

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL - UFRGS  
INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

**ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA, SENSORIAL E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DE  
FERMENTADO DE MIRTILO**

Maria Luisa Vian

Porto Alegre

2011/2

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL - UFRGS

INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

**ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA, SENSORIAL E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DE  
FERMENTADO DE MIRTILO**

Monografia apresentada ao Curso de  
Engenharia de Alimentos como requisito  
parcial para obtenção do Título de  
Engenheiro de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Vitor Manfroi

Porto Alegre

2011/2

**ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA, SENSORIAL E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DE  
FERMENTADO DE MIRTILO**

Maria Luisa Vian

Aprovada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Vitor Manfroi  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Orientador

---

Prof. Dra. Simone Hickmann Flores  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Coorientadora

---

Prof. Dr. Alessandro Rios  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

---

Engenheiro Gustavo Costa  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

*Nossa maior fraqueza está em desistir.*

*A maneira mais segura de ter sucesso*

*é sempre tentar mais uma vez.*

(Thomas Edison)

## RESUMO

O mirtilo é uma fruta ainda pouco conhecida no Brasil, porém com grande potencial produtivo, principalmente no Estado do Rio Grande do Sul, devido ao clima temperado. É originário de algumas regiões da Europa e América do Norte, onde é muito apreciado por seu sabor exótico, pelo valor econômico e por seus poderes medicinais como "fonte de longevidade", devendo-se especialmente ao alto conteúdo de antocianidinas que são pigmentos de cor azul-púrpura. O mirtilo possui uma grande variedade de vitaminas e minerais e é a fruta com maior atividade antioxidante quando comparado com outras 40 frutas e com os vegetais. Devido ao elevado poder antioxidante, esses compostos exercem atividades biológicas e funções sobre a saúde, como, a prevenção de algumas doenças crônicas, incluindo o câncer, doenças cardiovasculares e cerebrovasculares, aterosclerose e o diabetes. O objetivo do presente trabalho foi avaliar as características sensoriais, físico-químicas e a capacidade antioxidante do fermentado de mirtilo, utilizando diferentes condições de fermentação. Foram utilizados tratamentos com e sem adição de enzima, e com e sem correção de açúcar. Para os quatro tratamentos foram encontrados valores condizentes com a literatura para densidade (entre 0,9999 e 1,0004 mg.L<sup>-1</sup>), sólidos solúveis totais (entre 5,3 e 6,7°Brix) e teor alcoólico (entre 6,6 e 10,3% v/v). Porém apresentou alta acidez total (entre 142 e 155 meq.L<sup>-1</sup>) e pH baixo ( 2,80 – 2,90), divergindo dos valores médios encontrados em estudos, provavelmente devido à acidificação que a fermentação sofreu. A fermentação do mirtilo apresentou-se desde o início muito lenta. Além disso, durante a fermentação apareceram defeitos devido à alterações microbianas, como flor e acetificação. A análise sensorial revelou baixa aceitação dos provadores. Portanto, o fermentado não é indicado para ser testado em mercado. A análise antioxidante indicou que o fermentado apresentou baixos valores de capacidade antioxidante.

**Palavras-chave:** mirtilo, análise físico-química, análise sensorial, capacidade antioxidante

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Composição nutricional do mirtilo em 100g de fruta.....	15
Tabela 2: Tratamentos e suas condições de fermentação.....	25
Tabela 3: Análises físico-químicas do fermentado de mirtilo.....	29
Tabela 4: Aceitação Sensorial do Fermentado de Mirtilo.....	32
Tabela 5: Capacidade Antioxidante do Fermentado de Mirtilo.....	33

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mirtilo.....	11
Figura 2: Processo de Fermentação do Mirtilo.....	19
Figura 3: Fluxograma de Processamento do Fermentado de Mirtilo.....	27

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	8
1 – REVISÃO .....	10
1.1 - Mirtilo.....	10
1.1.1 - <i>Principais Características</i> .....	10
1.1.2 - <i>Produção de Mirtilo no Brasil e no Mundo</i> .....	12
1.1.3 - <i>Características Físico-Químicas e Nutricionais</i> .....	14
1.2 - Processamento do Mirtilo.....	17
1.2.1 – <i>Fermentado de Frutas</i> .....	17
1.2.2 – <i>Fermentado de Mirtilo</i> .....	18
1.2.3 – <i>Açúcares</i> .....	23
1.2.4 – <i>Enzimas</i> .....	23
3 – MATERIAIS E MÉTODOS.....	25
3.1 - Material .....	25
3.2 - Produção do Fermentado de Mirtilo .....	25
3.4 - Análise Sensorial.....	28
3.4 - Capacidade Antioxidante .....	28
4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
4.1 - Análises Físico-Químicas.....	29
4.2 - Problemas e Defeitos Ocorridos da Fermentação .....	31
4.3 - Análise Sensorial.....	31
4.4 - Capacidade Antioxidante .....	33
5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	35
REFERÊNCIAS .....	36
6 – ANEXOS .....	40



## INTRODUÇÃO

O mirtilo é uma fruta ainda pouco conhecida no Brasil, porém com grande potencial produtivo, principalmente no Estado do Rio Grande do Sul, devido ao clima temperado (RASEIRA & ANTUNES, 2004).

Faz parte do grupo das pequenas frutas, junto com a amora, morango, framboesa e fisalis, e é conhecido como blueberry, em inglês, e arândano, em espanhol (FACHINELLO, 2008). É originário de algumas regiões da Europa e América do Norte, onde é muito apreciado por seu sabor exótico, pelo valor econômico e por seus poderes medicinais como "fonte de longevidade", devendo-se especialmente ao alto conteúdo de antocianidinas que são pigmentos de cor azul-púrpura (ANTUNES, 2007).

A área cultivada no Brasil é superior a 150 hectares, sendo que parte da produção vai para exportação, e parte é absorvida no mercado interno. O Rio Grande do Sul é o Estado que mais se destaca na produção de mirtilo, ocupando uma área de 65 ha com produção de 150 toneladas (FACHINELLO, 2008).

O mirtilo possui uma grande variedade de vitaminas e minerais, como A, B, C, K, ácido fólico, potássio, magnésio, cálcio, fósforo, ferro, manganês, açúcares, pectina, tanino, ácido cítrico, málico e tartárico, resveratrol (MORAZZONI & BOMBARDELLI, 1996).

É a fruta com maior atividade antioxidante quando comparado com outras 40 frutas e com os vegetais. Os pesquisadores atribuíram esses benefícios aos compostos naturais encontrados na fruta, principalmente, às antocianinas (BRAVO, 1988).

Devido ao elevado poder antioxidante, esses compostos exercem atividades biológicas e funções sobre a saúde, como, a prevenção de algumas doenças crônicas, incluindo o câncer, doenças cardiovasculares e cerebrovasculares, aterosclerose e o diabetes (CAO; WU and PRIOR., 2002).

O mirtilo pode ser consumido in natura ou após processamento por congelamento, desidratação, enlatamento ou fabrico de geléias ou licores, sucos, sorvetes e doces em geral (FACHINELLO, 2008). No caso do produtor, o interesse paira nas grandes potencialidades econômicas e na elevada rentabilidade que a fruta pode proporcionar (ANTUNES & HOFFMANN, 2002).

Portanto o presente trabalho apresentou como objetivos:

- Elaborar um fermentado de mirtilo utilizando diferentes condições de fermentação: com e sem adição de enzima, e com e sem correção de açúcar;
- Analisar as características físico-químicas do fermentado: densidade, pH, Brix, teor alcoólico e acidez total;
- Comparar os aspectos organolépticos entre os diferentes tratamentos, através de análise sensorial;
- Avaliar a capacidade antioxidante do produto final.

## 1 – REVISÃO

### 1.1 - Mirtilo

O mirtilo (*Vaccinium* sp.) é uma espécie frutífera pertencente à família *Ericaceae*. Faz parte do grupo das pequenas frutas, junto com a amora, morango, framboesa e fisalis, e é conhecido como *blueberry*, em inglês, e *arándano*, em espanhol (FACHINELLO, 2008). É originário de algumas regiões da Europa e América do Norte, onde é muito apreciado por seu sabor exótico, pelo valor econômico e por seus poderes medicinais como "fonte de longevidade", devendo-se especialmente ao alto conteúdo de antocianidinas que são pigmentos de cor azul-púrpura (ANTUNES, 2007).

#### 1.1.1 - Principais Características

As frutas são de cor azul-escura, de formato achatado, recobertos de cera, com aproximadamente 1 a 2,5 cm de diâmetro e 1,5 a 4 g de peso, com sabor doce-ácido e muitas sementes de pequeno tamanho (Figura 1). Sua aparência é semelhante ao araçá, porém com coloração azul e tamanho de um grão de uva. É uma espécie arbustiva, com 1,5 a 3 m de altura (ANTUNES e HOFFMANN, 2002; FACHINELLO, 2008).

Figura 1 – Mirtilo (*Vaccinium ashei*)

Fonte: Rodrigues (2009)



Galletta & Ballington (1996) classificam os tipos de mirtilo comercialmente plantados em cinco grupos importantes:

- Highbush (arbusto alto): plantas de dois ou mais metros de altura. Possui variedades que necessitam geralmente entre 650 e 850 horas de frio.
- Half high (arbusto de médio porte): plantas de 0,5 a 1,0 m de altura. Este grupo envolve híbridos de *V. angustifolium* e *V. corymbosum* L. Tem menor exigência em frio que o grupo Highbush.
- Southern highbush (arbusto de porte alto, originário do sul dos Estados Unidos): o qual engloba plantas de baixa necessidade em frio, com predomínio da espécie *V. corymbosum*.
- Rabbiteye (olho-de-coelho): espécie hexaplóide, cujas plantas podem alcançar de dois a quatro metros de altura. Compreende a espécie *Vaccinium ashei*, que possui as seguintes características: vigor, longevidade, produtividade, tolerância ao calor e à seca, baixa necessidade em frio, produzindo frutas ácidos, firmes e de longa conservação.
- Lowbush (arbusto de pequeno porte): as plantas têm menos de 0,5 metro de altura, tem hábito de crescimento rasteiro e produz frutas de pequeno tamanho. A maioria delas pertence à espécie *V. angustifolium*.

Por se tratar de planta arbustiva, o mirtilo necessita de boa disponibilidade de água. Para isto, é necessária irrigação, principalmente nas áreas mais secas da

região Sul ou onde o solo seja muito raso ou muito arenoso (RASEIRA & ANTUNES, 2004).

Segundo Santos & Raseira(2002), para um bom teor de açúcar, o mirtilo requer até 50 mm de água, semanalmente, durante o período de desenvolvimento das frutas. O tipo *rabbiteye*, entretanto, apesar das raízes superficiais é capaz de sobreviver a períodos de seca, devido a características adaptativas, como resistência estomatal, e conseqüente uso eficiente de água.

Para a maior parte das regiões de clima frio do Sul do Brasil, onde o mirtilo tem maior possibilidade de adaptação, a espécie *Vaccinium ashei* é a mais promissora. A colheita ocorre de novembro a abril, e a produtividade varia de 6 a 10 toneladas por hectare (FACHINELLO, 2008).

### 1.1.2 - Produção de Mirtilo no Brasil e no Mundo

O mirtilo é uma fruta ainda pouco conhecida no Brasil, porém com grande potencial produtivo, principalmente no Estado do Rio Grande do Sul, devido ao clima temperado (RASEIRA & ANTUNES, 2004).

Galletta e Ballington (1996) citam que Coville começou a domesticação do mirtilo, em 1906. Ele estudou esta espécie desde a germinação da semente até a maturação da fruta.

O mirtilo foi introduzido no Brasil em 1983, pelo então pesquisador da Embrapa Clima Temperado Alverides Machado dos Santos, em Pelotas (RS), a partir de plantas provenientes da Universidade da Flórida, com o objetivo de avaliar a adaptação da espécie ao clima e solo brasileiros. A espécie trazida ao Brasil foi a *Vaccinium ashei*, também conhecida como “rabbiteye”. Esta coleção de cultivares foi a principal base para a difusão da cultura no país, pois permitiu obter informações essenciais para a definição do manejo da espécie em nossas condições climáticas e de solo (ANTUNES & MADAIL, 2007).

A partir de 1990, houve a implantação da empresa Italbraz Agroindustrial, em Vacaria (RS), com mirtilo da espécie “highbush”. Além desta empresa, foram implantadas áreas de produção em Campos do Jordão (SP) e Barbacena (MG),

dentre outros vários empreendimentos de pequeno porte. A partir de 2001, a implantação de um viveiro no Sítio Canto do Sabiá, em Caxias do Sul (RS) deu novo estímulo à expansão da cultura, pois a disponibilidade de mudas ainda permanece como um entrave para viabilizar a implantação de novas áreas de produção (ANTUNES & HOFFMANN, 2002).

De acordo com os dados estatísticos publicados pela FAO (2009), os Estados Unidos aparece como o país com maior representatividade na produção de mirtilo, com aproximadamente 165 mil toneladas (59% da produção mundial), seguido do Canadá (28%) e recentemente a Alemanha, cabendo ao restante do mundo pouco mais de 10% de participação no volume produzido em 2007. Ainda, no ano de 1967, a produção nos Estados Unidos era de 1700 toneladas passando para 165 mil toneladas em 2007, indicando um aumento na produção de 100 vezes nos últimos 40 anos.

É também nos Estados Unidos onde se encontram os maiores índices de consumo. Os norte-americanos importam cerca de 82% da produção do mundial. Embora seja o maior produtor da fruta, o país não é auto-suficiente e, exceto nos meses de maio, junho e julho (período de safra), depende diretamente do abastecimento canadense, chileno, neozelandês e argentino (ANTUNES & MADAIL, 2007).

Quanto aos países da América do Sul, cabe destacar a participação do Chile, que produz cerca de 8.000 toneladas por ano, sendo o representante deste grupo que mais produz e mais exporta para o mercado norte-americano, concentrando seu abastecimento entre os meses de novembro e abril (ANTUNES, 2007).

Outro país que merece destaque é a Argentina, que ingressou no mercado externo de mirtilo há pouco tempo, mas já apresenta números relevantes no abastecimento mundial da fruta. A primeira exportação da Argentina ocorreu em 1994, para o Reino Unido, mas somente em 1997 o país começou sua incursão pelo mercado norte-americano. Produzindo hoje cerca de 380 toneladas por ano, 74% dessa produção é destinada ao abastecimento dos Estados Unidos, entre os meses de outubro e dezembro (PAGOT, 2006).

A produção de mirtilo no mundo por área plantada atingiu os 67,7 mil hectares em 2007 (FAO, 2009). O Chile possui área cultivada de 2.500 ha, a Argentina de 1.500 ha, e o Uruguai com 200 ha. A área cultivada no Brasil é superior a 150 hectares, sendo que parte da produção vai para exportação, e parte é absorvida no

mercado interno. O Rio Grande do Sul é o Estado que mais se destaca na produção de mirtilo, com 45 produtores rurais, ocupando uma área de 65 ha com produção de 150 toneladas (FACHINELLO, 2008).

No varejo local, o mirtilo nacional é comercializado em embalagens de 100 gramas por R\$ 5,00; e a fruta importada é encontrada em embalagens de 125 gramas por R\$ 8,00. A matéria-prima utilizada no experimento foi proveniente do município de Camaquã –RS e foi adquirida pelo valor de R\$15,00/kg.

Há um preço mínimo para venda in natura, pois o custo de comercialização é muito alto. A fruta congelada destinada à indústria é comercializada pela metade do preço do produto fresco. Praticamente toda a produção é comercializada na forma in natura e, em menor escala, para a indústria de sucos, sorvetes e doces (FACHINELLO, 2008).

Alguns fatores dificultam a expansão do mirtilo no Brasil, tais como as condições de clima e solo, o crescimento lento da planta, as dificuldades no manejo da colheita e a falta de mudas, devido a dificuldades de propagação em algumas cultivares e ao pouco conhecimento técnico sobre a cultura. Por outro lado, as perspectivas de cultivo no Brasil são promissoras, tanto para consumo interno como para exportação. Como se trata de uma espécie que necessita de muita mão-de-obra e que o seu cultivo, depende de uma logística de transporte, embalagem adequada e cadeia de frio para chegar ao mercado, é fundamental que os produtores estejam organizados de forma associativa no momento da comercialização (ANTUNES & HOFFMANN, 2002).

### *1.1.3 - Características Físico-Químicas e Nutricionais*

A composição nutricional do mirtilo pode variar em função da cultivar, práticas culturais, da fertilidade do solo, da época de ano, do grau de maturação e de outros fatores. De acordo com a Tabela 1, pode-se observar que o mirtilo apresenta um alto teor de umidade, superior a 80%. O conteúdo de água nos tecidos depende, entre outros fatores, da disponibilidade hídrica do solo no momento da colheita (SOUSA et al., 2007).

Tabela 1 – Composição nutricional do mirtilo em 100g de fruta

<b>Nutrientes em 100g de fruta</b>	
Umidade	83 - 87 g
Valor energético	51 - 62 kcal
Proteínas	0,4 - 0,7 g
Lípidos	0,5 g
Glicose	5 - 7 g
Frutose	5 - 7 g
Sacarose	nd
Fibra	1 - 1,5 g
Cinzas	0,19 - 0,25 g
<b>Sais Minerais</b>	
Cálcio	11,4 - 12,2 mg
Ferro	0,6 mg
Magnésio	5,8 - 8,4 mg
Fósforo	14 - 47 mg
Potássio	48 - 112 mg
Sódio	3,4 - 4,3 mg
Zinco	0,1 mg
Cobre	0,1 mg
Manganês	0,4 - 1,2 mg
<b>Vitaminas e outros componentes</b>	
Vitamina C	22 - 62 mg
Taninos	270 - 550 mg
Pectinas	300 - 600 mg
Antocianinas	300 - 725 g

Fonte: Sousa et al.(2007)

O mirtilo apresenta um baixo valor calórico, teor de lipídeos e proteínas. Os componentes de maior quantidade são: os sólidos solúveis, que representam cerca de 80% da matéria seca e são constituídos basicamente dos açúcares glicose e frutose, e as fibras e cinzas constituídas de sólidos insolúveis como casca, sementes e minerais.



As frutas produzidas em zonas de verões quentes e secos têm uma concentração mais elevada de açúcares, são mais aromáticos e de coloração mais intensa do que os que crescem em regiões mais amenas e úmidas (RIEGER, 2006). O mirtilo contém ácidos orgânicos em teores elevados, sendo os mais comuns o quínico, o málico e o cítrico (SOUSA et al., 2007).

Possui uma grande variedade de vitaminas e minerais, como A, B, C, K, ácido fólico, potássio, magnésio, cálcio, fósforo, ferro, manganês, açúcares, pectina, tanino, ácido cítrico, málico e tartárico, resveratrol. Possui baixo teor de gordura e sódio, dentre outras (MORAZZONI & BOMBARDELLI, 1996).

O mirtilo é a fruta com maior atividade antioxidante quando comparado com outras 40 frutas e com os vegetais. Os pesquisadores atribuíram esses benefícios aos compostos naturais encontrados na fruta, principalmente, às antocianinas (BRAVO, 1988).

As antocianinas, que fazem parte da classe dos flavonóides, são pigmentos naturais, responsáveis por uma variedade de cores atrativas das frutas, flores e folhas, que variam do vermelho ao azul. Devido ao elevado poder antioxidante, esses compostos exercem atividades biológicas e funções sobre a saúde, como, a prevenção de algumas doenças crônicas, incluindo o câncer, doenças cardiovasculares e cerebrovasculares, aterosclerose e o diabetes (CAO; WU and PRIOR, 2002).

Além disso, relatou-se que as antocianinas inibem a agregação plaquetária, melhoram a função visual, possuem propriedades vasoprotetoras e poderiam exercer efeitos neurológicos benéficos. Em experiências *in vitro*, pesquisas mostraram que as antocianinas inibiram o crescimento celular e induziram as células cancerígenas ao processo de apoptose (TALAVERA et al., 2003).

As antocianinas servem como protetoras dos capilares sanguíneos em relação aos danos causados pelos radicais livres. Elas estimulam a formação do tecido conexivo saudável, e assim, a formação de capilares novos (FOSTER, 2000).

A evidência epidemiológica sugere que o consumo elevado dos flavonóides pode fornecer proteção à doenças coronárias e ao câncer de pulmão. Os compostos fenólicos do mirtilo inibem a formação do (LDL- colesterol). Esses compostos afetam também a maquinaria contrátil do músculo liso, diminuindo a contração arterial, em resposta ao hormônio do estresse, a epinefrina. Por conseguinte, eles proporcionam

relaxamento das artérias, regulam a pressão de sangue e auxiliam na redução de doenças cardiovasculares (GALLI, 2002).

## **1.2 - Processamento do Mirtilo**

Grande parte da produção nacional de frutas não é voltada ao consumo fresco, mas ao processamento. Dentro dessa produção, a maior parcela é direcionada para a elaboração de sucos, polpas, néctares e bebidas alcoólicas, enquanto que a parcela restante é destinada ao preparo de doces, compotas e sorvetes. Vários frutos vêm sendo utilizados como matéria-prima para elaboração de bebida alcoólica fermentada (VENTURINI, 2010).

O mirtilo pode ser consumido in natura ou após processamento por congelamento, desidratação, enlatamento ou fabrico de geléias ou licores, sucos, sorvetes e doces em geral (FACHINELLO, 2008).

### *1.2.1 – Fermentado de Frutas*

De acordo com o Art.44 do Decreto n. 6.871, de 4 de junho de 2009, do Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (MAPA), sobre a padronização, classificação, registro, inspeção, produção e fiscalização de bebidas, fermentado de fruta é a bebida com graduação alcoólica de quatro a quatorze por cento em volume, a vinte graus Celsius, obtida da fermentação alcoólica do mosto de fruta sã, fresca e madura.

Diversas frutas podem ser utilizadas para produção de bebidas fermentadas com características típicas, desde que sejam feitas as correções do mosto, de nutrientes para as leveduras, e respeitada a legislação vigente (MUNIZ et al., 2002).

Além da uva, outras frutas têm sido utilizadas para a produção de bebidas alcoólicas fermentadas. Entre as mais difundidas estão a maçã, utilizada na fermentação da sidra; a pêra, cujo mosto fermentado resulta no Perry. Muitas das

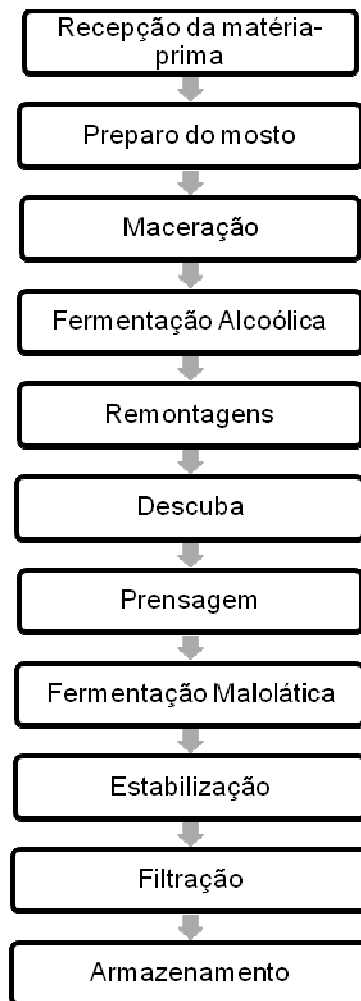
bebidas alcoólicas tiveram sua origem a partir da descendência cultural, que posteriormente assumiu os moldes capitalistas e tornou-se indústria. Algumas outras surgiram como alternativa para o aproveitamento do excesso de produção frutícola de certas regiões ou como inovação tecnológica para o uso das mesmas, como as bebidas alcoólicas fermentadas obtidas de pêssego, laranja e caju (VENTURINI, 2010).

A composição nutricional do fermentado de fruta dependerá, além da fruta empregada, que contribui extensamente nas características da bebida, da composição do mosto, tipo de inóculo, condições de fermentação e procedimentos pós-fermentação (MUNIZ et al., 2002).

### *1.2.2 – Fermentado de Mirtilo*

O processo de fermentação segue as etapas descritas no Fluxograma contido na Figura 2 abaixo.

Figura 2 – Processo de Fermentação do Mirtilo (Elaborado pela autora)



## RECEPÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA

Neste processo, é importante que sejam mantidas as condições higiênicas adequadas nos locais de recebimento da fruta e deve-se efetuar um registro de dados relativo ao peso, data, hora e obter informações sobre alguns parâmetros que servem como uma primeira orientação da fermentação (GIOVANNINI & MANFROI, 2009).

## PREPARO DO MOSTO

Nesta etapa, é realizada a adição de levedura e a sulfitação do mosto. Para isto, é utilizada a levedura seca ativa (*Saccharomyces cerevisiae*).

Segundo Carvalho (2001), o anidrido sulfuroso ou dióxido de enxofre é empregado há muito tempo como desinfetante. O enxofre é acrescentado ao mosto antes de sua fermentação, com algumas finalidades:

- Inibir crescimento de bactéria e leveduras indesejáveis;
- Antioxidante: protege o mosto do ar;
- Efeito seletivo da flora microbiana. O enxofre inibe o crescimento das leveduras não produtoras de álcool, deixando o campo aberto para as produtoras de álcool;
- Facilita a dissolução das matérias corantes;
- Ativação da reação de transformação do açúcar em álcool e dióxido de carbono, quando empregado em doses baixas, favorecendo a produção de um vinho com maior teor alcoólico e com menos açúcar.

## MACERAÇÃO

O período em que a parte sólida da fruta - película e semente - permanece em contato com o mosto é chamado de maceração (HOFFMANN, 2006).

Nela ocorre a extração dos compostos contidos nas partes sólidas da fruta. A mesma deve ser seletiva, permitindo a máxima extração dos compostos que concorrem para a qualidade do vinho e limitando ao máximo a extração dos que concorrem para limitá-la. Nessa fase, variáveis como a relação fase sólida/fase líquida, tempo de maceração, temperatura da massa vinária, número e frequência das remontagens, sistema de remontagem e volume de líquido remontado são decisivas para que toda qualidade da fruta seja refletida no fermentado (GUERRA et al., 2009).

## FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA

Uma das principais etapas do processo de vinificação é a fermentação alcoólica, que acontece simultaneamente com a maceração. A fermentação traduz-se, principalmente, pelo desdobramento do açúcar que o mosto possui em CO<sub>2</sub> e álcool, que caracterizam o vinho. Durante a fermentação, além de se originar álcool

e CO<sub>2</sub>, formam-se outros compostos, nomeadamente a glicerina, o ácido succínico, etanal, ácido acético, ácido láctico, os ésteres, entre outros; que, apesar de entrarem em pequenas quantidades, desempenham um papel muito importante na qualidade do vinho (CARVALHO, 2001).

A fermentação alcoólica é analisada pela determinação da densidade e do teor de açúcar do mosto. A temperatura da fermentação deve permanecer entre 25°CGL a 30°CGL, para favorecer a extração dos compostos fenólicos. Nas safras, quando necessário, é feita a correção do teor de açúcar do mosto com sacarose (HOFFMANN, 2006).

## REMONTAGENS

Segundo Giovanninni & Manfroi (2009), a fermentação produz no meio líquido um desprendimento gasoso (CO<sub>2</sub>), que arrasta as partículas sólidas para a parte superior de recipiente, formando o “chapéu” de bagaço, que é mantido pela pressão do gás liberado. As remontagens são realizadas para extrair os componentes da parte sólida, homogeneizar a massa vínica em fermentação, controlar a temperatura de fermentação e evitar o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis na parte superior da parte sólida da uva.

## DESCUBA

Esta operação consiste na separação do líquido da fase sólida (bagaço). A análise sensorial é um meio simples e eficiente de se determinar o momento da descuba (GUERRA et al., 2009).

## PRENSAGEM

Esta operação, realizada logo após a descuba possibilita um aumento de rendimento de 10 a 15%, pela extração do vinho retido nos interstícios das partes sólidas. O produto obtido pela prensagem possui qualidade ligeiramente inferior ao

vinho normal, uma vez que a prensagem das partes sólidas libera vários compostos, de modo não seletivo (CARVALHO, 2001).

## FERMENTAÇÃO MALOLÁTICA

Uma vez concluída a fermentação alcoólica, a etapa seguinte é a fermentação malolática, ou seja, a transformação do ácido málico em láctico e conseqüente redução da acidez total. Além disso, ocorrem também outras reações secundárias, tais como: desprendimento de dióxido de carbono, pequena elevação da acidez volátil e do pH do vinho. Os agentes microbiológicos, responsáveis por essas transformações são as bactérias lácticas, microrganismos muito difundidos na natureza, com elevado grau de especificidade (HOFFMANN, 2006).

Além do ácido málico, as bactérias da fermentação malolática utilizam como substrato o açúcar residual da fermentação alcoólica e o ácido cítrico. Quando a quantidade de açúcar residual é elevada, a degradação pelas bactérias pode provocar a fermentação manítica e conseqüente formação de quantidades elevadas de manitol (GUERRA et al., 2009).

## ESTABILIZAÇÃO

Durante a estabilização, diversos elementos (polifenóis e ácido tartárico) ou da autólise das leveduras (proteínas e peptídeos) são neutralizados e/ou induzidos à sedimentação via métodos químicos ou físicos. Uma vez decantados, são extraídos (GUERRA et al., 2009).

## FILTRAÇÃO

A filtração é uma prática que deve ser efetuada com muita precisão, pois deve servir para a retirada de micropartículas indesejáveis do vinho, sem, no entanto, diminuir demasiadamente sua estrutura e sua intensidade aromática. A moderna enologia preconiza a elaboração de vinhos com o máximo de precisão e controle, de

modo a aproveitar todo o potencial de qualidade da fruta. A filtração, por mais precisa que seja, retira boa parte dos atributos do vinho, junto com as substâncias que se quer retirar, de modo que é dispensada para muitos vinhos de qualidade (CARVALHO, 2001).

## ARMAZENAMENTO

O fermentado deve ser armazenado adequadamente em garrafas de vidro, e conservados ao abrigo de luz.

### *1.2.3 – Açúcares*

A adição de açúcar na forma de sacarose, operação denominada chaptalização, é prática enológica permitida e comum em várias regiões de países tradicionais. O cálculo parte da premissa que são necessários 17g/L de açúcar para produzir 1% álcool (v/v). Assim, com os teores percentuais de açúcar obtido com o mostímetro Babo, procede-se o cálculo direto da adição de açúcar, em função do aumento do grau alcoólico desejado (GIOVANNINNI & MANFROI, 2009).

### *1.2.4 – Enzimas*

As principais enzimas empregadas em vinificação são pectinases, hemicelulases, glucanases e glicosidades (VENTURINI, 2010).

Segundo Giovanninni e Manfroi (2009), as principais atuações dos complexos enzimáticos são:

- Auxiliar na clarificação e filtração de mostos e vinhos;
- Favorecer o escorrimento do mosto flor e facilitar os trabalhos de prensagem pela ação sobre os componentes fibrosos da casca;



- Assegurar maior rendimento do mosto;
- Favorecer os fenômenos de maceração e extração de compostos, em especial, os responsáveis pela cor e pelo extrato dos vinhos;
- Possibilitar a redução do tempo de maceração;
- Incrementar a intensidade aromática, favorecendo a liberação de aromas da película.

### 3 – MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 - Material

O mirtilo utilizado para o experimento foi adquirido da Fazenda Viva o Verde, do município de Camaquã – RS. A matéria-prima encontrava-se congelada e foi mantida em freezer (a cerca de -18°C) até o momento de sua utilização.

#### 3.2 - Produção do Fermentado de Mirtilo

A produção do fermentado de mirtilo foi realizada no Laboratório de Enologia do Instituto de Ciências e Tecnologia de Alimentos (ICTA), na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

O mirtilo, inicialmente, foi pesado e foram adicionados cerca de 2 kg da fruta congelada em erlenmeyers de 5 litros, acoplados com válvulas de Müller. Foi aguardado até que a fruta estivesse a temperatura ambiente (cerca de 24 horas) para realizar as adições da levedura, enzima, metabissulfito e açúcar.

Foram testadas diferentes condições de fermentação em quatro tratamentos distintos, realizados em duplicada, descritos na Tabela 2 abaixo.

Tabela 2 - Tratamentos e suas condições de fermentação

Tratamento	Condições de Fermentação
T1	Com adição de enzima e com correção de açúcar
T2	Com adição de enzima e sem correção de açúcar
T3	Sem adição de enzima e com correção de açúcar
T4	Sem adição de enzima e Sem correção de açúcar

A enzima empregada foi a Lallzyme EX<sup>®</sup>, do laboratório Lallemand. Para os tratamentos T1 e T2 nos quais foi adicionada, utilizou-se a quantidade de 4 g.hL<sup>-1</sup>. O açúcar adicionado nos tratamentos T1 e T3 foi a sacarose, em quantidade suficiente para corrigir a quantidade final de álcool no produto para 10% v/v. Sabe-se que para elevar 1°GL no mosto é necessário ser consumido pelas leveduras 2°Brix (ELIAS et al., 2008). Como a fruta apresentava um valor de 13,6°Brix, foram adicionados 110g de sacarose em cada tratamento.

Em todos os tratamentos houve a adição da levedura Lalvin ICV 254D<sup>®</sup>, do laboratório Lallemand, na razão de 30 g.hL<sup>-1</sup>. O SO<sub>2</sub> também foi adicionado aos quatro tratamentos, na quantidade de 10 g.hL<sup>-1</sup>, na forma de metabissulfito de potássio. Para fins de referência, o dia do inóculo foi considerado dia "1".

Durante o período de fermentação alcoólica foram realizadas remontagens diárias de forma análoga, até o décimo dia, visando aumentar o contato entre as partes sólida e líquida do fermentado.

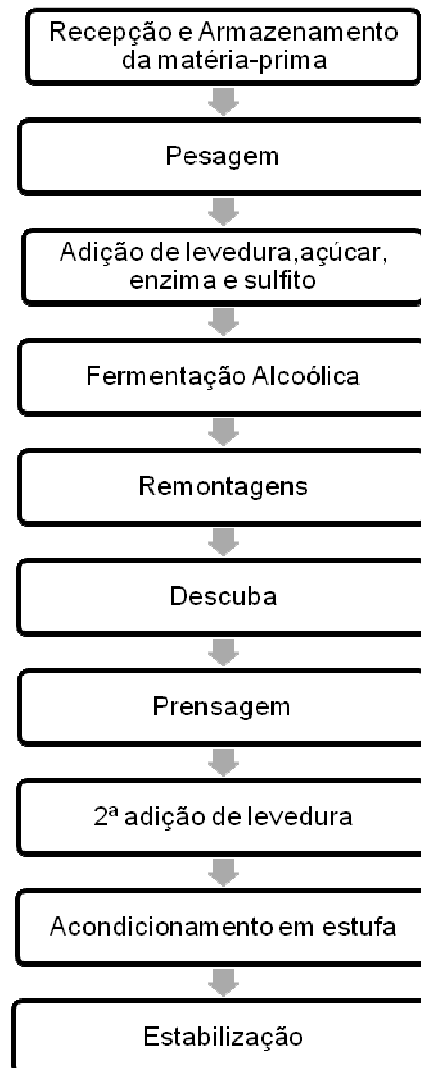
Transcorridos os 10 dias, foi realizada a descuba do fermentado e posteriormente a prensagem da parte sólida. O fermentado foi transferido para garrações de 5 litros, munidos de válvulas de Müller visando à conclusão da fermentação alcoólica.

A levedura foi adicionada novamente em todos os tratamentos, na quantidade de 20 g.hL<sup>-1</sup>, pois a fermentação estava ocorrendo com velocidade muito baixa. Ainda visando acelerar o processo de fermentação, no 15° dia os garrações foram colocados e mantidos em estufa a 30°C durante quatro dias. Durante todo o período de processamento, a temperatura do Laboratório foi mantida entre 17 e 21°C.

Após 45 dias, foram realizadas as análises físico-químicas, sensorial e de capacidade antioxidante do fermentado.

Na figura 3 encontra-se o fluxograma de processamento do fermentado de mirtilo.

Figura 3 - Fluxograma de Processamento do Fermentado de Mirtilo (Elaborado pela autora)



### 3.3 - Análises Físico-químicas

As variáveis físico-químicas avaliadas foram: densidade, Brix, pH, acidez total e teor alcoólico, segundo métodos de Rizzon (2010).

A determinação do teor de sólidos solúveis totais-SST (Brix) foi realizada em refratômetro manual. A análise de pH foi realizada em potenciômetro digital de bancada, marca Quimis®.

A acidez total foi avaliada através de titulação utilizando hidróxido de sódio e fenolftaleína como reagentes. O teor alcoólico foi determinado através do Método da

Ebuliometria, o qual se baseia na diferença do ponto de ebulição entre a água e o fermentado.

### **3.4 - Análise Sensorial**

Para a análise sensorial, as amostras foram submetidas a teste de aceitação através de um painel composto de 30 provadores não treinados, com idade entre 18 e 54 anos. O teste foi realizado no Laboratório de Análise Sensorial do ICTA da UFRGS.

Os provadores receberam as quatro amostras (relativas à T1, T2, T3 e T4) codificadas com três dígitos aleatórios, servidas em copos plásticos descartáveis em uma quantidade aproximada de 30 mL de amostra. Foram avaliados os atributos: aparência, cor, acidez, sabor e aceitação global. Para isto, utilizou-se uma escala hedônica verbal de nove pontos, sendo 1= “desgostei muitíssimo” e 9= “gostei muitíssimo”. Os avaliadores foram também questionados sobre a intenção de compra das amostras. A ficha específica utilizada no teste é apresentada em anexo 1.

#### **Análise estatística**

Os dados foram analisados através da ANOVA e as diferenças de médias por Tukey utilizando Software Statistica 10.

### **3.4 - Capacidade Antioxidante**

Para a análise da capacidade antioxidante do fermentado de mirtilo, foi utilizado o método DPPH descrito por Brand-Williams, Cuvelier and Berset (1995), baseado na captura deste radical livre por antioxidantes, produzindo um decréscimo da absorbância a 515 nm. A mesma foi expressa em equivalentes de Trolox ( $\mu\text{M}$ ).

## 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 - Análises Físico-Químicas

Os resultados das análises físico-químicas encontram-se na tabela 3 abaixo.

Tabela 3 – Análises físico-químicas do fermentado de mirtilo

	Densidade (mg.L <sup>-1</sup> )	Sólidos Solúveis (°Brix)	pH	Acidez total (meq.L <sup>-1</sup> )	Álcool (%vol/vol)
T1	0,9999 <sup>a</sup>	6,7 <sup>a</sup>	2,90 <sup>a</sup>	142 <sup>a</sup>	10,3 <sup>a</sup>
T2	1,0004 <sup>a</sup>	6,0 <sup>ab</sup>	2,82 <sup>a</sup>	155 <sup>a</sup>	7,3 <sup>b</sup>
T3	1,0000 <sup>a</sup>	6,6 <sup>ab</sup>	2,88 <sup>a</sup>	148 <sup>a</sup>	9,6 <sup>a</sup>
T4	1,0004 <sup>a</sup>	5,3 <sup>b</sup>	2,80 <sup>a</sup>	150 <sup>a</sup>	6,6 <sup>b</sup>

Letras minúsculas iguais nas colunas não diferem estatisticamente para os tratamentos pelo Teste de Tukey a nível de 5% de significância.

A densidade do fermentado de mirtilo situou-se entre valores de 0,9999 a 1,0004. Manfroi (2007) encontrou valores de densidade para o vinho Cabernet Sauvignon entre 0,9931 e 0,9952. Tecchio, Miele e Rizzon (2007) encontraram valores de 0,9948 e 0,9977 para vinho Bordô elaborado com uvas de Flores da Cunha – RS. A densidade é uma resposta inversa ao teor de álcool (MANFROI, 2007), o que condiz com os teores alcoólicos encontrados.

Para o fermentado de mirtilo, o valor encontrado sólidos solúveis variou de 5,3 a 6,7°Brix, o que se situa dentre os valores encontrados nos outros estudos relativos à fermentados de frutas.

Elias (2008) elaborou um fermentado de caqui e encontrou um valor no produto final de 10°Brix. O fermentado de jaca obteve 12°Brix (ASQUIERI, RABÊLO e SILVA, 2008), o fermentado de laranja 7,0 °Brix (CORAZZA, RODRIGUES e NOZAKI., 2001) e o fermentado de caju 3,6 °Brix (NETO et al., 2006).

Observou-se que os valores de pH encontrados para o fermentado de mirtilo, que variam entre 2,80 e 2,90, foram bastante abaixo dos resultados encontrados para as outras frutas.

Arruda et al. (2009) observaram valores de pH variando de 4,5 a 4,7 no fermentado de banana. Manfroi (2007) observou no vinho Cabernet Sauvignon valores de pH de cerca de 4. O fermentado de Jaca obteve um pH de 3,91 (ASQUIERI, RABÊLO e SILVA 2008), e o fermentado de mandacaru encontrou valor de pH de 3,89 (ALMEIDA et al., 2006).

A acidez total encontrada para o fermentado de mirtilo variou entre 142 e 150 meq.L<sup>-1</sup>. O fermentado de jaca atingiu um valor de acidez total de 100 meq.L<sup>-1</sup> (ASQUIERI, RABÊLO e SILVA 2008), o fermentado de kiwi 118 meq.L<sup>-1</sup> (PAZ et al., 2007) e o fermentado de banana variou entre 39 e 53 meq.L<sup>-1</sup> (ARRUDA, 2009). Manfroi (2007) encontrou valores entre 54 e 59 meq.L<sup>-1</sup> para o vinho.

Para o vinho de uva, os padrões estabelecidos pela lei são de 55,0 a 130,0 meq.L<sup>-1</sup>. A lei que trata de fermentado de fruta relata apenas os atributos de graduação alcoólica e chaptalização (BRASIL, 1997).

Pode-se observar que o fermentado de mirtilo apresentou valores de acidez total muito superiores aos das outras frutas, inclusive acima dos 130 meq.L<sup>-1</sup> máximos estabelecidos pela legislação para o vinho de uva.

Tanto os valores de pH como os de acidez total do fermentado de mirtilo divergem dos demais estudos de fermentados de frutas provavelmente devido à acetificação que a fermentação sofreu.

Os valores de teor alcoólico encontrados para o fermentado de mirtilo, diferem, basicamente, entre os tratamentos que sofreram correção de açúcar (T1 e T3) e os tratamentos que não sofreram correção de açúcar (T2 e T4). Os valores de T1 e T3 são superiores, pois tinham maior quantidade de sacarose para converter em álcool.

Para o fermentado de banana, os valores de álcool encontrados variaram entre 8,8 e 9,1% v/v (ARRUDA et al., 2009). O fermentado de kiwi produziu 8,2% v/v de álcool (PAZ et al., 2007) e Manfroi (2007) relatou uma quantidade média de 12% v/v de álcool no vinho.

## 4.2 - Problemas e Defeitos Ocorridos da Fermentação

A fermentação do mirtilo apresentou-se desde o início muito lenta. Visando acelerar o processo, foi adicionada novamente levedura ao fermentado, e o mesmo foi mantido em estufa durante alguns dias. Porém, nenhuma das medidas se mostrou eficaz. A dificuldade de fermentação deve-se, possivelmente, ao fato de que a levedura utilizada não era específica para o mirtilo, e sim para uva.

Além disso, durante a fermentação apareceram defeitos devido à alterações microbianas, como flor e acetificação. Essa contaminação foi facilitada pois os garrafões encontravam-se com grande espaço livre, fornecendo nutrientes e condições favoráveis ( $O_2$  disponível e temperatura adequada) para o desenvolvimento de microrganismos aeróbios, além do tempo para a multiplicação celular.

Na doença determinada flor, leveduras se desenvolvem na superfície formando véu, conhecido como “flor”, de cor branca ou rosada, e ocasiona a oxidação do álcool. A acetificação é a doença mais comum e mais prejudicial em fermentações, porém com difícil correção. É causada por bactérias acéticas que formam ácido acético a partir do álcool presente no fermentado (MANFROI, 2011).

Esses desvios de fermentação, principalmente a acidificação, influenciaram os resultados de pH e acidez total encontrados para o fermentado. Também impactaram negativamente nos resultados da análise sensorial e atividade antioxidante.

## 4.3 - Análise Sensorial

Os resultados do teste de aceitação encontram-se na tabela 4 abaixo.



Tabela 4 - Aceitação Sensorial do Fermentado de Mirtilo

Tratamento	Atributos				
	Aparência	Cor	Acidez	Sabor	Aceitação Global
T1	7,4 <sup>a</sup>	7,4 <sup>a</sup>	4,5 <sup>a</sup>	4,0 <sup>a</sup>	4,1 <sup>a</sup>
T2	6,1 <sup>b</sup>	6,9 <sup>a</sup>	3,5 <sup>a</sup>	3,1 <sup>a</sup>	3,3 <sup>a</sup>
T3	6,8 <sup>ab</sup>	7,3 <sup>a</sup>	4,2 <sup>a</sup>	3,5 <sup>a</sup>	3,7 <sup>a</sup>
T4	6,6 <sup>ab</sup>	7,1 <sup>a</sup>	3,9 <sup>a</sup>	3,4 <sup>a</sup>	3,5 <sup>a</sup>

Letras minúsculas iguais nas colunas não diferem estatisticamente para os tratamentos pelo Teste de Tukey a nível de 5% de significância.

Ao analisar a tabela, pode-se observar que para o atributo “aparência” somente houve diferença significativa entre os tratamentos T1 e T2; entre os outros tratamentos essa diferença não foi significativa. Já para as características analisadas de cor, acidez, sabor e aceitação global não houve diferença significativa entre nenhum dos tratamentos. Para todos os atributos testados, o tratamento T1 foi o que obteve as médias mais altas.

Os atributos de aparência e cor obtiveram as médias mais altas para todos os tratamentos; dentre eles, somente a característica de aparência para o tratamento T2 não atingiu 70% de aceitação dos provadores. No entanto, os atributos de acidez, sabor e aceitação global receberam notas baixas (todas inferiores a 50% de aceitação).

Nenhum dos tratamentos recebeu notas para aceitação global suficientes para alcançar um percentual de aceitação de 70%, mínimo necessário para que sejam indicados para o teste de mercado com o produto. A baixa aceitação provavelmente se deve à alta acidez final que apresentou o fermentado e que foi percebida pelos provadores.

Segundo Ferreira et al. (2000) a acidez é um atributo importante, pois realça o sabor e aroma da fruta, no entanto deve apresentar-se de fraca a moderada, pois quando muito intensa causa fadiga e interfere de forma negativa na percepção do sabor.

Rodrigues et al. (2007) elaboraram topping de mirtilo, e em sua análise sensorial obtiveram resultados baixos semelhantes para o atributo acidez em seu produto: as notas para suas formulações variaram entre 3,8 e 4,7.

Em relação ao atributo aparência, Arruda et al. (2009) obteve uma média de 7,08 para o fermentado de banana. Barnabé (2006) recebeu notas entre 6,4 e 7,6

para o vinho. O fermentado de mirtilo encontrou médias entre 6,1 e 7,4, semelhantes aos outros fermentados de frutas citados.

O fermentado de caju obteve uma média de 7,4 para o atributo cor (COSTA et al., 2008). O Fermentado de mirtilo alcançou notas semelhantes para esta característica, que variaram entre 6,9 e 7,4.

Para o sabor, o fermentado de banana apresentou uma média de 5,4 (ARRUDA et al., 2009), enquanto o vinho de Barnabé (2006) obteve notas entre 5,2 e 5,8; superiores às médias encontradas para o fermentado de mirtilo.

Arruda et al. (2009) encontraram uma média de 6,39 para a aceitação global. Barnabé (2006) recebeu notas entre 5,5 e 6,1 para o mesmo atributo. Já o fermentado de mirtilo obteve notas muito mais baixas, que se situam entre 3,3 e 4,1.

Em relação à intenção de compra, 80% dos provadores não comprariam nenhuma das amostras, 10% comprariam a amostra T1 e 10% comprariam a amostra T3.

#### 4.4 - Capacidade Antioxidante

O resultado da capacidade antioxidante encontrada no fermentado de mirtilo encontra-se na tabela 5 abaixo.

Tabela 5 – Capacidade Antioxidante do Fermentado de Mirtilo

	T1	T2	T3	T4
<b>Capacidade Antioxidante (<math>\mu\text{M}</math> Trolox)</b>	625,1	709,2	610,8	520,7

Manfroi (2007) encontrou valores de capacidade antioxidante entre 11.157 e 12.216  $\mu\text{M}$  Trolox para vinhos Cabernet Sauvignon da safra de 2005. No mesmo experimento, o autor realizou a análise em vinhos da safra de 2006, e obteve resultados entre 4.623 e 6.377  $\mu\text{M}$  Trolox. Pode-se observar que para o mesmo produto, o resultado varia consideravelmente de uma safra para a outra.

Para suco de uva, Burin et al. (2009) obteve valores de capacidade antioxidante entre 2.500 e 11.000  $\mu\text{M}$  Trolox. Bancirova (2010) realizou a análise em chá preto e chá verde e encontrou uma média de 1430  $\mu\text{M}$  Trolox.

No fermentado de mirtilo, a capacidade antioxidante encontrada variou de 520,7 e 709,2. Esses valores são bastante inferiores aos apresentados para o vinho e suco de uva. Os defeitos e problemas de fermentação ocorridos provavelmente devem ter impactado negativamente nesses valores.

## 5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

O fermentado de mirtilo apresentou resultados de densidade, Brix e teor alcoólico compatíveis com os de outros fermentados. Porém apresentou alta acidez total e pH baixo, divergindo dos valores médios encontrados em estudos, provavelmente devido à acidificação que a fermentação sofreu.

Ocorreram problemas e defeitos de fermentação, como a falta de especificidade da levedura utilizada, e alterações microbianas de flor e acidificação.

A análise sensorial revelou baixa aceitação dos provadores, a qual se deve provavelmente à alta acidez final que o fermentado apresentou e que foi percebida pelos degustadores. Portanto, o fermentado não é indicado para ser testado em mercado.

A análise da capacidade antioxidante indicou que o fermentado apresentou baixos valores de capacidade antioxidante.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M.M.; TAVARES, D.P.S.A.; ROCHA, A.S.; OLIVEIRA, L.S.C.; SILVA, F.L.H.; MOTA, J.C. Cinética da produção do fermentado do fruto do mandacaru. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.8, n.1, p.35-42, 2006.
- ANTUNES, L. E.; **Sistema de Produção do Mirtilo**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. ISSN 1806-9207 - Versão Eletrônica. Disponível em: <<http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/catalogo/tipo/sistemas/mirtilo>>. Acesso em: 20 out. 2011.
- ANTUNES, L.E.; HOFFMANN, A. **Como cultivar mirtilo**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2002. 112p.
- ANTUNES, L.E.C.; MADAIL, J.C.M. **Mirtilo: uma oportunidade de negócios**. 2007. Disponível em: <[http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra\\_conteudo.asp?conteudo=15206](http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=15206)>. Acesso em: 20 out. 2011.
- ARRUDA, A.R.; CASIMIRO, R.S.; GARRUTI, D.S.; ABREUS, F.A.P. Caracterização físico-química e avaliação sensorial de bebida fermentada alcoólica de banana. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.38, n.4, p.377-384, Out.- Dez., 2007.
- ASQUIERO, E.R.; RABÊLO, A.M.S.; SILVA, A.G.M. Fermentado de jaca: estudo das características físico-químicas e sensoriais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 28(4): 881-887, out.-dez. 2008.
- BANCIROVA, M. Comparison of the antioxidant capacity and the antimicrobial activity of black and green tea. **Food Research International**, Olomouc, v. 43, p.1379-1382, 2010.
- BARNABÉ, D. **Produção de vinho de uvas dos cultivares Niágara rosada e bordô: análises físico-químicas, sensorial e recuperação de etanol a partir do bagaço**. 2006. 106p. Dissertação (Doutorado) –Programa de pós-graduação em Ciências Agronômicas da UNESP. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2006.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVÉLIER, M.E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensmittel-Wissenschaft Und-Technologie**, v. 28, p.25-30, 1995.
- BRASIL. Decreto nº 2314, 4 set. 1997, **Diário Oficial da União**, Brasília, 05 de set., 1997.
- BRAVO, L. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. **Nutrition Reviews**, New York, v.56, n.11, p.317-333, 1988.

BURIN, V.M.; GONZAGA, L.V.; MENDES, C.R.; ARAGÃO, A.M.; BORDIGNON, M.T. Atividade antioxidante e conteúdo fenólico de sucos de uva. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.30, n.4, p.1027-1032, 2010.

CAO, G.; WU, X.; PRIOR, R.L. Absorption and metabolism of anthocyanins in elderly women after consumption of elderberry or blueberry. *Journal of Nutrition*, v.132, p.1865-1871, 2002.

CARVALHO, K. M. **Produção de Vinhos**, Tocantins, 2001. Disponível em: <[http://www.castelodebaco.com.br/sommelier/dicas/prod\\_vinhos.PDF](http://www.castelodebaco.com.br/sommelier/dicas/prod_vinhos.PDF)>. Acesso em: 20 out. 2011.

CORAZZA, M. L.; RODRIGUES, D. G.; NOZAKI, J. Preparação e caracterização do vinho de laranja. *Química Nova*, v. 24, n. 4, p. 449-452, 2001.

COSTA, A.G.B.F.; OLIVEIRA, C.S.; LOPES, F.L.G.; SANTANA, J.C.C.; SOUZA, R.R. **Produção e Análise Sensorial de fermentado de *Anacardium occidentale* L.** Universidade Federal do Sergipe, São Cristóvão, 2008.

ELIAS, N.F.; BERBERT, P.A.; MOLINA, M.A.B.; VIANA, A.P.; DINONELLO, R.G.; QUEIROZ, V.A.V. Avaliação nutricional e sensorial de caqui cv Fuyu submetido à desidratação osmótica e secagem por convecção. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, 28(2): 322-328, abr.-jun. 2008.

FACHINELLO, J.C. Mirtilo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 30, n. 2, p. 285-576, jun. 2008.

FAO. Food and Agriculture Organization of United Nations – CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. ALINORM 01/39, de 2-7 July 2001. **Proposed Draft Codex General Standard for Fruits Juices and Nectars**. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/meeting/005/x8626e/x8626e07.htm#bm07.1>>. Acesso em: 20 outubro 2011.

FERREIRA, V.L.P.; ALMEIDA, T.A.C.; PETTINELLI, M.L.C.V.; SILAVA, M.A.A.P.; CHAVES, J.B.P.; BARBOSA, E.M.M. **Análise sensorial: testes discriminativos e afetivos**. Campinas, SP. SBCTA, 2000. 127p.

FOSTER, S. **Bilberry and herbal medicine**. 2000. Disponível em: <<http://www.stevenfoster.com/education/monograph/bilberry.html>>. Acesso em: 10 set. 2011.

GALLETTA, G.J.; BALLINGTON, J.R. Blueberry, cranberries and lingonberries In: JANICK, J.; MOORE, J.N.(Ed.). **Fruit breeding**. New York: J. Wiley & Sons, 1996. p.1-108.

GALLI, R. L. Fruit polyphenolics and brain aging. *Annals of the New York Academy of Sciences*, v. 959, p. 128-132, 2002.

GIOVANNINI, E.; MANFROI, V. **Viticultura e Enologia: Elaboração de grandes vinhos nos terroirs brasileiros**. 1.ed. Bento Gonçalves: IFRS, 2009. 360p.

GUERRA, C.C.; MANDELLI, F.; TONIETTO, J.; ZANUS, M.C.; CAMARGO, U.A. **Conhecendo o Essencial sobre uvas e vinhos**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2009, 69p. ISSN 1516-8107 – Versão Eletrônica. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/documentos/doc048.pdf>. Acesso em: 15 set. 2011.

HOFFMANN, A. **Sistema de Produção de Vinho Tinto**. Embrapa Uva e Vinho, 2006. ISSN 1678-8761 – Versão Eletrônica. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/VinhoTinto>>. Acesso em: 15 set. 2011.

MANFROI, V. Apontamentos de aula sobre Doenças e defeitos sensoriais do vinho. 2011.

MANFROI, V. **Taninos enológicos e goma arábica na composição e qualidade sensorial do vinho Cabernet Sauvignon**. 2007. 133f. Dissertação (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2007.

MORAZZONI, P.; BOMBARDELLI, E. *Vaccinium Myrtillus* L. **Revista Fitoterapia**, Milan, v. 67, n.1, p. 3-29, 1996.

MUNIZ, C.R.; BORGES, M.F.; ABREU, F.A.P.; NASSU, R.T.; FREITAS, C.A.S. Bebidas fermentadas a partir de frutas tropicais. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v.20, n.2, p.309-322, ju./dez. 2002.

NETO, A. B. T. et al. Cinética e caracterização físico-química do fermentado do pseudofruto do caju (*Anacardium occidentale* L.). **Química Nova**, v. 29, n. 3, p. 489-492, 2006.

PAGOT, E. **Cultivo de pequenas frutas: amora-preta, framboesa, mirtilo**. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR. P.41, 2006.

PAZ, M.F.; SCARTAZZINI, L.S.; OGLIARI, T.C.; BURLIN, C. **Produção e Caracterização do Fermentado Alcoólico de *Actinidia deliciosa* Variedade Bruno Produzido em Santa Catarina**. In: Simpósio Nacional de Bioprocessos, 16., 2007, Curitiba. Anais – CD Room.

RASEIRA, M. do C.B.; ANTUNES, L.E.C. **A cultura do mirtilo**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. 67p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 121).

RIEGER, M. **Introduction to Fruit Crops**. Binghamton: Food Products Press, an Imprint of the Hawortj Press, Inc. 462 p., 2006.

RIZZON, L. A. (Ed.). **Metodologia para análise de vinho**. Brasília, DF, Embrapa Informação Tecnológica; Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2010. 120 p.

RODRIGUES, E. **Atividade antioxidante *in vitro* e perfil fenólico de cultivares de mirtilo (*Vaccinium* sp.) produzidas no Brasil**. Florianópolis, 2009. 86 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina.

RODRIGUES, S.A.; GULARTE, M.A.; PEREIRA, E.R.B.; BORGES, C.D.; VENDRUSCOLO, C.T. Influência da cultivar nas características físicas, químicas e sensoriais de topping de mirtilo. **Revista Brasileira Agroindustrial**, v. 1, n. 1, p. 9-29, 2007.

SANTOS, A. M dos S.; RASEIRA, M. do C. B. **O Cultivo do Mirtilo**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2002. 16p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 96).

SOUSA, M.B.; CURADO, T.; VASCONCELLOS, F.N.; TRIGO, M.J. Mirtilo: qualidade pós-colheita. **Agro divulgação**, v.556, n.8, 2007.

TALAVERA, S; FELGINES, C; BESSON, C; REMESY, C. Anthocyanins are efficiently absorbed from the stomach in anesthetized rats. **Journal of Nutrition**, v. 133, p. 4178-4182, 2003.

TECCHIO, F.M.; MIELE, A.; RIZZON, L.A. Composição físico-química do vinho Bordô de Flores da Cunha, RS, elaborado com uvas maturadas em condições de baixa precipitação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.5, p.1480-1483, set-out, 2007.

VENTURINI, W.G.F. **Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia**. 1.ed. São Paulo: Editora Blucher, 2010. 85-225p.



## 6 – ANEXOS

### ANÁLISE SENSORIAL DE FERMENTADO DE MIRTILO

Nome:.....Data:...../...../.....

Idade: .....

#### PROCEDIMENTOS

Você está recebendo quatro amostras de Fermentado de Mirtilo. Avalie as características de aparência, cor, acidez, sabor e aceitação global, seguindo a escala abaixo:

Aceitação
1- desgostei muitíssimo
2- desgostei muito
3- desgostei moderadamente
4- desgostei levemente
5- nem gostei nem desgostei
6- gostei levemente
7- gostei moderadamente
8- gostei muito
9- gostei muitíssimo

Atribua a cada característica uma nota de acordo com a tabela acima. Proceder, avaliando primeiro a aparência e cor. Através de degustação, avaliar acidez, sabor e aceitação global. Prove as amostras da esquerda para a direita, lembrando de beber água entre as amostras.

	371	453	795	294
<b>Aparência</b>				
<b>Cor</b>				
<b>Acidez</b>				
<b>Sabor</b>				
<b>Aceitação global</b>				

Anexo 1 - Ficha modelo para o teste de aceitação