



## CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA DE DIFERENTES CORTES DE UVA NA PRODUÇÃO DE VINHOS ARTESANAIS

Laudi Muniz Felisbino<sup>1</sup>

Débora De Pellegrin Campos<sup>2</sup>

Aline Resmini Melo<sup>3</sup>

Carolina Resmini Melo Marques<sup>4</sup>

**RESUMO:** O presente trabalho tem como objetivo a comparação da fermentação de dois vinhos artesanais produzidos com uva Bordô e Niágara rosada, utilizando dois cortes diferentes para a obtenção do tempo ideal de fermentação, assim como a caracterização físico-química dos vinhos para atender a legislação vigente. Dentre as caracterizações físico-químicas foi realizado teste de acidez total, fixa e volátil, teor de açúcares totais, açúcares redutores e não redutores, extrato seco total e reduzido, anidrido sulfuroso total, pH e densidade relativa. Com a curva de fermentação bem próxima de ambos os vinhos e todos os parâmetros conforme a legislação vigente foi possível determinar o tempo de fermentação ideal que foram muito parecidos de ambos os vinhos, assim como o rendimento de produção da uva Niágara Rosada foi superior a uva Bordô.

**Palavras-Chave:** Fermentação Alcoólica. Vinhos Artesanais. Caracterização Físico-Química.

### 1 INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta um estudo sobre a viabilidade de dois tipos de cortes de uvas distintos, onde foram realizadas análises físico-químicas dos vinhos produzidos, sendo que os mesmos atendem às especificações exigidas pelas legislações vigentes. Também foi analisado o rendimento de fermentação de cada corte distinto.

A região Sul do Brasil apresenta a maior parte da produção de uvas do país, sendo que a maioria provinda de produtores artesanais. Segundo os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2016), o maior produtor

---

<sup>1</sup> Graduando em engenharia química pela Faculdade Satc. E-mail: [laudifelisbino@hotmail.com](mailto:laudifelisbino@hotmail.com)

<sup>2</sup> Professora de Engenharia Química, Faculdade Satc. E-mail: [debora.campos@satc.edu.br](mailto:debora.campos@satc.edu.br)

<sup>3</sup> Coordenadora do curso de Engenharia Química, Faculdade Satc. E-mail: [aline.melo@satc.edu.br](mailto:aline.melo@satc.edu.br)

<sup>4</sup> Professora de Engenharia Química, Faculdade Satc. E-mail: [carolina.melo@satc.edu.br](mailto:carolina.melo@satc.edu.br)



de uvas do Brasil é o Estado do Rio Grande do Sul, que dispõem cerca de 60% da produção nacional de uvas. Santa Catarina vem se destacando no mercado nacional, com o aumento de 4,66 % em 2015 na sua produção em relação ao ano anterior, sendo que tanto no Brasil quanto em Santa Catarina mais da metade das uvas plantadas são destinadas a fabricação de vinhos artesanais.

## 2 PRODUÇÃO DE VINHO NO BRASIL

A uva, após a laranja, é a fruta de maior produção mundial, com mais de 61 milhões de toneladas ao ano, cultivadas principalmente como *Vitis vinifera* para a produção de vinho (SCHIEBER; STINTZING; CARLE, 2002). No ano de 2015 foram produzidas 1.499.353 toneladas de uvas no Brasil, com aumento de 4,41% em relação ao ano de 2014 (Tabela 1). No Rio Grande do Sul, maior Estado produtor de uvas, ocorreu aumento de 7,85% na produção em 2015, em Santa Catarina ocorreu acréscimo de 4,66% na produção (MELLO, 2015).

Tabela 1: Produção de uvas no Brasil, em toneladas.

Estado/ano	2013	2014	2015
Ceará	664	573	940
Pernambuco	228.727	236.767	237.376
Bahia	52.808	77.504	77.401
Minas Gerais	12.734	11.557	12.615
São Paulo	172.868	146.790	142.063
Paraná	79.052	80.910	80.000
Santa Catarina	53.153	66.106	69.189
Rio Grande do Sul	808.267	812.537	876.286
Goiás	4.581	3.330	3.492

Fonte: Mello (2015).

A uva é a sétima fruta mais produzida (em volume) no Brasil, ocupando uma superfície de aproximadamente 82 mil hectares. A produção de uvas destinadas ao processamento (vinho, suco e derivados) foi de 781.412 milhões de quilos de uvas, em 2015, representando 52,12% da produção nacional. O restante



da produção (47,88%) foi destinado ao consumo *in natura* (Tabela 1). A quantidade de uvas processadas para elaboração de vinhos e suco apresentou aumento de 16,03% em 2015, comparativamente ao ano de 2014, como pode ser visto na Tabela 2 (MELLO, 2015).

Tabela 2: Produção de uvas para processamento e para consumo *in natura*, no Brasil, em toneladas.

	Ano		
	2013	2014	2015
Processamento	679.793	673.422	781.412
Consumo <i>in natura</i>	733.061	762.652	717.941
Total	1.412.854	1.436.074	1.499.353

Fonte: Mello (2015).

## 2.1 TIPOS DE UVAS

No Brasil há uma grande variedade de uvas plantadas, tanto uvas de mesa de origem americana ou híbridas (*vitís labrusca*), como uvas finas (*vitís viníferas*), especialmente utilizadas para a produção de vinhos finos. De acordo com Daudt (2014), as principais uvas de mesa cultivadas no Brasil são Bordô, Isabel, Concord e Niágara. Já as principais uvas *vitís viníferas* cultivadas no Brasil é a Moscato, Carbenet Sauvignon, Merlot, Chardonnay, Tannat, Carbenet Franc, dentre outras.

### 2.1.1 Bordô

A uva Bordô foi introduzida no Rio Grande do Sul em 1839 com o nome de 'Ives'. Sua expansão deu-se devido à fácil adaptação à variabilidade de condições edafoclimáticas, à boa produtividade, à longevidade e relativa rusticidade (ZANUZ, 1991; CAMARGO, 1994). No Rio Grande do Sul, brota na última semana de agosto e amadurece na terceira semana de janeiro e caracteriza-se pela produção de mosto tintório, com intensa coloração e alta acidez (GIOVANNINI, 2001).

Dentre algumas variedades de uvas de mesa, a uva Bordô se destaca por



ter uma maturação precoce, embora a Bordô dificilmente atinja um grau superior a 15°Babo (teor de açúcar), é uma variedade valorizada por ser rica em matéria corante. Os vinhos dessa variedade apresentam um aroma frutado intenso e são recomendados para corte (mistura) com os de Isabel para aumentar a intensidade de cor (RIZZON; ZANUZ; MANFREDINI, 1994). Embora haja maior valorização de uvas viníferas e o vinho produzido a partir da Bordô apresente aroma e gosto foxados, pelo hábito de consumo, associado às informações indicando os benefícios de pigmentos e taninos (polifenóis) existentes nessa uva, faz com que ela mantenha grande potencial de expansão (ZANUZ, 1991).

### 2.1.2 Isabel

A uva Isabel foi introduzida no Rio Grande do Sul entre 1839 e 1842 por Thomas Maister, através da Ilha dos Marinheiros (SOUSA, 1996). A variedade Isabel é empregada como uva de mesa, para elaboração de vinho, suco, geleia e vinagre. Entre as uvas do grupo das americanas é uma variedade que apresenta um bom potencial de acúmulo de açúcar na baga (grão). Origina vinho típico, geralmente com boa intensidade de cor e de aroma intenso, característico da espécie labrusca. Os vinhos elaborados a partir da Isabel e de outras variedades do grupo das labruscas apresentam um sabor que lembra a própria uva, o que os torna bastante apreciados pelos consumidores (RIZZON; ZANUZ; MANFREDINI, 1994).

### 2.1.3 Concord

A variedade de uva Concord é uma das uvas de mesa mais consumidas e apreciadas. A notável expansão do cultivar deu-se devido à fácil adaptação as variações climáticas, bem como a boa produtividade, relativamente precoce, longevidade e relativa rusticidade (ZANUZ, 1991; CAMARGO; MAIA, 2004). Foi introduzida no Brasil no final do século XIX. Na década de 70 com o aumento da produção de concentrado de suco de uva, houve um aumento em sua produção (PROTAS; CAMARGO, 2011).



#### 2.1.4 Niágara

A uva Niágara Rosada apresenta-se como uma das principais uvas consumidas no Brasil, por ter alta qualidade para o consumo, bem como ao baixo custo de produção, o que tem permitido grande expansão na área cultivada (CENCI, 1994). A uva Niágara Rosada, juntamente com a Isabel, são destaques como uvas de mesa comuns. São variedades rústicas menos exigentes em tratamentos culturais e, por serem mais tolerantes às doenças fúngicas, estão bem adaptadas às condições de clima úmido (LEÃO, 2000).

### 2.2 PROCESSO DE PRODUÇÃO DOS VINHOS TINTOS

Os processos artesanais e industriais de produção do mesmo tipo de vinho compreendem as mesmas etapas, com diferenças principalmente relacionadas à complexidade dos equipamentos, geralmente mais modernos e sofisticados na indústria. Já na produção artesanal, muitas vezes pode haver uma adaptação dos equipamentos de que se dispõe, pois tanto os recursos financeiros como espaço disponível são entraves à ampliação e modernização da produção (DENES; DAÓLIO, 2011).

De acordo com Rizzon, Zanu e Manfredini (1994), as principais etapas na produção de vinho são maceração e desengaçamento (retirada das uvas do cacho), sulfitação, correções do mosto, inoculação de leveduras, remontagem e refrigeração, acompanhamento da fermentação e prensagem de bagaço. Na fase de maceração é de fundamental importância que, durante este período a parte sólida que sobe à superfície pela pressão da fermentação não resseque, o que facilita o desenvolvimento de bactérias e o consequente avinagemamento do vinho. Assim como na descuba, que consiste na separação do mosto do restante da parte sólida, após o período de maceração não é necessário prensar o bagaço a não ser que este detenha ainda muito líquido, sendo assim, deve-se evitar que a prensagem seja demasiado intensa, para que não sejam extraídos compostos indesejáveis.

Após a descuba muitos vinhos se encontram na fase de fermentação lenta, esta fermentação inicia após a primeira fermentação, tendo como agentes

responsáveis as bactérias lácticas. Estas bactérias transformam o ácido málico em láctico, desprendendo também um pouco de gás carbônico (RIZZON; ZANUZ; MANFREDINI, 1994).

De maneira geral, o modelo para a produção de vinhos artesanais pode ser demonstrado conforme o fluxograma apresentado na Figura 1.

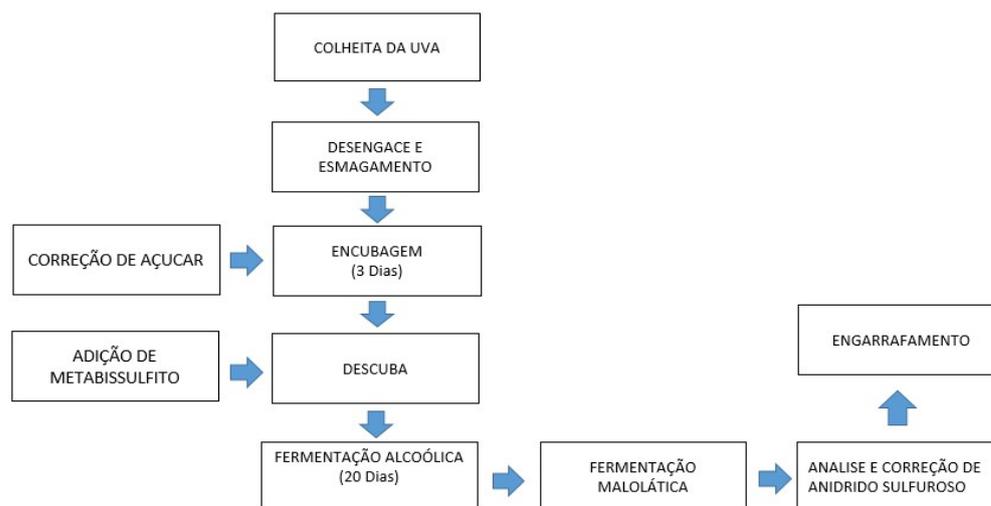


Figura 1: Fluxograma geral do processamento de vinhos artesanais

Fonte: Elaborada pelo autor

## 2.3 FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA

Segundo Navarre (1997), o fenômeno químico essencial da fermentação alcoólica é a transformação do açúcar em álcool etílico. Em termos de quantidade, 1 kg de açúcar pode produzir, após a fermentação, 484 g ou 610 mL de álcool etílico (etanol), 466 g de gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), 32 g de glicerina ( $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ ) e 6 g de ácido succínico ( $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4$ ). A fermentação só é possível graças a ação das leveduras (RIZZON; ZANUZ; MANFREDINI, 1994).

De acordo com Ávila (2002), como consequência da influência sobre o crescimento e o processo fermentativo das leveduras, a temperatura influi na velocidade de fermentação, rendimento em etanol, no metabolismo de produtos secundários e na acumulação de receptores de  $\text{SO}_2$ . A fermentação realizada a baixas temperaturas, apresenta um sensível melhoramento nas características sensoriais do vinho. Produz-se maior rendimento de álcool, aromas mais agradáveis e pronunciados e paladar fino, vinhos mais ricos em dióxido de



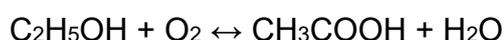
carbono, melhor coloração, menor conteúdo de glicerina e menor formação de ácidos voláteis (GAROGLIO, 1981). Para transformação de açúcar em álcool é necessária abundância de oxigênio, fato que transforma o elemento em parâmetro de controle para monitoração do crescimento. Porém, se houver excesso de oxigênio e presença de acetobactérias, o álcool produzido será oxidado a ácido acético, o que não é desejável em uma produção de vinho (DENES; DAÓLIO, 2011).

Segundo Rizzon; Zanuz; Manfredini (1994), para que a fermentação alcoólica seja de boa qualidade, o uso de metabissulfito de potássio nas quantidades recomendadas provoca uma seleção de leveduras de melhor qualidade e que apresentam uma maior capacidade de produção de álcool, evitando que sobre açúcar no vinho após a fermentação. Este açúcar é facilmente degradado pelas bactérias, produzindo cheiros e sabores indesejáveis, também é recomendado a utilização de pé-de-cuba para facilitar a arrancada da fermentação alcoólica.

Outro microrganismo muito importante no processo fermentativo são as acetobactérias, presentes em todo processo de vinificação, desde a clarificação até o engarrafamento, em presença de oxigênio em excesso, oxidam o álcool a ácido acético (DENES; DAÓLIO, 2011). A Reação (1) apresenta a reação química da fermentação que ocorre na produção de vinhos e a Reação (2) apresenta a reação de oxidação do álcool a ácido acético (DENES; DAÓLIO, 2011).



(1)



(2)

## 2.4 FERMENTAÇÃO MALOALCOÓLICA

As duas vias biológicas possíveis de desacidificação málica são a fermentação malolática e a fermentação maloalcoólica e ambas condicionam a acidez e a aromaticidade do vinho (CHESINI, 2005).



Peynaud (1982), considera que o desaparecimento do ácido málico durante a fermentação maloalcoólica é devido à separação dos átomos de hidrogênio e, posterior descarboxilação do ácido oxalacético a acetaldeído, que atua como aceptor de hidrogênio e se transforma em álcool.

## **2.5 FERMENTAÇÃO MALOLÁTICA**

Microrganismos, naturalmente presentes no vinho, têm a função de realizar a conversão do ácido málico em ácido láctico, liberando energia na forma de ATP e CO<sub>2</sub>, essa reação é uma descarboxilação, pois transforma uma molécula de um ácido dicarboxílico (málico) em um ácido monocarboxílico (láctico), com liberação de uma molécula de CO<sub>2</sub> para cada molécula formada de ácido láctico (DENES; DAÓLIO, 2011). Segundo Peynaud (1982), a fermentação malolática pode provocar uma diminuição de 1,0 a 3,0 g/L na acidez titulável de vinhos novos, além de alterar o pH aumentando de 0,1 a 0,3 em unidade. Esta redução da acidez é maior do que àquela correspondente a precipitação de bitartratos. De acordo com Aquarone; Lima; Borzani, (1983), a fermentação malolática não apenas torna o vinho menos agressivo e com sabores especiais, como apresenta formação e intensificação de seu aroma.

## **2.6 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS**

O tipo de solo, variações do clima e algumas práticas culturais, como a condução da videira, podem afetar a qualidade do vinho (SMART et al., 1985). O efeito do clima, sobretudo do microclima do vinhedo, exerce grande influência sobre a qualidade das uvas e dos vinhos, pelo fato de interferir diretamente na incidência de doenças (AGRIOS, 1997). A qualidade final do sabor, do aroma, da consistência e da aparência do vinho também é dependente dos constituintes químicos existentes, da interação entre eles e de suas quantidades (OLIVEIRA; SOUZA; MAMEDE, 2011).

As análises físico-químicas podem avaliar o controle a que foram submetidos durante a sua elaboração e ser relacionada aos principais fatores tecnológicos empregados (SANTOS, 2006).



Uma das análises físico-químicas está relacionada a aparência e a cor do vinho. A cor da uva está relacionada à antocianina, pigmento que confere cor aos frutos, flores e legumes, participando da impregnação de lignina nas paredes pecto-celulósicas (RIBICHAUD; NOBLE, 1990). Embora não seja exigido pela legislação brasileira, a cor é um dos atributos mais importantes em vinhos, já que está diretamente relacionada à aparência do produto. Através da cor é possível especular sobre sua idade ou observar possíveis defeitos existentes na bebida, além de ser a primeira avaliação que um consumidor de vinho faz (MELÉNDEZ, *et al.*, 2001).

## 2.7 LEGISLAÇÃO ASSOCIADA

Conforme a Portaria nº 229 de 25 de outubro de 1988, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, os vinhos de mesa finos são aqueles elaborados exclusivamente a partir de uvas viníferas (*Vitis Vinifera*) frescas, sãs e maduras, respeitando alguns limites fixados quanto a sua composição para serem classificados como tal.

Ainda de acordo com a Portaria nº 229, existem padrões de identidades para vinhos de mesa comum e vinhos de mesa finos. Conforme esta legislação, vinho de mesa é o vinho com graduação alcoólica de 10 a 13 °GL, a 20 °C. Quanto ao teor de açúcares totais, calculado em g/L de glicose, o vinho de mesa será designado de Seco ou Meio Seco, conforme a Tabela 3.

Tabela 3: Teor de açúcares totais, em g/L de glicose.

	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Seco	-	5,0
Meio Seco	5,1	20,0
Doce ou Suave	20,1	-

Fonte: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (1988).

Assim como sua composição, o vinho de mesa tinto deverá seguir os limites preconizados na legislação vigente, conforme Tabela 4.



Tabela 4: Limites de alguns componentes presentes nos vinhos.

	Mínimo	Máximo
Álcool etílico, em graus GL, a 20 °C	10,0	13,0
Acidez total, em meq/L	55,0	130,0
Acidez volátil (corrigida), em meq/L	-	20,0
Sulfatos totais, em sulfato de potássio, em g/L	-	1,0
Anidrido sulfuroso total, em g/L	-	0,35
Cloretos totais, em cloreto de sódio, g/L	-	0,2
Cinzas, em g/L	1,5	-
Relação álcool em peso-extrato seco reduzido para vinhos tintos comuns	-	4,8
Relação álcool em peso-extrato seco reduzido para vinhos tintos finos	-	5,2
Álcool Metílico, em g/L	-	0,35

Fonte: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (1988).

### 3 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Neste trabalho foi realizado a produção de dois vinhos diferentes, comparando a fermentação de ambos, onde também foram realizadas análises físico-químicas dos mesmos. O vinho foi produzido na cidade de Içara – SC e os testes foram realizados nos laboratórios do curso de Engenharia Química da Faculdade Satc, com exceção da acidez volátil, que foi realizada em um laboratório da Epagri da cidade de Urussanga - SC.

#### 3.1 PROCESSO DE PRODUÇÃO DOS VINHOS

Para a produção dos vinhos, foi feita a seleção das uvas Bordô e Niágara Rosada. Após a seleção das uvas, foi feita a maceração e em seguida a encubagem. Após a encubagem, foi realizada a adição de metabissulfito de potássio ( $K_2S_2O_5$ ) e observada a fermentação dos vinhos, até o momento em que as análises físico-químicas foram realizadas.

### 3.1.1 Seleção das uvas

Para o processo de produção dos vinhos foram utilizados 100 kg de uva do tipo Bordô e 100 kg de uva do tipo Niágara Rosada. Foram feitos dois cortes, sendo que o corte A foi utilizado 70 kg de uva Bordô e 30 kg de uva Niágara Rosada e o corte B com 30 kg de uva Bordô e 70 kg de uva Niágara Rosada.

### 3.1.2 Maceração e desengaçamento

Cada corte foi realizado separadamente, resultando nos vinhos que serão designados de Vinho A (advindo do corte A) e vinho B (advindo do corte B). Portanto, as uvas foram adicionadas no moedor (Figura 2), onde ocorreu a maceração.



Figura 2: Moedor

Fonte: Elaborada pelo autor

Foram adicionados 5 kg de uva por vez, sendo que a cada 25 kg foi realizado uma pausa para a retirada dos cachos que ficaram incrustados no moedor.

### 3.1.3 Encubagem

Após a maceração, o caldo resultante passou pelo processo de encubagem, onde ficou armazenado por 5 dias em uma cuba de carvalho, aberta, com chapéu flutuante (Figura 3).



Figura 3: Cuba de carvalho  
Fonte: Elaborada pelo autor

Durante o período de encubagem foi feito o monitoramento da temperatura ambiente. A cuba foi mantida em um ambiente onde a temperatura encontrava-se entre 24 °C e 28 °C, para que as ações das leveduras ocorressem da melhor forma. Durante esta etapa, as cascas moídas sobem a superfície do mosto devido à pressão da fermentação. Para que essas cascas não ressecassem, foi necessário mergulhá-las, manualmente, três vezes ao dia.

Ainda na encubagem foram adicionados 5 g de metabissulfito de potássio ( $K_2S_2O_5$ ) (para atingir um teor de 35mg/L de  $SO_2$ ).

#### 3.1.4 Descubagem

Após o período de encubagem foi realizado a correção de açúcar (para o teor de açúcar ficar entre 10 e 13 °GL).

Após a adição de açúcar, foi realizado o processo de descubagem, onde o mosto foi transferido para outro recipiente de polipropileno (Figura 4), e então ocorreu o descanso do vinho, por cerca de 21 dias.



Figura 4: Recipiente de polipropileno  
Fonte: Elaborada pelo autor

### 3.1.5 Fermentação

Durante esse período em que o vinho fermentou por cerca de 21 dias (fermentação alcoólica), o recipiente ficou vedado com uma tampa, no qual não houve entrada de oxigênio. Na tampa continha uma saída com uma mangueira ligada a uma garrafa com água, que servia para garantir a saída de CO<sub>2</sub> sem a entrada de O<sub>2</sub>. Durante o processo de fermentação, houve um acompanhamento dos valores de açúcar presente no mosto duas vezes por dia, para fins de monitoramento das fermentações alcoólica e malolática.

Após o início da fermentação malolática, foram realizados os seguintes testes físico-químicos: acidez total, acidez volátil, acidez fixa, pH, açúcares totais, extrato seco total e reduzido para averiguar se os mesmos estavam de acordo com a legislação vigente.

Também foi realizada uma nova adição de metabissulfito de potássio (Na<sub>2</sub>K<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), de forma que o nível de SO<sub>2</sub> alcançou 35 mg/L. Quando todos os testes foram realizados e os padrões corrigidos, foi realizado o engarrafamento do vinho.



### 3.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Nos vinhos A e B resultantes do processo de fabricação, foram realizadas as seguintes análises físico-químicas: densidade relativa, grau alcoólico, acidez total e volátil, pH, anidrido sulfuroso, açúcares totais, extrato seco total e extrato seco reduzido.

Com exceção da análise de acidez volátil, as análises foram realizadas em triplicatas no laboratório do curso de Engenharia Química da Faculdade Satc.

#### 3.2.1 Densidade relativa

Para determinação da densidade relativa, foi utilizado um densímetro também conhecido como mostímetro de babo, calibrado a 20 °C.

#### 3.2.2 Grau alcoólico

Para determinação do grau alcoólico, primeiramente foi determinada a densidade, em seguida, com auxílio da tabela de alcoometria (ANVISA, 2010) foi obtido o grau alcoólico em °GL (%V/V).

#### 3.2.3 Acidez total

Para a realização da análise de acidez total, a amostra foi previamente agitada para eliminar possíveis gases de anidrido carbônico. Após agitação, foram colocados 10 mL da amostra em um béquer juntamente com 100 mL de água destilada e algumas gotas de indicador fenolftaleína. Após isto, foi titulado com hidróxido de sódio (NaOH) 0,1N, até o alcance de um pH de aproximadamente 8,2, que é o ponto de viragem da fenolftaleína.

Para o cálculo da acidez total, utiliza-se a Equação (1):

$$AT = \frac{n \times N \times 1000}{V} \quad (1)$$

Onde:

AT = acidez total (meq/L);



$n$  = volume da solução de hidróxido de sódio gastos na titulação (mL);

$N$  = normalidade da solução de hidróxido de sódio (N);

$V$  = volume da amostra (mL).

#### 3.2.4 Acidez volátil

Para a realização do teste de acidez volátil, a amostra foi enviada para o laboratório da Epagri que possui o destilador enológico. O laboratório realizou o teste de acidez volátil conforme o procedimento MET LABV/04/05/01.

#### 3.2.5 Acidez fixa

Para a determinação da acidez fixa foi calculada a diferença entre a acidez volátil e acidez total, conforme a Equação (2):

$$AF = AT - AV \quad (2)$$

Onde:

AF = acidez fixa (meq/L);

AT = acidez total (meq/L);

AV = acidez volátil (meq/L).

#### 3.2.6 pH

A determinação do pH dos dois vinhos produzidos foi realizada com pHmetro de bancada, da Marca Quimis, Modelo Q400AS. Antes da realização da análise, o pHmetro foi calibrado com soluções de padrões tampão.

#### 3.2.7 Açúcares redutores

Foram utilizados dois reagentes (licor de Fehling A e B). Para preparar a solução de Fehling A, foram dissolvidos 34,64 g de sulfato de cobre penta



hidratado ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) em água destilada, e em seguida a solução foi transferida para um balão volumétrico de 500 mL e então completado o volume. Para a solução de Fehling B foram dissolvidos 173,00 g de tartarato duplo de potássio e sódio ( $\text{C}_4\text{H}_4\text{KNaO}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) e 50,00 g de hidróxido de sódio ( $\text{NaOH}$ ) em água destilada e diluído em um balão volumétrico de 500 mL.

Para o preparo da amostra foram pipetados 5 mL do vinho em um balão volumétrico de 100 mL e o volume foi completado com água destilada. Caso a densidade estivesse entre 1000 e 1009 g/L, eram feitas 5 diluições (20 mL de vinho em um balão volumétrico de 100 mL). Se a densidade estivesse entre 1010 e 1019 g/L eram feitas 10 diluições (10 mL de vinho em um balão volumétrico de 100 mL). Caso a densidade estivesse acima de 1020 g/L eram feitas 20 diluições (5 mL de vinho em um balão de 100 mL).

Quando necessário, era realizado a clarificação colocando a mesma alíquota para um balão volumétrico de 100 mL, em seguida adicionado 2 mL de solução de acetato neutro de chumbo ( $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$ ) e aproximadamente 2 g de carvão ativo. Foi feita agitação e colocado em repouso por 10 min. Após o tempo de repouso, foi completado o volume de 100 mL do recipiente com água destilada. Em seguida o conteúdo do balão volumétrico foi filtrado sobre 0,4 g de oxalato de sódio ( $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ) por cada mL de solução de acetato de chumbo ( $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$ ). A mistura resultante da filtração apresentou sedimentos em poucos minutos, deixando o líquido claro. Foi adicionado uma ponta de espátula a mais de oxalato de sódio ( $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ) para assegurar a completa precipitação de acetato de chumbo ( $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$ ) e foi filtrado novamente.

Foi feita a titulação do branco, adicionando 20 mL da solução de Soxhlet (10mL Fehling A + 10mL Fehling B), 50 mL de água destilada e 19 mL de solução padrão de glicose e algumas pérolas de vidro. O frasco foi aquecido de modo que entrou em ebulição dentro de 4 minutos; quando iniciou a ebulição, foram adicionadas 3 gotas de azul de metileno. Após 1 minuto do início da fervura, foi feita a titulação até o desaparecimento da cor azul e foi repetida a operação até que os resultados em duplicatas estivessem iguais.

Para a titulação prévia da amostra, foi adicionado 20 mL da solução Soxhlet, 40 mL de água destilada e 10 mL da amostra preparada anteriormente. O frasco foi aquecido de modo que entrou em ebulição dentro de 4 minutos e



quando iniciou a ebulição foi titulado com solução de glicose até o desaparecimento da coloração azul do sulfato de cobre penta hidratado ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ). Foram adicionadas 2 gotas de azul de metileno e após 1 minuto continuou a destilação até o desaparecimento da cor azul. O volume gasto da solução de glicose foi definido como 'K'.

Para a titulação da amostra, foram adicionados 20 mL da solução Soxhlet, 40 mL de água destilada e 10 mL da amostra preparada anteriormente. O frasco foi aquecido de modo que entrou em ebulição dentro de 4 min e imediatamente foi transferido ('K-1') mL de glicose. Iniciada a fervura, foram adicionadas 2 gotas de azul de metileno e após 1 minuto foi continuada a titulação até o desaparecimento da cor azul da solução, gastando no final da titulação aproximadamente o mesmo tempo gasto na determinação do branco. Foi repetida a operação até que os resultados em duplicatas ficassem iguais.

Cálculos para a expressão dos resultados conforme a Equação (3):

$$ARG = \frac{(b - a)}{10 \times V} \times 5 \times f_1 \times f_2 \quad (3)$$

Onde:

ARG = açúcares redutores em glicose (g/100 mL ou g/100g);

$f_1$  = fator que envolve todas as diluições (desde a tomada da alíquota inicial até amostra preparada para a titulação dos AR) e as grandezas de massa ou volume usadas na tomada da amostra;

$f_2 = 1$ , fator de conversão para expressão dos resultados em glicose;

a = volume da solução de glicose gastos na titulação da amostra (mL);

b = volume da solução de glicose gastos na titulação do branco (mL);

V = volume da amostra preparada usado na titulação (mL).

### 3.2.8 Açúcares não redutores

Para determinar os açúcares não redutores foi feita a inversão dos açúcares, foi pipetado 50 mL da amostra preparada (obtida na preparação da amostra) em um balão volumétrico de 100 mL. Foi adicionado 1 mL de ácido



clorídrico concentrado e então colocado em banho-maria de modo que a solução se manteve a uma temperatura de 67 a 70 °C, por 15 min. Foi esfriado a temperatura ambiente e neutralizado com solução de NaOH de 5 mol L<sup>-1</sup> usando papel tornassol como indicador. Após neutralização o volume foi completado com água destilada.

Para a titulação do branco foi feito da mesma forma como nos açúcares redutores. Para a titulação da amostra (prévia e titulação) foi conforme procedimento dos açúcares redutores, porém utilizando a solução dos açúcares invertidos.

A Equação (4) expressa o resultado dos açúcares não redutores em g/100 mL ou g/100 g.

$$ANR = \left[ \frac{(b - a) \times 5 \times f_1 \times f_2}{10 \times V} - AR \right] \times f_2 \quad (4)$$

Onde:

ANR = Açúcares não redutores em sacarose (g/100 mL ou g/100 g);

AR = Açúcares redutores em glicose (g/100 mL ou g/100 g);

f<sub>1</sub> = fator que envolve todas as diluições (desde a tomada da alíquota inicial até amostra preparada para a titulação dos AR) e as grandezas de massa ou volume usadas na tomada da amostra;

f<sub>2</sub> = fator de conversão para expressão dos resultados em sacarose;

a = volume da solução de glicose gastos na titulação da amostra (mL);

b = volume da solução de glicose gastos na titulação do branco (mL);

V = volume da amostra preparada usado na titulação (mL).

### 3.2.9 Açúcares totais

A determinação de açúcares totais foi realizada pelo método volumétrico de titulação. Para a determinação de açúcares totais, foi necessário determinar os açúcares redutores e não redutores, sendo o açúcar total a soma dos mesmos.



### 3.2.10 Extrato seco total

Para a determinação do extrato seco total, foi necessário deixar 25 mL da amostra em banho maria, por 3h. Após a evaporação total do líquido, foi pesado na balança e obtido o valor da massa, conseqüentemente feito o cálculo para determinar o valor, em g/L.

### 3.2.11 Extrato seco reduzido

Foi obtido através da diferença do extrato seco total e do açúcar, sendo o açúcar diminuído de um, obtendo o resultado em g/L. O cálculo para a determinação de extrato seco reduzido foi realizado conforme a Equação (5).

$$ESR = EST - (AT - 1) \quad (5)$$

Onde:

ESR = Extrato seco reduzido (g/L);

EST = Extrato seco total (g/L);

AT = Açúcares totais (g/L).

### 3.2.12 Anidrido sulfuroso

Para a determinação de anidrido sulfuroso (SO<sub>2</sub>) foi colocado 25 mL de vinho em um erlenmeyer e 12,5 mL de solução de NaOH a 0,1 mol L<sup>-1</sup>. Em seguida, foi adicionado em um béquer 1,25 mL de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) e 3,75 mL de água destilada formando uma solução de ácido sulfúrico 1:3. Na solução preparada de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> foi adicionado 2,5 mL de amido, e em seguida titulado com iodo 0,01 mol L<sup>-1</sup> até o aparecimento da cor azul. Para determinar o valor foi utilizado a Equação (6):

$$AS = VI \times 0,025 \quad (6)$$

Onde:



AS = Anidrido sulfuroso total (mg/L);

VI = Volume de iodo (mL).

### 3.2.13 Rendimento de produção

Para a determinação do rendimento de produção para cada corte distinto de vinhos, foi utilizado a Equação (7):

$$RP = \frac{Vv}{mU} \times 100 \quad 7)$$

Onde:

RP = Rendimento de produção, em %;

Vv = Volume de vinho obtido (L);

mU = Massa de uva utilizada (kg).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante o período de fermentação dos vinhos A e B, foi possível determinar graficamente o tempo ideal para a fermentação, assim como as fases da fermentação que ocorreram durante o processo, como pode ser visto na Figura 5. Foi possível observar que ambos os vinhos tiveram fermentações parecidas com relação à variação do açúcar em função do tempo.

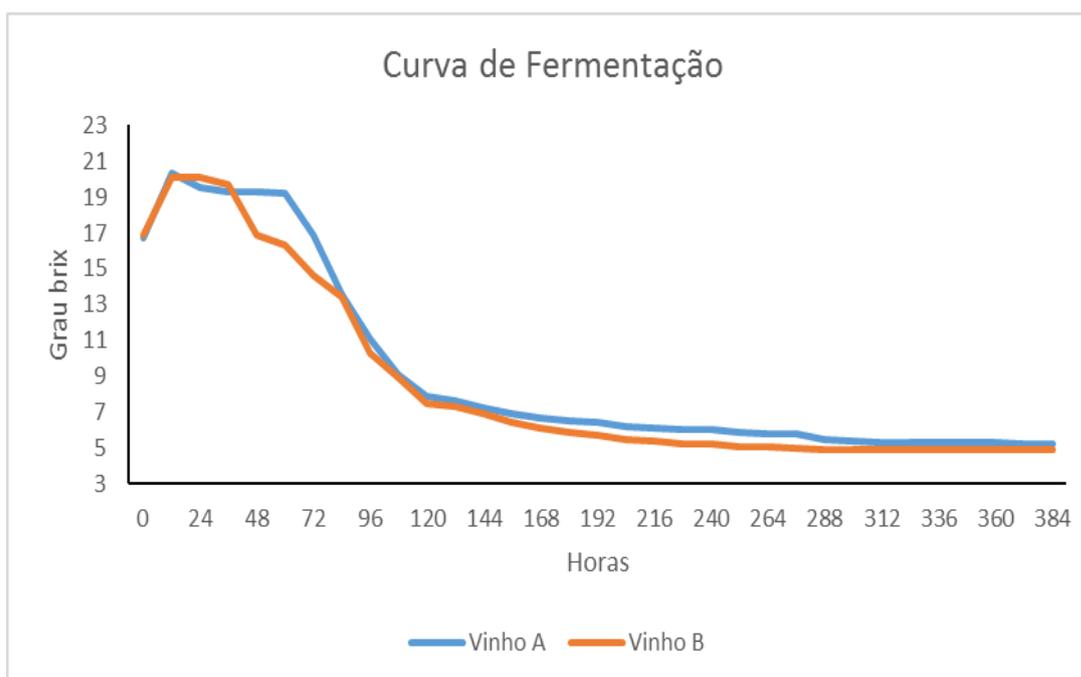


Figura 5: Curva de fermentação  
Fonte: Elaborada pelo autor

O tempo ideal para a fermentação para ambos os vinhos foi de 204 horas para uma escala industrial, pois não há consumo significativo de açúcar após esse tempo, porém para uma produção de vinho em escala menor pode-se adotar 288 horas como o tempo ideal, sendo que a fermentação malolática iniciou após 120 horas do início do processo de fabricação dos vinhos.

A partir da curva de fermentação foi possível obter o gráfico de teor alcoólico (Figura 6) utilizando valores de °Brix em relação ao °Brix final através da Equação (8):

$$TA = ({}^{\circ}\text{Brix}_{\text{inicial}} - {}^{\circ}\text{Brix}_{\text{final}}) \times 0,55 \quad (8)$$

Onde: TA é o teor alcoólico e 0,55 é o fator de conversão de °Brix para teor alcoólico (% v/v).

Pode-se perceber que o teor alcoólico se torna praticamente constante quando do término do tempo de fermentação dos vinhos, que é em torno de 204 h.

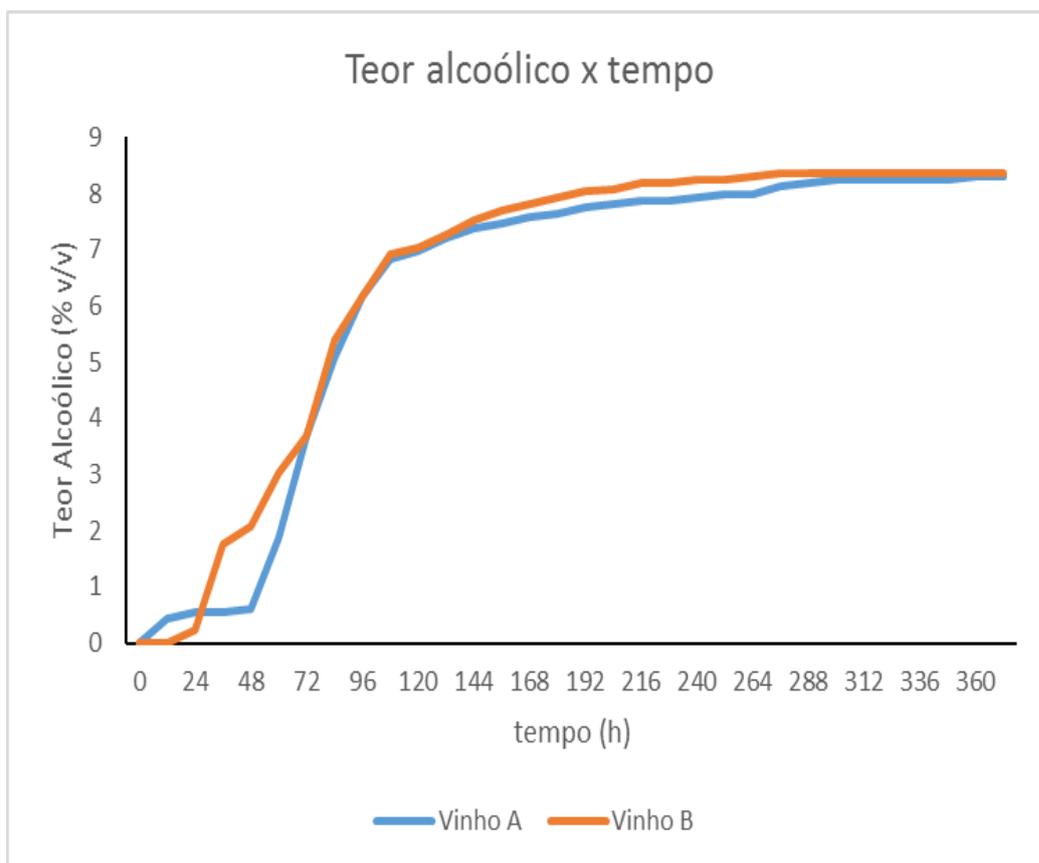


Figura 6: Teor Alcoólico versus tempo de fermentação.  
Fonte: Elaborada pelo autor

A Tabela 5 apresenta um compilado dos resultados das análises físico-químicas realizadas.

Tabela 5: Análises físico-químicas dos vinhos produzidos.

<b>Análise</b>	<b>Vinho A</b>	<b>Vinho B</b>
pH	3,00	3,07
Densidade (g/mL)	0,9836	0,9818
Acidez volátil (meq/L)	12,00	8,00
Acidez fixa (meq/L)	111,67	88,00
Acidez total (meq/L)	123,67	96,00
Açúcares redutores (g/L)	2,58	2,37
Açúcares não redutores (g/L)	4,55	6,41
	7,13	8,78
Açúcares totais (g/L)	10,9	12,4
Teor alcoólico (% V/V)	46	72



Rendimento de produção	19,47	17,02
(%)	25,6	24,8
Extrato seco reduzido	2,22	1,71
(g/L)		
Extrato seco total (g/L)		
Relação álcool em peso – extrato seco reduzido		

Os pH's dos vinhos A e B foram de 3,00 e 3,07, respectivamente. As densidades foram 0,9836 g/mL e 0,9818 g/mL para os vinhos A e B, respectivamente. Percebe-se que não houve diferença significativa entre os vinhos em relação ao pH e densidade. Com relação ao anidrido sulfuroso, ambos os vinhos não tiveram quantidades significativas de SO<sub>2</sub>, o que satisfaz a legislação vigente.

Em relação a acidez total, o vinho A obteve 123,67 (meq/L) enquanto o vinho B obteve 96 (meq/L), ambos os vinhos estão de acordo com a legislação que é 130 (meq/L) no máximo. A acidez volátil do vinho A foi 12,00 (meq/L) e do vinho B foi 8,00 (meq/L), portanto a acidez fixa do vinho A é 111,67 (meq/L) enquanto a do B é 88 (meq/L). É possível observar uma maior acidez no vinho A, devido as características da uva Bordô ou possivelmente causado por alguma exposição indevida de oxigênio durante a fermentação ou engarrafamento.

Em relação aos açúcares totais, o vinho A obteve 7,13 g/L, sendo 4,55 g/L não redutores e 2,58 g/L redutores; enquanto o vinho B foi 8,78 g/L no total sendo 6,41 g/L não redutores e 2,37 g/L redutores. O vinho A e o B podem ser classificados como semi-secos pois possuem teor de açúcares totais acima de 5,01g/L, porém inferior a 20,0 g/L.

O teor alcoólico final obtido através da tabela alcoométrica (ANVISA, 2010) tendo como base os valores de densidade do vinho A foi de 10,9% e sua relação álcool em peso foi de 8,75% (*m/m*) enquanto que para o vinho B o teor alcoólico foi 12,4% e a relação álcool em peso foi 9,97%, ambos dentro da legislação.

O extrato seco total do vinho A foi de 25,6 g/L e o extrato seco reduzido foi 19,47 g/L, enquanto que para o vinho B foi de 24,8 g/L total e 17,02 reduzido.



A relação álcool em peso – extrato seco reduzido foi de 2,22 e 1,71 para os vinhos A e B respectivamente, sendo o limite máximo 4,8 de acordo com a legislação.

O rendimento de produção do vinho A foi de 46% (*v/m*) enquanto o vinho B foi de 72% (*v/m*). Isso ocorreu porque a uva Bordô por ter uma casca mais espessa e menos líquido na baga, faz com que seu rendimento seja menor comparado a uva Niágara, como o vinho B foi utilizado mais uva Niágara que o A isso proporcionou um rendimento maior.

## 5 CONCLUSÕES

Através dos resultados obtidos, foi possível chegar à conclusão que as fermentações de ambos os vinhos foram muito parecidas, mesmo com cortes distintos das uvas utilizadas. Também se conclui que a uva Niágara teve um maior rendimento que a uva Bordô, devido a sua casca menos espessa assim como obteve um teor alcoólico maior, o que significa que a uva Niágara Rosada tinha inicialmente mais açúcares que a uva Bordô. Todos os resultados das análises físico-químicas foram coerentes com a legislação vigente, sendo que a uva Bordô demonstrou uma maior acidez do que a uva Niágara Rosada, concluiu-se que o processo de produção dos vinhos em escala artesanal não teve falhas significativas.

Para trabalhos futuros, pode-se utilizar uma combinação de três ou mais tipos de uva em um único corte e observar a fermentação e as características do vinho obtido. Também como sugestão a utilização de dois cortes semelhantes, porém um deles com adição de leveduras e outro sem a adição de leveduras, para poder comparar o processo de fermentação de ambos.

## REFERÊNCIAS

- AGRIOS, G. N. **Plant Pathology**. 4th ed. London: Academic Press, 1997. 633 p.
- AQUARONE, E.; LIMA, U. A.; BORZANI, W. **Alimentos e bebidas produzidas por fermentação**. São Paulo: Edgard Blücher, 1983. v. 5, p. 243.



ANVISA. **Tabela Alcoométrica**. Disponível em:

<[http://www.anvisa.gov.br/hotsite/farmacopeiabrasileira/arquivos/cp38\\_2010\\_anexos/alcoometria.pdf](http://www.anvisa.gov.br/hotsite/farmacopeiabrasileira/arquivos/cp38_2010_anexos/alcoometria.pdf)> Acesso em: 15 de outubro de 2016.

ÁVILA, L. D. de. **Enologia II**. Polígrafo didático do Curso Superior de Tecnologia em Viticultura e Enologia. Bento Gonçalves: CEFET-BG, 2002. 31 p.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Disponível em:

<<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1618&z=t&o=26&i=P>> Acesso em: 10 out. 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria nº 229 de 25 de outubro de 1988**. Aprovar as normas referentes a “complementação dos padrões de identidade e qualidade do vinho”.

CAMARGO, U. A.; MAIA, J. D. G. **BRS Cora**: Nova cultivar de uva para suco, adaptada a climas tropicais. Comunicado Técnico, Bento Gonçalves, n. 53, 2004. Disponível em: <<http://hortibrasil.org.br/jnw/images/stories/Uva/u.118.pdf>>. Acesso em 16 out. 2016.

CAMARGO, U. A. **Uvas do Brasil**. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Uva e Vinho - SPI. Documentos, 1994. 09. 90 p.

CENCI, S. A. **Ácido naftalenoacético (ANA) e cloreto de cálcio na pré-colheita de uva niágara rosada (Vitis labrusca L. X Vitis vinifera L.)**: avaliação do potencial de conservação no armazenamento. Lavras, 1994, 109 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos), Escola Superior de Agricultura de Lavras.

\_\_\_\_\_. **Ácido naftalenoacético (ANA) e cloreto de cálcio na pré-colheita de uva niágara rosada (Vitis labrusca L. X Vitis vinifera L.)**: avaliação do potencial de conservação no armazenamento. Lavras, 1994, 109 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos), Escola Superior de Agricultura de Lavras.

CHESINI D. A. **Degradação do Ácido Málico Durante a Fermentação Alcoólica da Uva Chardonnay por Três Diferentes Leveduras da Espécie Saccharomyces Cerevisae**. TCC (Trabalho de estágio apresentado como requisito à conclusão do Curso Superior de Tecnologia em Viticultura e Enologia). Centro Federal de Educação e Tecnologia de Bento Gonçalves, Bento Gonçalves, 27 f., Outubro de 2005. Disponível em: <[http://www.bento.ifrs.edu.br/site/midias/arquivos/20095394042424tcc\\_danielaagattichesini.pdf](http://www.bento.ifrs.edu.br/site/midias/arquivos/20095394042424tcc_danielaagattichesini.pdf)>. Acesso em: 24 ago. 2016.

DAUDT, O. **As uvas mais plantadas**. EnoEventos, 2014. Disponível em: <<http://www.enoeventos.com.br/201401/uvas/uvas.htm>> Acesso em: 2 out. 2016.

DENES, A. L.; DAÓLIO, R. M. **Análise comparativa do processamento de vinhos com uvas Isabel e Carbenet a partir da utilização de leveduras selvagens, La Claire 665P e Zymaflore Spark**. TCC (Trabalho de Conclusão de



Curso em Engenharia Química) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 144 f., 2011. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/22403004-Analise-comparativa-do-processamento-de-vinhos-com-ucas-isabel-e-cabernet-a-partir-da-utilizacao-de-leveduras-selvagens.html>>. Acesso em: 25 nov. 2016.

GAROGLIO, P. G. **Nuovo Enologia**. Enciclopédia Vitivinícola Mondlala. Edozopni Bréscia: AEB, Instituto Artigianelli, 1981.

GIOVANNINI, E. **Uva agroecologia**. Porto Alegre: Renascença, 2001.

LEÃO, P. C. de S. Principais variedades. *In*: LEÃO, P. C. de S.; SOARES, J. M. (Coords.). **A Viticultura no semi-árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2000. Cap. 4, p. 45-64.

NAVARRE, C. **Técnicas de Produção de Vinho**. Portugal; 1997. p. 308. (Coleção Euroagro).

OLIVEIRA, L. C. de; SOUZA, S. O. de; MAMEDE, M. E. O. Avaliação das características físico-químicas e colorimétricas de vinhos finos de duas principais regiões vinícolas do Brasil. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**. São Paulo, v. 2, n. 70, p. 158-67, 2011.

PEYNAUD, E. **Conhecer e trabalhar o vinho**. Lisboa: LTC – Editora Portuguesa de Livros Técnicos e Científicos, 1982. p. 50 – 55.

PROTAS, J. F.; CAMARGO, U. A. **Viticultura brasileira: panorama setorial de 2010**. Brasília–DF: IBRAVIN, Embrapa Uva e Vinho, 2011. p. 110.

RIBICHAUD, J. L.; NOBLE, A. C. Astringency and bitterness of selected phenolic in wines. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Inglaterra, v. 53, n. 3, p. 343-353, 1990.

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

SANTOS, B. A. C. **Compostos voláteis e qualidade dos vinhos secos jovens varietal Cabernet Sauvignon produzidos em diferentes regiões do Brasil**. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas, Campinas (SP), 2006.

SCHIEBER, A.; STINTZING, F. C.; CARLE, R. By-products of plant food processing as a source of functional compounds – recent developments. **Trends in Food Science & Technology**, v. 12, n. 11, p. 401-413, 2002.

SMART ET AL et al. Canopy microclimate modification for the cultivar Shiraz. II. Effects on must and wine composition. **Vitis**, v. 24, n. 2, p. 119-128, 1985.



SOUSA, J. S. I. de. **Uvas para o Brasil**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1996. 791 p.

MELÉNDEZ, M.E. et al. Psychophysical parameters of colour and the chemometric characterisation of wines of the certified denomination of origin 'Rioja'. **Anal Chim Acta**. v. 446, n. 1-2 p. 157-167, 2001.

MELLO, L. M. R. **Desempenho da vitivinicultura brasileira em 2015**. Embrapa, 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/9952204/artigo-desempenho-da-vitivinicultura-brasileira-em-2015>>. Acesso em: 24 set. 2016.

ZANUZ, M. C. **Efeito da maturação sobre a composição do mosto e qualidade do suco de uva**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1991. 117p.