

LUCIANA LEITE DE ANDRADE LIMA

**CARACTERIZAÇÃO E ESTABILIZAÇÃO DOS VINHOS
ELABORADOS NO VALE DO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO**

Recife
2010

LUCIANA LEITE DE ANDRADE LIMA

**CARACTERIZAÇÃO E ESTABILIZAÇÃO DOS VINHOS
ELABORADOS NO VALE DO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em
Nutrição do Centro de Ciências da Saúde da
Universidade Federal de Pernambuco para obtenção
do título de Doutor em Nutrição (Área Ciência dos
Alimentos).

Orientadora: Profa. Dra. Nonete Barbosa Guerra

Coorientador: Dr. Giuliano Elias Pereira

Recife
2010

Andrade Lima, Luciana Leite de
Caracterização e estabilização dos vinhos elaborados
no Vale do Submédio São Francisco / Luciana Leite de
Andrade Lima. – Recife : O Autor, 2010.
140 folhas; il., fig., tab.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de
Pernambuco. CCS. Nutrição, 2010.

Inclui bibliografia, anexo e apêndice.

1. Vinhos tropicais. 2. Avaliação físico-química de
vinhos. 3. Perfil sensorial de vinhos. I. Título.

663.2
663.2

CDU (2.ed.)
CDD (20.ed.)

UFPE
CCS2010-032

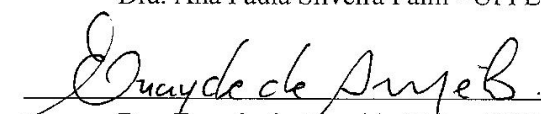
LUCIANA LEITE DE ANDRADE LIMA

**CARACTERIZAÇÃO E ESTABILIZAÇÃO DOS VINHOS
ELABORADOS NO VALE DO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO**

Tese aprovada em: 24 de fevereiro de 2010



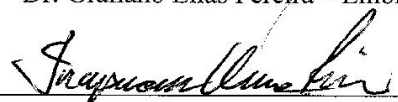
Dra. Ana Paula Silveira Paim - UFPE



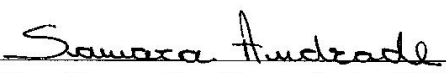
Dra. Enayde de Almeida Melo - UFRPE



Dr. Giuliano Elias Pereira – Embrapa Semiárido



Dr. Irapuan Oliveira Pinheiro- UPE



Dra. Sâmara Alvachian Andrade - UFPE

Recife
2010

Dedico este brinde aos meus pais (Marcos e Carmen), irmãos (Eduardo e Taciana), meu marido (Humberto) e meus filhos (Ana Júlia e Gustavo), pela harmonização que compartilhamos em nossas vidas.

AGRADECIMENTOS

A Deus e Nossa Senhora de Fátima, nos quais creio e me dão força em todos os momentos e sempre mostram o caminho certo a seguir.

Aos meus pais, Marcos e Carmen, e irmãos, Eduardo e Taciana, pelo amor, dedicação, renúncia ... e por tudo o que representam em minha vida. Ademais, por realmente sempre colocarem a “mão na massa” quando resolvo estudar, estudar e estudar.

Ao meu marido (Humberto) e filhos (Ana Júlia e Gustavo), por tudo o que representam e por compreenderem a importância do vinho em minha vida, ou melhor, em nossas vidas.

À Amiga Professora Dra. Nonete Barbosa Guerra. Como não encontrei nos dicionários uma palavra que sintetizasse carinho, dedicação, renúncia, trabalho, coragem, conhecimento, solidariedade, paciência, incentivo, companheirismo, satisfação, beleza, tive que escrevê-las todas. Ademais, o meu sincero e eterno agradecimento por tudo, afinal esta é uma tese feita a duas cabeças e quatro mãos.

A Giuliano Elias Pereira pelo apoio sincero e irrestrito, conhecimento, paciência e dedicação em todas as etapas deste estudo. Entrementes, espero que este seja o primeiro de muitos brindes que compartilharemos.

À amiga Samara Andrade, por tudo o que me ensinou e me ensina e pela imensa amizade e alegria em acompanhar minhas e, no futuro, nossas conquistas.

Aos professores Alexandre Schuler e Ricardo Targino pela presteza, amizade e ensinamentos.

Às Professoras Dra. Silvana Magalhães Salgado, Maria Angélica Vasconcelos, Alda Verônica Souza Livera e Tânia Stamford, pelo companheirismo e incentivo.

A todos que fazem parte do Laboratório de Experimentação e Análise de Alimentos Prof^a Nonete Barbosa Guerra – Leaal - Artur, Alexandre, Camilo, Lourdes, Marcos, Moisés, Manuel, Moab, Olívia, Silvia, Solange e Vivaldo, pelo companheirismo e carinho.

A Giovana e Mayra, pessoas maravilhosas que colaboraram muito para a realização desta pesquisa.

A Neci e Roberto, pelo apoio incondicional em resolver qualquer situação no decorrer de todo este trabalho e, espero, de futuros.

Às amigas Karina Silveira, Ruth Guilherme e Hélida Melo por tudo o que passamos juntas, principalmente por todo o carinho, amizade e conversa, conversa, conversa ... (a ressaltar maior participação de Ruth neste último item) em nossas viagens em busca do conhecimento.

Às minhas outras amigas doutorandas, Emmanuela Paiva e Amanda Oliveira, pela ajuda em muitos momentos desta longa, longa, longa caminhada. Ademais, espero brindarmos, junto com Neide, Alessandro, Bruno, Leonardo, Fátima, Éricka, Edenilze..., muitas conquistas pelos próximos 30, 35, 40 ou mais anos de trabalho.

À equipe de juízes do sensorial, pela colaboração fundamental para a realização deste trabalho.

Aos meus alunos da UPE, Politec e UFRPE, pela paciência e compreensão durante a realização deste trabalho e pelos constantes ensinamentos.

À minha turma de doutorado que tanto me ajudou no início deste caminho e pelos momentos felizes que compartilhamos.

E a todos que, ao longo destes quatro anos vividos durante a elaboração deste trabalho, dedicaram a ele algum momento de suas vidas. A todas estas pessoas, meu muito obrigado.

*O vinho não flui de uma fonte, mas da mão do
homem e da terra de Deus. A Ele e ao homem deixo o
silêncio, pois o vinho é um mundo de escutas.*

Luciana L. de A. Lima

CARACTERIZAÇÃO E ESTABILIZAÇÃO DOS VINHOS ELABORADOS NO VALE DO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO

RESUMO

Estudo de vinhos elaborados com as *Vitis viniferas* - Petit Verdot, Tempranillo, Syrah, Sauvignon Blanc, Viognier e Verdejo, produzidas no Vale do Submédio São Francisco, para caracterizar a composição analítica e sensorial e avaliar sua estabilidade, considerando a importância das condições edafoclimáticas sobre a qualidade dos vinhos. Os vinhos experimentais, elaborados com uvas da primeira safra de 2008 e armazenados em garrafas, na posição horizontal, a $18\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ e 60 % de umidade, foram avaliados quanto à composição fenólica, de ácidos orgânicos e cromática e perfil sensorial durante 12 meses. Métodos espectrofotométricos, colorimétricos e cromatográficos validados foram utilizados para determinação da cor, polifenóis totais, antocianinas totais, flavanóis, flavonóis e ácidos orgânicos, e a análise descritiva quantitativa para o perfil sensorial. Durante o armazenamento, os vinhos tintos apresentaram maior intensidade e menor variação da cor vermelha, quando comparados aos de clima temperado, enquanto que para os brancos, este parâmetro permaneceu estável, com exceção do Viognier. A presença de maiores teores de ácido láctico que de tartárico foi uma característica extensiva a todos. Embora os vinhos tenham apresentado decréscimo da concentração de polifenóis e ácidos orgânicos durante o armazenamento, comum em países de clima temperado, os resultados foram superiores aos referidos na literatura. Não obstante alterações percebidas durante o armazenamento, a composição fenólica e o perfil sensorial diferenciaram, satisfatoriamente, os vinhos, em função da variedade e do *terroir*, o que constitui uma contribuição para melhor descrever e compreender a tipicidade dos vinhos de clima tropical. Ademais o elevado teor de trans-resveratrol nos vinhos de Syrah e, excepcionalmente, nos brancos, confere a estes vinhos propriedades funcionais de comprovados efeitos benéficos à saúde.

Palavras-chave: vinhos tropicais, avaliação físico-química, perfil sensorial, estabilização.

CHARACTERIZATION AND STABILIZATION OF WINE PRODUCED IN THE OF SUB-MIDDLE SÃO FRANCISCO VALLEY

ABSTRACT

Study of of wines made from the *Vitis Vinifera* - Petit Verdot, Tempranillo, Syrah, Sauvignon Blanc, Verdejo and Viogner - produced in the Sub-middle San Francisco Valley, for characterize and evaluate the stability of these wines, considering the importance of environmental conditions on the quality. The experimental wines, made with grapes from the first vintage of 2008 and stored in bottles in a horizontal position at $18^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ and 60% humidity, were evaluated for their phenolic composition, organic acids, color and sensory profile for 12 months. Spectrophotometric methods, colorimetric and chromatographic, validated, were used to determine the color, total polyphenols, anthocyanins, flavanols, flavonols and organic acids, and quantitative descriptive analysis for the sensory profile. During storage, the wines showed a higher intensity and less variation in the red than those of temperate climate, whereas in white, except for Viogner, this parameter remained stable and higher levels of lactic acid than tartaric feature extended to all. Although they followed the traditional pattern of decreasing concentration of polyphenols and organic acids during storage, the results were higher than those in the literature. Despite perceived changes during storage, the phenolic composition and sensory profile differed satisfactorily and wines according to variety and terroir, which is a contribution to the future establishment of a geographical indication of provenance. In addition the high content of trans-resveratrol in wines from Syrah and, exceptionally, in white, gives these wines functional properties of proven health benefits.

Keywords: tropical wines, physicochemical, sensory profile, stabilization.

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Estrutura química básica dos flavonóides.....	37
Figura 2. Estrutura química básica dos flavonóis.....	37
Figura 3. Estrutura química dos flavanóis - catequina, epicatequina e epigallocatequina.....	38
Figura 4. Estrutura química da antocianina glicosiladas.....	39
Figura 5. Estruturas químicas dos ácidos tartárico, málico, láctico, cítrico e succínico.....	40
Figura 6. Fluxograma dos processos de vinificação em branco e em tinto.....	46
 Artigo 1 - Otimização e validação de método para determinação de ácidos orgânicos em vinhos por cromatografia líquida de alta eficiência	
Figura 1. Estruturas químicas dos ácidos tartárico, málico, láctico, cítrico e succínico.....	58
Figura 2. Cromatograma da mistura de ácido tartárico, 0,5 mg.mL ⁻¹ ; ácidos málico e láctico, 1,0 mg.mL ⁻¹ e ácidos cítrico e succínico, 0,1 mg.mL ⁻¹ , com identificação dos compostos, por nome e tempo de retenção.....	62
Figura 3. Cromatograma de vinho branco da variedade Verdejo, com identificação dos compostos, por nome e tempo de retenção.....	63

Figura 4. Cromatograma de vinho tinto da variedade Petit Verdot, com identificação dos compostos, por nome e tempo de retenção.....	63
---	----

Artigo 2 - Caracterização físico-química de vinhos tropicais produzidos no Nordeste do Brasil

Figura 1. Decaimento da concentração de antocianinas totais em função do tempo de armazenamento em garrafas.....	78
--	----

Figura 2. Perfil cromatográfico dos flavonóis em vinhos: (a) Petit Verdot, (b) Tempranillo, (c) Syrah; (d) Sauvignon Blanc (e) Viogner e (f) Verdejo, após 12 meses de envelhecimento em garrafa.....	80
---	----

Figura 3. Conteúdo de trans-resveratrol nos vinhos, em função da variedade, após 12 meses de armazenamento em garrafa.....	81
--	----

Figura 4. Contribuição das variáveis (a) e distribuição dos vinhos tintos (b) (SY= Syrah; PV= Petit Verdot e TP = Tempranillo), durante o armazenamento de 3, 6, 9 e 12 meses, em garrafa em duas dimensões, no sistema de coordenadas definido pela primeira e segunda componente principal.....	89
---	----

Artigo 3 - Caracterização sensorial de vinhos tropicais (Brasil) em função da variedade e tempo de armazenamento

Figura 1. Contribuição das variáveis (a) e distribuição dos vinhos tintos (b) (PV: Petit Verdot; SY: Syrah e TP: Tempranillo), durante o armazenamento de 3, 6, 9 e 12 meses, em garrafa, em duas dimensões no sistema de coordenadas definido pela primeira e segunda componente principal.....	109
--	-----

Figura 2. Contribuição das variáveis (a) e distribuição dos vinhos brancos (b) (SB - Sauvignon Blanc; VD - Verdejo e VG – Viognier), durante o armazenamento de 3, 6, 9 e 12 meses, em garrafa em duas dimensões no sistema de coordenadas definido pela primeira e segunda componente principal.....	110
---	-----

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Lista dos 16 atributos e sua caracterização.....	54
 Artigo 1 - Otimização e validação de método para determinação de ácidos orgânicos em vinhos por cromatografia líquida de alta eficiência	
Tabela 1. Resultados dos parâmetros de validação para os analitos	64
Tabela 2. Resultados da repetibilidade do instrumento e do método.....	65
Tabela 3. Concentrações dos ácidos orgânicos (tartárico, málico, láctico, cítrico e succínico) em amostras de vinhos tintos e brancos comercializados em Recife/PE.....	66
 Artigo 2 - Caracterização físico-química de vinhos tropicais produzidos no Nordeste do Brasil	
Tabela 1. Açúcares redutores e pH dos vinhos tintos tropicais.....	75
Tabela 2. Evolução de polifenóis em vinho tintos tropicais, durante o armazenamento em garrafa.....	76
Tabela 3. Evolução de polifenóis em vinho brancos tropicais, durante o armazenamento em garrafa.....	77

Tabela 4. Composição de flavonóis em vinhos tintos tropicais, após 12 meses de armazenamento em garrafa.....	79
Tabela 5. Taninos totais e percentual de frações monoméricas, oligoméricas e poliméricas de flavanóis em vinhos tropicais, após 12 meses de armazenamento em garrafa.....	83
Tabela 6. Ácidos orgânicos em vinhos experimentais de Petit Verdot (PV), Syrah (SY) e Tempranillo (TP), durante 3, 6, 9 e 12 meses de armazenamento em garrafa.....	84
Tabela 7. Ácidos orgânicos em vinhos brancos experimentais de Sauvignon Blanc (SB), Viogner (VG) e Verdejo (VD), durante 3, 6, 9 e 12 meses de armazenamento em garrafa.....	85
Tabela 8. Evolução cromática por espectrofotometria de vinhos tintos tropicais.....	86
Tabela 9. Evolução cromática por espectrofotometria de vinhos brancos tropicais.....	86
Tabela 10. Evolução dos parâmetros colorimétricos dos vinhos tintos tropicais.....	87
Tabela 11. Caracterização cromática por colorimetria (CIE L*a*b*) de vinhos tropicais.....	88
Tabela 12. Diferenças cromática e de tonalidade entre vinhos tropicais.....	88

Artigo 3 - Caracterização sensorial de vinhos tropicais (Brasil) em função da variedade e tempo de armazenamento

Tabela 1. Atributos visuais, olfativos e gustativos definidos pelos juízes e sua descrição.....	104
Tabela 2. Perfil sensorial dos vinhos tintos de Petit Verdot (PV), Syrah (SY) e Tempranillo (TP), após 3, 6, 9 e 12 meses de armazenamento em garrafa (safra 2008).....	106
Tabela 3. Perfil sensorial dos vinhos brancos de Sauvignon Blanc (SB), Viognier (VG) e Verdejo (VD), após 3, 6, 9 e 12 meses de armazenamento em garrafa (safra 2008).....	107

SUMÁRIO

	Página
1. APRESENTAÇÃO.....	22
2. OBJETIVOS.....	24
2.1. Geral.....	24
2.2. Específicos.....	24
3. REVISÃO DA LITERATURA – Produção de vinhos tropicias.....	25
3.1. Introdução.....	26
3.2. Vinhos tropicias no mundo.....	27
3.3. Fatores que influenciam na composição do vinho.....	28
3.3.1. Condições edafoclimática.....	27
3.3.2. Variedades de videiras <u>Vitis viníferas</u>.....	29
3.3.3. Prática enológica.....	32
3.4. Substâncias organolépticas do vinho.....	33
3.4.1. Açúcares.....	33
3.4.2. Aminoácidos.....	34
3.4.3. Compostos aromáticos.....	34
3.4.4. Compostos fenólicos.....	35
3.4.5. Estilbenos.....	39
3.4.6. Ácidos orgânicos.....	39
3.5. Considerações finais.....	41
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	42

4.1. Material.....	43
4.1.1. Uvas.....	43
4.1.2. Equipamentos.....	43
4.1.3. Reagentes e padrões analíticos.....	44
4.2. Métodos.....	45
4.2.1. Vinificação.....	45
4.2.2. Ensaios analíticos.....	47
4.2.2.1. Determinação de açúcares redutores e pH.....	47
4.2.2.2. Antocianinas totais.....	47
4.2.2.3. Polifenóis totais.....	47
4.2.2.4. Taninos.....	48
4.2.2.5. Cor.....	49
4.2.2.6. Ácidos orgânicos.....	50
4.2.2.7. Flavonóis e estilbenos.....	51
4.2.3. Validação dos métodos cromatográficos.....	52
4.2.4. Análise sensorial.....	53
4.2.5. Análise estatística.....	54
5. RESULTADOS.....	55
5.1. Artigo 1 - Otimização e validação de método para determinação de ácidos orgânicos em vinhos por cromatografia líquida de alta eficiência.....	56
Introdução.....	58
Parte Experimental.....	59
Resultados e Discussão.....	62

Conclusões.....	66
Agradecimentos.....	66
Referências.....	67
5.2.Artigo 2 - Caracterização físico-química de vinhos tropicais produzidos no Nordeste do Brasil.....	68
Resumo.....	69
Introdução.....	69
Material e Método.....	71
Resultados e Discussão.....	75
Conclusão.....	90
Agradecimento.....	90
Referências.....	90
5.3. Artigo 3 - Caracterização sensorial de vinhos tropicais (Brasil) em função da variedade e tempo de armazenamento.....	101
Resumo.....	102
Introdução.....	102
Experimental.....	103
Resultados e Discussão.....	106
Conclusão.....	112
Agradecimento.....	112
Referências.....	112
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	116

7. REFERÊNCIAS.....	118
8. APÊNDICE.....	133
9. ANEXO.....	138
Anexo A - Carta de aceite para publicação do artigo [QN] – 531/09V3 na revista Química Nova.....	139

1. Apresentação

O potencial vitivinícola de uma região é resultado de fatores edafoclimáticos favoráveis à produção de uvas de qualidade, dentre os quais se destacam o clima (temperatura, pluviosidade e luminosidade) e o solo, que influenciam na composição e tipicidade dos vinhos obtidos. As regiões tradicionais para o cultivo de *Vitis viniferas* são as de clima temperado, localizadas entre os paralelos 30° e 49° N (Alemanha, Espanha, França, Itália, Portugal, e Estados Unidos da América) e 30° e 44° S (Argentina, Brasil, Chile, Uruguai, África do Sul, Austrália e Nova Zelândia), que propiciam uma safra por ano (ROCHA, 2004; RIZON *et al.*, 1998).

A elaboração de vinhos de qualidade em novas regiões requer estudos prévios sobre as variáveis econômicas, como também das características agronômicas e enológicas implicadas no equilíbrio organoléptico e na resistência à degradação oxidativa prematura. Estes estudos são, particularmente, importantes para viabilizar a produção de vinhos em regiões de clima quente, a exemplo do Vale do Submédio São Francisco (VSMSF). Esta região, situada entre os paralelos 8° e 9° do hemisfério sul, com altitude média de 350 m, é a única no mundo a produzir frutas e vinhos em uma condição de clima semiárido tropical, com variabilidade intra-anual, caracterizado por apresentar dias e noites quentes, associado ao manejo da irrigação, sendo responsável por 15% da produção nacional de vinhos finos (PEREIRA *et al.*, 2007; AGRIANUAL, 2006; ROCHA, 2004; TONIETTO; CARBONNEAU, 2004; TONIETTO; TEIXEIRA, 2004; GUERRA; ZANUS, 2003).

As condições edafoclimáticas do VSMSF (elevada temperatura, disponibilidade de água para irrigação e luminosidade abundante) possibilitam duas a três safras anuais, particularidade desta região. Entretanto, as uvas obtidas nestas condições apresentam variações na composição de ácidos e acúmulo de potássio, favorecem a concentração e composição de várias classes de polifenóis que, não obstante sua importante influência sobre a qualidade e tipicidade dos vinhos, ainda são pouco conhecidas.

Diante do interesse demonstrado por diversos setores da sociedade (governamental, acadêmico e produtivo) em consolidar o desenvolvimento vitivinícola dessa região, via cadeia produtiva da uva e do vinho, e a constatação da presença de teores consideráveis de polifenóis de interesse biológico – rutina, quercetina e trans-resveratrol -, principalmente nos vinhos da variedade Syrah, evidenciou-se necessário realizar este estudo, cujos resultados deverão gerar o conhecimento científico indispensável à caracterização físico-química e sensorial dos vinhos e possibilitar ajustes vitícolas e enológicos, em vistas à consolidação e sustentabilidade da vitivinicultura tropical.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Caracterizar o potencial enológico dos vinhos tropicais varietais elaborados com uvas cultivadas nas condições edafoclimáticas do Vale do Submédio São Francisco.

2.2. Específicos

- Determinar a composição de ácidos orgânicos e polifenóis e a estabilidade química de vinhos tropicais varietais elaborados, experimentalmente, no Vale do Sub-médio São Francisco.
- Identificar o perfil sensorial de vinhos varietais tropicais elaborados, experimentalmente, no Vale do Sub-médio São Francisco e sua estabilidade durante doze meses de armazenamento.

3. Revisão da Literatura

Produção de vinhos tropicais

3.1. Introdução

Os vinhedos do Continente Americano datam do período da colonização espanhola (1493). No Brasil, as primeiras videiras foram trazidas em 1532, por Martim Afonso de Souza e a produção de vinhos foi iniciada entre o final do século XIX e início do século XX pelos imigrantes italianos, na Serra Gaúcha/RS, hoje conhecida como Vale dos Vinhedos, e posteriormente expandida para outras regiões do país (JOHNSON, 1989). No Rio Grande do Sul a região da Campanha Gaúcha, formada pelos municípios de Sant'Ana do Livramento e Pinheiro Machado, localizada entre os paralelos 30° e 44°S e com clima temperado, é a mais indicada à cultura de *Vitis vinifera*, produzindo vinhos finos desde 1980. Atualmente, a vitivinicultura brasileira encontra-se desenvolvida em diversos estados, a exemplo de Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Pernambuco, Bahia e Mato Grosso, todos com distinta localização geográfica, influenciando na grande diversidade de tipos de vinhos (RIZZON *et al.*, 1998).

No VSMSF, região de clima semiárido tropical, o polo vitivinícola de Pernambuco (Petrolina, Santa Maria da Boa Vista e Lagoa Grande) e na Bahia (Casa Nova), vêm sendo produzindo vinhos finos há cerca de 25 anos. As condições climáticas, que exigem irrigação, associadas à intensa incidência de raios solares fazem desta região a única no mundo a produzir uvas viníferas em período não convencional – inverno – e durante todo o ano, sendo possível colher de duas a três safras por ano.

Esta região vitivinícola possui vantagens comparativas excepcionais: elaboração de vinhos de qualidade dentro de um novo conceito - vinho tropical; produção de diversos tipos de vinho com alto potencial de qualidade, crescendo-se ainda o fato de que estão situadas em áreas relativamente povoadas, com grande potencial de expansão da vitivinicultura e do consumo. Ademais, a procura por vinhos de qualidade, com valorização da tipicidade, atributos como capacidade antioxidante e/ou nutracêutica e aptidão ao consumo moderado e contínuo tem sido cada vez mais intensa, vem gerando possibilidades concretas de aumento do consumo interno e do desenvolvimento das exportações.

Esta perspectiva perpassa pela valorização desses vinhos tropicais por meio do conhecimento dos fatores determinantes da qualidade tecnológica e gustativa, cujo estado da arte será objeto desta revisão.

3.2. Vinhos tropicais no mundo

Alguns países, entre os quais Índia, Tailândia, Brasil e Venezuela, produzem vinhos tropicais. Poucos, entretando, apresentam produção expressiva, tampouco exportação para mercados tradicionais como Estados Unidos da América (EUA) e Europa. Considerando que o mercado mundial de vinhos é dominado por países que tradicionalmente produzem vinhos finos de alta qualidade, em condições de clima temperado, os vinhos tropicais, produzidos em volume pequeno, necessitam de maior divulgação e reconhecimento internacional. Para tanto, a Índia, cujo volume de produção é similar ao do Brasil, implementou, desde 1980, projetos que objetivam elaborar vinhos típicos e de qualidade (TONIETTO; CAMARGO, 2006).

O Vale do Submédio São Francisco, referência da viticultura tropical, iniciou a produção comercial na década de 80 e conta, atualmente, com 10.500 hectares de vinhedos destinados à produção de uvas de mesa e viníferas, distribuídos entre os Estados de Pernambuco e Bahia. A produção de vinhos está estimada em 700 hectolitros de vinho/ano, em uma área de 700 ha, sendo 80% tinto e 20% branco (IBRAVIN, 2009; PEREIRA *et al.*, 2007). Esta região, localizada no trópico semiárido brasileiro, com latitude de 9° S, longitude de 40° W e altitude média de 350 m, apresenta indicadores climáticos médios anuais de precipitação pluvial, concentrada entre dezembro e março, de 550 mm, temperatura de 26 °C e umidade relativa do ar de 50% (IBRAVIN, 2009; PEREIRA *et al.*, 2007). Sua estrutura produtiva, no que diz respeito à vitivinicultura, assim como à produção de uvas de mesa, compõe-se de pequenos produtores organizados em cooperativas, além de médios e grandes empresários/grupos, em escala industrial. Dentre as variedades viníferas, em termos de adaptação e potencial de produção, destacam-se as tintas Syrah, Cabernet Sauvignon, Tannat, Ruby Cabernet e Tempranillo e as brancas Moscato Canelli, Sauvignon Blanc e Chenin Blanc (IBRAVIN, 2009).

3.3. Fatores que influenciam na composição do vinho

3.3.1. Condições edafoclimáticas

O clima tem um importante efeito sobre a biossíntese e taxa de degradação das moléculas que provêm do metabolismo primário e secundário das plantas. Dada a sua influência sobre a absorção de água pela planta, esse fator determina, igualmente, a

concentração de moléculas importantes para a qualidade dos vinhos. Assim, o clima influencia sobremaneira a maturação da uva e o ponto de colheita (TONNIETTO *et al.*, 2008).

A região do VSMSF apresenta, como grande diferencial, os sistemas de irrigação pelas águas do rio São Francisco, por microaspersão ou gotejamento, o que garante a produção de frutas, inclusive uvas viníferas, durante todo o ano, abastecendo o mercado mundial, principalmente nos períodos de entressafra de outros exportadores mundiais de frutas.

Nas regiões produtoras de clima temperado, ao sul do Brasil, as videiras produzem uma vez por ano e a vindima ocorre, principalmente, durante o final do verão e outono, período que coincide com a época de maior intensidade pluviométrica, afetando a qualidade dos vinhos obtidos, em especial dos tintos (MOTA *et al.*, 2009). Em contraposição, o VSMSF, de clima semiárido tropical, apresenta variabilidade intra-anual, com dias e noites quentes, possibilita a produção de uvas durante diferentes épocas do ano, com características diferenciadas (TONIETTO; CARBONNEAU, 2004; TONITETTO; CARBONNEAU, 1999).

O ecossistema vitícola, constituído pelo clima - luminosidade, temperatura e pluviosidade -, solo, cultivar e porta-enxerto, além das técnicas culturais – poda, irrigação, controle de pragas e doenças e adubação –, influencia no desenvolvimento das plantas, na produção e composição da uva, distinção do caráter e da qualidade do vinho (MOTA *et al.*, 2009). Dentre as condições edafoclimáticas mais importantes para a viabilidade econômica do cultivo da videira destacam-se a pluviosidade, temperatura e luminosidade, que dependem das variações meteorológicas e localização do vinhedo (altitude e exposição). Os fatores climáticos influenciam nos mecanismos fotossintéticos e termais das videiras, exercendo um papel regulador sobre as enzimas relacionadas à síntese de compostos da uva, tais como: fosfoenolpiruvato – PEP, que atua na síntese do ácido málico, e a fenilalaninaamonioliase – PAL, enzima-chave na síntese de fenóis e antocianinas (ROCHA, 2004). Além disso, uvas expostas à luz do sol durante a maturação geralmente apresentam maior concentração de açúcares e polifenóis em detrimento dos ácidos, principalmente o málico (ROCHA, 2004; DOKOOZLIAN; KLIEWER, 1996).

De acordo com Pereira (2006), a partir de 35 °C a temperatura durante o amadurecimento das uvas exerce pouca influência sobre os compostos fenólicos, principalmente na biossíntese das antocianinas. Entretanto, quando associada à luz do sol, torna-se essencial para a síntese, aumentando o acúmulo de flavonóis e com pouco efeito sobre os taninos, compostos encontrados principalmente nas sementes (GUERRERO *et al.*, 2009; PEREIRA *et al.*, 2005; ROCHA, 2004; DOKOOZLIAN; KLIEWER, 1996). O

monitoramento do *déficit* de água durante o cultivo das plantas e, principalmente, do amadurecimento, é importante para a síntese e concentração dos compostos fenólicos responsáveis pelas características sensoriais do vinho (DOSHI *et al.*, 2006; MATTHEWS; ANDERSON, 1988).

O cultivo de videiras pode ser realizado em qualquer tipo de solo, proporcionando variações na qualidade das uvas, atenuadas ou não com o uso da tecnologia na vinificação. Entrementes, para que as *Vitis viniferas* atinjam a qualidade ideal, o solo deve armazenar calor, permitir enraizamento satisfatório, propiciar adequada fertilidade – não excessiva –, reter água, ser arejado e não apresentar compostos prejudiciais à videira (ROCHA, 2004).

Ademais, o tipo de solo tem influência na escolha e função dos porta-enxertos que, no VSMSF, em função da predominância de solos arenosos, são híbridos ou de espécies puras resistentes aos nematoides. Os porta-enxertos se adaptam às condições edafoclimáticas e possuem comportamento diferenciado em função da variedade enxertada. Nessa região, vinhedos comerciais, destinados à produção de vinhos finos, utilizam o IAC 766 (Campinas), porta-enxerto híbrido de elevado vigor, que em condições tropicais apresenta uma maior resistência das folhas ao ataque de fungos (LEÃO, 2001).

3.3.2. Variedades de videiras *Vitis viniferas*

Entre os fatores determinantes da qualidade do vinho encontra-se o tipo de videira, que responde, diferentemente, às condições de clima e solo, requerendo a realização de testes para avaliar a adaptação e compatibilidade entre porta-enxerto/variedades. Essas respostas são expressas de maneira particular, proporcionando a obtenção de uvas e vinhos com diferentes características analíticas e sensoriais. A capacidade de produzir vinhos com aroma e sabores identificáveis, mesmo em diferentes condições edafoclimáticas, constitui uma das principais formas de avaliar a capacidade de adaptação de uma variedade (ALBERT, 2007).

Após estudos de adaptação de variedades europeias nas condições de cultivo do VSMSF, algumas que se destacaram pelo seu potencial comercial estão sendo objeto de pesquisa sobre o seu potencial enológico. Convém ressaltar que a maioria de suas características foi obtida em condições de clima temperado, conforme se segue:

- **Syrah:** uva tinta usada na elaboração de vinhos tintos complexos, aromáticos, alcoólicos e distintos, que apresentam coloração vermelha rubi profunda e límpida; aroma intenso típico de frutas maduras (framboesa e ameixa preta) e especiarias (baunilha, canela e alcaçuz), e sabor de frutas vermelhas maduras, alcaçuz, couro e

pimenta-do-reino (GUERRA; ZANUS, 2003). Diante da diversidade de estudos realizados com esta cultivar, podemos citar: Peres *et al.* (2009) determinaram os ácidos orgânicos em vinhos brasileiros, safra 2002; Ristic *et al.* (2007) avaliaram as características sensoriais, cor e taninos de vinhos gregos de Syrah, produzidos com uvas não expostas ao sol; Gutiérrez *et al.* (2005) determinaram a composição fenólica e parâmetros cromáticos em vinhos espanhóis; Rocha (2004) quantificou os polifenóis bioativos em vinhos comerciais produzidos no VSMSF; e Arnous *et al.* (2001) avaliaram compostos fenólicos em vinhos gregos.

- **Tempranillo:** esta uva tinta, ícone espanhola, que produz vinhos tintos de cor profunda, estruturados, equilibrados e longevos, propícios ao envelhecimento no carvalho, recebe denominações diversas em Portugal - Tinta Roriz e Aragonês - e na Espanha - Tinto Fino, Tinta del País e Cencibel (NAUDIN; FLAVIGNY, 2001). Dentre os trabalhos publicados, destacam-se: Cadahía *et al.* (2009), que avaliaram características cromáticas e fenólicas dos vinhos espanhóis envelhecidos em barris de carvalho espanhol e francês; Pereira *et al.* (2007), que estudaram os parâmetros enológicos (pH, teor alcoólico, acidez total, acidez volátil, teor de dióxido de enxofre e extrato seco), taninos e antocianinas totais em vinhos tropicais (VSMSF/Brasil); Monagas *et al.* (2006), que avaliaram o perfil cromático e de antocianinas em vinhos de região de Navarra/Espanha; Gutiérrez *et al.* (2005), que estudaram os fenólicos e parâmetros cromáticos em vinhos espanhóis; Ó-Marques *et al.* (2005), que determinaram taninos totais e frações (polimérica, oligomérica e monomérica), em vinhos portugueses; e Gutiérrez (2003), que quantificou os polifenóis totais em vinhos de La Mancha/Espanha.
- **Cabernet Sauvignon:** uva tinta nobre que produz vinhos tintos jovens e de guarda, com aromas de cassis a pimentão, dependendo das condições de cultivo. Considerando as diversas pesquisas realizadas com esta variedade podemos citar: Cadahía *et al.* (2009), que analisaram a cor e os fenólicos em vinhos espanhóis envelhecidos em barris de carvalho espanhol e francês; Cadot *et al.* (2009), que avaliaram a influência do perfil sensorial na tipicidade de vinhos do Vale do Loire/França; Peres *et al.* (2009), que determinaram os ácidos orgânicos em vinhos comerciais brasileiros; Baer *et al.* (2008), que caracterizaram o perfil antociânico em vinhos chilenos usados como instrumento de autenticidade da variedade; Monagas *et al.* (2006), que determinaram cor e concentração de antocianinas durante o envelhecimento, na garrafa, de vinhos jovens provenientes de Navarra/Espanha; Gutiérrez *et al.* (2005), que diferenciaram a

composição fenólica e os parâmetros cromáticos em vinhos espanhóis; Ó-Marques *et al.* (2005), que avaliaram a influência do amadurecimento na concentração total e das frações monoméricas, oligoméricas e poliméricas dos taninos, em vinhos portugueses; Sánchez-Moreno *et al.* (2003), que diferenciaram os polifenóis e a atividade antioxidante, em vinhos da Califórnia/Estados Unidos da América; Vuorinen *et al.* (2000), que diferenciaram o perfil de flavonóis em vinhos da Austrália, Estados Unidos da América, Chile e Bulgária.

- **Grenache:** uva bem adaptada a regiões de clima quente, a exemplo do sul da França, Espanha, Alentejo/Portugal e Ilha da Sardenha/Itália, que, juntamente com a Tempranillo, constitui a base dos vinhos espanhóis de Navarra e Ribera del Douro. Os vinhos obtidos desta uva são agradáveis e apresentam sensação de doçura, elevado teor alcoólico, coloração pouco intensa e aromas representativos de cereja e pimenta. Na literatura, alguns trabalhos têm sido realizados com vinhos desta variedade, tais como: Pereira *et al.* (2007), que avaliaram os parâmetros enológicos (pH, teor alcoólico, acidez total, acidez volátil, teor de dióxido de enxofre e extrato seco) e taninos e antocianinas totais em vinhos tropicais (VSMSEF/Brasil); Monagas *et al.* (2006), que determinaram os parâmetros colorimétricos e concentração de antocianinas em vinhos jovens espanhóis durante o envelhecimento na garrafa.
- **Petit Verdot:** uva tinta francesa que apresenta grande potencial para produção de vinhos tropicais, devido à sua alta acidez, concentração de polifenóis (cor e estrutura), propiciando a obtenção de vinhos de qualidade e tipicidade. Considerando a carência de literatura científica com vinhos desta variedade, estudo realizado por Pereira *et al.* (2007) determinou os parâmetros enológicos (pH, teor alcoólico, acidez total, acidez volátil, teor de dióxido de enxofre, extrato seco e polifenóis – taninos e antocianinas totais), importante para a avaliação de vinhos tropicais (VSMSEF/Brasil) produzidas com esta uva.
- **Sauvignon Blanc:** uva branca, também conhecida como Fume Blanc, produz vinhos secos e refrescantes, com aromas cítricos (maçã verde), frutas tropicais e pimenta (KEVILL, 2006), bem característicos. Dentre os estudos realizados com esta cultivar, cita-se: Peres *et al.* (2009), que estudaram o perfil de ácidos orgânicos em vinhos brasileiros, safra 2002; e, Sánchez-Moreno *et al.* (2003), que avaliaram o teor de polifenóis e a atividade antioxidante em vinhos da França e Estados Unidos da América.

- **Verdejo:** variedade branca que produz vinhos aromáticos (notas de frutas – maçã - e refrescantes – menta -, com fundo herbáceo e podendo apresentar toques de frutas tropicais exóticas), com corpo médio e ligeira adstringência (KEVILL, 2006). Apesar da carência de trabalhos com vinhos desta variedade, estudo de Cozzolino *et al.* (2009) empregou técnica de espectroscopia associada à análise multivariada, como forma de diferenciar vinhos australianos orgânicos dos convencionais.
- **Viognier:** uva de grande qualidade, capaz de gerar vinhos brancos bem-estruturados e secos, com aromas de damasco e almíscar (KEVILL, 2006), em condições de clima temperado.
- **Chenin Blanc:** uva francesa de grande versatilidade, capaz de produzir vinhos de secos a doces, com aromas de mel, lima e baunilha, leves ou estruturados, em condições de clima temperado.

3.3.3. Prática enológica

A determinação do ponto ideal de colheita das uvas é um dos fatores de maior importância para a obtenção de vinhos de qualidade, em qualquer região do mundo, pois, durante a maturação, ocorrem mudanças no perfil metabólico das uvas, principalmente, em relação aos açúcares, ácidos orgânicos, aminoácidos, compostos aromáticos e composição fenólica (BEER *et al.*, 2008).

O acompanhamento da maturação e a vindima em época adequada contribuem para a obtenção de vinho com qualidade e tipicidade. A maturação se inicia pela mudança na coloração até a vindima, podendo levar de 30 a 70 dias, dependendo da cultivar, região de cultivo, safra e manejo agrônômico do vinhedo. Durante este período ocorre, progressivamente, aumento no teor de pigmentos e de açúcares, além de diminuição na rigidez das paredes celulares da película e, da polpa e da acidez (GUERRA; ZANUS, 2003). O grau de maturação das uvas pode ser determinado pelo equilíbrio entre a quantidade de açúcares e ácidos, ou pela composição fenólica (ROCHA, 2004; GUERRA; ZANUS, 2003; SALINAS, 2002). Ocorre também, durante este período, um acúmulo de compostos e precursores aromáticos dos vinhos.

Considerado um importante parâmetro enológico, a maturação fenólica influencia e determina a qualidade e a quantidade das antocianinas e dos taninos, contribuindo, principalmente, para a vinificação em tinto. Nesta, ocorre a maceração, período no qual a parte sólida da uva (película e semente) permanece em contato com o mosto (RIZZON *et al.*,

1999). Durante o processo de vinificação: o engaço pode ceder ao mosto, embora não intencionalmente, uma quantidade de polifenóis indesejados; a semente libera quantidades importantes de flavonas e taninos e a casca enriquece, principalmente o vinho tinto, com antocianinas e taninos, e o branco com flavonas (GARCÍA-BENEYTEZ *et al.*, 2002; BERENTE *et al.*, 2000). O tempo de contato entre a parte sólida e o mosto, nesta etapa, propicia um aumento do teor de compostos fenólicos do vinho, características varietais pronunciadas e maior estabilidade da cor (ROCHA, 2004), dependendo da maturação das uvas. Para uma maior estabilidade dos compostos fenólicos é esperada uma relação de cinco moléculas de antocianinas para uma de tanino (PEYNOUD, 1997).

Com o tempo de envelhecimento e amadurecimento, os vinhos passam por reações complexas e progressivas, em barris de carvalho e/ou garrafas de vidro, entre as antocianinas e outros polifenóis, alterando a sua coloração e estrutura (GUERRERO *et al.*, 2009; RASTIJA *et al.*, 2008; NIKFARDJAM *et al.*, 2005; GAMBELLI; SANTARONI, 2004; ATANASOVA *et al.*, 2002; MAZZA *et al.*, 1999), o que tem motivado a realização de pesquisas sobre os efeitos do tipo de acondicionamento do vinho durante o envelhecimento. Enquanto estas alterações de cor conferem qualidade e garantem a evolução dos vinhos tintos, nos brancos o escurecimento, decorrente de reações de oxirredução, é considerado um defeito, se ocorrido logo após o engarrafamento (KALLITHRAKA *et al.*, 2009). Embora seja esperado, nos vinhos brancos, que a coloração se mantenha por alguns anos, como amarelo palha-verdeada, com a evolução torna-se amarelo-ouro, cor de mel.

3.4. Substâncias organolépticas do vinho

As características sensoriais dos vinhos são influenciadas por diversas substâncias, tais como:

3.4.1. Açúcares

Os principais açúcares do mosto, frutose e glicose participam do processo de fermentação, durante a vinificação (LEE *et al.*, 2006), sendo importante o acompanhamento da maturação das uvas, em função do aumento do grau glucométrico determinante da concentração destes açúcares (RIZZON; MIELE, 2002).

3.4.2. Aminoácidos

A variação na composição de nitrogênio total no mosto e nos vinhos depende da variedade (exemplo, Cabernet Sauvignon, que apresenta elevados teores de prolina), das condições edafoclimáticas, do solo e das práticas de fertilização. Dentre esses compostos, os íons de amônia, glutamina, aspartato, arginina, serina e alanina representam importante papel na cinética de fermentação, por serem excelentes fontes de nitrogênio para as *Saccharomyces* (DUTRA *et al.*, 1999).

Ademais, a degradação da arginina durante o processo fermentativo, liberando ureia em meio alcoólico, favorece a formação do carbamato de etila, composto carcinogênico (DUTRA *et al.*, 1999).

3.4.3. Compostos aromáticos

O aroma dos vinhos apresenta grande complexidade e diversidade molecular, com efeitos sinérgicos e antagônicos entre elas. Avanços tecnológicos vêm permitindo a análise da composição aromática, que pode ser largamente empregada para diferenciar cultivares e determinar a qualidade e a tipicidade de vinhos (BONINO *et al.*, 2003).

Os compostos voláteis formados durante a fermentação representam os componentes mais importantes do aroma de vinhos jovens; entretanto, em muitos casos, a concentração destes está abaixo do limite de detecção, tendo pouco impacto sobre o aroma do vinho.

Nos vinhos, muitas substâncias fazem parte da composição aromática, dentre os quais:

- **Álcoois superiores** (álcoois fúseis) - incluem os álcoois 1-propanol, 2-metil-1-propanol, 2-metil-1-butanol, 3-metil-1-butanol e o 2-metiletanol. A concentração destes álcoois em vinhos tradicionais de regiões temperadas varia entre 140-420 mg.L⁻¹ (BOULTON *et al.*, 1996). Os álcoois superiores são compostos secundários da fermentação alcoólica, resultantes do metabolismo de aminoácidos ou açúcares. Estes compostos voláteis, que constituem atributos qualitativos e mesmo defeitos no perfil aromático dos vinhos, podem ser identificados e quantificados por cromatografia gasosa com detector de ionização de chama (RIZZON; MIELE, 2001a). Quando os teores estão acima de 300 mg.L⁻¹, os compostos geralmente apresentam defeitos olfativos nos vinhos (ÉTIEVANT, 1991). O composto 1-propanol, ao contrário dos demais álcoois superiores, é formado pelas leveduras, preferencialmente no início da fermentação alcoólica, quando há disponibilidade de maior quantidade de substâncias nitrogenadas. O 2-meilt-1-propanol (isobutanol) é mais influenciado pelos fatores

relacionados à clarificação do mosto, sendo que vinhos obtidos de mostos clarificados possuem teores mais baixos deste álcool superior (RIZZON; MIELE, 2001a; RIZZON; MIELE, 2002a). Os álcoois amílicos, amil ativo (2-metil-1-butanol) e isoamílico (3-metil-1-butanol) são característicos dos vinhos da cultivar Cabernet Sauvignon e, em altas concentrações, favorecem o aroma herbáceo ou vegetal (RIZZON; MIELE, 2002a).

- **Ésteres** – os acetatos e os ésteres etílicos de ácidos graxos contribuem para os aromas frutados dos vinhos jovens, ou aromas secundários, cujos precursores foram revelados, durante a fermentação alcoólica, pelas leveduras *Saccharomyces cerevisiae* (BOULTON *et al.*, 1996). Dentre estes compostos, podem ser citados o hexanal, 1-octen-3-ona, E-2-heptenal, E-E-2,4-decadienal, ácido pentanoico, ácido hexanoico, ácido octanoico, lactonas alifáticas, guaicaol, dihidrocinamato de etila, 2,6-dimetoxifenol, 4-vinilfenol, ácido fenilacético e vanilina; derivados carotenoides e fenóis voláteis, tais como eugenol, 4-etilfenol e 4-vinilguaicaol, que podem ser qualitativos ou defeitos, segundo a concentração encontrada (MENEGUZZO *et al.*, 2006).
- **Aldeídos** - o etanal é o mais importante, corresponde a 90% dos aldeídos totais do vinho, sua formação ocorre durante a fermentação alcoólica, por descarboxilação do piruvato. Corresponde à oxidação do etanol, sendo um defeito em vinhos, com notas aromáticas de maçã podre. A presença de concentrações elevadas de acetato de etila, que representa 80% dos ésteres voláteis dos vinhos, proporcionam gosto acético, o que prejudica sua qualidade (BONINO *et al.*, 2003).

A técnica de cromatografia com detector de ionização de chama e espectrometria de massa é utilizada para identificação e quantificação destes componentes voláteis (BONINO *et al.*, 2003).

3.4.4. Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos englobam desde moléculas simples até outras com alto grau de polimerização. Este amplo e complexo grupo está presente na alimentação, em uma variedade de vegetais e de produtos industrializados, como chocolates, chás e vinhos. A ação antioxidante dos polifenóis está diretamente relacionada à sua molécula, e o interesse nesses fitoterápicos tem aumentado desde que foram associados à redução no índice de doenças

crônicas não transmissíveis (DCNT), a exemplo das doenças cardiovasculares e câncer (GIOVANELLI; BURATTI, 2009; GUERRERO *et al.*, 2009; KUMAR *et al.*, 2009; KOSIR *et al.*, 2004; ZHOU *et al.*, 2004; CABRITA *et al.*, 2003; ZAFRILLA *et al.*, 2003; ALVAREZ *et al.*, 2002; WATERHOUSE, 2002; PELLEGRINI *et al.*, 2000).

Ademais, atribui-se a estes compostos fenólicos outros efeitos benéficos à saúde, devido à sua ação antioxidante sobre as lipoproteínas de baixa densidade (LDL), indução do relaxamento vascular e redução da agregação plaquetária (FALCÃO *et al.*, 2007; SANCHEZ-MORENO *et al.*, 2003; ARNOUS *et al.*, 2001). A atividade antioxidante é atribuída aos íons de hidrogênio (H^+) dos grupos hidroxila, localizados em várias posições dos anéis, às duplas ligações dos anéis benzênicos e à dupla ligação da função oxo ($-C=O$) de algumas moléculas, cuja atividade biológica depende da biodisponibilidade, absorção e metabolização que, por sua vez, estão relacionadas à estruturação química, grau de polimerização e solubilidade desses compostos (GONZAGA *et al.*, 2008; MIRA *et al.*, 2008; KOSIR *et al.*, 2004).

De acordo com a literatura, o vinho é uma excelente fonte de várias classes de compostos fenólicos, principalmente de flavonoides (antocianinas, flavonóis e flavanóis) e de não flavonoides (estilbenos e ácidos fenólicos), todos com proporção dependente da variedade da uva e do processo de vinificação (GUERRERO *et al.*, 2009; RODRÍGUEZ-DELGADO *et al.*, 2000; MAZZA *et al.*, 1999; MANFROI *et al.*, 1997). Estes compostos são de particular importância para a enologia, por contribuírem para a qualidade do vinho, no que diz respeito aos seus atributos sensoriais (cor, *flavour*, adstringência e amargor), estabilidade da cor e capacidade de envelhecimento (GUERRERO *et al.*, 2009; RASTIJA *et al.*, 2008; NIKFARDJAM *et al.*, 2005; GUERRA; ZANUS, 2003; ATANASOVA *et al.*, 2002; GARCÍA-BENEYTEZ *et al.*, 2002; RODRÍGUEZ-DELGADO *et al.*, 2000; MAZZA *et al.*, 1999; GARCIA-VIGUERA; BRIDLE, 1995). Além disso, o perfil dos compostos fenólicos pode ser utilizado como uma excelente ferramenta para classificação dos vinhos (SATO *et al.*, 1996).

Os flavonóides se caracterizam por uma estrutura base constituída por dois anéis aromáticos ligados por um anel pirano (Figura 1) e podem ser encontrados no estado livre ou associados com outros flavonoides, açúcares, não flavonoides, ou ainda combinações destas moléculas (KOSIR *et al.*, 2004; MAMEDE; PASTORE, 2004; CABRITA *et al.*, 2003; WATERHOUSE, 2002). As diferentes famílias desse grupo incluem os derivados de ácidos benzoico e ciânico e flavonoides (flavanóis, flavonóis e antocianinas); estes diferem entre si

pelo grau de oxidação do anel pirano (KOSIR *et al.*, 2004; CABRITA *et al.*, 2003; WATERHOUSE, 2002; MAKRIS *et al.*, 2001).

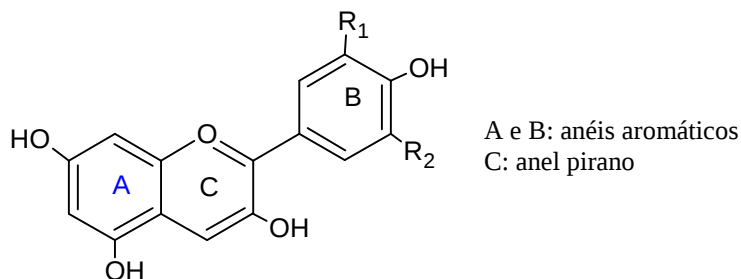


Figura 1. Estrutura química básica dos flavonóides

Nos vinhos, são encontrados três grupos de flavonóides:

- **Flavonóis:** grupo que apresenta, como principais compostos nos vinhos, a quercetina, rutina, miricetina e caempferol, todos originários da uva (Figura 2). A quercetina, flavonol destacado em termos quantitativos, está localizada na casca, e é transferida para o vinho durante a maceração. Estes flavonoides, dependendo da concentração, atuam indiretamente no perfil gustativo dos vinhos, devido ao amargor e à adstringência; entrementes, demonstram potencial para indicar o estilo do vinho (RISTIC *et al.*, 2007; MCDONALD *et al.*, 1998; SCHULTZ, 1998) e atuam como copigmentos, alterando, intensificando e estabilizando a cor (PRICE *et al.*, 1995).

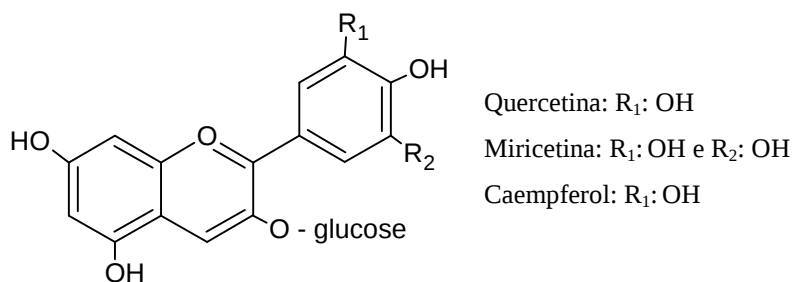


Figura 2. Estrutura química básica dos flavonóis

- **Flavanóis:** a catequina, a epicatequina e a epigallocatequina (Figura 3), encontradas em maior quantidade nas sementes e no engaço da uva, estão associadas às características organolépticas de adstringência e amargor. A isomeria destes compostos influencia estas características, sendo a catequina mais adstringente do que a epicatequina. Em relação ao

grau de polimerização, as frações oligoméricas e poliméricas contribuem para uma maior adstringência, menor amargor e aumento considerável da permanência gustativa, melhorando o corpo e a estrutura do vinho (WATERHOUSE *et al.*, 2000; CARANDO *et al.*, 1999; GOLDBERG *et al.*, 1998; FREITAS *et al.*, 1998).

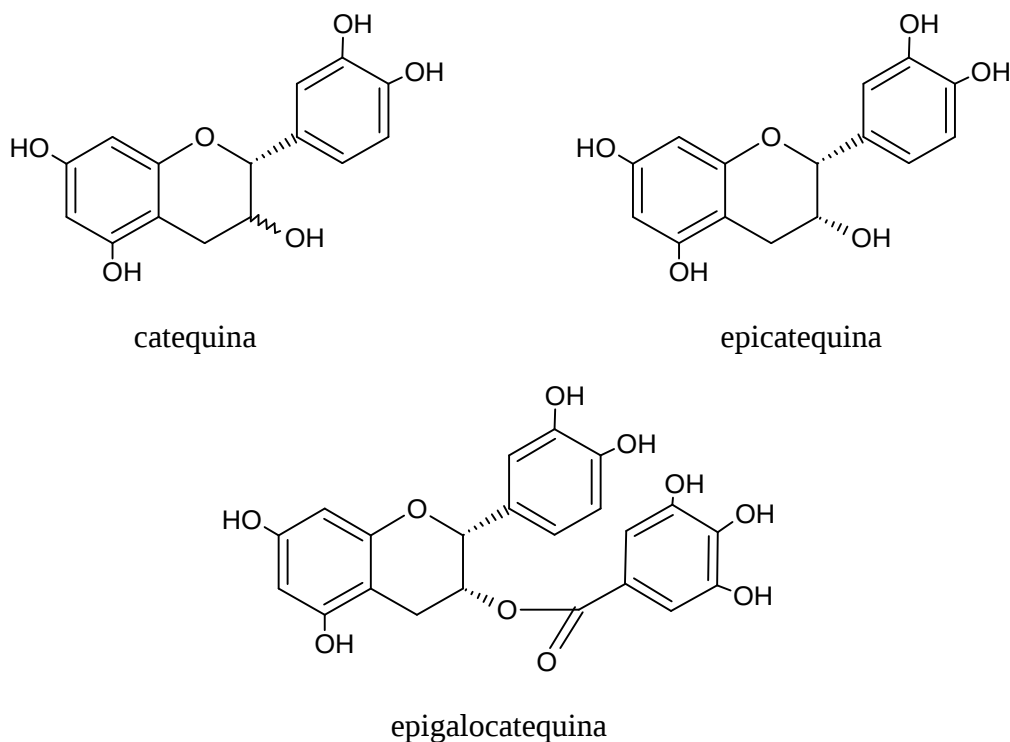


Figura 3. Estrutura química dos flavanóis - catequina, epicatequina e epigallocatequina

- **Antocianinas:** nas uvas *Viti viníferas* ocorrem exclusivamente como 3-glicosídeos em concentrações dependentes da variedade e das condições edafoclimáticas de cultivo, podendo variar nas uvas frescas entre 300 e 750 $\mu\text{g.g}^{-1}$, com predominância das formas glicosiladas de delphinidina, malvinidina, petunidina, peonidina e cianidina, que diferem entre si quanto ao número de hidroxilas e grau de metilação, presentes no anel B (LIMA, 2005; KOSIR *et al.*, 2004; BURNS *et al.*, 2002; REVILLA *et al.*, 2001). A composição de antocianinas pode ser usada para diferenciar e classificar vinhos de acordo com a variedade da uva e, conseqüentemente, traçar um perfil, tornando-se, portanto, uma importante ferramenta para verificar a autenticidade do vinho, a exemplo da Cabernet Sauvignon, que apresenta, aproximadamente, 70% dos pigmentos antocianínicos como formas derivadas de malvidina 3-monoglicosídeo (CASTEÑEDA-

OVANDO *et al.*, 2009; BAER *et al.*, 2008; KOSIR *et al.*, 2004; BURNS *et al.*, 2002). Esses corantes com atividade antioxidante (Figura 4), principais responsáveis pela coloração dos vinhos tintos, encontram-se principalmente na casca das uvas, para atrair insetos polinizadores e proteger o fruto das radiações UV (RISTIC *et al.*, 2007; BERENTE *et al.*, 2000).

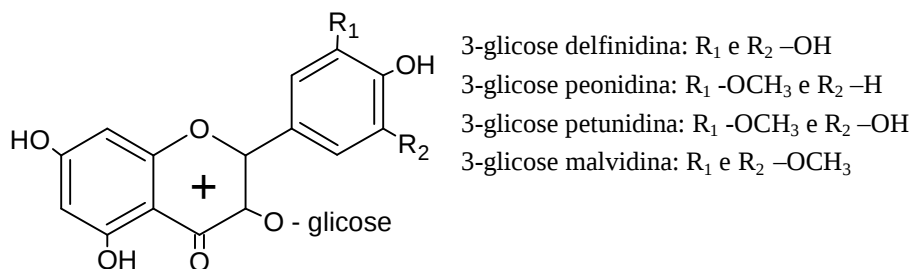


Figura 4. Estrutura química das antocianinas glicosiladas

3.4.5. Estilbenos

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

3.4.6. Ácidos orgânicos

Os ácidos orgânicos ocorrem naturalmente nos alimentos, como resultado de processos metabólicos bioquímicos, hidrólises e crescimento de bactérias, sendo encontrados em diversos alimentos, inclusive nas bebidas fermentadas. Nos vinhos, estes são os componentes mais susceptíveis à interferência dos fatores naturais - clima e solo -, e as variações na concentração dependem da cultivar, grau de maturação do fruto, disponibilidade de água e temperatura, e exposição ao sol. Nos vinhos, estes ácidos (Figura 5), provenientes da uva (tartárico, málico e cítrico) e dos processos de fermentação alcoólica e malolática (lático e succínico) contribuem com a cor, aroma, gosto, características e equilíbrio gustativo,

além de manter a estabilidade microbiológica, química e de coloração (ZHENG *et al.*, 2009; KRITSUNANKUL *et al.*, 2009; RIZZON *et al.*, 2007; RIZZON; MIELE, 2004; RIZZON; MIELE, 2002a; RIZZON; MIELE, 2002b; DONG, 1998; RIZZON *et al.*, 1998; KALLITHRAKA *et al.*, 1997).

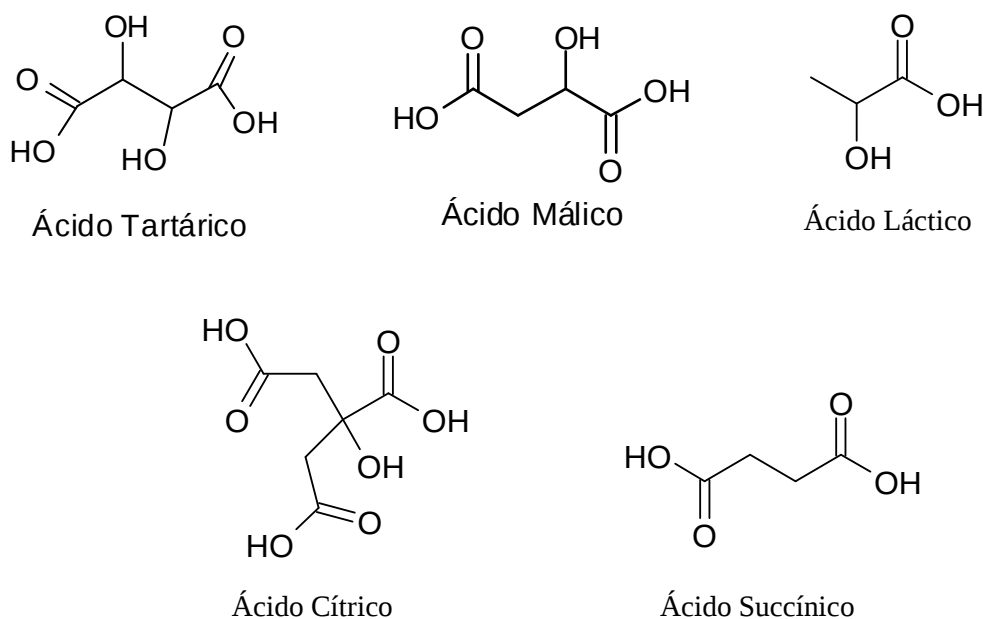


Figura 5. Estruturas químicas dos ácidos tartárico, málico, láctico, cítrico e succínico

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 (RIZZON; MIELE, 2002a). 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 da cultivar, condições de cultivo e técnica de vinificação.

3.5. Considerações finais

Não obstante a crescente produção de vinhos em regiões tropicais (Índia, Tailândia e Brasil/VSMSF), a maioria das pesquisas disponibilizadas na literatura nacional e internacional encontra-se voltada para a caracterização de vinhos elaborados em regiões de clima temperado. Constata-se esta que, aliada às diferenças das condições climáticas inerentes às regiões tropicais, apontam para a necessidade de desenvolvimento de pesquisas envolvendo as condições de cultivo, processos de vinificação e caracterização dos vinhos.

4. Material e Métodos

4.1. Material

4.1.1. Uvas

O trabalho foi conduzido com seis variedades *Vitis viniferas*, três tintas - Petit Verdot, Syrah e Tempranillo - e três brancas – Sauvignon Blanc, Verdejo e Viognier, cultivadas em vinhedos comerciais da Fazenda Ouro Verde (Miolo *Wine Group*) - Casa Nova/BA - em sistema de condução tipo espaldeira, com espaçamento de 3,0 m x 1,0 m e porta-enxerto IAC 766. O delineamento experimental adotado foi o de bloco casualizados, sendo cada variedade separada em três blocos de 20 plantas devidamente identificadas, em 3 linhas diferentes de 250 videiras cada, com posicionamento no início, centro e final da linha, representativas da parcela avaliada. Desta, foram coletados, aleatoriamente, nos 3 blocos, 80 kg de uvas, em estado de maturação tecnológica, acondicionadas em caixas com capacidade de 20 kg e em boas condições sanitárias. A vindima foi realizada no período da manhã, durante o mês de julho de 2008, cujos dados climáticos médios foram os seguintes – temperatura 22,87 °C, umidade relativa 66,23%, radiação solar 665,9 W, índice pluviométrico 0 mm e velocidade do vento 1,73 km.h⁻¹.

4.1.2. Equipamentos

- **Desengaçadeira/esmagadora de inox**
- **Prensa pneumática horizontal**
- **Espectrofotômetro** Varian 50 Bio UV/Vis, com cubeta de quartzo (percurso ótico 1 cm).
- **Cromatógrafo Líquido de Alta Eficiência** *Ultimate 3000 Dionex®*, com bomba isocrática (*Ultimate 3000 pump*), detector de absorção molecular (*Ultimate 3000 RP variable wavelength detector*), compartimento para coluna (*Ultimate 3000 column compartment*), coluna analítica *Acclaim® 120 Dionex C-18* (250 x 4,6 mm, 5 µm), sistema manual de injeção com volume fixo de 20 µL e sistema de aquisição de dados através do *software Chromeleon®*.
- **Colorímetro Minolta CR-400**
- **Balança Analítica Sartorius BL 210S**
- **Potenciômetro digital Tecnal – Tec 3MP**, com eletrodo de vidro
- **Evaporador Rotativo Tecnal TE 211**
- **Sistema Redutec ®**

4.1.3. Reagentes e padrões analíticos

- **Vinificação:** leveduras secas (*Saccharomyces cerevisiae*), metabissulfito de potássio ($K_2S_2O_5$) e bentonite
- **Açúcares redutores:** acetato de chumbo, carvão ativado, Feling A e B, azul de bromotimol, hidróxido de sódio.
- **Antocianinas totais:** etanol, ácido clorídrico, tampão fosfato dissódico/ácido cítrico (pH 3,5).
- **Polifenóis totais:** carbonato de sódio, reagente Folin-Ciocalteu (Merck®) e ácido gálico (Vetec®).
- **Taninos**
 - + **fracionamento:** metanol, acetato de etila, éter etílico, tampão fosfato (pH 7,0), vanilina, cartuchos de extração em fase sólida *Waters C-18 Sep-Pak®* e *C-18 Plus Environmental®*.
 - + **totais:** carbonato de sódio, reagente Folin-Denis (Vetec®) e ácido tânico (Merck®).
- **Ácidos orgânicos:** acetonitrila (grau HPLC), ácido orto-fosfórico, ácido tartárico (Merck®), ácido L-(-)-málico (Merck®), ácido cítrico (Merck®), ácido láctico (Vetec®) e ácido succínico (Vetec®).
- **Flavonóis:** acetonitrila (grau HPLC), ácido fórmico, quercetina (Sigma-Aldrich®), miricetina (Sigma-Aldrich®), caempferol (Sigma-Aldrich®) e rutina (Sigma-Aldrich®).
- **Estilbenos:** acetonitrila (grau HPLC), ácido fórmico, trans-resveratrol (Sigma-Aldrich®).

4.2. Métodos

4.2.1. Vinificação

No Laboratório de Enologia da Embrapa Semiárido – Petrolina/PE – as uvas das variedades Syrah, Tempranillo, Petit Verdot, Verdejo, Viognier e Sauvignon Blanc foram levadas à câmara fria e mantidas a $10^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$, para a retirada do calor de campo, evitando oxidações e degradações prematuras. Os vinhos brancos foram elaborados a partir de 80 kg de uvas desengaçadas/esmagadas e prensadas a 2 atm, em prensa pneumática horizontal, sendo o mosto separado da parte sólida, sulfitado (5 g.hL^{-1} de dióxido de enxofre - SO_2) e inoculado com levedura comercial *Saccharomyces cerevisiae* (30 g.hL^{-1}). Em seguida, foi procedida a fermentação, em duas cubas de vidro de 20 L, a $18^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$, com acompanhamento diário da temperatura e da densidade, durante 30 dias. Após estabilização da densidade com média de 993, a fermentação foi finalizada e o vinho considerado seco, sendo corrigido o teor de SO_2 livre para 40 mg.L^{-1} , adicionado $0,5\text{ g.L}^{-1}$ de bentonite e mantidos em câmara fria a $0^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ para clarificação e estabilização, durante 30 dias. Após este período, os vinhos foram envazados manualmente, em garrafas de 750 mL, fechadas com rolhas de cortiça aglomerada (PEYNAUD, 1997), conforme fluxograma (Figura 6).

Para os vinhos tintos, após desengace e esmagamento de 80 kg de uvas, o mosto foi sulfitado (5 g.hL^{-1} de SO_2), inoculado com levedura comercial *Saccharomyces cerevisiae* (30 g.hL^{-1}) e procedida a fermentação alcoólica, até densidade menor que 993, entre 5 e 7 dias, a $25^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$, em duas cubas de vidro de 20 L, coincidindo com a fase de maceração sólido/líquido. Em seguida, foi iniciada a fermentação malolática, na qual as cubas foram mantidas, durante 20 dias, a $18^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$, até completa transformação do ácido málico em láctico, comprovada por cromatografia em papel. O teor de SO_2 livre foi corrigido para 40 mg.L^{-1} e os vinhos mantidos em câmara fria ($0^{\circ} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$) para clarificação e estabilização, durante 30 dias, sendo engarrafados conforme descrito, para os vinhos brancos, na figura 6 (PEYNAUD, 1997).

Todas as garrafas de vinho foram armazenadas, na posição horizontal, em adega climatizada a $18^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa média de 60 %, até a data das análises físico-químicas e sensoriais.

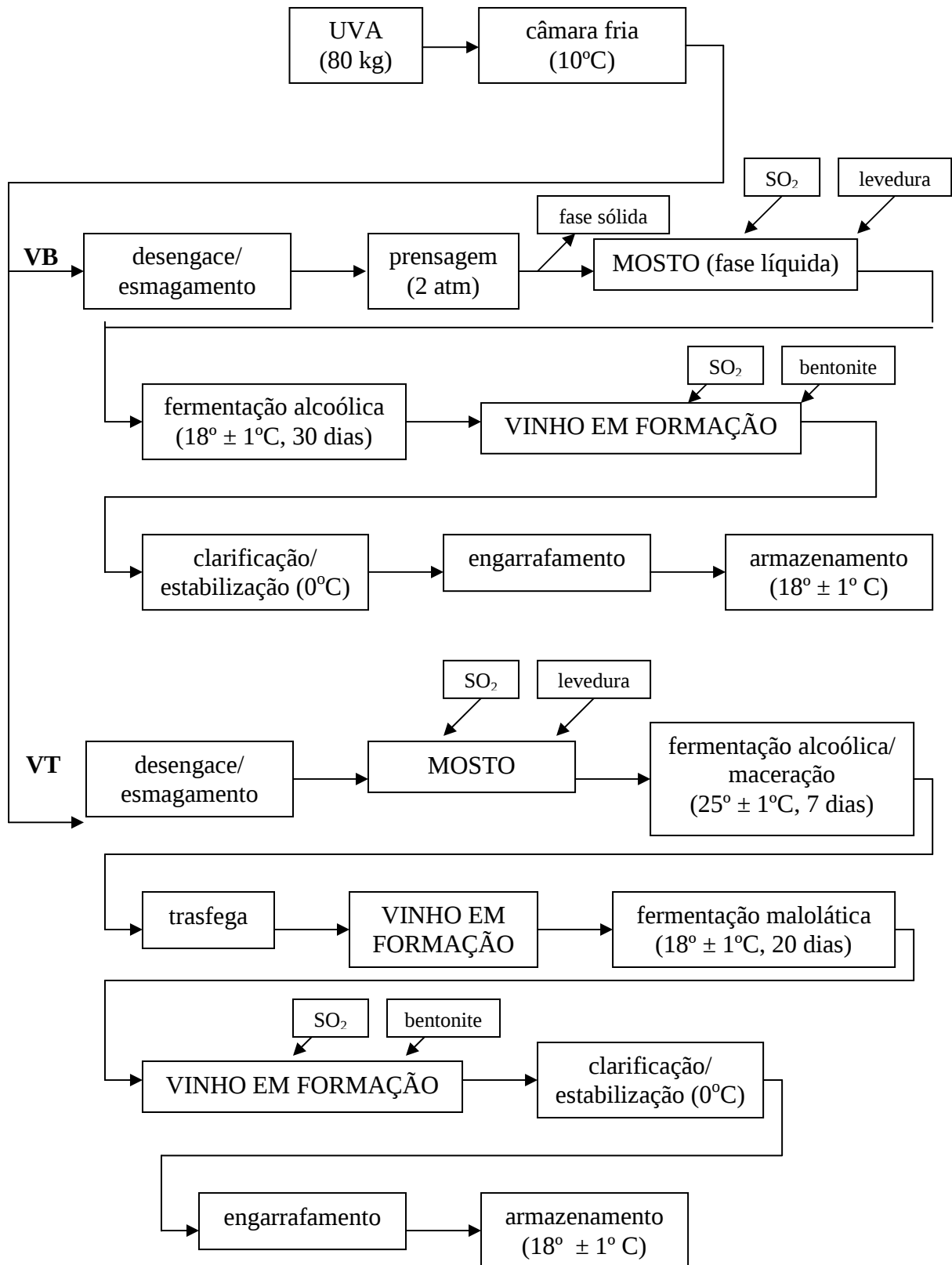


Figura 6. Fluxograma dos processos de vinificação em branco e em tinto

VB – vinho branco e VT – vinho tinto

4.2.2. Ensaios Analíticos

Os vinhos foram analisados, quanto à composição físico-química, com 1, 3, 6, 9 e 12 meses e, quanto ao perfil sensorial, com 3, 6, 9 e 12 meses de armazenamento em garrafas.

4.2.2.1. Determinação de açúcares redutores e pH

Os açúcares redutores e o pH das amostras de vinho foram analisados conforme os métodos do *Office Internacional de La Vigne et Du Vin* (O.I.V.), 1990.

4.2.2.2. Antocianinas totais

A determinação das antocianinas totais foi realizada pelo método espectrofotométrico de diferencial de pH, através da transformação na estrutura cromófora das antocianinas em meio ácido (GIOVANELLI; BURATTI, 2009; O.I.V., 1990).

Os vinhos tintos foram analisados pela variação de absorbância entre amostras tratada com solução de ácido clorídrico a 2 % em água e com solução tampão – fosfato dissódico/ácido cítrico (pH 3,5). A concentração de antocianina livre, expressa em mg.L^{-1} , foi obtida pela diferença da absorbância, a 520 nm. Na determinação das concentrações foi considerado o fator de linearidade de 388.

4.2.2.3. Polifenóis totais

a) Índice a 280 nm ($I_{280\text{nm}}$)

O método é baseado na capacidade de absorção de radiação ultravioleta (UV) a 280 nm pelos anéis aromáticos, cuja concentração obedece à lei de Lambert-Beer (HARBERTSON; SPAYD, 2006).

As amostras foram diluídas em água, conforme se segue: vinhos tintos a 2 % e brancos a 10 %, lidas em espectrofotômetro a 280 nm, em cubetas de quartzo, e os resultados expressos através da absorvância, considerando o fator de diluição.

b) Reagente Folin-Ciocalteu

O reagente Folin-Ciocalteu é uma mistura dos ácidos fosfomolibdênico e fosfotungstênico, e o método está baseado em reações iniciais de redução dos compostos

fenólicos a íons fenolatos, finalizada pela alcalinização do meio. Estas reações levam a alterações na coloração (amarelo para azul), determinadas por espectrofotometria (HARBERTSON; SPAYD, 2006; ROSSI; SINGLETON, 1965 *apud* SOARES *et al.*, 2008).

O conteúdo total de polifenóis foi medido espectrofotometricamente a 725 nm, após diluição (vinhos tintos a 0,1 % e vinhos brancos a 1 %) e reação com reagente fenólico Folin-Ciocalteu estabilizada com solução saturada de carbonato de sódio (MIRA *et al.*, 2008). Os resultados foram expressos, com base em curva analítica, em mg.L^{-1} de equivalentes de ácido gálico (GIOVANELLI; BURATTTI, 2009; PADILHA, 2005; ARNOUS *et al.*, 2001).

4.2.2.4. Taninos

a) Fracionamento

O fracionamento dos taninos em monoméricos (catequina e epicatequina) e taninos condensados – oligoméricos (grau de polimerização 2 a 15) e poliméricos (grau de polimerização maior que 15) foi efetuado por extração em fase sólida, com cartuchos C-18. O total de flavan-3-ol de cada fração foi determinado por espectrofotometria a 760 nm, utilizando a vanilina como reagente de cor.

Alíquota de 3 mL - vinhos tintos, e 30 mL - vinhos brancos, foram desalcoolizadas em evaporador rotativo a 30 °C sob vácuo e dissolvidas em 20 mL de tampão fosfato pH 7,0. Dois cartuchos C-18 foram conectados em série, acoplados ao sistema de controle de fluxo e condicionados com metanol (10 mL), água destilada (2 x 10 mL) e tampão fosfato pH 7,0 (15 mL). A amostra, dissolvida em tampão, passou através dos cartuchos com fluxo inferior a 2 mL.min^{-1} . Os ácidos fenólicos, interferentes, foram eliminados por eluição com tampão fosfato pH 7,0, diluído 1:8 com água e os cartuchos secos sob fluxo de nitrogênio, por uma hora. Acetato de etila (25 mL) foi utilizado para eluição das frações monoméricas e oligoméricas dos flavanóis (F1 + F2), e a fração polimérica (F3) foi eluída com metanol (15 mL). O eluato contendo as frações F1 e F2 foi completamente evaporado em evaporador rotativo sob vácuo e com banho de água a 35 °C, redissolvido com 3 mL do tampão fosfato pH 7,0, transferido para os cartuchos em série, previamente condicionados e, em seguida, os cartuchos foram secos sob fluxo de nitrogênio, por 1 hora. As frações F1 e F2 foram, então, eluídas, sequencialmente, com éter etílico (25 mL) e metanol (15 mL). As três frações obtidas foram completamente evaporadas em evaporador rotativo sob vácuo e com banho de água a 35 °C e redissolvidas com 3 mL de metanol. Duas alíquotas de 1 mL, de cada fração, foram colocadas em tubos de ensaio, seguido da adição de 1,0 mL de solução de ácido sulfúrico

25% em metanol. A um dos tubos foi adicionado 2,5 mL da solução de vanilina 1% em metanol e, ao outro, 2,5 mL de metanol. Os tubos da fração F1 foram aquecidos a 35 °C por 15 min e realizada leitura a 760 nm, enquanto os das frações F2 e F3, após repouso prévio de 1 ½ hora para estabilização da reação de cor, foram lidos no mesmo comprimento de onda (Ó-MARQUES *et al.*, 2005; SUN *et al.*, 1998a; SUN *et al.*, 1998b,). Os resultados foram expressos em mg.L⁻¹, utilizando-se a equação:

$$\text{concentração (mg.L}^{-1}\text{)} = (F_i \times \text{abs}) / (f \times V_{\text{am}})$$

onde, F_i - fator de diluição das frações separadas

abs - leitura da absorvância

f - fator em função da fração ($F_1=0,0081$; $F_2=0,0046$; $F_3=0,0046$)

V_{am} - volume inicial da amostra.

b) Totais - Reagente Folin-Denis

A concentração de taninos totais foi determinada pelo método espectrofotométrico desenvolvido por Folin-Denis, segundo a AOAC (1998). Os vinhos foram diluídos em água - tintos a 0,1% e brancos a 1%, e a reação com reagente fenólico Folin-Denis foi estabilizada com solução saturada de carbonato de sódio. A leitura espectrofotométrica foi realizada a 760 nm e o resultado expresso em equivalentes de ácido tânico, por meio de curva de calibração – 0,4 e 10,0 µg.mL⁻¹ em água, considerando um fator de diluição para cada tipo de vinho.

4.2.2.5. Cor

a) Espectrofotometria

A cor foi determinada, espectrofotometricamente, nas absorvâncias de 420, 520 e 620 nm. A intensidade da cor (IC), para os vinhos tintos, foi obtida por meio do somatório das absorvâncias (420, 520 e 620 nm) e, para os brancos, por leitura direta a 420 nm, e a tonalidade (T) expressa pela razão entre as absorvâncias a 420 e 520 nm (CAILLÉ *et al.*, 2009; CASTILLO-SÁNCHEZ *et al.*, 2006; HARBERTSON; SPAYD, 2006; WALKER *et al.*, 2004; GLORIES, 1984). 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; GLORIES, 1984).

b) Colorimetria de triestímulos (sistema Cielab)

Os parâmetros de cor (L^* , a^* e b^*) foram determinados por leitura direta das amostras, no colorímetro. A intensidade da cor (C^*) e a tonalidade cromática (H^*) foram calculadas por meio das equações $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ e $H^* = \arctg(b^*/a^*)$, respectivamente (CAILLÉ *et al.*, 2009; LIMA *et al.*, 2007; HARBERTSON; SPAYD, 2006; WALKER *et al.*, 2004). A diferença cromática (ΔE^*) entre os vinhos e a diferença da tonalidade (ΔH^*) foram calculadas pelas equações: $\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ e $\Delta H^* = 2\sin(\Delta h/2) \times (C^*_1 \times C^*_2)^{1/2}$ (MONAGAS *et al.*, 2006; GUTIÉRREZ *et al.*, 2005; GUTIÉRREZ, 2003).

4.2.2.6. Ácidos Orgânicos

Os ácidos orgânicos - tartárico, málico, láctico, cítrico e succínico – foram identificados individualmente por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência – CLAE – com detector de absorção UV/Vis (KRITSUNANKUL *et al.*, 2009; RIZZON; SGANZERLA, 2007; RIZZON; MIELE, 2001).

a) Soluções Analíticas

Foram preparadas soluções aquosas (água ultra-pura, Milli-Q, Millipore®) dos ácidos orgânicos com as seguintes concentrações: ácido tartárico, 50,0 mg.mL⁻¹; ácidos málico e láctico, 100,0 mg.mL⁻¹; ácidos cítrico e succínico, 25,0 mg.mL⁻¹. A mistura destas soluções resultou em uma solução única contendo ácido tartárico, 5,0 mg.mL⁻¹; ácidos málico e láctico, 10,0 mg.mL⁻¹; e ácido cítrico e ácido succínico, 1,0 mg.mL⁻¹. Todas as soluções foram armazenadas a 6° ± 1 °C.

As soluções da curva analítica foram preparadas através de diluições, com água ultra-pura, da mistura contendo os cinco ácidos orgânicos, conforme se segue: ácido tartárico, 0,025 a 1,0 mg.mL⁻¹; ácidos málico e láctico, 0,05 a 2,0 mg.mL⁻¹ e ácidos cítrico e succínico, 0,01 a 0,2 mg.mL⁻¹.

A fase móvel foi preparada com ácido fosfórico, 0,12 %, e acetonitrila grau HPLC, 0,1 %, em água ultra-pura (Milli-q, Millipore ®).

b) Condições cromatográficas

A separação cromatográfica foi realizada em cromatógrafo a líquido *Ultimate 3000 Dionex®*, com coluna analítica *Acclaim® 120 Dionex C-18* (250 x 4,6 mm, 5 µm),

comprimento de onda de 212 nm, fluxo da fase móvel de 0,8 mL.min⁻¹, temperatura do forno de 26 °C e volume de injeção de 20 µL.

c) Preparação das amostras

As amostras foram diluídas a 10% com água ultra-pura e filtradas a 0,45µm, com membrana de polipropileno não estéril.

4.2.2.7. Flavonóis e estilbenos

O método identificou individualmente os flavonóis (miricetina, quercetina, caempferol e rutina) e o estilbeno (trans-resveratrol) por técnica de cromatografia líquida de alta eficiência com detector de absorção UV/Vis (VUORINEN *et al.*, 2000).

a) Soluções Analíticas

Foram preparadas soluções, em metanol, dos flavonóis e estilbenos, com as seguintes concentrações: rutina, miricetina e quercetina, 0,50 mg.mL⁻¹; caempferol, 0,65 mg.mL⁻¹ e trans-resveratrol, 0,30 mg.mL⁻¹. A mistura destas soluções e diluição resultou em solução única contendo rutina e trans-resveratrol, 25,0 µg.mL⁻¹ e miricetina, quercetina e caempferol, 45,0 µg.mL⁻¹.

Todas as soluções foram preparadas em vidraria tipo âmbar e armazenadas a 6 °C (±1 °C), ao abrigo da luz.

As soluções da curva de calibração foram preparadas por meio de diluições, em fase móvel, da mistura contendo os quatro flavonóis e o estilbeno: rutina e trans-resveratrol, 0,10 a 2,50 µg.mL⁻¹ e miricetina, quercetina e caempferol, 0,20 a 4,50 µg.mL⁻¹.

A fase móvel foi preparada com ácido fórmico 1 % em água ultra-pura (Milli-Q, Millipore®), 52,7 %, acetonitrila - grau HPLC, 47,3 %, e o pH ajustado para 2,5 com ácido fórmico.

b) Condições cromatográficas

A separação cromatográfica foi realizada em cromatógrafo a líquido *Ultimate 3000 Dionex®*, com coluna analítica *Acclaim® 120 Dionex C-18* (250 x 4,6 mm, 5 µm), comprimento de onda de 370 nm (flavonóis) e 306 nm (estilbenos), fluxo da fase móvel de 0,5 mL/min, temperatura do forno de 36 °C e volume de injeção de 20 µL.

c) Preparação das amostras

As amostras foram diluídas a 10% com a fase móvel e filtradas a 0,45µm.

4.2.3. Validação dos métodos cromatográficos

Após definidas as melhores condições cromatográficas e a fase móvel para análise, os seguintes parâmetros de validação foram avaliados:

- a) **Seletividade** - determinada mediante adição da mistura dos padrões em amostra de vinho tinto e branco, e os resultados cromatográficos avaliados em função do tempo de retenção e resolução dos analitos.
- b) **Linearidade** - a faixa de linearidade foi estabelecida através da injeção de cinco (5) concentrações diferentes obtidas por diluições da mistura contendo os padrões. A curva de calibração para cada composto foi obtida por correlação entre concentração e área, através do modelo linear dos mínimos quadrados (*Chromeleon®*).
- c) **Limite de Detecção do Instrumento (LDI) e Limite de Quantificação do Instrumento (LQI)** - ambos foram determinados por injeção de diluições da mistura, contendo os padrões, até concentração correspondente à razão sinal/ruído de 3 e 10 para LDI e LQI, respectivamente (ZENGH et al., 2009).
- d) **Precisão** - a repetibilidade do instrumento e do método foi avaliada por meio do coeficiente de variação (CV %) das áreas obtidas a partir de sete injeções da mistura dos padrões analíticos e dos vinhos adicionados com esta mistura, respectivamente. Na avaliação da precisão intermediária foram utilizadas injeções, em dias deferentes, da mistura dos padrões analíticos e as áreas obtidas foram comparadas por análise de variância (Anova) e Teste de Dunnett e Duncan, $p < 0,05$ (*Excel for Windows* e *Statistic 7.0*).
- e) **Exatidão** - foi estabelecida a partir da recuperação de três fortificações em concentrações diferentes, em vinhos tinto e branco. Os ensaios foram realizados em triplicata e as médias comparadas percentualmente com os valores teóricos.
- f) **Robustez** - foi avaliada através da variação de 10 % no fluxo, na temperatura do forno e no comprimento de onda, e fase móvel preparada em balão volumétrico e em proveta. Em cada condição estabelecida foi injetada, em duplicata, solução com a mistura dos padrões e avaliada quanto à sensibilidade e resolução dos analitos.

Em seguida, foi avaliada a estabilidade da fase móvel e dos padrões analíticos. A mistura de padrões na concentração intermediária e a fase móvel foram armazenadas sob refrigeração, por 30 dias, e avaliadas a cada dois dias, por meio de injeções, em triplicata.

A estabilidade dos padrões foi determinada pela avaliação estatística das concentrações obtidas, análise univariada – Anova – e Teste de Dunnett ao nível de 5 % de significância (*Excel for Windows* e *Statistic 7.0*). A fase móvel também foi avaliada com relação ao perfil cromatográfico, considerando capilaridade e simetria dos picos.

4.2.4. Análise sensorial

A análise descritiva qualitativa (ADQ) foi conduzida por um grupo selecionado e treinado de juízes. Vinte e seis membros do Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco foram recrutados e submetidos a testes de reconhecimento de aromas (roda de Nobel), reconhecimento e ordenação dos sabores básicos e testes para utilização da escala não paramétrica (FARIA; YOTSUYANAGI, 2002). Destes, foram selecionados e treinados 12 juízes (idade média de 25 anos, sendo 3 do sexo masculino e 9 do feminino) quanto ao entendimento e utilização dos atributos dos vinhos. Durante o período de treinamento, foram gerados e definidos, por consenso, 16 atributos - 4 visuais, 5 olfativos e 7 gustativos (Tabela 1), quantificados por meio de uma escala de intensidade não estruturada de 9 pontos, com ancoragem mínima à esquerda e máxima à direita (Apêndices 1 e 2). Um desenho de blocos incompletos foi utilizado para estabelecer o perfil sensorial dos vinhos e sua evolução durante o armazenamento em garrafa de vidro. Cada juiz avaliou 4 amostras por sessão, realizadas entre 9:30 e 11:00h, em cabines individuais iluminadas com luz branca (FARIA; YOTSUYANAGI, 2002). As amostras foram servidas de forma monádica, em taças de degustação (ISO), contendo 50 mL de vinho, com temperatura de $12^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ para os brancos e $18^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ para os tintos.

Tabela 1. Lista dos 16 atributos e sua caracterização*.

Atributos	Descrição
Visuais	
Cor	Vinho branco – branco (papel), amarelo palha, dourado e âmbar Vinho tinto – púrpura, rubi, bordô, tijolo e âmbar
Brilho	Reflexos na superfície
Limpidez	Partículas em suspensão
Fluidez	Intensidade e presença das “lágrimas”
Olfativos	
Aroma frutado	Frutas vermelhas (morango, cereja, uvas tintas, caqui), negras (ameixa, amora), frutas tropicais (abacaxi, melão, manga, banana, maracujá), frutas brancas (pêra, maçã), frutas desidratadas (ameixa e passa)
Aroma floral	Rosas, flores do campo, flor de laranjeira, lírios, flor da acácia
Aroma de especiaria	Cravo-da-índia, canela, orégano, pimenta do reino, pimenta calabresa, pimenta branca, hortelã, gengibre
Aroma empireumático	Café, chocolate, pão torrado, borracha, fumaça
Persistência aromática	Tempo em segundos da percepção do aroma
Gustativos	
Doçura	Intensidade do sabor doce
Acidez	Intensidade do sabor ácido (salivação)
Álcool	Intensidade da sensação de aquecimento da cavidade bucal
Amargor	Intensidade do sabor amargo
Adstringência	Intensidade da sensação de adstringência
Corpo	Intensidade de percepção do preenchimento da cavidade bucal
Persistência gustativa	Tempo, em segundos, da percepção das características gustativas

* Modificado de Esti *et al.* (2009).

4.2.5. Análise estatística

A influência da variedade e tempo de armazenamento sobre os atributos sensoriais foi avaliada pela Anova, associada ao teste de Duncan ($p < 0,05$), para comparação entre as médias e análise de componente principal (ACP), para identificar a influência dos atributos. Todas as análises estatísticas foram realizadas por meio do *software Statistic for Windows 7®*.

5. Resultados

Os resultados serão apresentados na forma de artigo científico.

5.1. Artigo 1 - **“Otimização e validação de método para determinação de ácidos orgânicos em vinhos, por cromatografia líquida de alta eficiência”**, aceito para publicação na Revista Química (Anexo A).

OPTIMIZATION AND VALIDATION METHOD FOR ORGANIC ACID DETERMINATION IN WINES BY HIGH PERFORMANCE LIQUID CROMATOGRAPHY

The organic acids (tartaric, malic, citric, lactic and succinic) are de main components responsible for the acidity in the wine. This method for simultaneous determination of organic acids and interfering peaks in wines can be achieved in 16 minutes. The sample preceded by a dilution and filtration step. The chromatographic separation required one reversed phase column, isocratic mobile phase (acetonitrila, formic acid in water) and detection wavelength was set at 212 nm. The validation confirmed good repeatability, recovery and application in red and white wines.

Keywords: organic acids, wines, HPLC UV/Vis.

INTRODUÇÃO

Os ácidos orgânicos ocorrem naturalmente nos alimentos como resultado de processos metabólicos, bioquímicos, hidrólises e crescimento bacteriano. Nos vinhos, estes ácidos, provenientes da uva (tartárico, málico e cítrico) e dos processos de fermentação alcoólica e malolática (lático e succínico) (Figura 1) contribuem com a cor, aroma, gosto, características e equilíbrio gustativo e para a estabilidade microbiológica e química.¹⁻⁷

Dentre eles, os principais são os ácidos tartárico, málico e cítrico. O ácido tartárico da uva é o isômero L(+), sendo a videira um dos poucos vegetais em que este ácido está presente em quantidades elevadas.⁶ 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.^{6, 7}

O ácido lático, produzido durante a fermentação malolática, confere suavidade gustativa, e o ácido succínico é um subproduto da fermentação alcoólica.⁴

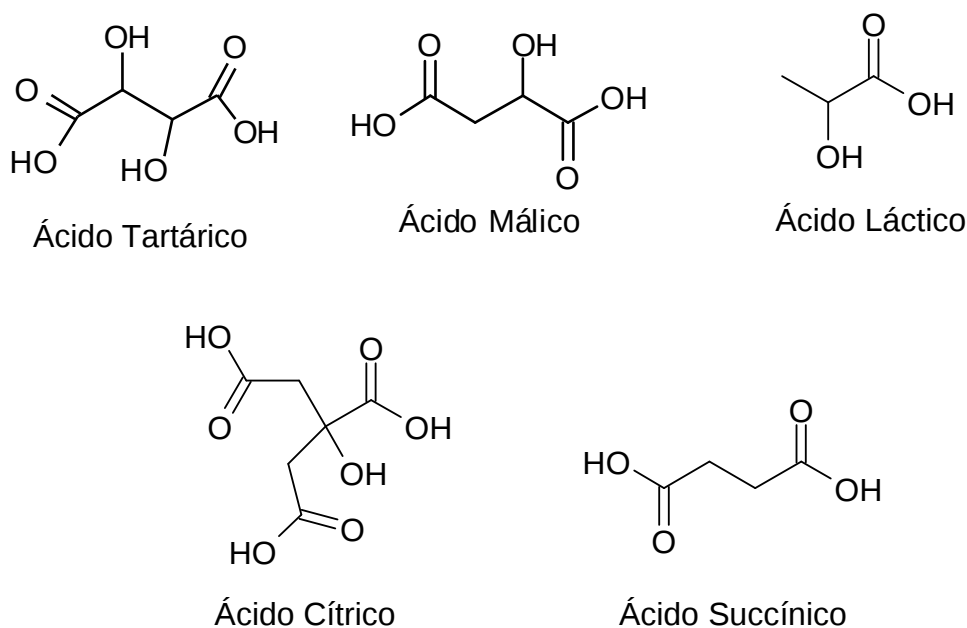


Figura 1. Estruturas químicas dos ácidos tartárico, málico, lático, cítrico e succínico

A uva é responsável por mais de 95% dos atributos percebidos no vinho. Seus ácidos orgânicos apresentam, entretanto, variações nas concentrações, na dependência da variedade, grau de maturação do fruto, disponibilidade de água e temperatura - decorrente da exposição ao sol. Apesar desses compostos serem mais resistentes do que outros componentes do vinho,

como pigmentos e aromáticos, apresentam mudanças no seu teor em função dos processos tecnológicos de vinificação – maceração, maceração pelicular - e envelhecimento.^{2, 4,5}

No vinho, a acidez pode ser determinada através 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^+), que precipitam o ácido tartárico na forma de sal insolúvel de bitartarato de potássio.⁸⁻¹⁰

Dentre as várias técnicas usadas na identificação e quantificação dos ácidos orgânicos em vinhos, podemos citar a espectrofotometria, a eletroforese capilar e a cromatografia.^{2, 4,6} Entretanto, a cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) é a mais usada na identificação individual destes compostos, devido à sua simplicidade, precisão, facilidade de preparação das amostras, envolvendo apenas etapas de diluição e filtração, e menor custo da análise.^{4,7,8} Os métodos disponíveis na literatura utilizam, para esta determinação, comprimentos de onda entre 210 e 212 nm, coluna de sílica C-18, fase móvel menos corrosiva possível, com pH máximo de 2,5, e injeção de amostras de vinho diluídas e filtradas.^{2, 4,7-9,11-14}

Dong¹² determinou os ácidos orgânicos por CLAE a 210 nm, utilizando gradiente de tampão fosfato e acetonitrila, com coluna C-18, similar ao preconizado pelo método da OIV¹³ exceto quanto à fase móvel (para os ácidos cítrico e láctico, solução de ácido sulfúrico 0,0125 mol.L⁻¹ e, para os ácidos tartárico, málico e succínico, solução com fosfato monoácido de potássio e sulfato de amônio em pH 2,1). Rizzon e Miele¹⁴ mantiveram a coluna C-18, entretanto utilizaram comprimento de onda de 212 nm e solução aquosa de ácido fosfórico (pH 2,5) como fase móvel.

As diferenças entre os métodos, principalmente com relação à fase móvel, motivaram a realização deste trabalho, com o objetivo de selecionar, otimizar e validar um método a ser utilizado para determinação dos ácidos orgânicos em vinhos finos, tintos e brancos.

PARTE EXPERIMENTAL

Reagentes e soluções analíticas

Os padrões utilizados, com grau de pureza superior a 99,0 %, foram ácido tartárico, ácido L-(-)-málico e ácido cítrico, Merck®, e ácidos láctico e succínico Vetec®, dos quais foram preparadas soluções aquosas (água ultra-pura, Milli-Q, Millipore®), com as seguintes concentrações: ácido tartárico, 50,0 mg.mL⁻¹; ácidos málico e láctico, 100,0 mg.mL⁻¹; ácidos cítrico e succínico, 25,0 mg.mL⁻¹. Com a mistura destas soluções obteve-se uma solução única

com concentração de ácido tartárico, 5,0 mg.mL⁻¹; ácidos málico e láctico, 10,0 mg.mL⁻¹; e ácido cítrico e ácido succínico, 1,0 mg.mL⁻¹. Todas as soluções foram armazenadas a 6 °C (±1 °C).

A fase móvel foi preparada pela mistura de ácido fosfórico, 0,12 %, e acetonitrila grau HPLC, 0,1 %, em água ultra-pura (Milli-Q, Millipore ®).

Instrumentação e condição cromatográfica

A separação cromatográfica foi realizada em cromatógrafo a líquido *Ultimate 3000 Dionex*®, equipado com bomba isocrática (*Ultimate 3000 pump*), detector de absorção molecular (*Ultimate 3000 RP variable wavelength detector*), compartimento para coluna (*Ultimate 3000 column compartment*), coluna analítica *Acclaim*® 120 *Dionex* C-18 (250 x 4,6 mm, 5 µm), sistema manual de injeção com volume fixo de 20 µL e sistema de aquisição de dados através do *software Chromeleon*®.

No método otimizado foi mantido o comprimento de onda de 212 nm e utilizado fluxo de 0,8 mL. min⁻¹, temperatura do forno de 26 °C, volume de injeção de 20 µL e tempo total de corrida de 16 min.

Estabilidade dos padrões analíticos e da fase móvel

A mistura de padrões na concentração intermediária - ácido tartárico, 0,5 mg.mL⁻¹; ácidos málico e láctico, 1,0 mg.mL⁻¹ e ácidos cítrico e succínico, 0,1 mg.mL⁻¹, e a fase móvel foi armazenada sob refrigeração, por 4 semanas, e avaliada a cada dois dias por meio de injeções, em triplicata.

Os resultados foram tratados estatisticamente por análise de variância e a diferença entre as médias calculada pelo Teste de Dunnett ao nível de 5 % (*Excel for Windows*). A avaliação da fase móvel foi realizada por observação do perfil cromatográfico, com relação à capilaridade e simetria dos picos.

Validação do método

Após definidas as melhores condições cromatográficas e a fase móvel para a análise dos ácidos orgânicos, foi efetuada a validação do método, abrangendo os seguintes parâmetros:

Seletividade: determinada mediante adição da mistura dos ácidos nas concentrações de ácido tartárico, 0,20 mg.mL⁻¹; ácidos málico e láctico, 0,40 mg.mL⁻¹ e ácidos cítrico e succínico,

0,04 mg.mL⁻¹ em amostra de vinho tinto (Petit Verdot) e branco (Verdejo), e os resultados cromatográficos avaliados em função do tempo de retenção e resolução dos analitos.

Linearidade: a faixa de linearidade foi estabelecida através da injeção de cinco (5) concentrações diferentes, obtidas por diluições, em água ultra-pura, da mistura contendo os cinco ácidos orgânicos, conforme se segue: ácido tartárico, 0,025 a 1,0 mg.mL⁻¹; ácidos málico e lático, 0,05 a 2,0 mg.mL⁻¹ e ácidos cítrico e succínico, 0,01 a 0,2 mg.mL⁻¹. A curva analítica para cada ácido orgânico foi obtida por correlação entre concentração e área, através do modelo linear dos mínimos quadrados (*Chromeleon*®).

Limite de Detecção do Instrumento (LDI) e Limite de Quantificação do Instrumento (LQI): ambos foram determinados por injeção de diluições da mistura, contendo os cinco ácidos, até concentração correspondente à razão sinal/ruído de 3 e 10, para LDI e LQI, respectivamente.²

Precisão: a repetibilidade do instrumento e do método foi avaliada por meio do coeficiente de variação (CV %) das áreas obtidas de 7 injeções da mistura aquosa (ácido tartárico, 0,5 mg.mL⁻¹; ácidos málico e lático, 1,0 mg.mL⁻¹ e ácidos cítrico e succínico, 0,1 mg.mL⁻¹) e dos vinhos adicionados com esta mistura, respectivamente. Na avaliação da precisão intermediária utilizou-se 5 injeções, em dias deferentes, da mistura aquosa dos ácidos e as áreas obtidas foram comparadas por análise de variância (Anova) e Teste de Dunnett ao nível de 5 % (*Excel for Windows*).

Exatidão: foi estabelecida a partir da recuperação de três fortificações, em vinhos tinto e branco, com concentrações de ácido tartárico, 0,1, 0,5 e 1,0 mg.mL⁻¹; ácidos málico e lático, 0,2, 1,0 e 2,0 mg.mL⁻¹ e ácidos cítrico e succínico, 0,02, 0,1 e 0,2 mg.mL⁻¹. Os ensaios foram realizados em triplicata e as médias comparadas percentualmente com os valores teóricos.

Robustez: foi avaliada através da variação de 10 % no fluxo e na temperatura do forno, fase móvel preparada em balão volumétrico e em proveta, e leituras em comprimentos de onda de 191 e 233 nm. Em cada condição estabelecida foi injetado em duplicata o ponto de concentração intermediária (ácido tartárico, 0,5 mg.mL⁻¹; ácidos málico e lático, 1,0 mg.mL⁻¹ e ácidos cítrico e succínico, 0,1 mg.mL⁻¹), e avaliado quanto à sensibilidade e resolução dos analitos.

Preparação das amostras de vinho

As amostras de vinhos finos varietais tintos – Bonarda e Syrah e brancos – Chenin Blanc, Moscato Canelli e Sauvignon Blanc, comercializados na Região Metropolitana da Cidade de Recife/PE, foram diluídas a 10% com água ultra-pura e filtradas a 0,45 μ m.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após realização de ensaios com os métodos de Dong,¹² OIV,¹³ Escobal⁸ e Rizzon e Miele,¹⁴ selecionou-se este último, tendo por critério a resolução dos analitos na análise cromatográfica. Em seguida, as condições cromatográficas foram otimizadas para o sistema em uso, mediante controle da temperatura do forno (26 °C) e ajuste do fluxo (0,8 mL.min⁻¹). Para a fase móvel foram testadas concentrações decrescentes de ácido fórmico, de 1 % a 0,12 % e esta adicionada de acetonitrila para obter um aumento da polaridade. Nestas condições, foi obtida a melhor separação entre os ácidos orgânicos, em especial entre os ácidos cítrico e succínico e entre este e o interferente (tempo de retenção 14,5 min), conforme as figuras 2, 3 e 4. Convém ressaltar que o interferente, proveniente do padrão de ácido L-(-)-málico, tem sido observado em cromatogramas obtidos com o padrão isolado.

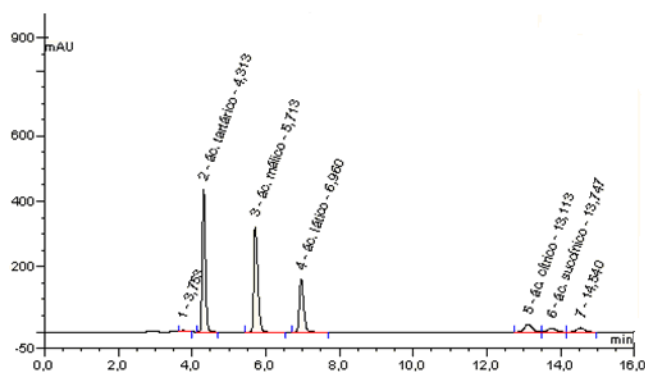


Figura 2. Cromatograma da mistura de ácido tartárico, 0,5 mg.mL⁻¹; ácidos málico e láctico, 1,0 mg.mL⁻¹, e ácidos cítrico e succínico, 0,1 mg.mL⁻¹, com identificação dos compostos, por nome e tempo de retenção

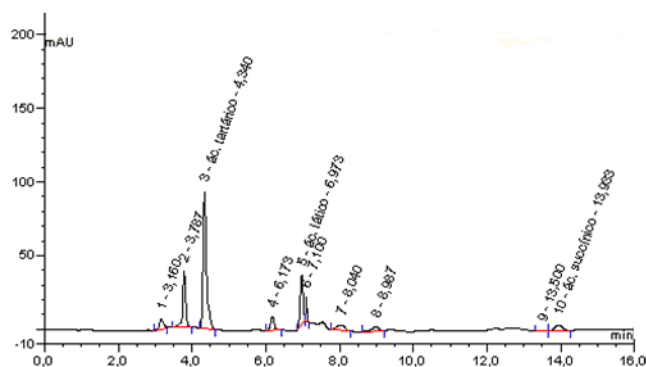


Figura 3. Cromatograma de vinho branco da variedade Verdejo, com identificação dos compostos, por nome e tempo de retenção

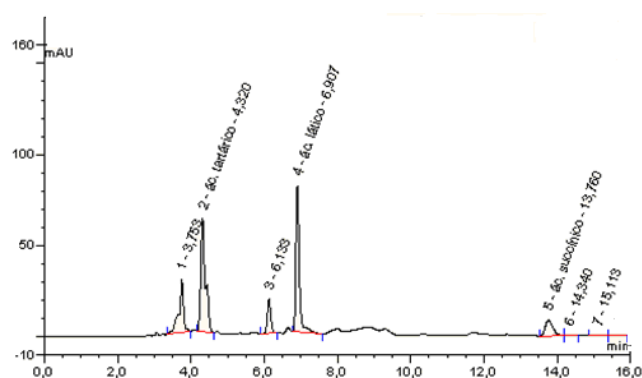


Figura 4. Cromatograma de vinho tinto da variedade Petit Verdot, com identificação dos compostos, por nome e tempo de retenção

A seletividade do método foi satisfatória para todos os ácidos orgânicos, pelo aumento proporcional das áreas mediante adição da mistura dos ácidos orgânicos. Além disto, os tempos de retenção individual destes ácidos apresentaram coeficientes de variação máximo de 0,5%, em 10 injeções, inferior ao encontrado por Kerem.¹¹

Os dados de linearidade da curva analítica, limites de detecção e quantificação do instrumento, e exatidão do método, cujos resultados foram expressos em recuperação percentual, encontram-se dispostos na tabela 1. Nela, verifica-se que a curva analítica, nas condições otimizadas, apresentou linearidade nas faixas de concentrações estudadas, com coeficientes de determinação (r^2) superiores a 0,999, que evidenciam o ajuste das correlações

na regressão linear. Ademais, a variação dos tempos de retenção e áreas foi inferior a 5 %, nas 5 repetições de cada nível de concentração, demonstrando repetibilidade instrumental.

Os resultados obtidos neste trabalho para os limites de detecção e quantificação do instrumento diferem dos obtidos por Zheng² - concentrações mais baixas no LDI e LQI e faixa de linearidade superior para os ácidos em estudo. Resultados semelhantes nas faixas de linearidade foram obtidos por Kritsunanhul⁴, que, no entanto, apresentaram limites de detecção superiores para os mesmos analitos. Estas diferenças, provavelmente decorrentes do método empregado, não interferem nos resultados de amostras reais, uma vez que os vinhos apresentam concentrações mais elevadas de ácidos orgânicos.

Os resultados da exatidão nas concentrações estudadas, similares aos valores de exatidão obtidos por Zheng² - 89,1 a 108,8 %, são considerados satisfatórios por estarem dentro dos limites aceitos para validação de métodos cromatográficos, 70 a 120 % de recuperação.¹⁵

Tabela 1. Resultados dos parâmetros de validação para os analitos

Analitos	Limites do Instrumento (mg.L ⁻¹)		Faixa linear, mg.L ⁻¹ (r ²)	Exatidão (recuperação%)					
	LD	LQ		VB			VT		
				1	2	3	1	2	3
Ácido tartárico	2,6	13,0	50 – 1.000 (0,9998)	107	104	106	112	115	108
Ácido málico	4,2	20,9	100 – 2.000 (0,9995)	101	99	104	114	109	107
Ácido láctico	4,7	31,6	100 – 2.000 (0,9994)	105	105	109	113	114	107
Ácido cítrico	5,4	7,3	10 – 200 (0,9991)	113	112	84	97	100	103
Ácido succínico	5,4	7,2	10 – 200 (0,9992)	101	109	85	106	106	111

VB: vinho branco; VT: vinho tinto

1: ác. tartárico 0,10 mg.mL⁻¹, ác. málico e láctico 0,20 mg.mL⁻¹, ác.cítrico e succínico 0,02 mg.mL⁻¹

2: ác. tartárico 0,25 mg.mL⁻¹, ác. málico e láctico 0,50 mg.mL⁻¹, ác.cítrico e succínico 0,05 mg.mL⁻¹

3: ác. tartárico 0,50 mg.mL⁻¹, ác. málico e láctico 1,00 mg.mL⁻¹, ác.cítrico e succínico 0,10 mg.mL⁻¹

Na tabela 2 estão dispostos os resultados da precisão do instrumento e do método cromatográfico. Os valores de repetibilidade do instrumento e do método encontram-se abaixo dos limites máximos aceitos na validação de métodos cromatográficos, 5 % e 15 %, respectivamente, semelhantes, portanto, aos descritos por Kerem¹¹, com repetibilidade das áreas dos picos cromatográficos inferiores a 5 %. A comparação entre as áreas dos analitos nas análises realizadas em dias diferentes não apresentou variação significativa (p < 0,01) para todos os ácidos orgânicos, o que demonstra a precisão intermediária do instrumento.¹⁵

Tabela 2. Resultados da repetibilidade do instrumento e do método

Analitos	Repetibilidade instrumento (CV %)	Repetibilidade método (CV %)	
		VB*	VT*
Ácido tartárico	1,12	1,41	0,40
Ácido málico	1,35	0,90	5,50
Ácido láctico	1,97	2,85	0,30
Ácido cítrico	0,43	1,82	3,60
Ácido succínico	1,52	6,93	1,07

VB: vinho branco; VT: vinho tinto; CV %: coeficiente de variação percentual
*Concentrações: ác. tartárico 0,50mg.mL⁻¹, ác. málico e láctico 1,00 mg.mL⁻¹, ác.cítrico e succínico 0,10 mg.mL⁻¹

A robustez de um método avalia a sua sensibilidade a pequenas e deliberadas alterações.¹⁶ Variações na preparação da fase móvel e de 10 % na temperatura do forno e do fluxo da fase móvel não interferiram ($p < 0,01$) nas respostas dos ácidos orgânicos, diferentemente das alterações do comprimento de onda. Convém ressaltar que as leituras de área a 233 nm demonstraram perda de sensibilidade para todos os compostos em estudo, e a 191 nm apresentaram acréscimo de sensibilidade para o ácido tartárico e decréscimo para o ácido succínico.

As soluções e a fase móvel foram estáveis por 20, dias o que pode ser observado pela diminuição na altura dos picos e na eficiência de separação da fase móvel, nos cromatogramas.

Os vinhos brasileiros analisados apresentaram concentrações de ácido láctico superiores aos demais ácidos, conforme está demonstrado na tabela 3. Estes resultados são comparáveis aos obtidos por Zheng² - ácido láctico, 3,4 g.L⁻¹ e ácido tartárico, 2,5 g.L⁻¹ -, para vinhos finos tintos australianos, país com características edafoclimáticas semelhantes às do Brasil.

Tabela 3. Concentrações dos ácidos orgânicos (tartárico, málico, láctico, cítrico e succínico) em amostras de vinhos tintos e brancos comercializados em Recife/PE.

Descrição do vinho	Concentrações em g.L ⁻¹				
	Ácido tartárico	Ácido málico	Ácido láctico	Ácido cítrico	Ácido succínico
Vinho tinto - Bonarda, 2007, Argentina	6,5± 0,02	ND	7,1± 0,08	0,8± 0,01	1,4± 0,04
Vinho tinto – Syrah, 2003, Brasil	2,0± 0,02	0,4	4,5± 0,08	ND	3,0± 0,05
Vinho branco – Chenin Blanc, 2008, Brasil	1,0± 0,04	ND	6,6± 0,10	0,6± 0,01	0,4± 0,05
Vinho branco – Moscato Canelli, 2007, Brasil	1,4± 0,01	ND	4,6± 0,07	0,5± 0,01	1,0± 0,04
Vinho branco – Moscato Canelli, 2008, Brasil	2,3± 0,02	ND	7,1± 0,11	0,8± 0,01	1,4± 0,03
Vinho branco – Sauvignon Blanc, 2007, Chile	2,0± 0,03	1,8± 0,22	0,2± 0,02	0,4± 0,01	ND

ND – não detectado

CONCLUSÕES

O método analítico utilizado neste trabalho pode ser aplicado para determinação de ácidos orgânicos, com rapidez (16 minutos) e facilidade de preparação das amostras. A otimização da fase móvel pela adição de acetonitrila possibilitou a melhoria da resolução cromatográfica de todos os ácidos; entretanto, aumentou a toxicidade. O método apresentou ótimos resultados em todas as etapas da validação: sensibilidade, precisão, exatidão e robustez, demonstrando a possibilidade de uma ampla utilização na análise de ácidos orgânicos em vinhos tintos e brancos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

1. Kallithraka, S.; Bakker, J.; Clifford, M.N.; *J. Food Sci.*, **1997**, 62, 416.
2. Zheng, Y.J.; Duan, Y.T.; Zhang, Y.F.; Pan, Q.H.; Li, J.M.; Huang, W.D.; *Chromatographia* (**2009**), doi: 10.1365/s10337-009-1085-0.
3. Rizzon, L.A.; Salvador, M.B.G.; Miele, A.; *Ciênc. Tec. Alim.*, **2008**, 28, 635.
4. Kritsunankul, O.; Pramote, B.; Jakmunee, J.; *Talanta*, **2009**, 79, 1042.
5. Valentão, P.; SEABRA, R.M.; Lopes, G.; Silva, L.R.; Martins, V.; Trujillo, M.E.; Velázquez, E.; Andrade, P.B.; *Food Chem.*, **2007**, 100, 64.
6. Fernandes, E.N.; Boaventura, F.R.; *Anal. Chim. Acta*, **2006**, 557, 380.
7. Rizzon, L.A.; Sganzerla, V.M.A.; *Ciênc. Rural*, **2007**, 37, 911.
8. Rizzon, L.A.; Miele, A.; *Ciênc. Rural*, **2001**, 31, 893.
9. Escobal, A.; Iriondo, C.; Laborra, C.; Elejalde, E.; Gonzalez, I.; *J. Chrom.*, **1998**, 823, 349.
10. Daudt, C.E.; Fogaça, A. O.; *Ciênc. Rural*, **2008**, 38, 2345.
11. Kerem, Z.; Bravdo, B.; Shoseyov, O.; Tugendhaft, Y.; *J. Chrom. A*, **2004**, 1052, 211.
12. Dong, M. W.; *LC-GC- The Magaz. of Separat. Sci.*, **1998**, 10, 1092.
13. OIV - Organisation International de la Vigne et du Vin. *Recueil des méthodes internationales d'analyse des vins et des moûts*; **1990**, 368.
14. Rizzon, L.A.; Miele, A.; *Ciênc. Rural*, **2002**, 32, 511.
15. Prestes, O.D.; Presta, M.A.; Kolberg, D.I.S.; Zanella, R.; Rossato, S.B.; Penna, N.G.; Hecktheuer, L.H.R.; *Quim. Nova*, **2007**, 30, 18.
16. Fonseca, S.G.C.; Silva, L.B.L.; Castro, R.F.; Santana, D.P.; *Quim. Nova*, **2004**, 27, 157.

5.2. Artigo 2 - **“Caracterização físico-química de vinhos tropicais produzidos no Nordeste do Brasil”**, a ser enviado para a revista *Food Chemistry*.

RESUMO

Vinhos jovens varietais e experimentais obtidos com *Vitis viniferas* – Petit Verdot, Tempranillo, Syrah, Sauvignon Blanc, Viognier e Verdejo – cultivadas em região de clima tropical semiárido (Nordeste do Brasil) foram avaliados quanto à sua composição fenólica e de ácidos orgânicos e características colorimétricas, durante o armazenamento por 12 meses, em garrafa. Espectrofotometria, colorimetria e cromatografia líquida de alta eficiência foram utilizadas para determinação de cor, polifenóis totais, antocianinas, flavanóis, flavonóis e ácidos orgânicos. Os vinhos tintos apresentaram maior intensidade da cor vermelha e menor variação desta cor quando comparados a vinhos de clima temperado, enquanto, nos brancos, apenas o Viognier intensificou a cor com o tempo. Embora os vinhos tenham seguido o padrão tradicional de decréscimo da concentração de ácidos orgânicos e polifenóis durante o armazenamento, os de Syrah e Sauvignon Blanc apresentaram menor decréscimo de ácidos e os polifenóis permaneceram superiores aos referidos na literatura, a exemplo das antocianinas em vinhos de Petit Verdot e trans-resveratrol nos de Syrah e, excepcionalmente, nos brancos. Estes vinhos apresentam equilíbrio gustativo satisfatório, mesmo durante o armazenamento, e promissores benefícios à saúde.

Palavras-chave: ácidos orgânicos, polifenóis, cor, vinhos tropicais.

INTRODUÇÃO

Nas regiões produtoras de vinhos no Sul do Brasil, a vindima ocorre principalmente durante o verão, a exemplo do que ocorre na Serra Gaúcha (RS), maior produtora de vinhos finos do Brasil, com clima úmido e temperado, de acordo com o sistema de Classificação Climática Multicritério Geovítica - CCMG. Em contraposição, no Nordeste, a região do Submédio São Francisco (PE/BA), situada entre os paralelos 8° e 9° do Hemisfério Sul e a 350 m de altitude média, por apresentar clima semiárido com variabilidade intra-anual, caracterizado por dias e noites quentes, produz uvas durante diferentes épocas do ano (PEREIRA *et al.*, 2007; ROCHA, 2004; TONETTO; CARBONNEAU, 2004; TONETTO; TEIXEIRA, 2004; GUERRA; ZANUS, 2003; TONETTO; CARBONNEAU, 1999). Interações entre a videira e as condições edafoclimáticas, especialmente da radiação solar, acarretam variações da composição fenólica, pela atuação nos mecanismos fotossintéticos e termais, aumentando a concentração de antocianinas, flavonóis, estilbenos e flavanóis das

uvas e, consequentemente, nos vinhos (RASTIJA; SRECNIK; SARIC, 2008; PEREIRA *et al.*, 2005; ROCHA, 2004; ZHOU *et al.*, 2004; DOKOOZLIAN; KLIEWER, 1996).

Estes polifenóis livres ou polimerizados, cujos teores também variam em função da cultivar, participam dos processos responsáveis pela cor e sua estabilidade, adstringência, amargor e aroma do vinho e, como apresentam composição individualizada, podem ser utilizados como ferramenta de classificação e reconhecimento de condições de cultivo e vinificação (GUERRERO *et al.*, 2009; RASTIJA; SRECNIK; SARIC, 2008; SOARES, 2008; NIKFARDJAM *et al.*, 2005; GAMBELLI; SANTARONI, 2004; ATANASOVA *et al.*, 2002; WATERHOUSE; IGNELZI; SHIRLEY, 2002; MAKRIS *et al.*, 2001; REVILLA *et al.*, 2001; MAZZA *et al.*, 1999; SUN *et al.*, 1998; GARCIA-VIGUERA; BRIDLE, 1995).

A cor do vinho depende, portanto, do conteúdo destes compostos, cuja evolução encontra-se associada às diversas reações do envelhecimento e armazenamento (GUERRERO *et al.*, 2009). Nos vinhos tintos, este atributo está relacionado às antocianinas e pigmentos derivados, de reações de copigmentação, cicloadição e condensação, uma vez que o pH do vinho não favorece a formação do íon *flavilium*, de cor púrpura intensa. Nos tintos jovens supõe-se que a copigmentação ocorra por meio de ligações covalentes com configuração molecular plana capaz de intensificar a cor púrpura, reações nas quais as antocianinas atuam como copigmentos de si mesmas, ou formando estruturas associadas com outros fenóis e/ou aminoácidos, polissacarídeos e ácidos orgânicos (HARBERTSON; SPAYD, 2006; GUTIÉRREZ, 2003).

Ademais, os polifenóis encontram-se associados a efeitos bioquímicos e farmacológicos benéficos à saúde humana, a exemplo da ação antioxidante, decorrente dos grupos hidroxila, presentes na sua estrutura química, que reduzem a incidência de doenças crônicas não transmissíveis - DCNT e degenerativas (GUERRERO *et al.*, 2009; KUMAR; MALIK; TEWARY, 2009; LIMA; MELO; GUERRA, 2007; KOSIR *et al.*, 2004; ZHOU *et al.*, 2004; CABRITA; SILVA; LAUREANO, 2003; ZAFRILLA *et al.*, 2003; ALVAREZ *et al.*, 2002; WATERHOUSE; IGNELZI; SHIRLEY, 2002; PELLEGRINI *et al.*, 2000).

Os ácidos orgânicos, embora apresentem maior resistência química que os pigmentos do vinho, também, são passíveis de mudanças na sua concentração, em função da variedade, condições edafoclimáticas e processo de vinificação (maceração, maceração pelicular), armazenamento e envelhecimento. Originados da uva (tartárico, málico e cítrico) e dos processos de fermentação alcoólica e malolática (lático e succínico), estes ácidos de baixo peso molecular contribuem para o aroma, gosto, adstringência, equilíbrio gustativo e estabilidade da cor, oxidativa, química e microbiológica (KRITSUNANKUL; PRAMOTE;

JAKMUNEE, 2009; PERES *et al.*, 2009; ZHENG *et al.*, 2009; VALENTÃO *et al.*, 2007; FERNANDES; BOAVENTURA, 2006; KEREM *et al.*, 2004; RIZZON; MIELE, 2002; KALLITHRAKA; BAKKER; CLIFFORD, 1997).

Considerando a cor como um dos principais atributos de qualidade dos vinhos, tema de primordial importância para a vinificação, e a carência de informações sobre os compostos fenólicos e ácidos orgânicos envolvidos com este atributo, nos vinhos produzidos no Vale do Submédio São Francisco, este trabalho foi implementado com vinhos experimentais, tendo em vistas caracterizá-los quanto à composição fenólica, cromática e de ácidos orgânicos e avaliar sua evolução, durante 12 meses de armazenamento.

MATERIAL E MÉTODO

Vinificação

O trabalho foi conduzido com seis variedades *Vitis vinifera*s, três tintas - Petit Verdot, Syrah e Tempranillo - e três brancas – Sauvignon Blanc, Verdejo e Viognier, cultivadas em vinhedos comerciais da Fazenda Ouro Verde (Miolo Wine Group) - Casa Nova/BA - em sistema de condução tipo espaldeira, com espaçamento 3,0 m x 1,0 m e porta-enxerto IAC 766. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, em que cada variedade foi separada em três blocos de 20 plantas devidamente identificadas, em 3 linhas diferentes de 250 videiras cada, com posicionamento no início, centro e final da linha, sendo representativas da parcela avaliada. Desta, foram coletados, aleatoriamente, nos 3 blocos, 80 kg de uvas, em estado de maturação tecnológica, acondicionadas em caixas com capacidade de 20 kg, e em boas condições sanitárias. A vindima foi realizada no período da manhã, durante o mês de julho de 2008, com os seguintes dados climáticos médios: temperatura 22,87 °C, umidade relativa 66,23%, radiação solar 665,9 W, índice pluviométrico 0 mm e velocidade do vento 1,73 km.h⁻¹.

No Laboratório de Enologia da Embrapa Semiárido, Petrolina/PE, as uvas das variedades Syrah, Tempranillo, Petit Verdot, Verdejo, Viognier e Sauvignon Blanc foram levadas à câmara fria e mantidas a 10° ± 1 °C, para a retirada do calor de campo, evitando oxidações e degradações prematuras. Os vinhos brancos foram elaborados a partir de 80 kg de uvas desengaçadas/esmagadas e prensadas a 2 atm em prensa pneumática horizontal, sendo o mosto separado da parte sólida, sulfitado (5 g.hL⁻¹ de dióxido de enxofre - SO₂) e inoculado com levedura comercial *Saccharomyces cerevisiae* (30 g.hL⁻¹). Em seguida, foi procedida a fermentação, em duas cubas de vidro de 20 L, a 18° ± 1°C, com acompanhamento diário da

temperatura e da densidade, durante 30 dias. Após estabilização da densidade com média de 993, a fermentação foi finalizada e o vinho considerado seco, sendo corrigido o teor de SO₂ livre para 40 mg.L⁻¹, adicionado 0,5 g.L⁻¹ de bentonite e mantido em câmara fria a 0° ± 0,5°C para clarificação e estabilização, durante 30 dias. Após este período, os vinhos foram envazados manualmente em garrafas de 750 mL, fechadas com rolhas de cortiça aglomerada (PEYNAUD, 1997).

Para os vinhos tintos, após desengace e esmagamento de 80 kg de uvas, o mosto foi sulfitado (5 g.hL⁻¹ de SO₂), inoculado com levedura comercial *Saccharomyces cerevisiae* (30 g.hL⁻¹) e procedida a fermentação alcoólica, até densidade menor que 993, entre 5 e 7 dias, a 25° ± 1°C, em duas cubas de vidro de 20 L, coincidindo com a fase de maceração sólido/líquido. Em seguida, foi iniciada a fermentação malolática, na qual as cubas foram mantidas, durante 20 dias, a 18° ± 1°C, até completa transformação do ácido málico em láctico, comprovada por cromatografia em papel. O teor de SO₂ livre foi corrigido para 40 mg.L⁻¹ e os vinhos mantidos em câmara fria (0° ± 0,5 °C), para clarificação e estabilização, durante 30 dias, sendo engarrafado conforme descrito para os vinhos brancos (PEYNAUD, 1997).

Todas as garrafas de vinho foram armazenadas na posição horizontal, em adega climatizada a 18° ± 1 °C e umidade relativa média de 60 %, até a data das análises físico-químicas e sensoriais.

Determinação de açúcares redutores e pH

Os açúcares redutores e o pH das amostras de vinho foram analisados conforme os métodos do *Office International de La Vigne et Du Vin*, 1990 (OIV).

Determinação de polifenóis totais

- **Índice a 280 nm (I_{280 nm})**

Obtido pela determinação da absorção a 280 nm, em amostras de vinho tinto diluídas a 2% em água e leitura direta das de vinho branco, em espectrofotômetro (Varian 50 Bio UV/Vis). Os resultados foram expressos por meio do índice I_{280 nm}, considerando o fator de diluição (HARBERTSON; SPAYD, 2006; GLORIES, 1984).

- **Reagente Folin-Ciocalteu**

O conteúdo total de polifenóis foi medido em espectrofotômetro (Varian 50 Bio UV/Vis) a 760 nm, após diluição (vinhos tintos a 0,1 % e vinhos brancos a 1 %) e reação com reagente fenólico Folin-Ciocalteu estabilizada com solução saturada de carbonato de sódio

(MIRA *et al.*, 2008). Os resultados foram expressos em mg.L^{-1} de ácido gálico (GIOVANELLI; BURATTI, 2009; PADILHA, 2005; ARNOUS; MAKRIS; KAFALAS, 2001).

Determinação de antocianinas totais

Realizada pelo método espectrofotométrico de pH diferencial, por meio da transformação na estrutura cromófora das antocianinas em meio ácido, conforme a OIV (*Office International de la vigne et du vin*, 1990) e Giovanelli e Buratti (2009).

Determinação de flavonóis e trans-resveratrol por HPLC

A identificação e quantificação foi realizada em cromatógrafo a líquido *Ultimate 3000 Dionex®*, com coluna analítica *Acclaim® 120 Dionex C-18* (250 mm x 4,6 mm, 5 μm), comprimento de onda de 370 e 306 nm, fluxo da fase móvel de $0,5 \text{ mL.min}^{-1}$, temperatura do forno de 36°C , volume de injeção de 20 μL . A fase móvel foi preparada pela mistura de ácido fórmico 1 % em água ultra-pura (Milli-Q, Millipore ®) - 52,7 % -, acetonitrila grau HPLC - 47,3 % -, e o pH ajustado para 2,5 com ácido fórmico. A separação dos flavonóis (rutina, miricetina, quercetina e caempferol) e trans-resveratrol ocorreu em 12 minutos, e foram quantificados em curva analítica com concentrações variando de 0,1 a $7,0 \text{ mg.L}^{-1}$, por padronização externa (VOURINEN; MÄÄTTÄ; TÜRÖNEN, 2000) (modificado). As amostras foram diluídas a 10% com fase móvel e filtradas a $0,45\mu\text{m}$.

Determinação de taninos

- **Taninos totais**

A concentração de taninos totais foi determinada por método espectrofotométrico, a 725 nm, após diluição (vinhos tintos a 0,1 % e vinhos brancos a 1 %) e reação com reagente fenólico Folin-Denis estabilizada com solução saturada de carbonato de sódio. Os resultados foram expressos em mg.L^{-1} de ácido tânico (*Association of Official Analytical Chemistry - AOAC*, 1990).

- **Fracionamento de taninos**

As frações monoméricas, oligoméricas e poliméricas foram separadas, por extração em fase sólida – cartucho C-18 – e solventes de diferentes polaridades, e a reação de cor realizada com vanilina em meio ácido. Após estabilização da cor, as frações foram quantificadas em espectrofotômetro (Varian 50 Bio UV/Vis), 760 nm (SUN *et al.*, 1998, SUN; SILVA; SPRANGER, 1998, Ó-MARQUES *et al.*, 2005).

Ácidos orgânicos

A separação cromatográfica foi realizada em cromatógrafo a líquido *Ultimate 3000 Dionex®*, com coluna analítica *Acclaim® 120 Dionex C-18* (250 mm x 4,6 mm, 5 µm), comprimento de onda de 212 nm, fluxo da fase móvel de 0,8 mL.min⁻¹, temperatura do forno de 26 °C, volume de injeção de 20 µL. A fase móvel foi preparada pela mistura de ácido orto-fosfórico, 0,12 % e acetonitrila grau HPLC, 0,10 % em água ultra-pura (Milli-Q, Millipore ®). A separação dos ácidos orgânicos (ácidos tartárico, málico, láctico, cítrico e succínico) ocorreu em 16 minutos, e foram quantificados em curva analítica com as seguintes concentrações: ácido tartárico, 0,025 a 1,0 mg.mL⁻¹; ácidos málico e láctico, 0,05 a 2,0 mg.mL⁻¹ e ácidos cítrico e succínico, 0,01 a 0,2 mg.mL⁻¹, por padronização externa. As amostras foram diluídas a 10% com água ultra-pura (Milli-Q, Millipore ®) e filtradas a 0,45µm (LIMA *et al.* – a ser publicado).

Determinação da cor

• Espectrofotometria

No espectrofotômetro Varian 50 Bio UV/Vis foi determinada a absorvância a 420, 520 e 620 nm. A intensidade da cor (IC), para os vinhos tintos, foi obtida por meio do somatório das absorvâncias a 420, 520 e 620 nm e, para os brancos por leitura direta a 420 nm, e a tonalidade (T) expressa pela razão entre as absorvâncias a 420 e 520 nm (CAILLÉ *et al.*, 2009; CASTILLO-SÁNCHEZ *et al.*, 2006; HARBERTSON; SPAYD, 2006; WALKER *et al.*, 2004; GLORIES, 1984). 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; GLORIES, 1984).

• Colorimetria triestímulos (Cielab)

Os parâmetros de cor (L*, a* e b*) foram determinados por leitura direta das amostras, no colorímetro Minolta CR-400. A intensidade da cor (C*) e a tonalidade cromática (H*) foram calculadas por meio das fórmulas $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ e $H^* = \arctg(b^*/a^*)$, respectivamente (CAILLÉ *et al.*, 2009; LIMA *et al.*, 2007; HARBERTSON; SPAYD, 2006; WALKER *et al.*, 2004). Outrossim, a diferença cromática (ΔE^*) entre os vinhos e a diferença da tonalidade (ΔH^*) foram calculadas por meio das equações: $\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ e $\Delta H^* = 2\sin(\Delta h/2) \times (C^*_1 \times C^*_2)^{1/2}$ (MONAGAS *et al.*, 2006; GUTIÉRREZ; LORENZO; ESPINOSA, 2005; GUTIÉRREZ, 2003).

Análises estatísticas

Os resultados dos ensaios, realizados em triplicata, foram submetidos à Anova, utilizou-se o Teste de Duncan para comparação entre as médias ($p < 0,05$), quando era observada diferença entre os fatores. Aplicou-se a análise de componentes principais (ACP) para avaliar correlações entre os vinhos e os fatores mais significativos - concentração de polifenóis totais, antocianinas totais, ácidos orgânicos, intensidade de cor, % vermelho, % amarelo, % de azul e tonalidade. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o *software Statistc for Windows 7®*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme a metodologia da OIV (*Office International de la vigne et du vin*, 1990) adotada pelo Laboratório de Enologia (Embrapa Semiárido), foram determinados, no momento do engarrafamento, o teor de açúcares redutores e o pH dos vinhos experimentais (Tabela 1). Conforme os resultados, os vinhos foram classificados como secos e refrescantes. Estes dados concordam com os obtidos por Gutiérrez, Lorenzo e Espinosa (2005), para vinhos tintos experimentais espanhóis de Tempranillo e Syrah; Pereira *et al.* (2007), para vinhos tropicais, safra 2004, de Tempranillo e Petit Verdot desta região e com os vinhos de Syrah (2005) da região de Três Corações/MG (MOTA *et al.*, 2009).

Tabela 1. Açúcares redutores e pH dos vinhos tintos tropicais

Variedades	AR (g.L ⁻¹ de sacarose)	pH
Petit Verdot	1,74 ± 0,02	3,9 ± 0,01
Tempranillo	1,09 ± 0,01	4,2 ± 0,01
Syrah	1,19 ± 0,01	4,0 ± 0,02
Viognier	1,60 ± 0,01	3,8 ± 0,01
Verdejo	1,90 ± 0,01	3,3 ± 0,02
Sauvignon Blanc	1,94 ± 0,03	3,6 ± 0,01

AR: açúcares redutores.

Caracterização fenólica e sua evolução durante o envelhecimento

Os resultados expressos na tabela 2 ratificam os achados de Falcão *et al.* (2007) quanto à influência da variedade da uva sobre o conteúdo de polifenóis nos vinhos tintos e demonstram que, embora o vinho de Petit Verdot tenha exibido os maiores índices de

polifenóis totais, os de Tempranillo e Syrah apresentaram maior estabilidade, isto é, um menor decréscimo durante os doze meses de armazenamento. O resultado obtido pelo I_{280nm} neste estudo, para o Tempranillo, foi menor que o apresentado por Gutiérrez (2003) para vinho desta variedade (85 unidades) produzido na região de La Mancha/Espanha, e para o de Syrah, superior ao obtido por Mota *et al.* (2009).

Para possibilitar comparações com os dados da literatura, aos 12 meses, estes compostos foram também determinados pelo método reagente Folin-Ciocalteu (RFC), referenciado por Harbertson e Spayd (2006), para valoração dos polifenóis totais. De acordo com os resultados do RFC, os teores de polifenóis dos tintos foram superiores aos reportados por Sato *et al.* (1996) para os vinhos de Syrah (Rhône, 1989) e Tempranillo (Rioja, 1985), 1756,0 ppm e 1802,0 ppm, respectivamente, e por Sánchez-Moreno *et al.* (2003) para Tempranillo (Rioja Alta, 1995), 1932 ppm e Cabernet Sauvignon de origens diversas: Bordeaux e Loire (1988 a 1990) 2381,3 ppm e Austrália (1991) 2138,0 ppm. Para os vinhos brancos os resultados são semelhantes aos referidos por Sánchez-Moreno *et al.* (2003) para o Sauvignon Blanc (Saint-Laurent/França, 1997).

Tabela 2. Evolução de polifenóis em vinhos tintos tropicais, durante o armazenamento em garrafa.

Variedades meses	Petit Verdot				Tempranillo				Syrah			
	1	3	6	12	1	3	6	12	1	3	6	12
POL	75,2	70,4	66,3	70,0	68,4	69,1	61,7	68,4	58,8	56,9	53,0	58,8
(I_{280nm})	$\pm 0,08$	$\pm 0,04$	$\pm 0,01$	$\pm 0,01$	$\pm 0,03$	$\pm 0,36$	$\pm 0,06$	$\pm 0,08$	$\pm 0,18$	$\pm 0,08$	$\pm 0,01$	$\pm 0,03$
POL				2370				3050				3360
EAG	-	-	-	$\pm 11,9$	-	-	-	$\pm 13,7$	-	-	-	$\pm 3,12$
($mg.L^{-1}$)												
ANT	625,8	508,0	496,8	431,1	459,8	356,6	312,5	225,3	469,9	395,1	314,8	234,7
($mg.L^{-1}$)	$\pm 0,45$	$\pm 0,86$	$\pm 0,54$	$\pm 0,34$	$\pm 0,40$	$\pm 0,72$	$\pm 0,54$	$\pm 0,18$	$\pm 0,90$	$\pm 0,78$	$\pm 0,98$	$\pm 0,12$
	Aa	Ab	Ab	Ac	Ca	Cb	Bc	Cd	Ba	Bb	Bc	Cd

POL: polifenóis totais índice a 280nm; POL EAG: polifenóis em equivalentes de ácido gálico; ANT: antocianinas totais. Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. Médias seguidas de letra maiúscula – comparação entre variedades no mesmo tempo de armazenamento – e de letra minúscula – comparação entre tempos de armazenamentos na mesma variedade.

Conforme esperado, índices inferiores aos registrados para os tintos foram apresentados pelos vinhos brancos (Tabela 3).

Tabela 3. Evolução de polifenóis em vinhos brancos tropicais, durante o armazenamento em garrafa.

Variedades meses	Verdejo				Viognier				Sauvignon Blanc			
	1	3	6	12	1	3	6	12	1	3	6	12
POL	4,50	4,65	2,65	4,63	6,12	6,56	4,54	6,46	6,34	6,70	4,50	6,06
(I _{280nm})	±0,01	±0,04	±0,01	±0,00	±0,01	±0,01	±0,00	±0,00	±0,01	±0,09	±0,01	±0,00
POL GAE				84,9				168,8				146,6
(mg.L ⁻¹)	-	-	-	±0,1	-	-	-	±0,5	-	-	-	±0,2

POL: polifenóis totais, índice a 280nm; POL EAG: polifenóis em equivalentes de ácido gálico.

Com relação à concentração antociânica dos vinhos estudados (Figura 1), o Petit Verdot superou os demais em aproximadamente 25%, e o Tempranillo apresentou menor decréscimo (49,0%), durante o armazenamento. Além disso, os resultados do Syrah foram superiores aos referidos por Mota *et al.* (2009), para vinhos desta variedade produzidos em Três Corações /MG (2005-2006) e inferiores aos de Gutiérrez *et al.* (2005), para vinhos de clima temperado (Espanha): 541,1 mg.L⁻¹. No que concerne ao Tempranillo, foram superiores aos dos vinhos espanhóis obtidos por Monagas *et al.* (2005): 360,0 mg.L⁻¹. Variações em vinhos produzidos com diferentes cultivares, bem como decréscimos na concentração de antocianinas durante o armazenamento, têm sido registrados na literatura (MONAGAS *et al.*, 2006; GUTIÉRREZ; LORENZO; ESPINOSA, 2005; NIKFARDJAM *et al.*, 2005; GAMBELLI; SANTARONI, 2004; SÁNCHEZ-MORENO *et al.*, 2003; ZAFRILLA *et al.*, 2003; GARCÍA-BENEYTEZ; REVILLA; CABELLO, 2002; BERENTE *et al.*, 2000; MAZZA *et al.*, 1999). Reações progressivas com outros polifenóis, aminoácidos, polissacarídeos ou ácidos orgânicos resultam em alteração da cor de vermelha intensa, característica dos vinhos jovens, para vermelha-tijolo, dos envelhecidos (MONAGAS *et al.*, 2006; ATANASOVA *et al.*, 2002; MAZZA *et al.*, 1999). De acordo com Guerrero *et al.* (2009), a concentração desses compostos aumenta nas regiões com temperatura constante entre 20 °C e 30 °C e diminui sob temperaturas muito elevadas, por mecanismos ainda não estabelecidos, de redução e degradação, afirmativa ratificada nesta pesquisa.

As reduções em antocianinas (Figura 1), após 90 dias de envelhecimento, dos vinhos de Petit Verdot (18,8%), Tempranillo (22,4%) e Syrah (16,0%), foram inferiores às relatadas por Berente *et al.* (2000), 24%, para o *Beaujolais Primeur* (França, 1997), armazenado por 69

dias. No caso do Tempranillo (49%), aos 12 meses, o percentual de decréscimo foi inferior ao referido por Monagas *et al.* (2006), para vinhos espanhóis desta variedade (58%).

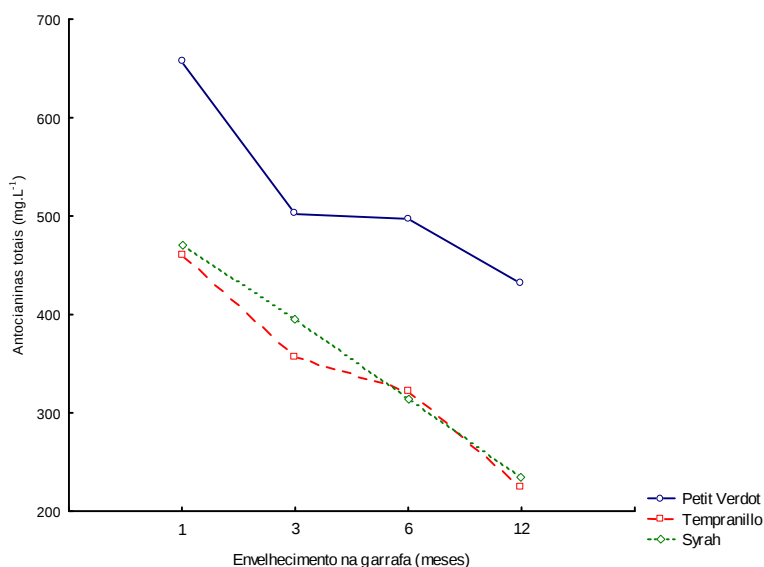


Figura 1. Decaimento da concentração de antocianinas totais em função do tempo de armazenamento em garrafa

Este estudo ratifica os achados de Rastija, Srećnik e Saric (2008) e McDolnald *et al.* (1998), ao confirmar miricetina, quercetina e caempferol como os principais flavonóis* em vinhos tintos, muito embora, este último não tenha sido detectado em vinhos de Tempranillo, concordando com os resultados de Vuorinen, Määttä e Törrönen (2000). McDolnald *et al.* (1998), referem que, nos vinhos de Tempranillo (Espanha, 1995) obtidos com uvas completamente maduras, o teor de flavonóis foi de 22,6 mg.L⁻¹, valor próximo ao encontrado nesta pesquisa para vinhos experimentais desta variedade. Considerando que o conteúdo de cada flavonol em vinhos é decorrente de diversos fatores: técnicas de vinificação, exposição à luz solar durante a maturação, condições climáticas na vindima e fatores genéticos da uva (GUTIERREZ; LORENZO; ESPINOSA, 2005; ZAFRILLA *et al.*, 2003; VUORINEN; MÄÄTTÄ; TÖRRÖNEN, 2000), a ausência, assim como as baixas concentrações eram esperadas nos vinhos brancos, objeto deste estudo. Além disso, estes resultados encontram respaldo nas pesquisas de Vuorinen, Määttä e Törrönen (2000), em vinhos brancos das variedades Chardonnay (Califórnia, 1995) e de Riesling (Alemanha, 1998), nas quais os flavonóis não foram detectados.

* Método cromatográfico validado (dados não publicados).

Os maiores teores de flavonóis totais, após 12 meses de engarrafamento, foram apresentados pelos vinhos de Tempranillo, e os menores pelos de Syrah. Em todos os vinhos tintos a miricetina e a quercetina foram os principais componentes (Figura 2), corroborando Vuorinen, Määttä e Törrönen (2000). Convém ressaltar que Guitiérrez, Lorenzo e Espinosa (2005) registraram, após 9 meses de armazenamento, um decréscimo de 50% e 81%, na concentração desses compostos, em vinhos jovens de clima temperado de Syrah e Tempranillo, respectivamente. Estes percentuais explicam os baixos teores apresentados na tabela 4.

Tabela 4. Composição de flavonóis em vinhos tintos tropicais, após 12 meses de armazenamento em garrafa

Variedades	Flavonóis (mg.mL ⁻¹)				
	rut	mir	que	cam	total
Petit Verdot	ND	7,5±0,09	6,1±0,35	0,4±0,04	14,0±0,46
Tempranillo	ND	10,8±0,12	7,4±0,06	ND	18,2±0,18
Syrah	ND	5,3±0,02	1,2±0,05	0,1±0,01	6,6±0,08
Verdejo	ND	ND	ND	ND	ND
Sauvignon Blanc	2,1±0,01	ND	ND	ND	2,1±0,01
Viognier	0,2±0,01	ND	ND	ND	0,2±0,01

rut: rutina-3-glicose; mir: miricetina-3-glicose; que: quercetina-3-glicose; cam: caempferol-3-glicose; ND: não detectado.

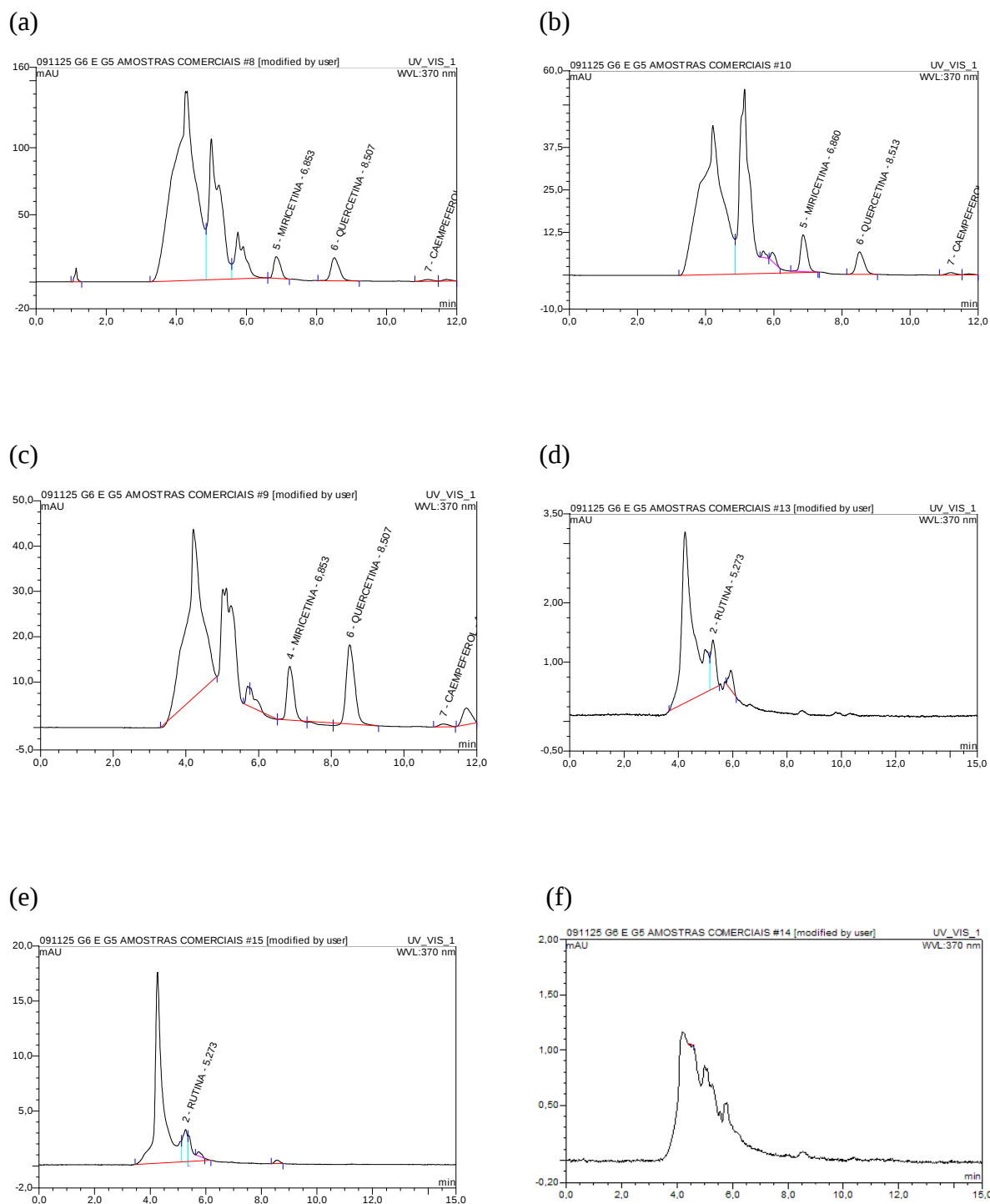


Figura 2. Perfil cromatográfico dos flavonóis em vinhos: (a) Petit Verdot, (b) Tempranillo, (c) Syrah; (d) Sauvignon Blanc (e) Viognier e (f) Verdejo, após 12 meses de envelhecimento em garrafa

O trans-resveratrol, estilbeno com múltiplos benefícios para a saúde humana, foi encontrado* em todas as amostras (Figura 3), inclusive nos vinhos brancos ($0,1 \text{ mg.L}^{-1}$), em valores que ratificam os resultados Nikfardjam *et al.*(2005), ao afirmarem que o conteúdo deste composto é dependente da variedade. As maiores médias, $12,1 \text{ mg.L}^{-1}$, obtidas para o Syrah, foram quatro vezes superiores às reportadas por Rocha (2004), para vinhos comerciais desta variedade produzidos na mesma região, safras 2001 e 2002, e seis vezes maior que a concentração média ($2,6 \text{ mg.L}^{-1}$) referida por Nikfardjam *et al.* (2005), para vinhos finos húngaros. No que concerne às diferenças entre os vinhos de Syrah, podem ser decorrentes do processo de vinificação e do *terroir*. De um modo geral, a concentração média deste composto bioativo, nos vinhos tintos, objeto deste estudo, foi superior às determinadas em vinhos da Espanha ($0,13 \text{ mg.L}^{-1}$), Califórnia ($0,99 \text{ mg.L}^{-1}$), Japão ($0,16 \text{ mg.L}^{-1}$), Canadá ($0,77 \text{ mg.L}^{-1}$), Portugal ($1,00 \text{ mg.L}^{-1}$), China ($0,34 \text{ mg.L}^{-1}$) e Chile/Argentina ($1,21 \text{ mg.L}^{-1}$), por Romero-Perez *et al.* (1996), Lamuela-Raventos e Waterhouse (1993), Okuda e Yokotsuka (1996), Soleas *et al.* (1995), Juan *et al.* (1999), Zhou *et al.* (2004), Goldberg *et al.* (1995), respectivamente.

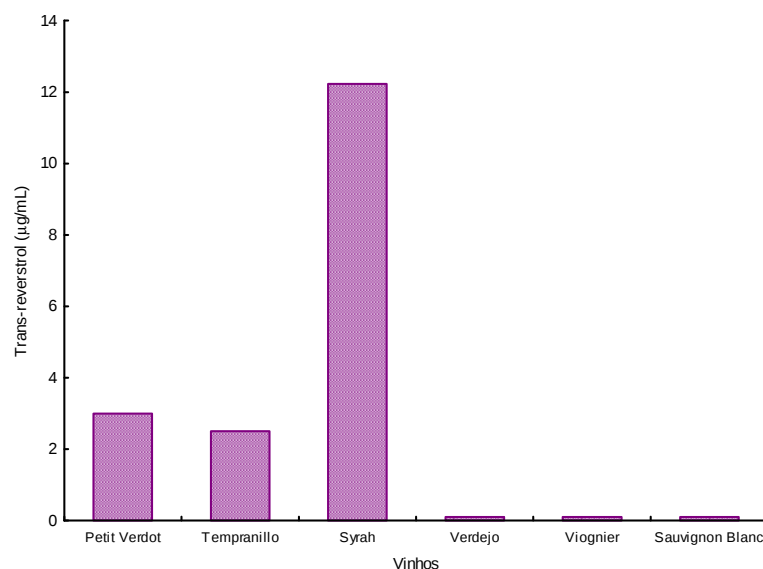


Figura 3. Conteúdo de trans-resveratrol nos vinhos, em função da variedade, após 12 meses de armazenamento em garrafa

* Método cromatográfico validado (dados não publicados).

A variação significativa dos taninos totais ($p < 0,05$) (Tabela 5) entre os vinhos estudados, aos 12 meses, demonstra que os flavanóis também dependem da variedade e do *terroir*, conforme anteriormente observado por Goldberg *et al.* (1998).

Os flavanóis, de grande importância enológica, contribuem, de acordo com suas propriedades químicas, para vários aspectos da qualidade dos vinhos: corpo, estrutura, amargor e adstringência, estabilidade colorimétrica, proteica e oxidativa e comportamento no envelhecimento (SUN *et al.*, 1998). Os resultados, explicitados na tabela 5, evidenciam, nos vinhos tintos, a predominância da fração polimérica, em detrimento da catequina, que inclusive apresenta valores superiores à média relatada por Rastija, Srećnik e Saric *et al.* (2008) para os vinhos tintos ($2,9 \text{ mg.L}^{-1}$) da Croácia, safra 2002, e inferiores aos resultados obtidos por Gutiérrez, Lorenzo e Espinosa (2005), para Tempranillo e Syrah espanhóis, 29,9 e $53,1 \text{ mg.L}^{-1}$ de ácido gálico, respectivamente. A predominância da fração polimérica pode ser resultante de reações de esterificação com ácidos (orgânicos e não flavonoides) e reações de polimerização da fração monomérica com outros flavanóis ou flavonoides (GUTIÉRREZ; LORENZO; ESPINOSA, 2005). Carando *et al.* (1998) pesquisando vinhos franceses, referem que os brancos, devido ao processo de vinificação, apresentam menores concentrações médias de catequina ($15,2 \text{ mg.L}^{-1}$), diferindo dos dados deste trabalho para Viognier e Sauvignon Blanc, cujos elevados teores de compostos monoméricos são, possivelmente, decorrentes de reações de hidrólise (KALLITHRAKA; SALACHA; TZOUROU, 2009).

Nos vinhos tintos, independentemente da variedade, constatou-se que a fração polimérica (proantocianidinas) foi responsável por mais de 90% dos flavanóis presentes (Tabela 5), comportamento similar ao apresentado por vinhos de Navarra/Espanha, envelhecidos em barris de carvalho – meio oxidativo - durante 12 meses (CADAHÍA *et al.*, 2009). Considerando que, neste estudo, os vinhos foram armazenados em garrafas fechadas com rolhas, nas quais a oxigenação é minimizada (CAILLÉ *et al.*, 2009), é lícito afirmar que os resultados observados foram, principalmente, decorrentes da influência climática sobre as mudanças químicas características do amadurecimento das uvas.

Tabela 5. Taninos totais e percentual de frações monoméricas, oligoméricas e poliméricas de flavanóis em vinhos tropicais, após 12 meses de armazenamento em garrafa

Variedades	TT (mg.L ⁻¹ EAG)	Frações de flavanóis (%)		
		Monomérica	Oligomérica	Polimérica
Tintas				
Petit Verdot	2076,1±13,1 ^c	7,86	0,18	91,96
Tempranillo	2759,8±11,8 ^a	0,42	0,20	99,38
Syrah	2546,5±11,4 ^b	0,56	2,57	96,97
Brancas				
Verdejo	0,0	-	-	-
Viognier	142,5±0,36	78,48	14,69	6,83
Sauvignon Blanc	103,0±0,81	76,76	20,84	2,40

TT: taninos totais; ND: não detectado. Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. Médias seguidas de letra maiúscula – comparação entre variedades brancas – e de letra minúscula – comparação entre variedades tintas.

Caracterização dos ácidos orgânicos

Os vinhos experimentais analisados* apresentaram concentrações similares de ácido tartárico, com maior decréscimo para o vinho de Verdejo (85%), aos doze meses de armazenamento em garrafa (Tabela 7). Em todos os vinhos, as concentrações de ácido láctico foram superiores aos demais ácidos, conforme demonstram as tabelas 6 e 7. Estes resultados são comparáveis aos obtidos por Zheng *et al.* (2009) -, ácido láctico, 3,4 g.L⁻¹ e ácido tartárico, 2,5 g.L⁻¹ -, para vinhos finos tintos australianos, país com características edafoclimáticas semelhantes às do Brasil, e aos de Peres *et al.* (2009), em vinhos tintos brasileiros (safra 2000 – 2002).

Durante o armazenamento as variedades de Petit Verdot e Syrah apresentaram estabilização da concentração de ácido tartárico ao final do armazenamento e os de Tempranillo no início do armazenamento. Variações significativas (p<0,05) foi observada entre as variedades para os mesmos tempos de armazenamento, a exceção do ácido láctico nos vinhos de Petit Verdot e Tempranillo com seis meses de armazenamento.

Tabela 6. Ácidos orgânicos em vinhos experimentais de Petit Verdot (PV), Syrah (SY) e Tempranillo (TP), durante 3, 6, 9 e 12 meses de armazenamento em garrafa

Vinhos	Concentração dos ácidos orgânicos (mg.mL ⁻¹)					
	AT	AM	AL	AC	AS	TAO
PV3	2,63 ±0,04 ^{Ca}	ND	7,30 ±0,01 ^{Ba}	ND	1,40 ±0,02 ^{Ca}	11,33±0,07 _{Ca}
PV6	2,60 ±0,06 ^{Cb}	ND	7,10 ±0,04 ^{Bb}	ND	1,38 ±0,01 ^{Cb}	11,08±0,11 _{Cb}
PV9	2,32 ±0,04 ^{Cc}	ND	7,01 ±0,02 ^{Bc}	ND	1,26 ±0,01 ^{Cc}	10,59±0,07 _{Bc}
PV12	2,32 ±0,02 ^{Cc}	ND	5,32 ±0,02 ^{Cd}	ND	0,50 ±0,01 ^{Cd}	8,14±0,05 _{Cd}
SY3	2,80 ±0,00 ^{Aa}	ND	7,60 ±0,03 ^{Aa}	ND	1,45 ±0,01 ^{Bd}	11,85±0,04 _{Aa}
SY6	2,62 ±0,02 ^{Bb}	ND	7,33 ±0,06 ^{Ab}	ND	1,58 ±0,01 ^{Bc}	11,53±0,09 _{Ab}
SY9	2,45 ±0,03 ^{Bc}	ND	7,32 ±0,01 ^{Ab}	ND	1,87 ±0,01 ^{Ab}	11,65±0,05 _{Ac}
SY12	2,44 ±0,01 ^{Bc}	ND	7,14 ±0,04 ^{Ac}	ND	2,05 ±0,01 ^{Aa}	11,62±0,06 _{Ac}
TP3	2,78 ±0,01 ^{Ba}	ND	7,02 ±0,01 ^{Ca}	ND	1,78 ±0,01 ^{Aa}	11,58±0,03 _{Ba}
TP6	2,78 ±0,08 ^{Aa}	ND	6,93 ±0,03 ^{Bb}	ND	1,71 ±0,01 ^{Ab}	11,42±0,12 _{Bb}
TP9	2,72 ±0,07 ^{Ab}	ND	6,27 ±0,01 ^{Cd}	ND	1,57 ±0,01 ^{Bc}	10,56±0,09 _{Cc}
TP12	2,70 ±0,00 ^{Ac}	ND	6,28 ±0,06 ^{Bc}	ND	1,39 ±0,01 ^{Bd}	10,38±0,07 _{Bd}

AT: ácido tartárico; AM: ácido málico; AL: ácido láctico; AC: ácido cítrico; AS: ácido succínico; TAO: total de ácidos orgânicos ND: não detectado; Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. Médias, nas colunas, seguidas de letra maiúscula – comparação entre as variedades no mesmo tempo de armazenamento e, de letra minúsculas, – comparação entre os tempos de armazenamento na mesma variedade.

Considerando a utilização da fermentação malolática e a pouca resistência do ácido málico à oxidação, a ausência deste ácido era esperada nos vinhos tintos, independentemente da variedade e tempo de armazenamento. Acrece ainda o fato deste ácido sofrer decréscimo durante a maturação da uva principalmente em regiões de clima quente (RIZZON; SGANZERLA, 2007), o que explica sua carência nos brancos (Tabela 7), cujo processo de vinificação não envolve este tipo de fermentação. Estes resultados foram respaldados por Peres *et al.* (2009), em vinhos brasileiros (safras 2000 – 2002).

* Por método cromatográfico validado (LIMA *et al.* – a ser publicado).

O maior decréscimo do total de ácidos orgânicos nos vinhos brancos foi observado no Verdejo (76,5%), tendo sendo menor no Sauvignon Blanc (6,9%), indicando, portanto, maior acidez (Tabela 7). Ademais, com relação ao tempo de armazenamento, na mesma variedade, os vinhos de Viognier e Sauvignon Blanc apresentaram estabilidade nas concentrações de ácido tartárico e ácido láctico, respectivamente, no início do armazenamento.

Tabela 7. Ácidos orgânicos em vinhos brancos experimentais de Sauvignon Blanc (SB), Viognier (VG) e Verdejo (VD), durante 3, 6, 9 e 12 meses de armazenamento em garrafa

Vinhos	concentrações dos ácidos orgânicos (mg.mL ⁻¹)					
	AT	AM	AL	AC	AS	TAO
SB3	2,72±0,06 ^{Ba}	ND	5,83±0,04 ^{Aa}	ND	0,50±0,01 ^{Ba}	9,05±0,11 ^{Ba}
SB6	2,60±0,02 ^{Ab}	ND	5,82±0,00 ^{Aa}	ND	0,44±0,00 ^{Bb}	8,36±0,02 ^{Ab}
SB9	2,50±0,03 ^{Ac}	ND	5,75±0,01 ^{Ab}	ND	0,41±0,01 ^{Bc}	8,66±0,05 ^{Ac}
SB12	2,44±0,04 ^{Ad}	ND	5,70±0,06 ^{Ac}	ND	0,29±0,01 ^d	8,42±0,11 ^{Ad}
VG3	2,40±0,01 ^{Ca}	ND	4,96±0,01 ^{Ca}	ND	0,43±0,01 ^{Ca}	7,79±0,03 ^{Ca}
VG6	2,35±0,05 ^{Ca}	ND	4,37±0,02 ^{Bb}	ND	0,40±0,02 ^{Cb}	7,12±0,09 ^{Cb}
VG9	2,31±0,07 ^{Bb}	ND	4,34±0,02 ^{Bc}	ND	0,26±0,01 ^{Cc}	6,87±0,10 ^{Bc}
VG12	2,16±0,04 ^{Bc}	ND	4,33±0,00 ^{Bc}	ND	ND	6,50±0,04 ^{Bd}
VD3	2,78±0,03 ^{Aa}	ND	5,29±0,06 ^{Ba}	ND	1,16±0,01 ^{Aa}	9,22±0,10 ^{Aa}
VD6	2,58±0,02 ^{Bb}	ND	3,66±0,05 ^{Cb}	ND	1,02±0,02 ^{Ab}	7,25±0,09 ^{Bb}
VD9	2,50±0,06 ^{Ac}	ND	2,55±0,05 ^{Cc}	ND	0,67±0,00 ^{Ac}	5,71±0,11 ^{Cc}
VD12	0,42±0,00 ^{Cd}	ND	1,75±0,01 ^{Cd}	ND	ND	2,16±0,01 ^{Cd}

AT: ácido tartárico; AM: ácido málico; AL: ácido láctico; AC: ácido cítrico; AS: ácido succínico; TAO: total de ácidos orgânicos ND: não detectado; Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. Médias, nas colunas, seguidas de letra maiúscula – comparação entre as variedades, no mesmo tempo de armazenamento, e de letra minúsculas – comparação entre os tempos de armazenamento, na mesma variedade.

Caracterização cromática e sua evolução durante o armazenamento em garrafas

Embora Castillo-Sánchez *et al.* (2006) e Zafrilla *et al.* (2003) reportem que o decréscimo da concentração de antocianinas seja característico do processo de envelhecimento, período no qual a absorvância diminui no comprimento de onda de 520 nm e aumenta na de 400-420 nm, este comportamento não foi observado neste trabalho (Tabela 8). Nesta tabela é possível verificar que as variações de absorvância entre os tipos de vinhos, no mesmo tempo de armazenamento, e para o mesmo vinho, durante o envelhecimento na garrafa, foram significativas, em todos os comprimentos de onda.

Tabela 8. Evolução cromática por espectrofotometria de vinhos tintos tropicais

Variedade	Petit Verdot				Tempranillo				Syrah			
	1	3	6	12	1	3	6	12	1	3	6	12
420 nm	8,8 ±0,02 Aa	8,3 ±0,02 Ac	8,4 ±0,02 Ab	8,0 ±0,01 Ad	6,4 ±0,03 Ba	6,1 ±0,02 Bd	6,3 ±0,01 Bb	6,2 ±0,02 Bc	5,4 ±0,01 Cc	5,6 ±0,01 Cb	5,7 ±0,01 Ca	5,4 ±0,01 Cd
520 nm	11,3 ±0,01 Aa	11,0 ±0,01 Ab	10,4 ±0,01 Ad	9,70 ±0,02 Ac	6,6 ±0,01 Ba	6,5 ±0,01 Bb	6,3 ±0,02 Bd	6,4 ±0,01 Bc	6,3 ±0,01 Ca	6,3 ±0,01 Cb	6,1 ±0,01 Cc	6,0 ±0,01 Cd
620 nm	3,19 ±0,05 Ad	3,24 ±0,05 Ab	3,23 ±0,04 Ac	3,27 ±0,04 Aa	2,11 ±0,05 Bd	2,15 ±0,03 Bb	2,14 ±0,03 Bc	2,19 ±0,05 Ba	1,90 ±0,04 Cc	1,96 ±0,04 Cb	2,07 ±0,03 Ca	1,85 ±0,03 Cd

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem significativamente entre si, pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. Médias, nas linhas, seguidas de letra maiúscula – comparação entre as variedades, no mesmo tempo de armazenamento – e de letras minúsculas – comparação entre os meses de armazenamento, na mesma variedade.

Com relação aos vinhos brancos (Tabela 9), o de Viognier, diferentemente dos demais, apresentou um aumento do índice de cor, indicativo de escurecimento, modificação considerada indesejável em vinhos jovens (KALLITHARAKA; SALACHA; TZOUROU, 2009).

Tabela 9. Evolução cromática por espectrofotometria de vinhos brancos tropicais

Variedade	Verdejo				Viognier				Sauvignon Blanc			
	1	3	6	12	1	3	6	12	1	3	6	12
IC (420 nm)	0,21 ±0,01 Ba	0,17 ±0,01 Cb	0,11 ±0,01 Cd	0,16 ±0,02 Cc	0,18 ±0,01 Cd	0,30 ±0,01 Ac	0,33 ±0,01 Ab	0,37 ±0,01 Aa	0,23 ±0,01 Aa	0,20 ±0,01 Bc	0,22 ±0,01 Bb	0,19 ±0,01 Bd

IC: intensidade de cor; Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade; Médias seguidas de letra maiúscula – comparação entre variedades, no mesmo tempo de armazenamento, e de letra minúsculas – comparação entre os meses de armazenamento, na mesma variedade.

Na caracterização cromática dos vinhos tintos foi adotado o método tradicional relatado por Monagas *et al.* (2006). Os resultados (Tabela 10) demonstram diferenças significativas, entre as variedades, quanto à intensidade da cor e tonalidade, ressaltando a estabilidade na IC dos vinhos de Syrah durante os doze meses de armazenamento. Além disso, a cor também permite diferenciar os vinhos, tendo o de Tempranillo apresentado o menor valor inicial de % vermelho e maior de % amarelo, justo oposto do Petit Verdot, que também exibiu a maior IC. Na comparação entre a IC do Tempranillo neste estudo (15,1), e o de La Mancha/Espanha (16,7), constata-se uma ligeira superioridade do primeiro (GUTIÉRREZ, 2003), provavelmente devido a diferenças entre os *terroirs*.

Durante o armazenamento, os vinhos sofreram um progressivo decréscimo no % vermelho, similar ao constatado, em vinhos tintos espanhóis, por Monagas *et al.* (2006), diferindo, entretanto, quanto à evolução do % amarelo, que mostrou dependência da cultivar, tendo o Syrah apresentado um aumento gradual até o sexto mês. No que concerne ao % azul dos vinhos, não foram registradas variações significativas ($p < 0,01$) em função do tempo de armazenamento em garrafa.

Tabela 10. Evolução dos parâmetros colorimétricos dos vinhos tintos tropicais

Variedade	Petit Verdot				Tempranillo				Syrah			
Meses	1	3	6	12	1	3	6	12	1	3	6	12
IC	23,29 $\pm 0,07$ Aa	22,60 $\pm 0,05$ Ab	22,12 $\pm 0,05$ Ac	21,72 $\pm 0,07$ Ad	15,11 $\pm 0,06$ Ba	14,80 $\pm 0,06$ Bb	14,84 $\pm 0,07$ Bc	14,75 $\pm 0,06$ Bd	13,65 $\pm 0,05$ Ca	13,88 $\pm 0,06$ Ca	13,79 $\pm 0,06$ Ca	13,28 $\pm 0,06$ Ca
T	0,76 $\pm 0,01$ Ca	0,76 $\pm 0,01$ Ca	0,81 $\pm 0,01$ Cb	0,77 $\pm 0,01$ Ca	0,97 $\pm 0,01$ Ab	0,94 $\pm 0,01$ Ac	0,99 $\pm 0,01$ Aa	0,97 $\pm 0,02$ Ab	0,87 $\pm 0,01$ Bc	0,89 $\pm 0,01$ Bb	0,93 $\pm 0,01$ Ba	0,90 $\pm 0,01$ Bb
%am	37,8	36,7	38,0	36,9	42,4	41,2	42,6	42,2	39,4	40,3	41,0	40,6
%ve	48,5	49,0	47,1	47,9	43,7	43,9	42,6	43,5	46,0	45,3	43,9	45,1
%az	13,7	14,1	14,5	15,2	13,9	14,2	14,2	14,9	13,8	13,7	13,5	13,1

IC: intensidade de cor; T: tonalidade; %am: percentual de amarelo; %ve: percentual de vermelho; %az: percentual de azul; Médias seguidas da mesma letra nas linhas não diferem significativamente entre si, pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade; Médias seguidas, nas linhas, de letra maiúscula – comparação entre as variedades, no mesmo tempo de armazenamento, e de letra minúscula – comparação entre os meses de armazenamentos, na mesma variedade.

Não obstante a variação significativa entre os vinhos, os parâmetros colorimétricos obtidos pelo sistema Cielab, encontram-se dentro do primeiro quadrante, apresentando valores positivos de a^* e b^* , ou seja, cores vermelha e amarela. Estes resultados apontam para uma possível copigmentação das antocianinas, nos tintos, e/ou interferência cromática dos flavonóis. Conforme Prince, Breen e Valladao (1995), uma solução de quercetina (30 mg.L^{-1}) em concentração similar à encontrada nos vinhos produzidos com uvas expostas ao sol, apresenta-se amarela, com absorção entre 400-420 nm, e atua como copigmentante, com potencial para alterar, intensificar e estabilizar a cor.

O vinho de Petit Verdot foi caracterizando como mais escuro e com menor saturação das cores vermelho e amarelo e o Syrah mais claro e com maior saturação destas cores (Tabela 11). Considerando o ângulo H^* (tonalidade), todos os vinhos tintos apresentaram proximidade da coordenada a^* , cor vermelha. Para os vinhos brancos, o de Verdejo, com menores valores para esses parâmetros, caracteriza-se com um matiz de cor mais escura e menor saturação da cor amarela, que no Sauvignon Blanc, mais claro e mais saturado. O

menor valor de H* apresentado pelo Viognier é decorrente de uma menor proximidade ao eixo b*, cor amarela, em relação aos demais.

Tabela 11. Caracterização cromática por colorimetria (CIE L*a*b*) de vinhos tropicais

Variedades	L*	a*	b*	C*	H*
Tintas					
Petit Verdot	3,2±0,8 ^c	9,7 ±0,4 ^c	4,7±0,5 ^c	10,8 ^c	25,8 ^a
Tempranillo	5,3±0,8 ^b	19,2±0,4 ^b	7,7±0,4 ^b	20,7 ^b	21,9 ^c
Syrah	7,6±0,7 ^a	27,3±0,4 ^a	11,6±0,9 ^a	29,6 ^a	23,0 ^b
Branças					
Verdejo	55,6±0,5 ^C	0,5±0,1 ^B	10,7±0,5 ^B	10,7 ^B	87,2 ^B
Viognier	61,5±0,5 ^B	1,0±0,1 ^A	14,0±0,4 ^A	14,1 ^A	85,9 ^C
Sauvignon Blanc	65,1±0,6 ^A	0,6±0,1 ^B	14,4±0,7 ^A	14,1 ^A	87,4 ^A

L*: luminosidade; a* e b*: coordenadas de cor CIELAB; C*: intensidade da cor; H*: tonalidade; Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade; Médias, nas colunas, seguidas de letra minúsculas – comparação entre vinhos tintos e de letra maiúscula – comparação entre vinhos brancos.

Na tabela 11 constata-se que as diferenças significativas dos parâmetros colorimétricos, C* e H*, permitem diferenciar os vinhos tintos em função da cultivar, corroborando Gutiérrez (2003). Entretanto, para os vinhos brancos o parâmetro C* não possibilitou a diferenciação dos vinhos de Viognier e Sauvignon Blanc. Ademais, na tabela 12 as diferenças cromáticas (ΔE^*) entre pares de vinhos que variaram de 9 – 19 unidades de Cielab para os vinhos tintos, e 4 – 10 para os brancos, por serem superiores a 3,0 unidades, indicam variações de cor perceptíveis pelo olho humano (MONAGAS *et al.*, 2006; GUTIÉRREZ; LORENZO; ESPINOSA, 2005; GUTIÉRREZ, 2003). Os vinhos também diferiram entre si no que diz respeito às variações de tonalidade (ΔH^*), tendo os pares PV/TP e VD/SB apresentado a maior e menor diferença, respectivamente.

Tabela 12. Diferenças cromáticas e de tonalidade entre vinhos tropicais

Variedades	PV/TP	PV/SY	SY/TP	VD/VG	VD/SB	SB/VG
ΔE^*	10	19	9	7	10	4
ΔH^*	1,02	0,87	0,47	0,28	0,04	0,37

ΔE^* : diferença cromática; ΔH^* : diferença de tonalidade. PV: Petit Verdot, TP: Tempranillo; SY: Syrah, VD: Verdejo; VG: Viognier; SB: Sauvignon Blanc.

Análise multivariada

A classificação das amostras de vinhos tintos foi performeda pela análise de componente principal – ACP (RODRIGUEZ-DELGADO *et al.*, 2002). A separação dos vinhos foi obtida utilizando a evolução dos valores de polifenóis totais ($I_{280\text{ nm}}$), antocianinas totais, ácidos orgânicos (tartárico, láctico e succínico) e parâmetros cromáticos, durante os 3, 6 e 12 meses de armazenamento em garrafa. As duas primeiras componentes principais extraíram 81,33% da variância total, da qual primeira componente principal (CP1), que representa 57,08%, foi dominada pela intensidade colorimétrica, % vermelho % amarelo, tonalidade e antocianinas totais e a segunda componente principal (CP2) (24,25%) pelo % azul (Tabela 9).

Como observado na figura 4: os vinhos de Petit Verdot, caracterizados por valores positivos de % vermelho, antocianinas totais, polifenóis totais e intensidade colorimétrica, encontram-se agrupados na parte direita superior do gráfico, exceto o Petit Verdot ao final do armazenamento caracterizado pelo % azul, confirmando os resultados obtidos por espectrofotometria (Tabela 10); os de Tempranillo, assinalados por valores negativos de % amarelo e tonalidade, situam-se à esquerda da CP1, enquanto o Syrah, na parte central superior, pelo ácido láctico e total de ácidos orgânicos, conforme está explicitado na tabela 6.

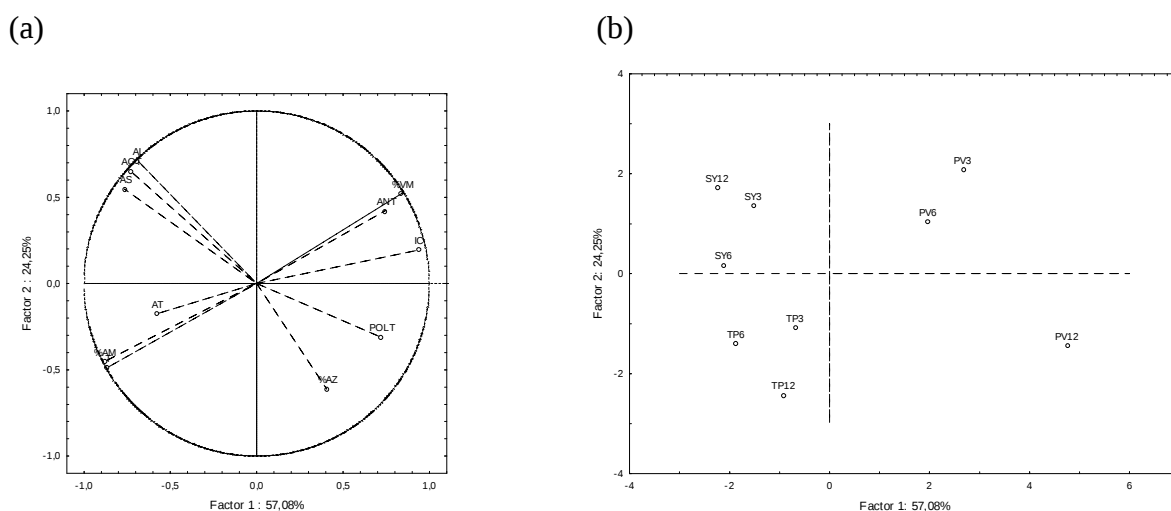


Figura 4. Contribuição das variáveis (a) e distribuição dos vinhos tintos (b) (SY= Syrah; PV= Petit Verdot e TP = Tempranillo), durante o armazenamento de 3, 6, 9 e 12 meses, em garrafa em duas dimensões, no sistema de coordenadas definido pela primeira e segunda componente principal.

Ao aplicar a ACP aos dados dos vinhos brancos, verificou-se que nenhuma componente principal (CP) foi capaz de separar os resultados da análise físico-química associados às três variedades que os originou. Resultado similar foi relatado por Piclin *et al.* (2008) na análise sensorial de vinhos tintos, cujo conteúdo de informações associado com o conjunto de dados, foi considerado insuficiente para identificar as relações lineares das principais características das amostras de vinhos.

CONCLUSÃO

A caracterização e o envelhecimento em garrafa confirmaram a variação da composição fenólica, colorimétrica e dos ácidos orgânicos entre os vinhos tintos e brancos, elaborados a partir de diferentes cultivares, contribuindo para a tipificação e obtenção do selo de Indicação Geográfica de Procedência dos vinhos do Vale do Submédio São Francisco. Ademais, os resultados analíticos dos vinhos finos, durante o seu armazenamento, seguiram o padrão tradicional de decréscimo de compostos fenólicos e ácidos orgânicos que, entretanto, permaneceram em níveis superiores aos descritos para vinhos produzidos em regiões de clima temperado, comportamento idêntico ao registrado para o trans-resveratrol, em especial no vinho de Syrah, demonstrando seus promissores benefícios à saúde.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

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

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

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – **Office methods of analysis**, 15 ed. Washington, 1990.

ATANASOVA, V.; FULCRAND, H.; CHEYNIER, V.; MOUTOUNET, M. Effect of oxygenation on polyphenol changes occurring in the course of wine-making. **Analytical Chimica Acta**, v. 458, p. 15-27, 2002.

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

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

CADAHÍA, E.; SIMÓN, B.F.; SANZ, M.; POVEDA, P.; COLIO, J. Chemical and chromatic characteristics of Tempranillo, Cabernet Sauvignon and Merlot wines from DO Navarra aged in Spanish and French oak barrels. **Food Chemistry**, 2009. doi: 10.1016/i-foodchem.2008.12.076. www.elsevier.com/locate/foodchem

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**, 2009. doi: 10.1016/j.aca.2009.11.049.

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

CASTILLO-SÁNCHEZ, J.J.; MEJUTO, J.C.; GARRIDO, J.; GARCÍA-FALCÓN, S. Influence of wine-making protocol and fining agents on the evolution of the anthocyanins content, colour and general organoleptic quality of Vinhão wines. **Food Chemistry**, n. 97, p. 130-136, 2006.

DOKOOZLIAN, N. K., KLIOWER, W.M. Influence of light on grape berry growth and composition varies during fruit development. **Journal American Society of Horticultural Science**, v. 121, n. 5, p. 869-874, 1996.

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

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.

GAMBELLI, L.; SANTARONI, .P. Polyphenol content in some Italian red wines of different geographical origins. **Journal of Food Composition and Analysis**, n. 17, p. 613-618, 2004.

GARCÍA-BENEYTEZ, E.; REVILLA, E.; CABELLO, F. Anthocyanin pattern of several red grape cultivars and wines made from them. **European Food Technology**, v.215, p.32-37, 2002.

GARCIA-VIGUERA, C.; BRIDLE, P. Analysis of non-coloured phenolic compounds in red wines. A comparison of high-performance liquid chromatography and capillary zone electrophoresis. **Food Chemistry**, v. 54, n. 4, p. 349-352, 1995.

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. 2^a parte. **Connaissance de la Vigne et du Vin**, n.18, p. 253-271, 1984.

GOLDBERG, D.M. ; YAN, J. ; DIAMANDIS, N.E. ; KARUMANCHIRI, A. ; SOLEAS, G. ; WATERHOUSE, A.L. A global survey of trans-resveratrol concentrations in comercial wines. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 46, p. 159-165, 1995.

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

GUERRA, C.C.; ZANUS, M.C. **Uvas vitiviníferas para processamento em regiões de clima temperado**. Embrapa Uva e Vinho, Sistema de Produção 4. ISSN 1678-8761 versão eletrônica, 2003.

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. Influence of ethanol content on the extent of copigmentation in Cecibel young red wine. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, n.51, p. 4079-4083, 2003.

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**, n. 92, p. 269-283, 2005.

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

JUAN, M.E.; LANUELA-RAVENTOS, R.M.; TORRE-BORONAT, M.C.; PLANAS, J.M. Determination of trans-resveratrol in plasma by HPLC. **Analytical Chemistry**, v. 71, p. 747-750, 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.

KALLITHRAKA, S.; SALACHA, M.I.; TZOUROU, I. Changes in phenolic composition and antioxidant activity of white wine during bottle storage: accelerated browning tested versus bottle storage. **Food Chemistry**, n.113, p. 500-505, 2009.

KEREM, Z.; BRAVDO, B.; SHOSEYOV, O.; TUGENDHAFT, Y. Rapid liquid chromatography-ultraviolet determination of organic acids and phenolic compounds in red wines and must. **Journal of Chromatography A**, n. 1052, p. 211-215, 2004.

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

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.

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

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

LIMA, V.L.A.G.; MÉLO, E.A.; GUERRA, N.B. Correlação entre o teor de antocianinas e caracterização cromática de polpas de diferentes genótipos de aceroleira. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 10, n.1, p. 51-55, 2007.

MAKRIS, D.P.; PSARRA, E.; KALLITHRAKA, S.; KEFELAS, P. The effect of polyphenolic composition as related to antioxidant capacity in white wines. **Food Research International**, v. 36, p. 1-10, 2001.

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

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

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

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

MOTA, R.V.; AMORIM, D.A.; FÁVERO, A.C.; GLORIA, M.B.A.; REGINA, M.A. Caracterização físico-química e aminas bioativas em vinhos cv. Syrah I – Efeito do ciclo de produção. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v.29, n.2, p. 380-385, 2009.

NIKFARDJAM, M.S.P.; MÁRK, L.; AVAR, P.; FIGLER, M.; OHMACHT, R. Polyphenols, anthocyanins, and trans-resveratrol in red wines from the Hungarian Villány region. **Food Chemistry**, 2005. www.elsevier.com/locate/aca

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

OKUDA, T. ; YOKOTSUKA, K. Trans-resveratrol concentrations in berry skins and wines from grapes grown in Japan. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 1, n. 47, p. 93-99, 1996.

Ó-MARQUES, J.; REGUINGA, R.; LAUREANO, O.; RICARDO-DA-SILVA, J.M. Changes in grapes seed, skin and pulp condensed tannins during berry ripening: effect of fruit pruning. **Ciência e Tecnologia Viticultural**, v.1, n. 20, p. 35-52, 2005.

PADILHA, M.R.F.; **Compostos bioativos em mangas (*Mangifera indica* L.): influência da cultivar, do estágio de maturação e do tratamento pós-colheita**. 2005. 120f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005.

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

PEREIRA, G.E.; GAUDILLERE, J.-P.; LEEUWEN, C.V.; HILDERT, G.; LAVIALLE, O.; MAUCOURT, M.; DEBORDE, C.; MOING, A.; ROLIN, D.H. NMR metabolite fingerprints of grape berry: comparasion of vintage and soil effects in Bordeaux grapevine growing areas. **Analytical Chimica Acta**, 2005. www.elsevier.com/locate/aca

PEREIRA, G.E.; SOARES, J.M.; GUERRA, C.C.; ALENCAR, Y.C.L.; LIRA, M.M.P.; LIMA, M.V.O; SANTOS, J. Caractérisation de vins rouges tropicaux produits au Nord-Eut du Brésil. In: **PROCCEDINGS OF THE 59TH GERMAN VICULTURE CONGRESS WINE IN MOTION**. 21-25/04/2007, Stuttgart, Alemanha.

PERES, R.G.; MORAES, E.P.; MICKE, G.A.; TONIN, F.G.; TAVARES, M.F.M.; RODRIGUES-AMAYA, D.B. Rapid method for the determination of organic acids in wine by capillary electrophoresis with indirect UV detection. **Food Control**, v. 20, p. 548-552, 2009.

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

PICLIN, N.; PINTORE, M.; LANZA, C.M.; SCACCO, A.; GUCCIONE, S.; GIURATO, L.; CHRÉTIEN, J. Sensory análisis of red wines: discrimination by adaptive fuzzy partition. **Journal of Sensory Studies**, v. 23, p. 558-569, 2008.

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

RASTIJA, V.; SRECNIK, G.; SARIC, M.-M. Polyphenolic composition of Croatian wines with different geographical origins. **Food Chemistry** (2008). Doi: 101016/i-foodchem, 2008-11-071. www.elsevier.com/locate/foodchem

REVILLA, E.; GARCIA-BENEYTEZ, E.; CABELLO, F.; MARTÍN-ORTEGA, G.; RYAN, J.-M. Value of high-performance liquid chromatographic analysis of anthocyanins in the differentiation of red grape cultivars and red wines made from them. **Journal of Chromatography A**, v. 915, p. 53-60, 2001.

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

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.

ROCHA, H. A. **Polifenóis de interesse biológico em vinhos tintos finos produzidos no Vale do São Francisco**. 2004. 81p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Centro de Ciências da Saúde, Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

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

ROMERO-PÉREZ, A.I.; LANUELA-RAVENTOS, R.M.; WATERHOUSE, A.L.; TORRE-BORONANAT, M.C. Leves of cis- and trans-resveratrol and their glucosides in white and rosé *Vitis vinifera* wines from Spain. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, n. 44, p. 2124-2128, 1996.

SÁNCHEZ-MORENO,C.; CAO,G.; OU B.; PRIOR,R.L. Anthocyanin and proanthocyanidin content in selected White and red wines. Oxygen radical absorbance capacity comparison with nontraditional wines obtained from highbush blueberry. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.51, p.4889-4896, 2003.

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

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

SOLEAS, G.; GOLDBERG, D.; KARUMANCHIRI, A.; DIAMANDIS, E.P.; NG, E.A. Influences of viticultural and oenological factors on changes in cis- and trans-resveratrol. **Journal of Wine Research**, n. 6, p. 107-121, 1995.

SUN, B. ; LEANDRO, C.; SILVA, J.M.R.; SPRANGER, I. Separation of grape and wine proanthocyanidins according to their degree of polymerization. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, n. 46, p. 1390-1396, 1998.

SUN, B. ; SILVA, J.M.R.; SPRANGER, I. Critical factors of vanillin for catechins and proanthocyanidins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, n. 46, p. 4267-4274, 1998.

TONIETTO, J.; CARBONNEAU, A. Análise mundial do clima das regiões vitícolas e de sua influência sobre a tipicidade dos vinhos: a posição da viticultura brasileira comparada a 100 regiões em 30 países. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE VITICULTURA E**

ENOLOGIA, 9º 1999, Bento Gonçalves. Anais... Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho/Jorge Tonietto e Celito C. Guerra, 1999. p.75-90.

TONIETTO, J.; CARBONNEAU, A. A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 124 p. 81-97, 2004.

TONIETTO, J. ; TEIXEIRA, A. H. C. Zonage climatique dès périodes viticoles de production dans l'année em zonage tropicale: application de la méthodologie du Système CCM Géoviticole. In: **JOINT INTERNATIONAL CONFERENCE ON VITICULTURAL ZONING**, Cape Town, South África [S.I.: s.n.], 2004. p.193-201.

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.

VUORINEN, H.; MÄÄTTÄ, K.; TÖRRÖNEN, R. Content of the flavonols myricetin, quercetin and kaempferol in finnish berry wines. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, n. 48, p. 2675-2680, 2000.

WALKER, T.; MORRIS, J.; THRELFALL, R.; MAIN, G.; Quality, sensory and cost comparission for pH reduction of Syrah wine using ion exchange or tartaric acid. **Journal of Food Quality**, v. 27, p. 483-496, 2004.

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

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

ZHENG, Y.J.; DUAN, Y.T.; ZHANG, Y.F.; PAN, Q.H.; LI, J.M.; HUANG, W.D. Determination of organic acids in red wine and must on only one RP-LC-Colimn directly after sample dilution and filtration. **Chromatographia** (2009), doi: 10.1365/s10337-009-1085-0.

ZHOU, J.; CUI, H.; WAN, G.; XU, H.; PANG, Y.; DUAN, C. Direct analysis of trans-resveratrol in red wine by high performance liquid chromatography with chemiluminescent detection. **Food Chemistry**, n. 88, p. 613-620, 2004.

5.3. Artigo 3, **“Caracterização sensorial de vinhos tropicais (Brasil) em função da variedade e tempo de armazenamento”**, a ser enviado para publicação na *Analytical Chimic Acta*.

RESUMO

O estudo tem como objetivo caracterizar e avaliar a estabilidade sensorial dos vinhos experimentais - Petit Verdot, Tempranillo, Syrah, Sauvignon Blanc, Viognier e Verdejo, produzidos no Vale do Submédio São Francisco (Nordeste/Brasil), região de clima tropical semiárido, considerando sua importância regional. A aplicação da Análise Descritiva Quantitativa, por uma equipe treinada, resultou em satisfatória diferenciação dos vinhos em função da variedade, não obstante alterações percebidas durante o armazenamento. Aromas frutados e de especiarias, limpidez, adstringência e corpo foram os atributos mais pronunciados nos vinhos tintos, e intensidade de cor, brilho, aromas frutado e floral, doçura, acidez, corpo e persistência aromática e gustativa, nos brancos. Ademais, os tintos apresentaram evolução dos atributos gustativos conferindo maciez enquanto os brancos permaneceram refrescantes.

Palavras-chave: vinhos tropicais, análise descritiva quantitativa, estabilização.

INTRODUÇÃO

Syrah, Petit Verdot, Tempranillo, Sauvignon Blanc, Verdejo e Viognier são *Vitis viniferas* cultivadas no Vale do Submédio São Francisco (PE/BA), situado entre os paralelos 8° e 9° do Hemisfério Sul, a 350 m de altitude média, região caracterizada por clima semiárido com variabilidade intra-anual, dias e noites quentes e produção de uvas durante diferentes épocas do ano (PEREIRA *et al.*, 2007; ROCHA, 2004; TONIETTO; CARBONNEAU, 2004; TONIETTO; TEIXEIRA, 2004; GUERRA; ZANUS, 2003). Essas viníferas são capazes de expressar características distintas em função da variedade e das condições edafoclimáticas e de cultivo que se refletem na cor, aroma e *flavour*, principais atributos de qualidade esperados pelo consumidor. Além disso, a mistura complexa de compostos orgânicos e inorgânicos do vinho também influencia na variabilidade desses atributos (MELLION; URBANO; SCHLICH, 2009; TAO; LIU; LI, 2009; CLIFF; KING; SCHLOSCER, 2007; FALCÃO *et al.*, 2007; KALLITHRAKA *et al.*, 2001).

A avaliação destes fatores sobre a caracterização da safra e origem dos vinhos nas vinícolas, até recentemente era efetuada por *experts* e o julgamento tomado como referência. Atualmente, técnicas quantitativas vêm sendo aplicadas, inclusive para verificar distinções entre cultivares, áreas geográficas de origem, safras, entre outros, principalmente a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), por prover uma completa descrição de todas as propriedades

sensoriais do produto (ESTI *et al.*, 2009; CAYOT, 2007; VANIER; BRUN; FEINBERG, 1999). Esta técnica requer intensivo treinamento dos painelistas para obter resultados confiáveis, particularmente quando se trata de matrizes complexas, como os vinhos (BLACKMAN *et al.*, 2009; ESTI *et al.*, 2009; PICLIN *et al.*, 2008).

A despeito da difusão comercial dos vinhos dessas cultivares, produzidos no Vale do Submédio São Francisco, a literatura científica não disponibiliza informações sobre suas características visuais, olfativas e gustativas. Esta constatação, aliada à importância dessas características para o equilíbrio, qualidade e aceitabilidade do vinho, motivou a realização deste trabalho, voltado para os seguintes aspectos: caracterizar e identificar os principais marcadores sensoriais dos vinhos experimentais jovens produzidos nessa região; avaliar as diferenças, em termos de cultivares e alterações decorrentes do período de armazenamento em garrafa de vidro por 3, 6, 9 e 12 meses.

EXPERIMENTAL

Vinhos

O trabalho foi conduzido com seis variedades *Vitis vinifera*s, três tintas: Petit Verdot, Syrah e Tempranillo, e três brancas: Sauvignon Blanc, Verdejo e Viognier, cultivadas em vinhedos comerciais da Fazenda Ouro Verde (Miolo Wine Group) - Casa Nova/BA -, em sistema de condução tipo espaldeira, com espaçamento 3,0 m x 1,0 m e porta enxerto IAC 766. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, onde cada variedade foi separada em três blocos de 20 plantas, devidamente identificadas, em 3 linhas diferentes, de 250 videiras cada, com posicionamento no início, centro e final da linha, sendo representativas da parcela avaliada. Desta, foram coletados, aleatoriamente, nos 3 blocos, 80 kg de uvas, em estado de maturação tecnológica, acondicionadas em caixas com capacidade de 20 kg, e em boas condições sanitárias. A vindima foi realizada no período da manhã, durante o mês de julho de 2008, sendo os seguintes os dados climáticos médios: temperatura - 22,87 °C; umidade relativa - 66,23%; radiação solar - 665,9 W; índice pluviométrico - 0 mm e velocidade do vento - 1,73 km.h⁻¹.

No Laboratório de Enologia da Embrapa Semiárido – Petrolina/PE – as uvas das variedades Syrah, Tempranillo, Petit Verdot, Verdejo, Viognier e Sauvignon Blanc foram levadas à câmara fria, e mantidas a 10° ± 1 °C, para a retirada do calor de campo, evitando oxidações e degradações prematuras. Os vinhos brancos foram elaborados a partir de 80 kg de uvas desengaçadas/esmagadas e prensadas a 2 atm em prensa pneumática horizontal, sendo o

mosto separado da parte sólida, sulfitado (5 g.hL^{-1} de dióxido de enxofre - SO_2) e inoculado com levedura comercial *Saccharomyces cerevisiae* (30 g.hL^{-1}). Em seguida, foi procedida a fermentação, em duas cubas de vidro de 20 L, a $18^\circ \pm 1^\circ\text{C}$, com acompanhamento diário da temperatura e da densidade, durante 30 dias. Após estabilização da densidade com média de 993, a fermentação foi finalizada e o vinho considerado seco, sendo corrigido o teor de SO_2 livre para 40 mg.L^{-1} , adicionado $0,5 \text{ g.L}^{-1}$ de bentonite e mantido em câmara fria a $0^\circ \pm 0,5^\circ\text{C}$, para clarificação e estabilização, durante 30 dias. Após este período, os vinhos foram envazados manualmente, em garrafas de 750 mL, fechadas com rolhas de cortiça aglomerada (PEYNAUD, 1997).

Para os vinhos tintos, após desengace e esmagamento de 80 kg de uvas, o mosto foi sulfitado (5 g.hL^{-1} de SO_2), inoculado com levedura comercial *Saccharomyces cerevisiae* (30 g.hL^{-1}) e procedida a fermentação alcoólica, até densidade menor que 993, entre 5 e 7 dias, a $25^\circ \pm 1^\circ\text{C}$, em duas cubas de vidro de 20 L, coincidindo com a fase de maceração sólido/líquido. Em seguida, foi iniciada a fermentação malolática, na qual as cubas foram mantidas, durante 20 dias, a $18^\circ \pm 1^\circ\text{C}$, até completa transformação do ácido málico em láctico, comprovada por cromatografia em papel. O teor de SO_2 livre foi corrigido para 40 mg.L^{-1} e os vinhos mantidos em câmara fria ($0^\circ \pm 0,5^\circ\text{C}$), para clarificação e estabilização, durante 30 dias, sendo engarrafados conforme descrito para os vinhos brancos (PEYNAUD, 1997).

Todas as garrafas de vinho foram armazenadas, na posição horizontal, em adega climatizada a $18^\circ \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa média de 60 %, até a data das análises físico-químicas e sensoriais.

Análise sensorial

A Análise Descritiva Qualitativa (ADQ) foi conduzida por um grupo selecionado e treinado de juízes. Vinte e seis membros do Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco foram recrutados e submetidos a testes de reconhecimento de aromas (roda de Nobel), reconhecimento e ordenação dos sabores básicos e testes para utilização da escala não paramétrica (FARIA; YOTSUYANAGI, 2002). Destes, foram selecionados e treinados 12 juízes (idade média de 25 anos, sendo 3 do sexo masculino e 9 do feminino), quanto ao entendimento e utilização dos atributos dos vinhos. Durante o período de treinamento, foram gerados e definidos, por consenso, 16 atributos - 4 visuais, 5 olfativos e 7 gustativos (Tabela 1), que foram quantificados por meio de uma escala de intensidade não estruturada de 9 pontos, com ancoragem mínima à esquerda e máxima à

direita. Um desenho de blocos incompletos foi utilizado para estabelecer o perfil sensorial dos vinhos e sua evolução, durante o armazenamento em garrafa. Cada juiz avaliou 4 amostras por sessão, conduzidas entre 9:30 e 11:00 h, em cabines individuais iluminadas com luz branca (FARIA; YOTSUYANAGI, 2002). As amostras foram servidas de forma monádica, em taças de degustação, contendo 50 mL de vinho, com temperaturas de $12^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$, para os brancos, e $18^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$, para os tintos.

Tabela 1. Atributos visuais, olfativos e gustativos definidos pelos juízes e sua descrição*.

Atributos	Descrição
Visuais	
Cor	Vinho branco – amarelo-verdeal, amarelo palha, dourado e âmbar Vinho tinto – púrpura, rubi, bordô, tijolo e âmbar
Brilho	Reflexos na superfície
Limpidez	Partículas em suspensão
Fluidez	Intensidade e presença das “lágrimas”
Olfativos	
Aroma frutado	Frutas vermelhas (morango, cereja, uvas tintas, caqui), negras (ameixa, amora), frutas tropicais (abacaxi, melão, manga, banana, maracujá), frutas brancas (pêra, maçã), frutas desidratadas (ameixa e passa)
Aroma floral	Rosas, flores do campo, flor de laranjeira, lírios, flor da acácia
Aroma de especiaria	Cravo-da-índia, canela, orégano, pimenta do reino, pimenta calabresa, pimenta branca, hortelã, gengibre
Aroma empireumático	Café, chocolate, pão torrado, borracha, fumaça
Persistência aromática	Tempo em segundos da percepção do aroma
Gustativos	
Doçura	Intensidade do sabor doce
Acidez	Intensidade do sabor ácido (salivação)
Álcool	Intensidade da sensação de aquecimento da cavidade bucal
Amargor	Intensidade do sabor amargo
Adstringência	Intensidade da sensação de adstringência
Corpo	Intensidade de percepção do preenchimento da cavidade bucal
Persistência gustativa	Tempo em segundos da percepção das características gustativas

* Esti *et al.* (2009) - modificado.

Análise estatística

A influência da variedade e tempo de armazenamento sobre os atributos sensoriais foi avaliada pela Anova utilizando o teste de Duncan ($p < 0,05$) para comparação entre as médias, posteriormente submetidas à análise de componente principal (ACP), usando o *software Statistic for Windows 7®*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As tabelas 2 e 3 apresentam os resultados obtidos para os vinhos tintos e brancos, sendo os significativos ($p < 0,05$) considerados como de maior importância para caracterização sensorial dos vinhos experimentais.

Tabela 2. Perfil sensorial dos vinhos tintos de Petit Verdot (PV), Syrah (SY) e Tempranillo (TP) após 3, 6, 9 e 12 meses de armazenamento em garrafa (safra 2008).

Vinho	Atributos visuais				Atributos olfativos				Atributos gustativos						
	Cor	bril.	limp.	IC	frutado	espec.	empir.	pers. arom.	doçura	acidez	álcool	amarg.	adstring.	corpo	pers. gust.
PV3	0,22 ±0,08 ^{Ac}	7,98 ±0,26 ^{Aa}	7,68 ±0,38 ^{Ab}	8,34 ±0,34 ^{Aa}	5,18 ±0,65 ^{Aa}	2,70 ±0,43 ^{Aa}	0,84 ±0,15 ^{Ac}	3,62 ±0,63 ^{Aa}	2,08 ±0,34 ^{Aa}	2,30 ±0,27 ^{Ab}	5,62 ±0,47 ^{Aa}	3,96 ±0,72 ^{Ac}	6,92 ±0,61 ^{Aa}	6,14 ±0,40 ^{Ab}	4,72 ±0,31 ^{Ab}
SY3	1,06 ±0,24 ^{Ba}	7,98 ±0,51 ^{Aa}	7,90 ±0,57 ^{Aa}	7,86 ±0,25 ^{Aa}	4,06 ±0,55 ^{Ab}	0,60 ±0,10 ^{Ab}	3,26 ±0,44 ^{Aa}	4,08 ±0,70 ^{Aa}	1,60 ±0,27 ^{Ab}	2,98 ±0,43 ^{Aa}	4,08 ±0,50 ^{Ab}	6,16 ±0,71 ^{Aa}	5,82 ±0,54 ^{Ab}	6,64 ±0,51 ^{Aab}	6,65 ±0,87 ^{Aa}
TP3	0,52 ±0,15 ^{Ab}	7,46 ±0,60 ^{Aa}	6,70 ±0,70 ^{Ac}	8,02 ±0,55 ^{Aa}	4,22 ±0,36 ^{Ab}	0,42 ±0,15 ^{Ab}	1,76 ±0,40 ^{Ab}	4,38 ±0,48 ^{Aa}	1,42 ±0,31 ^{Ac}	3,38 ±0,32 ^{Aa}	3,98 ±0,49 ^{Ab}	5,24 ±0,18 ^{Ab}	6,66 ±0,23 ^{Aa}	7,08 ±0,23 ^{Aa}	7,04 ±0,32 ^{Aa}
PV6	0,22 ±0,04 ^{Ac}	7,90 ±0,44 ^{Aa}	6,60 ±0,27 ^{Ba}	8,72 ±0,08 ^{BCa}	5,10 ±0,52 ^{Aa}	1,68 ±0,29 ^{Ba}	0,78 ±0,15 ^{Ac}	3,34 ±0,51 ^{Aa}	2,02 ±0,38 ^{Aa}	2,28 ±0,28 ^{Ab}	5,54 ±0,43 ^{Aa}	3,26 ±0,34 ^{Bc}	6,24 ±0,50 ^{Ba}	4,58 ±0,42 ^{Bc}	4,66 ±0,75 ^{ACc}
SY6	1,36 ±0,17 ^{Ba}	7,00 ±0,50 ^{Ab}	5,50 ±0,45 ^{Bb}	7,78 ±0,55 ^{Ab}	4,06 ±0,63 ^{Ab}	0,58 ±0,13 ^{Ab}	3,08 ±0,36 ^{Aa}	3,74 ±0,39 ^{ABa}	1,46 ±0,23 ^{Ab}	2,98 ±0,44 ^{Aab}	4,00 ±0,57 ^{Ab}	5,02 ±0,65 ^{Bb}	5,00 ±0,52 ^{Bb}	5,94 ±0,47 ^{ABb}	5,76 ±0,53 ^{ABb}
TP6	0,84 ±0,15 ^{Ab}	6,78 ±0,36 ^{Bb}	5,02 ±1,07 ^{Bb}	7,52 ±0,49 ^{Bb}	3,40 ±0,62 ^{Bb}	0,46 ±0,11 ^{Ab}	1,56 ±0,18 ^{Ab}	2,78 ±0,43 ^{Bb}	1,42 ±0,36 ^{Ab}	3,20 ±0,83 ^{Aa}	4,20 ±0,28 ^{Ab}	5,98 ±0,45 ^{Ba}	5,98 ±0,19 ^{Ba}	6,70 ±0,60 ^{Aa}	6,22 ±0,50 ^{Aa}
PV9	0,26 ±0,05 ^{Ac}	7,24 ±0,23 ^{Ba}	6,58 ±0,30 ^{Ba}	8,56 ±0,28 ^{ACa}	4,86 ±0,52 ^{Aa}	1,72 ±0,29 ^{Ba}	0,66 ±0,15 ^{Bc}	2,40 ±0,51 ^{Bb}	2,06 ±0,38 ^{Aa}	2,32 ±0,28 ^{Ac}	5,58 ±0,43 ^{Aa}	2,60 ±0,34 ^{Cc}	4,72 ±0,50 ^{Cb}	3,82 ±0,42 ^{Cb}	4,14 ±0,75 ^{ACc}
SY9	2,22 ±0,25 ^{Aa}	5,82 ±1,04 ^{Bb}	5,42 ±0,40 ^{Bb}	7,26 ±0,40 ^{Bb}	3,70 ±0,57 ^{Ab}	0,58 ±0,14 ^{Ab}	2,92 ±0,21 ^{Aa}	3,16 ±0,40 ^{Ba}	1,78 ±0,22 ^{Aab}	3,32 ±0,37 ^{Ab}	3,82 ±0,52 ^{Ab}	4,82 ±0,72 ^{Ba}	4,80 ±0,70 ^{Bb}	5,56 ±0,74 ^{Ba}	5,54 ±0,75 ^{Bb}
TP9	1,64 ±0,34 ^{Bb}	5,50 ±0,26 ^{Cb}	5,02 ±0,34 ^{Bb}	7,20 ±0,76 ^{Db}	3,14 ±0,21 ^{Bb}	0,48 ±0,15 ^{Ab}	1,80 ±0,27 ^{Ab}	2,44 ±0,28 ^{Ba}	1,40 ±0,56 ^{Ab}	3,40 ±0,50 ^{Aa}	4,36 ±0,54 ^{Ab}	4,00 ±0,15 ^{Cb}	5,70 ±0,18 ^{Ba}	5,68 ±0,55 ^{Ba}	6,46 ±0,85 ^{Aa}
PV12	0,28 ±0,08 ^{Aa}	6,32 ±0,34 ^{Ca}	6,50 ±0,31 ^{Ba}	8,68 ±0,13 ^{Aa}	4,08 ±0,28 ^{Ba}	0,82 ±0,16 ^{Ca}	0,60 ±0,10 ^{BCa}	1,94 ±0,18 ^{Ba}	2,12 ±0,28 ^{Aa}	2,18 ±0,26 ^{Aa}	5,72 ±0,37 ^{Aa}	1,96 ±0,11 ^{Da}	3,00 ±0,25 ^{Da}	2,80 ±0,51 ^{Da}	3,78 ±0,63 ^{BCa}
SY12	2,42 ±0,36 ^{Ab}	5,34 ±0,68 ^{Bb}	4,22 ±0,67 ^{Cb}	7,18 ±0,25 ^{Bb}	2,90 ±0,23 ^{Bb}	0,46 ±0,18 ^{Ab}	1,58 ±0,31 ^{Bb}	3,16 ±0,36 ^{Bb}	1,76 ±0,26 ^{Ab}	3,22 ±0,33 ^{Ab}	4,10 ±0,71 ^{Ab}	4,22 ±0,50 ^{Bb}	4,04 ±0,34 ^{Cb}	3,84 ±0,52 ^{Cb}	3,82 ±0,33 ^{Ca}
TP12	2,16 ±0,27 ^{Cb}	5,48 ±0,31 ^{Cb}	4,96 ±0,29 ^{Bb}	7,36 ±0,45 ^{Cb}	2,78 ±0,63 ^{Bb}	0,46 ±0,11 ^{Ab}	1,62 ±0,35 ^{Ab}	2,28 ±0,24 ^{Ba}	1,40 ±0,22 ^{Ac}	3,28 ±0,30 ^{Ab}	4,48 ±0,31 ^{Ab}	3,22 ±0,32 ^{Dc}	4,88 ±0,71 ^{Cc}	4,80 ±0,62 ^{Cc}	6,52 ±0,29 ^{Ab}

Bril. – brilho; Limp. – limpidez; IC- intensidade de cor; espec. – especiarias; empir. – empírico; pers. arom. – persistência aromática; amarg. – amargor; adstring. – adstringência; pers. gust. – persistência gustativa. Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. Médias, nas colunas, seguidas de letras minúsculas – comparação entre variedades, no mesmo tempo de armazenamento - e maiúsculas – comparação entre os tempos de armazenamento, na mesma variedade.

Tabela 3. Perfil sensorial dos vinhos brancos de Sauvignon Blanc (SB), Viognier (VG) e Verdejo (VD), após 3, 6, 9 e 12 meses de armazenamento em garrafa (safra 2008).

Vinho	Atributos visuais				Atributos olfativos			Atributos gustativos					
	cor	brilho	limpidez	IC	frutado	floral	pers. arom.	doçura	acidez	álcool	amargor	corpo	pers. gust.
SB3	2,38 ±0,19 ^{Aa}	7,16 ±0,43 ^{Aa}	4,18 ±0,41 ^{Ab}	4,24 ±0,47 ^{Aa}	5,70 ±0,64 ^{Ab}	4,56 ±0,53 ^{Aa}	4,48 ±0,35 ^{Aa}	2,80 ±0,55 ^{Aa}	5,20 ±0,65 ^{Ab}	4,40 ±0,31 ^{Aa}	1,64 ±0,36 ^{Aa}	2,34 ±0,13 ^{Aa}	3,90 ±0,83 ^{Aa}
VG3	1,80 ±0,44 ^{Bb}	6,38 ±0,72 ^{Aa}	4,84 ±0,62 ^{Aa}	4,54 ±0,69 ^{Aa}	6,58 ±0,61 ^{Aa}	5,64 ±0,77 ^{Aa}	3,92 ±0,47 ^{Ac}	2,06 ±0,24 ^{Ab}	6,14 ±0,77 ^{Aa}	4,26 ±0,57 ^{Aa}	1,08 ±0,28 ^{Db}	2,10 ±0,30 ^{Aa}	4,54 ±0,43 ^{Aa}
VD3	1,64 ±0,23 ^{Ab}	6,34 ±0,86 ^{Aa}	3,28 ±0,19 ^{Bc}	3,34 ±0,40 ^{Ab}	2,96 ±0,23 ^{Ac}	3,02 ±0,59 ^{Ab}	4,26 ±0,44 ^{Ab}	2,2 ±0,47 ^{Aab}	4,50 ±0,43 ^{Ab}	4,46 ±0,38 ^{Aa}	1,58 ±0,38 ^{Ab}	2,32 ±0,19 ^{Aa}	1,98 ±0,33 ^{Ab}
SB6	2,34 ±0,35 ^{Aa}	6,56 ±0,46 ^{Bba}	3,02 ±0,61 ^{Ab}	3,76 ±0,23 ^{Aa}	5,08 ±0,19 ^{Ab}	4,56 ±0,58 ^{ABa}	4,04 ±0,47 ^{Aa}	2,66 ±0,38 ^{Aa}	5,04 ±0,93 ^{Ab}	4,20 ±0,22 ^{Aa}	1,80 ±0,31 ^{Aa}	2,38 ±0,48 ^{Aa}	3,94 ±0,98 ^{Aa}
VG6	1,90 ±0,32 ^{Bb}	4,72 ±0,54 ^{Bb}	4,58 ±0,27 ^{Ba}	4,08 ±0,26 ^{Aa}	6,56 ±1,56 ^{Aa}	5,40 ±0,80 ^{Aa}	3,46 ±0,44 ^{Aa}	1,96 ±0,20 ^{Ab}	5,58 ±1,28 ^{Aa}	4,06 ±0,41 ^{Ba}	1,88 ±0,16 ^{Ca}	1,56 ±0,29 ^{Ab}	3,94 ±0,48 ^{Ba}
VD6	1,52 ±0,25 ^{Ab}	5,78 ±0,70 ^{ABa}	3,08 ±0,47 ^{Bb}	3,26 ±0,33 ^{Ab}	2,66 ±0,31 ^{ABc}	1,92 ±0,54 ^{Bb}	2,60 ±0,38 ^{ABb}	2,24 ±0,43 ^{Ab}	4,36 ±0,46 ^{Ab}	4,36 ±0,33 ^{Aa}	1,60 ±0,32 ^{ACa}	1,86 ±0,42 ^{Bab}	1,98 ±0,29 ^{Ab}
SB9	2,12 ±0,13 ^{ABb}	6,24 ±0,29 ^{BCa}	2,08 ±0,65 ^{Cc}	2,78 ±0,29 ^{Bb}	3,10 ±0,46 ^{Bb}	4,14 ±0,48 ^{Bb}	3,86 ±0,86 ^{Aa}	2,54 ±0,62 ^{Aa}	5,22 ±0,72 ^{Aa}	4,18 ±0,55 ^{Aa}	3,82 ±0,22 ^{Ba}	2,06 ±0,31 ^{Aa}	3,96 ±0,38 ^{Aa}
VG9	2,52 ±0,40 ^{Aa}	4,60 ±0,41 ^{Bc}	4,60 ±0,66 ^{Aa}	3,90 ±0,69 ^{Aa}	4,92 ±0,65 ^{Ba}	4,98 ±0,41 ^{Aa}	2,00 ±0,27 ^{Bb}	1,88 ±0,33 ^{Ab}	5,54 ±0,48 ^{Aa}	4,08 ±0,21 ^{Ba}	2,56 ±0,27 ^{Bb}	1,26 ±0,27 ^{Bb}	3,84 ±0,49 ^{Ba}
VD9	1,57 ±0,25 ^{Ac}	5,33 ±0,39 ^{Bb}	2,93 ±0,60 ^{Bb}	3,10 ±0,30 ^{Ab}	2,48 ±0,41 ^{Bb}	0,58 ±0,20 ^{Cc}	2,13 ±0,42 ^{Bb}	2,13 ±0,27 ^{Aab}	4,30 ±0,30 ^{Ab}	4,40 ±0,20 ^{Aa}	1,32 ±0,25 ^{ACc}	1,85 ±0,14 ^{Ba}	2,07 ±0,20 ^{Ab}
SB12	1,90 ±0,20 ^{Bb}	6,02 ±0,15 ^{Ca}	1,96 ±0,34 ^{Cb}	2,62 ±0,40 ^{Bc}	2,32 ±0,50 ^{Cb}	2,32 ±0,11 ^{Cb}	2,00 ±0,19 ^{Ba}	2,56 ±0,34 ^{Aa}	5,12 ±0,28 ^{Aa}	4,18 ±0,35 ^{Aa}	3,84 ±0,36 ^{Ba}	1,96 ±0,48 ^{Aa}	4,16 ±0,74 ^{Aa}
VG12	2,96 ±0,34 ^{Aa}	4,34 ±0,46 ^{Bc}	3,36 ±0,79 ^{Ba}	3,82 ±0,23 ^{Aa}	4,80 ±0,70 ^{Ba}	3,00 ±0,19 ^{Ba}	1,68 ±0,47 ^{Bac}	1,62 ±0,31 ^{Bb}	5,20 ±0,43 ^{Aa}	4,08 ±0,31 ^{Ba}	4,28 ±0,44 ^{Aa}	1,08 ±0,24 ^{Bb}	2,82 ±0,32 ^{Cb}
VD12	1,48 ±0,22 ^{Ac}	5,02 ±0,27 ^{Bb}	4,00 ±0,43 ^{Aa}	3,02 ±0,19 ^{Ab}	1,94 ±0,15 ^{Cb}	1,94 ±0,25 ^{Db}	1,36 ±0,34 ^{Cbc}	2,02 ±0,31 ^{Ab}	4,02 ±0,28 ^{Ab}	4,40 ±0,15 ^{Aa}	1,14 ±0,11 ^{BCb}	0,80 ±0,19 ^{Cb}	2,06 ±0,31 ^{Ac}

IC- intensidade de cor; pers. arom. – persistência aromática; pers. gust. – persistência gustativa. Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. Médias, nas colunas, seguidas de letras minúsculas – comparação entre as variedades, no mesmo tempo de armazenamento - e maiúsculas – comparação entre os tempos de armazenamentos, na mesma variedade.

De um modo geral, os vinhos apresentaram um decréscimo considerável do brilho e da limpidez, em função do tempo de armazenamento. Nos tintos, as diferenças percebidas em relação à cor, intensidade da cor e tonalidade - mais âmbar do que púrpura -, corroboram os resultados espectrofotométricos obtidos, a partir destes vinhos, por Lima (trabalho anterior não publicado) e por Caillé *et al.* (2009), em vinhos franceses armazenados por 10 meses. Para os vinhos brancos, a esperada variação de amarelo-verdeal para âmbar, percebida apenas nos vinhos de Viogner, ratifica os achados de Lima (artigo não publicado).

No que diz respeito à caracterização olfativa dos tintos, importante atributo de qualidade (ARROYO *et al.*, 2009; TAO; LIU; LI, 2009), a abrangência foi inferior ao esperado (Tabela 2), compreendendo a percepção de um pronunciado aroma frutado (morango, framboesa, ameixa e amora), que no Petit Verdot foi acrescido pelo aroma de especiarias (gengibre, cravo-da-índia, canela e hortelã) e, no Syrah, de empireumático (café e chocolate). O decaimento na percepção do aroma frutado foi semelhante ao relatado por Caillé *et al.* (2009), para vinhos franceses de Grenache, armazenados por 10 meses. Nos vinhos brancos, foi detectada a predominância de aromas primários, sendo o floral mais percebido no de Viogner, independente do tempo de armazenamento.

Quanto aos atributos gustativos, todos os vinhos foram considerados secos, devido às baixas pontuações conferidas à doçura. Embora alguns autores relatem aumento na percepção do amargor e adstringência, em vinhos tintos jovens, decorrente do aumento da concentração de compostos fenólicos, especialmente taninos monoméricos, o decréscimo deste atributo, registrado neste trabalho, pode ser devido ao aumento da fração polimérica dos taninos determinado por Lima (trabalho não publicado). Em contraposição (Tabela 3), o aumento de amargor nos vinhos de Sauvignon Blanc e Viogner pode estar associado à elevada fração monomérica dos taninos totais (Lima, artigo não publicado). Pesquisa de Caillé *et al.* (2009) associa o aumento do amargor, em vinhos de Grenache, à maior extração de polifenóis, especialmente catequinas e taninos. Ademais, os brancos apresentaram variação da acidez durante os 12 meses de armazenamento, com decréscimo apresentado pelos vinhos de Verdejo, semelhante ao observado por Lima (artigo não publicado).

A relação entre os atributos sensoriais dos vinhos tropicais experimentais examinados pela análise multivariada (ACP), está explicitada nas figuras 1 e 2.

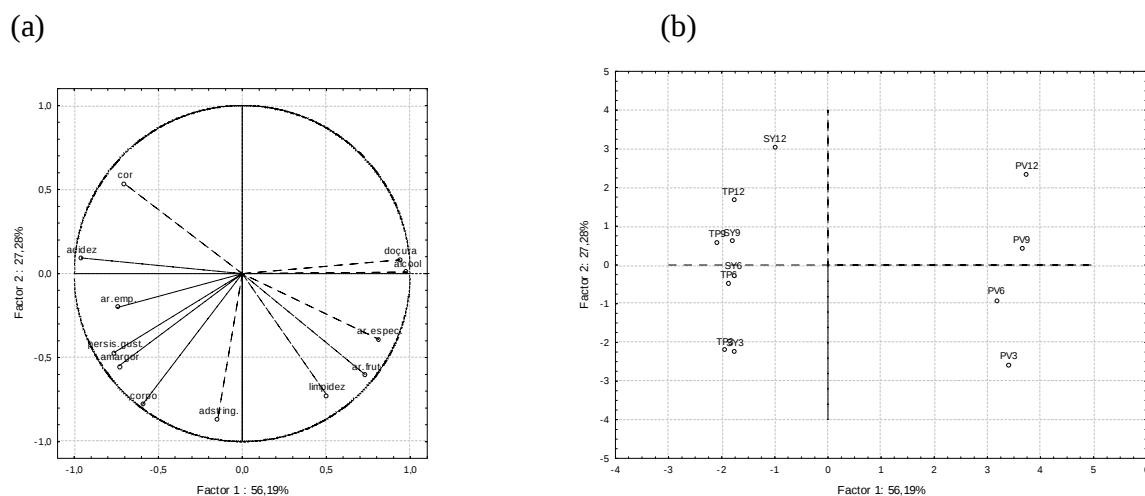


Figura 1. Contribuição das variáveis (a) e distribuição dos vinhos tintos (b) (PV: Petit Verdot; SY: Syrah e TP: Tempranillo), durante o armazenamento de 3, 6, 9 e 12 meses, em garrafa, em duas dimensões no sistema de coordenadas definido pela primeira e segunda componente principal.

Os perfis sensoriais associados aos vinhos tintos encontram-se projetados nas duas primeiras componentes principais (Figura 1), que apresentam uma variância total de 83,47%, permitindo uma seleção de descritores relevantes capazes de estabelecer uma relação robusta entre o perfil sensorial e as amostras de vinho (PICLIN *et al.*, 2008; NURGEL, PICKERING, INGLIS, 2004). Nesta, a primeira componente principal - PC1 - (56,19% da variância total) foi dominada positivamente pelos atributos doçura e teor alcoólico, enquanto adstringência e corpo explicam os 27,28 % da variância total da segunda componente principal (PC2).

De acordo com essa figura, os vinhos de Petit Verdot formam um grupo, à direita do gráfico, refletindo parcialmente as maiores intensidades dos aromas frutados e de especiarias e limpidez. Em contraposição, os vinhos de Syrah e Tempranillo formaram um grupo disperso, à esquerda do gráfico, baseado principalmente nas maiores notas sensoriais para adstringência, corpo, amargor, acidez e persistência gustativa e aromática. Ademais, constata-se que estes atributos perderam intensidade em função do tempo de armazenamento.

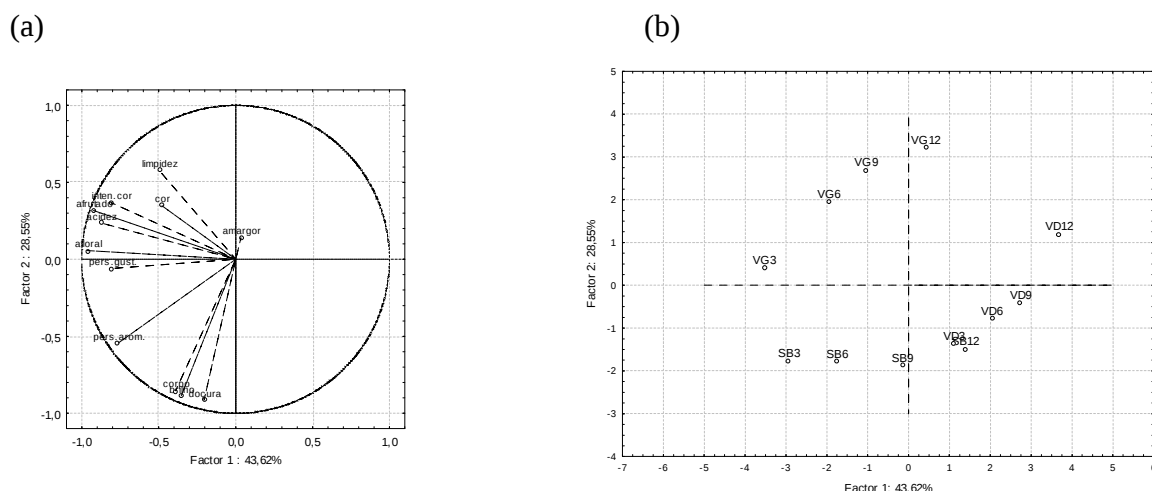


Figura 2. Contribuição das variáveis (a) e distribuição dos vinhos brancos (b) (SB - Sauvignon Blanc; VD - Verdejo e VG – Viognier), durante o armazenamento de 3, 6, 9 e 12 meses, em garrafa em duas dimensões no sistema de coordenadas definido pela primeira e segunda componente principal.

Na figura 2 encontram-se explicitadas as duas primeiras componentes principais relativas aos vinhos brancos, das quais a primeira (PC1), que responde por 43,62% de toda a informação, é dominada pelas variáveis: intensidade de cor, aroma frutado, aroma floral e acidez, enquanto a segunda (PC2), 28,55%, pelas características brilho, doçura e corpo, ambas com scores negativos.

Em relação aos vinhos, verifica-se que os de Sauvignon Blanc, com exceção do armazenado por doze meses, formaram um grupo, à esquerda inferior do gráfico, baseado nas maiores pontuações para doçura, brilho e corpo. Enquanto os de Viognier, agrupados na esquerda superior, refletem os valores atribuídos para os aromas floral e frutado, intensidade de cor, acidez e persistência aromática e gustativa. Ambos, a exemplo do observado para os tintos, apresentaram uma progressiva redução da intensidade desses atributos em função do tempo de armazenamento. Os vinhos de Verdejo, independente do tempo de armazenamento, e o Sauvignon Blanc, aos doze meses de armazenamento, não foram caracterizados por nenhum dos atributos avaliados.

CONCLUSÃO

A avaliação sensorial permitiu a diferenciação dos vinhos tropicais experimentais do Vale do Submédio São Francisco, em função da variedade e do tempo de armazenamento. Outrossim, demonstrou uma evolução dos atributos gustativos - amargor, adstringência e corpo –, durante o armazenamento dos vinhos tintos, semelhante à referida para tintos de clima temperado, envelhecidos em barris de carvalho. Pesquisas suplementares são requeridas, para definir claramente a influência dos atributos sensoriais, utilizados nesta pesquisa, sobre vinhos comerciais e experimentais produzidos a partir de outras safras dessas mesmas variedades, e contribuir para a delineação de uma futura Indicação de Origem Geográfica.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro, e ao grupo de juízes, pela participação nos testes sensoriais.

REFERÊNCIAS

- ARROYO, T.; LOZANO, J.; CABELLOS, J.M.; GIL-DIAZ, M.; SANTOS, J.P.; HORRILLO, C. Evaluation of wine automatic compounds by sensory human panel and an eletronic nose. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, n. 57, p. 11543-11549, 2009. DOI: 10.1021/jf902109y.
- BLACKMAN, J.; RUTLEDGE, D.N.; TESIC, D.; SALIBA, A.; SCOLLARY, G.R. Examination of the potencial for using chemical analysis as a surrogate for sensory analysis. **Analytical Chimica Acta** (2009), doi: 10.1016/j.aca.2009.10.062.
- 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** (2009), doi: 10.1016/j.aca.2009.11.049.

CAYOT, N. Sensory quality of traditional foods. **Food Chemistry**, v. 102, p. 445-453, 2007.

CLIFFT, M.A.; KING, M.C.; SCHLOSSER, J. Anthocyanin, phenolic composition, colour measurement and sensory analysis of BC commercial red wines. **Food Research International**, v. 40, p. 92-100, 2007.

ESTI, M.; AIROLA, R.L.G.; MONETA, E.; PAPERAIIO, M.; SINESIO, F. Qualitative data analysis for an exploratory sensory study of *grechetto* wine. **Analytica Chimica Acta** (2009), doi: 10.1016/j.aca.2009.10.014.

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

FARIA, E.V.; YOTSUYANAGI, K. **Técnicas de análise sensorial**. Campinas: ITAL/LAFISE, 2002.

GUERRA, C.C.; ZANUS, M.C. **Uvas vitiviníferas para processamento em regiões de clima temperado**. Embrapa Uva e Vinho, Sistema de Produção 4. ISSN 1678-8761 versão eletrônica, 2003.

KALLITHRAKA, S.; SALACHA, M.I.; TZOUROU, I. Changes in phenolic composition and antioxidant activity of white wine during bottle storage: accelerated browning teste versus bottle storage. **Food Chemistry**, n.113, p. 500-505, 2009.

MELLION, S.; URBANO, C.; SCHLICH, P. Contribution of the temporal dominance of sensations (TDS) method to the sensory description of subtle differences in partially dealcoholized red wines. **Food Quality and Preference**, n. 20, p. 490-499, 2009.

NURGEL, C.; PICKERING, G.J.; INGLIS, D.L. Sensory and chemical characteristics of Canadian ice wines. **Journal of the Science and Food Agriculture**, n. 84, p. 1675-1684, 2004.

PEREIRA, G.E.; SOARES, J.M.; GUERRA, C.C.; ALENCAR, Y.C.L.; LIRA, M.M.P.; LIMA, M.V.O; SANTOS, J. Caractérisation de vins rouges tropicaux produits au Nord-Est du Brésil. In: PROCEEDINGS OF THE 59TH GERMAN VITICULTURE CONGRESS WINE IN MOTION. 21-25/04/2007, Stuttgart, Alemanha.

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

PICLIN, N.; PINTORE, M.; LANZA, C. M.; SCACCO, A.; GUCCIONE, S.; GIURATO, L.; CHRÉTIEN, J.R. Sensory analysis of red wines: discrimination by adaptive fuzzy partition. **Journal of Sensory Studies**, n. 23, p. 558-569, 2008.

ROCHA, H. A. **Polifenóis de interesse biológico em vinhos tintos finos produzidos no Vale do São Francisco**. 2004. 81p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Centro de Ciências da Saúde, Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

TAO, Y.-S.; LIU, Y.-Q.; LI, H. Sensory characters of Cabernet Sauvignon dry red wine from Changli Country (China). **Food Chemistry**, n. 114, p. 565-569, 2009.

TONIETTO, J.; CARBONNEAU, A. Análise mundial do clima das regiões vitícolas e de sua influência sobre a tipicidade dos vinhos: a posição da viticultura brasileira comparada a 100 regiões em 30 países. In: IX CONGRESSO BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 1999, Bento Gonçalves.

TONIETTO, J.; CARBONNEAU, A. A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 124 p. 81-97, 2004.

TONIETTO, J., TEIXEIRA, A. H. C.; Zonage climatique dès périodes viticoles de production dans l'année em zonage tropicale: application de la méthodologie du Système CCM Géovitique. In: JOINT INTERNATIONAL CONFERENCE ON VITICULTURAL ZONING, Cape Town, South África [S.I.: s.n.], 2004. p.193-201.

VANNIER, A.; BRUN, O.X.; FEINBERG, M.H. Application of sensory analysis to champagne wine characterization and discrimination. **Food Quality and Preference**, n. 10, p. 101-107, 1999.

6. Considerações Finais

Os resultados gerados nesta pesquisa poderão subsidiar a ampliação das bases tecnológicas de cultivo e vinificação, com o objetivo de reforçar os parâmetros de qualidade e minimizar os defeitos.

Considerando a identidade única dos vinhos tropicais no mundo e a carência de informações sobre a sua qualidade e tipicidade, estes resultados constituem o marco inicial da construção de um banco de dados sobre os vinhos elaborados nas condições edafoclimáticas do Vale do Submédio São Francisco, que deverá ser consolidado por avaliações sucessivas de outras safras. Trata-se do primeiro passo para a busca da Indicação Geográfica de Procedência, fator de proteção, divulgação, diferenciação e reconhecimento dos vinhos, a disposição do setor vitivinícola para consecução de vinhos com qualidade, tipicidade e originalidade.

7. Referências

AGRIANUAL, **Anuário Brasileiro da Uva e Vinho**. Santa Cruz do Sul:Editora Gazeta Santa Cruz, 2006, 128p.

ALBERT, A. Z. **Syrah/Shiraz, uma mesma uva no velho e no novo mundo**. (2007)
Disponível em: www.winexperts.terra.com.br

ALVAREZ, S.; ZAOBORNYY, T.; ACTIS-GORETTA, L.; FRAGA, C.G.; BOVERIS, A. Polyphenols and red wine as peroxyxynitrite scavengers. **Annal New York Academy of Science**, n. 957, p. 271-273, 2002.

AOAC – **Official methods of analysis of AOAC International**. 16^o Ed., São Paulo, 1998, v.2, p.16.

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

ATANASOVA, V.; FULCRAND, H.; CHEYNIER, V.; MOUTOUNET, M. Effect of oxigenation on polyphenol changes occurring in the course of wine-making. **Analytica Chimica Acta**, v. 458, p. 15-27, 2002.

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

BEER, D.; JOUDERT, E.; MARAIS, J.; MANLCY, M. Effect of oxygenation during maturation on phenolics composition, total antioxidant capacity, colour, and sensory quality of Pinotage wine. **South African Journal of Enology Viticulture**, v. 29, n.1, 2008.

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

BONINO, M.; SCHELLINO, R.; RIZZI, C.; AIGOTTI, R.; DELFINI, C.; BAIOCCHI, C. Aroma compounds of an Italian wine (*Ruché*) by HS-SPME analysis coupled with GC-ITMS. **Food Chemistry**, v. 80, n.1, p. 125-133, 2003.

BOULTON, R.B.; SINGLETON, V.L.; BISSON, V.F.; KUNKEE, R.E. **Principles and practices of winemaking**. New York:Chapman and Hall, 1996, 604 p.

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

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

CADAHÍA, E.; SIMÓN, B.F.; SANZ, M.; POVEDA, P.; COLIO, J. Chemical and chromatic characteristics of Tempranillo, Cabernet Sauvignon and Merlot wines from DO Navarra aged in Spanish and French oak barrels. **Food Chemistry**, 2009. Doi: 101016/i-foodchem 2008-12-076. www.elsevier.com/locate/foodchem

CADOT, Y.; CAILLÉ, S.; SAMZON, A.; BARBEAU, G.; CHEYNIER, V. Sensory dimension of wine typicality related to a terroir by quantitative descriptive analysis just about right analysis and typicality assessment. **Analytical Chimica Acta** (2009), Doi: 10.1016/j.aca, 2009, 10.006.

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**, 2009. doi: 10.1016/j.aca.2009.11.049.

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

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

CASTILLO-SÁNCHEZ, J.J.; MEJUTO, J.C.; GARRIDO, J.; GARCÍA-FALCÓN, S. Influence of wine-making protocol and fining agents on the evolution of the anthocyanins content, colour and general organoleptic quality of Vinhão wines. **Food Chemistry**, n. 97, p. 130-136, 2006.

COZZOLINO, D.; HOLDSTOCK, M.; DANBERGS, R.G.; CYNKAR, W.U.; SMITH, P.A. Miding infrared spectroscopy and multivariate analysis: a tool to discriminate between organic and non-organic wines grown in Australia. **Food Chemistry**, n. 116, p. 761-765, 2009.

DOKOOZLIAN, N. K., KLIOWER, W.M. Influence of light on grape berry growth and composition varies during fruit development. **Journal of American Society Horticulture Science**, v. 121, n. 5, p. 869-874, 1996.

DONG, M.W. HPLC analysis of organic acids in juice and wine using resin and reversed-phase columns. **LC/GC: The Magazine of Separation Science**, n. 16, p. 1092-1097, 1998.

DOSHI, P.; ADSULE, P; BANERJEE, K. Phenolic composition and antioxidant activity in grapevine parts and berries (*Vitis vinifera* L.) cv. Kishmish Chornyi (Sharad Seedless) during naturation. **International Journal of Food Science and Technology**, n. 41 (Suppl. 1), p. 1-9, 2006.

DUTRA, S.V.; DAUDT, C.E.; SOUZA, M. Aminoácidos livres e uréia durante a fermentação do mosto de cabernet Sauvignon com diferentes leveduras. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v.19, n.2, 1999.

ESTI, M.; AIROLA, R.L.G.; MONETA, E.; PAPERAI, M.; SINESIO, F. Qualitative data analysis for an exploratory sensory study of *grechetto* wine. **Analytica Chimica Acta** (2009), doi: 10.1016/j.aca.2009.10.014.

ÉTIEVANT, P.X. Wine. In: VOLATILE COMPOUNDS OF FOOD AND BEVERAGES. H. Maarse (Ed.), New York:Marcel Dekker Inc., 1991, p. 483-546.

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

FARIA, E.V.; YOTSUYANAGI, K. **Técnicas de análise sensorial**. Campinas: Ital/Lafise, 2002.

FREITAS, V. A. P.; GLORIES, Y.; BOURGEOIS, G.; VITRY, C. Characterisation of oligomeric and polymeric procyanidins from grape seeds by liquid secondary ion mass spectrometry. **Phytochemistry**, v. 49, n. 5, p. 1435-1441, 1998.

GAMBELLI, L.; SANTARONI, .P. Polyphenol content in some Italian red wines of different geographical origins. **Journal of Food Composition and Analysis**, n. 17, p. 613-618, 2004.

GARCÍA-BENEYTEZ, E.; REVILLA, E.; CABELLO, F. Anthocyanin pattern of several red grape cultivars and wines made from them. **European Food Technology**, v.215, p.32-37, 2002.

GARCIA-VIGUERA, C.; BRIDLE, P. Analysis of non-coloured phenolic compounds in red wines. A comparison of high-performance liquid chromatography and capillary zone electrophoresis. **Food Chemistry**, v. 54, n. 4, p. 349-352, 1995.

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.

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

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

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

GUERRA, C.C.; ZANUS, M.C. **Uvas vitiviníferas para processamento em regiões de clima temperado**. Embrapa Uva e Vinho, Sistema de Produção 4. ISSN 1678-8761 versão eletrônica, 2003.

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. Influence of ethanol content on the extent of copigmentation in Cencibel young red wine. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, n.51, p. 4079-4083, 2003.

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**, n. 92, p. 269-283, 2005.

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

IBRAVIN – Instituto Brasileiro de Vinhos. 2009, 22 de dezembro. Disponível em: www.ibravin.org.br/regioesprodutoras.php.

JOHNSON, H.; **The story of wine**. Londre:Editora Mitchell-Beazley, 1989. Disponível em: Academia do Vinho – www.academiadovinho.com.br

KALLITHRAKA, S.; BAKKER, J.; CLIFFORD, M.N. Red wine and model wine astringency as affected by malic and lactic acid. **Journal of Food Science**, v. 62, n. 2, 1997.

KALLITHRAKA, S.; SALACHA, M.I.; TZOUROU, I. Changes in phenolic composition and antioxidant activity of white wine during bottle storage: accelerated browning tested versus bottle storage. **Food Chemistry**, n.113, p. 500-505, 2009.

KEVILL, S. **Guia ilustrado azhar vinhos do mundo todo**. Rio de Janeiro:Jorge Zahar Editora, 2006.

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

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, 2009.

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

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

LEÃO, P.C.S. **Variedades de uva de mesa e principais porta-enxertos para o Vale do São Francisco**. Embrapa, 2001 (Circular Técnica 61).

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

LIMA, V. L. A. G. **Caracterização de antocianinas em frutos de genótipos de aceroleiras (*Malpighia emarginata* D.C.) cultivadas no banco ativo de germoplasma da Universidade Federal Rural de Pernambuco**. 2005, 133 p. Tese (Dotourado em Nutrição) – Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências da Saúde, Recife, 2005.

LIMA, V.L.A.G.; MÉLO, E.A.; GUERRA, N.B. Correlação entre o teor de antocianinas e caracterização cromática de polpas de diferentes genótipos de aceroleira. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 10, n.1, p. 51-55, 2007.

MAKRIS, D.P.; PSARRA, E.; KALLITHRAKA, S.; KEFELAS, P. The effect of polyphenolic composition as related to antioxidant capacity in white wines. **Food Research International**, v. 36, p. 1-10, 2001.

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

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

MATTHEWS, M.A.; ANDERSON, M.M. Fruit ripening in *Vitis vinifera* L.: responses to sensorial water deficits. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 39, n. 4, p. 313-320, 1988.

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

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

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. 2006.

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

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

MOTA, R.V.; AMORIM, D.A.; FÁVERO, A.C.; GLORIA, M.B.A.; REGINA, M.A. Caracterização físico-química e amins bioativas em vinhos cv. Syrah I – Efeito do ciclo de produção. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v.29, n.2, p. 380-385, 2009.

NAUDIN, C.; FLAVIGNY, L. **Larrousse des vins tous les vins du monde**. Paris:Larrousse, 2001.

NIKFARDJAM, M.S.P.; MÁRK, L.; AVAR, P.; FIGLER, M.; OHMACHT, R. Polyphenols, anthocyanins, and trans-resveratol in red wines from the Hungarian Villány region. **Food Chemistry**, 2005. www.elsevier.com/locate/aca

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

Ó-MARQUES, J.; REGUINGA, R.; LAUREANO, O.; RICARDO-DA-SILVA, J.M. Changes in grapes seed, skin and pulp condensed tannins during berry ripening: effect of fruit pruning. **Ciência e Tecnologia Viticultural**, v.1, n. 20, p. 35-52, 2005.

PADILHA, M.R.F. **Compostos bioativos em mangas (*Mangifera indica* L.): influência da cultivar, do estágio de maturação e do tratamento pós-colheita**. 2005. 120f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005.

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

PEREIRA, G.E.; GAUDILLERE, J.-P.; LEEUWEN, C.V.; HILDERT, G.; LAVIALLE, O.; MAUCOURT, M.; DEBORDE, C.; MOING, A.; ROLIN, D.H. NMR metabolite fingerprints of grape berry: comparasion of vintage and soil effects in Bordeaux grapevine growing areas. **Analytica Chimica Acta**, 2005. www.elsevier.com/locate/aca

PEREIRA, G.E.; SOARES, J.M.; GUERRA, C.C.; ALENCAR, Y.C.L. de; LIRA, M.M.P.; LIMA, M.V.D. O.; SANTOS, J. Caractérisation de vins rouges tropicaux produits au Nord-Est du Brésil. In: GERMAN VITICULTURE CONGRESS WINE IN MOTION, 59º, 2007, Stuttgart. Proceedings... Stuttgart, 2007.

PERES, R.G.; MORAES, E.P.; MICKE, G.A.; TONIN, F.G.; TAVARES, M.F.M.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Rapid method for the determination od organic acids in wine by capillary eletrophoresis with indirect UV detection. **Food Control**, n. 20, p. 548-552, 2009.

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

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

RASTIJA, V.; SRECNIK,G.; SARIC,M.M. Polyphenolic composition of Croatian wines with different geographical origins. **Food Chemistry**, v. 115, n. 1, p. 54-60, 2009.

REVILLA, E.; GARCIA-BENEYTEZ, E.; CABELLO, F.; MARTÍN-ORTEGA, G.; RYAN, J.M. Value of high-performance liquid chromatographic analysis of anthocyanins in the differentiation of red grape cultivars and red wines made from them. **Journal of Chromatography A**, v. 915, p. 53-60, 2001.

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

RIZZON, L. A., MIELE, A. Avaliação da cv. Cabernet Franc para elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v. 2, n. 21, p. 249-255, 2001a.

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

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, 2002a.

RIZZON, L. A.; MIELE, A. Avaliação da cv. Cabernet Sauvignon para elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 22, n. 2, p. 192-198, 2002b.

RIZZON, L. A.; MIELE, A. Avaliação da CV. Tannat para elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24 (2), p. 223-229, 2004.

RIZZON, L. A., MIELE A., MENEGUZZO, J. Efeito da relação das fases líquida e sólida da uva na composição química e na característica sensorial do vinho Cabernet. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 19, n. 3, 1999.

RIZZON, L.A.; SGANZERLA, V.M.A. Ácidos tartárico e málico no mosto de uva em Bento Gonçalves-RS. **Ciência Rural**, v. 37, n. 3, p. 911, 2007.

RIZZON, L. A.; ZANUZ, M. C.; MIELE, A. Evolução da acidez durante a vinificação de uvas tintas de três regiões vitícolas do Rio Grande do Sul. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 2, 1998.

ROCHA, H. A. **Polifenóis de interesse biológico em vinhos tintos finos produzidos no Vale do São Francisco**. 2004. 81f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Centro de Ciências da Saúde, Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

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

SALINAS, R. D. **Alimentos e nutrição: introdução à bromatologia**. 3ª Ed. Rio de Janeiro:Artmed, 3º ed, 2002, p.227.

SÁNCHEZ-MORENO, C.; CAO, G.; OU B.; PRIOR, R.L. Anthocyanin and proanthocyanidin content in selected White and red wines. Oxygen radical absorbance capacity comparison with nontraditional wines obtained from highbush blueberry. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.51, p.4889-4896, 2003.

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

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

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

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

SUN, B.S.; LEANDRO, M.C.; RICARDO-DA-SILVA, J.M.; SPRANGER, M.I. Separation of grape and wine proanthocyanidins according to their degree of polymerization. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 46, p. 1390-1396, 1998.

SUN, B.S.; LEANDRO, M.C.; RICARDO-DA-SILVA, J.M.; SPRANGER, M.I. Critical factors of vanillin assay for catechins and proanthocyanidin. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 46, p. 4267-4274, 1998.

TONIETTO, J.; CAMARGO, U.A. Vinho tropicais no Brasil e no mundo (2006). Disponível em: www.cnpuv.embrapa.br/publica/artigos. Acesso em: 22 de dezembro de 2009.

TONIETTO, J.; CARBONNEAU, A. Análise mundial do clima das regiões vitícolas e de sua influência sobre a tipicidade dos vinhos: a posição da viticultura brasileira comparada a 100 regiões em 30 países. In: **ICONGRESSO BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA**, 9º, 1999, Bento Gonçalves. Anais... Bento Gonçalves:Embrapa Uva e Vinho/Jorge ToniETTO e Celito C. Guerra, 1999. p.75-90.

TONIETTO, J.; CARBONNEAU, A. A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 124 p. 81-97, 2004.

TONIETTO, J. ; TEIXEIRA, A. H. C. **Zonage climatique dès périodes viticoles de production dans l'année em zonage tropicale: application de la méthodologie du Système CCM Géoviticole**. In: JOINT INTERNATIONAL CONFERENCE ON VITICULTURAL ZONING, Cape Town, 2004. p.193-201.

TONIETTO, J.; ZANUS, M.C.; GUERRA, C.C. **Effet du climat viticole sur la perception sensorielle du vin. Eléments méthodologiques pour une modélisation au niveau mondial.** In: CONGRÈS INTERNATIONAL DES TERROIRS VITICOLES, 7^o, 2008.

VUORINEN, H.; MÄÄTTÄ, K.; TÖRRÖNEN, R. Content of the flavonols myricetin, quercetin and kaempferol in finnish berry wines. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, n. 48, p. 2675-2680, 2000.

WALKER, T.; MORRIS, J.; THRELFALL, R.; MAIN, G. Quality, sensory and cost comparrison for pH reduction of Syrah wine using ion exchange or tartaric acid. **Journal of Food Quality**, v. 27, p. 483-496, 2004.

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

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

ZHENG, Y.J.; DUAN, Y.T.; ZHANG, Y.F.; PAN, Q.H.; LI, J.M.; HUANG, W.D. Determination of organic acids in red wine and must on only one RP-LC-Colimn directly after sample dilution and filtration. **Chromatographia (2009)**, doi: 10.1365/s10337-009-1085-0.

ZHOU, J.; CUI, H.; WAN, G.; XU, H.; PANG, Y.; DUAN, C. Direct analysis of trans-resveratrol in red wine by high performance liquid chromatography with chemiluminescent detection. **Food Chemistry**, n. 88, p. 613-620, 2004.

8. Apêndice

ANÁLISE SENSORIAL – Caracterização dos Vinhos BRANCOS

nº da amostra: _____

nº do bloco: _____

Provedor: _____ Data: ____/____/____

Enxágüe a boca com um pouco de água. Avalie, cuidadosamente, a amostra, marcando com um traço vertical a intensidade referente a cada atributo. Os limites dos atributos e aromas básicos estarão à disposição na mesa ao lado.

a) Exame Visual

cor: _____
marelo-verdeal âmbar

brilho: _____
ausência presença

limpidez: _____
opaco límpido

intensidade: _____
pouco muito

b) Exame Olfativo

aroma frutado _____
pouco muito

aroma floral _____
pouco muito

aroma herbáceo _____
pouco muito

aroma especiarias _____
pouco muito

aroma empíreumático _____
pouco muito

outros aromas percebidos: _____

persistência aromática

|_____|
pouco muito

c) Exame Gustativo

doçura

|_____|
seco doce

acidez

|_____|
pouco muito

álcool

|_____|
pouco muito

amargor

|_____|
pouco muito

adstringência

|_____|
pouco muito

corpo

|_____|
não encorpado encorpado

persistência

|_____|
pouco muito

Comentários/observações:

ANÁLISE SENSORIAL – Caracterização dos Vinhos TINTOS

nº da amostra: _____

nº do bloco: _____

Provedor: _____ Data: ____/____/____

Enxágüe a boca com um pouco de água. Avalie, cuidadosamente, a amostra, marcando com um traço vertical a intensidade referente a cada atributo. Os limites dos atributos e aromas básicos estarão à disposição na mesa ao lado.

a) Exame Visual

cor: _____
púrpura âmbar

brilho: _____
ausência presença

limpidez: _____
opaco límpido

intensidade: _____
pouco muito

b) Exame Olfativo

aroma frutado _____
pouco muito

aroma floral _____
pouco muito

aroma herbáceo _____
pouco muito

aroma especiarias _____
pouco muito

aroma empireumático _____
pouco muito

outros aromas percebidos: _____

persistência aromática

pouco |
| muito

c) Exame Gustativo

doçura

|
seco | doce

acidez

|
pouco | muito

álcool

|
pouco | muito

amargor

|
pouco | muito

adstringência

|
pouco | muito

corpo

|
não encorpado | encorpado

persistência

|
pouco | muito

Comentários/observações:

9. Anexo

Anexo A. Carta de aceite para publicação do artigo [QN] – 531/09V3 na revista Química Nova.

mais ▾

	Procurar e-mail	Pesquisar na web	Mostra Criar u
--	---------------------------------	----------------------------------	---

Terra - RSS - Esportes - Atlético PR goleia e garante vice liderança da primeira fase -

« [Voltar para E-mails enviados](#)

[Arquivar](#)

[Denunciar spam](#)

[Excluir](#)

[Mover para](#)

[Mais ações ▾](#)

Aceite QN 531/09

Entrada | X

Editoria SBQ para mim

[mostrar detalhes](#) 18 fev

Prezada Profa. Luciana L. A. Lima,,

Comunicamos a V. Sa. que seu manuscrito Otimização e validação de metodologi
531/09, foi aceito para publicação na revista Química Nova.

Aproveitamos a oportunidade para informar que, quando estiver previsto para
ser publicado, enviaremos por e-mail a prova tipográfica para ser corrigida.

No momento temos uma demora média de 7 meses entre a data de aceite e a
publicação.

Atenciosamente,
Pricila Gil
gerente editorial

[Responder](#) [Encaminhar](#)

● [Luciana Lima para nonete](#)

[mostrar detalhes](#) 18 fev