna; MACHADO, Maria I.; HELBIG, Elizabete; ZAMBIAZI, Rui. **Características físico-químicas das polpas de amora-preta (*Rubus spp.*) e de mirtilo (*Vaccinium Ashei* Reade).** XIII ENPOS. Pelotas, Universidade Federal de Pelotas, 2011.

LIMA, K.P. - **Produção de vinagre como estratégia de aproveitamento tecnológico da amora-preta: avaliação do processo submerso e do processo lento.** Tese de mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco, 2014.

LIMA, U.A.; 1992; “Produção de Etanol”; In: LIMA, U.A.; AQUARONE, E.; BORZANI, W; **Biotecnologia:** Tecnologia das Fermentações, vol. 1, Biotecnologia, 5.^a Ed; cap. 3; São Paulo, SP; Editora Edgard Blücher Ltda.

MATSUURA, Fernando C.A.U; ROLIN, Renata B. **Avaliação da adição de suco de acerola em suco de abacaxi visando a produção de um blend com alto teor de vitamina C.** Jaboticabal, SP. Revista Brasileira de Fruticultura v.24 n.1 2002.

MILLER, G. L.; Use of Dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, n.3, v.31, p.426-428, Mar.1959.

MELLO, Loiva M. R.. Embrapa Uva e vinho. **Tendência de Consumo e Perspectivas do Mercado de Vinhos no Brasil.** Bento Gonçalves, Mar. 2003.

MORAES, Patricia. **Processos Fermentativos.** 2008. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Engenharia Química. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

MOTA, R. V. da. **Caracterização do suco de amora-preta elaborado com extrator caseiro.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 26, n. 2, p. 303-308, abr-jun, 2006.

NETCONSUMO.COM. Disponível em: <<http://www.netconsumo.com/2008/07/fruta-da-poca.html>>. Acesso em: 17 dez. 2013.

NETO, Erasto F. A. de; CRUZ, João M. P. da; BRAGA, Adriano C. C.; SOUZA, João H. P. **Elaboração de bebida alcoólica fermentada de Jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.)**. Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial, Ponta Grossa, v.04, n.02, 2010.

OLIVEIRA, Arali S. da; SANTOS, Dyego C. da; OLIVEIRA, Emanuel N. A. de; SILVA, Flávio L. H. da; FRORENTINO, Eliane R. **Produção de fermentado alcoólico do fruto de mandacaru sem espinhos (*Cereus jamacaru*)**. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.13, n.3, 2011.

RODRIGUES, M. L.; ANDRIETTA, S. R.; MAUGERI FILHO, F., 1992, “**Simulação da produtividade e rendimento em fermentação alcoólica contínua, para reatores em fermentação alcoólica contínua, para reatores operando em condições ideais e não ideais de mistura**”, Stab. Açúcar, Álcool e Sub-produtos, p.35-47.

SALGADO, J. M. **O emprego de amora, framboesa, mirtilo e morango na redução do risco de doenças**, 1º Seminário Brasileiro sobre Pequenas Frutas, Vacaria, 2003, p. 33.

SCHEIDT, Wanessa F.; CECHETTI, Roberta; PAPI, Maurício A. P.; ZANETTI, Thanara; BECKER, Karin; BOMBARDELLI, Clóvis. **Processo Fermentativo Rápido de Produção do Vinagre**, Toledo, 2010.

SCHIMIDELL, W.; FACCIOTTI, M.C.R.; 2001; “**Biorreatores e Processos Fermentativos**”; In: SCHMIDELL, W; LIMA, U.A.; AQUARONE, E. et al.; Biotecnologia Industrial, vol. 2, Engenharia Bioquímica; 1.ª ed; cap. 8; São Paulo, SP; Editora Edgard Blücher Ltda.

SILVA, M. E.; TORRES, Neto, A. B.; SILVA, W. B.; SWARNAKAR, R.; Cashew Wine Vinegar Production: Alcoholic and Acetic Fermentation, **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, Campina Grande, v. 24, n. 02, p. 163-169, Ab.-Jun. 2007.

SILVA, Jonas L. A. da; DANTAS, Dayene L. L.; GASPARETO, Odisséia C. P.; FILHO, Ronaldo S. F. dos. **Utilização de abacaxi para elaboração de vinhos: avaliação físico química e aceitabilidade**. Rio Grande do Norte: Instituto Federal do Rio Grande do Norte, 2010.

SOUSA, Mariana Séfora Bezerra et al . **Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais**. Ciênc. agrotec., Lavras , v. 35, n. 3, Junho 2011 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542011000300017&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 15 mar. 2014.

GEOGRAFOS Disponível em: <<http://www.geografos.com.br/cidades-parana/palmas.php>> Acesso em 28 de mar. 2014.

WATT, B.K.; MERRILL, A.L.; **Composition of foods – raw, processed, prepared**; Agricultural Handbook nº 8; Washington; D.C.: Agricultural Research Service; USDA; 1950.

ZINGLER, Fernando M.; CARLESSO, Franciele; RIBEIRO, Glécio R.; TERRA, Lisiane M. de; **Processo de fermentação alcoólica e caracterização do fermentado de Butiá (*Butiá eriospatha* Mart. Ex Drude)**. VIII Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica. Uberlândia, 2009.

ANEXO 1: Curva padrão de açúcares redutores totais pelo método DNS