



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DOMÉSTICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

**VINHOS COMERCIAIS DO VALE DO SÃO FRANCISCO:  
EFEITOS DAS CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO SOBRE A  
ESTABILIDADE FENÓLICA E CROMÁTICA**

YASODHARA NAZARETH CHAVES CAPELLA

Recife  
2017

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DOMÉSTICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

YASODHARA NAZARETH CHAVES CAPELLA

**Vinhos Comerciais do Vale do São Francisco: efeitos das condições de  
armazenamento sobre a estabilidade fenólica e cromática**

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: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Luciana Leite de Andrade Lima Arruda.

CO-ORIENTADORA: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vera Lúcia Arroxelas Galvão de Lima.

Recife

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DOMÉSTICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

**VINHOS COMERCIAIS DO VALE DO SÃO FRANCISCO:  
EFEITOS DAS CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO SOBRE A  
ESTABILIDADE FENÓLICA E CROMÁTICA**

Por Yasodhara Nazareth Chaves Capella

Esta dissertação foi julgada para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos e aprovada em 09/08/17 pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos em sua forma final.

Banca Examinadora:

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Enayde de Almeida Melo  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Karina Correia da Silveira  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Dr. Giuliano Elias Pereira  
Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho/Semiárido

## AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado iluminação e permitido que eu finalizasse o mestrado.

À minha mãe Aynoara, e ao meu pai Fernando, por tudo que fizeram por mim até hoje, pois sem eles nada seria possível.

Agradeço especialmente ao meu irmão Juan, pela assessoria estatística.

Ao meu namorado, Ivônio, por todo carinho, amor, dedicação e paciência.

Agradeço imensamente à minha orientadora, Prof. Dr<sup>a</sup> Luciana Lima, por todo conhecimento repassado, por toda paciência, apoio e disponibilidade para me ajudar.

Agradeço imensamente também à minha co-orientadora, Prof. Dr<sup>a</sup> Vera Arroxelas, por toda confiança e por acreditar no meu potencial.

À Prof. Dr<sup>a</sup> Maria Inês Sucupira Maciel, coordenadora do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, pelas oportunidades disponibilizadas, paciência e atenção.

À vinícola Santa Maria e à Vinícola do Vale do São Francisco, por gentilmente disponibilizarem as amostras necessárias para a realização desde trabalho.

A todos os meus professores e professoras, desde o jardim de infância até o mestrado, que me trouxeram a essa realização.

À banca examinadora, pela avaliação e sugestões para melhoria deste trabalho.

Aos estagiários Adriana Silva e Tiago Gomes, pela ajuda nas análises e pela descontração no laboratório.

Ao Laboratório de Interfaces e Sistemas Coloidais (LINS/UFPE), à Prof. Beate, e ao estagiário Lucas, pela grande ajuda prestada.

Ao Prof. Dr. Clayton Azevedo, pela disponibilidade e ajuda.

À minha amiga Glaucia (e melhor parceira de trabalho), por literalmente discutir os resultados comigo.

Aos meus colegas de sala, Eron, Saulo, Rodrigo, Elizandra, Marcella e Iris, pelas risadas compartilhadas salpicadas de conhecimento e aprendizagem.

À melhor turma de enologia na qual uma professorinha poderia dar aula e ao melhor chef que uma ajudante de cozinha poderia ter.

À melhor técnica de laboratório do PGCTA, Jaqueline Ferreira, por estar sempre disposta a ajudar.

Por último, mas não menos importante, fica meu agradecimento aos meus amigos Vinícius, Fernando, Luan, Katiana, Isabella, e Vanessa. O melhor grupo de RPG que alguém poderia ter. Vocês são meu potinho de insanidade na normalidade obrigatória do mundo.

A todos: esta conquista é tão minha quanto de vocês. Muito obrigada.

*“Se enxerguei mais longe, foi porque me  
apoei sobre os ombros de gigantes”*

*Isaac Newton.*

## RESUMO

O Vale do São Francisco, localizado no nordeste brasileiro, produz vinhos jovens e de consumo rápido, como espumantes e tintos secos. Nestes os compostos fenólicos apresentam relevante função na qualidade do vinho, desta forma além dos protocolos de vinificação adequados à extração destes compostos, a manutenção dos mesmos no vinho após engarrafamento requer controle de temperatura e luminosidade durante o armazenamento e transporte. O presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos que a temperatura e a luminosidade exercem, durante o armazenamento, sobre a estabilidade fenólica e cromática de vinhos tintos comerciais do Vale do São Francisco por meio de análises espectrofotométricas e cromatográficas. Foram avaliadas 36 garrafas de vinhos comerciais, de quatro cultivares (Cabernet Sauvignon, Syrah, Tannat e Ruby Cabernet) elaborados em duas vinícolas localizadas no Vale do São Francisco, em relação aos seguintes parâmetros: polifenóis totais, índice de polifenóis, antocianinas totais, intensidade e tonalidade da cor por espectrofotometria, além de pH, acidez total titulável e perfil fenólico por cromatografia líquida de alta eficiência com detector de absorvância UV/Vis (CLAE UV/Vis). As amostras foram divididas em 5 grupos: amostras abertas e analisadas no mesmo dia (T0), amostras armazenadas em condições ideais, posição horizontal, temperatura de  $16^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , por 30 dias (CIA), amostras armazenadas na posição horizontal, a temperatura controlada de  $30^{\circ}\text{C}$  por 30 dias (TC), amostras colocadas em câmara de fotoestabilidade por 15 horas para simular exposição à radiação ultravioleta em posição horizontal (LUV) e amostras colocadas em estufa a  $30^{\circ}\text{C}$  por 30 dias e, em seguida, levadas à câmara de fotoestabilidade por 15 horas em posição horizontal (TCLUV). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) utilizando o programa *Statistic 7.0 software*® (Stat-Soft, Tulsa, OK, USA). Foi aplicada análise de componente principal (PCA) para agrupar e classificar os vinhos em função das características fenólicas e cromáticas, cultivares, e condições de armazenamento (temperatura e radiação). Todos os vinhos apresentaram altas concentrações de compostos fenólicos no grupo T0, mas todos perderam com o armazenamento, mesmo em condições ideais. Os vinhos de Cabernet Sauvignon sofreram de maneira semelhante em relação à temperatura de armazenamento e radiação ultravioleta, enquanto os vinhos de Syrah apresentam alta sensibilidade à temperatura, e os de Ruby Cabernet tem elevada sensibilidade à radiação ultravioleta. Apesar disso, todos os vinhos sofreram em maior ou menor grau com as condições de armazenamento quando avaliamos o perfil fenólico e observamos perdas significativas de compostos benéficos à saúde. A Análise de Componentes Principais agrupou e classificou os vinhos de maneira satisfatória.

Palavras-chave: *Vitis vinifera*, temperatura, radiação UV/Vis, degradação, vinhos tropicais.

## ABSTRACT

The São Francisco Valley, located in the Brazilian Northeast produces young wines and for fast consumption, such as sparkling wines and red wines. In these wines, phenolic compounds have an important role in the quality of the wine, this way, besides the vinification protocols adequate to the extraction of these compounds, the maintenance of the latter in the wine after bottling requires control of the temperature and luminosity during the storing and transport. The aim of this study was to evaluate the effects of temperature and luminosity on the phenolic and chromatic stability of commercial red wines from São Francisco Valley during storage by means of spectrophotometric and chromatographic analyzes. Thirty-six bottles of commercial wines of four varieties (Cabernet Sauvignon, Syrah, Tannat and Ruby Cabernet) produced in two wineries located in the São Francisco Valley were evaluated for the following parameters: total polyphenols (using Folin- Ciocalteu reagent), index of polyphenols (absorbance at 280 nm), total anthocyanins, intensity and color hue, as well as pH, total titratable acidity and phenolic profile by high performance liquid chromatography (HPLC) with absorbency detector UV/Vis (CLAE UV/Vis). The samples were divided into 5 groups: T0: open and analyzed samples on the same day; CIA: samples stored under ideal conditions of storage (horizontal position, temperature of  $16\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) for 30 days; TC: samples stored at  $30^{\circ}\text{C}$  for 30 days in horizontal position, in an oven; LUV: samples placed in a photostability chamber (horizontal position) for 15 hours to simulate exposure to ultraviolet radiation and TCLUV: samples placed in an oven at  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  for 30 days (horizontal position ) and then taken to the photostability chamber for 15 hours (horizontal position). The data were submitted to analysis of variance (ANOVA) and the means were compared by the Tukey test ( $p < 0.05$ ) using Statistic software 7.0 (Stat-Soft, Tulsa, OK, USA). Principal Component Analysis (PCA) was applied to group and classify wines according to phenolic and chromatic characteristics, cultivars, and storage conditions (temperature and radiation). All wines had high concentrations of phenolic compounds in the T0 group, but all lost it with storage, even in ideal conditions. The wines of Cabernet Sauvignon suffered similarly in terms of storage temperature and ultraviolet radiation, while Syrah wines are highly sensitive to temperature, and Ruby Cabernet wines have a high sensitivity to ultraviolet radiation. Nevertheless, all the wines have suffered in a greater or lesser degree with the storage conditions when we evaluate the phenolic profile and observed significant loss of beneficial compounds to health. The Principal Components Analysis grouped and classified the wines satisfactorily.

Keywords: *Vitis vinifera*, temperature, UV / Vis radiation, degradation, tropical wines.



## Lista de Figuras

<b>Figura 1.</b> Regiões vitícolas no mundo.....	17
<b>Figura 2.</b> Gráfico do consumo de vinho <i>per capita</i> anual na França, Itália e Portugal (2010-2012).....	18
<b>Figura 3.</b> Região do Vale do São Francisco e principais municípios vitivinícolas.....	22
<b>Figura 4.</b> Temperatura média compensada (°C) anual – Normal Climatológica do Brasil 1961 - 1990.....	23
<b>Figura 5.</b> Gráfico dos principais mercados das vitivinícolas (percentual de empresas).....	27
<b>Equação 1.</b> Cálculo da exposição de medicamentos à luz.....	31
<b>Artigo:</b> Efeitos das condições de armazenamento sobre a estabilidade fenólica e cromáticas de vinhos tintos comerciais do Vale do São Francisco	
<b>Figura 1.</b> Conteúdo de Polifenóis Totais (PT) ( $\text{mgL}^{-1}$ em EAG) de vinhos tintos tropicais submetidos à variações nas condições de armazenamento.....	48
<b>Figura 2.</b> Índice de Polifenóis Totais (IPT) de vinhos tintos tropicais submetidos à variações nas condições de armazenamento.....	50
<b>Figura 3.</b> Conteúdo de Antocianinas (ANT) ( $\text{mgL}^{-1}$ de malvidina) de vinhos tintos tropicais submetidos à variações nas condições de armazenamento.....	51
<b>Equação 1.</b> Equilíbrio químico entre antocianinas monoméricas e copigmentadas.....	51
<b>Equação 2.</b> Reações de polimerização entre antocianinas.....	51
<b>Figura 4.</b> Intensidade da Cor (IC) de vinhos tintos tropicais submetidos à variações nas condições de armazenamento.....	53
<b>Figura 5.</b> Tonalidade de vinhos tintos tropicais submetidos à variações nas condições de armazenamento.....	54

<b>Figura 6.</b> Contribuição das variáveis (i) e distribuição dos vinhos tintos (ii) de Cabernet Sauvignon, durante o armazenamento em condição inadequada em garrafa, em duas dimensões no sistema de coordenadas definido pela primeira e segunda componente principal.....	61
<b>Figura 7.</b> Contribuição das variáveis (i) e distribuição dos vinhos tintos (ii) de Syrah, durante o armazenamento em condição inadequada em garrafa, em duas dimensões no sistema de coordenadas definido pela primeira e segunda componente principal.....	62
<b>Figura 8.</b> Contribuição das variáveis (i) e distribuição dos vinhos tintos (ii) de Tannat, durante o armazenamento em condição inadequada em garrafa, em duas dimensões no sistema de coordenadas definido pela primeira e segunda componente principal.....	63
<b>Figura 9.</b> Contribuição das variáveis (i) e distribuição dos vinhos tintos (ii) de Ruby Cabernet, durante o armazenamento em condição inadequada em garrafa, em duas dimensões no sistema de coordenadas definido pela primeira e segunda componente principal.....	64

## Lista de Tabelas

<b>Tabela 1.</b> Produção de uvas para processamento e para consumo <i>in natura</i> , no Brasil, em toneladas.....	19
<b>Tabela 2.</b> Regiões produtoras de uva no Brasil.....	20
<b>Tabela 3.</b> Área plantada de videiras no Brasil, em hectares.....	21
<b>Tabela 4.</b> Porcentagem de transmissão da luz em relação à cor da garrafa.....	33
<b>Artigo:</b> Efeitos das condições de armazenamento sobre a estabilidade fenólica e cromáticas de vinhos tintos comerciais do Vale do São Francisco	
<b>Tabela 1.</b> Identificação das amostras de vinho analisadas.....	44
<b>Tabela 2.</b> Concentração de fenólicos e parâmetros cromáticos de vinhos tintos tropicais comerciais após exposição à radiação UV por 15 horas.....	47
<b>Tabela 3.</b> Percentuais de amarelo, vermelho e azul de vinhos tintos tropicais submetidos a variações nas condições de armazenamento.....	55
<b>Tabela 4.</b> Valores de pH de vinhos tintos tropicais submetidos a variações nas condições de armazenamento.....	56
<b>Tabela 5.</b> Valores de acidez total titulável (g/ml) de vinhos tintos tropicais submetidos a variações nas condições de armazenamento.....	57
<b>Tabela 6.</b> Perfil fenólico de vinhos tintos tropicais submetidos à variações nas condições de armazenamento.....	60

## Lista de abreviaturas

T0: amostras abertas e analisadas no mesmo dia

CIA: amostras armazenadas em condições ideais (posição horizontal, temperatura de  $16^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ ) por 30 dias

TC: amostras armazenadas em estufa ( $30^{\circ}\text{C}$  por 30 dias), em posição horizontal

LUV: amostras expostas à luz ultravioleta por 15h em posição horizontal

TCLUV: amostras armazenadas em estufa ( $30^{\circ}\text{C}$  por 30 dias) e expostas à luz ultravioleta por 15h em posição horizontal

PT: polifenóis totais (Folin-Ciocalteu)

IPT: índice de polifenóis totais (absorbância à 280nm)

ANT: antocianinas monoméricas totais

IC: intensidade da cor

T: tonalidade da cor

AG: ácido gálico

CT: catequina

AS: ácido sirínico

AC: ácido caféico

*t*-RV: *trans*-resveratrol

RT: rutina

MI: miricetina

CA: caempferol

AV: ácido vanílico

QE: quercetina

AF: ácido ferúlico

UV: ultravioleta

ICH: *International Conference of Harmonization*

ATT: acidez total titulável

## Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2. PROBLEMA DE PESQUISA E HIPÓTESE</b> .....	16
<b>2.1. Problema da Pesquisa</b> .....	16
<b>2.2. Hipótese</b> .....	16
<b>3. REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	17
<b>3.1. Histórico do vinho</b> .....	17
<b>3.2. Vinhos no Mundo</b> .....	18
<b>3.3. Vitivinicultura Brasileira</b> .....	19
<b>3.4. Vinhos Tropicais Brasileiros</b> .....	22
<b>3.5. Arranjo Produtivo Local (APL) no Vale do São Francisco</b> .....	25
<b>3.6. Compostos fenólicos do vinho e seus benefícios à saúde humana</b> .....	29
<b>3.7. Ácidos orgânicos</b> .....	31
<b>3.8. Efeitos da luz e temperatura no armazenamento de vinhos</b> .....	32
<b>4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	35
<b>5. RESULTADOS</b> .....	43
Artigo: Efeitos das condições de armazenamento sobre a estabilidade fenólica e cromática de vinhos tintos comerciais do Vale do São Francisco	
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	73
<b>7. ANEXO</b> .....	74
Especificações técnicas da câmara de fotoestabilidade desenvolvida pelo Núcleo de Pesquisas em Nutrição Parenteral/ UFPE.....	
	74

## 1. INTRODUÇÃO

Existem evidências de que o vinho era produzido e consumido há cerca de 3.000 anos a.C. na região do Cáucaso (Geórgia e Armênia), tendo sua produção e comercialização sido disseminada nos países vizinhos, até chegar ao Novo Mundo por meio de expedições colonizadoras. Entretanto, apenas áreas de clima temperado (latitudes de 30° a 50°N, e 29° a 45°S) eram capazes de produzir vinhos de qualidade em quantidades economicamente viáveis. A mudança neste paradigma ocorreu com o domínio de tecnologias produtivas e técnicas de irrigação adaptadas às condições edafoclimáticas permitindo o surgimento da vitivinicultura tropical (SOARES; LEÃO, 2009; PHILLIPS, 2005; JOHNSON, 2004).

No nordeste brasileiro a vitivinicultura tropical vem se desenvolvendo no Vale do São Francisco (VSF) desde a década de 1980. Esta região localiza-se entre as latitudes 8° a 9°S e longitude 40°W e é caracterizada pelo clima tropical semiárido e pela irrigação utilizando as águas do rio São Francisco. Deste modo, a região obtém uma produção anual escalonada com duas a três safras, sendo responsável por cerca de 15% da produção nacional de vinhos finos (LIMA *et al.*, 2014; VASCONCELOS *et al.*, 2012; PEREIRA *et al.*, 2011; SOARES e LEÃO, 2009).

Independente da região de produção, as uvas viníferas são ricas em compostos fenólicos, metabólitos secundários produzidos em diversas partes das plantas, que apresentam distintas funções nos tecidos vegetais como proteção contra a radiação ultravioleta, ataques fúngicos e injúrias mecânicas. Nos vinhos, a composição fenólica é fortemente influenciada pelo cultivar da uva, condições de cultivo, manejo agrônômico e protocolo de vinificação. Estes compostos são de fundamental importância enológica, sendo responsáveis por características sensoriais que conferem qualidade ao vinho, tais como cor, *flavour*, adstringência, amargor, estabilidade da cor e capacidade de envelhecimento. Além disso, o perfil fenólico pode ser utilizado como um marcador de tipicidade desta bebida (MULERO *et al.*, 2015; TORRES; GOICOECHEA; ANTOLÍN, 2015; PATI *et al.*, 2014; FERRER-GALLEGO *et al.*, 2014; LIMA *et al.*, 2011).

Modificações positivas na composição dos compostos fenólicos (a exemplo da polimerização de taninos) ocorrem em vinhos de longa guarda, ou seja, naqueles que podem ser armazenados por um longo tempo, e ao contrário da maioria dos alimentos, o envelhecimento, neste caso, está relacionado com a qualidade. (SÁENZ-NAVAJAS *et al.*, 2014; HERNANZ *et al.*, 2009). Entretanto, no Vale do São Francisco, os produtores

apostaram nos vinhos jovens, principalmente vinhos tintos secos e espumantes tipo moscatel, com muitos aromas frutados, caracterizados pelo consumo em menor tempo, gerando rotatividade no mercado (HORA; MATTOSINHO; XAVIER, 2016).

Independente de serem vinhos jovens ou de guarda, para que o consumidor tenha uma percepção de qualidade adequada, este deve ser armazenado em condições ideais, tais como umidade em torno de 60%, temperatura média de  $16^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$  e luminosidade reduzida, pois estes fatores afetam a composição do vinho e, conseqüentemente, suas características sensoriais e benefícios à saúde humana (ARAPITSAS *et al.*, 2016; SÁENZ-NAVAJAS *et al.*, 2014; MARQUEZ; SERRATOSA; MERIDA, 2014; HERNANZ *et al.*, 2009; MARCO; AZPILICUETA, 2006).

O Vale do São Francisco está localizado na mesorregião do Sertão no estado de Pernambuco, com um clima seco, onde as temperaturas máximas dos últimos cinco anos atingiram  $40^{\circ}\text{C}$ . A Região Metropolitana de Recife está no litoral, com temperaturas médias de  $30^{\circ}\text{C}$  (BRASIL, 2017). Ao sair da vinícola, o vinho passa variações de temperatura, umidade e luminosidade até chegar ao consumidor recifense, e na maioria dos casos, o transporte é realizado por meio de caminhões sem refrigeração e os produtos são acondicionados em caixas de papelão. Além disso, ao chegar aos distribuidores, podemos ver estes produtos expostos à luz fluorescente direta, com temperaturas diferentes das adequadas. Estas condições de transporte e armazenamento diferentes das ideais causam mudanças químicas na composição do vinho, chegando, em casos extremos, a acelerar a degradação dos compostos fenólicos.

Sendo o Vale do São Francisco uma região promissora a vitivinicultura e considerando a importância desta atividade para o desenvolvimento local e regional, são necessários estudos visando à elaboração de vinhos de qualidade que atendam aos padrões de qualidade dos consumidores nacionais e internacionais. Além disso, experimentos que buscam determinar a estabilidade e o potencial de envelhecimento na garrafa são importantes para que o vinho desta Região chegue à taça do consumidor igual ou melhor que o vinho que deixou a vinícola, possibilitando o incremento de emprego e renda para a região. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência que a temperatura e a luminosidade exercem, durante o armazenamento, sobre os parâmetros cromáticos e composição fenólica dos vinhos tintos comerciais elaborados no Vale do São Francisco.

## **2. PROBLEMA DE PESQUISA E HIPÓTESE**

### **2.1. Problema da Pesquisa**

A composição fenólica e cromática dos vinhos sofre variações em função de vários fatores, dentre eles, as condições de armazenamento do vinho engarrafado. O vinho, ao sair da vinícola, é submetido ao transporte e comercialização em condições diferentes das ideais. A exposição a estes fatores altera a estabilidade fenólica e cromática do vinho?

### **2.2. Hipótese**

Os vinhos tintos jovens do Vale do São Francisco submetidos, durante a cadeia de comercialização, a diferentes condições de armazenamento tem sua evolução fenólica e cromática influenciada de forma significativa em relação a vinhos armazenados em condições ideais.



### **3. REVISÃO DA LITERATURA**

Segundo a legislação brasileira, o vinho é a bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto simples de uva sã, fresca e madura (BRASIL, 1988). No Brasil, a região do Vale do São Francisco, localizada no semiárido pernambucano, desponta como região vinícola, elaborando vinhos jovens e leves. Atualmente, esta região busca a certificação de Indicação Geográfica para agregar valor aos produtos comercializados. Para isso, são realizados diversos estudos, buscando avaliar a estabilidade dos vinhos em relação à parâmetros diversos. Dentre os parâmetros que podem afetar a estabilidade estão a luminosidade e a temperatura elevada, que alteram a composição fenólica e, conseqüentemente, a cor dos vinhos.

A despeito do tipo de mercado (nacional ou internacional), é necessário que haja um transporte do produtor até ao consumidor final, e é durante este período que os fatores de iluminação e temperatura mais afetam o vinho, devido às variabilidades climáticas, falta de caminhões refrigerados e acondicionamento inadequado dos revendedores, sendo observadas muitas vezes garrafas expostas à iluminação direta. Esta revisão irá abordar a vitivinicultura no Vale do São Francisco e como as condições de armazenamento podem afetar sua estabilidade fenólica e cromática dos mesmos, além de fornecer justificativas para a realização deste trabalho e contribuir para o crescimento e desenvolvimento da vitivinicultura tropical no nordeste do Brasil.

#### **3.1. Histórico do vinho**

Não se pode precisar exatamente o local ou a época em que o vinho foi feito pela primeira vez. Entretanto, sabe-se que a mais de dois milhões de anos o homem coexistia com as uvas, portanto é provável que estes homens tenham conhecido o vinho por “acidente”, ao esquecerem uvas em recipientes e estas fermentarem (PHILLIPS, 2005).

Da Europa, por meio das expedições colonizadoras, as vinhas chegaram a outros continentes, se aclimataram e passaram a fornecer bons vinhos, especialmente nos continentes Americano (Estados Unidos, Argentina, Chile e Brasil), Africano (África do Sul) e Oceania (Austrália e Nova Zelândia). A uva foi trazida para as Américas por Cristóvão Colombo, na sua segunda viagem às Antilhas em 1493, e se espalhou, a seguir,

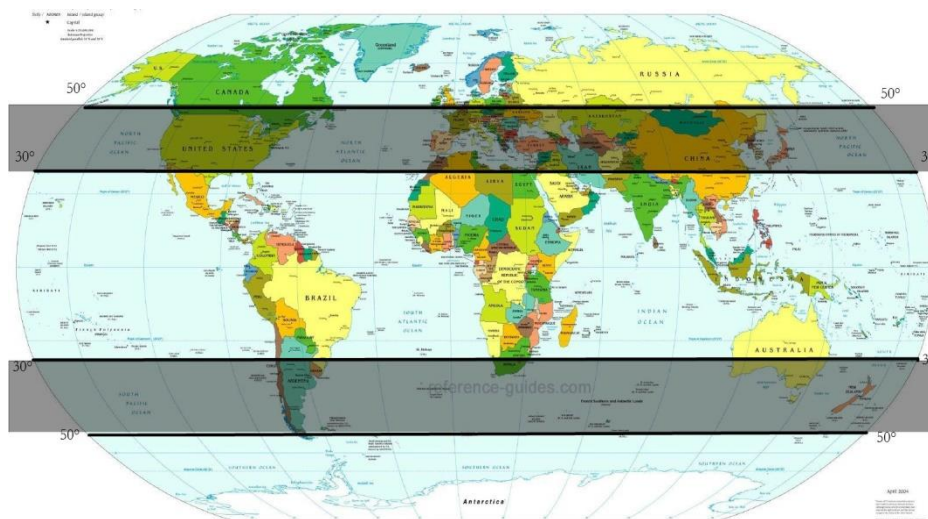
para o México e sul dos Estados Unidos e às colônias espanholas da América do Sul. As videiras foram trazidas da Ilha da Madeira ao Brasil em 1532 por Martim Afonso de Souza e plantadas por Brás Cubas, inicialmente no litoral paulista e depois, em 1551, na região de Tatuapé (HORA; MATTOSINHO; XAVIER, 2016; PHILLIPS, 2005; JOHNSON, 2004).

A partir do século XX a elaboração dos vinhos tomou novos rumos com o desenvolvimento tecnológico na viticultura e na enologia, propiciando conquistas, tais como, o cruzamento genético e seleção de cepas de leveduras, a colheita mecanizada e a fermentação "a frio" na elaboração dos vinhos brancos (JOHNSON, 2004).

### 3.2. Vinhos no Mundo

Tradicionalmente, o cultivo da videira é conduzido em regiões de clima temperado, entre as latitudes de 30° e 50° N, e 29° e 45° S (SOARES; LEÃO, 2009), delimitando assim a produção de vinhos. Os principais produtores são: Europa (Portugal, Espanha, França, Itália e Alemanha), África do Sul, Austrália, Nova Zelândia, Estados Unidos, Chile, Argentina, Uruguai e sul do Brasil (Figura 1).

**Figura 1.** Regiões vitícolas no mundo.

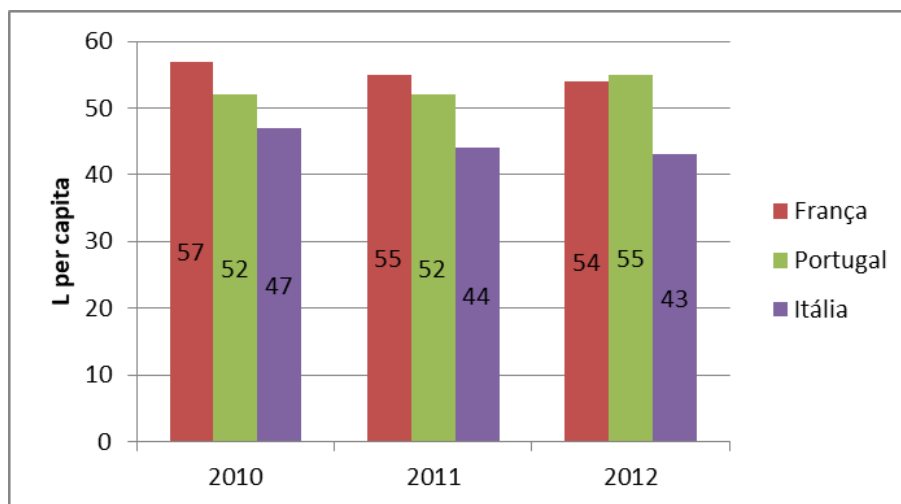


Fonte: [http://cdn1.hubspot.com/hub/159672/images/World\\_Wine\\_Map1.jpg](http://cdn1.hubspot.com/hub/159672/images/World_Wine_Map1.jpg)

Como esperado, os maiores consumidores de vinho no mundo são países europeus, como França, Portugal e Itália, com 53,6, 55,4 e 43,2 litros de vinho *per capita* no ano de 2012, respectivamente. No entanto, entre 2010 e 2012 houve uma queda no consumo de

aproximadamente 5,5% na França e 8,7% na Itália, e apenas Portugal mostrou leve aumento, como mostra a Figura 2 (OIV, 2016).

**Figura 2.** Gráfico do consumo de vinho per capita anual na França, Itália e Portugal (2010-2012).



Fonte: OIV, 2016

No entanto, um aumento crescente no consumo desta bebida em países do Novo Mundo (Argentina, Chile, África do Sul, Austrália, Nova Zelândia e Estados Unidos) tem sido observado, passando de 3,1% (entre 1986 e 1990) para 23,4% da produção mundial entre 2001 a 2005, mostrando uma tendência de consumo crescente de vinhos (SATO, 2009). O consumo *per capita* no Brasil oscilou pouco entre 2002 e 2010, até que obteve incremento de 0,5 L por pessoa por ano em 2011, saindo de 1,6 litros em 2010 para 2,1 litros em 2011. Em 2012 caiu para 2 L e estacionou. Além disso, esta média de consumo brasileira engloba também os vinhos de mesa, considerando apenas vinhos finos, a média cai para 0,7 L por pessoa. Enquanto isso, as médias de consumo em outros países da América do Sul foram de 17,46 e 23,46 L por pessoa/ano em 2014, no Chile e Argentina respectivamente (WINE INSTITUTE, 2014; DEBASTIANI *et al.*, 2015).

### 3.3. Vitivinicultura Brasileira

Algum tempo após o cultivo da videira ter sido introduzido no Brasil, os portugueses destruíram os vinhedos instalados, pois não queriam que os vinhos nacionais concorressem com os portugueses no mercado brasileiro. Diante deste contexto, a cultura vitivinícola brasileira praticamente cessou, sendo retomada por volta de 1870-1875 com a chegada dos imigrantes italianos na Serra Gaúcha. Porém, até 1960 os vinhos brasileiros

apresentaram baixa evolução, devido à facilidade de importação de bebidas estrangeiras e pela falta de incentivos governamentais, vindo a ter melhorias apenas depois de 1970, graças à instalação de empresas multinacionais ligadas ao setor. Desta maneira, a vitivinicultura nacional se expandiu, melhorando a qualidade do vinho brasileiro, além de emergir na região do Vale do São Francisco, onde esta atividade encontrou condições ambientais adequadas para a constituição de um aglomerado de vitivinícolas engajadas em fazer parte do mercado nacional e internacional da bebida, contribuindo para o aumento da competitividade do produto com vinhos estrangeiros de boa reputação. Atualmente, as principais regiões produtoras de vinhos finos no Brasil estão localizadas nos estados do Rio Grande do Sul (Serra Gaúcha, Serra do Sudeste e Campanha) e Pernambuco/Bahia (Vale do São Francisco) (HORA; MATTOSINHO; XAVIER, 2016; ALBERT, 2006; PACHECO, 2006; PROTAS; CAMARGO; MELLO, 2001).

Considerando o panorama atual dos produtos agrícolas, pode-se observar o quanto a viticultura está presente no Brasil. No ano de 2015 foram produzidas 1.499.353 toneladas de uvas no Brasil, com aumento de 4,41% em relação ao ano de 2014, entretanto ocorreu redução de produção nos estados da Bahia, São Paulo e Paraná, além da redução da área cultivada. Na Bahia a redução da produção foi de 0,13%, em São Paulo foi de 3,22% e no Paraná a produção de uva diminuiu 1,12%. No Rio Grande do Sul, maior estado produtor de uvas, ocorreu aumento de 7,85% na produção em 2015, em Santa Catarina ocorreu acréscimo de 4,66% e em Pernambuco ocorreu um leve incremento de 0,25% no mesmo período (MELLO, 2015).

Nesse mesmo período a produção de uvas destinadas ao processamento (vinho, suco e derivados) foi de 781.412 milhões de quilos de uvas, representando 52,12% da produção Nacional. O restante da produção (47,88%) foi destinado ao consumo *in natura* (Tabela 1).

**Tabela 1.** Produção de uvas para processamento e para consumo *in natura*, no Brasil, em toneladas.

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

Fonte: Dados estimados por Loiva Maria Ribeiro de Mello - Embrapa Uva e Vinho, considerando os dados oficiais de uva para processamento do Rio Grande do Sul, e uma estimativa para os demais estados brasileiros, 2015.

A quantidade de uvas processadas para elaboração de vinhos e suco apresentou aumento de 16,03% em 2015, em relação ao ano de 2014 (MELLO, 2015). A região Sul, em especial o estado do Rio Grande do Sul, continua com a maior participação na produção brasileira de uvas viníferas, porém, o Nordeste tem apresentado maior rendimento médio (Tabela 2), ocupando o segundo lugar na elaboração de vinhos Nacionais. (DEBASTIANI et al., 2015).

**Tabela 2.** Regiões Produtoras de Uva no Brasil.

Região	Estado	Safra 2014 (toneladas)	Safra 2015 (toneladas)	Rendimento médio (Kg/ha) 2014	Rendimento médio (Kg/ha) 2015
Nordeste	Ceará	573	579	22.920	23.160
	Pernambuco	236.719	237.367	34.817	34.835
	Bahia	77.504	77.392	27.080	27.022
	Total	314.796	315.338	32.500	32.499
Sul	Paraná	80.910	84.000	14.500	15.000
	Santa Catarina	67.325	68.782	13.948	14.176
	Rio Grande do Sul	812.537	876.286	16.251	17.618
	Total	960.772	1.029.068	15.906	17.097
	Brasil	1.437.245	1.510.554	18.154	19.121

Fonte: DEBASTIANI et al., 2015 (modificada).

A área ocupada com vinhedos diminuiu em 2015, seguindo uma tendência iniciada em 2013, com redução de 1,83% na área plantada (Tabela 3), as reduções mais significativas ocorreram nos estados da região Sul, enquanto que nos estados do Nordeste as áreas cultivadas com videiras apresentaram variações mínimas neste período (MELLO, 2015). Baseado nisto, podemos observar que o aumento na quantidade de uvas destinada ao processamento evidencia a importância da cultura da videira para o agronegócio do Brasil.

**Tabela 3.** Área plantada de videiras no Brasil, em hectares.

Estado\Ano	2013*	2014**	2015***
	Área plantada (ha)		
<b>Pernambuco</b>	6.817	6.833	6.833
<b>Bahia</b>	2.395	2.864	2.861
<b>Minas Gerais</b>	849	834	925
<b>São Paulo</b>	9.526	8.308	7.821
<b>Paraná</b>	5.824	5.580	4.800
<b>Santa Catarina</b>	4.474	4.989	4.940
<b>Rio Grande do Sul</b>	51.450	51.005	50.743
<b>Goiás</b>	222	138	133
<b>Brasil</b>	<b>81.607</b>	<b>80.576</b>	<b>79.094</b>

\*Dados capturados em 23.01.2014. \*\* Dados capturados em 13.01.2015 \*\*\* Dados capturados em 12.01.2016. Fonte: Mello, 2015 (modificado).

### 3.4. Vinhos Tropicais Brasileiros

A vitivinicultura tropical brasileira teve seu início na década de 1980, com a Vinícola Vale do São Francisco iniciando a produção da Fazenda Milano, no município de Santa Maria da Boa Vista, em Pernambuco. A empresa optou pela produção de vinhos jovens, com tecnologia trazida dos Estados Unidos (Califórnia), videiras da Europa, e mão-de-obra especializada de enólogos oriundos do Rio Grande do Sul. O sucesso desta empresa, demonstrado pela aceitação do Vinho Botticelli pelo mercado nacional, estimulou a ida de outras empresas para o polo Petrolina/Juazeiro, sendo as principais a Fazenda Ouro Verde/Miolo *Wine Group* (Casa Nova/BA), Fazenda Santa Maria/*Global Wines/Vinibrasil* (Lagoa Grande/PE) e Bianchetti (Lagoa Grande/PE) (VITAL, 2009).

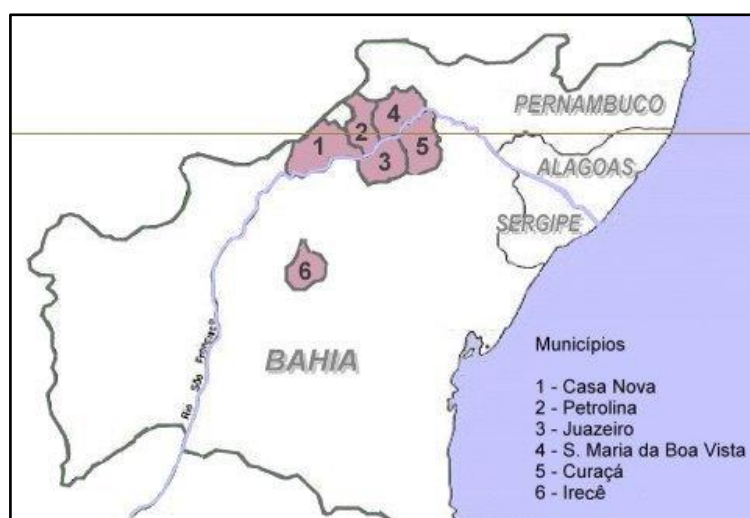
O estado de Pernambuco é caracterizado por dois tipos de clima: o tropical úmido (predominante no litoral, com temperaturas médias entre 25°C e 30°C e precipitações médias anuais entre 1.500 mm e 2.500 mm) e o semiárido (predominante no interior). Entretanto, em algumas regiões, como no centro-leste de Pernambuco é comum o clima tropical de altitude, especialmente no Planalto da Borborema e em outras consideradas serranas com ocorrência de microclimas (áreas com temperaturas mais amenas) podendo atingir mínimas de 10°C, e no centro-oeste do estado há regiões que apresentam clima

semiárido – com temperaturas elevadas (máximas de 40°C) e radiação solar intensa (BRASIL, 2017; BRASIL, 2005).

Mais de 70% do estado de Pernambuco está inserido no chamado Polígono das Secas, região marcada pela média anual pluviométrica em torno dos 800 mm. Dos 185 municípios pernambucanos, 145 ficam nesta área, incluindo as mesorregiões do Sertão e do Agreste, como a do São Francisco (BRASIL, 2005).

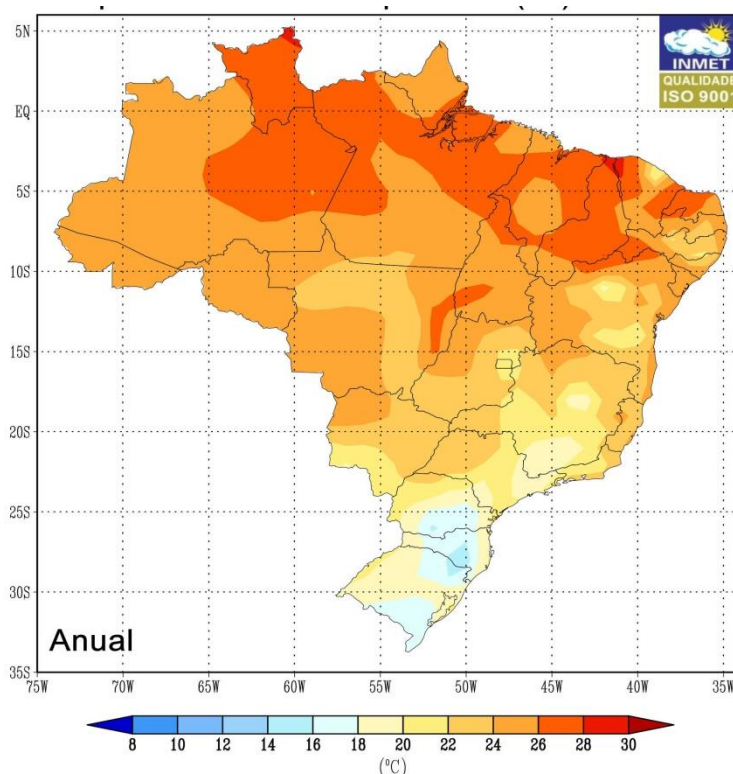
A região do Vale do São Francisco (Figura 3), localizada no nordeste brasileiro entre as latitudes 8° e 9°S e longitude 40°W, se distingue do restante das regiões da vitivinicultura tradicional em todo o mundo por apresentar fatores edafoclimáticos diferenciados como clima tropical semiárido, média de 500 mm de precipitação pluviométrica anual (concentrada entre dezembro e abril), temperatura média anual de 26°C (Figura 4) solo argilo-arenoso inconsolidado com boa drenagem, luminosidade superior a 3.000 horas de sol por ano e umidade relativa do ar média de 50%. Estes fatores, associados à irrigação proveniente do rio São Francisco, promovem uma produção anual escalonada de uvas viníferas, com duas a três safras, dependendo da cultivar utilizada, e redução de doenças fúngicas, fazendo com que a região seja responsável por 15% da produção nacional de vinhos finos (LIMA *et al.*, 2014; VASCONCELOS *et al.*, 2012; PEREIRA *et al.*, 2011).

**Figura 3.** Região do Vale do São Francisco e principais municípios vitivinícolas.



Fonte: [http://www.academiadovinho.com.br/regiao/reg\\_br04\\_m.jpg](http://www.academiadovinho.com.br/regiao/reg_br04_m.jpg)

**Figura 4.** Temperatura média compensada (°C) anual – Normal Climatológica 1961-1990



Fonte: <http://www.inmet.gov.br/porta/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>

O termo *terroir* tem sido usado no mundo para definir a influência do solo, temperatura, pluviosidade, luminosidade, relevo e atuação do homem, na composição química dos vinhos. A concentração dos diversos compostos existentes na uva, importantes para a qualidade do vinho, sofre forte influência do *terroir* no qual a videira se encontra, e, conseqüentemente, na tipicidade dos vinhos (ANDRADE *et al.*, 2013)

Portanto, devido ao *terroir* único do Vale do São Francisco (VSF), os vinhos produzidos nesta região apresentam características sensoriais e composição fenólica que os diferenciam dos vinhos elaborados em regiões de clima temperado. As principais uvas plantadas são as tintas Cabernet Sauvignon, Syrah, Merlot, Tannat e Ruby Cabernet, e as brancas Chenin Blanc, Moscateis Itália e Canelli, e Sauvignon Blanc. Os vinhos elaborados no Vale são jovens, predominantemente tintos secos e espumantes tipo moscatel. Em geral, os vinhos são alcóolicos, com acidez média, aromas e sabores frutados, estrutura de leve a encorpado (HORA; MATTOSINHO; XAVIER, 2016; GUERRA, 2012; FIALHO, 2004).



Atualmente, o VSF produz cerca de 60 tipos de vinhos finos, espumantes e de mesa de diversas marcas e preços, além de alguns sucos de uva, tendo a elaboração realizada por sete vitivinícolas. Com relação aos vinhos finos, a empresa Ouro Verde elabora cinco rótulos com a marca Terra Nova-Miolo; a vinícola Vinibrasil elabora vinhos a exemplo dos varietais (marca Rio Sol), colheita tardia e cortes; a empresa Bianchetti-Tedesco elabora quatro varietais (Sauvignon Blanc, Cabernet Sauvignon, Petit Syrah e Moscato) e um tinto suave; e, a Vinícola Vale do São Francisco elabora 14 estilos de vinhos (6 varietais de marca Botticelli - Petit Syrah, Tannat, Ruby Cabernet, Cabernet Sauvignon, Moscato Canelli Chenin Blanc, espumantes, 5 cortes da marca Don Francesco e 2 filtrados da marca Cristal do Vale) (HORA; MATTOSINHO; XAVIER, 2016).

A elaboração de vinhos no Vale do São Francisco tem proporcionado desenvolvimento econômico para a região, tanto pela geração de empregos diretos e indiretos quanto pelo enoturismo. Ao todo, são gerados na região cerca de 10 mil empregos diretos e indiretos, além da visitação de mais de 1.000 pessoas ao mês, dando a este setor do agronegócio forte importância socioeconômica (SANTOS, 2005).

### **3.5. Arranjo Produtivo Local (APL) no Vale do São Francisco**

Como estímulo para o desenvolvimento da inovação no agronegócio de várias regiões do país, as empresas que atuam no mesmo setor têm, nos últimos anos, se organizando em forma de cooperação e com apoio do Governo do Estado, via o sistema de Arranjo Produtivo Local (APL). Estes APLs são aglomerações de empresas localizadas em um mesmo território que apresentam especialização produtiva e mantêm algum vínculo de articulação, interação, cooperação e aprendizagem entre si e com outros atores locais tais como Governo, associações empresariais, instituições de crédito, ensino e pesquisa. O objetivo principal de um Arranjo Produtivo Local é dinamizar as estruturas empresariais gerando renda e emprego. O desenvolvimento de APL é incentivado por diversos programas, como também pelas estratégias dos fóruns de competitividade dos Governos Estadual e Federal, ancorados em uma dinâmica interativa de trabalho nas cadeias produtivas em plena escala. Em Pernambuco, cabe à Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação (SECTI) a realização de ações voltadas ao aumento da competitividade da economia por meio da inovação tecnológica (ITEP, 2017; HORA; MATTOSINHO; XAVIER, 2016).

Um exemplo deste sistema de organização produtiva é o APL da Vitivinicultura do Vale do São Francisco, caracterizado como um arranjo em processo de expansão do tipo Cooperação – Área de Especialização Produtiva, tendo em vista que a cooperação é evidenciada pelos preços praticados, que se apresentam mais ou menos uniformes, bem como pela adoção de práticas uniformes de gestão da força de trabalho. Já a área de especialização produtiva é expressa por um produto único (vinho), baixa interdependência entre as empresas para gerar o produto, dentre outros fatores (HORA; MATTOSINHO; XAVIER, 2016).

A produção de vinhos diversos neste aglomerado é resultado não apenas da ação interna das empresas, mas da cooperação de várias instituições presentes na região, como a VALEXPOR, a EMBRAPA, o Instituto de Tecnologia de Pernambuco (ITEP), a Agência Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), o Instituto do Vinho do Vale do São Francisco (VINHOVASF) e instituições de ensino. Esta relação inter organizacional faz com que as empresas apresentem aumentando na produção e qualidade dos seus vinhos, adquirindo novas fontes de fomento à inovação, tornando a participação da bebida no mercado mais competitiva. Desta maneira, as etapas de elaboração do vinho são objetos de constantes pesquisas e investimentos, agregando um maior valor ao produto e melhorando a sua reputação diante do público consumidor (HORA; MATTOSINHO; XAVIER, 2016; SOUZA, 2009).

Em relação ao processo de elaboração, a literatura pertinente à conceituação do vinho o define levando em consideração as características peculiares do protocolo de vinificação e as qualidades organolépticas da uva, que por sua vez, depende das técnicas de cultivo, colheita e recepção da fruta nas cantinas das vitivinícolas. Uma definição bastante disseminada pelos pesquisadores refere-se a uma adaptação realizada pela Comunidade Econômica Europeia, a qual afirma que vinho é o produto obtido exclusivamente pela fermentação alcoólica, total ou parcial, de uvas frescas, esmagadas ou não, de mostos de uvas (PEYNAUD, 1993). De acordo com Terenzi, Leal e Bennemann (2006), citado por Hora (2016), vinho é o produto obtido pela fermentação alcoólica da uva em estado maduro, ou seja, é o resultado de uma atividade biológica exercida pela levedura *Sacharomyces cerevisiae*, que atuando sobre o açúcar da uva o transforma em álcool e gás carbônico. Assim, a comparação dos diversos conceitos da bebida permite uma conclusão de que a tecnologia empregada na elaboração do vinho deve ser introduzida em nível de campo, de modo que se consiga chegar à colheita com uvas que apresentem composição

físico-química adequada e equilibrada para que os processos de transformação do mosto resultem na obtenção de vinhos de qualidade (SOARES; LEÃO, 2009).

No Brasil, o vinho é definido na Lei nº 7.678, de 8 de novembro de 1988 (regulamentada pelo Decreto nº 8.198, de 20 de fevereiro de 2014), que dispõe sobre a produção, circulação e comercialização do vinho e seus derivados. No Art. 3º desta lei consta que “o vinho é a bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto simples de uva sã, fresca e madura”, mencionando ainda que a “denominação vinho é privativa do produto a que se refere este artigo, sendo vedada sua utilização para produtos obtidos de quaisquer outras matérias-primas”. A partir desta abordagem, fundamenta-se a concepção de que é indispensável o emprego de tecnologias adequadas no processo de vinificação, bem como na produção da matéria-prima utilizada para a elaboração da bebida, possibilitando desta maneira a obtenção de um vinho correspondente aos padrões exigidos pelos consumidores e órgãos reguladores (HORA; MATTOSINHO; XAVIER, 2016; BRASIL, 2014; BRASIL, 1988).

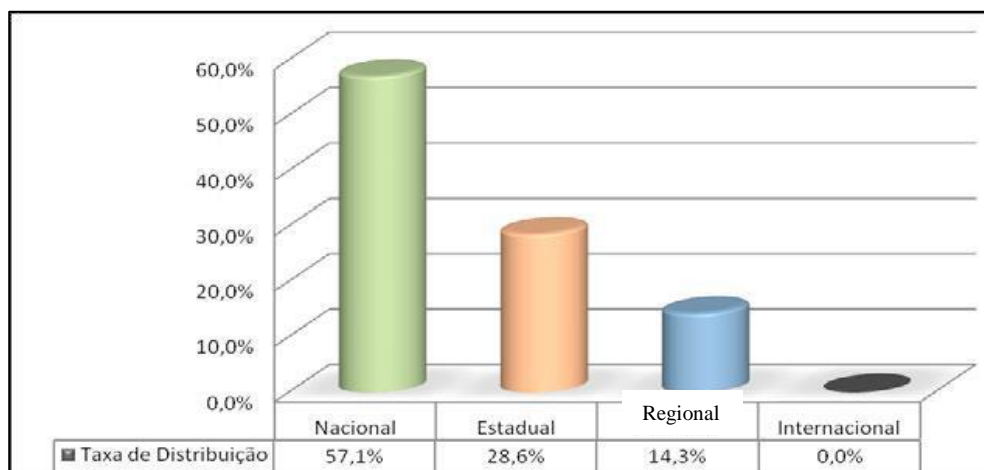
Lima (2006) destaca a deficiência do sistema de transporte como uma fragilidade ao desenvolvimento local e à comercialização dos vinhos produzidos. Produtores entrevistados por ele também afirmam que um obstáculo à comercialização é uma maior dinamização e ampliação do mercado, junto com campanhas de *marketing*.

Hora, Mattosinho e Xavier (2016), ao analisarem as vinícolas do Vale do São Francisco, observaram que as empresas atuam em diversos mercados, entretanto, resumem-se a nacional, regional e estadual, com poucas exportações, apesar dos esforços de algumas empresas, como mostra a Figura 5. Segundo as empresas, as maiores dificuldades para adentrar no mercado internacional do vinho são: o desconhecimento da bebida brasileira por este mercado e a necessidade de obtenção da certificação de Indicação Geográfica.

Segundo a legislação brasileira (Lei 9.279/96), “constitui indicação geográfica a indicação de procedência ou a denominação de origem” (Art. 176), sendo Indicação de Procedência (IP) “o nome geográfico de país, cidade, região ou localidade de seu território, que se tenha tornado conhecido como centro de extração, produção ou fabricação de determinado produto ou de prestação de determinado serviço” (Art. 177) e Denominação de Origem (DO) “o nome geográfico de país, cidade, região ou localidade de seu território, que designe produto ou serviço cujas qualidades ou características se devam exclusiva ou

essencialmente ao meio geográfico, incluídos fatores naturais e humanos” (Art. 178) (BRASIL, 1996).

**Figura 5.** Gráfico dos principais mercados das vitivinícolas (percentual de empresas)



Fonte: Adaptado de Hora; Mattosinho; Xavier (2016).

No sul do país foi registrada a primeira Indicação Geográfica (IG) brasileira - Vale dos Vinhedos, seguida logo depois por outras regiões (Pinto Bandeira, Altos Montes, Monte Belo, Farroupilha e Vale da Uva Goethe) além de mais duas que estão em processo de estruturação: Campanha Gaúcha e Altos de Pinto Bandeira. O Vale do São Francisco é a primeira região do nordeste brasileiro a estar em processo de estruturação da Indicação Geográfica. Os estudos do projeto de IG incluem mapeamento da área, zoneamento de solos, clima, uso da terra, cultivares utilizadas, práticas enológicas, caracterização físico-química e sensorial dos vinhos, envelhecimento em garrafa, definições de padrões, entre outros (TONIETTO; PEREIRA, 2016).

Diante do exposto, podemos observar que o Vale é uma região promissora, a vitivinicultura é importante para o desenvolvimento local e devido a isso se devem realizar mais estudos visando à elaboração de vinhos de qualidade que atendam aos padrões dos consumidores nacionais e internacionais, além de estudos de estabilização e envelhecimento em garrafa, de modo a estimular o consumo nacional e a exportação fazendo com que o vinho que chega à taça do consumidor seja igual ou melhor que o vinho que deixou a vinícola, gerando assim mais emprego e renda para a região.

### 3.6. Compostos fenólicos do vinho e seus benefícios à saúde humana

Independente da região de cultivo, a uva é composta basicamente de açúcares, ácidos orgânicos, compostos aromáticos, compostos fenólicos e aminoácidos. Os compostos fenólicos são metabólitos secundários encontrados em tecidos vegetais, com mais de 8.000 estruturas registradas, dos mais simples, com um único anel benzeno, aos mais complexos, cadeias polimerizadas (FERRER-GALLEGO *et al.*, 2014; LIMA *et al.*, 2011).

De acordo com diversos autores (TORRES; GOICOECHEA; ANTOLÍN, 2015; PATI *et al.*, 2014; FERRER-GALLEGO *et al.*, 2014;), as principais funções dos compostos fenólicos nos tecidos vegetais, são: proteção contra a radiação ultravioleta e visível; antioxidantes com sequestro de espécies reativas de oxigênio; regulador de processos no solo em que controlam a reciclagem e disponibilidade dos nutrientes para a planta e microrganismos do solo; e como moléculas de sinalização entre plantas e outros organismos.

Estes compostos apresentam distribuição desigual pelas diversas partes da uva, sendo a película e a semente as principais áreas de acumulação. A polpa da uva contém essencialmente compostos não-flavonóides, enquanto que na película ( $\pm 12\%$ ), sementes ( $\pm 65\%$ ) e engaços ( $\pm 22\%$ ) encontram-se os flavonóides (TORRES; GOICOECHEA; ANTOLÍN, 2015; MULERO *et al.*, 2015; GALLICE *et al.*, 2011; LIMA *et al.*, 2011; GUERRERO *et al.*, 2009).

Os principais compostos fenólicos presentes no vinho podem ser classificados em flavonoides e não flavonoides. Do primeiro grupo fazem parte as flavonas, flavonóis, flavanonas, flavan-3-óis e antocianinas, e do segundo ácidos hidroxibenzóicos e hidroxicinâmicos, além dos estilbenos (*cis*- e *trans*-resveratrol) (TORRES; GOICOECHEA; ANTOLÍN, 2015).

As antocianinas presentes em uvas viníferas e, conseqüentemente, nos vinhos são os glicosídeos de seis antocianidinas: pelargonidina, delphinidina, cianidina, petunidina, peonidina e malvidina. Os açúcares mais comumente ligados às antocianinas são glicose, frutose, ramnose, xilose, e arabinose, podendo ainda a porção glicosídica está acilada com ácido *p*-cumárico, caféico ou ferúlico. Estes compostos são a principal fonte de pigmentação em vinhos tintos. Os flavonóis e ácidos hidroxicinâmicos estão envolvidos na

estabilização das antocianinas em vinhos jovens por meio da copigmentação, que aumenta a intensidade da cor pela formação de complexos entre antocianinas e cofatores incolores (GUERRERO *et al.*, 2009; LIMA; GUERRA, 2003).

Os flavonóis são glicosídeos de miricetina, quercetina e caempferol e os flavan-3-óis (catequinas monoméricas e proantocianidinas poliméricas) compreendem principalmente, catequina, epicatequina, galocatequina, epigalocatequina e seus polímeros correspondentes. Os ácidos fenólicos são divididos em hidroxinâmicos (ácidos *p*-cumárico, caféico, ferúlico e sináptico) e hidroxibenzóicos (ácidos vanílico, gálico e siríngico). A adstringência, o amargor e a “estrutura” em vinhos jovens são derivados principalmente dos ácidos fenólicos, flavanóis e flavan-3-óis, além da estabilização da cor (GALLICE *et al.*, 2011; LIMA *et al.*, 2011; GUERRERO *et al.*, 2009).

Durante o processo de vinificação, onde ocorre o esmagamento das uvas, as antocianinas são capazes de reagir com outros componentes do mosto, como flavanóis monoméricos e poliméricos, e formar pigmentos derivados chamados pigmentos poliméricos. A quantidade destes pigmentos poliméricos aumenta conforme o vinho envelhece e conferem a estabilidade da cor ao vinho. Estes compostos se formam tanto na presença quanto na ausência de oxigênio, portanto as reações de polimerização que ocorrem durante o armazenamento do vinho fechado são essencialmente anaeróbicas e fortemente influenciadas pela temperatura. Os vinhos jovens são tipicamente vermelhos brilhantes com tons púrpura, enquanto os vinhos envelhecidos tendem a ter uma cor próxima ao vermelho-tijolo devido às diferentes características das antocianinas livres e dos pigmentos poliméricos. Ademais, os flavanóis estão envolvidos em reações de escurecimento e em interações com proteínas que resultam em vinhos turvos. Estas reações alteram a cor e reduzem a adstringência e o amargor, resultando em vinhos mais palatáveis (IVANOVA-PETROPULOS *et al.*, 2015; MARQUEZ *et al.*, 2014; GALLEGO *et al.*, 2013; GUERRERO *et al.*, 2009; HARBERTSON; SPAYD, 2006).

Vários efeitos benéficos à saúde humana já foram atribuídos aos compostos fenólicos, especialmente a redução do índice de doenças crônicas não transmissíveis como câncer, doenças cardiovasculares, diabetes, osteoporose e ação antioxidante sobre as lipoproteínas de baixa densidade (LDL). Além destes, são também efeitos dos compostos fenólicos a capacidade de quelar metais, inibir a atuação de radicais livres, bem como apresentar atividade antitrombótica, antifúngica, antiviral, antialérgica, anti-inflamatória e

também de proteção aos hepatócitos (TORRES; GOICOECHEA; ANTOLÍN, 2015; MULERO *et al.*, 2015; GARAGUSO; NARDINI, 2015; GIOVANELLI; BURATTI, 2009). Diversos estudos (XIANG *et al.*, 2014; HANDOUSSA *et al.*, 2013; SUN *et al.*, 2011; OBRENOVICH *et al.*, 2011, WALTER *et al.*, 2008) têm demonstrado que os compostos fenólicos também apresentam uma citotoxicidade seletiva em células cancerígenas.

O vinho é uma excelente fonte das várias classes de compostos fenólicos, todos com proporção dependente da variedade da uva, clima, solo, condições de cultivo, manejo agrônômico, protocolo de vinificação e condições e tempo de armazenamento. Além de seus benefícios à saúde humana, estes compostos são fundamentais no estudo enológico, pois influenciam em características sensoriais como cor, aroma e amargor, na estabilidade da cor, na capacidade de envelhecimento e na capacidade antioxidante, podendo também ser utilizados como ferramentas de caracterização, através do perfil fenólico (MULERO *et al.*, 2015; FERRER-GALLEGO *et al.*, 2014; ANDRADE *et al.*, 2013).

### 3.7. Ácidos orgânicos

A uva é responsável por mais de 95% dos atributos percebidos no vinho. Seus ácidos orgânicos apresentam, entretanto, variações nas concentrações, a depender da variedade, grau de maturação do fruto, disponibilidade de água e temperatura decorrente da exposição ao sol. Apesar de serem mais resistentes do que outros componentes do vinho (como pigmentos e compostos aromáticos), os ácidos orgânicos apresentam mudanças no seu teor em função dos processos tecnológicos de vinificação e envelhecimento. Nos vinhos, estes ácidos, provenientes da uva e dos processos de fermentação alcoólica e malolática, contribuem com a cor, aroma, gosto, características e equilíbrio gustativo e para a estabilidade microbiológica e química (LIMA *et al.*, 2010; KRITSUNANKUL; PRAMOTE; JAKMUNEE, 2009; RIZZON; SGANZERLA, 2007; VALENTÃO *et al.*, 2007; KALLITHRAKA; BAKKER; CLIFFORD, 1997).

Dentre eles, os principais encontrados nas uvas são os ácidos tartárico, málico e cítrico. O ácido tartárico da uva é o isômero L(+), sendo a videira um dos poucos vegetais onde este ácido está presente em quantidades elevadas. O isômero L(-) do ácido málico, encontrado nas folhas e frutos, é um dos mais difundidos na natureza e possui pouca

resistência à oxidação, enquanto seu precursor, o ácido cítrico, está presente nas raízes. O ácido láctico, produzido durante a fermentação malolática, confere suavidade gustativa, e o ácido succínico é um subproduto da fermentação alcoólica (LIMA *et al.*, 2010; KRITSUNANKUL; PRAMOTE; JAKMUNEE, 2009; RIZZON; SGANZERLA, 2007; FERNANDES; BOAVENTURA, 2006).

No vinho, a acidez pode ser determinada por meio da acidez real (expressa pelo pH), acidez titulável e concentração individual de cada ácido. O pH depende, principalmente, do tipo e concentração dos ácidos orgânicos, além da concentração de cátions, especialmente de potássio (K<sup>+</sup>), que precipitam o ácido tartárico na forma de sal insolúvel de bitartrato de potássio (RIZZON; MIELE, 2001).

Na vinificação, o equilíbrio ácido-base e a variação do pH encontram-se relacionados à composição do mosto, processo de vinificação, síntese dos ácidos durante a fermentação alcoólica, concentração de potássio no solo e predominância de ácido tartárico em relação ao málico. A composição dos ácidos orgânicos pode ser considerada como importante parâmetro para garantir a qualidade e a tipicidade dos vinhos, sejam temperados ou tropicais, identificação do cultivar, condições de cultivo e técnica de vinificação (LIMA, 2010; RIZZON; MIELE, 2002).

### **3.8. Efeitos da luz e temperatura no armazenamento de vinhos**

A composição do vinho muda continuamente durante seu armazenamento em função de parâmetros como temperatura, iluminação, posição das garrafas, conteúdo de oxigênio e tempo de armazenamento. A exposição à luz pode induzir a degradação química de moléculas fotossensíveis, a exemplo dos compostos fenólicos. A transmissão da luz ambiente (solar, incandescente ou fluorescente) pelo vidro é mínima ou nula em comprimentos de onda menores que 320 nm, deste modo, os raios ultravioleta (200 a 400 nm), e a luz visível (entre 410nm a 760nm) são as principais causadoras de degradação durante o armazenamento (WATERMAN e ADAMI, 2005; ISO 21348/2007).

As condições de luz ambiente são difíceis de definir, pois variam de acordo com as condições de armazenamento. Devido à ausência de protocolos estabelecidos para ensaios de exposição à luz com vinhos e à necessidade de quantificar a exposição, têm-se utilizado protocolos relativos a medicamentos, devido à similaridade de cor da embalagem (âmbar)



e sensibilidade dos compostos à radiação ultravioleta. Para quantificar a exposição a qual medicamentos são submetidos, Waterman e Adami (2005) utilizaram a Equação 1, considerando uma fonte de luz de 100W, a distância de 1m da amostra, com a luz ligada 24 horas por dia, resultando na exposição média anual de 70 KW/hora, por metro quadrado em um ano, ou seja, a amostra recebe esta quantidade de energia a cada metro quadrado de amostra por ano.

**Equação 1.** Cálculo da exposição de medicamentos à luz.

$$\begin{aligned} \text{exposição} &= \frac{100W \times 365\text{dias/ano} \times 24h/dia}{4\pi(1m)^2} \\ &= 70Kwh/(m^2\text{ano}) \end{aligned}$$

Fonte: Waterman e Adami (2005).

Entretanto, as fontes de luz, incluindo diretas e indiretas, como luz do sol, lâmpadas fluorescentes e incandescentes têm apenas uma fração da luz na região ultravioleta. Por esta razão, a *International Conference of Harmonization* (ICH) (1997) definiu que o padrão ICH para experimentos com exposição à radiação ultravioleta é de 200Wh/m<sup>2</sup> (WATERMAN; ADAMI, 2005).

O período de armazenamento em garrafa é crítico na cadeia do vinho, pois uma vez que o vinho é engarrafado, não há mais possibilidade de controlar qualquer alteração sensorial. Embora a velocidade das reações químicas durante o armazenamento diminua, ainda existe diversas reações de envelhecimento ocorrendo, muitas delas capazes de gerar alterações sensoriais (positivas ou negativas), que podem ter um efeito sobre a aceitação do consumidor. Durante o envelhecimento em garrafa, estas reações causam mudanças na cor, aroma ou propriedades táteis na boca. Em vinhos tintos são observadas variações na tonalidade com aumento na cor amarela além da diminuição do aroma de frutas frescas, da adstringência e alteração da composição fenólica (SÁENZ-NAVAJAS *et al.*, 2014; HERNANZ *et al.*, 2009).

A cor da garrafa é um fator importante em relação à fotodegradação, em que diferentes comprimentos de onda serão transmitidos a depender da coloração ou composição da garrafa, como mostrado na Tabela 4. Segundo Blake e colaboradores (2010), as cores mais comuns de garrafas, transparente, verde e âmbar, transmitem 95%,

50% e 10% da radiação entre 350nm e 500nm respectivamente, enquanto Dias e colaboradores (2012) afirmam que as garrafas verde-escuras ou âmbar podem transmitir cerca de 30% da luz no comprimento de onda de 580nm e cerca de 5% no comprimento de 350nm e que esta transmissão varia em função da composição e da espessura da garrafa.

**Tabela 4.** Porcentagem de transmissão da luz em relação à cor da garrafa.

Cor da garrafa	% Transmissão		
	580nm	400nm	350nm
Transparente	88,2	82,2	75,2
Azul Claro	88,3	81,8	73,0
Verde Claro	61,8	26,4	34,6
Verde Escuro/Marrom	28,8	2,1	4,7

Fonte: Adaptado de Dias *et al.*, 2012.

Ademais, durante o envelhecimento em garrafa, o aumento da temperatura produz efeitos que são associados a um envelhecimento acelerado, incluindo aumento de pigmentos amarelos e redução da concentração de compostos fenólicos. Existem evidências de que os pigmentos condensados são formados de uma polimerização gradual entre antocianinas e fenóis livres incolores presentes, particularmente flavanóis monoméricos e poliméricos, durante o armazenamento e o envelhecimento de vinhos tintos. Estas reações de polimerização são anaeróbias e fortemente influenciadas pela temperatura (GALLEGO *et al.*, 2013; DIAS *et al.*, 2012).

Pelo exposto, evidencia-se que o estudo da estabilidade fenólica e cromática dos vinhos do Vale do São Francisco se faz necessário, uma vez que não sendo vinhos de guarda, geram uma alta rotatividade no mercado. A legislação vigente não especifica o modo como os vinhos devem ser acondicionados e transportados, logo, os produtores não costumam utilizar caminhões refrigerados e realizam o transporte em caixas de papelão. Assim, devido às condições climáticas do estado de Pernambuco, há uma variabilidade de temperatura durante o transporte entre a vinícola (sertão) e o comércio na Região Metropolitana de Recife (litoral).

Além disso, é necessário observar que após a saída da vinícola, não há um controle correto do armazenamento pelos estabelecimentos de revenda, sendo observados corriqueiramente os vinhos em expositores com luz fluorescente direta, além de

temperaturas inadequadas. Deste modo, a percepção do consumidor em relação aos vinhos do Vale do São Francisco, muitas vezes, não condiz com a realidade do vinho elaborado, fazendo com que este consumidor adquira um produto com características alteradas pelo transporte e armazenamento.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERT, Aguinaldo Z. **O Admirável Novo Mundo do Vinho: e as regiões emergentes.** 3ª ed. ver. e atualiz. São Paulo: Senac, São Paulo, 2006.

ANDRADE, R. H. S.; NASCIMENTO, L. S.; PEREIRA, G. E.; HALLWASS, F.; PAIM, A. P. S. Anthocyanic composition of Brazilian red wines and use of HPLC-UV-Vis associated to chemometrics to distinguish wines from different regions. **Microchemical Journal**, n. 110, p. 256–262, 2013

ARAPITSAS, P.; CORTE, A. D.; GIKA, H.; NARDUZZI, L.; MATTIVI, F.; THEODORIDIS, G. Studying the effect of storage conditions on the metabolite content of red wine using HILIC LC-MS based metabolomics. **Food Chemistry**, n. 197, parte B, p. 1331–1340, 2016.

BLAKE, A.; KOTSERIDIS, Y.; BRINDLE, I. D.; INGLIS, D.; PICKERING, G. J. Effect of light and temperature on 3-alkyl-2-methoxypyrazine concentration and other impact odourants of Riesling and Cabernet Franc wine during bottle ageing. **Food Chemistry**, n. 119, p. 935–944, 2010.

BRASIL. **Decreto nº 8.198, de 20 de fevereiro de 2014. Regulamenta a 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.** Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2014/decreto/d8198.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/decreto/d8198.htm)> Acessado em: 20 de março de 2017.

BRASIL. **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](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/1980-1988/L7678.htm)> Acessado em: 20 de março de 2017.

BRASIL. **Lei nº 9.279, 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](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9279.htm)> Acessado em: 02 de julho de 2017.

BRASIL. **Relatório Final do Grupo de Trabalho Interministerial para Redelimitação do Semi-árido nordestino e do Polígono das Secas. 2005.** Disponível em: <[http://www.mi.gov.br/c/document\\_library/get\\_file?uuid=090e3f78-bde3-4a1b-a46c-da4b1a0d78fa&groupId=10157](http://www.mi.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=090e3f78-bde3-4a1b-a46c-da4b1a0d78fa&groupId=10157)>. Acessado em: 02 de julho de 2017

DEBASTIANI, G.; LEITE, A. C.; JUNIOR, C. A. W.; BOELHOUWER, D. I. Cultura da uva, produção e comercialização de vinhos no Brasil: origem, realidades e desafios. **Revista Cesumar Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**, v.20, n.2, p. 471-485, 2015.

DIAS, D. A.; SMITH, T. A.; GHIGGINO, K. P.; SCOLLARY, G. R. The role of light, temperature and wine bottle colour on pigment enhancement in white wine. **Food Chemistry**, n.135, p. 2934–2941, 2012.

FERNANDES, E.N.; BOAVENTURA, F.R.; Automatic spectrophotometric procedure for the determination of tartaric acid in wine employing multicommutation flow analysis process. **Analytica Chimica Acta**, n. 557, p. 380-386, 2006.

FERREIRA, J. C. T. D. **Revista da Faculdade de Ciências Médicas de Sorocaba**, v. 6, n. 1, p. 49 - 52, 2004

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

FIALHO, V. Z. B. **Brasil é referência na produção de vinhos tropicais.** 2004. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/noticias/2004/2004-09-13.html>> Acessado em: 21/02/2017

GALLEGO, M. A. G.; GARCÍA-CARPINTERO, E. G.; SÁNCHEZ-PALOMO, E.; VIÑAS, M. A. G.; HERMOSÍN-GUTIÉRREZ, I. Evolution of the phenolic content, chromatic characteristics and sensory properties during bottle storage of red single-cultivar

wines from Castilla La Mancha region. **Food Research International**, n. 51, p. 554–563, 2013.

GALLICE, W. C.; MESSERSCHMIDT, I.; PERALTA-ZAMORA, P. Caracterização espectroscópica multivariada do potencial antioxidante de vinhos. **Química Nova**, v.34 n.3, p. 397-403, 2011.

GARAGUSO, I.; NARDINI, M. Polyphenols content, phenolics profile and antioxidant activity of organic red wines produced without sulfur dioxide/sulfites addition in comparison to conventional red wines. **Food Chemistry**, n.179, p. 336–342, 2015.

GIOVANELLI, G.; BURATTI, S. Comparison of polyphenolic composition and antioxidant activity of wild Italian blueberries and some cultivated varieties. **Food Chemistry**, v. 112, p. 903-908, 2009.

GUERRA, C. C. Vinhos Brasileiros – tipos e estilos. **Revista Bon Vivant**. 2012. Disponível em: <<http://www.bonvivant.com.br/2012/11/06/vinhos-brasileiros-tipos-e-estilos/>> Acessado em: 21/02/2017

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

HANDOUSSA, H.; HANAFI, R.; EDDIASTY, I.; EL-GENDY, M.; EL KHATIB, A.; LINSCHIED, M.; MAHRAN, L.; AYOUB, N. Anti-inflammatory and cytotoxic activities of dietary phenolics isolated from *Corchorus olitorius* and *Vitis vinifera*. **Journal of Functional Foods**, n. 5, p.1204–1216, 2013.

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

HERNANZ, D.; GALLO, V.; RECAMALES, A. F.; MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, A. J.; GONZÁLEZ-MIRET, M. L.; HEREDIA, F. J. Effect of storage on the phenolic content, volatile composition and colour of white wines from the varieties Zalema and Colombard. **Food Chemistry**, n. 113, p. 530–537, 2009.

HORA, G. B; MATTOSINHO, C. M. S.; XAVIER, M. G. P. **Inovação na indústria vitivinícola do Vale do submédio São Francisco**, 93 p. Aracaju: IFS, 2016. Disponível

em:<[http://www.ifs.edu.br/propex/images/Imagens/Livros/Inova%C3%A7%C3%A3o\\_Vin%C3%ADcola\\_digital-ebook.pdf](http://www.ifs.edu.br/propex/images/Imagens/Livros/Inova%C3%A7%C3%A3o_Vin%C3%ADcola_digital-ebook.pdf)> Acessado em: 14/01/2017

INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO (ITEP) – **Arranjos produtivos locais**. Disponível em: <<http://www.itep.br/index.php/arranjos-produtivos-locais>> Acessado em: 21/02/2017

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais Climatológicas do Brasil - 1961-1990**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>> Acessado em: 21/08/2017

INTERNATIONAL CONFERENCE OF HARMONIZATION. Guidelines for the photostability testing of new drug substances and products. **Federal Register**, n. 62, p. 27115–27122, 1997

ISO 21348/2007. **Definitions of solar irradiance spectral categories**. Disponível em: <[http://www.spacewx.com/Docs/ISO\\_21348-2007.pdf](http://www.spacewx.com/Docs/ISO_21348-2007.pdf)> Acessado em: 16/08/2016

IVANOVA-PETROPULOS, V.; HERMOSÍN-GUTIÉRREZ, I.; BOROS, B.; STEFOVA, M.; STAFILOV, T.; VOJNOSKI, B.; DÖRNYEI, A.; KILÁR, F. Phenolic compounds and antioxidant activity of Macedonian red wines. **Journal of Food Composition and Analysis**, n.41, p.1–14, 2015.

JOHNSON, H. **A história do vinho**. São Paulo: Companhia das Letras, São Paulo, 1999.

KALLITHRAKA, S.; BAKKER, J.; CLIFFORD, M.N. Red wine and model wine astringency as affects by malic and latic acids. **Journal of Food Science**, v. 62, n. 2, p. 416-420, 1997.

KRITSUNANKUL, O.; PRAMOTE, B.; JAKMUNEE, J. Flow injection on-line dialysis coupled to high performance liquid chromatography for the determination of some organic acids in wine. **Talanta**, v. 79, p. 1042-1049, 2009.

LIMA, D. B.; AGUSTINI, B. C.; SILVA, E. G.; GAENSLY, F.; CORDEIRO, R. B.; FÁVERO, M. L. D.; BRAND, D.; MARASCHIN, M.; BONFIM, T. M. B. Evaluation of phenolic compounds content and in vitro antioxidant activity of red wines produced from *Vitis labrusca* grapes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.31, n.3, p 793-800, 2011.

LIMA, L. L. A. L.; SCHULER, A.; GUERRA, N. B.; PEREIRA, G. E.; LIMA, T. L. A.; ROCHA, H. Otimização e validação de método para determinação de ácidos orgânicos em vinhos por cromatografia líquida de alta eficiência. **Química Nova**, v. 33, n. 5, p. 1186-1189, 2010.

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

LIMA, V.L.A.G.; GUERRA, N.B. Antocianinas: atividade antioxidante e biodisponibilidade. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia Alimentos**, v.37 (Supl.), p. 121-128, 2003.

MARCO, A. G.; AZPILICUETA, C. A. Amine concentrations in wine stored in bottles at different temperatures. **Food Chemistry**, v. 99, p. 680-685, 2006.

MARQUEZ, A.; SERRATOSA, M. P.; MERIDA, J. Influence of bottle storage time on colour, phenolic composition and sensory properties of sweet red wines. **Food Chemistry**, n. 146, p. 507–514, 2014.

MAUJEAN, A.; SEGUIN, N. Contribution à l'étude des goûts de lumière dans les vins de Champagne - Les réactions photochimiques responsables des goûts de lumière dans le vin de Champagne. **Sciences des Aliments**, n. 3, p.589–601, 1983.

MELLO, L. M. R. de. Atuação do Brasil no mercado vitivinícola mundial: panorama 2013. **Comunicado Técnico**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2014. 3p. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/106360/1/Comunicado-Tecnico-157.pdf>> Acessado em: 23/08/2015

MELLO, L. M. R. de. Vitivinicultura mundial: principais países e posição do Brasil. **Comunicado Técnico**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2012. 8p. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/comunicado/cot121.pdf>> Acessado em: 23/08/2015

MELLO, L. M. R. **Desempenho da vitivinicultura brasileira em 2015**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/9952204/artigo-desempenho-da-vitivinicultura-brasileira-em-2015>> Acessado em: 05/08/2016

MULERO, J.; MARTÍNEZ, G.; OLIVA, J.; CERMEÑO, S.; CAYUELA, J. M.; ZAFRILLA, P.; MARTÍNEZ-CACHÁ, A.; BARBA, A. Phenolic compounds and antioxidant activity of red wine made from grapes treated with different fungicides. **Food Chemistry**, v. 180, p 25–31, 2015.

OBRENOVICH, M. E.; LI, Y.; PARVATHANENI, K.; YENDLURI, B. B.; PALACIOS, H. H.; LESZEK, J. ALIEV, G. Antioxidants in health, disease and aging. **CNS and Neurological Disorders - Drugs Targets**, n. 10, p. 192–207, 2011.

ORGANISATION INTERNATIONALE DE LA VIGNE ET DU VIN. **Dados estatísticos**. Disponível em <<http://www.oiv.int/en/databases-and-statistics/statistics>>.Acessado em: 06/08/2016

PACHECO, A. O. **Iniciação à Enologia**. 4ª Ed. Ver. e atual. São Paulo: Editora Senac. São Paulo, 2006.

PATI, S.; CRUPI, P.; BENUCCI, I.; ANTONACCI, D.; LUCCIA, A. D.; ESTI, M. HPLC-DAD–MS/MS characterization of phenolic compounds in white wine stored without added sulfite. **Food Research International**, v.66, p. 207–215, 2014.

PEREIRA, G. E.; ARAÚJO, A. J. B.; DE SANTOS, J. O.; OLIVEIRA, V. S.; NASCIMENTO, R. L.; QUINTINO, C.; VANDERLINDE, R.; LIMA, L. L. A. Chemical and aromatic characteristics of Brazilian tropical wines. **Acta Horticulturae**, v. 910, p. 135-140, 2011.

PEYNAUD, E. **Conhecer e trabalhar o Vinho**. 2ª ed.; Litexa Editora, Lda.: Lisboa, Portugal, 1993.

PHILLIPS, R. Uma breve história do vinho. 3ª ed. Rio de Janeiro: Record, 2005.

PROTAS, J. F. S.; CAMARGO, U. A.; MELO, L. M. R. **A vitivinicultura brasileira: realidade e perspectivas**. [2001?]. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/artigos/vitivinicultura/>> Acessado em: 21/02/2017



RIZZON, L. A.; MIELE, A. Acidez na vinificação em tinto das uvas Isabel, Cabernet Sauvignon e Cabernet Franc. **Ciência Rural**, v. 32, n. 3, p. 511-515, 2002.

RIZZON, L.A.; MIELE, A. Concentração de ácido tartárico dos vinhos da Serra Gaúcha. **Ciência Rural**, v. 31, n. 5, p. 893, 2001.

RIZZON, L.A.; SGANZERLA, V.M.A. Tartaric and malic acids in the must grapes of Bento Gonçalves-RS, Brazil. **Ciência Rural**, v. 37, n. 3, p. 911-914, 2007.

SÁENZ-NAVAJAS, M. P.; AVIZCURI, J. M.; FERREIRA, V.; FERNÁNDEZ-ZURBANO, P. Sensory changes during bottle storage of Spanish red wines under different initial oxygen doses. **Food Research International**, n. 66, p. 235–246, 2014.

SANTOS, J. A. **Da água para o vinho, uma transformação sócioespacial (A geografia vitivinicultora em Lagoa Grande e Santa Maria da Boa Vista – PE: Um novo elo na rede global da produção de uvas nobres e vinhos)**. 2005. 124 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco. 2005.

SATO, G. S. O Consumo do Vinho no Brasil. **Revista Brasileira de Viticultura e Enologia**. ano 1, n. 01, p. 9-17, 2009.

SOARES, J. M.; LEÃO, P. C. de S. (Org.). **A vitivinicultura no semiárido brasileiro**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Petrolina, PE: Embrapa Semiárido, 2009. 756 p.

SOUZA, A. C. R. **O “Circuito da Cultura” e a estruturação de um discurso: fazendo sentido do vinho do Vale do São Francisco**. 2009. 268 f. Tese (Doutorado em Administração) – Universidade Federal de Pernambuco. 2009.

SUN, Q.; PRASAD, R.; ROSENTHAL, E.; KATIYAR, S. K. Grape seed proanthocyanidins inhibit the invasive potential of head and neck cutaneous squamous cell carcinoma cells by targeting EGFR expression and epithelial-to-mesenchymal transition **BMC Complementary Alternative Medicine**, n. 11, p. 134, 2011.

TONIETTO, J.; PEREIRA, G. E. Structuring a geographical indication for tropical wines in the São Francisco Valley, Brazil. In: **International Symposium on Tropical Wines**, 5, 2016. Petrolina. *Book of abstracts*. Petrolina: Embrapa, 2016, p.29.

TORRES, N.; GOICOECHEA, N. ANTOLÍN, M. C. Antioxidant properties of leaves from different accessions of grapevine (*Vitis vinifera* L.) cv. Tempranillo after applying biotic and/or environmental modulator factors. **Industrial Crops and Products**, n.76, p.77–85, 2015.

VALENTÃO, P.; SEABRA, R.M.; LOPES, G.; SILVA, L.R.; MARTINS, V.; TRUJILLO, M.E.; VELÁZQUEZ, E.; ANDRADE, P.B. Influence of *Dekkera bruxellensis* on the content of anthocyanins, organic acids and volatile phenols of Dão red wine. **Food Chemistry**, n. 100, p. 64-70, 2007.

VASCONCELOS, G. B. N.; OLIVEIRA, J. B. de.; BATISTA, F. da S. L.; BIASOTO, A. C. T.; AMORIM, F. M. de.; PEREIRA, G. E. Características analíticas de vinhos brancos das variedades Arinto e Fernão Pires elaborados no nordeste brasileiro. In: **XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura**, 2012. Bento Gonçalves.

VITAL, T. Vitivinicultura no Nordeste do Brasil: Situação Recente e Perspectivas. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 40, n. 03, 2009.

WALTER, A.; ETIENNE-SELLOUM, N.; BRASSE, D.; KHALLOUF, H.; BERETZ, A.; SCHINI-KERTH, V. B. Intake of red wine polyphenols prevents tumor growth and neovascularization in a syngenic model of colon cancer. **Anticancer Research**, n. 28, p. 3534–3534, 2008.

WATERMAN, K. C.; ADAMI, R. C. Accelerated aging: Prediction of chemical stability of pharmaceuticals. **International Journal of Pharmaceutics**, n. 293, p. 101–125, 2005.

WINE INSTITUTE. **Per capita wine consumption by country countries ranked by per capita consumption and countries listed alphabetically**. 2014. Disponível em: <[http://www.wineinstitute.org/files/World\\_Per\\_Capita\\_Wine\\_Consumption\\_Revised\\_Nov\\_2015.pdf](http://www.wineinstitute.org/files/World_Per_Capita_Wine_Consumption_Revised_Nov_2015.pdf)> Acessado em: 02/09/2016

XIANG, L.; XIAO, L.; WANG, Y.; LI, H.; HUANG, Z.; HE, X. Health benefits of wine: Don't expect resveratrol too much. **Food Chemistry**, n. 156, p. 258–263, 2014.

## 5. RESULTADOS

### Efeitos das condições de armazenamento sobre a estabilidade fenólica e cromática de vinhos tintos comerciais do Vale do São Francisco

#### Introdução

A qualidade de um vinho é resultante da atuação de vários fatores que vão desde o campo, passando pelo transporte até a guarda. A cor representa um importante parâmetro de qualidade observado pelo consumidor, pois este atributo fornece indicativos do tipo, composição, evolução e idade dos vinhos. Este parâmetro varia com as características do cultivar, manejo agrônomico, protocolo de vinificação e numerosas reações em redução que ocorrem durante o armazenamento dos vinhos, ocasionando alterações sensoriais (BIRSE, 2007; MELÉNDEZ *et al.*, 2001).

A cor é influenciada pela presença de compostos fenólicos, principalmente os flavonóis e ácidos hidroxicinâmicos que estão envolvidos na estabilização das antocianinas em vinhos jovens por meio da copigmentação, o que aumenta a intensidade da cor pela formação de complexos entre antocianinas e cofatores incolores. Os principais polifenóis presentes no vinho podem ser divididos em flavonoides e não-flavonoides. Do primeiro grupo fazem parte as flavonas, flavonóis, flavanonas, flavan-3-óis e antocianinas. No outro grupo temos os ácidos hidroxicinâmicos (ácidos *p*-cumárico, caféico, ferúlico e sináptico), hidroxibenzóicos (ácidos *p*-hidroxibenzóico, protocatequico, vanílico, gálico e siríngico), e estilbenos (*cis*- e *trans*-resveratrol) (TORRES; GOICOECHEA; ANTOLÍN, 2015; MULERO *et al.*, 2015; GALLICE *et al.*, 2011; LIMA *et al.*, 2011; GUERRERO *et al.*, 2009).

A composição do vinho muda continuamente durante seu armazenamento em função de parâmetros como temperatura, iluminação, posição das garrafas, microoxigenação e tempo de armazenamento. O período de armazenamento em garrafa é crítico na cadeia do vinho, pois uma vez que o vinho é engarrafado, não há mais possibilidade de controlar qualquer alteração sensorial. Embora a velocidade das reações químicas durante o armazenamento diminua, ainda existe uma gama de reações de envelhecimento ocorrendo, muitas delas capazes de gerar alterações sensoriais (positivas ou negativas), que podem ter um efeito sobre a aceitação do consumidor. Durante o

envelhecimento em garrafa, estas reações causam mudanças na cor, aroma ou propriedades táteis na cavidade bucal (SÁENZ-NAVAJAS *et al.*, 2014; HERNANZ *et al.*, 2009).

No Brasil a elaboração comercial de vinhos finos, atualmente, está concentrada no Rio Grande do Sul, em Santa Catarina, São Paulo, Minas Gerais e no Vale do São Francisco (Pernambuco e Bahia). Esta última desponta como região produtora de vinhos tropicais desde a década de 1980, devido à irrigação e demais tecnologias desenvolvidas para a produção de uvas viníferas no sertão nordestino. Os vinhos elaborados no Vale do São Francisco (VSF) são jovens, predominantemente tintos secos e espumantes. Em geral, os vinhos são alcóolicos, com acidez moderada, frutados e aromáticos e com estrutura de leve a encorpado (HORA; MATTOSINHO; XAVIER, 2016; LEÃO *et al.*, 2013; LEÃO *et al.*, 2013; GUERRA, 2012; FIALHO, 2004).

A despeito da difusão comercial dos vinhos finos elaborados no Vale do São Francisco (VSF), a literatura científica disponibiliza poucas informações sobre a estabilidade destes vinhos com relação às suas características fenólicas, cromáticas e sensoriais, quando as garrafas são expostas à condições não ideais de armazenamento. Entretanto, estudos de estabilidade são particularmente importantes para vinhos produzidos em regiões de clima quente, característica do VSF, que nem sempre favorecem a obtenção de uvas viníferas com composição de ácidos e outras classes de copigmentos. Em contraposição, esta região favorece a concentração e a composição nas uvas e, conseqüentemente, nos vinhos de várias classes de compostos fenólicos cuja presença nos vinhos confere qualidade e tipicidade sensorial e funcional (TEIXEIRA *et al.*, 2016; LIMA *et al.*, 2011a; LIMA *et al.*, 2011b; PEREIRA *et al.*, 2011; LUCENA *et al.*, 2010; NEVES *et al.*, 2010).

Ademais, os vinhos comercializados muitas vezes encontram-se expostos a diferentes condições de armazenamento, principalmente com relação à exposição a temperatura e à luminosidade. Este fato pode alterar a composição do vinho e, conseqüentemente, características sensoriais, a exemplo da coloração, podendo ocasionar um impacto negativo no consumidor final (LIMA *et al.*, 2013). Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a estabilidade fenólica e cromática de vinhos tintos comerciais do VSF submetidos à diferentes condições de temperatura e radiação ultravioleta, simulando exposição máxima por ano.

## Materiais e Métodos

### • Condições Experimentais

As análises foram realizadas no Laboratório de Experimentação de Análise de Alimentos Nonete Barbosa Guerra, da Universidade Federal de Pernambuco (LEAAL/UFPE), no Laboratório de Processamento de Alimentos na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e no Laboratório de Interfaces e Sistemas Coloidais (LINS/UFPE).

Foram avaliadas 36 garrafas de vinhos tintos comerciais elaborados em duas vinícolas no Vale do São Francisco, sendo nove de cada uma das seguintes cultivares e safras: Cabernet Sauvignon (safra 2014), Syrah (safra 2014), Tannat (safra 2014) e Ruby Cabernet (safra 2012) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Identificação das amostras de vinho analisadas

Identificação	Condição de Armazenamento			Número de garrafas
	Temperatura	Radiação UV	Tempo	
T0	-	-	0 dias	1
CIA	16 <sup>o</sup> ±1 <sup>o</sup> C	-	30 dias	2
TC	30 <sup>o</sup> ±0,5 <sup>o</sup> C	-	30 dias	2
LUV	-	1.416 $\mu$ W.cm <sup>2</sup>	15 horas	2
TC/LUV	30 <sup>o</sup> ±0,5 <sup>o</sup> C	1.416 $\mu$ W.cm <sup>2</sup>	30dias/15h	2

As amostras foram divididas em cinco grupos: T0 – uma garrafa de cada vinho foi aberta e em seguida analisada; CIA – duas garrafas de cada vinho foram armazenadas em condições ideais de armazenamento (posição horizontal, temperatura de 16<sup>o</sup>C ±1<sup>o</sup>C) por 30 dias e em seguida analisadas; TC – duas garrafas de cada vinhos foram armazenadas em posição horizontal, à temperatura de 30<sup>o</sup>C por 30 dias em estufa e em seguida analisadas; LUV – duas garrafas de cada vinho foram colocadas em posição horizontal, em uma câmara de fotoestabilidade de madeira, desenvolvida pelo Núcleo de Pesquisas em Nutrição Parenteral (UFPE), com área útil total da superfície de exposição de 42,3 x 124,4 cm, temperatura máxima de 28<sup>o</sup>C e com irradiância máxima da lâmpada de luz ultravioleta de 1.416  $\mu$ W.cm<sup>2</sup>, por 15 horas para simular exposição à radiação ultravioleta, sendo uma garrafa totalmente exposta a radiação UV e segunda garrafa de cada amostras foi protegida da radiação UV com papel alumínio para avaliar o efeito da temperatura dentro da câmara

sem a influência da luz UV e em seguida analisadas; e, TCLUV - duas garrafas de cada vinho foram colocadas em posição horizontal, em estufa à 30°C por 30 dias e, em seguida, levadas à mesma câmara de fotoestabilidade por 15 horas, em condições experimentais similarmente ao LUV, e em seguida analisadas.

Para as amostras acondicionadas na câmara de fotoestabilidade, foi utilizada metodologia descrita na Resolução nº 560/2002 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que trata do Guia para a Realização de Estudos de Estabilidade de produtos farmacêuticos. Devido às especificações técnicas da câmara de fotoestabilidade (Anexo 1), o tempo requerido para alcançar o padrão ICH (*International Conference of Harmonization*) é de 14 horas 07 minutos e 05 segundos, sendo este tempo padronizado para 15 horas.

- **Análises Espectrofotométricas**

*Polifenóis totais:*

- a) índice de polifenóis totais foi determinado pela da absorção molecular a 280 nm, em amostras de vinho diluídas a 10% em água (HARBERTSON; SPAYD, 2006).
- b) O teor de polifenóis totais foi obtido em espectrofotômetro a 760 nm, após diluição a 0,1 % em água e reação com reagente fenólico Folin-Ciocalteu estabilizada com carbonato de sódio, sendo o resultado expresso, com base em curva analítica, em  $\text{mgL}^{-1}$  de equivalentes de ácido gálico (GIOVANELLI; BURATTTI, 2009).

*Parâmetros cromáticos:* a intensidade da cor (IC) foi obtida pelo somatório das absorbâncias (420, 520 e 620 nm) e a tonalidade (T) expressa pela razão entre as absorbâncias a 420 e 520 nm (CAILLÉ *et al.*, 2010; HARBERTSON; SPAYD, 2006). Além disso, foram calculados os seguintes índices colorimétricos: % amarelo, % vermelho e % azul, considerando os comprimentos de onda 420, 520 e 620 nm, respectivamente, em relação à intensidade da cor (MONAGAS *et al.*, 2006).

*Antocianinas:* concentração total foi determinada pelo método espectrofotométrico de pH diferencial a 520 nm (OIV, 1990).

- **Análises Enológicas Clássicas**

Foram realizadas as análises físico-químicas clássicas - pH e acidez total, realizadas em triplicata, conforme métodos oficiais para análise de vinhos (OIV, 2014).

- **Análise Cromatográfica**

*Perfil fenólico:* para identificar e quantificar os flavonóis (rutina, miricetina, quercetina e caempferol), ácidos fenólicos (ácidos gálico, vanílico, *p*-cumárico, ferúlico, caféico, siríngico e elágico) e estilbenos (*trans*-resveratrol) foi utilizado cromatógrafo líquido de alta eficiência (Ultimate 3000 Dionex®, com coluna analítica Acclaim®120 Dionex C-18, 250 mm x 4,6 mm, 5 µm), fluxo da fase móvel 0,6 mL.min<sup>-1</sup>, temperatura do forno de 36° C, volume de injeção de 20µL e comprimentos de onda de 220, 260, 306 e 368nm. A fase móvel foi constituída pela solução A (ácido fosfórico, 0,5% em água Milli-Q®:metanol (90:10)) e solução B (ácido fosfórico, 0,5% em água Milli-Q®:metanol (10:90)). Para separação dos compostos uma mistura gradiente das soluções A e B foi realizada: 0 a 25min, 0 a 20% B; 25 a 35min, 20 a 25% B; 35 a 55min, 25 a 55% B; 55 a 65min, 55 a 65% B; 65 a 75min, 65 a 80% de B e 75 a 80 min, 80 a 95% de B. A quantificação foi efetuada por meio de curva analítica em metanol, com padronização externa e as amostras diluídas a 10% com metanol e filtradas em membrana de 0,45µm (LIMA *et al.*, 2011; PORGALI; BYUKTUNCEL, 2012).

- **Avaliação Estatística**

As análises foram realizadas em triplicata e os resultados expressos em média e desvio-padrão. Para avaliação estatística dos dados foi aplicado teste *t-Student* ( $p < 0,05$ ) e análise de variância (ANOVA) associada ao teste de média de Tukey ( $p < 0,05$ ), para as variáveis paramétricas. Análise de Componente Principal (PCA) foi aplicada para agrupar e classificar os vinhos em função das características fenólicas e cromáticas, cultivares, e condições de armazenamento (temperatura e radiação). Em todas as avaliações foi empregado o *Statistic 7.0* ® software (Stat-Soft, Tulsa, OK, USA).

## Resultados e Discussão

A Tabela 2 apresenta o resultado do estudo da variação de fenólicos entre as amostras que foram expostas à radiação UV e suas respectivas amostras controle (cobertas com papel alumínio). A concentração de polifenóis totais e a tonalidade não apresentaram diferença significativa em todas as cultivares. Justo oposto, a intensidade de cor apresentou diferenças significativas nos vinhos expostos à radiação UV, para as variedades Syrah, Tannat e Ruby Cabernet, sendo observado um aumento deste parâmetro, contrário ao esperado, possivelmente relacionado à temperatura da câmara, pois a intensidade da cor tende a aumentar com temperaturas elevadas quando há cálcio no vinho (CZIBULYA *et al.*, 2015). Em relação ao índice de polifenóis totais, na cultivar Tannat, houve um aumento na amostra controle, ao contrário do observado na cultivar Ruby Cabernet. O aumento pode ter sido causado por um aumento da temperatura na garrafa, levando à polimerização de compostos não fenólicos. Em relação às antocianinas, todas as cultivares apresentaram decréscimo significativo, causado provavelmente por um aumento na temperatura, pois estes compostos são sensíveis a temperaturas elevadas, além da radiação ultravioleta.

**Tabela 2.** Concentração de fenólicos e parâmetros cromáticos de vinhos tintos tropicais comerciais, após exposição à radiação UV por 15 horas.

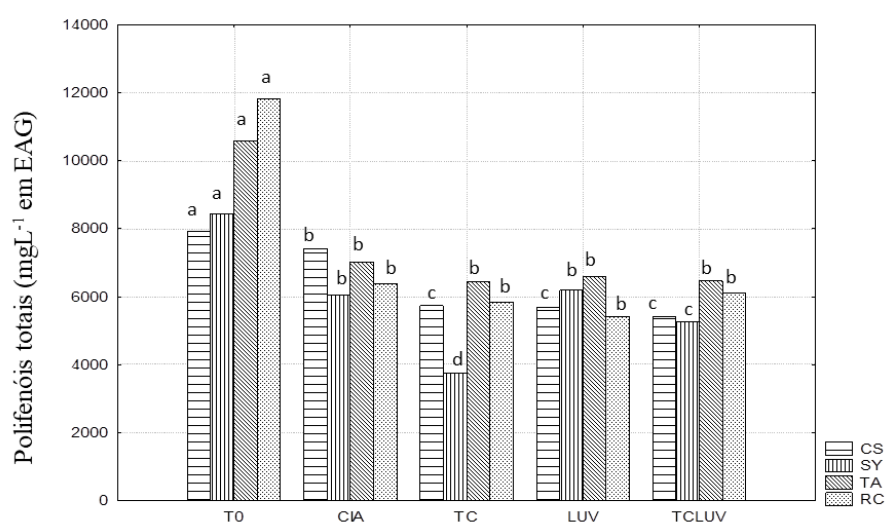
Cultivar	Tratamento	PT (mg.L <sup>-1</sup> EAG)	IPT	Antocianinas (mg.L <sup>-1</sup> de malvidina)	IC	T
Cabernet Sauvignon	Exposição	5685,4 <sup>a</sup>	71,2 <sup>a</sup>	304,1 <sup>a</sup>	8,65 <sup>a</sup>	0,78 <sup>a</sup>
	Controle	5449,7 <sup>a</sup>	73,1 <sup>a</sup>	297,3 <sup>b</sup>	8,69 <sup>a</sup>	0,78 <sup>a</sup>
Syrah	Exposição	5888,6 <sup>a</sup>	64,1 <sup>a</sup>	255,8 <sup>a</sup>	9,00 <sup>a</sup>	0,79 <sup>a</sup>
	Controle	5708,4 <sup>a</sup>	64,1 <sup>a</sup>	219,0 <sup>b</sup>	8,77 <sup>b</sup>	0,79 <sup>a</sup>
Tannat	Exposição	6846,4 <sup>a</sup>	70,4 <sup>b</sup>	94,6 <sup>a</sup>	17,4 <sup>a</sup>	0,89 <sup>a</sup>
	Controle	6308,8 <sup>a</sup>	76,1 <sup>a</sup>	90,5 <sup>a</sup>	16,7 <sup>b</sup>	0,89 <sup>a</sup>
Ruby Cabernet	Exposição	6501,3 <sup>a</sup>	64,2 <sup>a</sup>	81,95 <sup>a</sup>	12,0 <sup>a</sup>	0,94 <sup>a</sup>
	Controle	6868,5 <sup>a</sup>	61,2 <sup>b</sup>	60,41 <sup>b</sup>	11,2 <sup>b</sup>	0,96 <sup>a</sup>

PT: polifenóis totais (mg.L<sup>-1</sup> em equivalente de ácido gálico); IPT: índice de polifenóis totais; IC: intensidade da cor; T: tonalidade da cor. Médias seguidas de letras iguais na coluna, dentro da mesma cultivar, não diferem entre si pelo teste *t-Student* ( $p < 0,05$ ).



Os vinhos sofrem diversas reações químicas durante o período de armazenamento em condições inadequadas, como degradação química de compostos termo e fotossensíveis e aumento na velocidade de reações de polimerização de compostos fenólicos e não fenólicos, que alteram a composição fenólica e cromática. Apesar de todas as cultivares apresentarem valores elevados de fenólicos totais no tratamento T0, foi observado decréscimo significativo em função do armazenamento em todos os vinhos como pode ser verificado na Figura 1, corroborando Marquez, Serratos e Merida (2014), que observaram diminuição na concentração de fenólicos totais em vinhos de Merlot, Syrah e Tempranillo, durante o envelhecimento em garrafa. Lima e colaboradores (2015) também observaram, que a despeito das elevadas concentrações, vinhos tintos tropicais brasileiros apresentam decréscimo na concentração de polifenóis durante o envelhecimento em garrafas.

**Figura 1.** Concentração de polifenóis totais (PT) expressa em  $\text{mg.L}^{-1}$  em EAG de vinhos tintos tropicais submetidos à variações nas condições de armazenamento.



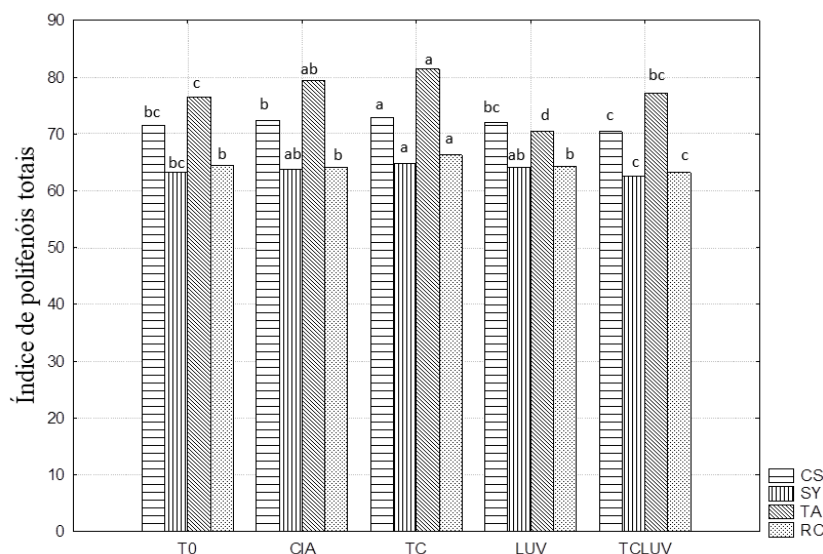
T0: amostras abertas e analisadas no mesmo dia; CIA: amostras armazenadas em condições ideais (posição horizontal, temperatura de  $16^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ) por 30 dias e em seguida analisadas; TC: amostras armazenadas em estufa (posição horizontal,  $30^{\circ}\text{C}$  por 30 dias) e em seguida analisadas; LUV: amostras expostas à luz ultravioleta por 15h (posição horizontal) e em seguida analisadas; TCLUV: amostras armazenadas em estufa (posição horizontal,  $30^{\circ}\text{C}$  por 30 dias) e expostas à luz ultravioleta por 15h (posição horizontal) e em seguida analisadas. Médias seguidas por letras iguais, dentro da mesma cultivar, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Avaliando as condições de armazenamento, os vinhos de Cabernet Sauvignon apresentaram decréscimo na concentração de polifenóis totais para todos os tratamentos. Os grupos TC, LUV e TCLUV diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ) do grupo CIA, havendo decréscimo, porém não diferiram significativamente entre si, ou seja, a temperatura e a radiação ultravioleta atuaram de maneira semelhante. O tratamento térmico levou às menores concentrações de polifenóis totais nos vinhos de Syrah, tendo o grupo

TC obtido a menor concentração, seguido do grupo TCLUV. Desta forma, é provável que a cor da garrafa tenha impedido maiores decréscimos de polifenóis totais nos grupos TCLUV e LUV, pois não houve diferença significativa entre os grupos LUV e CIA. A cor da garrafa é um importante fator de proteção dos compostos fenólicos, já que garrafas escuras (verde escuro ou âmbar) transmitem de 5% a 10% da radiação no comprimento de onda de 350 nm (DIAS *et al.*, 2012; BLAKE *et al.*, 2010). Não houve diferença significativa entre os tratamentos para o teor de polifenóis totais nos vinhos de Tannat e Ruby Cabernet (Figura 1). Apesar dos decréscimos decorrentes do armazenamento, todos os vinhos apresentaram valores mais elevados de polifenóis totais do que aqueles encontrados por Padilha e colaboradores (2016) em vinhos tintos comerciais do Vale do São Francisco, diferença que pode ser explicada pelas condições edafoclimáticas das safras.

O índice de polifenóis totais é o método mais simples de verificação de compostos fenólicos, sendo baseado na absorção da luz ultravioleta por compostos que contém anel benzênico na estrutura molecular. A vantagem deste método é a simplicidade, pois a absorvância da luz ultravioleta não é afetada pelo pH. Entretanto, uma desvantagem é a interferência causada por outros compostos dos vinhos que contém anel aromático, como nucleotídeos, proteínas, peptídeos contendo resíduos de aminoácidos aromáticos e aminoácidos aromáticos livres (HARBERTSON; SPAYD, 2005). Este parâmetro apresentou acréscimo com a temperatura (grupo TC) para o vinho de Cabernet Sauvignon, não tendo diferença significativa nos outros tratamentos, como pode ser observado na Figura 2. Este aumento pode ter sido causado pela influência da temperatura nas reações de polimerização de outros compostos não fenólicos ou pelo conteúdo inicial destes na garrafa. Nos vinhos de Syrah, não foi observada diferença significativa entre os tratamentos (Figura 2). O vinho de Tannat demonstrou maior sensibilidade à radiação UV, sendo observado o menor valor de índice de polifenóis totais, mas não houve diferença significativa entre os outros tratamentos. Similarmente ao Cabernet Sauvignon, os vinhos de Ruby Cabernet apresentaram acréscimo significativo no grupo TC, entretanto o grupo TCLUV apresentou decréscimo significativo em relação aos outros tratamentos. Os decréscimos podem ser decorrentes da diminuição na concentração de antocianinas monoméricas.

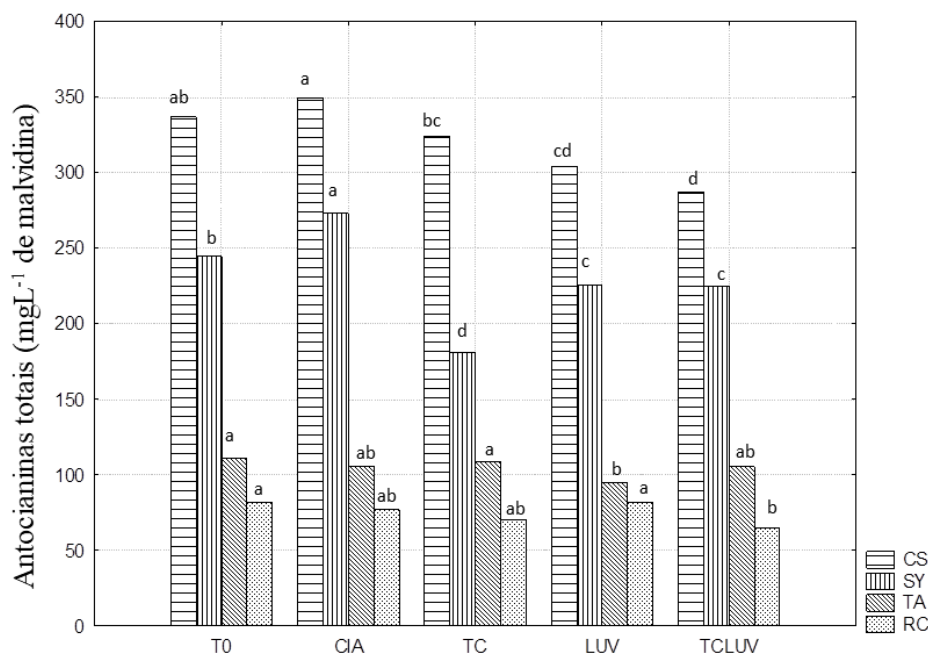
**Figura 2.** Índice de polifenóis totais (IPT) de vinhos tintos tropicais submetidos a variações nas condições de armazenamento



T0: amostras abertas e analisadas no mesmo dia; CIA: amostras armazenadas em condições ideais (posição horizontal, temperatura de  $16^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ) por 30 dias e em seguida analisadas; TC: amostras armazenadas em estufa (posição horizontal,  $30^{\circ}\text{C}$  por 30 dias) e em seguida analisadas; LUV: amostras expostas à luz ultravioleta por 15h (posição horizontal) e em seguida analisadas; TCLUV: amostras armazenadas em estufa (posição horizontal,  $30^{\circ}\text{C}$  por 30 dias) e expostas à luz ultravioleta por 15h (posição horizontal) e em seguida analisadas. Médias seguidas por letras iguais, dentro da mesma cultivar, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Em relação ao conteúdo de antocianinas, a radiação ultravioleta e a temperatura tiveram um papel importante na redução da concentração desta classe de flavonoides nos vinhos de Syrah. Os vinhos de Cabernet Sauvignon e Ruby Cabernet apresentaram decréscimo no grupo TCLUV, entretanto não houve diferença significativa em relação aos outros tratamentos, como pode ser observado na Figura 3. Nos vinhos de Tannat, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Na cultivar Syrah, houve redução significativa nos grupos LUV e TCLUV, entretanto estes não apresentaram diferenças significativas entre si. O grupo TC foi o que apresentou o maior decréscimo significativo, mostrando que nestes vinhos, a temperatura foi a maior causa de redução destes compostos e que a cor da garrafa funcionou como barreira de proteção contra a radiação ultravioleta. Esta redução com a temperatura se deve ao fato da sensibilidade das antocianinas à temperatura, podendo o aumento da temperatura catalisar reações de polimerização das antocianinas e causar sua degradação destes compostos (LIMA; GUERRA, 2003).

**Figura 3.** Concentração antocianinas monoméricas expressa em  $\text{mgL}^{-1}$  de malvidina, de vinhos tintos tropicais submetidos à variações nas condições de armazenamento



T0: amostras abertas e analisadas no mesmo dia; CIA: amostras armazenadas em condições ideais (posição horizontal, temperatura de  $16^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ) por 30 dias e em seguida analisadas; TC: amostras armazenadas em estufa (posição horizontal,  $30^{\circ}\text{C}$  por 30 dias) e em seguida analisadas; LUV: amostras expostas à luz ultravioleta por 15h (posição horizontal) e em seguida analisadas; TCLUV: amostras armazenadas em estufa (posição horizontal,  $30^{\circ}\text{C}$  por 30 dias) e expostas à luz ultravioleta por 15h (posição horizontal) e em seguida analisadas. Médias seguidas por letras iguais, dentro da mesma cultivar, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Nos vinhos do cultivar Syrah, não obstante redução das antocianinas causada pela radiação ultravioleta e temperatura, ocorreu aumento significativo desta classe de compostos durante o armazenamento nas condições ideais (temperatura de  $16^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  e ausência de luz). Segundo Bimpilas e colaboradores (2016), durante o armazenamento do vinho, há um equilíbrio químico entre antocianinas monoméricas e copigmentadas (Equação 1) e reações de polimerização entre antocianinas formando pigmentos (Equação 2). Uma queda na concentração de antocianinas monoméricas devido às reações de polimerização muda o equilíbrio químico entre as antocianinas monoméricas e as copigmentadas, possibilitando que as últimas se dissociem de forma a aumentar o conteúdo de monômeros. Isso poderia explicar o aumento do conteúdo de antocianinas nas amostras do grupo CIA de Syrah.

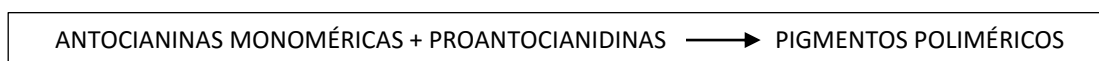
A despeito da redução de antocianinas durante o armazenamento, a concentração deste parâmetro nos vinhos de Cabernet Sauvignon e Syrah (Figura 3) são superiores aos de Granato e colaboradores (2010) que, ao analisarem vinhos destas cultivares, provenientes de diferentes regiões produtoras (Bento Gonçalves/RS, Campanha/RS, Lagoa

Grande/PE, Casa Nova/BA e São Joaquim/SC) encontraram concentrações de antocianinas entre 9,35 e 183,94 mg.L<sup>-1</sup> em vinhos Cabernet Sauvignon e entre 42,92 e 94,27mg.L<sup>-1</sup> para os Syrah. Variações na concentração de antocianinas podem ser explicadas pela síntese e acumulação favorecidas por condições de clima, temperatura e amplitude térmica.

### Equação 1.



### Equação 2.

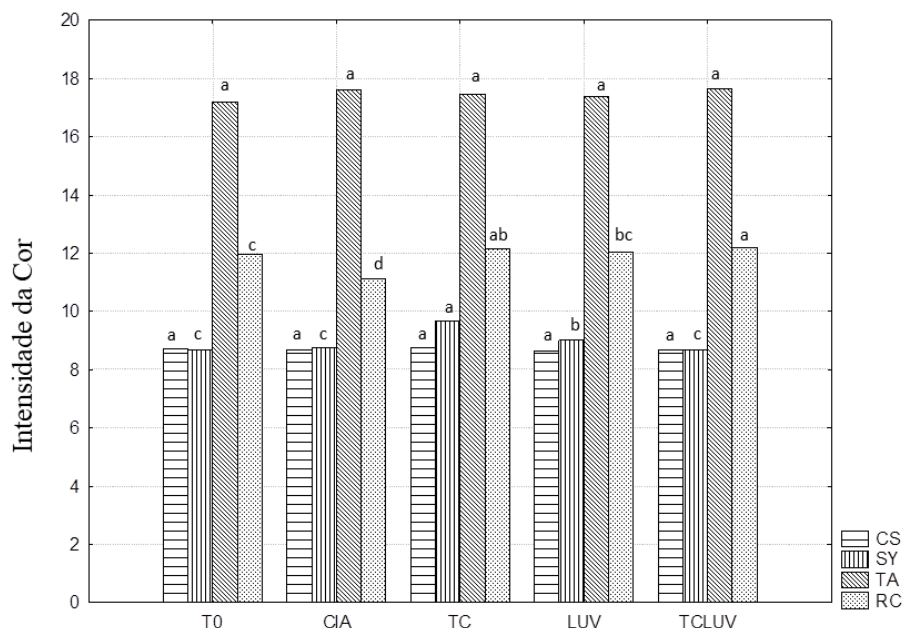


Adaptado de Bimpilas *et al.*, 2016.

Os vinhos tintos apresentam coloração dependente do conteúdo de compostos fenólicos, principalmente, antocianinas e pigmentos derivados, cuja evolução encontra-se associada às diversas reações do envelhecimento e armazenamento (LIMA *et al.*, 2015; LIMA 2010; GUERRERO *et al.*, 2009). As antocianinas e pigmentos derivados, durante o armazenamento e envelhecimento, passam por reações de copigmentação, cicloadição e condensação, alterando a coloração de púrpura para âmbar com conseqüente aumento da tonalidade, uma vez que o pH do vinho não favorece a formação do íon *flavilium*, de cor púrpura intensa (LIMA 2010; HARBERTSON; SPAYD, 2006). Neste estudo, os parâmetros cromáticos obtidos para os vinhos armazenados em diferentes condições de temperatura e luz apresentaram comportamentos diversos.

Os vinhos de Cabernet Sauvignon e Tannat não apresentaram variações significativas com relação à intensidade de cor, justo oposto aos de Syrah e Ruby Cabernet, que apresentaram aumento significativo em função da temperatura e exposição à radiação UV (Figura 4). Segundo Czibulya e colaboradores (2015), a intensidade da cor aumenta com o aumento da concentração de cálcio quando o vinho é submetido a temperaturas elevadas, concluindo que o cálcio tem um importante papel na estabilidade da cor. A concentração de cálcio nestes vinhos pode ser originária do solo, cultivar e/ou manejo agrônômico, como aplicação de calda bordalesa para tratamento fitossanitário das videiras (MENEGUZZO *et al.*, 2006).

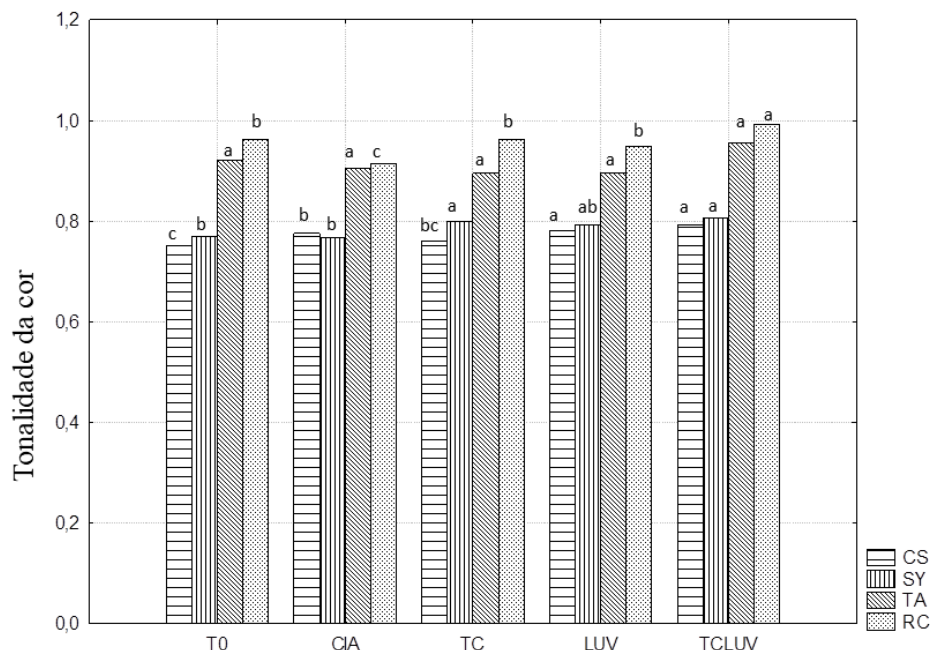
**Figura 4.** Intensidade da cor de vinhos tintos tropicais submetidos a variações nas condições de armazenamento.



T0: amostras abertas e analisadas no mesmo dia; CIA: amostras armazenadas em condições ideais (posição horizontal, temperatura de  $16^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ) por 30 dias e em seguida analisadas; TC: amostras armazenadas em estufa (posição horizontal,  $30^{\circ}\text{C}$  por 30 dias) e em seguida analisadas; LUV: amostras expostas à luz ultravioleta por 15h (posição horizontal) e em seguida analisadas; TCLUV: amostras armazenadas em estufa (posição horizontal,  $30^{\circ}\text{C}$  por 30 dias) e expostas à luz ultravioleta por 15h (posição horizontal) e em seguida analisadas. Médias seguidas por letras iguais, dentro da mesma cultivar, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Com relação à tonalidade (Figura 5) houve acréscimo em todos os vinhos que foram armazenados em condições não ideais, apesar dos vinhos de Tannat não terem apresentado diferenças significativas indicando maior estabilidade deste vinho a evolução da cor. A temperatura atua como um catalisador das reações químicas naturais de envelhecimento dos vinhos, por meio do aumento de pigmentos amarelos, redução da concentração de compostos fenólicos e aumento nas reações de polimerização das antocianinas, causando uma diminuição na quantidade de antocianinas monoméricas. Este fato somado a fotosensibilidade a radiação ultravioleta (200 a 400nm) e a luz visível (410 a 760nm) dos compostos fenólicos proporciona diminuição da absorvância no comprimento de onda de 520 nm e aumento na absorvância a 400-420 nm, aumentando a tonalidade dos vinhos tinto (CZIBULYA *et al.*, 2015; GALLEGO *et al.*, 2013; CASTILLO-SANCHÉZ *et al.*, 2006; WATERMAN e ADAMI, 2005; ISO 21348/2007).

**Figura 5.** Tonalidade da cor de vinhos tintos tropicais submetidos a variações nas condições de armazenamento.



T0: amostras abertas e analisadas no mesmo dia; CIA: amostras armazenadas em condições ideais (posição horizontal, temperatura de  $16^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ) por 30 dias e em seguida analisadas; TC: amostras armazenadas em estufa (posição horizontal,  $30^{\circ}\text{C}$  por 30 dias) e em seguida analisadas; LUV: amostras expostas à luz ultravioleta por 15h (posição horizontal) e em seguida analisadas; TCLUV: amostras armazenadas em estufa (posição horizontal,  $30^{\circ}\text{C}$  por 30 dias) e expostas à luz ultravioleta por 15h (posição horizontal) e em seguida analisadas. Médias seguidas por letras iguais, dentro da mesma cultivar, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Para os percentuais de amarelo, vermelho e azul (Tabela 3), todos os vinhos apresentaram aumento do amarelo e diminuição do vermelho quando submetidos a condições que aceleram o envelhecimento (temperatura e radiação UV), sendo importante ressaltar que a associação destes parâmetros levou as maiores variações e consequente aumento de tonalidade, corroborando Marquez, Serratosa e Merida (2014), ao estudarem a influência do tempo de armazenamento em garrafa de vinhos de Merlot, Syrah e Tempranillo na coloração. Peynaud e Blouin (2010), também verificaram diminuição da cor vermelha violácea e um aumento do amarelo-alaranjado no decorrer do envelhecimento do vinho. Revilla e Gonzalez-Sanjose (2001) concluíram que os pigmentos resultantes da condensação das antocianinas com outros compostos de menor peso molecular, a exemplo do ácido pirúvico, são mais estáveis e mantêm a intensidade da cor e aumentam a tonalidade, deixando o vinho mais alaranjado nos três primeiros meses de armazenamento.

**Tabela 3.** Percentuais de amarelo, vermelho e azul de vinhos tintos tropicais submetidos a variações nas condições de armazenamento.

Cultivar	Tratamento	%amarelo	%vermelho	%azul
<b>Cabernet Sauvignon</b>	T0	37,75	50,24	12,22
	CIA	38,12	49,93	12,18
	TC	38,22	49,55	12,18
	LUV	38,88	49,85	11,87
	TCLUV	39,59	49,99	11,20
<b>Syrah</b>	T0	38,07	49,49	12,37
	CIA	38,33	49,91	12,34
	TC	38,54	48,23	13,06
	LUV	38,87	49,05	12,17
	TCLUV	39,96	49,54	11,54
<b>Tannat</b>	T0	42,22	45,87	12,42
	CIA	41,61	46,01	12,50
	TC	41,60	46,49	12,29
	LUV	41,35	46,14	12,45
	TCLUV	43,00	45,00	12,20
<b>Ruby Cabernet</b>	T0	42,46	44,14	13,85
	CIA	41,79	45,73	12,63
	TC	42,85	43,57	14,09
	LUV	42,00	44,26	14,13
	TCLUV	42,58	42,93	14,52

T0: amostras abertas e analisadas no mesmo dia; CIA: amostras armazenadas em condições ideais (posição horizontal, temperatura de  $16^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ) por 30 dias e em seguida analisadas; TC: amostras armazenadas em estufa (posição horizontal,  $30^{\circ}\text{C}$  por 30 dias) e em seguida analisadas; LUV: amostras expostas à luz ultravioleta por 15h (posição horizontal) e em seguida analisadas; TCLUV: amostras armazenadas em estufa (posição horizontal,  $30^{\circ}\text{C}$  por 30 dias) e expostas à luz ultravioleta por 15h (posição horizontal) e em seguida analisadas. Médias seguidas por letras iguais, dentro da mesma cultivar, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

No vinho, a acidez pode ser determinada por meio do potencial hidrogênio-iônico (pH), acidez titulável e concentração individual de cada ácido. O pH depende, principalmente, do tipo e concentração dos ácidos orgânicos, além da concentração de cátions, especialmente de potássio ( $\text{K}^+$ ), que precipitam o ácido tartárico na forma de sal insolúvel de bitartarato de potássio (LIMA, 2010).



**Tabela 4.** Valores de pH de vinhos tintos tropicais submetidos a variações nas condições de armazenamento.

Tratamentos	Cabernet Sauvignon	Syrah	Tannat	Ruby Cabernet
T0	4,06±0,002 <sup>a</sup>	4,14±0,002 <sup>a</sup>	3,75±0,005 <sup>b</sup>	3,39±0,008 <sup>b</sup>
CIA	4,06±0,001 <sup>a</sup>	4,14±0,002 <sup>a</sup>	3,75±0,004 <sup>b</sup>	3,93±0,001 <sup>b</sup>
TC	4,07±0,005 <sup>a</sup>	4,12±0,003 <sup>b</sup>	3,72±0,001 <sup>c</sup>	3,92±0,004 <sup>b</sup>
LUV	4,06±0,002 <sup>a</sup>	4,12±0,002 <sup>b</sup>	3,71±0,002 <sup>d</sup>	4,17±0,080 <sup>a</sup>
TCLUV	3,62±0,004 <sup>b</sup>	4,06±0,004 <sup>c</sup>	3,77±0,005 <sup>a</sup>	3,89±0,002 <sup>b</sup>

T0: amostras abertas e analisadas no mesmo dia; CIA: amostras armazenadas em condições ideais (posição horizontal, temperatura de 16°C ±1°C) por 30 dias e em seguida analisadas; TC: amostras armazenadas em estufa (posição horizontal, 30°C por 30 dias) e em seguida analisadas; LUV: amostras expostas à luz ultravioleta por 15h (posição horizontal) e em seguida analisadas; TCLUV: amostras armazenadas em estufa (posição horizontal, 30°C por 30 dias) e expostas à luz ultravioleta por 15h (posição horizontal) e em seguida analisadas. Médias seguidas por letras iguais, dentro da mesma cultivar, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Conforme tabelas 4 e 5, os vinhos de Cabernet Sauvignon apresentaram redução no pH e aumento da acidez total titulável nas amostras TCLUV, que pode estar relacionado a um aumento da tonalidade nestas amostras. Já as outras amostras não apresentaram diferenças significativas entre si, demonstrando a estabilidade da acidez nos vinhos estudados. Os grupos T0 e CIA dos vinhos de Syrah não apresentaram redução do pH enquanto os grupos TC e LUV apresentaram diferença significativa em relação aos primeiros. O grupo TCLUV foi o que apresentou maior acidez em relação aos demais tratamentos. Com relação à acidez titulável (Tabela 5), houve aumento desta nos vinhos TCLUV e redução desta nos vinhos CIA, TC e LUV em relação ao T0. Assim como nos vinhos de Cabernet Sauvignon, a redução do pH e aumento da acidez titulável pode estar relacionada ao aumento da tonalidade. Ao contrário dos anteriores, os vinhos de Tannat apresentaram menor acidez no grupo TCLUV e maior nos grupos TC e LUV, enquanto o grupo CIA permaneceu sem diferença significativa em relação ao T0, mas não houve diferença significativa entre os tratamentos na acidez total titulável. Comparando estes dados com os parâmetros cromáticos, os vinhos de Tannat não apresentaram diferença significativa para a tonalidade e a intensidade da cor, demonstrando a estabilidade destes parâmetros. Já em Ruby Canernet, o grupo LUV apresentou diminuição da acidez, enquanto não houve diferença significativa entre as outras amostras, além de não ter ocorrido diferença significativa entre os tratamentos para a acidez total titulável. Entretanto, apesar da estabilidade da acidez, os vinhos de Ruby Cabernet tiveram comportamento variado em relação à intensidade e tonalidade da cor.

**Tabela 5.** Valores de acidez total titulável (g/mL) de vinhos tintos tropicais submetidos a variações nas condições de armazenamento.

Tratamentos	Cabernet Sauvignon	Syrah	Tannat	Ruby Cabernet
T0	0,582±0,006 <sup>b</sup>	0,565±0,007 <sup>b</sup>	0,675±0,007 <sup>a</sup>	0,672±0,005 <sup>a</sup>
CIA	0,620±0,03 <sup>b</sup>	0,501±0,015 <sup>c</sup>	0,657±0,055 <sup>a</sup>	0,627±0,07 <sup>a</sup>
TC	0,595±0,006 <sup>b</sup>	0,500±0,009 <sup>c</sup>	0,651±0,005 <sup>a</sup>	0,712±0,001 <sup>a</sup>
LUV	0,642±0,03 <sup>b</sup>	0,504±0,02 <sup>c</sup>	0,669±0,001 <sup>a</sup>	0,705±0,04 <sup>a</sup>
TCLUV	0,687±0,03 <sup>a</sup>	0,641±0,001 <sup>a</sup>	0,665±0,001 <sup>a</sup>	0,709±0,017 <sup>a</sup>

T0: amostras abertas e analisadas no mesmo dia; CIA: amostras armazenadas em condições ideais (posição horizontal, temperatura de 16°C ±1°C) por 30 dias e em seguida analisadas; TC: amostras armazenadas em estufa (posição horizontal, 30°C por 30 dias) e em seguida analisadas; LUV: amostras expostas à luz ultravioleta por 15h (posição horizontal) e em seguida analisadas; TCLUV: amostras armazenadas em estufa (posição horizontal, 30°C por 30 dias) e expostas à luz ultravioleta por 15h (posição horizontal) e em seguida analisadas. Médias seguidas por letras iguais, dentro da mesma cultivar, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

A identificação e quantificação dos compostos que compõe o perfil fenólico do vinho dificilmente apresenta similaridade entre as cultivares, como observado na Tabela 6, face à complexidade dos fatores envolvidos no campo (exposição à luz solar durante a maturação, condições climáticas na vindima e fatores genéticos da uva), na vinificação (temperatura de fermentação, aplicação de agentes clarificantes e estabilizantes e diferentes métodos de envelhecimento) e no armazenamento dos vinhos engarrafado (YOO *et al*, 2011; GIL-MUÑOZ *et al*, 2009; GUTIERRÉZ; LORENZO; ESPINOSA, 2005).

O grupo T0 apresentou os maiores valores individuais da maioria dos compostos fenólicos estudados, à exceção dos ácidos não detectados, bem como do somatório destes compostos, independente do cultivar. Em relação ao armazenamento em garrafa, a luz e a temperatura influenciaram na redução da concentração de vários compostos do perfil fenólico (Tabela 6), demonstrando maior sensibilidade dos compostos à temperatura e à radiação UV, apesar da cor da garrafa âmbar. Segundo Blake e colaboradores (2010), as garrafas de cores verde escura ou âmbar transmitem em torno de 10% da radiação, no comprimento de onda de 350 nm, enquanto Dias e colaboradores (2012) afirmam que as garrafas dessas cores transmitem em torno de 5% da radiação no mesmo comprimento de onda. Como o envelhecimento foi acelerado no experimento, simulando a radiação recebida em um ano, acredita-se que esta quantidade de radiação acumulada influenciou negativamente a composição do vinho.

Considerando que o conteúdo de cada flavonol em vinhos também é decorrente de diversos fatores, não obstante concentrações iniciais e variações nas condições de armazenamento, os vinhos de Cabernet Sauvignon e Ruby Cabernet apresentaram as maiores concentrações totais de flavonóis quando expostos a radiação UV e simultaneamente submetidos a temperatura de 30°C (Tabela 6).

Nos vinhos de Cabernet Sauvignon, os flavonóis reduziram em mais de 70%, principalmente nos grupos LUV e TCLUV, apesar de ter havido uma redução menos intensa no grupo TC. Nos de Syrah, a miricetina, a quercetina e a rutina reduziram mais de 80% quando armazenadas com temperatura de 30°C e simultaneamente radiação UV (TCLUV), enquanto o caempferol reduziu mais de 98% no grupo TC. Entretanto, em Tannat, a miricetina, a rutina e o caempferol não foram detectados no grupo TC, enquanto a quercetina teve uma redução de mais de 90% no grupo TCLUV. Os vinhos de Ruby Cabernet apresentaram redução de miricetina e a quercetina superior a 45% e 85%, respectivamente, no grupo TCLUV, enquanto a rutina reduziu mais de 80% nos grupos LUV e TCLUV.

A miricetina sofreu decréscimo de concentração mais significativo nos vinhos expostos à radiação UV, exceto no vinho de Tannat no qual a influência da temperatura foi mais significativa. Já a quercetina e a rutina apresentaram maiores decréscimos em função da temperatura e da radiação UV, a depender do vinho (Tabela 6). As concentrações de caempferol foram reduzidas pelo armazenamento em temperatura elevada, a exceção dos vinhos de Cabernet Sauvignon onde a influência da radiação UV no decréscimo de concentração deste composto foi superior.

Os flavanóis constituem uma das maiores classes de flavonoides presentes no vinho. Diferenças, entre as cultivares, foram registradas quanto ao conteúdo dos monômeros mais comuns desta classe (+)catequina e (-)epicatequina. As maiores concentrações de (+)catequina foram encontradas nos vinhos de Cabernet Sauvignon (Tabela 6), corroborando Silva (2013). Dias e colaboradores (2013) com vinhos do Vale do São Francisco, também referem variações significativas nos teores de (+)catequina para o Syrah. Com relação ao armazenamento, a catequina apresentou decréscimo de concentração nos vinhos, principalmente, devido à temperatura e radiação UV.

Nos vinhos de Cabernet Sauvignon a catequina reduziu em mais de 68% no grupo TCLUV e mais de 90% durante o armazenamento em temperatura elevada (TC). Já em

Syrah, houve uma redução de apenas 22% no grupo LUV. Uma redução de até 37% foi observada, nos vinhos de Tannat, entre os grupos TC, LUV e TCLUV, sendo o maior decréscimo observado em TCLUV. Nos vinhos de Ruby Cabernet, observa-se uma redução de mais de 66% no grupo TC e mais de 75% nos grupos LUV e TCLUV.

O *trans*-resveratrol, estilbeno com múltiplos benefícios para a saúde humana (GRIS *et al.*, 2011), foi encontrado em todas as amostras (Tabela 6), principalmente nos vinhos de Syrah, corroborando Lima e colaboradores (2015). Porém, este composto apresenta elevada termosensibilidade, além de apresentar diminuição de concentração em função do tempo de armazenamento, mesmo em condições ideais.

Apesar de haver redução significativa do *trans*-resveratrol nos grupos LUV e TCLUV, o grupo TC apresentou a maior redução nos vinhos de Cabernet Sauvignon, Tannat e Ruby Cabernet, demonstrando sua sensibilidade térmica. Nos de Cabernet Sauvignon, a redução foi maior que 40% no grupo TC, enquanto que no grupo TCLUV foi de apenas 18%. Os vinhos de Syrah, similarmente a Cabernet Sauvignon, apresentaram redução superior a 40% no grupo TC, enquanto no grupo TCLUV, enquanto nos de Cabernet Sauvignon o *trans*-resveratrol não foi detectado. Nos de Tannat e Ruby Cabernet, o *trans*-resveratrol não foi detectado no grupo TC, enquanto que o grupo TCLUV apresentou redução maior que 50% e 80%, respectivamente.

Dos ácidos fenólicos analisados, o gálico obtido pela hidrólise de flavonoides, obteve elevadas concentrações em todos os vinhos, corroborando Silva (2013). Nas condições inadequadas de armazenamento (temperatura e radiação UV) este ácido apresentou significativa termosensibilidade, apesar de também serem observados decréscimos em função da radiação UV e de sua associação com a temperatura (Tabela 6).

Redução de ácido gálico superior a 90% foi observado nos vinhos de Cabernet Sauvignon nos grupos LUV e TCLUV e mais de 50% de redução do ácido caféico no grupo TC. Os vinhos de Syrah, similarmente a Cabernet Sauvignon, apresentaram redução de ácido caféico superior a 90% no grupo LUV, enquanto que os ácidos gálico e siríngico reduziram mais de 65% no grupo TCLUV. Nos de Tannat, os ácidos gálico e caféico não foram detectados em TC e LUV, respectivamente e nos de Ruby Cabernet, o ácido caféico apresentou redução superior 23% nos grupos TC, LUV e TCLUV, enquanto que o ácido vanílico não foi detectado no grupo TC e o ácido gálico apresentou redução superior a 38% no mesmo grupo. As variações encontradas corroboram Granato e colaboradores (2010).

**Tabela 6.** Perfil Fenólico de vinhos tintos tropicais submetidos à variações nas condições de armazenamento

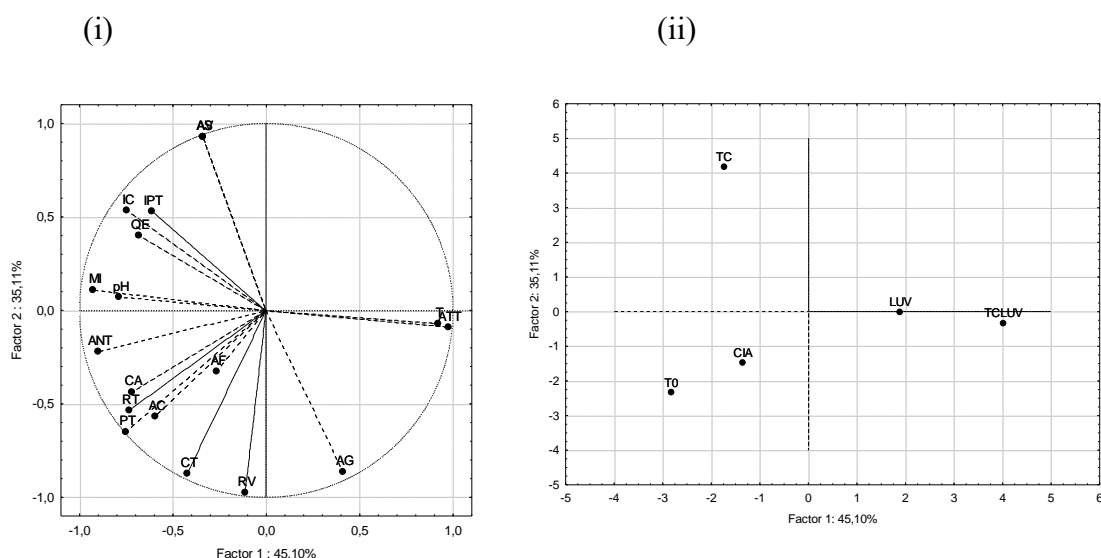
Variedade	Tratamento	Flavonóis			Flavanol			Ácidos Fenólicos				Estilbeno	Somatório
		MI	QE	RT	CA	CT	AC	AF	AV	AG	AS	<i>t</i> -RV	Σ
Cabernet Sauvignon	T0	2,50 <sup>a</sup> ±0,01	4,10 <sup>b</sup> ±0,03	5,20 <sup>a</sup> ±0,01	0,86 <sup>b</sup> ±0,00	107,8 <sup>a</sup> ±0,07	27,6 <sup>a</sup> ±0,00	ND	ND	41,06 <sup>b</sup> ±0,07	ND	5,30 <sup>a</sup> ±0,01	194,42
	CIA	1,04 <sup>c</sup> ±0,00	4,90 <sup>a</sup> ±0,00	1,70 <sup>b</sup> ±0,02	1,06 <sup>a</sup> ±0,01	101,2 <sup>a</sup> ±0,00	6,10 <sup>b</sup> ±0,01	4,20 ±0,01	ND	44,80 <sup>a</sup> ±0,04	ND	4,80 <sup>b</sup> ±0,01	169,80
	TC	2,06 <sup>b</sup> ±0,01	4,90 <sup>a</sup> ±0,06	0,90 <sup>c</sup> ±0,01	0,42 <sup>d</sup> ±0,01	11,90 <sup>d</sup> ±0,03	3,40 <sup>c</sup> ±0,01	ND	3,53 ±0,01	18,70 <sup>c</sup> ±0,02	1,60 ±0,02	3,20 <sup>d</sup> ±0,00	50,61
	LUV	0,25 <sup>d</sup> ±0,00	3,83 <sup>c</sup> ±0,05	0,76 <sup>d</sup> ±0,01	ND	67,02 <sup>b</sup> ±0,30	2,64 <sup>d</sup> ±0,01	ND	ND	35,90 <sup>d</sup> ±0,02	ND	4,60 <sup>c</sup> ±0,00	115,00
	TCLUV	ND	3,74 <sup>d</sup> ±0,03	ND	0,25 <sup>c</sup> ±0,02	33,50 <sup>c</sup> ±0,70	2,78 <sup>d</sup> ±0,03	ND	ND	38,70 <sup>d</sup> ±0,05	ND	4,30 <sup>c</sup> ±0,05	83,27
Syrah	T0	5,20 <sup>a</sup> ±0,01	10,64 <sup>a</sup> ±0,50	2,30 <sup>a</sup> ±0,03	5,60 <sup>a</sup> ±0,10	15,60 <sup>a</sup> ±0,00	36,60 <sup>a</sup> ±0,50	ND	ND	46,40 <sup>a</sup> ±0,70	4,20 <sup>a</sup> ±0,00	9,60 <sup>a</sup> ±0,20	136,14
	CIA	ND	6,20 <sup>b</sup> ±0,40	0,95 <sup>b</sup> ±0,02	1,70 <sup>c</sup> ±0,00	17,20 <sup>a</sup> ±0,01	10,70 <sup>b</sup> ±0,70	ND	ND	37,50 <sup>b</sup> ±0,01	ND	6,4 <sup>b</sup> ±0,00	80,65
	TC	0,54 <sup>b</sup> ±0,00	4,50 <sup>c</sup> ±0,00	0,91 <sup>b</sup> ±0,00	0,10 <sup>c</sup> ±0,01	14,90 <sup>c</sup> ±0,10	9,50 <sup>b</sup> ±0,01	ND	ND	24,09 <sup>c</sup> ±0,10	2,20 <sup>b</sup> ±0,01	5,7 <sup>c</sup> ±0,03	62,44
	LUV	0,40 <sup>c</sup> ±0,00	5,43 <sup>d</sup> ±0,01	ND	0,21 <sup>b</sup> ±0,01	13,30 <sup>d</sup> ±0,01	3,17 <sup>d</sup> ±0,20	ND	ND	36,20 <sup>b</sup> ±0,00	ND	6,7 <sup>b</sup> ±0,09	65,41
	TCLUV	0,21 <sup>d</sup> ±0,00	1,90 <sup>c</sup> ±0,10	0,15 <sup>c</sup> ±0,00	0,28 <sup>d</sup> ±0,00	17,10 <sup>a</sup> ±0,04	4,93 <sup>c</sup> ±0,00	ND	2,35 ±0,00	15,40 <sup>d</sup> ±0,04	1,12 <sup>c</sup> ±0,00	ND	43,44
Tannat	T0	1,04 <sup>a</sup> ±0,01	4,41 <sup>b</sup> ±0,10	0,66 <sup>a</sup> ±0,01	1,34 <sup>b</sup> ±0,00	52,50 <sup>a</sup> ±0,04	ND	ND	1,10 <sup>b</sup> ±0,00	177,2 <sup>a</sup> ±0,01	1,90 <sup>a</sup> ±0,00	0,72 <sup>a</sup> ±0,01	240,87
	CIA	ND	5,30 <sup>a</sup> ±0,00	ND	ND	52,90 <sup>a</sup> ±0,10	ND	ND	ND	86,40 <sup>b</sup> ±0,03	1,97 <sup>a</sup> ±0,00	ND	146,57
	TC	ND	1,90 <sup>c</sup> ±0,05	ND	ND	37,70 <sup>b</sup> ±0,00	5,20 <sup>a</sup> ±0,00	ND	1,26 <sup>a</sup> ±0,01	ND	1,30 <sup>c</sup> ±0,00	ND	47,36
	LUV	0,20 <sup>c</sup> ±0,01	0,90 <sup>d</sup> ±0,10	0,47 <sup>b</sup> ±0,00	1,37 <sup>a</sup> ±0,00	35,08 <sup>b</sup> ±0,20	ND	ND	1,20 <sup>a</sup> ±0,00	82,10 <sup>b</sup> ±0,40	1,10 <sup>d</sup> ±0,00	0,87 <sup>a</sup> ±0,00	123,29
	TCLUV	0,23 <sup>b</sup> ±0,00	0,21 <sup>c</sup> ±0,00	0,38 <sup>b</sup> ±0,00	1,32 <sup>b</sup> ±0,00	33,30 <sup>c</sup> ±0,00	1,08 <sup>b</sup> ±0,00	ND	0,70 <sup>c</sup> ±0,00	83,40 <sup>b</sup> ±0,00	1,43 <sup>b</sup> ±0,00	0,36 <sup>b</sup> ±0,00	122,41
Ruby Cabernet	T0	0,67 <sup>a</sup> ±0,01	16,3 <sup>a</sup> ±0,05	5,70 <sup>a</sup> ±0,02	0,42 <sup>b</sup> ±0,00	36,30 <sup>a</sup> ±0,03	1,40 <sup>a</sup> ±0,00	ND	0,64 <sup>c</sup> ±0,00	65,20 <sup>a</sup> ±0,02	1,90 <sup>a</sup> ±0,01	0,40 <sup>a</sup> ±0,00	128,93
	CIA	ND	4,34 <sup>d</sup> ±0,10	2,70 <sup>b</sup> ±0,00	0,43 <sup>b</sup> ±0,01	28,90 <sup>b</sup> ±0,20	ND	ND	0,82 <sup>a</sup> ±0,01	49,50 <sup>b</sup> ±0,07	0,88 <sup>d</sup> ±0,00	ND	87,57
	TC	ND	5,10 <sup>c</sup> ±0,00	ND	ND	12,20 <sup>c</sup> ±0,01	1,14 <sup>b</sup> ±0,00	ND	ND	39,90 <sup>d</sup> ±0,01	1,09 <sup>c</sup> ±0,01	ND	59,43
	LUV	0,53 <sup>b</sup> ±0,01	5,28 <sup>b</sup> ±0,09	0,50 <sup>d</sup> ±0,01	0,50 <sup>a</sup> ±0,00	8,80 <sup>d</sup> ±0,07	1,10 <sup>b</sup> ±0,01	ND	0,30 <sup>d</sup> ±0,00	53,50 <sup>b</sup> ±0,06	1,60 <sup>b</sup> ±0,01	0,05 <sup>b</sup> ±0,00	72,16
	TCLUV	0,36 <sup>c</sup> ±0,05	2,14 <sup>c</sup> ±0,03	0,96 <sup>c</sup> ±0,05	0,42 <sup>b</sup> ±0,03	8,94 <sup>d</sup> ±1,38	1,07 <sup>b</sup> ±0,30	ND	0,69 <sup>b</sup> ±0,00	51,70 <sup>b</sup> ±0,80	1,70 <sup>b</sup> ±0,03	ND	67,98

T0: amostras abertas e analisadas no mesmo dia; CIA: amostras armazenadas em condições ideais (posição horizontal, temperatura de 16°C ±1°C) por 30 dias e em seguida analisadas; TC: amostras armazenadas em estufa (posição horizontal, 30°C por 30 dias) e em seguida analisadas; LUV: amostras expostas à luz ultravioleta por 15h (posição horizontal) e em seguida analisadas; TCLUV: amostras armazenadas em estufa (posição horizontal, 30°C por 30 dias) e expostas à luz ultravioleta por 15h (posição horizontal) e em seguida analisadas; MI: miricetina; QE: quercetina; RT: rutina; CA: caempferol; CT: catequina; AC: ácido caféico; AF: ácido ferúlico; AV: ácido vanílico; AG: ácido gálico; AS: ácido siríngico; RV: *trans*-resveratrol; ND: Não detectado. Médias seguidas por letras iguais, dentro da mesma cultivar, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

A influência da composição fenólica e dos parâmetros cromáticos na discriminação das amostras de vinhos em função do armazenamento, para cada cultivar, foi acessada pela Análise de Componentes Principais (ACP).

Para os vinhos de Cabernet Sauvignon (Figura 6), as duas primeiras componentes principais explicam 80,21% da variância total dos dados. Deste total, 45,10% foi explicada pela primeira componente principal (CP1) e 35,11% pela segunda componente principal (CP2). A parte positiva do eixo  $x$  (CP1) separou os tratamentos LUV e TCLUV, caracterizados pela tonalidade (T) e pela acidez total titulável (ATT), os tratamentos T0 e CIA, na parte negativa da CP1, foram caracterizados pelo conteúdo de antocianinas (ANT), concentração de polifenóis totais (PT), pH e miricetina (MI). A parte positiva do eixo  $y$  separou o tratamento TC, caracterizado pelos ácidos vanílico (AV) e siríngico (AS).

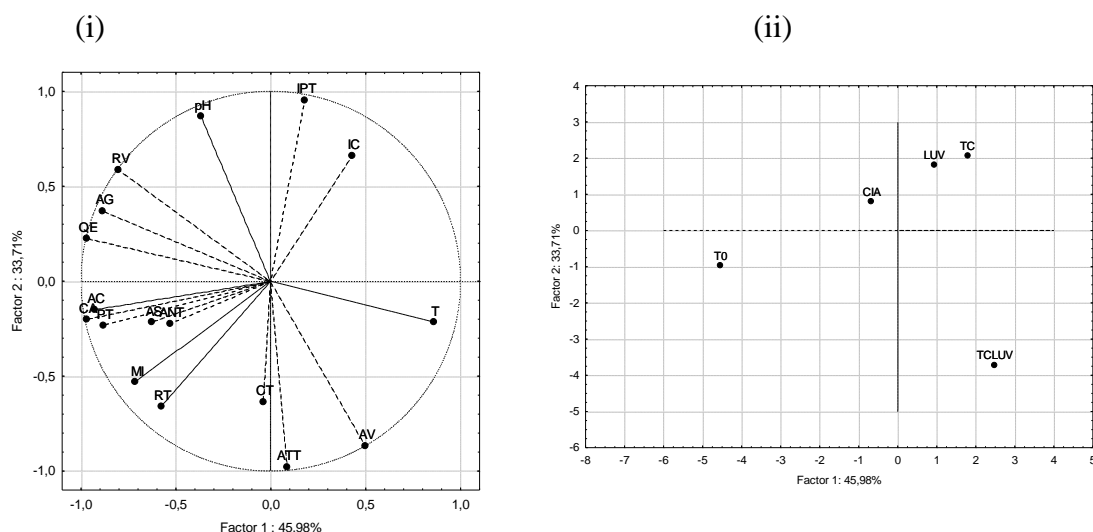
**Figura 6.** Contribuição das variáveis (i) e distribuição dos vinhos tintos (ii) de Cabernet Sauvignon, durante o armazenamento em condição inadequada em garrafa, em duas dimensões no sistema de coordenadas definido pela primeira e segunda componente principal.



T0: amostras abertas e analisadas no mesmo dia; CIA: amostras armazenadas em condições ideais (posição horizontal, temperatura de  $16^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ) por 30 dias e em seguida analisadas; TC: amostras armazenadas em estufa (posição horizontal,  $30^{\circ}\text{C}$  por 30 dias) e em seguida analisadas; LUV: amostras expostas à luz ultravioleta por 15h (posição horizontal) e em seguida analisadas; TCLUV: amostras armazenadas em estufa (posição horizontal,  $30^{\circ}\text{C}$  por 30 dias) e expostas à luz ultravioleta por 15h (posição horizontal) e em seguida analisadas. IC: intensidade da cor; T: tonalidade da cor; PT: polifenóis totais ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  equivalente de ácido gálico); IPT: índice de polifenóis totais; ANT: antocianinas totais ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de malvidina); ATT: acidez total titulável (g/ml); MI: miricetina; QE: quercetina; RT: rutina; CA: caempferol; CT: catequina; AC: ácido caféico; AF: ácido ferúlico; AV: ácido vanílico; AS: ácido siríngico; AG: ácido gálico; RV: *trans*-resveratrol.

Os vinhos de Syrah apresentaram 79,69% da variância total, da qual a primeira componente principal (CP1) respondeu por 45,98% da variância total e a segunda componente principal foi responsável por 33,71% da variância total (Figura 7). A parte negativa do eixo  $x$  (CP1) separou o tratamento T0, caracterizado pelo conteúdo de polifenóis totais (PT), caempferol (CA) e ácido caféico (AC), do tratamento TCLUV, na parte positiva da CP1, caracterizados pela tonalidade (T). A parte positiva do eixo  $y$  separou os tratamentos TC e LUV, caracterizados pela intensidade da cor (IC), índice de polifenóis totais (IPT) e pH.

**Figura 7.** Contribuição das variáveis (i) e distribuição dos vinhos tintos (ii) de Syrah, durante o armazenamento em condição inadequada em garrafa, em duas dimensões no sistema de coordenadas definido pela primeira e segunda componente principal.

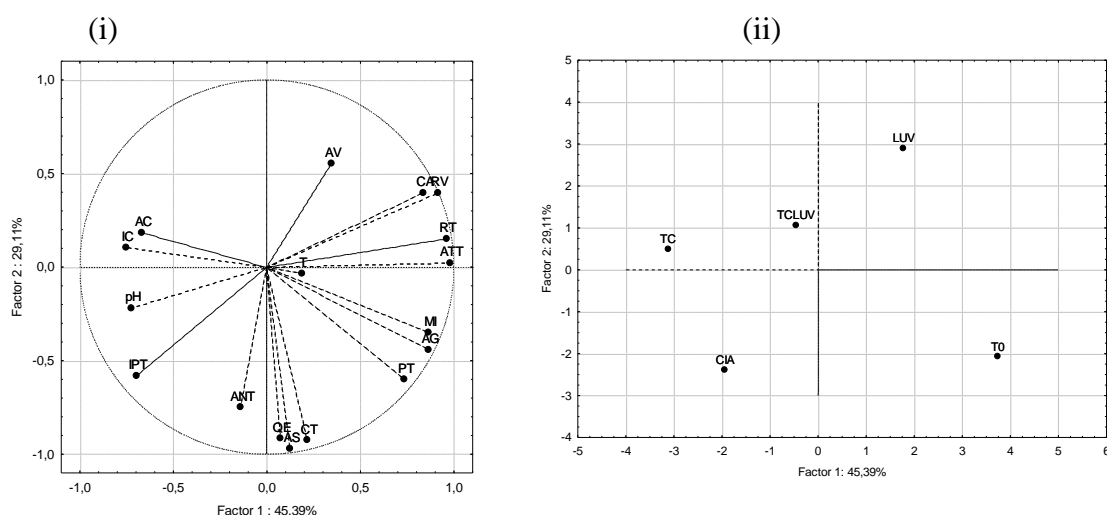


T0: amostras abertas e analisadas no mesmo dia; CIA: amostras armazenadas em condições ideais (posição horizontal, temperatura de  $16^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ) por 30 dias e em seguida analisadas; TC: amostras armazenadas em estufa (posição horizontal,  $30^{\circ}\text{C}$  por 30 dias) e em seguida analisadas; LUV: amostras expostas à luz ultravioleta por 15h (posição horizontal) e em seguida analisadas; TCLUV: amostras armazenadas em estufa (posição horizontal,  $30^{\circ}\text{C}$  por 30 dias) e expostas à luz ultravioleta por 15h (posição horizontal) e em seguida analisadas. IC: intensidade da cor; T: tonalidade da cor; PT: polifenóis totais ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  equivalente de ácido gálico); IPT: índice de polifenóis totais; ANT: antocianinas totais ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de malvidina); ATT: acidez total titulável ( $\text{g}/\text{ml}$ ); MI: miricetina; QE: quercetina; RT: rutina; CA: caempferol; CT: catequina; AC: ácido caféico; AF: ácido ferúlico; AV: ácido vanílico; AS: ácido síringico; AG: ácido gálico; RV: *trans*-resveratrol.

A Figura 8 apresenta a contribuição das variáveis e a distribuição dos vinhos de Tannat. Nesta a variância total da ACP foi de 74,50%, sendo que a primeira componente principal respondeu por 45,39% da variância total e a segunda componente principal respondeu por 29,11% da variância total. A parte positiva da CP1 separou os tratamentos T0, caracterizado pelo conteúdo de polifenóis totais (PT), miricetina (MI) e ácido gálico (AG) e LUV, caracterizado pelo ácido vanílico (AV), caempferol (CA), resveratrol (RV) e

pela acidez total titulável (ATT) dos tratamentos CIA, TC e TCLUV, na parte negativa do eixo  $x$ , caracterizado pelo índice de polifenóis totais (IPT), pelo pH, pela intensidade da cor (IC) e pelo ácido caféico (AC). A parte negativa da CP2 separou os tratamentos CIA e T0, caracterizado pelo conteúdo de antocianinas (ANT) e ácido siríngico (AS), catequina (CT) e quercetina (QE) dos tratamentos TC, LUV e TCLUV na parte positiva do eixo  $y$ , caracterizado pelo ácido vanílico (AV).

**Figura 8.** Contribuição das variáveis (i) e distribuição dos vinhos tintos (ii) Tannat, durante o armazenamento em condição inadequada em garrafa, em duas dimensões no sistema de coordenadas definido pela primeira e segunda componente principal.



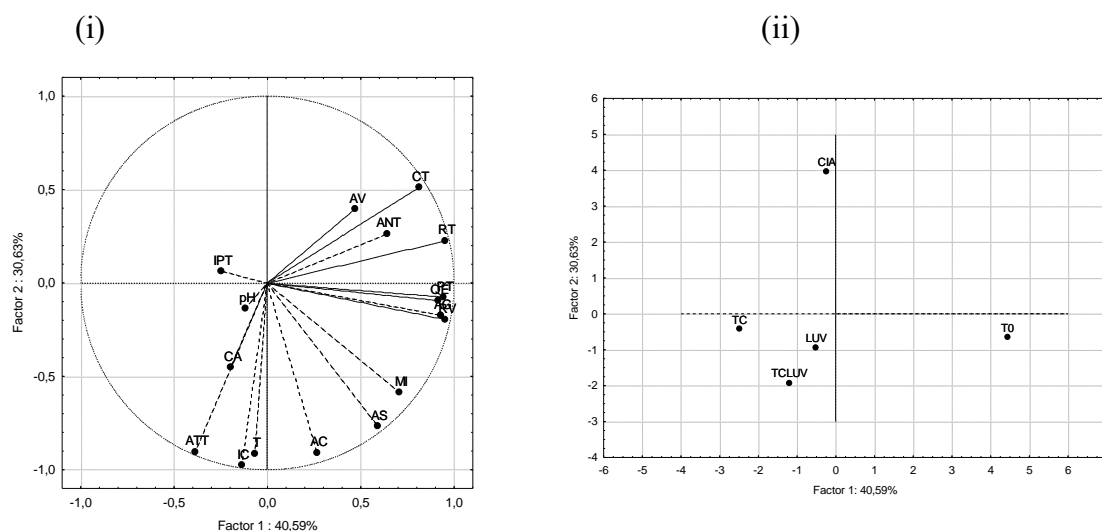
T0: amostras abertas e analisadas no mesmo dia; CIA: amostras armazenadas em condições ideais (posição horizontal, temperatura de  $16^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ) por 30 dias e em seguida analisadas; TC: amostras armazenadas em estufa (posição horizontal,  $30^{\circ}\text{C}$  por 30 dias) e em seguida analisadas; LUV: amostras expostas à luz ultravioleta por 15h (posição horizontal) e em seguida analisadas; TCLUV: amostras armazenadas em estufa (posição horizontal,  $30^{\circ}\text{C}$  por 30 dias) e expostas à luz ultravioleta por 15h (posição horizontal) e em seguida analisadas. IC: intensidade da cor; T: tonalidade da cor; PT: polifenóis totais ( $\text{mg.L}^{-1}$  equivalente de ácido gálico); IPT: índice de polifenóis totais; ANT: antocianinas totais ( $\text{mg.L}^{-1}$  de malvidina); ATT: acidez total titulável (g/ml); MI: miricetina; QE: quercetina; RT: rutina; CA: caempferol; CT: catequina; AC: ácido caféico; AF: ácido ferúlico; AV: ácido vanílico; AG: ácido gálico; AS: ácido siríngico; RV: *trans*-resveratrol.

Para os vinhos de Ruby Cabernet (Figura 9), as duas primeiras componentes principais explicaram 71,22% da variância total dos dados, tendo CP1 explicado 40,59% da variância total e CP2 explicado 30,63% da variância total. A parte positiva do eixo  $x$  separou o tratamento T0, caracterizado pelo conteúdo de polifenóis totais (PT), ácido gálico (AG), *trans*-resveratrol (RV) e pela quercetina (QE) do tratamento TC na parte negativa da CP1, caracterizado pelo pH e pelo índice de polifenóis totais (IPT). A parte positiva do eixo  $y$  separou o tratamento CIA, que não foi caracterizado por nenhuma das variáveis estudadas, dos tratamentos LUV e TCLUV, na parte negativa da CP2,



caracterizados pela intensidade da cor (IC), tonalidade (T), acidez total titulável (ATT) e ácido cafêico (AC).

**Figura 9.** Contribuição das variáveis (i) e distribuição dos vinhos tintos (ii) de Ruby Cabernet, durante o armazenamento em condição inadequadas em garrafa, em duas dimensões no sistema de coordenadas definido pela primeira e segunda componente principal.



T0: amostras abertas e analisadas no mesmo dia; CIA: amostras armazenadas em condições ideais (posição horizontal, temperatura de  $16^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ) por 30 dias e em seguida analisadas; TC: amostras armazenadas em estufa (posição horizontal,  $30^{\circ}\text{C}$  por 30 dias) e em seguida analisadas; LUV: amostras expostas à luz ultravioleta por 15h (posição horizontal) e em seguida analisadas; TCLUV: amostras armazenadas em estufa (posição horizontal,  $30^{\circ}\text{C}$  por 30 dias) e expostas à luz ultravioleta por 15h (posição horizontal) e em seguida analisadas. IC: intensidade da cor; T: tonalidade da cor; PT: polifenóis totais ( $\text{mg.L}^{-1}$  equivalente de ácido gálico); IPT: índice de polifenóis totais; ANT: antocianinas totais ( $\text{mg.L}^{-1}$  de malvidina); ATT: acidez total titulável ( $\text{g/ml}$ ); MI: miricetina; QE: quercetina; RT: rutina; CA: caempferol; CT: catequina; AC: ácido cafêico; AF: ácido ferúlico; AV: ácido vanílico; AG: ácido gálico; AS: ácido siríngico; RV: *trans-resveratrol*.

## Conclusão

Todos os vinhos analisados apresentaram altas concentrações de compostos fenólicos no grupo T0, mas todos perdem com o armazenamento, mesmo em condições ideais. Em relação aos parâmetros fenólicos, foi possível observar que os vinhos de Cabernet Sauvignon analisados sofrem de maneira semelhante ao serem expostos às condições diferentes das ideais em relação à temperatura de armazenamento e radiação ultravioleta, enquanto os vinhos de Syrah apresentam alta sensibilidade à temperatura elevada, apesar de existirem perdas com a exposição à radiação ultravioleta, levando à conclusão, que em relação à estes parâmetros, os vinhos de Tannat e Ruby Cabernet foram os mais estáveis.

Em relação aos parâmetros cromáticos, foi possível concluir que os vinhos analisados de Cabernet Sauvignon são sensíveis à radiação ultravioleta em conjunto com a temperatura elevada, causando aumento na tonalidade da cor, entretanto estes não afetam a intensidade da cor. Já nos vinhos de Syrah e Ruby Cabernet. Além disso, estes vinhos apresentam elevada sensibilidade à temperatura e radiação ultravioleta, pois estes causaram aumentos na tonalidade da cor, entretanto favoreceram um aumento da intensidade da cor. Novamente, os vinhos de Tannat foram os mais estáveis, apresentando uma boa estabilidade cromática, independente das condições de armazenamento.

Apesar disso, todos os vinhos sofreram em maior ou menor grau com as condições de armazenamento quando avaliamos o perfil fenólico e observamos perdas significativas de compostos benéficos à saúde. Entretanto, estudos futuros são necessários para compreender todos os aspectos destas alterações, como elas influenciam no perfil sensorial e na percepção da qualidade do consumidor final.

### Referências Bibliográficas

ANDRADE, R. H. S.; NASCIMENTO, L. S.; PEREIRA, G. E.; HALLWASS, F.; PAIM, A. P. S. Anthocyanic composition of Brazilian red wines and use of HPLC-UV-Vis associated to chemometrics to distinguish wines from different regions. **Microchemical Journal**, n. 110, p. 256–262, 2013.

BIMPILAS, A.; PANAGOPOULOU, M.; TSIMOGIANNIS, D.; OREOPOULOU, V. Anthocyanin copigmentation and color of wine: The effect of naturally obtained hydroxycinnamic acids as cofactors. **Food Chemistry**, n. 197, p. 39–46, 2016.

BIRSE, M. J. **The color of the red wine**. 2007. 306f. Tese. University of Adelaide, Adelaide, Austrália, 2007.

BLAKE, A.; KOTSERIDIS, Y.; BRINDLE, I. D.; INGLIS, D.; PICKERING, G. J. Effect of light and temperature on 3-alkyl-2-methoxypyrazine concentration and other impact odourants of Riesling and Cabernet Franc wine during bottle ageing. **Food Chemistry**, n. 119, p. 935–944, 2010.

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.

CZIBULYA, Z.; HORVÁTH, I.; KOLLÁR, L.; NIKFARDJAM, M. P.; KUNSÁGI-MÁTÉ, S. The effect of temperature, pH, and ionic strength on color stability of red wine. **Tetrahedron**, n. 71, p. 3027-3031, 2015.

DIAS, D. A.; SMITH, T. A.; GHIGGINO, K. P.; SCOLLARY, G. R. The role of light, temperature and wine bottle colour on pigment enhancement in white wine. **Food Chemistry**, n.135, p. 2934–2941, 2012.

DIAS, F. S.; SILVA, M.F.; DAVID, J.M. Determination of Quercetin, Gallic Acid, Resveratrol, Catechin and Malvidin in Brazilian Wines Elaborated in the Vale do São Francisco Using Liquid-Liquid Extraction Assisted by Ultrasound and GC-MS. **Food Analytical Methods**, v. 6, p. 963-968, 2013

FIALHO, V. Z. B. **Brasil é referência na produção de vinhos tropicais**. 2004. Disponível em: < <http://www.cnpuv.embrapa.br/noticias/2004/2004-09-13.html>> Acessado em: 21/02/2017

GALLEGO, M. A. G.; GARCÍA-CARPINTERO, E. G.; SÁNCHEZ-PALOMO, E.; VIÑAS, M. A. G.; HERMOSÍN-GUTIÉRREZ, I. Evolution of the phenolic content, chromatic characteristics and sensory properties during bottle storage of red single-cultivar wines from Castilla La Mancha region. **Food Research International**, n. 51, p. 554–563, 2013.

GALLICE, W. C.; MESSERSCHMIDT, I.; PERALTA-ZAMORA, P. Caracterização espectroscópica multivariada do potencial antioxidante de vinhos. **Química Nova**, v.34 n.3, p. 397-403, 2011.

GIL-MUÑOZ, R.; MORENO-PEREZ, A.; VILA-LÓPEZ, R.; FERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ, J.I.; MARTÍNEZ-CUTILLAS, A.; GÓMEZ-PLAZA, E. Influence of low temperature prefermentative techniques on chromatic and phenolic characteristics of Syrah and Cabernet Sauvignon wines. **European Food Research and Technology**, v.228, n. 5, p.777-788, 2009.

GIOVANELLI, G.; BURATTI, S. Comparison of polyphenolic composition and antioxidant activity of wild Italian blueberries and some cultivated varieties. **Food Chemistry**, n. 112, p. 903-908, 2009.

GLORIES, Y. La couleur des vins rouges. 2a parte. **Connaissance de la vigne et du vin**, n.18, 1984, p. 253-271.

GRANATO, D.; KATAYAMA, F. C. U.; CASTRO, I. A. Assessing the association between phenolic compounds and the antioxidant activity of Brazilian red wines using chemometrics. **LWT - Food Science and Technology**, v.43, n.10, p. 1542–1549, 2010.

GRIS, E.; MATTIVI, F.; FERREIRA, E.A.; VRHOVSEK, U.; PEDROSA, R.C. Proanthocyanidin profile and antioxidant capacity of brasilian *Vitis vinifera* red wines. **Food Chemistry**. v. 126, p.213-220, 2011.

GUERRA, C. C. Vinhos Brasileiros – tipos e estilos. **Revista Bon Vivant**. 2012. Disponível em: < <http://www.bonvivant.com.br/2012/11/06/vinhos-brasileiros-tipos-e-estilos/>> Acessado em: 21/02/2017

GUERRERO, R. F.; LIAZID, A.; PALMA, M.; PUERTAS, B.; GONZÁLEZ-BARRIO, R.; GIL-IZQUIERDO, A.; GARCÍA-BARROSO, C.; CANTOS-VILLAR, E. Phenolic

characterisation of red grapes autochthonous to Andalusia. **Food Chemistry**, n.112, p. 949–955, 2009.

GUTIÉRREZ, I.H.; LORENZO, E.S.P.; ESPINOSA, A.V. Phenolic composition and magnitude of copigmentation in young and shortly aged red wines made from the cultivars Cabernet Sauvignon, Cencibel and Syrah. **Food Chemistry**, 92, 269-283, 2005.

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

HERNANZ, D.; GALLO, V.; RECAMALES, A. F.; MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, A. J.; GONZÁLEZ-MIRET, M. L.; HEREDIA, F. J. Effect of storage on the phenolic content, volatile composition and colour of white wines from the varieties Zalema and Colombard. **Food Chemistry**, n.113, p. 530–537, 2009.

HORA, G. B; MATTOSINHO, C. M. S.; XAVIER, M. G. P. **Inovação na indústria vitivinícola do Vale do submédio São Francisco**, 93 p. Aracaju: IFS, 2016. Disponível em: <[http://www.ifs.edu.br/propex/images/Imagens/Livros/Inova%C3%A7%C3%A3o\\_Vin%C3%ADcola\\_digital-ebook.pdf](http://www.ifs.edu.br/propex/images/Imagens/Livros/Inova%C3%A7%C3%A3o_Vin%C3%ADcola_digital-ebook.pdf)> Acessado em: 14/01/2017

ISO 21348/2007. **Definitions of solar irradiance spectral categories**. Disponível em: <[http://www.spacewx.com/Docs/ISO\\_21348-2007.pdf](http://www.spacewx.com/Docs/ISO_21348-2007.pdf)> Acessado em: 16/08/2016.

LEÃO, A. L. M. S.; VIEIRA, R. S. G.; GAIÃO, B. F. S. Segmentação dos consumidores dos vinhos do Vale do São Francisco: proposta de uma tipologia de perfis baseada em valores pessoais. **Gestão Contemporânea**, n. 14, p. 171-199, 2013.

LEÃO, A. L. M. S.; VIEIRA, R. S. G.; GAIÃO, B. F. S.; SOUZA, I. L. Desenvolvimento de uma nova fronteira vitivinícola: uma aventura no semiárido nordestino. **Qualit@s Revista Eletrônica**, v.14, n. 1, p.1-20, 2013.

LIMA, D. B.; AGUSTINI, B. C.; SILVA, E. G.; GAENSLY, F.; CORDEIRO, R. B.; FÁVERO, M. L. D.; BRAND, D.; MARASCHIN, M.; BONFIM, T. M. B. Evaluation of phenolic compounds content and in vitro antioxidant activity of red wines produced from *Vitis labrusca* grapes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.31, n.3, p 793-800, 2011.

LIMA, L. L. A.; MACEDO, S. M.; MELO, E. A.; ANDRADE, S. A. C. ; GUERRA, N. B. Antioxidant activity of brazilian tropical red wines in relationship its phenolic content. In:

19th International Meeting of Viticulture GiESCO, 2015, Gruissan. **Publications & Actualités Vitivinicoles**, 2015. v. 2.

LIMA, L. L. A.; PEREIRA, G. E. ; ANDRADE, S. A. C. ; SILVEIRA, K. C.; SALGADO, S. M.; LIMA, T. L. A. ; GUERRA, N. B. . Correlation between sensorial and physico-chemical characterization of tropical wines. **Ciência e Técnica Vitivinícola**, v. 28, p. 878-882, 2013.

LIMA, L. L. 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.; ANDRADE, S.A.C.; GUERRA, N.B. Polyphenolic and chromatic characterization of tropical red wines produced in the São Francisco River Valley (Northeast Brazil). **Le Progrès Agricole et Viticole**, Hors Série – Special 17th GiESCO Symposium, p. 33-35, 2011a.

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

LIMA, V.L.A.G.; GUERRA, N.B. Antocianinas: atividade antioxidante e biodisponibilidade. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia Alimentos**, v.37 (Supl.), p. 121-128, 2003.

LUCENA, A.P.S.; NASCIMENTO, R.J.B.; MACIEL, J.A.C.; TAVARES, J.X.; BARBOSA-FILHO, J.M.; OLIVEIRA, E.J.. Antioxidant activity and phenolics content of selected Brazilian wines. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 23, p. 130-36, 2010.

MARQUEZ, A.; SERRATOSA, M. P.; MERIDA, J. Influence of bottle storage time on colour, phenolic composition and sensory properties of sweet red wines. **Food Chemistry**, v.146, p.507–514, 2014.

MELÉNDEZ M. E.; SÁNCHEZ, M. S.; IÑIGUEZ M.; SARABIA L. A.; ORTIZ M. C. Psychophysical parameters of colour and the chemometric characterization of wines of the certified denomination of origin “Rioja”. **Analytica Chimica Acta**, v. 446, p. 159-169, 2001.

MENEGUZZO, J.; RIZZON, L. A.; MIELE, A.; AYUB, M. A. Z. Efeito de Botrytis cinerea na composição do vinho Gewürztraminer. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.3, p.527-532, 2006.

MONAGAS, M.; GOMEZ-CORDOVES, C.; BARTOLOME, B. Evolution of the phenolic content of red wines from *Vitis vinifera* L. during ageing in bottle. **Food Chemistry**, v.95, 405–412, 2006.

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.

MULERO, J.; MARTÍNEZ, G.; OLIVA, J.; CERMEÑO, S.; CAYUELA, J. M.; ZAFRILLA, P.; MARTÍNEZ-CACHÁ, A.; BARBA, A. Phenolic compounds and antioxidant activity of red wine made from grapes treated with different fungicides. **Food Chemistry**, v.180, p 25–31, 2015.

NEVES, A.C.; SPRANGER, M.I.; ZHAO, Y.; LEANDRO, M.C.; SUN, B. Effect of Addition of Commercial Grape Seed Tannins on Phenolic Composition, Chromatic Characteristics and Antioxidant Activity of Red Wine. **Journal Agriculture Food Chemistry**. v.58, p.11775–11782, 2010.

ORGANISATION INTERNATIONALE DE LA VIGNE ET DU VIN, Recueil des méthodes internationales d'analyse des vins et des moûts. **Office International de la Vigne et du Vin**, Paris, 1990.

PADILHA, C. V. S.; BIASOTO, A. C. T.; CORRÊA, L. C.; LIMA, M. S.; PEREIRA, G. E. Phenolic compounds profile and antioxidant activity of commercial tropical red wines (*Vitis vinifera* L.) from São Francisco Valley, Brazil. **Journal of Food Biochemistry**, v. 41, n.3, p. 1-9, 2016.

PEREIRA, G. E.; ARAÚJO, A. J. B.; SANTOS, J.; VANDERLINDE, R.; LIMA, L. L. A. Chemical and aromatic characteristics of Brazilian tropical wines. **Acta Horticulturae**, n. 910, p. 135-140, 2011.

PEYNAUD, E.; BLOUIN, J. **O gosto do vinho**. São Paulo: Martins Fontes, 258p, 2010.

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.

- REVILLA, I.; GONZALEZ-SANJOSE, M. L. Effect of different oak woods on aged wine color and anthocyanin composition. **European Food Research and Technology**, v. 213, p. 281–285, 2001.
- SÁENZ-NAVAJAS, M. P.; AVIZCURI, J. M.; FERREIRA, V.; FERNÁNDEZ-ZURBANO, P. Sensory changes during bottle storage of Spanish red wines under different initial oxygen doses. **Food Research International**, n. 66, p. 235–246, 2014.
- SILVA, S. C. P. **Composição fenólica e sua relação com a atividade antioxidante de vinhos tintos tropicais brasileiros**, 2013, 55p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos). Programa de pós graduação em Nutrição – Universidade Federal de Pernambuco/ Recife.
- SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.16, p. 144–158, 1965.
- TEIXEIRA, M. V. J. ; LIMA, L. L. A. ; GUERRA, N. B. ; PEREIRA, G. E. . Caracterização e estabilidade da composição fenólica de vinhos tropicais brasileiros Tempranillo e Ruby Cabernet. **Revista Brasileira de Viticultura e Enologia**, v. 8, p. 44-51, 2016.
- TORRES, N.; GOICOECHEA, N. ANTOLÍN, M. C. Antioxidant properties of leaves from different accessions of grapevine (*Vitis vinifera* L.) cv. Tempranillo after applying biotican/or environmental modulator factors. **Industrial Crops and Products**, n.76, p.77–85, 2015.
- WATERMAN, K. C.; ADAMI, R. C. Accelerated aging: Prediction of chemical stability of pharmaceuticals. **International Journal of Pharmaceutics**, n. 293, p. 101–125, 2005.
- YOO, Y.J.; SALIBA, A.J.; PRENZLER, P.D.; RYAN, D. Assessment of some Australian red wines for price, phenolic content, antioxidant activity, and vintage in relation to functional food prospects. **Journal Agriculture Food Chemistry**. v.76, p.1355-1365, 2011



## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este trabalho inovador procurou contribuir para a manutenção da qualidade dos vinhos do Vale do São Francisco comercializados na Região Metropolitana do Recife, uma vez que avalia a estabilidade fenólica e cromática dos vinhos submetidos às condições que simularam transporte e armazenamento inadequados. Por meio deste estudo foi possível comprovar que ocorrem alterações significativas em decorrência do envelhecimento e exposição à temperatura e luminosidade.

Ademais, esta pesquisa inovadora também teve como objetivo fornecer dados que venham a contribuir com a formalização da Indicação de Procedência da região, possibilitando uma maior valorização e divulgação dos vinhos para consumidores da Região Metropolitana do Recife e do Brasil.

## 7. ANEXO

**Anexo 1.** Especificações técnicas da câmara de fotoestabilidade desenvolvida pelo Núcleo de Pesquisas em Nutrição Parenteral/ UFPE

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	
LÂMPADA TIPO UVA	FLUORESCENTE, UV PRÓXIMO (LUZ NEGRA)
LÂMPADA TIPO VISÍVEL	FLUORESCENTE, BRANCA FRIA (ISO 10977)
IRRADIÂNCIA MÁXIMA DA LUZ UV	1.416 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$
ILUMINÂNCIA MÁXIMA DA LUZ VISÍVEL	14.472 Lux
TEMPO REQUERIDO PARA ALCANÇAR ÀS RECOMENDAÇÕES ICH DE 200 W.h/M <sup>2</sup>	14h 07min 05seg
TEMPO REQUERIDO PARA ALCANÇAR ÀS RECOMENDAÇÕES ICH DE 1.200.000 LUX.h	82h 55min 7seg
TEMPERATURA MÁXIMA ALCANÇADA	28°C
ESCALA DE UMIDADE	DEPENDENTE DA UMIDADE AMBIENTE
TAMANHO DA SUPERFÍCIE DE EXPOSIÇÃO	1,5m
ÁREA ÚTIL TOTAL DA SUPERFÍCIE DE EXPOSIÇÃO	42,3X124,4cm (DISTÂNCIA X COMPRIMENTO)
DIMENSÃO INTERNA	15X52,3X156,4 cm (ALTURA X DISTÂNCIA X COMPRIMENTO)
DIMENSÃO EXTERNA	63,5X158,8X159,4 cm (ALTURA X DISTÂNCIA X COMPRIMENTO)
ESPECIFICAÇÕES ELÉTRICAS	196 Watts; 220 Volts; 0,89 Amper