UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

PEDRO HENRIQUE NASCIMENTO DE LIMA

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE VINHOS TINTOS COMERCIAIS DO VALE DO SUBMÉDIO DO SÃO FRANCISCO ENVELHECIDOS EM GARRAFA

RECIFE – PE
2022

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

PEDRO HENRIQUE NASCIMENTO DE LIMA

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE VINHOS TINTOS COMERCIAIS DO VALE DO SUBMÉDIO DO SÃO FRANCISCO ENVELHEDISO EM GARRAFA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito para obtenção do Grau de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Profª. Drª. Luciana Leite de Andrade Lima Arruda

Coorientadora: Profª. Drª. Andrelina Maria Pinheiro Santos

RECIFE – PE
2022

Por Pedro Henrique Nascimento de Lima

Esta dissertação foi julgada para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos e aprovada em ___/___/___ pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimento em sua forma final.

Banca Examinadora:

_____

Profa. Dra. Luciana Leite de Andrade Lima Arruda – Presidente

PPGCTA/Universidade Federal Rural de Pernambuco

_____

Profa. Dra. Samara Alvachian Cardoso Andrade – Membro Interno

PPGCTA/Universidade Federal Rural de Pernambuco

_____

Profº. Dra. Enayde de Almeida Melo – Membro Externo

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Dedico o presente trabalho a tudo e a todos que contemplam a minha trajetória de vida e me permitem chegar exatamente onde estou e como sou. Cada pessoa se eterniza na minha história, ao apenas vir a mim para somar e ensinar, ajudando, individualmente, a compor minha personalidade e construir quem sou.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, pelo que pra eles é obrigação e para mim é devoção. Pela dedicação inesgotável em dar-me a irreprenssível educação, pelo esforço em dar-me todo o benefício por eles não desfrutado, por todo carinho impresso até nas palavras não ditas, por me acalentar a alma ainda enquanto adulto, por me olharem, independentemente da idade, com a mesma compaixão e docura, por não perderem o encanto com o meu regresso ao lar, por se proporem a esgotar comigo todo o vigor, pela correção enquanto estive errado, por enaltecer todos os dias a minha benignidade e capacidade de conquistar, com o afinco e a responsabilidade que me foi passada, o que o mundo colocar à disposição, por toda fonte de amor inesgotável presente em cada singelo gesto. Hoje, o homem que a cada dia me torno, ainda é e sempre será mérito de vossos esforços. Meu amor e gratidão são descomunais.

À minha familia retirante, simples e nobre, guerreira e acolhedora, batalhadora e vitoriosa, por ter escrito com tanta dignidade, infindável honradez e imensa respeitabilidade, cada verso da história de nós todos, herdeiros e perpertuadores. Por haverem consquitado um mundo que não sabiam que existia, por batalharem o pão de cada dia pelos seus, por se tornarem maior do que o mundo poderia esperar. Minha veneração é imensurável.

Aos meus amigos pessoais, por torcerem por mim e solenizarem minhas conquistas, por me constituirem um porto seguro, um lugar de confiança, por compreenderem minha abstenção dos momentos de lazer em detrimento do cumprimento das minhas renponsabilidades, por me constituirem não a família em que nasci, mas a que eu escolhi ter.

Às minhas orientadora, co-orientadora e banca examinadora pela incrível capacidade de me orgulhar, de despertar em mim admiração, pelo esforço em superar suas próprias expectativas para evidenciar o comprometimento com o trabalho, pela integridade em exercer suas profissões, por me constituírem amigas que eu não imaginei ter, mas que hoje eu me recuso a viver sem. Por me darem a honra de avaliar algo em que me dediquei incansávelmente a fazer. Todas vocês contribuiram com o que puderam para que tudo fosse possível, num momento tão novo e desafiador para todos. Nesse momento de desafios, vocês estenderam a mão para as oportunidades e permitiram que se tornassem realidade os sonhos

de diversos estudantes. Serei um eterno aprendiz, tendo em cada uma de vocês o direcionamento para o conhecimento. Luciana, Lia, Samara e Enayde, quando imaginamos estar diante de profissionais insuperáveis, descobrimos e nos deparamos com indivíduos muito maiores. A vocês, todos os meus eternos respeito, carinho, amizade e admiração. Obrigado pela confiança de sempre e pela honradez de cada momento compartilhado. Cada história que escrevemos juntos, é uma emoção ainda maior. Me sinto uma pessoa muito melhor ao evoluir com cada uma de vocês.

“Sonhar mais um sonho impossível
Lutar quando é fácil ceder
Vencer o inimigo invencível
Negar quando a regra é vender

Sofrer a tortura implacável
Romper a incabível prisão
Voar num limite improvável
Tocar o inacessível chão

É minha lei, é minha questão
Virar este mundo, cravar este chão
Não me importa saber
Se é terrível demais
Quantas guerras terei que vencer
Por um pouco de paz

E amanhã se este chão que eu beijei
For meu leito e perdão
Vou saber que valeu
Delirar e morrer de paixão

E assim, seja lá como for
Vai ter fim a infinita aflição
E o mundo vai ver uma flor
Brotar do impossível chão”.

Composição: Chico Buarque e Joe Darion.
Intérprete: Maria Bethânia

RESUMO

O Vale do São Francisco está localizado no nordeste do Brasil, sendo uma região expoente na biotecnologia e agricultura de precisão, além de apresentar condições edafoclimáticas adequadas ao cultivo de uvas viníferas, que associadas à irrigação possibilitam escalonamento da produção de uvas e mais de uma safra ao ano. A elaboração de vinhos qualidade também tem relação com a aplicação adequada de protocolos de vinificação. Estudos relacionados com a caracterização físico-química dos vinhos e estudos de estabilidade durante o envelhecimento na garrafa são fundamentais para garantia e manutenção dessa qualidade. Durante o envelhecimento em garrafa ocorrem alterações, principalmente, nos parâmetros clássicos e perfil de compostos voláteis, compostos fenólicos e ácidos orgânicos, sendo responsáveis por alterações na cor dos vinhos, aromas e sabores. Apesar da importânica, os estudos ainda não são amplos e conclusivos quanto à evolução em garrafa (envelhecimento) dos vinhos tintos tropicais brasileiros. Assim, o potencial da região e a demanda existente para estudos dessa natureza demonstram a importância de avaliar a evolução dos parâmetros físico-químicos e cromáticos dos vinhos tintos envelhecidos em garrafa, possibilitando a indicação de ajustes no manejo agronômico e protocolos de vinificação que favoreçam a elaboração de vinhos de guarda. O estudo foi conduzido por meio de análises físico-químicas clássicas, perfil de grupos de compostos fenólicos, atividade antioxidante e parâmetros cromáticos, de todos os vinhos tintos indicados para Indicação de Procedência Vale do São Francisco (em estruturação), com e sem armazenamento em barrica de carvalho e envelhecidos em garrafa, sob condições controladas, por 36 meses. Sendo estes submetidos a um estudo comparativo com Rodrigues, 2019. O estudo permite constatar a redução na perfomance dos parâmetros físico-químicos (acidez, sólidos solúveis totais, caracterização da comoposição fenólica, poder antioxidante e coloração), sobretudo para as cultivares que não passaram por estágio em barril de carvalho francês, efeito contrário para os que parrasaram. Assim, contirui para estabelecer parâmetros de qualidade para os vinhos tintos tropicias que evoluem em garrafa.

PALAVRAS-CHAVE: Indicação de Procedência Vale do São Francisco, compostos bioativos, parâmetros cromáticos e atividade antioxidante.

ABSTRACT

The São Francisco Valley is at the forefront of Brazil, being a region located in biotechnology and precision, in addition to edaphoclimatic regions with a higher harvest for the cultivation of wine grapes, which, associated with the entrance, make it possible to scale the production of grapes and region of one a year. . The production of quality wines is also related to the proper application of winemaking protocols. Studies related to the physicochemical characterization of wines and quality studies during aging are fundamental to guarantee and maintain this quality. During aging changes, mainly, in the parameters, in the parameters and in the profile of compounds, phenolic and organic compounds, being responsible for changes in wines, aromas and flavors. Despite its importance, studies are still not extensive and conclusive regarding the evolution in bottle (aging) of Brazilian tropical red wines. Thus, the model of the region and the existing requirement for studies of the potential of nature The importance of evaluating an evolution of the physical-chemical and chromatic parameters of red wines aged in bottle, specifying the indication of agronomic models and the vin adjustment protocols that favor the elaboration of a wine cellar. The study of chemical formula by groups, classical chemical structure structure, chemical structure profile of classical groups, chemical structure profile are indicated for Color Indications, with and without storage in oak barrels and bottle envelopes, under controlled conditions, for 36 months. These services are a comparative study with Rodrigues, 2019. The study verified the reduction in the performance of the parameters, for cultivars that do not allow solubles by stage, characterization as stage, scientific study and scientific power, for cultivars that are not relevant by stage in barrel, characterization of oak opposite effect for those who stopped. Thus, it contributes to establish quality parameters for tropicias red wines that evolve in the bottle.

KEYWORDS: Indication of provenance Vale do São Francisco, bioactive compounds, chromatic parameters and antioxidant activity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Anatomia da baga da uva e os compostos predominantes 20

Figura 2. Região do Vale do Submédio São Francisco 22

Figura 3. Compostos fenólicos 27

Figura 4. Estrutura química básica dos flavonóides 31

Figura 5. Estrutura química básica dos flavonóis 32

Figura 6. Estrutura química dos flavanóis - catequina, epicatequina e epigalocatequina 32

Figura 7. Estrutura química das antocianinas glicosiladas 33

Figura 8. Principais reações químicas das antocianinas que ocorrem durante a vinificação 36

ARTIGO - EVOLUÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE VINHOS TINTOS DO VALE DO SUBMÉDIO DO SÃO FRANCISCO ENVELHECIDOS EM GARRAFA

Figure 1. Contribuição das variáveis e distribuição dos vinhos tintos Indicação de Procedência Vale do São Francisco (em estruturação), safra 2018, após 36 meses de envelehcimento em garrafa, em duas dimensões no sistema de coordenadas definido pela primeira e segunda componente principal 79

LISTA DE TABELAS

ARTIGO - EVOLUÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE VINHOS TINTOS DO VALE DO SUBMÉDIO DO SÃO FRANCISCO ENVELHECIDOS EM GARRAFA

Tabela 1. Descrição das amostras de vinhos tintos elaborados no Vale do São Franciso, safra 2018 60

Tabela 2. Parâmetros enológicos clássicos de vinhos tintos elaborados no Vale do São Franciso, safra 2018 63

Tabela 3. Composição fenólica de vinhos tintos elaborados no Vale do São Franciso, safra 2018 64

Tabela 4. Parâmetros cromáticos espectofotométricos de vinhos tintos elaborados no Vale do São Franciso, safra 2018 66

Tabela 5. Parâmetros colorimétricos pelo sistema CIELab de vinhos tintos elaborados no Vale do São Franciso, safra 2018 67

Tabela 6. Variações de parâmetros físico-químicos e atividade antioxidante de vinhos tintos da Indicação de Procedência Vale do São Francisco, com 3 e 36 meses de envelhecimento em garrafa 68

Tabela 7. Variações de parâmetros cromátricos espectrofotométricos de vinhos tintos da Indicação de Procedência Vale do São Francisco, com 3 e 36 meses de envelhecimento em garrafa..... 68

LISTA DE ABREVIATURAS

%v/v	Percentual volume/volume
AB	*Alicante Bouschet*
ANT	Antocianinas
AOAC	*Association of Official Agricultural Chemists*
C*	Intensidade de cor
CFT	Conteúdo de Fenólicos Totais
CS	*Cabernet Sauvignon*
CP	Componente Principal
CS/SY	*Cabernet Sauvignon – Syrah*
DO	Denominações de origem
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
G	Grama
H*	Tonalidade cromática
HCl	Ácido Clorídrico
IC	Intensidade de cor
IG	Indicações Geográficas
IP	Indicações de Procedência
K+	Potássio
L	Litro
LDL	*Low Density Lipoprotein*
MERCOSUL	Mercado Comum do Sul
mg. L^{-1}	Miligrama por litro
Ml	Mililitro
µg	Micrograma
µL	Microlitro
Nm	Nanômetro
OMS	Organização Mundial da Saúde
OIV	Organização Internacional da Uva e do Vinho
pH	Potencial Hidrogeniônico
PPGCTA	Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos
PR	*Premium*

RC	*Ruby Cabernet*
RE	Reserva
SY	*Syrah*
T	Tonalidade
TE	Tempranillo
TN	Gran Reserva Touriga Nacional
UFRPE	Universidade Federal Rural de Pernambuco
UV	Ultravioleta
UV/Vis	Ultravioleta/Visível
Vol	Volume
VSF	Vale do São Francisco
VSSF	Vale do Submédio do São Francisco

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 15

2 PROBLEMA DA PESQUISA E HIPÓTESE 17
2.1 **Problema da pesquisa** 17
2.2 **Hipótese** 17

3 OBJETIVOS 18
3.1 **Objetivo Geral** 18
3.2 **Objetivos Específicos** 18

4 REVEISÃO DA LITERATURA 19
4.1 O Vinho e seus Estilos 19
4.2 O Vinho do São Francisco 22
4.3 Regulamentação Brasileira e Indicação de Procedência 24
4.4 A Composição do Vinho 26
4.5 Envelhecimento de Vinhos Tintos e suas Modificações 33
4.5.1 Reações de Oxidação das Substâncias Fenólicas 34
4.5.2 Reações Químicas das Antocianinas 35

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 38

6 RESULTADOS 57
ARTIGO 57

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS 75

1. INTRODUÇÃO

O vinho é uma bebida resultante exclusivamente da fermentação alcoólica completa ou parcial da uva fresca, esmagada ou não; ou do mosto simples ou virgem; com conteúdo alcoólico adquirido mínimo de 7% v/v (BRASIL, 1988).

Segundo Costa et al. (2016) e Silva et al. (2015) a composição fenólica e sua correlação com a atividade antioxidante dos vinhos são essenciais para evidenciar as características da uva, possibilitando a identificação da tipicidade e a caracterização dos vinhos da região. Sem dúvida, o aspecto de qualidade sensorial é o mais relacionado com a qualidade percebida pelo consumidor, portanto, o maior responsável pela escolha de um produto. Assim, os atributos de qualidade sensorial, tais como cor, aroma, sabor e textura precisam ser controlados, impactando diretamente em interesses econômicos (MEILGAARD; CIVILE; CARR, 2015).

Os países europeus são tradicionalmente conhecidos pelo consumo de vinhos em maior escala quando comparado com o consumo global. Recentemente, vem sendo possível perceber menor consumo na França e Alemanha, resultando num possível deslocamento do consumo de vinhos para o Novo Mundo, composto por países como Estados Unidos, Austrália e África do Sul (OIV, 2019a).

Preponderantemente regiões de clima temperado são propícias ao cultivo de uva para elaboração do vinho. Porém, esse cenário também pode ser adaptável a regiões de clima tropical (PADILHA et al., 2016), a exemplo do Vale do Submédio São Francisco (VSSF). Esta região se localiza no Nordeste do Brasil, e é a primeira região vinícola tropical do mundo e o segundo maior centro de elaboração de vinhos finos do Brasil (TONIETTO et al., 2012).

Em operação a partir dos anos 1980, esta região vem experimentando um período de expansão na produção de vinhos finos, propiciando um produto com perfil químico e sensorial particular, quando comparado aos obtidos em áreas tradicionais de cultivo pelo mundo (LIMA et al., 2015; ALMEIDA et al., 2016).

Com o crescimento da importância das Certificações Geográficas no Brasil, a manutenção da qualidade dos produtos é uma preocupação constante por parte da indústria. Inspiradas em legislações europeias, as Indicações de Procedências e as Denominações de Origem associam-se a produtos ou serviços com características típicas de uma região e que seguem padrões de qualidade na produção, o que lhes atribui reputação, valor intrínseco e identidade própria, além de os distinguir em relação aos seus similares disponíveis no mercado (BRASIL, 1996; MAPA, 2017).

A competição neste setor produtivo nacional se deu, principalmente, com a entrada maciça de vinhos chilenos e argentinos, por quedas de barreiras tarifárias propiciadas por acordos do MERCOSUL, além de acordos bilaterais com vinícolas e Governos da Itália, Portugal e França (OIV, 2020). Em 2019 o Brasil foi o 18º país com maior produção de vinhos e 22ª em área cultivada.

Dentre as regiões vinícolas emergentes, o Vale do São Francisco é uma região rica do ponto de vista biotecnológico e fértil ao cultivo de uvas adequadas à produção de vinhos tintos caseiros. Essa região caracteriza-se por um clima tropical semiárido, com alta taxa de insolação, baixo índice pluviométrico, e gestão da irrigação e da poda, algo que possibilita a produção de uvas viníferas e, consequentemente, elaboração de vinhos, em safras escalonadas de março a dezembro (BELMIRO; PEREIRA; PAIM, 2017; OLIVEIRA et al., 2019a), dispondo de pelo menos duas safras ao ano.

A análise de estabilidade ao envelhecimento em garrafa dos vinhos tintos da Indicação de Procedência Vale do São Francisco possibilitará maior conhecimento das interações químicas e reconhecimento de vinhos com potencial de envelhecimento. Ajustes nas técnicas de manejo agronômico e vinificação podem ser aplicadas para que seja agregado mais esse diferencial aos vinhos tropicais brasileiros. Além disso, não foram identificados estudos que com essa proposta.

Destaca-se também a contribuição científica e industrial, e a disponibilização do conhecimento para a sociedade. Além disso, o estudo da evolução dos compostos fenólicos pode desencadear novas demandas na cadeia produtiva para a mesma categoria de alimentos, equipamentos industriais, linhas de produção, reposicionamento do valor da marca no mercado, interesse das redes de supermercado, abastecimento e distribuição.

Ante o exposto, esse projeto objetiva avaliar a evolução dos parâmetros físico-químicos e da atividade antioxidante dos vinhos tintos da Indicação de Procedência Vale do São Francisco. O estudo pode colaborar com a valorização da produção local, possibilitando aumento da comercialização e consumo interno. Além de possibilitar avaliações de ajustes no manejo agronômico e protocolos de vinificação para garantir maior estabilidade aos vinhos.

2. PROBLEMA DA PESQUISA E HIPÓTESE

2.1. Problema da Pesquisa

Os vinhos finos da Indicação de Procedência Vale do São Francisco, engarrafados há 36 meses, apresentam estabilidade dos parâmetros físico-químicos, parâmetros cromáticos e atividade antioxidante?

2.2. Hipótese

A composição fenólica, parâmetros cromáticos e físico-químicos e atividade antioxidante dos vinhos tintos da Indicação de Procedência Vale do São Francisco, envelhecidos em garrafa por 36 meses, apresentam estabilidade.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Estudar a estabilidade físico-química de vinhos tintos da Indicação de Procedência Vale do São Francisco após 36 meses de envelhecimento em garrafa.

3.2 Objetivos Específicos

- Analisar parâmetros físico-químicos e grupos de compostos bioativos em vinhos tintos comerciais do Vale do São Francisco, após 36 meses de envelhecimento em garrafa.

- Avaliar a interferência de variações dos parâmetros físico-químicos no parâmetros cromáticos de vinhos tintos tropicais submetidos ao envelhecimento por 36 meses.

- Verificar variações na atividade biológica *in vitro* de vinhos tintos do Vale Submédio São Francisco, envelhecidos por 36 meses em garrafa.

4. REVISÃO DA LITERATURA

Nesta seção serão abordados os principais temas relativos ao desenvolvimento do estudo, tais como produção e consumo de vinhos no Brasil e no mundo, especificidades e características dos vinhos produzidos no Vale do São Francisco e aspectos físico-químicos interentes a esta categoria de produtos.

4.1 O Vinho e os seus Estilos

De acordo com a legislação brasileira, o vinho é a bebida obtida da fermentação alcoólica do mosto simples de uvas sãs, frescas e maduras (BRASIL, 1988) e sua produção, circulação e comercialização de seus derivados é regida pela Lei brasileira no 7.678, de 8 de novembro de 1988 (regulamentada pelo Decreto no 8.198, de 20 de fevereiro de 2014).

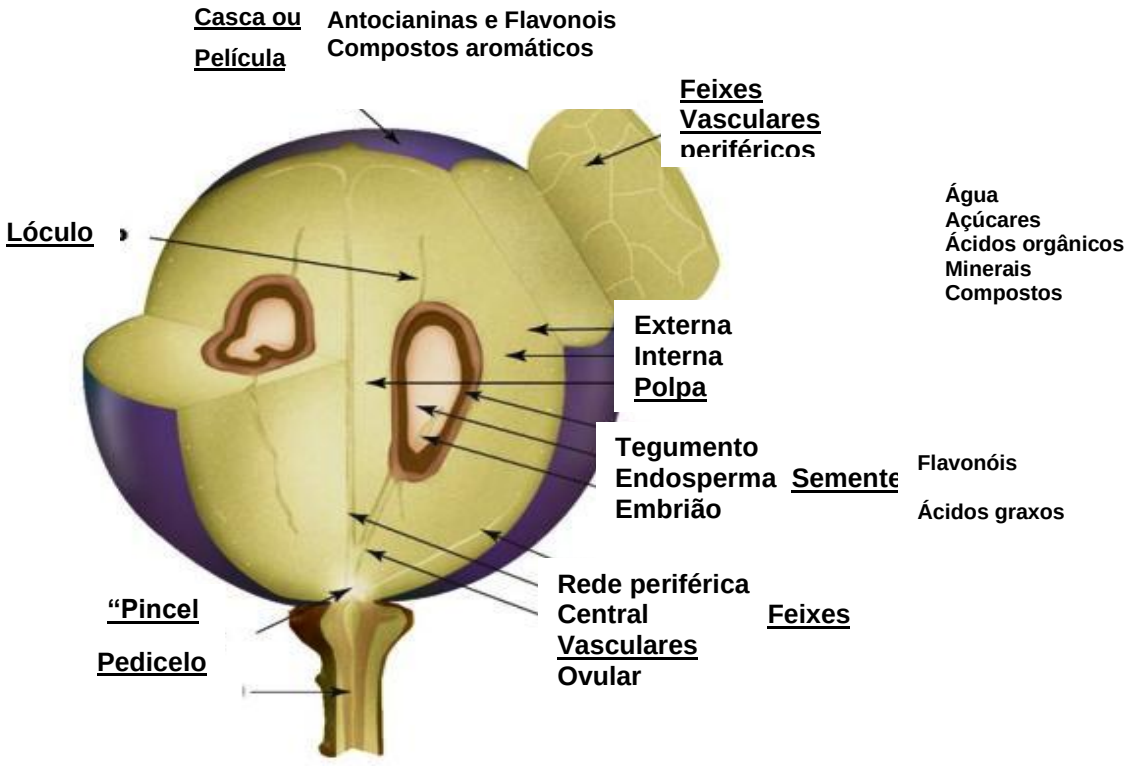
O vinho é uma bebida mundialmente conhecida, consumida, produzida e estudada ao longo de muitos e muitos anos. Adquiriu foco mais intenso dos estudos mediante um estudo epidemiológico Multinational Monitoring of Trends and Determinants in Cardiovascular Diases (MONICA) realizado pela Organização Mundial da Saúde (OMS), em que foram envolvidas 38 populações de 4 continentes, em que foi possível começar a identificar a relação do consumo moderado de determinados tipos e qualidades de vinhos ao aumento de benefícios à saúde humana, como a baixa incidência de doenças crônico-degenerativas (ALBU et al., 2017).

A variedade mais utilizada para a elaboração de vinhos referenciados como de qualidade é a Vitis vinifera, originária do continente europeu (ZHU et al., 2012). Esta variedade, segundo Raven et al. (2001), é cultivada há cerca de 11 mil anos na região fértil do Mediterrâneo Oriental. A uva é o fruto da videira, uma planta pertencente a ordem Ramnidaea, família Vitaceae com variedades comerciais pertencentes ao Género Vitis, estimada em, aproximadamente, 17 mil variedades (VITIS, 2013).

Botanicamente, a baga é o tipo mais comum de fruto carnudo simples, no qual a parede do ovário inteiro amadurece em um pericarpo comestível. O raleio de bagas é uma das operações de maior exigência em mão-de-obra na produção de uvas finas de mesa. Consiste na remoção de 60 a 70% das bagas de cada cacho para que as remanescentes se desenvolvam em tamanho e com qualidade. As bagas das uvas (Figura 1) são compostas de três tipos de tecidos

principais: película, polpa e sementes. A película protege o fruto contra a desidratação e a ação de agentes externo, detendo grande concentração de pigmentos, compostos fenólicos, aromáticos. Já a polpa ou pericarpo é o tecido de armazenamento dos açúcares livres e ácidos orgânicos. As sementes, por sua vez, são onde os compostos fenólicos estão presentes em maiores concentrações (GAO et al., 2019).

Figura 1 – Anatomia da baga da uva e os compostos predominantes.



Fonte: Rodrigues, 2019.

A literatura científica afirma, mediante Lecas e Brillouet (1994), que podemos encontrar na película da uva a contribuição para cor, sabor e aroma do vinho, além de ser responsável por 5 a 10% do peso da baga. Já a polpa, composta de açúcares, ácidos orgânicos, minerais, substâncias pécticas, compostos nitrogenados e compostos fenólicos, é responsável por 78% do peso da baga. A semente possui protocianidinas, compostos responsáveis pela adstringência e amargor no vinho, e contempla cerca de 4% do peso da baga. Segundo Markoski et al. (2016), entre algumas variáveis, podemos encontrar nos vinhos uma composição média de 86% de água vegetal, 12% de etanol, 1% de glicerol e outros polisacarídeos, 0,5% de ácidos e 0,5% de compostos voláteis e outros compostos. A qualidade da uva e do vinho e sua tipicidade são

resultantes de diversos fatores biológicos (BRIGHENTI et al., 2011), edafoclimáticos (MATHEWS, 2013) e de manejo agronômico (BAVOUGIAN et al., 2013), e da tecnologia empregada nos processos de vinificação (TAO et al., 2013).

Para a determinação assertiva de vários parâmetros na análise de vinhos, fatores das vínicolas e ambientias possuem extrema importância para os resultados, a exemplo de ácidos orgânicos e antocianinas, já que os níveis da maioria dos compostos na baga da uva aumentam com o precesso de maturação do fruto, variando de acordo com o cultivar (GAO et al., 2019). Da mesma forma, o grau de maturação da uva influencia na composição química da baga e, consequentemente, do vinho (DE MORAES e LOCATELLI, 2010). Sendo assim, se faz extremamente importante deter o conhecimento quanto ao grau de maturação, para que seja possível identificar o momento da colheita para elaboração de vinhos com diferentes tipos de características desejadas (BURIN et al., 2011). De acordo com Fiorillo et al. (2012), os principais fatores ambientais que interferem no cultivo e qualidade da uva são: temperatura, quantidade e tempo de exposição a luminosidade, precipitação pluviométrica e umidade do ar.

Considerando os diferentes estilos de vinhos, temos como principais países e regiões produtres de vinho os advindos da Europa, como França, Itália, Portugal, Espanha e Alemanha, da América, como Estados Unidos, Chile, Argentina, Uruguai e Brasil, da África. Como África do Sul e Marrocos e da Oceania. como Austrália e Nova Zelândia. Fatores como clima e investmentos, faze a produção mundial de vinhos sofrer bastante variações ao longo dos anos em todo o mundo. No Brasil, as principais regiões produtoras de vinhos finos estão localizadas na região sul, como Serra Gaúcha, Serra do Sudeste e Campanha Gaúcha, e Nordeste, no Vale do Submédio São Francisco (HORA et al., 2016).

No Brasil os vinhos podem ser classificados como finos, produzidos somente a partir de uvas Vitis vinifera. Possui aspecto mais claro e límpido, maior vivacidade dos tons, as cores se destacam com brilho, aroma de maior complexidade devido à casca da uva, mais grossa e acumula maior quantidade de substâncias aromáticas. Pelo mesmo motivo, os sabores são mais delicados, variados e minuciosos (BRASIL, 2014).

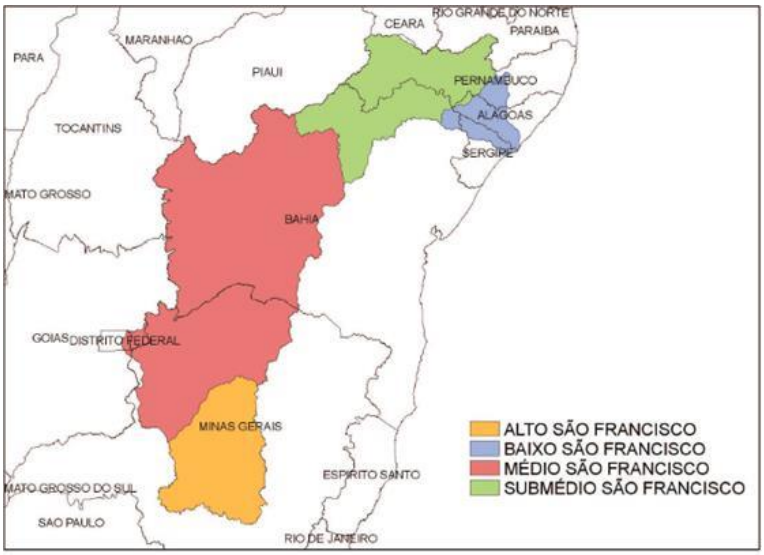
O vinho tinto é um vinho de cor vermelha e que possui níveis consideráveis de tanino. São elaborados necessariamente com castas tintas. É a principal variedade de vinho consumido no mundo, com grande gama de estilos e características. Podem variar de leve, como os elaborados com Pinot Noir, a extremamente encorpados, como os feitos com Cabernet Sauvignon. Combinam com um grande leque de opções de comida, desde entradas e massas até carnes e peixes. Para produzir o vinho tinto é necessário esmagar as uvas para que liberem o suco de dentro da polpa. Esse suco, também chamado de mosto, é encaminhado para o tanque

de fermentação onde permanece em contato com as cascas das uvas por até duas semanas. É a pele da uva que garante características como cor, sabor e tanino à bebida. Quanto mais tempo em contato com a pele, mais intenso serão essas características no vinho final (OLIVEIRA, 2019a). Uma pequena parcela dos vinhos produzidos no mundo, menos de 10% do total, podem ainda ser tidos como vinhos de guarda. Em geral, vinhos de guarda necessitam de alguns anos de envelhecimento para o atingimento da sua maior qualidade. Amadurecem por um período determinado pelo enólogo em barricas e/ou em garrafas.

4.2 O vinho do São Francisco

Em 1532, Martim Afonso de Souza fez a uva chegar ao Brasil, plantando-a no litoral paulista. Essas plantações foram destruídas pelos portugueses, com a finalidade de evitar concorrência, mas em 1875 foram retomadas na Serra Gaúcha pelos imigrantes italianos (HORA et al., 2016). Segundo Padilha et al. (2016), as principais variedades de uvas utilizadas na elaboração de vinhos do Vale do Submédio do São Francisco (VSSF) são Cabernet Sauvignon, Syrah, Tempranillo, Touriga Nacional, Moscato Canelli, Chenin Blanc e Verdejo.

Figura 2 - Região do Vale do Submédio São Francisco.



Fonte: Alvarez et al., 2010.

A Conforme mostra a Figura 2, a região do VSSF compreende os municípios pernambucanos e baianos que margeiam o Rio São Francisco entre Remanso e Paulo Afonso, com área de 168.528 km2 (BRASIL, 2014). Apresenta clima tropical semiárido, altitude média

de 350m, temperatura média anual de 26ºC, elevada intensidade de radiação solar (3.000 h/ano) e baixa precipitação pluviométrica (inferior a 500 mm/ano).

Burin et al. (2011) associam a intensidade de cor, concentração de fenólicos e ácidos orgânicos, estabilidade, envelhecimento e as características organolépticas de amargor, adstringência e refrescância, com a qualidade e a produtividade da uva, diretamente dependentes de fatores como temperatura, luminosidade, umidade, solo, clima e tecnologias empregadas, fatores bastante disponíveis no Vale Submédio do São Francisco. Além disso, a região possibilita domínio de técnica de irrigação, manejo diferenciado, baixa dormência vegetativa, elevando o nível de qualidade sensorial e funcional dos vinhos do VSSF, além de tipicidade se diferenciando dos de clima temperado. Além disso, a elaboração de vinhos escalonada entre março e dezembro proporciona uma condição única no mundo, atendendo continuamente o mercado consumidor (BARBARÁ et al., 2016; MASUTTI et al., 2016; WANG et al., 2015).

Segundo Granato et al. (2015) vinhos produzidos de uvas cultivadas no Brasil possuem maiores concentrações de polifenóis totais, antocianinas totais, trans-resveratrol e atividade biológica, pois o clima quente e solo argilo-arenoso, permitem esse destaque em relação aos vinhos de regiões já tradicionais (FIGUEIREDO et al., 2017). Além disso, ciência e tecnologia vem possibilitando grandes avanços nas atividades socioeconômicas da região, com grande impácto para o cenário deste produto no mercado interno e externo (COSTA et al.,2016).

Diante de todos esses fatores, o Vale do Submédio do São Francisco vem ganhando cada vez mais notoriedade nos estudos de uvas e vinhos, pois os produtores da região estão apresentando boa adaptação em diferentes regiões de cultivo, obtendo resultados satisfatórios com as cultivares abaixo:

- Syrah – uva tinta das mais antigas com maior área cultivada no mundo e apresenta ótima performance na região, sendo típica de climas quentes, com aromas de ameixa, figo, especiarias, chocolate, notas florais e um toque de menta, segundo Santos (2014).
- Tempranillo ou Tinta del País – também conhecida como Ull de Llebre e Aragonês em Porgual, e Tinta Fina e Tinta Roriz, na Espanha, é uma uva tinta originária da Espanha, maturação precoce, produz vinhos de cor intensa (LILLA, 2013; MACEDO et al. 2015). Expressa aroma de framboesa, características tânicas, baixa acidez e, historicamente, pode ser uma mutação da Pinot Noir (SANTOS, 2014).
- Cabernet Sauvignon – cultivar extremamente difundido e consumido na região, coloração vermelha intensa com reflexos violáceos, película espessa, elevada concentração e riqueza de taninos e elevados teores de álcoois superiores. É uma das principais viníferas

do mundo e altamente adaptável a diversas regiões, sendo originária do cruzamento espontâneo das cepas Cabernet Franc e Sauvignon Blanc, originária da região de Bordeaux, França (SANTOS, 2014). Esta variedade tem produtividade média e elevada qualidade para a elaboração de vinhos tintos, aromas de frutas negras, pimentão verde, azeitona preta, cassis, groselha e pimenta-do-reino preta (VERGARA, 2018; SANTOS, 2014).

- Ruby Cabernet - uva com menor concentração de pigmentos, tonalidade mais suave, aroma frutado e floral, sabor de fruta fresca.
- Touriga Nacional - uva escura de baga pequena e película espessa, vinhos de coloração intensa, aroma de frutas vermelhas e negras, e alecrim, rica em frutose e tanino macios ao paladar, proveniente da região do Dão, em Portugal (SANTOS, 2014; LILLA, 2013).
- Alicante Bouschet - cepa originária do Alentejo, Portugal, cor intensa do rubi ao violeta, com notas de frutas negras e vermelhas (LILLA, 2013).

Todos esses fatores vem fazendo o Brasil ter boas safras de vinhos com crescimento no mercado viticultor nacional e internacional nos últimos anos, sendo o Vale Submédio do Sâo Francisco responsável por 4 milhões de litros ao ano, e desta 1,16 milhões de litros são de vinhos tintos (PEREIRA et al., 2016). A partir deste caso de sucesso, outras regiões de clima tropical iniciaram o cultivo de uvas para elaboração de vinhos, como Índia, Tailândia e Venezuela (KOK., 2014).

4.3 Regulamentação Brasileira e Indicação de Procedência

A legislação brasileira dispõe sobre as Indicações Geográficas (IG), Indicações de Procedência (IP) e Denominações de Origem (DO), na Lei no 9.279 de 1996. A Indicação Geográfica é constituída por IP ou DO. No Art. 176 da lei a IP foi definida como sendo "o nome geográfico do país, cidade, região ou localidade de seu território conhecido pela extração, produção ou fabricação de determinado produto e de prestação de determinado serviço”, é restrito aos produtores e prestadores de serviço estabelecidos no local, exigindo-se, ainda, em relação às denominações de origem, o atendimento de requisitos de qualidade (BRASIL, 1996).

Os regulamentos de uso adotados nas IG's e IP's visam garantir as especificidades dos produtos, sendo distintos para cada região, pois enseja a valorização das tradições, costumes e práticas de um território específico. Na Região do VSSF alguns produtores associados à

VINHOVASF - Instituto do Vinho, com vinícolas dos municípios pernambucanos de Petrolina, Lagoa Grande, Orocó e Santa Maria da Boa Vista e os baianos de Juazeiro, Sobradinho, Curaçá e Casa Nova, juntamente com a Embrapa Semi-árido tem agido no sentido de desenvolver a Indicação de Procedência Vale do São Francisco.

Segundo Padilha et al. (2016) as cultivares com destaque comercial no VSSF são Syrah, Tempranillo, Touriga Nacional, Cabernet Sauvignon, Alicante Bouschet e Ruby Cabernet, selecionadas pelos produtores por indicar boa adaptação e tipicidade. Conforme Tonietto e Pereira (2016), os estudos iniciais para estruturação da Indicação de Procedência devem mapear a área, zonear o solo da região, o clima, as cultivares selecionadas, as formas de uso da terra, as técnicas enológicas, definições de padrões, processo de envelhecimento em garrafa, caracterização físico-química e sensorial dos vinhos produzidos, além de relatórios e juntada de documentos.

A legislação brasileira avalia, ainda, a composição físico-química relacionadas ao padrão de identidade e qualidade da bebida, conforme portaria nº 229/1988 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL,1988). Os constituintes químicos, a interação entre eles e as quantidades presentes nos vinhos determinam características de qualidade organolépticas (cor, estabilidade da cor, amargor, adstringência, aroma e flavour) que sofrem forte influência das cultivares, condições de cultivo, técnicas de manejo e protocolos de vinificação (CVEJIC´ et al., 2016; TRESSERRA-RIMBAU et al., 2015).

A primeira Indicação Geográfica brasileira do setor vinífera do país foi a região do Vale dos Vinhedos, em 2002, por meio da Associação dos Produtores de Vinhos Finos do Vale dos Vinhedos, favorecendo o desenvolvimento da IP do Vale dos Vinhedos e o crescimento do enoturismo da região (CAMARGO et al. 2011). Além desta, outras regiões do Rio Grande do Sul já estão em processo ou obtiveram a IP, como é o caso de Farropilha, Monte Belo, Pinto Bandeira, Altos Montes e Vales da uva Goethe. No nordeste do Brasil está em fase final de implementação a IP Vale do São Francisco, primeira desta região.

Sabemos o quanto as exigências do mercado por produtos com valorização de origem, comprometimento com segurança alimentar, qualidade comprovada e produção integrada com o meio ambiente vem aumentando. Ter esses registros será extremamente relevante para aumentar o incentivo e a competitividade aos vinhos do VSSF (CAMARGO et al.; 2011), em clima tropical, frente aos vinhos finos já reconhecidos mundialmente como de alta qualidade, produzidos em clima temperado. Segundo Costa et al. (2016) a origem geográfica do vinho é um fator significativo para estabelecer o seu valor comercial tendo em vista a reputação de determinadas regiões na elaboração de vinhos com excepcional qualidade

Essas propriedades sensoriais são consequentes a todo o perfil físico-químico encontrado no vinho e podem se sobressair ao ponto de serem identificadas e reconhecidas como pertencente a determinado produto (COSTA et al., 2016). Segundo Costa et al. (2016) a origem geográfica do vinho é um fator significativo para estabelecer o seu valor comercial tendo em vista a reputação de determinadas regiões na elaboração de vinhos com excepcional qualidade. Geopoliticmente temos a região do VSSF emergente na produção de vinhos tintos, com características de tipicidade distintas de outras partes do mundo (ALMEIDA et al., 2016). De forma simultânea, a Índia tem volume de produção similar ao do Brasil, com projetos desde 1980, objetivando elaborar vinhos típicos e de qualidade para consolidação no mercado nacional e internacional (TONIETTO; CAMARGO, 2006).

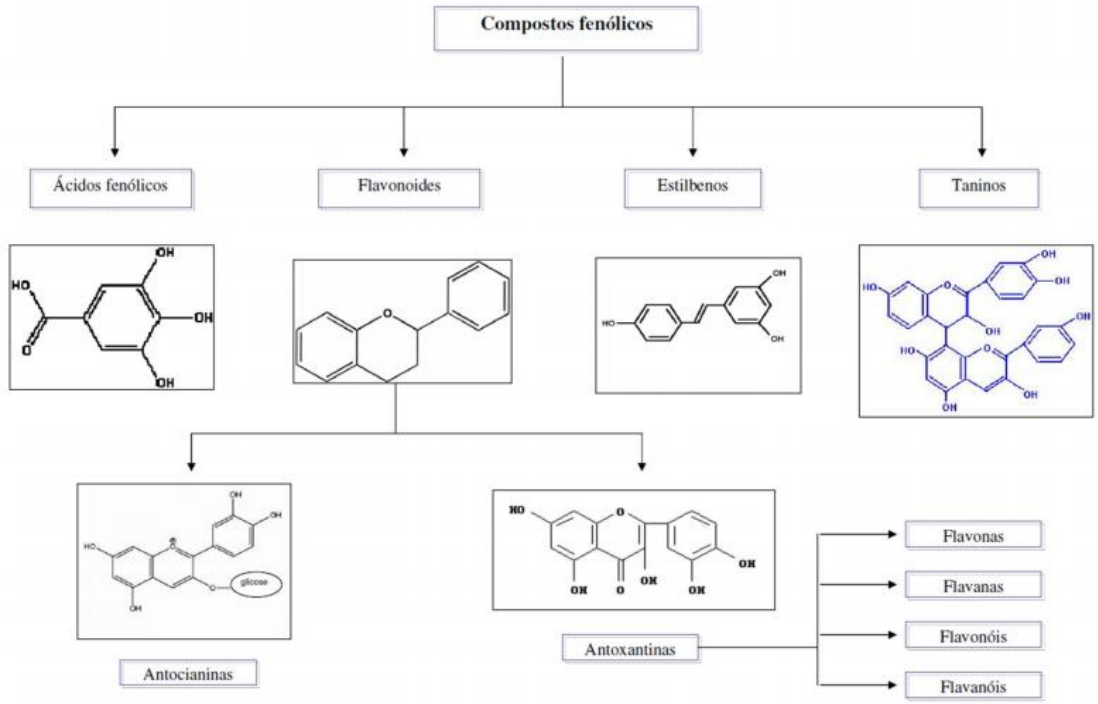
Granato et al. (2015) avaliaram a composição fenólica e capacidade antioxidante de 65 sucos de uvas elaborados no Brasil e 31 na Europa, para estabelecer sua tipicidade e concluíram que os sucos de uvas brasileiros apresentaram maiores teores de compostos fenólicos totais, flavonóides, antocianinas totais, flavonóis, flavanóis, o que possibilitou estabelecer uma tipicidade de mais de 90%. Heras-Roger et al. (2016) estabelece relação geográfica com os parâmetros teor de polifenóis, intensidade de cor, pH e acidez.

Costa et al. (2016) usa parâmetros como cor, DPPH e antocianinas para caracterizar a tipicidade dos vinhos brasileiros e chilenos, tendo em vista que estes elementos estão fortemente associados a fatores ambientais e vinícolas correlacionáveis com a origem geográfica. Segundo Yacco et al. (2016) os vinhos de qualidade apresentam elevados níveis de compostos fenólicos em sua composição que expressam características importantes para o sabor, cor, sensação na boca e propriedades promotoras de saúde na bebida.

4.4 A Composição do Vinho

O estudo de compostos fenólicos possui alta relevâcia para a produção de vinhos. A Figura 3 mostra quais são os de interesse para a área.

Figura 3 - Compostos fenólicos.



Fonte: Janiques et al. (2013).

Os flavonóis glicosilados, rutina, miricetina, quercetina e caempferol atuam como copigmentos na intensificação e estabilização da cor, atuam na coloração amarela, amargor e adstringência e são transferidos durante a maceração da película das uvas para o vinho (PRINCE et al., 1995). Os flavanóis atuam em flavor, amargor, adstringência, escurecimento enzimático e estabilidade da cor. Estes compostos apresentam ação antioxidante, com efeitos benéficos à saúde, sendo eles catequina, epicatequina, galocatequina e epigalocatequina (PADILHA et al., 2017).

Antocianinas, por sua vez, são compostos glicosilados das antocianidinas, que podem estar aciladas pelos ácidos p-cumárico, caféico ou ferrúlico, sendo a principal fonte de pigmentação dos vinhos tintos (GUERRERO et al., 2009). Estes pigmentos vermelhos das uvas tintas estão localizados principalmente na película e na polpa de uvas tintas “tintureiras”, e as mais conhecidas são malvidina, cianidina, peonidina, petunidina e delfinidina (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006). A cor das antocianinas varia sua expressão nos vinhos em decorrência do pH e da concentração de anidrido sulfuroso, do estresse ambiental, radiação solar e da temperatura, podendo provocar aumento na concentração destes compostos e variando do violáceo ao vermelho (RAMAKRISHNA e RAVISHANKAR, 2011).

Os compostos não-flavonóides das uvas e dos vinhos são os ácidos fenólicos, são

subdivididos em ácidos hidroxinâmicos (ácidos p-cumárico, ácido sináptico, ácido ferrúlico e ácido caféico), ácidos hidroxibenzôicos (ácidos vanílico, ácido gálico e ácido siríngico) e os estilbenos (cis- e trans- resveratrol) (LIMA et al., 2011). Segundo Ribereau-Gayon et al. (2006), os ácidos fenólicos estão presentes na película e polpa das uvas tintas e, consequentemente, nos vinhos, são incolores, não interferem diretamente na coloração e não possuem aromas, mas são precursores de fenólicos voláteis.

O estilbeno, resveratrol, é uma fitolexina que em decorrência dos estresses biótico e abiótico sofridos pela videira, eleva sua concentração. Este composto pode ser encontrado nas formas isomericas cis e trans, e na glicosilada. O isômero cis não é encontrado naturalmente, é produzido pela exposição à radiação ultra-violeta e pela ação de técnicas de vinificação e armazenamento, já a forma trans está presente predominantemente na película das uvas tintas (FIGUEIREDO et al., 2017). O conteúdo de estilbeno varia conforme a cultivar, o manejo agronômico e fatores ambientais, além das técnicas de vinificação e das reações no envelhecimento (TRESSERRA-RIMBAU et al., 2015).

Durante a maceração, os compostos fenólicos presentes nas paredes celulares e vacúolos das células são liberados, variando conforme tempo, temperatura do processo de extração, concentração, composição do composto e meio de extração utilizado (GAO et al., 2019). Lima et al. (2011) sugerem que os fenólicos estão distribuídos principalmente na película e na semente, apresentando aproximadamente 12% e 65%, respectivamente, de flavonóides, enquanto a polpa contém essencialmente não flavonóides.

Os polifenóis influenciam diretamente sobre o flavour, cor, amargor, adstringência e estabilidade oxidativa e cromática, importantes parâmetros de qualidade das uvas e vinhos (CHENG et al., 2015; ESPITIA-LÓPEZ et al. 2015; FERRER-GALLEGO et al., 2014), essas características vão depender da variedade de uva utilizada e, em menor proporção, pela ação de microrganismos e/ou o emprego de barris de carvalho (MORAIS et al., 2015).

O conteúdo de fenólicos totais (CFT) dos vinhos tintos é estimado entre 1.200 e 4.000 $mg.L^{-1}$, variando também de acordo com os processos químicos e bioquímicos durante a vinificação e o envelhecimento (GUILFORD; PEZZUTO, 2011), sendo consideravelmente, superior ao dos brancos (200 e 300 mg.L-1), além de um importante parâmetro de qualidade contribuindo para as características organolépticas dos vinhos, tais como cor, amargor e adstringência (ALEIXANDRE-TUDO & DU TOIT 2018; GHANEM et al. 2017).

Por haver uma grande quantidade e variedade de compostos fenólicos na composição das uvas e dos vinhos, inúmeros estudos são realizados visando caracterização dos vinhos de diferentes regiões de cultivo e variedades de uvas para quantificar esses compostos e estabelecer

um qualificação e avaliação da estabilidade oxidativa (VERÍSSIMO, 2020; FERNANDES et al., 2018; RAGUSA et al., 2017; PADILHA et al., 2016; ZIÓLKOWSKA et al., 2016; HERAS-ROGER et al., 2016; LINGUA et al., 2016).

Conhecer e quantificar os compostos fenólicos dos vinhos contribui para o estabelecimento da saúde do consumidor (TASSONI et al., 2013), pois estudos comprovam que, ingeridos moderadamente, estes compostos, podem contribuir para minorar os riscos com problemas vasculares por sua ação antioxidante, anti-inflamatória e cardio-protetora (VERÍSSIMO, 2020; RODRIGUEZ-MUÑIZ et al., 2019; ADADI et al., 2018; XU et al., 2018; YANG et al., 2018; YACCO et al., 2016; TRESSERRA-RIMBAU et al., 2015).

Em 2014, Zhu e colaboradores sugeriram uma relação causa e efeito entre conteúdo de polifenóis totais e atividade antioxidante, já que a atividade antioxidante de muitos compostos botânicos é proporcional ao seu conteúdo fenólico.

Fennema e colaboradores (2010) ressaltaram que os flavonóides apresentam atividade antioxidante, capacidade de sequestrar espécies reativas de oxigênio e eletrófilos, capacidade de inibir a nitrosação, capacidade de quelar metais, potencial de produzir peróxidos em presença de alguns metais e de modular a atividade de algumas enzimas celulares, resultando em benefícios à saúde do consumidor. Girelli et al. (2015) determinaram correlação dos polifenóis do vinho tinto com a capacidade antioxidante.

A uva é um dos alimentos com função nutracêutica, fundamentalmente pela composição rica em compostos bioativos, (VERÍSISIMO, 2020; PADILHA et al., 2017; ZHU et al., 2015; LIMA et al., 2014; BANC et al., 2014), associoada a pripriedades bioquímicas, farmacológicas e as atividades antioxidante. Por esse motivo o consumo da uva e do vinho tem sido estimulado pelos efeitos benéficos a saúde (CHIVA-BLANCH et al., 2013). A American Dietetic Association considera em 2004 o vinho e o suco de uva como alimento funcional por apresentar em sua composição compostos benéficos à saúde (VERÍSSIMO, 2020; LEAL et al., 2017).

Vários autores estudaram os efeitos do vinho relacionados à saúde e constataram benefícios para pacientes diabéticos. Leal et al. (2017) identificaram melhoria à sensibilidade a insulina, redução de andrógenos, aumento de força muscular e resistência, redução de isquemias do miocárdio, redução LDL-c colesterol, inibição de células cancerosas e apoptose celular, efeitos anti-alergênicos, anti-inflamatórios e melhoria da memória.

Nos vinhos os antioxidantes atuam na captura radicais livres e outras espécies reativas de oxigênio (TROŠT et al., 2016), minimizando a oxidação de compostos de interesse (WANG et al., 2015) e contribuindo para expressão de enzimas com ação antioxidante (MARTÍN et al., 2011). Segundo estudo de Bakota e colaboradores (2015) os compostos fenólicos estavam

presentes no bagaço em concentrações muito mais baixas que nos vinhos, o que comprova a eficácia do processo de extração dos bioativos de interesse.

Bütüktüncel et al. (2014) salientam que os flavonoides e não flavonoides são utilizados como marcadores químicos para confirmação da autenticidade e origem geográfica de cultivares, o que permite a diferenciação de vinhos produzidos com variadas cultivares, estabelecendo a identificação de tipicidade.

Costa et al. (2016) analisou 32 amostras de vinhos brasileiros e 32 chilenos elaborados com Cabernet Sauvignon, sendo possível classificar a origem do vinho com 89% de precisão com 20 elementos e contribuindo para certificação de origem.

Segundo Rodrigues-Muñiz et al. (2019), Yang et al. (2018), Xu et al. (2018) e Adadi et al. (2018) os flavonóides, metabólitos secundários das plantas, chamam atenção como antioxidantes naturais e juntamente com outros polifenóis tem sido relatado pela ação benéfica na prevenção de cardiopatias. Kulbat (2016) salienta que os compostos fenólicos são importantes durante o desenvolvimento da planta e quando submetida a injúria, infecção e estresse ambiental e biológico (VERÍSSIMO, 2020).

Rodriguesz-Muñiz e colaboradores (2019) comparou bebidas alcoólicas elaboradas à partir de uvas, com e sem a presença de outras frutas, e concluiram que o vinho apresentou maior reatividade ao radical hidroxil, sugerindo elevado efeito antioxidante. Segundo Markoski et al. (2016) estudos mostraram o efeito do consumo de álcool e vinho na melhora dos fatores de risco cardio-metabólicos (pressão arterial, glicose sérica, lipoproteína de baixa densidade e níveis de lipoproteínas de alta densidade, inflamação e função endotelial). Leal et al. (2017) constata que as respostas mais eficientes do organismo ao consumo de compostos fenólicos são oriundas do consumo de vinho tinto e suco de uva. Chiu et al. (2016) recomenda consumo de 250mL de vinho diariamente, com efeitos benéficos significativos à saúde.

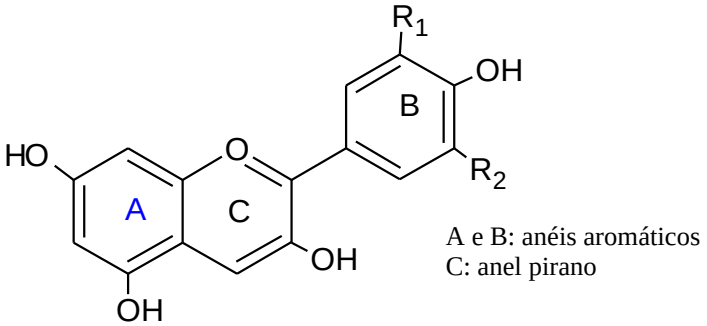
Os compostos fenólicos contemplam desde moléculas simples até outras com alto grau de polimerização. É um grupo grande e complexo presente nos alimentos em geral, com ação antioxidante diretamente ligada à sua molécula, causando o crescente interesse fitoterápico devido à redução no índice de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), como câncer e males cardiovasculares (GIOVANELLI; BURATTI, 2009; GUERRERO et al., 2009; KUMAR et al., 2009; KOSIR et al., 2004; ZHOU et al., 2004; CABRITA et al., 2003; ZAFRILLA et al., 2003; ALVAREZ et al., 2002; WATERHOUSE, 2002; PELLEGRINI et al., 2000).

Possui também ação antioxidante sobre as lipoproteínas de baixa densidade (LDL), indução do relaxamento vascular e redução da agregação plaquetária (FALCÃO et al., 2007; SANCHEZ-MORENO et al., 2003; ARNOUS et al., 2001). A atividade antioxidante é atribuída

aos íons de hidrogênio (H^+) dos grupos hidroxila, localizados em várias posições dos anéis, às duplas ligações dos anéis benzênicos e à dupla ligação da função oxo (-C=O) de algumas moléculas, cuja atividade biológica depende da biodisponibilidade, absorção e metabolização que, por sua vez, se relacionam com a estrutura química, grau de polimerização e solubilidade desses compostos (GONZAGA et al., 2008; MIRA et al., 2008; KOSIR et al., 2004).

Os flavonóides se caracterizam por uma estrutura base constituída por dois anéis aromáticos ligados por um anel pirano (Figura 4) e podem ser encontrados no estado livre ou associados com outros flavonoides, açúcares, não flavonoides, ou ainda combinações destas moléculas (LIMA, 2010; KOSIR et al., 2004; MAMEDE; PASTORE, 2004; CABRITAu et al., 2003; WATERHOUSE, 2002). As diferentes famílias desse grupo incluem os derivados de ácidos benzoico e ciânico e flavonoides (flavanóis, flavonóis e antocianinas); estes diferem entre si pelo grau de oxidação do anel pirano (KOSIR et al., 2004; CABRITA et al., 2003; WATERHOUSE, 2002; MAKRIS et al., 2001).

Figura 4 – Estrutura química básica dos flavonóides.

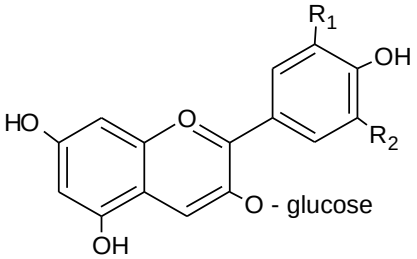


Fonte: Lima, 2010.

Nos vinhos, são encontrados três grupos de flavonóides:

• **Flavonóis:** grupo que apresenta, como principais compostos nos vinhos, a quercetina, rutina, miricetina e caempferol, todos originários da uva (Figura 5). A quercetina, flavonol destacado em termos quantitativos, está localizada na casca, e é transferida para o vinho durante a maceração. Estes flavonoides, dependendo da concentração, atuam indiretamente no perfil gustativo dos vinhos, devido ao amargor e à adstringência; entrementes, demonstram potencial para indicar o estilo do vinho (LIMA, 2010; RISTIC et al., 2007; MCDONALD et al., 1998; SCHULTZ ,1998) e atuam como copigmentos, alterando, intensificando e estabilizando a cor (PRICE et al., 1995).

Figura 5 – Estrutura química básica dos flavonóis.



Quercetina: R_1: OH

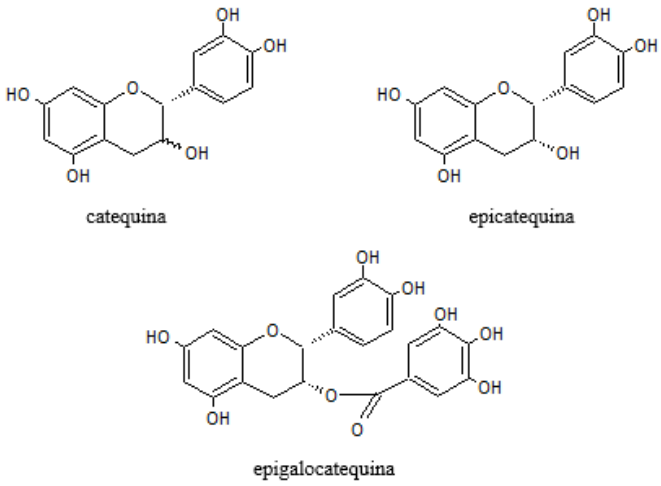
Miricetina: R_1: OH e R_2: OH

Caempferol: R_1: OH

Fonte: Lima, 2010.

• **Flavanóis:** a catequina, a epicatequina e a epigalocatequina (Figura 6), encontradas em maior quantidade nas sementes e no engaço da uva, estão associadas às características organolépticas de adstringência e amargor. A isomeria destes compostos influencia estas características, sendo a catequina mais adstringente do que a epicatequina. Em relação ao grau de polimerização, as frações oligoméricas e poliméricas contribuem para uma maior adstringência, menor amargor e aumento considerável da permanência gustativa, melhorando o corpo e a estrutura do vinho (LIMA, 2010; WATERHOUSE et al., 2000; CARANDO et al., 1999; GOLDBERG et al., 1998; FREITAS et al., 1998).

Figura 6 – Estrutura química dos flavanóis - catequina, epicatequina e epigalocatequina.

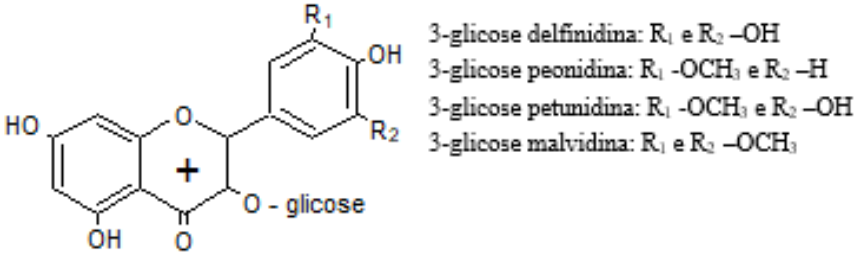


Fonte: Lima, 2010.

• **Antocianinas:** nas uvas *Viti viniferas* ocorrem exclusivamente como 3-glicosídios em concentrações dependentes da variedade e das condições ambientais de cultivo, podendo variar nas uvas frescas entre 300 e 750 $\mu g.g^{-1}$, com predominância das formas glicosiladas de delfinidina, malvinidina petunidina, peonidina e cianidina, que diferem entre si quanto ao número de hidroxilas e grau de metilação, presentes no anel B (LIMA, 2010; LIMA, 2005;

KOSIR et al., 2004; BURNS et al., 2002; REVILLA et al., 2001). A composição de antocianinas pode ser usada para diferenciar e classificar vinhos de acordo com a variedade da uva, a exemplo da Cabernet Sauvignon, que apresenta aproximadamente 70% dos pigmentos antociânicos como formas derivadas de malvidina 3-monoglicosídio (CASTEÑEDA-OVANDO et al., 2009; BAER et al., 2008; KOSIR et al., 2004; BURNS et al., 2002). Esses corantes com atividade antioxidante (Figura 7), são os principais responsáveis pela coloração dos vinhos tintos, encontram-se principalmente na casca das uvas, para atrair insetos polinizadores e proteger o fruto das radiações UV (RISTIC et al., 2007; BERENTE et al., 2000).

Figura 7 – Estrutura química das antocianinas glicosiladas.



Fonte: Lima, 2010.

Além desses compostos, o resveratrol, principal estilbeno da classe de não flavonoides, encontra-se presente em diversos vegetais, inclusive na uva. Trata-se de uma fitalexina cuja concentração aumenta em resposta ao ataque de fungos - sobretudo o Botryris cinerea, injúrias mecânicas sofridas pela planta e exposição à radiação UV. O crescente interesse pelo resveratrol (trans-3,5,4’-trihidroxiestilbeno) está relacionado a diversos efeitos biológicos, incluindo atividade anticarcinogênica, cardiopropetora, antioxidante, antiinflamatória e inibição da agregação plaquetária (LIMA, 2010; SAUTTER et al., 2005; LEE et al., 2004; ZHOU et al., 2004; LANUELLA-RAVENTOS; WATERHOUSE, 1993).

4.4 Envelhecimento de Vinhos Tintos e suas Modificações

A composição fenólica do vinho é conhecida por mudar ao longo do processo de maturação e envelhecimento, o que está principalmente associada com a presença de ésteres hidroxicinâmicos, antocianidinas e taninos. Estas alterações são refletidas na cor e adstringência do produto final (HE et al., 2010; GARRIDO; BORGES, 2013; SARTOR,

2019).

O processo de maturação é responsável pelas modificaçãoes químicas que ocorrem antes do engarrafamento do vinho, influenciadas pela adição de produtos enológicos, trasfegas, fermentação malolática, condições de estocagem e processos de estabilização. O envelhecimento é caracterizado por modificações químicas que ocorrem após o engarrafamento do vinho, ou seja, alterações que ocorrem no vinho durante o período de armazenamento em garrafa ou passagem em barricas de carvalho, e no vinho espumante durante o envelhecimento sobre borra (JACKSON, 2008).

Em geral, a composição química do vinho é mais complexa que a da uva, devido à formação de uma grande variedade de novas substâncias. Essas moléculas formadas, participam de numerosas reações químicas como a copigmentação, cicloadição, polimerização e oxidação (MAZZA; MINIATI, 1993; CASTAÑEDA-OVANDO et al., 2009). Reações enzimáticas e não-enzimáticas iniciam logo após a prensagem da uva e continuam durante a fermentação e envelhecimento dos vinhos, contribuindo para mudanças importantes nas propriedades sensoriais dos mesmos, e à obtenção de uma grande diversidade de novas estruturas fenólicas. O escurecimento não-enzimático pode acontecer tanto em mostos e vinhos, como resultado da fermentação e de reações químicas que prevalecem no vinho (MORENO-ARRIBAS; POLO, 2009; LI; GUO; WANG, 2008).

4.4.1 Reações de Oxidação das Substâncias Fenólicas

O escurecimento não-enzimático no vinho pode ocorrer por meio de diferentes vias relacionadas com os fenóis, e uma delas é a oxidação dos fenólicos e subsequente polimerização dos produtos oxidados. Outras vias envolvem reações de polimerização entre fenóis e outras substâncias presentes no vinho, incluindo a condensação com acetaldeído ou ácido glioxílico (derivados a partir da oxidação de ácido tartárico) (LI; GUO; WANG, 2008).Durante o processo de oxidação não-enzimático no vinho, como a auto-oxidação dos orto-difenóis e orto-quinonas correspondentes, o peróxido de hidrogênio pode ser formado como subproduto, o qual pode participar da continuação da oxidação de outras substâncias fenólicas (JACKSON, 2008; HE et al., 2010). Em vinhos, moléculas com estrutura orto-difenol, principalmente o ácido caféico e seus ésteres, catequina, epicatequina, antocianinas e seus derivados, e ácido gálico, são considerados como sendo os mais susceptíveis à oxidação (LI; GUO; WANG, 2008). Os níveis de flavan3-óis são mais significativamente correlacionada com o grau de escurecimento dos vinhos tintos (GONZÁLEZ-MANZANO et al., 2009), assim como os ácidos hidroxicinâmico (ácidos caftárico e caféico), são propensos a reações de oxidação enzimáticas durante o

processo de vinificação e armazenamento, formando orto-quinonas e favorecendo o escurecimento de vinhos (FERREIRA-LIMA et al., 2016a; FERREIRA-LIMA et al., 2016b).

4.4.2 Reações Químicas das Antocianinas

As principais reações químicas (Figura 8), que envolvem as antocianinas durante a vinificação incluem as reações de condensação direta entre antocianinas-flavanóis e antocianinas-antocianinas, reações de condensação mediada por acetaldeído entre antocianinas-flavanóis e antocianinas-antocianinas e reações que levam a formação das proantocianidinas (RIBÉREAU-GAYON, 2006b; MORENOARRIBAS; POLO, 2009; SARTOR, 2019).

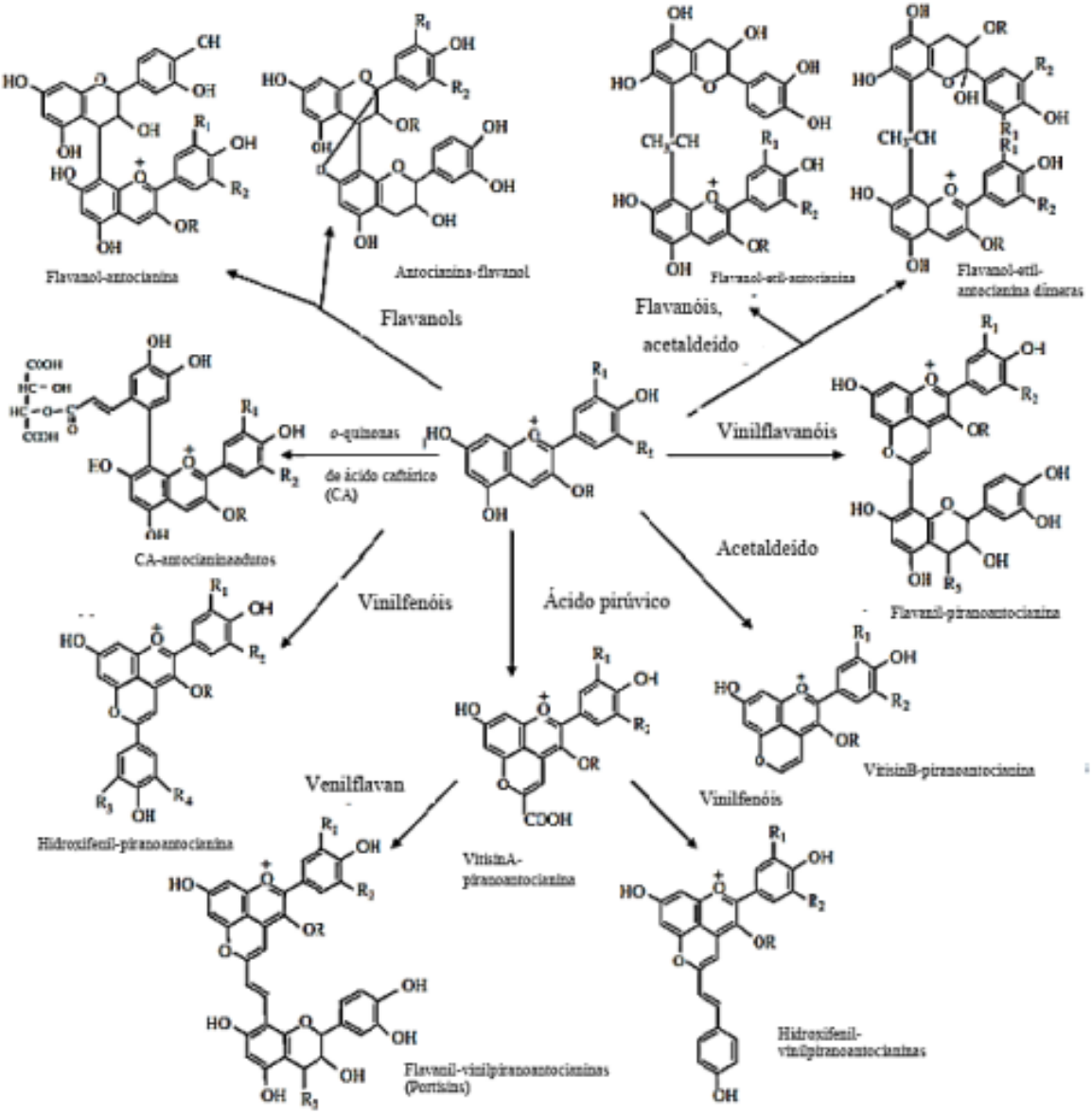
As antocianinas também podem reagir com substâncias de baixa massa molar para a obtenção de uma família de derivados de pigmento de antocianinas, as piranoantocianinas (MARQUEZ; SERRATOSA; MERIDA, 2013). As reações de condensação das antocianinas ocorrem quando há uma diminuição gradual das antocianinas monoméricas durante o envelhecimento de vinhos, que podem ser de forma direta com flavonoides, principalmente com os flavanols (na posição C4), ou por um intermediário como o acetaldeído, obtendo-se ambas as espécies dímeras e poliméricas (LI; GUO; WANG, 2008; GARRIDO; BORGES, 2013). Nas reações de condensação direta, as antocianinas e flavanóis são os precursores atuando tanto como eletrófilos como nucleófilos. Dois mecanismos diferentes têm sido propostos para este tipo de reação, levando a formação de antocianina-flavanol e flavanol-antocianina (MORENO-ARRIBAS; POLO, 2009).

O mecanismo proposto para a reação de condensação direta entre antocianina-flavanol começa com o ataque nucleofílico na posição C8 e C6 do flavanol para a posição C4 da antocianina na forma de cátion flavílium, dando origem tanto a um flaveno, que pode ser oxidado para o correspondente e voltar a forma colorida e, finalmente desidratado a um sal xantilium de cor amarela, ou a um produto incolor. No caso da reação de condensação direta flavanolantocianina, os carbocátions gerados a partir da clivagem da ligação interflavânica das procianidinas atuam como agentes eletrofílicos, e reagem como sítios nucleofílico na posição C6 ou C8 da antocianina na sua forma hidratada hemiacetal, dando origem a um dímero incolor que pode ser desidratado para a forma correspondente flavílium de coloração vermelha (SOMERS, 1971; RIBÉREAU-GAYON, 2006b; MORENOARRIBAS; POLO, 2009).

O acetaldeído presente no vinho é derivado do metabolismo de leveduras durante a fermentação ou envelhecimento biológico, da oxidação do etanol catalisada por metais de transição, ou por meio de oxidação de polifenóis. A reação entre o acetaldeído e polifenóis começa com a protonação do acetaldeído a um carbocátion sob condições ácidas, com adição

nucleofílica do flavanol (na posição C6 ou C8 do anel A) ao carbocátion (LI; GUO; WANG, 2008). O acetaldeído pode formar novos tipos de pigmentos, tais como vitisin B e outras proantocianidinas, que são mais estáveis ao efeito do pH, e podem ser importantes para a estabilização da cor de vinho (RIBÉREAU-GAYON, 2006b; LI; GUO; WANG, 2008; SARTOR, 2019).

Figura 8 – Principais reações químicas das antocianinas que ocorrem durante a vinificação.



Fonte: Sartor, 2019.

As reações de polimerização que levam a formação das proantocianidinas influenciam na cor dos vinhos devido à sua associação com as antocianinas durante a maturação, dada a sua natureza polimérica. Proantocianidinas são divididas em dois grupos: procianidinas e

prodelfinidinas, sendo as procianidinas mais susceptíveis de polimerização devido sua estrutura química. As procianidinas são constituídas por unidades de catequina [(+)-catequina e (-)-epicatequina] e as prodelfinidinas apresentam unidades de galocatequina [(+)- galocatequina e (-)-epigalocatequina]. As procianidinas e prodelfinidinas hidrolisam a cianidina e delfinidina, e são conhecidas por serem as proantocianidinas mais abundantes em uvas e vinhos (GONZÁLEZMANZANO et al., 2009; GARRIDO; BORGES, 2013; SARTOR, 2019).

Durante o envelhecimento dos vinhos, em meio ácido e sem a presença de oxigênio, as procianidinas são capazes de formar carbocátions que são susceptíveis para reagir com outras procianidinas e aumentar o seu grau de polimerização. Este tipo de polimerização ocorre em vinho após algumas semanas de envelhecimento, e sua duração depende da presença de catequina e de seus polímeros (procianidinas) (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006b; JACKSON, 2008). As proantocianidinas desempenham um papel importante no processo de envelhecimento dos vinhos devido à sua capacidade de oxidação, condensação e polimerização (GARRIDO; BORGES, 2013).

As reações de antocianinas com outras substâncias de baixa massa molecular, tais como o ácido pirúvico, vinilfenol, ácido glioxílico, venilcatecol, acetona e 4-vinilguaiacol causam alterações estruturais nas antocianinas e formação de novos derivados de pigmentos, como as piranoantocianinas (CASTAÑEDA-OVANDO et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2010). As piranoantocianinas são produzidos durante os processos de fermentação e envelhecimento dos vinhos. Estas substâncias são responsáveis por uma mudança gradual da cor vermelho-púrpura para tons de laranja (MARQUEZ; SERRATOSA; MERIDA, 2013; PINA; OLIVEIRA; FREITAS, 2015).

A estrutura geral das piranoantocianinas inclui um anel adicional formado entre a hidroxila do C5 e C4 do anel pirano da antocianina. Vitisins são as principais piranoantocianinas dos vinhos, as quais são formadas a partir da reação entre as antocinaninas com ácido pirúvico, ácido acetoácetico e com acetaldeído (PINA; OLIVEIRA; FREITAS, 2015). As piranoantocianinas também podem ser formadas pelas reações entre as antocianinas e vinil substâncias (MORENO-ARRIBAS; POLO, 2009).

Nestas reações, os ácidos hidroxicinâmicos (ácidos p-cumárico, caféico e ferúlico), agindo entre si ou por meio de seus produtos de descarboxilação, como os 4-venilfenóis, podem reagir de forma covalente com as antocianinas, dando origem a pigmentos de piranoantocianinas 52 designados de pinotins, de coloração vermelho-amarelada (MORATA; GONZÁLEZ; SUÁREZ-LEPE, 2007; MARQUEZ; SERRATOSA; MERIDA, 2013, SARTOR, 2019.).

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADADI, P.; BARAKOVA, N. V.; KRIVOSHAPKINA, E. F. Selected methods of extracting carotenoids, characterization, and health concerns: A review. *Journal Agricultural Food Chemistry*, v.66, p.5925-5947, 2018.

ALBU, C.; EREMIA, S. A. V.; PENU, R.; VASILESCU, I; LITESCU, S. C.; RADU, G. L. Characterization of the phenolics and free radical scavenging of romanian red wine. *Analytical Letters*, v.50, n.4, p.591-606, 2017.

ALEIXANDRE-TUDO, J. L.; DU TOIT, W. Cold maceration application in red wine production and its effects on phenolic compounds: A review. *LWT Food Science and Technology*, v.95, p.200-208, 2018.

ALMEIDA, C.M.S., ALMEIDA, A.C., GODOY, M.L.D.P., SAINT'PIERRE, T.D. AND GODOY, J.M. Differentiation among brazilian wine regions based on lead isotopic data. *Journal of the Brazilian Chemical Society* v. 27, p. 1026–1031, 2016.

ALVAREZ, S.; ZAOBORNYJ, T.; ACTIS-GORETTA, L.; FRAGA, C.G.; BOVERIS, A. Polyphenols and red wine as peroxynitrite sacavengers. *Annais of the New York Academy of Science*, n. 957, p. 271-273, 2002.

ARNOUS, A.; MAKRIS, D. P.; KEFALAS, P. Effect of principal polyphenolic components in relation to antioxidant characteristics of age red wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 49, p. 5736-5742, 2001.

BAER, D.; RENTZSCH, M.; HITSCHFEL, M.A.; MARDONES, C.; VERGARA, C.; WINTERHALTER P. Relevance of chromatographic efficiency in varietal authenticity verification of red wines based on their anthocyanin profiles: interference of pyranoanthocyanins formed during wine ageing. *Analytica Chimica Acta*, v. 621, p. 52-56, 2008.

BAKOTA, E. L.; WINKLER-MOSER, J. K.; BERHOW, M. A.; PALMQUIST, D. E. LIU, S. X. Antioxidant activity of hybrid grape pomace extracts derived from Midwestern grapes in

bulk oil and oil-in-water emulsions. *Journal of American Oil Chemical Society*, v. 92, p. 1333-1348, 2015.

BANC, R.; LOGHIN, F.; MIERE, D.; FETEA, F.; SOCACIU, C. Romanian wines quality and authenticity using FT-MIR spectroscopy coupled with multivariate data analysis. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, v.42, n.2, p.556-564, 2014.

BARBARÁ, J. A., et al. Evaluation of polyphenolic compounds in "Syrah" wine produced in the São Francisco Valley: impact of ripening stage and maceration time. *5th International Symposium on Tropical Wines*, Pernambuco, out. 2016.

BAVOUGIAN, C. M.; READ, P. E.; SCHLEGEL, V. L.; HANFORD, K. J.. Canopy Light Effects in Multiple Training Systems on Yield, Soluble Solids, Acidity, Phenol and Flavonoid Concentration of 'Frontenac 'Grapes. *Hort Technology*, v.23, n.1, p.86-92, 2013.

BELMIRO, T. M. C.; PEREIRA, C. F.; PAIM, A. P. S. Red wines from South America: Content of phenolic compounds and chemometric distinction by origin. *Microchemical Journal*, v. 133, p. 114-120, 2017.

BERENTE, B.; GARCÍA, D.C.; REICHENBÄCHER, M.; DANZER, K. Method development for the determination of anthocyanins in red wines by high-performance liquid chromatography and classification of German red wines by means of multivariate statistical methods. *Journal of Chromatography A*, n. 871, p.95-103, 2000.

BRASIL. Decreto n. 8198, de 21 de fevereiro de 2014. Regulamenta a Lei n. 7.678, de 8 de novembro de 1988, que dispõe sobre a produção, circulação e comercialização do vinho e derivados da uva e do vinho. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/decreto/d8198.htm. Acesso em: 13/09/2021.

_____. Lei n. 10.970, de 12 de novembro de 2004. Altera dispositivos da Lei nº 7.678, de 8 de novembro de 1988, que dispõe sobre a produção, circulação e comercialização do vinho e derivados da uva e do vinho, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Lei/L10.970.htm. Acesso em: 13/09/2021.

_____.Lei nº 7.678, de 8 de novembro de 1988. Dispõe sobre a produção, circulação e comercialização do vinho e derivados da uva e do vinho, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/1980-1988/L7678.htm. Acesso em: 13/09/2021.

_____. Lei n. 9279, de 14 de maio de 1996. Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9279.htm. Acesso em: 13/09/2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº229 de 25 de outubro de 1988. Aprovar as normas referentes a "complementação dos padrões de identidade e qualidade do vinho".

BRIGHENTI, A. F.; RUFATO, L.; KRETZSCHMAR, A. A.; SCHLEMPER, C. Desempenho vitivinícola da Cabernet Sauvignon sobre diferentes porta-enxertos em região de altitude de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.33, p.96-102, 2011.

BURIN, V. M.; COSTA, L. L. F.; ROSIER, J. P.; BORDIGNON-LUIZ, M. T. Cabernet Sauvignon wines from two different clones, characterization and evolution during bottle ageing. *Food Science and Technology*, v.44, n.9, 1931-1938. 2011.

BURIN, V. M.; SILVA, A. L.; MALINOVSKI, L.I.; ROSIER, J. P.; FALCÃO, L. D.; BORDIGNON-LUIZ, M. T. Characterization and multivariate classification of grapes and wines of two Cabernet Sauvignon clones. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.46, p.474-481, 2011.

BURNS, J.; MULLEN, W.; LANDRAULT, N.; TEISSEDRE, P.-L.; LEAN, M. E. J.; CROZIER, A. Variations in the profile and content of anthocyanins in wines made from Cabernet Sauvignon and hybrid grapes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, n. 50, p. 4096-4102, 2002.

BÜTÜKTUNCEL, E.; PORGALI, E.; ÇOLAK, C. Comparison of Total Phenolic Content and Total Antioxidant Activity in Local Red Wines Determined by Spectrophotometric Methods. *Food and Nutrition Sciences*, v.5, p.1660-1667, 2014.

CABRITA, M.J.; SILVA, J.R.; LAUREANO, O.; Os compostos polifenólicos das uvas e dos vinhos. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE VITICULTURA, 1, 2003, Lisboa. *Anais*... Lisboa: Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, 2003. Disponível em: <http://www.isa.utl.pt/riav/Pdf/Memoria%20del%20Seminario%202003.3.pdf>. Acesso em: 06 ago. 2007.

CAILLÉ, S.; SAMSON, A.; WIRTH, J.; DIÉVAL, J.-B.; VIDAL, S.; CHEYNIER, V. Sensory characteristics changes of red Grenache wines submitted to different oxygen exposures pre and post bottling. *Analytica Chimica Acta*, v. 660, p. 35-42, 2010.

CAMARGO, H.; PEREIRA, G. E.; GUERRA, C. C. Wine grape cultivars adaptation and selection for tropical regions. *Acta Horticulture*, v.910, p.121-129, 2011.

CAMARGO, U. A., TONIETTO, J., & HOFFMANN, A. Progressos na Viticultura Brasileira. *Revista Brasileira de Fruticultura*, p.144-149, 2011.

CARANDO, S.; TEISSEDRE, P.-L.; PASCUAL-MARTINEZ, L.; CABANIS, J.-C. Levels of flavan-3-ols in French wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 47, p. 4161-4166, 1999.

CARDOSO, A. D. *O vinho da uva à garrafa*. Âncora Editora. 2007.

CASTAÑEDA-OVANDO, A.; PACHECO-HERNANDÉZ, M.L.; PÁEZ-HERNANDÉZ, M.E.; RODRÍGUEZ, J.A.; GALÁN-VIDAL, C.A. Chemical studies of anthocyanins: a review. *Food Chemistry*, n.113, p. 859-871, 2009.

CHENG, G.; FA, J. Q.; XI, Z. M.; ZHANG, Z. W. Research on the quality of the wine grapes in corridor area of China. *Food Science and Technology*, v.35, n.1, p.38-44, 2015.

CHIU, H.-F.; SHEN, Y.-C.; HUANG, T.-Y.; VENKATAKRISHNAN, K.; WANG, C.-K. Cardioprotective efficacy of red wine extract of onion in health hypercholesterolemic subjects. *Phytotherapy Research*, v.30, p.380-385, 2016.

CHIVA-BLANCH, G.; URPI-SARDA, M.; ROS, E.; VALDERAS-MARTINEZ, P.; CASAS,

R.; ARRANZ, S.; GUILLÉN, M.; LAMUELA-RAVENTÓS, R. M.; LLORACH, R.; ANDRES-LACUEVA, C.; ESTRUCH, R. Effects of red wine polyphenols and alcohol on glucose metabolism and the lipid profile: a randomized clinical trial. *Clinical Nutrition*, v. 32, n.2, p.200-206, 2013

COSTA, N. L.; CASTRO, I. A.; BARBOSA, R. Classification of Cabernet Sauvignon from two different countries in South America by chemical compounds and support vector machines. *Applied Artificial Intelligence*, v. 30, n.7, p. 679-689, 2016.

CVEJIC´ S, JOCIC´ S, DIMITRIJEVIC´ A, IMEROVSKI I, MILADINOVIC´ D, JOCKOVIC´ M AND MIKLIC V (2016) An EMS mutation altering oil quality in sunflower inbred line. *In*: Kaya Y and Hasancebi S (eds) Proceedings of the 19th international sunflower conference. ISA, Edirne, p. 422-430.

DAUDT, C. E.; FOGAÇA, A. O. Efeito do ácido tartárico nos valores de potássio, acidez titulável e pH durante a vinificação de uvas Cabernet Sauvignon. *Ciência Rural*, v.38, p.2345-2350, 2008.

DE MORAES, V.; LOCATELLI, C. Vinho: uma revisão sobre a composição química e benefícios à saúde. *Evidencia*, n.1, p.57-68, 2010.

ESPITIA-LÓPEZ, J.; ESCALONA-BUENDÍA, H. B.; LUNA, H.; VERDE-CALVO, J. R. Multivariate study of the evolution of phenolic composition and sensory profile on mouth of Mexican red Merlot wine aged in barrels vs wood chips. *Journal of Food*, v.13, n.1, p.26-31, 2015.

FALCÃO, A.P.; CHAVES, E.S.; KUSKOSKI, E.M.; FETT, R.; FLACÃO, L.D.; BORDIGNON-LUIZ, M.T. Índice de polifenóis, antocianinas totais e atividade antioxidante de um sistema modelo de geléia de uvas. *Ciência e Tecnologia dos Alimentos*, v. 27, n. 3, p. 637-642, 2007.

FENNEMA, O. R.; PARKIN, K. L.; DAMODARAN, S. *Química de Alimentos de Fennema*, 4a edição. Editora Artmed, 2010.

FERNANDES, N. C. M.; GOMES, F. C. O.; GARCIA, C. F.; VIEIRA, M. L. A.; MACHADO, A. M. R. Use of solid phase microextraction to identify volatile organic compounds in brazilian wines from different grape varieties. *Brazilian Journal of Food Technology*, v.21, e2017058, 2018.

FERREIRA-LIMA, N. E.; BURIN, V. M.; CALIARI, V.; BORDIGNON-LUIZ, M. T. Impact of Pressing Conditions on the Phenolic Composition, Radical Scavenging Activity and Glutathione Content of Brazilian *Vitis vinifera* White Wines and Evolution During Bottle Ageing. *Food and Bioprocess Technology*, p. 1-14, 2016a.

FERREIRA-LIMA, N.; VALLVERDÚ-QUERALT, A.; MEUDEC, E.; MAZAURIC, J-P.; SOMMERER, N.; BORDIGNON-LUIZ, M. T.; CHEYNIER, V.; LE GUERNEVÉ, C. Synthesis, Identification, and Structure Elucidation of Adducts Formed by Reactions of Hydroxycinnamic Acids with Glutathione or Cysteinylglycine. *Journal of Natural Products*, v. 79, p. 2211–2222, 2016b

FERRER-GALLEGO, R.; HERNÁNDEZ-HIERRO, J. M.; RIVAS-GONZALO, J. C.; ESCRIBANO-BABILÓN, M. T. Sensory evaluation of bitterness and astringency subqualities of wine phenolic compounds: synergistic effect and modulation by aromas. *Food Research International*, v.62, p.1100-1107, 2014.

FIGUEIREDO, E. A.; ALVES, N. F. B.; MONTEIRO, M. M. O.; CAVALCANTI, C. O.; SILVA, T. M. S.; SILVA, T. M. G.; BRAGA, V. A.; OLIVEIRA, E. J. Antioxidant and antihypertensive effects of a chemically defined fraction of Syrah Red Wine on spontaneously hypertensive rats. *Nutrients*, n.9, p.573-588, 2017.

FIORILLO, E.; CRISCI, A.; DE FILIPPIS,T.; DI GENNARO,S.F.; DI BLASI, S.; MATESE, A.; PRIMICERIO, J.; VACCARI,F.P.; GENESIO, L. Airborne high-resolution images for grape classification: changes in correlation between technological and latematurity in a Sangiovese vineyard in Central Italy. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, v.18, p.80–90, 2012.

FREITAS, V. A. P.; GLORIES, Y.; BOURGEOIS, G.; VITRY, C. Characterisation of oligomeric and polymeric procyanidins from grape seeds by liquid secondary ion mass

spectrometry. *Phytochemistry*, v. 49, n. 5, p. 1435-1441, 1998.

GAO, Y.; ZIETSMAN, A. J. J.; VIVIER, M. A.; MOORE, J. P. Deconstructing wine grape cell walls with enzymes during winemaking: new insights from glycan microarray technology. *Molecules*, v.24, p.165-184, 2019.

GARRIDO, J.; BORGES, F. Wine and grape polyphenols - A chemical perspective. *Food Research International*, v. 54, p. 1844-1858, 2013.

GHANEM, C.; TAILLANDIER, P.; RIZK, M.; RIZK, Z.; NEHME, N.; SCOUCHARD, J. P.; EL RAYESS, Y. Analysis of the impact of fining agents types, oenological tannins and mannoproteins and their concentrations on the phenolic composition of red wine. *LWT Food Science and Technology*, v.83, p.101-109, 2017.

GIOVANELLI, G. AND BURATTI, S. (2009) Comparison of Polyphenolic Composition and Antioxidant Activity of Wild Italian Blueberries and Some Cultivated Varieties. *Food Chemistry*, 112, 903-908.

GIRELLI, A. M.; MELE, C.; SALVAGNI, L.; TAROLA, A. M. Polyphenol content and antioxidant activity of merlot and Shiraz wine. *Analytical Letters*, v.48, p.1865-1880, 2015.

GOLDBERG, D.M.; KARUMANCHIRI, A.; TSANG, E.; SOLEAS, G.J. Catechin and epicatechin concentrations of red wines: regional and cultivar-related differences. *American Journal of Enological and Viticultural*, v. 49, n.1, 1998.

GONZAGA, L.; LIMA, A.; MANCINI-FILHO, J.; FETTI, R. Avaliação da atividade antioxidante e identificação dos ácidos fenólicos presentes no bagaço da maçã cv. Gala. *Ciência e Tecnologia dos Alimentos*, v. 28, n. 3, p. 727-732, 2008.

GONZÁLEZ-MANZANO, S.; DUEÑAS, M.; RIVAS-GONZALO, J. C.; ESCRIBANO-BAILÓN, M. T.; SANTOS-BUELGA, C. Studies on the copigmentation between anthocyanins and flavan-3-ols and their influence in the colour expression of red wine. *Food Chemistry*, v. 114, p. 649–656, 2009.

GRANATO, D.; KOOT, A.; SCHNITZLER, E.; VAN RUTH, S. M. Authentication of geographical origin and crop system of grape juices by phenolic compounds and antioxidant activity using chemometrics. *Journal of Food Science*, v.80, n.3, p.C584-C593, 2015.

GRANATO, D.; KARNOPP, A. R.; VAN RUTH, S. M. Characterization and comparison of phenolic composition, antioxidant capacity and instrumental taste profile of juices from different botanical origins. *Journal Science Food Agriculture*, v.95, p.1997-2006, 2015.

GUERRERO, R. F.; LIAZID, A; PALMA, M.; PUERTAS, B.; GONZÁLEZ-BARRIO, R.; GIL-IZQUIERDO, A.; GARCÍA-BARROSO, C.; CANTOS-VILLAR, E. Phenolic characterization of red grapes autochthonous to Andalusia. *Food Chemistry*, n.112, p.949-955, 2009.

GUILFORD J. M. & PEZZUTO J. M. Wine and health: a review. *American Journal of Enology and Viticulture*, v.62, p.471-486, 2011.

HARBERTSON, J.; SPAYD, S. Measuring phenolics in the winery. *American Journal Enological and Viticultural*, n. 57, p. 280-288, 2006.

HE, F.; MU, L.; YAN, G. L.; LIANG, N. N.; PAN, Q. H.; WANG, J.; REEVES, M. J.; DUAN, C. Q. Biosynthesis of anthocyanins and their regulation in colored grapes. *Molecules*, v. 15, p. 9057-9091, 2010.

HERAS-ROGER, J.; DÍAZ-ROMERO, C.; DARIAS-MARTÍN, J. A comprehensive study of red wine properties according to variety. *Food Chemistry*, v.196, p.1224-1231, 2016.

HORA, G. B.; MATTOSINHO, C. M. S.; XAVIER, M. G. P. Inovação na indústria vitivinícola do Vale do Submédio São Francisco, 93 p. Aracajú: IFS, 2016. *Disponível em*: <http://www.ifs.edu.br/propex/images/Imagens/Livros/Inova%C3%A7%C3%A3o_Vin%C3%ADcola_digital-ebook.pdf>. Acessado em: 13/09/2021.

JACKSON, R. S. *Wine Science – Principles and Applications*. London, UK. 3ed. Academic Press, 2008, 789p.

JANIQUES, A. G. P. R.; LEAL, V. O.; MOREIRA, N. X.; SILVA, A. A. M.; MAFRA, D. Phenolic compounds: possible applicability in chronic kidney disease. *Nutrire: Journal Brazilian Society Food Nutrition*, v.38, n.3, p. 322-337, 2013.

KOK, D. A review on grape growing in tropical regions. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, v.6, n.6, p.1236-1241, 2014.

KOSIR, I. J.; ANDRENSEK, S.; WONDRA, A. G.; VRHOVSEK, U.; KIDRIC, J. Identification of anthocianins in wine by liquid chromatography, liquid chromatography-mass spectrometry and nuclear magnetic resonance. *Analytical Chimica Acta*, n. 513, p. 277-282, 2004.

KUMAR, A.; MALIK, A.K.; TEWARY, D.K. A new method for determination of myricetin and quercetin using solid phase microextraction-high performance liquid chromatography-ultra violet/visible system in grapes, vegetables and red wines samples. *Analytical Chimica* Acta, n. 631, p.177-181, 2009.

LAMIKANRA, O.; INYANG, I.D.; LEONG, S. Distribution and Effects of Grape Maturity on Organic Acid Content of Red Muscadine Grapes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.43, p.3026-3028, 1995.

LANUELA-RAVÉNTOS, R.M.; WATERHOUSE, A.L. Occurrence of resveratrol in selected California wines by a new HPLC method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, n. 421, 521-523, 1993.

LEAL, J. B.; CARVALHO, F. O.; GONÇALVES, D. C.; LEAL, J. B.; SILVA, G. C. L.; CARNEVALI JÚNIOR, L. C.; HOEFEL, A. L. Resveratrol: Composição química e seus benefícios à saúde. *Revista Brasileira de Obesidade Nutrição e Emagrecimento*, v.11, n.67, p.620-629, 2017.

LEE, S.S.; LEE, S.M., KIM, M.; SHUN. J.; CHEONG, Y.K.; LEE, J. Analusis of trans-resveratrol in peanuts butters cosumed in Korea. *Food Research International*, n. 37, p. 247-251, 2004.

LI, H.; GUO, A.; WANG, H. Mechanisms of oxidative browning of wine. *Food Chemistry*, v. 108, p. 1–13, 2008.

LILLA, C. *Introdução ao mundo do vinho*. Editora WMF Martins Fontes. 4a edição, São Paulo, 2013.

LIMA, L.A.A. Caracterização e estabilização dos vinhos elaborados no Vale do Submédio do São Francisco, 2010, 139 p. *Tese* (Doutorado em Ciências dos Alimentos). Programa de pós-graduação em Nutrição – Universidade Federal de Pernambuco/ Recife.

LIMA, L. L. A., PEREIRA, G. E., & GUERRA, N. B. (2011). Physicochemical characterization of tropical wines produced in the Northeast of Brazil. *Acta Horticulture*, v.910, p.131-134.

LIMA, M.; SILANI, I.; TOALDO, I. M.; CORRÊA, L.; BIASOTO, A.; PEREIRA, G.; BORDIGNON-LUIZ, M. T.; NINOW, J. L. Phenolic compounds, organic acids, and antioxidant activity of grape juices produced from new Brazilian varieties planted in the Northeast regian of Brazil. *Food Chemistry*, v.161, p.94-103, 2014.

LIMA, M.S., LEITE, A.P.S., SAMPAIO, Y.C., VIANELLO, F. AND LIMA, G.P.P. Influences of the Harvest Season on Analytical Characteristics of Syrah Grapes and Wines Produced in the Northeast Region of Brazil. *International Journal of Agriculture and Forestry* v. 5, p. 151–159, 2015.

LINGUA, M. S.; FABANI, M. P.; WUNDERLIN, D. A.; BARONI, M. V.; From grape to wine: changes in phenolic composition and its influence on antioxidant activity. *Food Chemistry*, v.208, p.228-238, 2016.

MACEDO, T. A.; MARCON FILHO, J. L.; BRIGHENTI, A. F.; SILVA, L. C.; RUFATO, L.; KRETZSCHMAR, A. A. Manejo do dossel vegetativo e qualidade físico-química dos cachos de ‘Sangiovese'e ‘Tempranillo'em região microclimática de altitude. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, v.14, n.2, p.146-152, 2015.

MAKRIS, D.P.; PSARRA, E.; KALLITHRAKA, S.; KEFELAS, P. The effect of polyphenolic composition as related to antioxidant capacity in white wines. *Food Research International*, v.

36, p. 1-10, 2001.

MAMEDE, M.E.O.; PASTORE, G.M. Compostos fenólicos do vinho: estrutura e ação antioxidante. *Boletim CEPPA*, v. 22, n.2, p. 223-252, 2004.

MANFROI, V.; MIELE, A.; RIZZON, L. A.; BARRADA, C. I. N.; MANFROI, L. Efeito de diferentes épocas de desfolha e de colheita na composição do vinho Cabernet Sauvignon. *Ciência Rural*, v. 27, n. 1, p. 139-143, 1997.

MARKOSKI, M. M.; GARAVAGLIA, J.; OLIVEIRA, A.; OLIVAES, J.; MARCADENTI, A. Molecular properties of red wine compounds and cardiometabolic benefits. *Nutrition and Metabolic Insights*, v.9, p.51-57, 2016.

MARQUEZ, A.; SERRATOSA, M. P.; MERIDA, J. Pyranoanthocyanin Derived Pigments in Wine: Structure and Formation During Winemaking. *Journal of Chemistry*, v. 2013, p. 1–35, 2013.

MARTIN, S.; GONZÁLEZ-BURGOS, E.; CARETERO, M. E.; GÓMEZ-SERRANILLOS,M. P. Neuroprotective properties of Spanish red wine and its isolated polyphenols on astrocytes. *Food Chemistry*, v.128, n.1, p.400-48, 2011.

MASUTTI, M. M., et al. Influence of soil attributes on “Petit Verdot” productivity in the São Francisco Valley, Brazil. *5th International Symposium on Tropical Wines*, Pernambuco out. 2016.

MATHEWS, A. J. Applying Geospatial Tools and Techniques to Viticulture. *Geography Compass*, v.7, n.1, p.22-34, 2013.

MAZZA, G.; FUKUMOTO, L.; DELAQUIS, P.; GIRARD, B.; EWERT, B. Anthocyanins, phenolics and color of Cabernet Franc, Merlot and Pinot Noir wines from British Columbia. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 47, p. 4009-4017, 1999.

MAZZA, G.; MINIATI, E. *Anthocyanins in fruits, vegetables and grains*. Boca Raton: CRC Press Inc., 1993. 362 p.

MCDONALD, M.S.; HUGHES, M.; BURNS, J.; LEAN, M.E.J.; MATTHEWS, D.; CROZIER, A. Survey of the free and conjugated myricetin and quercetin content of red wines of different geographical origins. *Journal of Agricultutal and Food Chemistry*, n. 46, p. 368-375, 1998.

MEILGAARD, M. C.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. *Sensory Evaluation Techniques*. 5. ed. Florida: CRC Press, 2015. 464 p.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. O que é Indicação Geográfica (IG)?. Brasília, 2017. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/indicacao-geografica/o-que-e-indicacao-geografica-ig. Acesso em: 13/09/2021.

MIRA, N.V.M.; BARROS, R.M.C.; SCHIOCCHET, M.A.; NOLDIN, J.A.; LANFER-MARQUEZ, U.M. Extração, análise e distribuição dos ácidos fenólicos em genótipos pigmentados e não pigmentados de arroz (*Oryza sativa* L.). *Ciência e Tecnologia dos Alimentos*, v. 4, n. 28, p. 994-1002, 2008.

MONAGAS, M.; MARTÍN-ÁLVAREZ, P.J.; GOMÉZ-CORDOVÉS, C.; BARTOLOMÉ, B. Time course of the colour of young red wines from Vitis vinifera L. during ageing in bottle. *International Journal of Food Science and Technology*, n. 41, p. 892-899, 2006.

MORAIS, S. M.; LIMA. L.L.A.; MELO, E. A.; ALVACHIAN, S.; GUERRA, N.B. Antioxidant activity of brazilian tropical red wines in relationship its phenolic content. *In:* 19 Journées Internationales de Viticulture GIESCO. Gruissan, França. 19th International Meeting of Viticulture GiESCO. Pech Rouge Montpellier: Publications & Actualités Vitivinicoles, v.2, 2015.

MORATA, A.; GONZÁLEZ, C.; SUÁREZ-LEPE, J. A. Formation of vinylphenolic pyranoanthocyanins by selected yeasts fermenting red grape musts supplemented with hydroxycinnamic acids. *International Journal of Food Microbiology*, v. 116, p. 144–152, 2007.

MORENO-ARRIBAS, M. V.; POLO, M. C. *Wine Chemistry and Biochemistry. Springer Science*, New York, USA, 2009. 715p.

Office International de la Vigne et du Vin (O.I.V.). *Recueil des méthodes internationales d'analyse des vins et des mouts*. Paris. 1990. 368 p.

OLIVEIRA, J.; AZEVEDO, J.; SILVA, A. M. S.; TEIXEIRA, N.; CRUZ, L.; MATEUS, N.; DE FREITAS, V. Pyranoanthocyanin dimers: A new family of turquoise blue anthocyanin-derived pigments found in port wine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 58, p. 5154–5159, 2010.

OLIVEIRA, J. B.; EGIPTO, R.; LAUREANO, O.; CASTRO, R.; PEREIRA, G. E.; RICARDO-DA-SILVA, J. M. Chemical composition and sensory profile of Syrah wines from semiarid tropical Brazil - Rootstock and harvest season effects. *LWT - Food Science and Technology*, v. 114, p. 1-9, 2019.

ORGANISATION INTERNATIONALE DE LA VIGNE ET DU VIN. 2019 Statistical Report on World Vitiviniculture, Paris, 2019a. Disponível em <http://www.oiv.int/public/medias/6782/oiv-2019-statistical-report-on-world-vitiviniculture.pdf>. Acesso em 12/09/2021.

ORGANISATION INTERNATIONALE DE LA VIGNE ET DU VIN. State of the World Vitivinicultural Sector In 2019, Paris, 2020. Disponível em <http://www.oiv.int/public/medias/7298/oiv-state-of-the-vitivinicultural-sector-in-2019.pdf>. Acesso em 12/09/2021.

PADILHA, A. C. T.; BIASOTO, L. C.; CORRÊA, M. D. S.; LIMA, G. E. Phenolic compounds profile and antioxidant activity of commercial tropical red wines (*Vítis vinífera* L) from São Francisco Valley, Brazil. *Journal Food Biochemical*, p.1-9, 2016.

PADILHA, C. V. S.; MISKINIS, G. A.; SOUZA, M. E. A. O.; PEREIRA, G. E.; OLIVEIRA, D.; BORDIGNON-LUIZ, M. T.; LIMA, M. S. Rapid determination of flavonoids and phenolic acids in grape juices and wines by RP-HPLC/DAD: Method validation and characterization of commercial products of the new Brazilian varieties of grape. *Food Chemistry*, v.228, p.106-115, 2017

PELLEGRINI, N.; SIMONETTI, P.; GARDANA, C.; BRENNA, O.; BRIGHENTI, F.; PIETTA, P. Polyphenol content and total antioxidant activity of Vini Novelli (young red wines). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, n. 48, p. 732-735, 2000.

PEREIRA, G. E.; PADILHA, C. V. S.; BIASOTO, A. C. T.; CANUTO, K. M.; NASCIMENTO, A. M.; SOUZA, J. F.; 2015, Le poids des consommateurs sur évolution des vins: exemple de la Vallée du São Francisco, Brésil. In: Pérard, J., Perrot, M. (Org.), Vin et civilisation. Les étapes de l'humanisation. 1st ed. Dijon : Centre Georges Chevrier, v. 9, 301–310, 2016,

PEYNAUD, E. *Connaissance et travail du vin*. Editora Dunod: Paris, p.341, 1997.

PINA, F.; OLIVEIRA, J.; FREITAS, V. DE. Anthocyanins and derivatives are more than flavylium cations. *Tetrahedron*, v. 71, p. 3107–3114, 2015.

PORGALI, E., BÜYÜKTUNCEL, E. Determination of phenolic composition and antioxidant capacity of native red wines by high performance liquid chromatography and spectrophotometric methods. *Food Research International*, v. 45, p.145-154, 2012.

PRINCE, S. F.; BREEN, P. J.; VALLADAO, M. Cluster sun exposure and quercetin in Pinot Noir grapes and wines. *American Journal of Enology and Vitiulture*, n.46, p.187-194, 1995.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. *Biologia Vegetal*. 6ª Ed. Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, p.906, 2001.

RAGUSA, A.; CENTONZE, C.; GRASSO, M. E.; LATRONICO, M. F.; MASTRANGELO, P. F.; SPARASCIO, F.; FANIZZI, F. P.; MAFFIA, M. A comparative study of phenols in Apulian Italian wines. *Foods*, v.6, n.24, p.1-10, 2017.

RAMAKRISHNA A., RAVISHANKAR G.A. Influence of abiotic stress signals on secondary metabolites in plants. *Plant Signal Behavior Journal*, v.6, p.1720–1731, 2011.

REVILLA, E.; GARCIA-BENEYTEZ, E.; CABELLO, F.; MARTÍN-ORTEGA, G.; RYAN, J.-M. Value of high-performance liquid chromatographic analysis of anthocyanins in the differentiation of red grape cultivars and red wines made from them. *Journal of*

Chromatography A, v. 915, p. 53-60, 2001.

RIBÉREAU-GAYON, P.; GLORIES, Y.; MAUJEAN, A.; DUBOURDIEU, D. *Handbook of Enology – vol. 2: The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments*. Wiley & Sons, West Sussex, UK, p. 429-451, 2006.

RISTIC, R.; DOWNEY, M.O.; ILAND, P.G.; BINDON, K.; FRANCIS, L.; HERDERICH, M; ROBINSON, S.P. Exclusion of sunlight from Shiraz grapes alters wine colour, tannin and sensory properties. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, n. 13, p. 53-65, 2007.

RIZZON, L. A.; MIELE, A. Avaliação da cv. Cabernet Sauvignon para elaboração de vinho tinto. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.22, p.192-198, 2002.

RIZZON, L. A.; SGANZERLA, V. M. A. Ácidos tartárico e málico no mosto de uva em Bento Gonçalvez- RS. *Ciência Rural*, v.37, p.911-914, 2007.

RODRIGUES, C. F. Características físico-químicas dos vinhos tintos da indicação de procedência Vale do São Francisco, 2019, 75 p. *Tese* (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Programa de pós graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal Rural de Pernambuco/Recife.

RODRIGUES-MUÑIZ, G. M.; MIRANDA, M. A.; MARIN, M. L. A time-resolved study on the reactivity of alcoholic drinks with the hydroxyl radical. *Molecules*, v.24, p.234-243, 2019.

RODRÍGUEZ-DELGADO, M.-A.; GONZÁLES-HERMANDÉZ, G.; CONDE-GONZÁLEZ, J.-E.; PÉREZ-TRUJILLO, J.-P. Principal component análisis of the polyphenol content in young red wines. *Food Chemistry*, n. 78, p. 523-532, 2002.

ROMERO, E. G.; MUÑOZ, G. S. Determination of organic acids in grape musts, wines and vinegards by high performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*, v.655, p.111-117, 1993.

SÁNCHEZ-MORENO, C.; CAO,G.; OU B.; PRIOR,R.L. Anthocyanin and proanthocyanidin cotent in selected White and red wines. Oxygen radical absorbance capacity comparison with

nontraditional wines obtained from highbush blueberry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.51, p.4889-4896, 2003.

SANTOS, J. I. C. dos. *Vinhos, o essencial*. Ed. Senac, 9a edição, São Paulo. 2014.

SARTOR, S. Vinhos espumantes brasileiros elaborados pelo método tradicional: efeito da adição de agentes enológicos, e influência do tempo de envelhecimento sobre borra na composição química, 2019, 199 p. *Tese* (Doutorado em Ciências dos Alimentos). Programa de pós-graduação em Ciência dos Alimentos – Universidade Federal de Santa Catarina/Florianópolis.

SATO, M.; RAMARATHNAM, N.; SUZUKI, Y.; OHKUBO, T.; TAKEUCHI, M.; OCHI, H. Varietal differences in the phenolic content and superoxide radical scavenging potential of wines from different sources. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, n. 44, p. 37-41, 1996.

SAUTTER, C.K.; DENARDIN, S.; ALVES, A.O.; MALLMANN, C.A.; PENNA, N.G.; HECKTHEUER, L.H. Determinação de resveratrol em sucos de uva no Brasil. *Ciência e Tecnologia dos Alimentos*, v. 25, n. 3, p. 437-442, 2005.

SCHULTZ, H. R.; LÖHNERTZ, O.; BETTNER, W.; BALO, B.; LINSENMEIER, A.; JÄHNISCH, A.; MÜLLER, M.; GAUBATZ, B.; VARADI, G. Is grape composition affected by current levels of UV-radiation? *Vitis*, n. 37, p. 191-192, 1998.

SILVA, F. L. N.; SCHMIDT, E. M.; MESSIAS, C. L.; EBERLIN, M N.; SAWAYA, A. C. H. F. Quantitation of organic acids in wine and grapes by direct infusion electrospray ionization mass spectrometry. *The Royal Society of Chemistry Analytical Methods*, v.7, p.53-62, 2015.

SINGLETON, V. L. Oxygen with phenols and related reactions in muts, wines, and modelsystems: observations and pratical implications. *American Journal of Enology and Viticulture*, v. 38, p. 69-77, 1987.

TAO, Y.; GARCÍA, J. F.; SUN, D. W. Advances in Wine Ageing Technologies for Enhancing Wine Quality and Accelerating Wine Ageing Process. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v.54, n.6, p.817-835, 2013.

TASSONI, A.; TANGO, N.; FERRI, M. Comparison of biogenic amine and polyphenol profiles of grape berries and wines obtained following conventional, organic and biodynamic agricultural and oenological practices. *Food Chemistry*, v.139, s.1, n.4, p.405-413, 2013.

TONIETTO, J.; CAMARGO, U. A. "Vinhos tropicais no Brasil e no mundo". *Bon Vivant*, v.8, n.94, p.15, 2006.

TONIETTO, J.; MANDELLI, F.; ZANUS, M. C.; GUERRA, C. C.; PEREIRA, G. E. O clima vitícola das regiões produtoras de uvas para vinhos finos do Brasil. *In:* TONIETTO, J.; SOTÉS RUIZ, V.; GÓMEZ-MIGUEL, V. D. Clima, zonificación y tipicidad del vino en regiones vitivinícolas iberoamericanas. Madrid: CYTED, 2012. p. 111-145.

TRESSERRA-RIMBAU, A.; MEDINA-REMÓN, A.; LAMUELA-RAVENTÓS, R. M.; BULLÓ, M.; SALAS-SALVADÓ, J.; CORELLA, D.; FITO, M.; GEA, A.; GÓMEZ-GARCIA, E.; LAPETRA, J.; ARÓS, F.; FIOL, M.; ROS, E.; SERRA-MAJEM, L.; PINTÓ, X.; MUÑOZ, M. A.; ESTRUCH, R. Moderate red wine consumption is associated with a lower prevalence of the metabolic syndrome in the PREDIMED population. *Brazil Journal Nutrition*, s.2, v.113, p.121-130, 2015.

TROŠT, K.; KLANČNIK, A.; VODOPIVEC, B. M.; LEMUT, M. S.; NOVŠAK, K. J.; RASPOR, P.; MOŽINA, S. S. Polyphenol, antioxidant and antimicrobial potential of six different white and red wine grape processing leftovers. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v.96, n.14, p.4809-4820, 2016.

VERGARA, Wilson David Romero. Sistemas de condução: interferências na composição química e parâmetros cromáticos de vinhos tropicais cabernet sauvignon. 2018. 71 f. *Dissertação* (Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

VERÍSSIMO, C. M. Caracterização sensorial de vinhos finos do bioma caatinga, 2020, 129 p. *Tese* (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Programa de pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal da Paraíba/João Pessoa.

VITIS – International Variety Catalogue. Disponível em: <www.vivc.de>. Acessado em:

13/09/2021.

WANG, R.; SUN, Q.; CHANG, Q. *Soil types effect on grape and wine composition in Helan Mountain area of Ningxia*. WeirTL, ed. PLOS ONE, 2015.

WATERHOUSE, A. L.; IGNELZI, S.; SHIRLEY, J. A comparison of methods for quantifying oligomeric proanthocyanidins from grape seed extracts. *Americam American Journal of Enology and Viticulture*, v. 51, n. 4, 2002.

WELKE, J.E; ZANUS, M.; LAZZAROTTO, M.; ALCARAZ, J. Quantitative analysis of headspace volatile compounds using comprehensive two-dimensional gas chromatography and their contribution to the aroma of Chardonnay wine. *Food Research International*, v.59, p.85-99, 2014.

YACCO, R. S.; WATRELOT, A. A.; KENNEDY, J. A red wine tannin structure-activity relationship during fermentation and maceration. *Journal Agricultural Food Chemical*, v.64, p.860-869, 2016.

YANG, H.; XUE, X.; LI, H.; APANDI, S. N.; TAY-CHAN, S. C.; ONG, S. P.; TIAN, E. F. The relative antioxidant activity and steric structure of green tea catechins - A kinetic approach. *Food Chemistry*. v.257, p.399-405, 2018.

XU, M.; JIN, Z. OHM, J.-B.; SCHWARZ, D.; RAO, J.; CHEN, B. Improvement of the antioxidative activity of soluble phenolic compounds in chickpea by germination. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.66, p.5925-5947, 2018.

ZAFRILLA, P.; MORILLAS, J.; MULERO, J.; CAYUELA, J.M.; MARTÍNEZ-CACHÁ, A.; PARDO, F.; NICOLÁS, J.M.L. Changes during storage in convencional and ecological wine: phenolic content and antioxidante activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, n. 51, p. 4694-4700, 2003.

ZHENG, L.; LI, J. ZHU, F.; DU, B.; Advance on the bioactivity and potential applications of dietary fibre from grape pomace. *Food Chemistry*, v.186, p.207-212, 2009.

ZHOU, J.; CUI, H.; WAN, G.; XU, H.; PANG, Y.; DUAN, C. Direct analysis of trans-

resveratrol in red wine by high performance liquid chromatography with chemiluminescent detection. *Food Chemistry*, n. 88, p. 613-620, 2004.

ZHU L, ZHANG Y & JIANG L Phenolic contents and compositions in skins of red wine grape cultivars among various genetic backgrounds and originations. *International Journal of Molecular Sciences*, v.13, p.3492-3510. 2012.

ZHU, F.; DU, B.; ZHENG, L.; LI, J. Advance on the bioactivity and potential applications of dietary fibre from grape pomace. *Food Chemistry*, v.186, p.207-212, 2015.

ZIÓLKOWSKA, A.; WASOWICZ, E.; JELEN, H. H. Differentiation of wines according to grape variety and geographical origin based on volatiles profiling using SPME-MS and SPME-GC/MS methods. *Food Chemistry*. v.217, p.714-720, 2016.

ZOTOU, A.; LOUKOU, Z.; KARAVA, O. Method development for the determination of seven organic acids in wines by reversed-phase high performance liquid chromatography. *Chromatographia Germany*, v.60, p.39-44, 2004.

6 RESULTADOS

Os resultados serão apresentados na forma de artigo científico.

"EVOLUÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE VINHOS TINTOS DO VALE DO SUBMÉDIO DO SÃO FRANCISCO ENVELHECIDOS EM GARRAFA"

RESUMO

O Vale do São Francisco é uma região expoente na biotecnologia e agricultura de vinhos, localizada no nordeste do Brasil, com condições edafoclimáticas adequadas ao cultivo de uvas viníferas, com mais de uma safra ao ano. Estudos relacionados com a caracterização físico-química dos vinhos e estudos de estabilidade durante o envelhecimento na garrafa são fundamentais para garantia e manutenção dessa qualidade. Durante o envelhecimento em garrafa ocorrem alterações, principalmente, nos parâmetros clássicos e perfil de compostos voláteis, compostos fenólicos e ácidos orgânicos, sendo responsáveis por alterações na cor dos vinhos, aromas e sabores. Apesar da importânica, os estudos ainda não são amplos e conclusivos quanto à evolução em garrafa (envelhecimento) dos vinhos tintos tropicais brasileiros. Assim, o potencial da região e a demanda existente para estudos dessa natureza demonstram a importância de avaliar a evolução dos parâmetros físico-químicos e cromáticos dos vinhos tintos envelhecidos em garrafa, possibilitando a indicação de ajustes no manejo agronômico e protocolos de vinificação que favoreçam a elaboração de vinhos de guarda. O estudo foi conduzido por meio de análises físico-químicas clássicas, perfil de grupos de compostos fenólicos, atividade antioxidante e parâmetros cromáticos, de todos os vinhos tintos indicados para Indicação de Procedência Vale do São Francisco (em estruturação), com e sem armazenamento em barrica de carvalho e envelhecidos em garrafa, sob condições controladas, por 36 meses. O estudo permite constatar a redução na perfomance dos parâmetros físico-químicos (acidez do meio, quantidade de sólidos solúveis totais, caracterização da comoposição fenólica, poder antioxidante e coloração), sobretudo para as cultivares que não passaram por estágio em barril de carvalho francês, efeito contrário para os que parrasaram.

PALAVRAS-CHAVE: Indicação de Procedência Vale do São Francisco, compostos bioativos, parâmetros cromáticos e atividade antioxidante.

ABSTRACT

The São Francisco Valley is an exponent region in agricultural wine biotechnology, in the northeast of Brazil, with conditions for growing wine grapes, with one more harvest per year. Studies related to the physicochemical characterization of wines and quality studies during aging are fundamental to guarantee and maintain this quality. During aging changes mainly in the parameters and profile of compound groups, phenolic and organic compounds, being responsible for changes in wine color, aromas and flavors. Despite its importance, studies are still not extensive and conclusive regarding the evolution in bottle (aging) of Brazilian tropical red wines. Thus, the model of the region and the existing requirement for studies of the potential of nature The importance of evaluating an evolution of the physical-chemical and chromatic parameters of red wines aged in bottle, specifying the indication of agronomic models and the vin adjustment protocols that favor the elaboration of a wine cellar. The study of chemical formula by groups, classical chemical structure structure, chemical structure profile of classical groups, chemical structure profile are indicated for Color Indications, with and without storage in oak barrels and bottle envelopes, under controlled conditions, for 36 months. The study verified the reduction in the performance of the parameters, for cultivars that do not allow solubles by stage, characterization-da as stage, scientific study and scientific power, for cultivars that are not relevant by stage in barrel, characterization-of oak opposite effect for those who stopped.

KEYWORDS: Indication of provenance Vale do São Francisco, bioactive compounds, chromatic parameters and antioxidant activity.

INTRODUÇÃO

O vinho é uma bebida resultante exclusivamente da fermentação alcoólica completa ou parcial da uva fresca, esmagada ou não; ou do mosto simples ou virgem; com conteúdo alcoólico adquirido mínimo de 7% v/v (BRASIL, 1988).

Em 2019, o Brasil foi o 18º país com maior produção de vinhos e 22ª em área cultivada. Dentre as regiões vinícolas emergentes, o Vale do Submédio São Francisco é uma região rica do ponto de vista biotecnológico e favorável ao cultivo de uvas viníferas, sendo a primeira região vinícola tropical e comercial do mundo e a segunda maior na elaboração de vinhos finos do Brasil (TONIETTO et al., 2012). O Vale do Submédio São Francisco está situado entre os paralelos 8º e 9º do Hemisfério Sul e a 350 m de altitude média, apresenta clima tropical semiárido com variabilidade intra-anual, caracterizado por dias e noites quentes, com alta taxa de insolação e baixo índice pluviométrico, que associados à irrigação e manejo agronômico possibilitam a produção de uva de março a dezembro, e elaboração escalonada de vinhos (BELMIRO; PEREIRA; PAIM, 2017; OLIVEIRA et al., 2019a).

As interações entre as videiras e as condições edafoclimáticas de cultivo, especialmente o binomio temperatura-radiação solar, atuam nos mecanismos fotossintéticos e termais de desenvolvimento da baga da uva, contribuindo para o aumento da concentração de compostos fenólicos, por exemplo antocianinas, flavonóis, flavanóis e estilbenos, e diminuição da acidez (RASTIJA; SRECNIK; SARIC, 2008; PEREIRA et al., 2007). Nos vinhos tintos jovens e envelhecidos, esses compostos fenólicos, livres ou polimerizados, estão relacionados a características nos vinhos que possuem impacto econômico, tais como cor, estabilidade cromática, amargor e adstringência, além de serem importantes marcadores de tipicidade, ou seja, contribuem para identificação das condições de cultivo e protocolos de vinificação (MEILGAARD; CIVILE; CARR, 2015). Segundo Costa et al. (2016) e Silva et al. (2015) a composição fenólica também apresenta correlação com a atividade antioxidante dos vinhos, estando esses associados à efeitos benéficos a saúde humana.

Vinhos tintos elaborados com cultivares que apresentam potencial comercial, boa adaptação e características de tipicidade (Syrah, Tempranillo, Touriga Nacional, Cabernet Sauvignon, Alicante Bouschet e Ruby Cabernet) foram utilizadas na elaboração de vinhos varietais e de cortes em rótulos que compõe a Indicação de Procedência Vale do São Francisco (IP-VSF) (PADILHA et al., 2016). Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a estabilidade da composição físico-química e dos parâmetros cromáticos dos vinhos tintos da IP-VSF (em estruturação) após envelhecimento em garrafa.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram analisados, no Laboratório de Análises Físico-químicas do Departamento de Ciências do Consumo da UFRPE, amostras de todos os vinhos tintos finos tranquilos, varietais e cortes, da Indicação de Procedência Vale do São Francisco (IP VSF) elaborados com as cultivares Touriga Nacional, Tempranillo, Cabernet Sauvignon, Syrah, Alicante Bouschet, Ruby Cabernet e Aragonês (Tabela 1). Todos os vinhos comerciais, safra 2018, provenientes do municípios de Lagoa Grande/PE (8° 59' 49"S e 40° 16' 19" O) e Santa Maria da Boa Vista (8º 48' 32" S e 39º 49' 30" O), foram armazenados por 36 meses em garrafas de vidro verde fechadas com rolhas de cortiça. As garrafas foram mantidas na posição horizontal e em ambiente com controle de temperatura (18º ± 3 ºC), umidade relativa média de 60 % e na ausência de luz.

Tabela 1 - Descrição das amostras de vinhos tintos elaborados no Vale do São Franciso, safra 2018.

Cultivares	Lote	Estágio em barril de carvalho	Teor alcoólico (*)
Alicante Bouschet (AB)	-	9 meses em barril francês	13,0%
Touriga Nacional (TN)	L1837E03	9 meses em barril francês	13,0%
Premium (Pr)	L17112A08	12 meses em barril francês	13,5%
Reserva (Rv)	L1833D11	6 meses em barril francês	13,5%
Cabernet Sauvignon (CS)	L1806A15	Não realizado	13,0%
Tempranillo (TP)	L1820B26	Não realizado	13,0%
Syrah (SY)	L1819D16	Não realizado	13,0%
Cabernet Sauvignon – Syrah (CS/SY)	L1832D16	Não realizado	13,0%
Ruby Cabernet (RC)	20/072016	Não realizado	12,0%

(*) Valor especificado no rótulo.

Parâmetros Enológicos Clássicos

Foram realizadas as seguintes análises físico-químicas clássicas: pH, acidez total e sólidos solúveis totais conforme métodos oficiais para análise de vinhos (OIV, 2019b).

Parâmetros Espectofotométricos

As análises foram realizadas em espectrofotômetro Shimadzu UV-1900i UV/Vis, com spectrophotometer e cubeta de quartzo (percurso ótico 1 cm).

a) Polefenóis Totais: o índice de polifenóis totais (IPT) foi determinado pela leitura da absorbância a 280 nm (HARBERTSON & SPAYD, 2006). A concentração de polifenóis totais foi estabelecida em espectrofotômetro a 725 nm, após diluição das amostras a 2 % v/v

em água e reação com reagente fenólico Folin-Ciocalteu estabilizada com carbonato de sódio. O resultado foi expresso, com base em curva analítica, em $mg.L^{-1}$ de equivalentes de ácido gálico (GIOVANELLI; BURATTI, 2009).

b) Antocianinas Monoméricas: a concentração de antocianinas monoméricas foi determinada pelo método do pH diferencial, meio ácido e tamponada, com leitura de absorbância a 520 nm, conforme Giovanelli e Buratti (2009). Os resultados foram calculados utilizando-se a Equação 1 e expressos em miligrama de malvidina 3-glicosídeo por litro (mg de malvidina.L^{-1}).

Equação 1 - Fórmula para obtenção da concentração de Antocianinas Totais.

A:absorbância; ANT: antocianinas monoméricas.

$$ANT\ (mg.L^{-1}) = 388 \times (A_{ácido} - A_{tampão})$$

Fonte: GIOVANELLI; BURATTI (2009).

c) Taninos Condensados: a concentração de taninos condensados foi determinada segundo Tiito-Julkunen (1985), por meio de hidrólise ácida e utilizando solução de vanilina como agente cromóforo. A absorbância das amostras foi determinada a 500 nm e a quantificação realizada por meio de curva padrão de catequina, sendo em resultados expressos em $mg.L^{-1}$ de Eq de catequina.

d) Atividade Antioxidante: a capacidade de sequestro do DPPH* foi avaliada pelo percentual de redução do radical a 517 nm, conforme a Equação 3 a seguir (PORGALI; BÜYÜKTUNCEL, 2012).

Equação 2 - Percentual de redução do radical DPPH*

$$\% \text{ de Inibição} = [(A_{DPPH} - A_{vinho}) / A_{DPPH}] \times 100$$

Onde,

A_{DPPH} : absorbância da solução de DPPH* e metanol

A_{vinho}: absorbância da amostra.

A capacidade de sequestro do radical ABTS foi determinada pela leitura de absorbância a 734 nm e curva de calibração de Trolox (NENADIS, 2004).

e) Parâmetros cromáticos: a intensidade da cor (IC) foi determinada, por meio do somatório das absorbâncias a 420, 520 e 620 nm, das amostras de vinho diluídas a 10% v/v em água. A tonalidade (T) foi expressa pela razão entre as absorbâncias a 420 e 520 nm (HARBERTSON; SPAYD, 2006; CAILLÉ et al., 2010). Além disso, foram calculados os seguintes índices colorimétricos: % amarelo, % vermelho e % azul, considerando os

comprimentos de onda 420, 520 e 620 nm, respetivamente, em relação à intensidade da cor (MONAGAS et al., 2006).

Parâmetros Colorimétricos

A colorimetria de triestímulos (sistema CIELab) foi utilizada para obtenção dos parâmetros de cor (L*, a* e b*), por leitura direta das amostras, em ausência de luz, no colorímetro. A intensidade da cor (C*) e a tonalidade cromática (H*) foram calculadas de acordo com as Equações 4 A e B, respetivamente. As análises foram realizadas em colorímetro CHROMA METER® CR-400 aferido com placa de porcelana branca.

Equação 3 - Fórmulas dos parâmetros colorimétricos de 3 estímulos.

A $$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

B $$H^* = arctg(b^*/a^*)$$

Fonte: HARBERTSON; SPAYD (2006); CAILLÉ et al. (2009).

Análise Estística

Os dados foram obtidos em triplicata e os resultados apresentados como média e desvio padrão. Análise de variância e teste de médias de Turkey (p<0,05) foram aplicados para identificar possíveis diferenças entre as médias. Análise de componentes principais (p<0,05) foi utilizada para agrupar os vinhos em função das variáveis estudadas. Todas as análises estatísticas foram realizados no *software* XLStat 14 *for Windows*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Parâmetros Enológicos Clássicos

Os resultados da Tabela 2 nos permitem analisar as características enológicas clássicas (pH, acidez total e sólidos solúveis totais), todas importantes para estabilidade das características dos vinhos. Apesar das variações observadas, esses valores estão coerentes com a literatura e a Legislação Brasileira vigente (BRASIL, 2004), a exceção dos valores mais elevados de pH, uma vez que este depende, principalmente, do tipo e concentração dos ácidos, e da concentração de cátions, especialmente de potássio (K^+), cátion encontrado em elevadas concentrações no solo do Vale do Submédio São Francisco (PADILHA, 2016). A acidez dos vinhos e sua relação com o pH compromete a estabilidade durante o envelhecimento (RIZZON

et al., 2002), sendo ideal uma faixa de pH entre 3,1 e 3,4 para vinhos tintos de qualidade (PADILHA, 2016).

Tabela 2 – Parâmetros enológicos clássicos de vinhos tintos elaborados no Vale do São Franciso, safra 2018.

Amostra	pH	Acidez Total * (meq.L^{-1} de ácido tartárico)	Sólidos Solúveis Totais (ºBrix)
AB	3,91 ± 0,01	88,00 ± 0,00	7,30^{c} ± 0,01
TN	3,92 ± 0,03	88,00 ± 0,00	7,57^{b} ± 0,06
Pr	3,96 ± 0,01	84,00 ± 0,00	7,77^{a} ± 0,06
Rv	3,99 ± 0,03	80,00 ± 0,00	7,47^{b} ± 0,06
CS	4,04 ± 0,04	80,00 ± 0,00	7,13^{d} ± 0,06
TP	4,10 ± 0,01	72,00 ± 0,00	7,10^{d} ± 0,01
SY	4,12 ± 0,03	68,00 ± 0,00	6,90 ± 0,01
CS/SY	4,06 ± 0,04	68,00 ± 0,00	7,30^{c} ± 0,01
RC	3,97 ± 0,01	88,00 ± 0,00	7,70^{a} ± 0,01

AB: Alicate Bouschet; TN: Touriga Nacional; Pr: Premium; Rv: Reserva; CS: Cabernet Sauvignon; TP: Tempranillo; SY: Syrah: CS/SY: Cabernet Sauvignon/Syrah; RC: Ruby Cabernet. (*): Teste de médias não realzado devido ao modelo estatístico. Médias nas colunas seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de medias de Turkey ($p<0,05$).

Os vinhos tintos analisados, apesar de apresentarem diferenças significativas ($p<0,05$), possuem valores de pH acima do ideal, 3,91 a 4,12, diminuindo a capacidade de manutenção da estabilidade cromática durante o envelhecimento, o que pode ser comprovado com aumento da tonalidade e diminuição do percentual de vermelho (Tabela 4). Entranto, a acidez total, concentração dos ácidos orgânicos, inorgânicos e fenólicos, e da combinação com os seus sais (68 a 88 meq.L^{-1} de ácido tartárico) encontra-se dentro do preconizado pela Legislação Brasileira para vinhos (BRASIL, 2004), conferindo frescor aos vinhos tintos e contribuindo para a estabilidade microbiológica (IVANOVA-PETROPULOS et al., 2015). A concentração se sólidos solúveis totais é baixa para todos os vinhos em função de serem vinifcados a seco, ou seja, teor de açucares inferior a 4 g.L^{-1}.

Rodrigues (2019) analisou os parâmetros físico-químicos desses 9 vinhos tintos da Indicação de Procedência Vale do São Francisco, safra 2018, 3 meses após engarrafamento. Os resultados encontrados e elucidados na Tabela 2 corroboram com os expressos nos estudo de Rodrigues (2019), pontuando sensível diminuição no pH e consequente aumento na acidez total.

Composição Fenólica

A Tabela 3 apresenta os teores de compostos fenólicos e o índice de polifenóis totais, mono, podemos analisar as características de composição fenólica. Não obstante as diferenças significativas (p<0,05) apresentadas, é importante ressaltar que os vinhos que passaram por barris de carvalho (AB, TN, Rv e Pr), independente do tempo, quando comparados aos vinhos que não passaram por madeira, apresentam índice de polifenóis totais e concentrações de polifenóis totais e antocianinas superiores, a exceção da concentração de fenólicos totais do vinho de Tempranillo.

Tabela 3 – Composição fenólica de vinhos tintos elaborados no Vale do São Franciso, safra 2018.

Amostra	**IPT**	**FT ($mg.L^{-1}$ de Eq de ácido gálico)**	**ANT ($mg.L^{-1}$ de Eq de malvidina)**	**TC ($mg.L^{-1}$ de Eq de ácido tânico)**	**% inibição DPPH**	**ABTS (µmol de trolox.g^{-1})**
AB	43,87± 0,19	5383,63± 6,60	45,90± 0,64	179,30± 0,34	$94,11^{b}$± 0,87	1496,49± 24,71
TN	46,23± 0,10	$6229,82^{a}$± 9,87	37,44± 0,19	254,46± 0,70	$96,12^{a}$± 0,88	$1164,18^{b}$± 24,28
Pr	51,68± 0,08	$6185,05^{a}$± 5,00	41,13± 0,39	298,35± 0,41	$92,57^{c}$± 0,51	$810,91^{c}$± 26,51
Rv	48,13± 0,03	5711,70± 8,53	34,73± 0,58	274,09± 2,26	$96,12^{a}$± 0,87	$1143,35^{b}$± 15,62
CS	$33,17^{a}$± 0,18	4887,55± 6,25	30,66± 0,48	$207,02^{a}$± 0,18	$95,91^{a}$± 0,19	$1314,09^{a}$± 2,55
TP	$33,22^{a}$± 0,10	6214,90 ± 6,25	$25,30^{a}$± 0,78	234,56± 0,92	$95,70^{a,b}$± 0,19	$1286,58^{a}$± 6,26
SY	29,82± 0,03	4111,40± 6,41	18,17± 0,77	283,51± 0,62	94,11± 0,62	$865,11^{c}$± 28,05
CS/SY	37,83± 0,03	$4589,63^{b}$± 7,26	28,085± 0,70	166,29± 1,15	$93,20^{c}$± 0,07	$1124,97^{b}$± 12,42
RC	41,17± 0,08	$4588,15^{b}$± 0,15	$24,02^{a}$± 0,70	$209,77^{a}$± 0,65	82,64± 0,47	$1180,45^{b}$± 27,57

AB: Alicate Bouschet; TN: Touriga Nacional; Pr: Premium; Rv: Reserva; CS: Cabernet Sauvignon; TP: Tempranillo; SY: Syrah: CS/SY: Cabernet Sauvignon/Syrah; RC: Ruby Cabernet. IPT: indice de polifenóis totais; FT: fenólicos totais; ANT: antocianinas monméricas; TC: taninos condensados; DPPH*: radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazil; ABTS: (2,2'- azinobis(3-etilbenzotiazolina-6-ácido-sulfônico). Médias nas colunas seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de medias de Turkey (p<0,05).

Para os vinhos Syrah e Tempranillo, também analisados por Rodrigues (2019) três meses após o engarrafamento, os resultados apresentam cerca de 45% em redução nas concentrações, evidenciando que o tempo de envelhecimento acarreta diretamente na degradação dos polifenois totais. Entretanto, quando comparados aos demais vinhos desse estudo, Premium e Reserva apresentam índice de polifenóis totais e taninos condensados mais elevados, demonstrado que o tempo de armazenamento em barris de carvalho contribui para a polimerização dos compostos fenólicos, com consequente aumento da estabilidade durante o envelhecimento em garrafas. Por outro lado, apesar da Syrah ser uma cultivar com excelente adaptação ás condições de cultivo do Vale do São Francisco, a elaboração de vinhos para consumo jovem proporciona menor estabilidade dos compostos fenólicos, refletindo em valores significativamente baixos (p<0,05) para esses parâmetros.

Apesar das condições climáticas do Vale do Submédio São Francisco, temperaturas

elevadas (27º a 32ºC) e intensa radiação solar (superior a 3000 h/ano), favorecerem a concentração de antocinaninas, foram observadas baixas concentrações desses compostos, nos vinhos envelhecidos (Tabela 3), o que pode ser explicado pelas progressivas reações com outros polifenóis, aminoácidos, polissacarídeos ou ácidos orgânicos resultando em alteração da cor vermelho-tijolo, característica dos vinhos envelhecidos (MONAGAS et al., 2006).

As antocinaninas são responsáveis pela coloração dos vinhos tintos, coexistindo em quatro formas químicas diferentes (catiônica, quinônica, base carbinol e chalcona), dependendo do pH. A única forma que apresenta coloração é a catiônica, que representa 15% do total de antocianinas a pH próximo 3,2, e 10% quando o pH está próximo a 4,0 (MAZZA; MINIATTI, 1993). Os vinhos durante o envelhecimento em garrafa sofrem diminuição na concentração de antocianinas monoméricas que, associado ao pH elevado, provocam uma evolução na coloração com aumento da tonalidade, diminuição da absorção a 520 nm e aumento de absorção a 420 nm, tornando o vinho amarronzado, conforme observado na Tabela 4.

Nos vinhos a atividade biológica é consequência do sinergismo entre as diferentes classes de compostos fenólicos de diferentes compostos, assim um único composto ou classe não pe suficiente para definir a capacidade antioxidante total (MARKOSKI et al., 2016). Assim, os vinhos tintos da IP-VSF (em estruturação) após envelhecimento de 36 meses em garrafa ainda apresentam elevada capacidade antioxidante (Tabela 3), corroborando os achados de Morais et al. (2015) e Rodrigues (2019) em vinhos comerciais do Vale do São Francisco (VSF).

A atividade antioxidante dos compostos fenólicos presente no vinho ocorre pela mobilidade do oxigênio fenólico, sendo possível que essas moléculas atuem sobre centro redox das cadeias de transporte de elétrons nos sistemas biológicos. A capacidade de reação polivalente dessas moléculas permite que haja múltiplas interações, como formação de complexos com metais, combinação com moléculas nucleofílicas ou participar de reações redox. Essas propriedades são influenciadas pelo número e localização de grupos hidroxilas na molécula, presença de substituintes orto ou para, e estrutura estereoquímica (FLANZY, 2000; ROGINSKY; LISSI, 2005; LEE; RENNAKER, 2007; JACKSON, 2008; ROUSSIS et al., 2008; XANTHOPOULOU et al., 2010).

Parâmetros Cromáticos

Nos vinhos jovens o ideal é que a distribuição do balanço apresente maior percentual de vermelho e menor percentual de amarelo, deixando o vinho com coloração do violáceo ao rubi (SUN, 2022). Durante o envelhecimento em garrafa, conforme Castillo-Sanchéz et al. (2006) ocorre decréscimo da concentração de antocianinas monoméricas, característica desse processo,

com diminuirão da absorbância a 520 nm (vermelho) e aumento a 400-420 nm (amarelo).

A tabela 4 apresenta os parâmetros cromáticos espectrofotométricos, sendo possível observar baixa intensidade de cor e aumento da tonalidade. Além disso, é possível perceber que o percentual de amarelo é maior que o vermelho para todos os vinhos estudados, deixando a coloração mais alaranjada, característica dos vinhos envelhecidos.

Comparando os resultados desse estudo com os de Rodrigues (2019), ao analisar os mesmos vinhos com 3 meses de engarrafados, é possível evidenciar que o vinho de Syrah apresentou uma redução de 11,78% e 17,52%, respetivamente, para as colorações azul e vermelha, e aumentando em 22,84% a coloração amarela. Sendo importante ressaltar que, independente da cultivar, os vinhos que passaram por armazenamento em barris de carvalho apresentaram maior estabilidade cromática do que os vinhos que não passaram por essa etapa, quando comparado com os dados cromáticos de Rodrigues (2019).

Tabela 4 – Parâmetros cromáticos espectrofotométricos de vinhos tintos elaborados no Vale do São Francisco, safra 2018.

Amostra	IC	T	% Amarelo	% Vermelho	% Azul
AB	14,42± 0,04	1,32± 0,00	50,99± 0,02	38,70± 0,01	10,31± 0,01
TN	16,58± 0,04	1,14± 0,00	48,04^{c}± 0,01	42,03± 0,02	9,93± 0,01
Pr	17,98± 0,25	1,11± 0,00	46,76± 0,02	42,21± 0,02	11,03± 0,01
Rv	15,64± 0,05	1,17± 0,00	48,04^{c}± 0,02	41,07± 0,02	10,89± 0,02
CS	10,30^{a}± 0,04	1,25± 0,00	50,16^{a}± 0,03	39,19± 0,01	10,65± 0,02
TP	9,24± 0,02	1,25^{a}± 0,00	50,13^{a}± 0,03	40,03± 0,03	9,84± 0,02
SY	8,23± 0,01	1,47± 0,00	53,77± 0,06	36,56± 0,03	9,68± 0,07
CS/SY	10,24^{a}± 0,18	1,25^{a}± 0,00	49,56^{b}± 0,04	39,67± 0,02	10,77± 0,03
RC	9,62± 0,02	1,27± 0,00	49,49^{b}± 0,02	39,10± 0,05	11,43± 0,03

AB: Alicate Bouschet; TN: Touriga Nacional; Pr: Premium; Rv: Reserva; CS: Cabernet Sauvignon; TP: Tempranillo; SY: Syrah: CS/SY: Cabernet Sauvignon/Syrah; RC: Ruby Cabernet. IC: intensidade de cor; T: tonatidade. Médias nas colunas seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de medias de Turkey ($p<0,05$).

Não obstante o envelhecimento em garrafa e a variação significativa entre os vinhos, os parâmetros colorimétricos obtidos pelo sistema CIELab encontram-se dentro do primeiro quadrante, ou seja, apresentam valores positivos das coordenadas a* e b* (Tabela 5) e, consequentemente coloração vermelho-amarelada, característica dos vinhos que passaram por evolução em garrafa. Assim, todos os vinhos apresentam coloração amarelo-avermelhada, efeito de uma possível copigmentação das antocianinas. Os vinhos apresentam elevada luminosidade (L*), e, consequentemente, maior brilho e limpidez, a exceção do Alicante

Boouschet, Touriga Nacional e do corte Cabernet Sauvignon/Syrah.

Tabela 5 – Parâmetros colorimétricos pelo sistema CIELab de vinhos tintos elaborados no Vale do São Franciso, safra 2018.

Amostra	L*	a*	b*	C*	H*
AB	19,99[a]± 0,44	33,30[a]± 0,36	20,81[b]± 0,56	38,81[b]± 0,15	0,57[b]± 0,02
TN	22,45± 0,39	37,77± 0,22	21,65[b]± 0,59	43,88[a]± 0,49	0,52± 0,01
Pr	45,71± 0,38	9,70± 0,51	7,50± 0,43	12,47± 0,65	0,68± 0,01
Rv	54,20± 0,15	15,75± 0,29	16,51[c]± 0,11	22,82± 0,12	0,81[a]± 0,01
CS	26,97± 0,75	32,60[a]± 0,23	23,58[a]± 0,79	39,19[b]± 0,42	0,60[b]± 0,02
TP	51,67± 0,20	17,3 ± 0,13	25,15[a]± 0,07	30,52± 0,13	0,97± 0,01
SY	41,80± 0,11	21,71± 0,28	37,33± 0,66	43,02[a]± 0,65	1,04± 0,01
CS/SY	18,84[a]± 0,44	24,29± 0,26	17,08[c]±0,88	38,12[b]± 0,64	0,45± 0,01
RC	34,15± 0,12	27,90± 0,04	29,20± 0,31	40,62± 0,21	0,80[a]± 0,02

AB: Alicate Bouschet; TN: Touriga Nacional; Pr: Premium; Rv: Reserva; CS: Cabernet Sauvignon; TP: Tempranillo; SY: Syrah: CS/SY: Cabernet Sauvignon/Syrah; RC: Ruby Cabernet. L*: luminosidade, a*: componente vermelho/verde; b*: componente amarelo/azul; C*: croma; H*: tonalidade. Médias nas colunas seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de medias de Turkey ($p<0,05$).

Variações significativas ($p<0,05$) para C* e H* contribui para a identificação de algumas cultivares e do protocolo de vinificação.

Variações Observadas com o Envelhecimento em Garrafa

Uma análise comparativa com o trabalho de Rodrigues (2019), que analisou os mesmos nove vinhos tintos da Indicação de Procedência Vale do São Francisco (em estruturação) com 3 meses de engarrafamento, podem ser pontuadas questões de estabilidade que podem descrever melhor as potencialidades dos vinhos do bioma caatinga.

A Tabela 6 apresenta as diferenças observadas com relação aos parâmetros enológicos clássicos, índice de polifenóis totais, teor de antocianinas monoméricas e atividade antioxidante.

Tabela 6 – Variações de parâmetros físico-químicos e atividade antioxidante de vinhos tintos da

Indicação de Procedência Vale do São Francisco, com 3 e 36 meses de envelhecimento em garrafa.

Parâmetros físico-químicos	Valores médios dos vinhos		Diferença percentual (%)**
	Vinhos envelhecidos (36 meses de garrafa)	Vinhos jovens (3 meses garrafa)*	
´pH	4,01± 0,02	4,13± 0,01	- 2,91
Acidez Total (meq.L^{-1} de ácido tartárico)	78,67± 0,00	76,37± 0,03	+ 3,01
Índice de Polifenóis Totais	40,60± 0,09	73,89± 0,09	- 45,10
Antocianinas Totais (mg.L^{-1} de Eq malvidina)	31,27± 2,12	364,93± 6,84	- 91,43
Atividade Antioxidante (% de inibição DPPH*)	92,58± 2,15	95,84± 0,21	- 3,41

(*) média dos valores de Rodrigues (2019); (**) calculada tendo como valor de referência os vinhos jovens.

As variações observadas para o pH e acidez total foram próximas e dentro da mesma ordem de grandeza, e demonstra aumento da acidez com consequente diminuição do valor do pH (Tabela 6). A diminuição expressiva do índice de polifenóis totais e do teor de antocianinas monoméricas são decorrentes da decomposição e das reações progressivas com outros compostos (fenólicos, aminoácidos, polissacarídeos ou ácidos orgânicos), resultando, no caso das antocianinas, em evolução da cor dos vinhos tintos para tonalidades vermelho-tijolo (MONAGAS *et al*., 2006).

A atividade antioxidante apresentou pequeno decréscimo com o envelhecimento em garrafa, quando considerada a média dos nove vinhos tintos, porém o aumento expressivo do desvio-padrão permite elucidar que apenas alguns vinhos não foram capazes de manter a estabilidade da atividade biológica.

As variações dos parâmetros cromáticos estão apresentadas na Tabela 7, sendo possível observar expressivos aumentos na intensidade de cor e tonalidade.

Tabela 7 – Variações de parâmetros cromáticos espectrofotométricos de vinhos tintos da Indicação de Procedência Vale do São Francisco, com 3 e 36 meses de envelhecimento em garrafa.

Parâmetros cromáticos espectrofotométricos	Valores médios dos vinhos		Diferença percentual (%)**
	Vinhos envelhecidos (36 meses de garrafa)	Vinhos jovens (3 meses garrafa)*	
IC	12,472 ± 0,072	9,659 ± 0,006	29,13
T	1,251 ± 0,000	0,840 ± 0,818	48,94
% Amarelo	49,438 ± 0,026	40,244 ± 0,05	22,84
% Vermelho	39,769 ± 0,023	48,214 ± 0,010	-17,52
% Azul	10,503 ± 0,024	11,906 ± 0,040	-11,78

IC: intensidade de cor; T: tonatidade. (*) média dos valores de Rodrigues (2019); (**) calculada tendo como valor de referência os vinhos jovens.

O expressivo aumento da tonalidade está relacionado com o aumento no percentual de

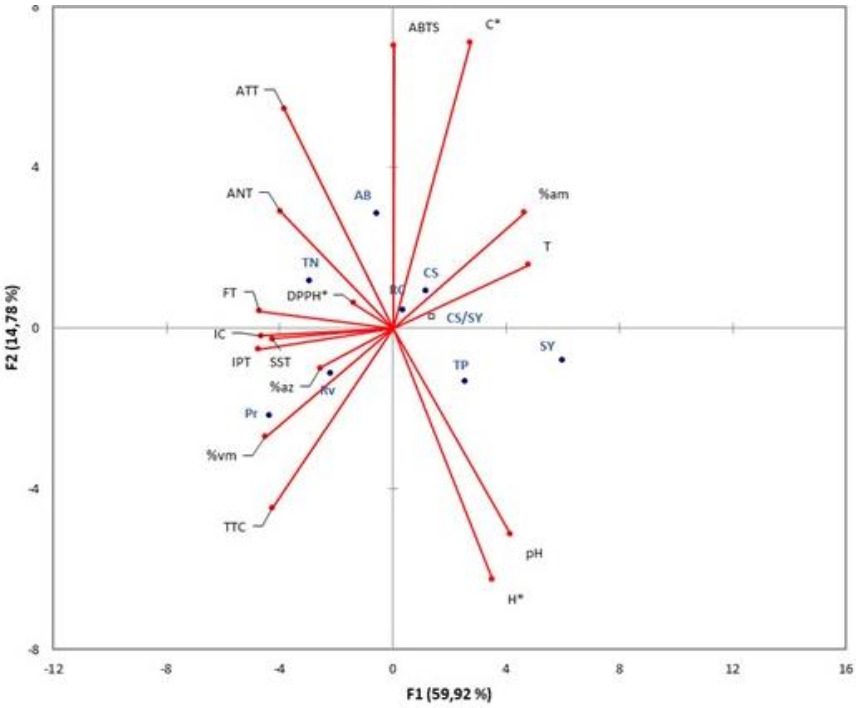
amarelo e diminuição no percentual de vermelho, tendo como consequência um vinho com coloração alaranja, característica da evolução na garrafa.

Análise Multivariada

A análise de componentes principais apresenta a influência dos parâmetros enológicos clássico, composição fenólica, parâmetros cromáticos e atividade antioxidante na discriminação das amostras de vinhos. As duas primeiras componentes (CP1 e CP2) explicaram 74,70% da variância total, tendo CP1 representado 59,92% e CP2 14,78% (Figura 1).

Os *Loadings e Scores* e a separação dos vinhos nos quadrantes demonstram que a primeira componente principal (CP1), na região positiva do eixo, separou e caracterizou de Cabernet Sauvignon, Cabernet Sauvignon/Syrah, Tempranillo e Syrah pela maior tonalidade e percentual de amarelo, e na região negativa separou os vinhos de Touriga Nacional, Premium e Reserva, caracterizados pelos maiores valores de intensidade de cor, percentual de vermelho, índice de polifenóis totais, antocianinas monoméricas, taninos condensados e sólidos solúveis totais A segunda componente principal (CP2), na parte positiva do eixo, separou e caracterizou o vinho de Alicante Bouschet pela acidez total, croma e atividade antioxidante (ABTS*).

Figura 1. Contribuição das variáveis e distribuição dos vinhos tintos Indicação de Procedência Vale do São Francisco (em estruturação), safra 2018, após 36 meses de envelhecimento em garrafa, em duas dimensões no sistema de coordenadas definido pela primeira e segunda componente principal.



.

AB: Alicante Bouschet; TN: Touriga Nacional; Pr: Premium; CS: Cabernet Sauvignon; TP: Tempranillo; SY: Syrah; Rv: Reserva; CS/SY: Cabernet Sauvignon/Syrah; RC: Ruby Cabernet. ATT: acidez total; SST: sólidos solúveis totais; IPT: indice de polifenóis totais; FT: fenólicos totais; ANT: antocianinas monméricas; TC: taninos condensados; DPPH*: radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazil; ABTS: (2,2'- azinobis(3-etilbenzotiazolina-6-ácido-sulfônico); IC: intensidade de cor; T: tonatidade; %vm: percentual de vermelho; %am: percentual de amarelo; %az: percentual de azul; C*: croma; H*: tonalidade.

CONCLUSÃO

A avaliação dos vinhos com relação à caracterização e ao envelhecimento em garrafa confirma a variação da composição fenólica, da atividade biológica e dos parâmetros cromáticos em função da cultivar e do tempo armazenado em garrafa. Todos os parâmetros avaliados nos vinhos tintos da Indicação de Procedência Vale do São Francisco (em estruturação), a exceção da tonalidade e percentual de amarelo, seguiram ao padrão de tradicional decréscimo em função do tempo de envelhecimento em garrafa. Os parâmetros cromáticos que apresentaram valores mais elevados, tonalidade e percentual de amarelo também estão coerentes com o envelhecimento, uma vez que o vinho tinto perde a coloração vermelho-violácea, evoluindo para o vermelho-alaranjado ou âmbar. Entretanto, é importante ressaltar que os vinhos que passaram por estágio em carvalho apresentaram maiores índice de polifenóis totais, antocianianas monoméricas e intensidade de cor, com menores tonalidades, demonstrando que esta etapa do protocolo de vinificação contribui para a estabilidade dos vinhos, mesmo após 36 meses de engarrafamento, contribuindo para a separação dessas amostras por meio da análise multivariada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC (1998) Official Method of Analysis. 15th Edition, Association of Official Analytical Chemists, Washington DC.

BELMIRO, T. M. C.; PEREIRA, C. F.; PAIM, A. P. S. Red wines from South America: Content of phenolic compounds and chemometric distinction by origin. *Microchemical Journal*, v. 133, p. 114-120, 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº229 de 25 de outubro de 1988. Aprovar as normas referentes a "complementação dos padrões de identidade e qualidade do vinho".

CAILLÉ, S.; SAMSON, A.; WIRTH, J.; DIÉVAL, J.-B. ; VIDAL, S.; CHEYNIER, V. Sensory characteristics changes of red Grenache wines submitted to different oxygen exposures pre and post bottling. *Analytica Chimica Acta*, v. 660, p. 35-42, 2010.

COSTA, N. L.; CASTRO, I. A.; BARBOSA, R. Classification of Cabernet Sauvignon from two different countries in South America by chemical compounds and support vector machines. *Applied Artificial Intelligence*, v. 30, n.7, p. 679-689, 2016.

FLANZY, C. *Enología: Fundamentos Cinetíficos Y Tecnológicos*. Madrid, Spain, 2000.

Giovanelli, G. and Buratti, S. (2009) Comparison of Polyphenolic Composition and Antioxidant Activity of Wild Italian Blueberries and Some Cultivated Varieties. *Food Chemistry*, 112, 903-908.

HARBERTSON, J.; SPAYD, S. Measuring phenolics in the winery. *American Journal Enological and Viticultural*, n. 57, p. 280-288, 2006.

JACKSON, R. S. *Wine Science – Principles and Applications*. London, UK. 3ed. Academic Press, 2008, 789p.

KEDARE, S.; SINGH, R. Genesis and development of DPPH method of antioxidant assay. *Journal of Food Science and Technology*, v. 48, n. 4, p. 412-422, 2011.

LEE, J.; RENNAKER, C. Antioxidant capacity and stilbene contents of wines produced in the

Snake River Valley of Idaho. *Food Chemistry*, v. 105, p. 195-203, 2007.

LIMA, L.A.A. Caracterização e estabilização dos vinhos elaborados no Vale do Submédio do São Francisco, 2010, 139 p. *Tese* (Doutorado em Ciências dos Alimentos). Programa de pós-graduação em Nutrição – Universidade Federal de Pernambuco/ Recife.

MAZZA, G.; MINIATTI, E. *Anthocyanins in fruits, vegetables and grains*. Boca Raton: CRC Press, 1993.

MEILGAARD, M. C.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. *Sensory Evaluation Techniques*. 5. ed. Florida: CRC Press, 2015. 464 p.

MONAGAS, M.; MARTÍN-ÁLVAREZ, P.J.; GOMÉZ-CORDOVÉS, C.; BARTOLOMÉ, B. Time course of the colour of young red wines from Vitis vinifera L. during ageing in bottle. *International Journal of Food Science and Technology*, n. 41, p. 892-899, 2006.

MOON, J.-K.; SHIBAMOTO, T. Antioxidant Assays for Plant and Food Components. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 57, n. 5, p. 1655-1666, 2009.

NENADIS, N. et al Estimation of scavenging activity of phenolic compounds using the ABTS assay. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.52, n.15, p.4669-4674, 2004.

OLIVEIRA, J. B.; EGIPTO, R.; LAUREANO, O.; CASTRO, R.; PEREIRA, G. E.; RICARDO-DA-SILVA, J. M. Chemical composition and sensory profile of Syrah wines from semiarid tropical Brazil - Rootstock and harvest season effects. *LWT - Food Science and Technology*, v. 114, p. 1-9, 2019a.

ORGANISATION INTERNATIONALE DE LA VIGNE ET DU VIN. 2019 Statistical Report on World Vitiviniculture, Paris, 2019a. Disponível em <http://www.oiv.int/public/medias/6782/oiv-2019-statistical-report-on-world-vitiviniculture.pdf>. Acesso em 12/09/2021.

ORGANISATION INTERNATIONALE DE LA VIGNE ET DU VIN. State of the World Vitivinicultural Sector *In* 2019, Paris, 2020. Disponível em

<http://www.oiv.int/public/medias/7298/oiv-state-of-the-vitivinicultural-sector-in-2019.pdf>. Acesso em 12/09/2021.

PADILHA, A. C. T.; BIASOTO, L. C.; CORRÊA, M. D. S.; LIMA, G. E. Phenolic compounds profile and antioxidant activity of commercial tropical red wines (*Vítis vinifera* L) from São Francisco Valley, Brazil. *Journal Food Biochemical*, p.1-9, 2016.

PIERGIOVANI, L.; VOLONTERIO, G. Studio della frazione antocianica della uva. Nota 11. Variazione di composizione durante Ia maturazione. *Technologgia dell Alimenti e Imbottigliamento*, v. 6, p. 22, 1983.

PIRES, D. X. *Tecnologia das fermentações*. 2004. UNIVAP.

PORGALI, E., BÜYÜKTUNCEL, E. Determination of phenolic composition and antioxidant capacity of native red wines by high performance liquid chromatography and spectrophotometric methods. *Food Research International*, v. 45, p.145-154, 2012.

RIBEIRO, L. F.; MILHEIRO, J.; GUISE, R.; VILAMARIM, R.; FRAGA, J. B.; GOMES, C. M.; NUNES, F. M.; COSME, F.; Efficiency of carboxymethylcellulose in red wine tartaric stability: Effect on wine phenolic composition, chromatic characteristics and colouring matter stability. *Food Chemistry*, v. 360, p. 11, 2021.

RODRIGUES-MUÑIZ, G. M.; MIRANDA, M. A.; MARIN, M. L. A time-resolved study on the reactivity of alcoholic drinks with the hydroxyl radical. *Molecules*, v.24, p.234-243, 2019.

ROGINKSKY, V. AND LISSI, E. (2005) Review of Methods to Determine Chain-Breaking Antioxidant Activity in Food. *Food Chemistry*, 92, 235-254.

ROUSSIS, I. G.; LAMBROPOULOS, I.; TZIMAS, P.; GKOULIOTI, A.; MARINOS, V.; TSOUPEIS, D.; BOUTARIS, I. Antioxidant activities of some Greek wines and wine phenolic extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 21, p. 614-621, 2008.

SILVA, F. L. N.; SCHMIDT, E. M.; MESSIAS, C. L.; EBERLIN, M N.; SAWAYA, A. C. H. F. Quantitation of organic acids in wine and grapes by direct infusion electrospray ionization

mass spectrometry. *The Royal Society of Chemistry Analytical Methods*, v.7, p.53-62, 2015.

SUN, X.; SHOKRI, S.; GAO, B.; XU, Z.; LI, B.; ZHU, T.; WANG Y.; ZHU, J.; Improving effects of three selected co-pigments on fermentation, color stability, and anthocyanins content of blueberry wine, *LWT - Food Science and Technology* (2022), doi: https://doi.org/10.1016/ j.lwt.2022.113070.

TIITTO-JULKUNEN, R. Phenolic constituents in the leaves of Northern Willows: Methods for the analysis of certain phenolics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.33, n.2, p.213-217, 1985).

TONIETTO, J.; MANDELLI, F.; ZANUS, M. C.; GUERRA, C. C.; PEREIRA, G. E. O clima vitícola das regiões produtoras de uvas para vinhos finos do Brasil. *In:* TONIETTO, J.; SOTÉS RUIZ, V.; GÓMEZ-MIGUEL, V. D. Clima, zonificación y tipicidad del vino en regiones vitivinícolas iberoamericanas. Madrid: CYTED, 2012. p. 111-145.

XANTHOPOULOU, M. N.; FRAGOPOULOU, E.; KALATHARA, K.; NOMIKOS, T.; KARANTONIS, H. C.; ANTONOPOULOU, S. Antioxidant and anti-inflammatory activity of red and white wine extracts. *Food Chemistry*, v. 120, p. 665-672, 2010.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa gerou resultados que contribuem para ampliação das tecnologgias envolvidas na elaboração de vinhos tropicais no bioma caatinga, semiárido do Nordeste brasileiro. Esses resultados reforçam a importância de compreender como os vinhos tropicais se comportam após engarrafados e amplia possibilidades, uma vez que vinhos tropaicais que passam por estágio em carvalho apresentam maior estabilidade fenólica e, consequentemente, cromática e de atividade antioxidante ao evoluirem por 36 meses em garrafa. Ademias, esses resultados podem contribuir para modificações no manejo agronômico e nos protocolos de vinificação para aumentar a concentração e estabilidade do compostos fenólicos, visando a elaboração de vinhos que apresentem excelente evolução na garrafa, ou seja, elaborando vinhos de guarda.

Assim, considerando que os vinhos elaborados nas condições edafoclimáticas do semiárido do nordeste brasileiro possuem tipicidade reconhecida, a qualidade demonstrada na evolução em garrafa, após 36 meses, consolida novas possibilidades para Indicação de Procedência Vale do São Francisco (em estruturação), tais como diferencial, estratégia de marketing, valorização e recohecimento de qualidade, além de fortalecer o setor vitivinícola do Vale do Submédio São Francisco.

Essa pesquisa une conhecimento científico à indústria e comércio, além de disponibilizar conhecimento à sociedade, ou seja, promove um retorno técnico-científico para o desenvolvimento sócio-econômico do semiárido nordestino.