UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Faculdade de Ciências Farmacêuticas
Programa de Pós-Graduação em Ciências dos Alimentos
Área de Bromatologia

**ESTUDO DA COMPOSIÇÃO VOLÁTIL E QUÍMICA DOS VINHOS DA
VARIEDADE SYRAH DE DUAS REGIÕES DO SUDESTE
BRASILEIRO, ELABORADOS EM CICLO DE INVERNO.**

Lucas Bueno do Amaral

Dissertação para obtenção do Título de Mestre

Orientador: Professor Doutor Eduardo Purgatto

São Paulo

2020

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Faculdade de Ciências Farmacêuticas
Programa de Pós-Graduação em Ciências dos Alimentos
Área de Bromatologia

**ESTUDO DA COMPOSIÇÃO VOLÁTIL E QUÍMICA DOS VINHOS DA
VARIEDADE SYRAH DE DUAS REGIÕES DO SUDESTE
BRASILEIRO, ELABORADOS EM CICLO DE INVERNO.**

Lucas Bueno do Amaral

Versão Original

Dissertação para obtenção do Título de Mestre

Orientador: Professor Doutor Eduardo Purgatto

São Paulo

2020

Lucas Bueno do Amaral

ESTUDO DA COMPOSIÇÃO VOLÁTIL E QUÍMICA DOS VINHOS DA VARIEDADE
SYRAH DE DUAS REGIÕES DO SUDESTE BRASILEIRO ELABORADOS EM
CICLO DE INVERNO.

Comissão Julgadora da dissertação para obtenção do Título de Mestre

Professor Dr. Eduardo Purgatto
Orientador

1º. Examinador

2º. Examinador

3º. Examinador

4º. Examinador

São Paulo, ____ de _____ de 202__.

Ficha Catalográfica
Elaborada pela Divisão de Biblioteca e
Documentação do Conjunto das Químicas da USP

A933e Amaral, Lucas
 Estudo da composição volátil e química dos vinhos
da variedade Syrah de duas regiões do sudeste
brasileiro elaborados em ciclo de inverno / Lucas
Amaral. - São Paulo, 2020.
 65 p.

Dissertação (mestrado) - Faculdade de Ciências
Farmacêuticas da Universidade de São Paulo.
Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental.
Orientador: Purgatto, Eduardo

1. Ciclo de inverno. 2. Dupla poda. 3. Syrah. 4.
Aroma. 5. Compostos voláteis. I. T. II. Purgatto,
Eduardo, orientador.

Sumário

RESUMO	7
ABSTRACT	8
1- INTRODUÇÃO.....	9
1.1 Ciclo extemporâneo de inverno	13
1.2 Cultivar Syrah	15
1.3 Elaboração de vinho tinto.....	16
1.4 Compostos Voláteis	19
2- OBJETIVO	22
3- MATERIAIS E MÉTODOS	23
3.1 – Matéria prima e condições edafoclimáticas	23
3.2 – Acompanhamento da maturação e Colheita	24
3.3 Análise agronômica	25
3.4 Microvinificação	25
3.5 Análise de ácidos orgânicos	27
3.6 Análise de voláteis	27
3.7 Análise de dados voláteis	28
4- RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	30
4.1 - Análises agronômicas.....	30
4.2 - ANÁLISE DE COMPOSTOS VOLATEIS	33
5- CONCLUSÃO	44
6- ANEXOS:	45
6.1 - Anexo 1.....	45
6.2 - Anexo 2.....	53
7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICA	59

Lista de figuras:

Figura 1: Regiões produtoras do estado de São Paulo, destacando regiões tradicionais, regiões emergentes e Serra da Mantiqueira.

Figura 2: Ciclo extemporâneo de produção de uva.

Figura 4: Fluxograma de elaboração de vinho tinto pelo método tradicional.

Figura 5: Principais precursores e vias de formação de compostos voláteis

Figura 6: Regiões de São Bento do Sapucaí (5A) e Indaiatuba (5B)

Figura 7: Variedade Syrah sob ciclo de inverno em São Bento do Sapucaí (6A) e Indaiatuba (6B).

Figura 8: Processo de fermentação alcoólica em recipientes de vidro de 25 litros com variedades Syrah das regiões de São Bento do Sapucaí (7A) e Indaiatuba (7B).

Figura 9: *Score plot* discriminativo como componente principal o mosto a diferença entre regiões na região de São Bento do Sapucaí e Indaiatuba na safra de 2017.

Figura 10: *Score plot* discriminativo como componente principal o mosto a diferença entre regiões na região de São Bento do Sapucaí e Indaiatuba na safra de 2018.

Figura 11: *Score plot* discriminativo como componente principal o envase a diferença entre regiões na região de São Bento do Sapucaí e Indaiatuba na safra de 2017.

Figura 12: *Score plot* discriminativo como componente principal o envase a diferença entre regiões na região de São Bento do Sapucaí e Indaiatuba na safra de 2018.

Figura 13: *Score plot* discriminativo como componente principal o envelhecimento a diferença entre regiões na região de São Bento do Sapucaí e Indaiatuba na safra de 2017.

Figura 14: *Score plot* discriminativo como componente principal o envelhecimento a diferença entre regiões na região de São Bento do Sapucaí e Indaiatuba na safra de 2018.

Figura 15: Análise qualitativa dos compostos ao longo do processo de elaboração nas regiões de São Bento do Sapucaí e Indaiatuba na safra de 2017 e 2018.

Lista de tabelas:

Tabela 1: Produção nacional de uva nos principais estados produtores brasileiros nos anos de 2013 à 2016, em toneladas.

Tabela 2: Análise agronômica das regiões de São Bento do Sapucaí e Indaiatuba, safras 2017 e 2018.

Tabela 3: Análise química do mosto das regiões de São Bento do Sapucaí e Indaiatuba, safras 2017 e 2018.

Tabela 4 Compostos voláteis identificados por classes nas etapas de elaboração do vinho com os respectivos CAS, código, nome do composto, descritor aromático (Análise por HS-SPME/GC-MS). Realizado na safra de 2017 e 2018 nas regiões de São Bento do Sapucaí (SB) e Indaiatuba (IN).

RESUMO

AMARAL, Lucas Bueno do. **Estudo da composição volátil e química dos vinhos da variedade Syrah de duas regiões do Sudeste brasileiro, elaborados em ciclo de inverno**. 2020. Exame de Defesa (Mestrado em Ciências dos Alimentos – Área: Bromatologia) – Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental – FCF, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

Compreender como uma variedade em particular pode contribuir no processo de vinificação é essencial para a elaboração de vinhos de alta qualidade. O conhecimento mais profundo das diversas estruturas presentes na uva e os mecanismos de sua evolução durante a vinificação são base indispensável na avaliação do papel da variedade em enologia e no desenvolvimento de processos tecnológicos adaptados ao potencial da matéria prima e ao tipo de produto desejado. Com isso, este trabalho visa identificar os aromas produzidos em cada etapa do processo de elaboração e de envelhecimento em garrafa e as características agrônômicas da produção. O experimento foi realizado em dois vinhedos comerciais do interior de São Paulo, utilizando a cultivar Syrah sob dupla poda e ciclo invertido de produção. Foram analisadas as principais etapas de produção: mosto, fermentações alcoólica e malolática, envase, 6 e 12 meses de envelhecimento das duas safras entre 2017 e 2018, através das técnicas de HPLC e GC-MS. Foram identificados aproximadamente 100 compostos voláteis, entre álcoois, terpenos, ésteres, fenóis, aldeídos, cetonas e outros. Dentre esses compostos destacam-se os descritores aromáticos de especiarias (Terpinen-4-ol) e tabaco (β -Damascenone), comumente encontrados em vinhos Syrah de outras regiões. O experimento mostra que existe uma diferença entre as duas regiões e entre as duas safras.

Palavras-chaves: Ciclo de inverno – dupla poda – Syrah – aroma – compostos voláteis – São Paulo.

ABSTRACT

AMARAL, Lucas Bueno do. **Study of the volatile and chemical composition of Syrah variety wines from two regions of southeast Brazil, produced in the winter cycle.** 2020. Defense Exam (Master in Food Sciences - Area: Bromatology) - Department of Food and Experimental Nutrition - FCF, University of São Paulo, São Paulo, 2020.

Understanding how a particular variety can contribute to the winemaking process is essential for making high quality wines. The deeper knowledge of the various structures present in the grape and the mechanisms of its evolution during winemaking are an indispensable basis in assessing the role of the variety in oenology and in the development of technological processes adapted to the potential of the raw material and the type of product desired. With this, this work aims to identify the aromas produced in each stage of the elaboration process and bottle aging and the grapes agronomic characteristics. The experiment was carried out in two commercial vineyards in the interior of São Paulo, using the cultivar Syrah under double pruning management and inverted production cycle. The main stages of production were analyzed: must, alcoholic and malolactic fermentations, bottling and 6 and 12 months aging, for both harvests between 2017 and 2018, using HPLC and GC-MS techniques. Approximately 100 volatile compounds have been identified, including alcohols, terpenes, esters, phenols, aldehydes, ketones and others. Among these compounds the aromatic descriptors of spices (Terpinen-4-ol) and tobacco (β -Damascenone) stand out, commonly found in Syrah wines from other regions. The experiment shows that there is a difference between the two regions and between the two crops.

Keywords: Winter cycle - double pruning - Syrah - aroma - volatile compounds - São Paulo.

1- INTRODUÇÃO

A vitivinicultura brasileira é muito recente quando comparada às tradicionais regiões produtoras do mundo. O cultivo da videira chegou ao país com os imigrantes portugueses no século XVI e tornou-se uma atividade comercial a partir do século XX, influenciada também pela imigração italiana e alemã, (CAMARGO et al., 2011; PROTAS et al., 2006) sendo difundida principalmente nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste do país. Os cultivos nestas regiões vêm se atualizando e se desenvolvendo com o passar dos anos, pois a vitivinicultura adquiriu um papel importante na economia destes estados (BNDES, 2004).

No Sudeste brasileiro, a história da videira se confunde com a chegada dos portugueses no Brasil, pois foi na capitania de São Vicente, hoje São Paulo (IBRAVIN, 2016), que as primeiras uvas *Vitis vinifera* L. foram plantadas. Porém, nas primeiras décadas do século XIX, com a introdução de variedades de uvas procedentes da América do Norte (*Vitis labrusca* L.), foi introduzida a filoxera, doença que ataca as raízes das videiras, levando a morte da planta. Essa doença levou a viticultura colonial à decadência.

Após algumas décadas, em meados do século XX, o panorama da viticultura paulista mudou significativamente com a substituição da cultivar Isabel pela cultivar Niágara Branca e Seibel 2. Essas mudanças, aliadas ao surgimento das novas técnicas de produção e ao aperfeiçoamento agrícola no plantio da uva, colocaram o estado de São Paulo entre os maiores produtores de vinho comum em apenas 40 anos (SANTOS, 1938). Esta realidade mudou com o passar dos anos; apesar do estado ser grande produtor de uvas para consumo *in natura*, sua produção de uvas para processamento é pequena e a maior parte da uva usada para a elaboração de vinhos, sejam estes finos ou comuns, são trazidas do Rio Grande do Sul. Apesar de

São Paulo historicamente ter sido o estado pioneiro na vitivinicultura brasileira e de ser um grande envasador, a produção de vinhos a partir de uvas paulistas é relativamente pequena (VERDI e OTANI, 2016).

Atualmente a vitivinicultura nacional constitui-se em uma atividade consolidada, com área de plantio em torno de 84 mil hectares e produção estimada em 984.244 toneladas de uva (MELLO, 2017). A atividade vitivinícola desempenha um forte papel sócio econômico nos principais estados produtores: Rio Grande do Sul, São Paulo, Paraná, Pernambuco, Santa Catarina, Bahia e Minas Gerais.

Segundo dados do IBRAVIN (2016), a produção de uvas no território nacional atingiu cerca de 1.492.138 toneladas em 2015, somados os volumes dos principais estados produtores (Tabela 1). No ano de 2016 houve um decréscimo de aproximadamente 30% na produção nacional devido principalmente a intempéries climáticas ocorridas no Rio Grande do Sul.

Tabela 1: Produção nacional de uva nos principais estados produtores brasileiros nos anos de 2013 à 2016, em toneladas.

Estado	2013	2014	2015	2016
RS	808.267	812.537	876.286	415.739
PE	228.727	236.767	237.367	237.367
SP	172.868	146.790	142.063	142.967
PR	79.052	80.910	64.806	42.750
BA	52.808	77.504	77.401	57.240
SC	57.985	66.106	69.118	37.344
Subtotal	1.399.707	1.420.614	1.467.041	933.407
Total Br.	1.417.677	1.436.074	1.492.138	958.676

Fonte: VERDI e OTANI (2016)

A vitivinicultura mineira está representada tradicionalmente em dois polos vitícolas: um ao norte de Minas Gerais (Pirapora), bastante tecnificado e destinado à produção de uvas para mesa durante todo o ano, e outro ao Sul do estado (região de

Caldas e Andradadas), constituído basicamente por pequenos vinhedos e vinícolas de médio e pequeno porte.

São Paulo apresenta regiões já consolidadas na produção de uva, como Campinas, Itapetininga, Jales e Sorocaba, que formam quatro zonas produtoras importantes e tradicionais do estado, responsáveis por 93% de sua produção total (VERDI e OTANI, 2016).

A criação do Circuito das Frutas na região de Campinas e do Roteiro do Vinho em São Roque - esta última tendo movimentado, em 2009, aproximadamente 70 mil turistas durante os finais de semana (VERDI et al., 2011) - trouxe à tona o problema da pouca quantidade de vinhos genuinamente oriundos dessas regiões, as quais não possuem muitos rótulos finos, e sim o tradicional vinho elaborado com uva *Vitis labrusca*.

A produção de vinhos finos, elaborados com variedades europeias, ainda é incipiente no Estado, mas constitui uma atividade econômica promissora para o agronegócio paulista. Estima-se que em torno de 30 milhões de brasileiros são consumidores regulares de vinhos e 800 mil são aficionados, cuja preferência são os vinhos tintos, seguidos pelos espumantes. Os brancos, apesar de ainda venderem pouco, possuem um mercado crescente, já os rosados têm um consumo bem restrito (COPELLO, 2015).

Em pesquisa conduzida pela Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), juntamente com a Câmara Setorial de Uva e Vinho do Estado de São Paulo, ligada a Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo – SAA/SP foram realizados levantamentos durante os anos de 2015 a 2016. Constatou-se uma mudança de paradigma na vitivinicultura paulista com o surgimento de novos empreendedores, sem tradição na área agrícola, com altos investimentos em

tecnologia e mão de obra qualificada para a elaboração de vinhos finos de qualidade (Figura 1).

Figura 1: Regiões produtoras do estado de São Paulo, destacando regiões tradicionais e regiões emergentes.

(1) São Miguel Arcanjo; (2) São Roque; (3) Jundiaí; (4) Itupeva; (5) Louveira; (6) Jales; (7) Indaiatuba; (8) Amparo; (9) Espírito Santo do Pinhal; (10) Itobí; (11) Divinolândia; (12) Ituverava; (13) Penápolis; (14) São Bento do Sapucaí; (15) Campos do Jordão.

Fonte: AMARAL, L. B (2020)

Como as regiões produtoras são bastante dispersas, com variações de clima e solo, torna-se agora necessário caracterizar os diferentes componentes da produção vitícola, tais como clima, solo, expressão fisiológica, vegetativa e produtiva das plantas, assim como as características analítico-sensoriais dos vinhos. O conhecimento dessas variáveis servirá de subsídios para traçar o perfil qualitativo do

vinho, como forma de valorizar sua tipicidade e contribuir para futura indicação de origem dos vinhos de inverno do Sudeste brasileiro

Para se elaborar um bom vinho, é indispensável compreender as características das variedades de uvas e como elas podem se expressar harmonicamente nos vinhos. Quando uma variedade específica se encontra em regiões geográficas diferentes e é vinificada usando as mesmas técnicas, o vinho produzido possuirá certas qualidades inerentes à personalidade da região (BELANCIC e AGOSTIN, 2000).

Compreender como uma variedade em particular pode contribuir no processo de vinificação é essencial para a elaboração de vinhos de alta qualidade. O conhecimento mais profundo das diversas estruturas presentes na uva e os mecanismos de sua evolução durante a vinificação são base indispensável na avaliação do papel da variedade em enologia e no desenvolvimento de processos tecnológicos adaptados ao potencial da matéria prima e ao tipo de produto desejado. (FLANZY, 2000).

A partir destas informações, é de se esperar que o Sudeste alcance um novo patamar em sua vitivinicultura, ingressando no cenário nacional da produção de vinhos finos de qualidade.

1.1 Ciclo extemporâneo de inverno

Assim como ocorre em boa parte das regiões vitícolas do Sul, a fase de maturação e colheita da uva no Sudeste coincide com o período de elevada intensidade pluviométrica responsável por efeitos negativos sobre a qualidade e sanidade das uvas (SILVA, 1998). A ocorrência de chuvas durante a fase de desenvolvimento das bagas, além de favorecer a incidência de doenças fúngicas,

provoca atraso na maturação das uvas, redução da cor, elevação do pH e acidez do mosto com consequente redução do potencial qualitativo dos vinhos (JACKSON e LOMBARD, 1993).

Estudo desenvolvido por Conceição e Tonietto (2005) indicou condições climáticas favoráveis para a elaboração de vinhos finos na região sul de Minas Gerais no período de outono-inverno. Amorin et al. (2005) verificaram que é viável a alteração do ciclo da videira Syrah para que a maturação das bagas ocorra nos meses mais secos do ano pela técnica da dupla poda, prática corrente no manejo de variedades de mesa em regiões tropicais.

Figura 2: Ciclo extemporâneo de produção de uva.

Fonte: Amaral L.B (2020)

A dupla poda consiste em podar a planta duas vezes no mesmo ciclo, alterando o período convencional da colheita. A primeira poda ocorre normalmente em agosto e tem como objetivo formar ramos. Os cachos provenientes dessa poda são descartados. A segunda poda é realizada entre dezembro e fevereiro (verão), após a lignificação dos ramos. Os cachos provenientes da segunda poda são mantidos. Assim, a colheita é feita de junho a agosto, durante o outono/inverno, quando a precipitação é menor (Figura 2).

Através do manejo de dupla-poda, a baga tem um aumento na qualidade, pois se permite manter o cacho na planta até atingir maturação fenólica e maior concentração de açúcar, consequentemente obtém-se um aumento na qualidade (DIAS et al, 2017) dos vinhos (MOTA et al, 2011). As variedades que mais se adaptaram ao novo manejo até o momento foram Sauvignon Blanc, Chardonnay, Viognier, Cabernet Sauvignon, Cabernet Franc, Malbec, Pinot Noir e principalmente a Syrah (VERDI e OTANI, 2016).

1.2 Cultivar Syrah

A variedade teve sua origem no cruzamento entre “Mondeuse Blanche” (variedade branca originária do Departamento de Savoie) e “Dureza” (variedade tinta originária do Departamento de Ardeche) (ENTAV, 1995). Possui cacho pequeno a médio e bagas pequenas (GIOVANNINI, 2014).

Trata-se de uma cultivar muito vigorosa, com produção média de 6.000 a 7.000 Kg.ha⁻¹. É uma variedade muito rica em polifenóis, especialmente antocianinas, produzindo vinhos escuros e bastante aromáticos, com aromas de flores: violetas e cravos, bem como framboesa, amora e groselha (TOGOES, 2011).

Foi disseminada para outras regiões ao redor do mundo por volta de 1970 (ORLANDO, 2008). No Brasil, a variedade foi introduzida na região Sudeste em 1996 pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), mostrando boa adaptabilidade à inversão de ciclo (DAL'OSTO, 2012) e vem apresentando bons resultados de maturação e vinhos de qualidade superior no Sudeste e Nordeste do país (CAMARGO, 2009).

Para Carbonneau (2010), a variedade Syrah mostra excelentes resultados no Sudeste brasileiro. Os vinhos são caracterizados por um grande frescor e uma acidez excelente. "O mundo vitícola certamente em breve falará dos "terroirs" de altitude do Sudeste e de seus vinhos de inverno, paradoxo de frescor em um mundo tropical" segundo Carbonneau, (2010).

1.3 Elaboração de vinho tinto

Pela definição legal brasileira, vinho é a bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto simples de uvas sãs, frescas e maduras (LEI Nº 7.678 DE 08/11/88, MAPA). A elaboração de vinhos tintos consiste em uma somatória de técnicas e procedimentos que podem ser divididos segundo Giovannini e Manfroli (2013), em tratamento mecânico, também conhecido como desengace, fermentação alcoólica e maceração, descuba, fermentação malolática e envase, essas etapas consistem no sistema clássico de vinificação.

Figura 4: Processo de elaboração de vinho tinto pelo método tradicional

Fonte: Amaral, L. B. (2020)

O processo de elaboração do vinho começa dentro do vinhedo, com o início da poda. Ao longo do ciclo são feitas várias intervenções de manejo do vinhedo como, desbrota, desponte, raleio de cachos, desfolha e aplicação de defensivos químicos (GIOVANNINI, 2014). A partir do pintor, inicia-se o acompanhamento da maturação das bagas com análises de pH, acidez total, densidade e sólidos solúveis totais. Quando a uva atinge a maturação desejada, é levada até a vinícola, onde é pesada e o processo de “desengace” é iniciado. Esse processo consiste na separação entre a baga e a ráquis (engajo), podendo ser manual ou por máquinas (desengaçadeira), objetivando diminuir os aromas herbáceos e amargores causados pelos engajos (AMORIN et al, 2006).

Após os processos de desengace, é adicionado dióxido de enxofre ou anidrido sulfuroso (SO_2), para proteger o mosto contra a ação do oxigênio e da contaminação microbiana. Ribéreau-Gayon et al (2004), comentam que a utilização deste insumo possui a finalidade de proteção contra as oxidações (antioxidante), inibições do desenvolvimento de micro-organismos (antisséptico), inibição de enzimas oxidativas (antioxidásico) e proteção dos aromas do vinho. Em seguida, após uma a duas horas da adição do SO_2 , utilizam-se enzimas pectolíticas, favorecendo a extração dos polifenóis e a liberação do mosto, aumentando assim seu rendimento e atuando também nos processos de filtração e clarificação (MARIN, 2003).

Posteriormente, as uvas são transportadas até o tanque de fermentação, onde leveduras secas ativas selecionadas (na maior parte dos casos são *Saccharomyces cerevisiae*) podem ser adicionadas dando início à fermentação alcoólica. O processo de fermentação alcoólica objetiva a transformação dos açúcares em álcool, tendo como subproduto gás carbônico (LIU et al, 2018). Juntamente ao processo de fermentação alcoólica ocorre a maceração, etapa que consiste no período em que as

cascas e sementes ficam em contato com o mosto, buscando extrair principalmente compostos fenólicos presentes nas cascas, como as antocianinas responsáveis pela cor e os taninos, fortes antioxidantes, responsáveis pela estrutura dos vinhos e pela sensação de adstringência na boca (TOGOIRES, 2011). Durante esses processos são realizadas análises de temperatura e densidade para acompanhar o andamento da fermentação.

Ao término da fermentação é realizado a “descuba”, que consiste na separação da parte líquida (vinho) da parte sólida (bagaço). Retira-se o líquido que é levado (trasfegado) até outro tanque, a parte sólida restante pode ser prensada para maior aproveitamento do vinho ou não; essa decisão depende do tipo de vinho que se deseja ter (AMORIN et al, 2006). O vinho prensado apresenta qualidade inferior devido ao seu maior amargor e maior adstringência. Sendo assim, utiliza-se apenas o vinho gota (ou seja, vinho que não foi prensado) quando o produto final almejado tem maior valor agregado (GIOVANNINI E MANFROI, 2013).

Em seguida, ocorre a fermentação malolática, que consiste na transformação do ácido málico, proveniente da uva, em láctico por ação das bactérias lácticas. Este processo pode ocorrer de maneira natural, com bactérias presentes no mosto ou com adição de bactérias selecionadas. Essa segunda fermentação também é utilizada para estabilizar o vinho microbiologicamente (AWRI, 2016).

Realizada a segunda fermentação, o vinho é trasfegado para outro tanque, com o intuito de eliminar a borra decantada. Em seguida, é realizado o processo de estabilização tartárica, que objetiva insolubilizar sais de bitartarato de potássio. Na sequência o vinho é trasfegado para outro tanque para separar os sais decantados, com o auxílio do frio. A estabilização tartárica evita o aparecimento de cristais dentro da garrafa.

Ao término do processo, o vinho passa por análises para determinação de teor alcoólico, açúcares residuais, acidez total, pH, acidez volátil, extrato seco reduzido e dióxido de enxofre livre e total. Então, o vinho é levado para a linha de engarrafamento, onde são envasados e embalados.

1.4 Compostos Voláteis

O vinho é uma bebida alcoólica composta por várias substâncias químicas, incluindo ácidos orgânicos, compostos fenólicos e compostos de aromas, todos eles desempenhando papel importante na qualidade final do produto (SENER, 2018). A percepção aromática no vinho é um dos fatores mais importantes para determinar sua complexidade e qualidade (VILANOVA et al., 2007), além de ser um parâmetro de identidade regional e de aceitação do consumidor (SELLI et al, 2004). Vários fatores podem influenciar os compostos de aroma, como solo e clima, cultivar, nível de maturação, levedura, processos de produção e envelhecimento (JIANG, 2010), afetando as características do vinho individualmente e através das interações uns com os outros.

Os compostos voláteis podem ser classificados segundo Belancic e Agosin (2002) em 4 grupos:

- Compostos “varietais”: são os aromas resultantes do metabolismo da própria variedade, influenciados somente por fatores externos, como solo e o clima.
- Compostos pré-fermentativos: são obtidos a partir dos fenômenos que sucedem a obtenção do mosto, como oxidação dos compostos bioquímicos e hidrólise de alguns componentes.

-Compostos fermentativos: são obtidos a partir das fermentações alcoólica e malolática durante os processos de elaboração do vinho. Os mais abundantes são os álcoois, ácidos, ésteres, compostos carbonilados e sulfurados.

-Compostos pós-fermentativos: são aqueles formados pela conservação do vinho e envelhecimento, em garrafas ou em barricas, através de reações químicas e enzimáticas.

Os compostos voláteis encontrados na uva são metabólitos secundários formados, como nas maiorias das plantas, a partir de compostos primários: carboidratos, ácidos graxos e aminoácidos (AHMED *et al.*, 2017). Esses compostos são sintetizados e acumulados ao longo da maturação do fruto. Durante os processos de elaboração do vinho, esses precursores são substratos para a síntese de novos compostos voláteis, que contribuem com a originalidade e identidade dos vinhos (AGOSIN, 2013).

Figura 5: Principais precursores e vias de formação de compostos voláteis

Fonte: Adaptado de Schwab et al., 2008.

De modo geral, pela via dos carboidratos, são formados principalmente terpenos que estão presentes na uva na forma livre ou glicosilada (PÉREZ e SANZ, 2008). A β -oxidação de ácidos graxos é o principal processo biossintético que fornece álcoois e acil-coenzima A (acil-CoAs) que são utilizadas pelas álcool aciltransferases (AAT) para formação de ésteres (PALIYATH et al., 2008). Os aminoácidos e seus substratos também estão envolvidos na biossíntese de aromas na fruta, esse metabolismo é responsável pela produção de um grande número de compostos, incluindo álcoois, carbonilas e ácidos (SCHWABET et al., 2008).

A variedade Syrah possui muitos compostos voláteis, é considerada uma variedade aromática e apresenta quantidades de terpenos e ésteres em torno de 1 a 30 mg.L⁻¹. Estes compostos podem ser encontrados em diversas formas, como aldeídos, álcoois, hidrocarbonetos e outros (TOGORES, 2011). A variedade é internacionalmente conhecida por algumas características aromáticas como “picante”, aroma que se dá principalmente pela rotundona, traços de “fruta madura” e flores, devido a ésteres e aroma de evolução, como identificado recentemente por algumas moléculas como β -damascenone, um norisoprenóides C-13 (MAYR et al, 2014),

2- OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo traçar o perfil aromático e químico dos vinhos elaborados com variedade Syrah, proveniente de duas regiões distintas do estado de São Paulo, uma quente de baixa altitude (Indaiatuba) e outra fria de alta altitude (São Bento do Sapucaí). O intuito é avaliar se somente a variável local é capaz de gerar diferença entre os produtos obtidos.

3- MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 – Matéria prima e condições edafoclimáticas

Para este experimento foram avaliados dois vinhedos já em produção da cultivar *Vitis vinifera* L. Syrah (clone 174 ENTAV – INRA® sobre porta-enxerto 1103P – clone 768 ENTAV – INRA®) localizados no estado de São Paulo nas safras 2017 e 2018.

São Bento do Sapucaí (SB) está localizada a uma altitude de 1200m, apresenta clima subtropical de altitude, com inverno seco e verão ameno (CWB - Koeppen), solo argiloso, índices pluviométricos acima de 1700mm por ano e temperatura média de 15,1°C (CIIAGRO). Indaiatuba (IN), com altitude de 575m, clima subtropical de inverno seco (CWA – Koeppen), solo arenoso, índices pluviométricos acima de 1200mm por ano e temperaturas médias de 21°C (CIIAGRO). Ambos os vinhedos possuem exposição norte-leste, com plantas conduzidas em cordão duplo esporonado no sistema espaldeira com espaçamento de 3m entre filas e 1m entre plantas. A 2ª poda é realizada em esporões com duas gemas em janeiro para colheita em julho (colheita de inverno). As podas de São Bento do Sapucaí foram realizadas nos dias 11/02/2017 e 16/02/2018. Enquanto as podas de Indaiatuba foram realizadas em 10/02/2017 e 08/02/2018.

Figura 6: Regiões de São Bento do Sapucaí (5A) e Indaiatuba (5B)

Fonte: AMARAL, L. B. (2020).

Os dados dos gráficos abaixo foram coletados pelo INMET- Instituto Nacional de Meteorologia e mostram os registros de temperatura e pluviosidade durante a condução do experimento nas safras de 2017 e 2018 de ambas as regiões.

Gráfico 1: Índice de temperatura (°C) de São Bento do Sapucaí e Indaiatuba nas safras de 2017 e 2018.

Gráfico 2: Índice pluviométrico (mm) de São Bento do Sapucaí e Indaiatuba nas safras de 2017 e 2018.

3.2 – Acompanhamento da maturação e Colheita

O acompanhamento da maturação foi realizado através de análises do conteúdo de sólidos solúveis totais (°Brix) em refratômetro digital portátil ATAGO modelo Pal 1, acidez total por titulação com NaOH 0,1N utilizando fenolftaleína como indicador, pH em pHmetro digital Micronal modelo B 474. A colheita das safras de 2017 e 2018 foram realizadas levando em conta previsões meteorológicas e o aval dos produtores. Durante a colheita foram escolhidas 30 plantas aleatoriamente para a coleta dos cachos. Após a colheita, as uvas foram encaminhadas ao Laboratório de Enologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

(IFSP), localizado em São Roque (SP), para elaboração do vinho. O transporte foi realizado à noite, sem exposição ao calor para evitar oxidações e manter a qualidade.

Figura 7: Variedade Syrah sob ciclo de inverno em São Bento do Sapucaí (6A) e Indaiatuba (6B).

Fonte: Amaral, L. B. (2020).

3.3 Análise agronômica

Separou-se aleatoriamente vinte cachos de cada colheita para aferição de peso e comprimento (entre bagas da extremidade superior e inferior do cacho). Também foram separadas 300 bagas para medição do diâmetro e peso. Esses procedimentos foram realizados para as duas regiões durante as safras de 2017 e 2018.

3.4 Microvinificação

As uvas das duas regiões em ambas as safras foram vinificadas no IFSP – Campus São Roque. Os cachos ficaram armazenados em câmara fria a uma temperatura de 5°C após o recebimento para reduzir o calor do campo e evitar oxidações até a manhã do dia seguinte. Em seguida, as bagas foram separadas

manualmente das ráquis (“desengace”) e prensadas com as mãos com força suficiente para que ocorresse somente o rompimento da película e formação do mosto. Foi acrescentado neste momento anidrido Sulfuroso (SO_2) na forma de sal de metabiSulfito de potássio (K_2SO_5) como agente antioxidante e antimicrobiano na dosagem de 80 mg.L^{-1} . Após uma hora da adição do SO_2 foi adicionada enzima pectolítica (Colorpect) na concentração de 2 g.HL^{-1} para quebra da pectina da uva e obtenção do mosto.

Figura 7: Processo de fermentação alcoólica em recipientes de vidro de 25 litros com variedades Syrah das regiões de São Bento do Sapucaí (7A) e Indaiatuba (7B).

Fonte: AMARAL, L. B. (2020)

Após adição da enzima, foram adicionadas leveduras selecionadas do gênero *Saccharomyces cerevisiae*, da variedade Maurivin Awri1503, escolhida por ser própria para vinhos da variedade Syrah, na dosagem de 25 g.HL^{-1} , para realização da fermentação alcoólica em temperatura controlada de 20°C . Durante o período de fermentação foram realizadas diariamente análises de densidade e temperatura até densidade constante abaixo de 1.000, como mostra o anexo 1. Ao atingir esta densidade, o vinho foi trasfegado para novos Pirex de 25 litros. A fermentação

malolática ocorreu de forma espontânea e foi acompanhada pela determinação de ácido málico por cromatografia de papel.

Finalizada a fermentação malolática, os vinhos foram trasfegados e corrigiu-se os valores de SO_2 livre para 35 mg.L^{-1} . Depois, os vinhos foram colocados na câmara fria a -5°C para estabilização tartárica por quinze dias, e posteriormente foram trasfegados e envasados em garrafas de 750 ml. As garrafas ficaram em ambiente protegido da luz até completarem seis meses e doze meses de envase.

Durante o processo de elaboração do vinho foram retiradas amostras das principais etapas de elaboração (Mosto, Fermentação Alcoólica, Fermentação Malolática, Envase, 6 Meses e 12 meses). As amostras ficaram congeladas a -80°C em ultrafreezer até realização das análises.

3.5 Análise de ácidos orgânicos

Os ácidos tartárico e málico foram determinados na fração ácido obtida após passagem do vinho em uma resina de troca aniônica Bio-Rex 5 (Bio Rad Labs) (McCord et al., 1984). Uma alíquota de $20\mu\text{L}$ foi injetada em cromatógrafo líquido Hewlett-Packard, modelo 1100, equipado com coluna SupelcoGel C-610H (Supelco, $30 \text{ cm} \times 7,8 \text{ mm}$) ajustada a uma temperatura de 15°C , e detector arranjo de diodos (DAD) a 245 nm. Foi realizada uma corrida isocrática a um fluxo de $0,5 \text{ mL min}^{-1}$ utilizando solução de ácido fosfórico a 0,5% como fase móvel. A identificação e quantificação dos cromatogramas foram baseadas em solução padrão dos ácidos tartárico e málico.

3.6 Análise de voláteis

Utilizou-se a técnica de microextração em fase sólida (SPME) com fibra 50/30 μm DVB/CarboxenTM/PDMS StableFlexTM(Supelco®). A metodologia para a extração de aroma foi realizada de acordo com SUN et al., (2011), adaptada para a

variedade Syrah. Foram pipetados 10 mL da amostra de vinho em um frasco de cerca de 40 mL de capacidade, e adicionado 07 μ L de Methyl Heptanoato (Merck®) como padrão interno de quantificação relativa. O frasco foi fechado com tampa plástica, vedado com parafilm, e aquecido na chapa térmica a 40 °C por 20 minutos para o equilíbrio dos compostos voláteis com a fase aérea do frasco. Em seguida, a fibra de SPME foi introduzida no frasco e exposta ao ar do seu interior por 30 minutos a 40 °C, com agitação constante. Uma vez recolhida a amostra, esta foi dessorvida da fibra pela exposição ao calor do injetor do cromatógrafo (250°C) por 2 minutos. Foi utilizado o cromatógrafo Agilent modelo 7890, acoplado a um detector seletivo de massas da mesma empresa, modelo 5977. A coluna cromatográfica empregada foi a Supelcowax 10 (30 mts, 0,25 mm de diam. interno, 0,25 μ m de espessura do filme). O programa de temperatura utilizado foi: rampa de 35°C por 5 minutos, 4.5°C por minuto até atingir 170°C, posteriormente 8°C por minuto até atingir 250°C e se manteve na temperatura máxima por 5 minutos.

3.7 Análise de dados voláteis

Os espectros de massas obtidos foram tratados com o software MassHunter Qualitative Analysis (versão: B.07.00, Agilent Technologies, Inc. 2014) e comparados com os espectros da biblioteca NIST 2014. Foram considerados somente os compostos com um mínimo de similaridade de 70%.

Para a confirmação dos compostos voláteis pelo Índice de Retenção de Kovats, utilizou-se um padrão de n-alcanos saturados (C7 a C30) nas mesmas condições do método de análise, estabelecendo o tempo de retenção dos alcanos. Aplicou-se a fórmula do índice de retenção Kovats modificado, aplicado aos métodos com rampa de temperatura, para obter o índice de retenção observado para cada composto e comparou-se com o índice de retenção Kovats da literatura, obtido através da base

de dados online (NIST Chemistry Webbook) e de acordo com a polaridade da coluna capilar utilizada.

Os perfis de compostos voláteis foram comparados em relação aos experimentos de cada vinhedo e safras, sendo empregada sobre os perfis globais de voláteis a Análise de Componente Principal (*Principal Components Analysis*, PCA), técnica de análise dos dados multivariados usado para a redução da dimensionalidade dos dados, mostrar possíveis relações entre os compostos voláteis identificados em cada experimento e visualizar *outliers* (CAPONE *et al.*, 2013; Cozzolino *et al.*, 2005)

Utilizando o programa MetaboAnalyst 4.0 (www.metaboanalyst.ca) (XIA, SINELNIKOV, *et al.*, 2015), os dados são normalizados pela mediana, tratados na escala logarítmica e escalonados segundo a escala de Pareto.

4- RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 - Análises agronômicas

As análises agronômicas mostraram que os valores de diâmetro das bagas, peso das bagas, tamanho dos cachos e peso dos cachos diferem entre as regiões e entre as safras ($p < 0,05$), como mostra a tabela 2.

Tabela 2: Análise agronômica das regiões de São Bento do Sapucaí e Indaiatuba, safras 2017 e 2018.

Região/ safra	Diâmetro das Bagas (mm)	Peso das bagas (g)	Comprimento do cacho (cm)	Peso do cacho (g)
SB2017	12,43 ± 0,95 a	1,26 ± 0,17 b	13,02 ± 1,35 a,b	101,76 ± 29,71 b
IN2017	11,09 ± 0,95 c	1,41 ± 0,17 a	10,87 ± 1,35 b	76,26 ± 29,71 b,c
SB2018	11,76 ± 0,95 b	1,01 ± 0,17 c	12,09 ± 1,35 a,b	68,58 ± 29,71 c
IN2018	10,21 ± 0,95 d	1,23 ± 0,17 b	14,05 ± 1,35 a	134,41 ± 29,71 a

Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna mostram diferenças significativas pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$). SB2017: São Bento do Sapucaí 2017; SB2018: São Bento do Sapucaí 2018; IN2017: Indaiatuba 2017; IN2018: Indaiatuba 2018.

Foram observados diferenças entre os valores médios nos quatro parâmetros, entre todas as amostras, o que é mais provavelmente relacionado aos níveis de maturação entre as safras e regiões. Os valores encontrados para o diâmetro das bagas SB2017, IN2017, SB2018 e IN2018 foram semelhantes aos encontrados por Mota et al, (2007), nas safras de 2007 e 2008 na região da Serra da Mantiqueira – MG; também são semelhantes aos valores encontrados por Favero et al. (2008), em vinhedos localizados ao Sul de Minas Gerais.

O peso das bagas de IN2017, está próximo aos valores encontrados por Mota et al, (2007), de 1,43g e de Pisciotto et al (2013) na África do Sul. Os valores encontrados de SB2017, SB2018 e IN2018 são semelhantes aos encontrados por Vanleeuwen et al (2004) em Bordeaux e por Benz et al (2006) em Napa Valley.

Mota et al, (2007), encontraram valores semelhantes aos de SB2017 e IN2018 para o tamanho dos cachos de Syrah. Enquanto IN2017 e SB2018 foram semelhantes aos valores descritos por Junior et al (2019). O peso dos cachos

encontrados em SB2017 e IN2018 são próximos aos encontrados por Mota et al, (2007), e por Junior et al (2019). Já IN2017 e SB2018 estão abaixo dos valores encontrados na literatura. Essa diferença entre os tamanhos dos cachos pode ser dado por diferenças climáticas e pluviométrica e por tratos culturais diferentes entre os dois vinhedos (BOLETIM 200 IAC, 1998)

Os índices de maturação tecnológica foram quantificados durante a colheita e também durante a obtenção do mosto. O conteúdo de sólidos solúveis totais (SST) em °Brix, densidade, acidez total em meq.L⁻¹ e pH foram analisados, como mostra a tabela 3. A análise estatística mostra que existe diferença significativa entre as safras e entre as regiões.

Tabela 3: Análise química do mosto das regiões de São Bento do Sapucaí e Indaiatuba, safras 2017 e 2018.

Análises químicas do mosto	SBS 2017	IN 2017	SBS 2018	IN 2018
SST (BRIX)	21,5 ± 1,49 c	20,0 ± 1,49 d	22,5 ± 1,49 b	23,5 ± 1,49 a
Densidade	1090 ± 3,42 b	1084 ± 3,42 d	1088 ± 3,42 c	1092 ± 3,42 a
Acidez total (meq.L⁻¹)	100 ± 9,03 b	105 ± 9,03 a	94 ± 9,03 c	84 ± 9,03 d
pH	2,90 ± 0,57 d	2,97 ± 0,57 c	3,94 ± 0,57 a	3,90 ± 0,57 b
Ácido cítrico (ml.L⁻¹)	0,27 ± 0,06 a	0,15 ± 0,06 b	0,23 ± 0,06 ab	0,15 ± 0,06 b
Ácido tartárico (ml.L⁻¹)	9,45 ± 2,17 a	6,72 ± 2,17 ab	6,21 ± 2,17 b	4,18 ± 2,17 b
Ácido málico (ml.L⁻¹)	6,10 ± 1,2 a	4,08 ± 1,2 b	3,24 ± 1,2 b	4,41 ± 1,2 b
Ácido succínico (ml.L⁻¹)	1,68 ± 0,7 ab	1,56 ± 0,7 ab	0,61 ± 0,7 b	2,41 ± 0,7 a

Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna mostram diferenças significativas pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$). SB2017: São Bento do Sapucaí 2017; SB2018: São Bento do Sapucaí 2018; IN2017: Indaiatuba 2017; IN2018: Indaiatuba 2018.

Em ambas regiões, a safra de 2018 apresentou características mais favoráveis a elaboração do vinho tinto, com maiores teores de sólidos solúveis, densidade e acidez total. Isso pode estar relacionado ao fato de que em ambas as regiões houve menor índice pluviométrico na fase de maturação da uva (junho a agosto). Para SB em 2017, a precipitação foi de 87,3 mm. Já em 2018, foi de 45,8 mm. Da mesma maneira, IN apresentou índice pluviométrico em 2017 de 142,8 mm enquanto em 2018 apresentou 81,6 mm.

Os valores encontrados de °Brix para IN2017 e SB2017 foram semelhantes aos encontrados por Mota et al (2007) no sul de Minas Gerais, Lins et al (2015) em Pretolima e Gris et al (2010) Santa Catarina. Para IN2018 e SB2018 apresentam valores próximos aos encontrados por Ribeiro et al (2018) no Vale do São Francisco. Todas as amostras apresentam níveis de SST adequados para elaboração de vinho fino de qualidade segundo Gris et al (2010), que colocam como faixa de valores de 19 °BRIX até 25° BRIX.

O pH encontrado para SB2017 e IN2017 apresentam valores inferiores aos encontrados na literatura. Esses valores podem estar ligados ao maior índice pluviométrico que ocorreram durante o periodo de desenvolvimento das bagas como mostra o gráfico de índice pluviométrico 1, podendo levar a maior acúmulo de ácidos orgânicos. SB2018 e IN2018 apresentam valores superiores aos encontrados por Mota et al (2007), Gris et al (2010) e Orlando et al (2008). A acidez total condiz com os valores de pH encontrados.

As análises de ácidos orgânicos, avaliadas pelo teste de Tunkey ($<0,05$), mostraram que para o ácido cítrico existe semelhança entre as amostras SB2017, SB2018 e entre as amostras IN2017, IN2018 e SB2018.

Os valores de ácido tartárico encontrados para IN2017 e IN2018 são semelhantes aos encontrados por Silva et al (2015). O valor encontrado para SB2017 é similar ao encontrado por Mota et al (2007). O valor de IN2018 é semelhante ao encontrado por Silva et al (2015) nos vinhos do Vale do São Francisco.

Os valores de ácido málico para IN2017 foram menores que SB2017, podendo se relacionar a alta temperatura diurna na região (JACKSON e LOMBARD, 1993). A razão entre ácido tartárico e málico em SB2017, IN2017 e SB2018 estão na faixa

geralmente encontradas nas regiões tradicionais de produção de vinho de Bordeaux e Califórnia (BLOUIN e GUIMBERTEAU, 2004).

4.2 - ANÁLISE DE COMPOSTOS VOLÁTEIS

Foram coletadas amostras das principais etapas de elaboração do vinho: mosto, fermentação alcoólica, fermentação malolática, envase, 6 meses de envelhecimento e 12 meses de envelhecimento. Após serem analisadas, observou-se que as etapas que mais influenciam o processo de elaboração do vinho quanto as diferenças na composição volátil, são as etapas de obtenção do mosto, envase e 12 meses de envelhecimento.

Ao todo, 103 compostos foram identificados, sendo 81 compostos em SB e 76 em IN. Desses 103 compostos, 54 foram identificados em ambas as regiões, 27 foram identificados somente em SB e 22 somente em IN (Tabela 4).

O maior grupo de compostos voláteis encontrado em ambas as regiões e em ambas as safras foi o grupo éster com 43 compostos, seguido do grupo álcool com 27 compostos voláteis. Resultado semelhante foi encontrado por (MOTA et al.; 2020) em plantas conduzidas sob dupla poda cultivadas em outra região do sudeste brasileiro. O grupo éster contribui para as notas frutadas no vinho (GONZÁLES-BARREIRO et al. 2015).

A análise de componentes principais mostra que há diferença entre os compostos encontrados no mosto, entre as regiões de São Bento do Sapucaí e Indaiatuba na safra de 2017 e 2018.

Figura 9. *Score plot* discriminativo como componente principal o mosto a diferença entre regiões na região de São Bento do Sapucaí e Indaiatuba na safra de 2017.

Figura 10. *Score plot* discriminativo como componente principal o mosto a diferença entre regiões na região de São Bento do Sapucaí e Indaiatuba na safra de 2018.

Os compostos que, aparentemente, mais influenciaram as diferenças entre os mostos produzidos com uvas de SB e IN em ambas as safras e em ambas as regiões

foram: 1-Octen-3-ol (AL1), Phenylethyl Alcohol (AL3), 1-Hexanol (AL6), 1-Octanol (AL7), Ethyl hexanoate (E1), Ethyl Decanoate (E2), Isopentyl hexanoate (E15), Ethyl Dodecanoate (E43), Pentanal (AD1) e Nonanal (AD8). Os compostos encontrados são descritos por Mayr et al. (2014) Antalick et al. (2015) em vinhos australianos e por Marie et al (2019) em vinhos elaborados no Vale Du Rhonê – França. Os compostos encontrados somente no mosto em SB em ambas as regiões são: 3-Hexen-1-ol, (Z)- (AL2), beta.-Phellandrene (T9), o-Cymene (T10), .alpha.-Phellandrene (T11), (furan-2-yl) ethylene (T12) e 5-Hydroxymethylfurfural (F1). Já o composto encontrado somente em IN em ambas as safras foi o composto Terpinen-4-ol (T1). Esses compostos encontrados no mosto têm sua origem no metabolismo da própria variedade e são influenciados por fatores externos, como solo e clima (BELANCIC e AGOSIN.; 2000). Embora vários fatores possam influenciar as diferenças na composição volátil, os dados obtidos permitem supor que a dupla poda não influencia o metabolismo das bagas a ponto de produzir um perfil de compostos voláteis totalmente estranho ao esperado para um produto derivado de uvas Syrah.

O maior detalhamento sobre as diferenças nos teores relativos dos compostos identificados nas regiões, em todas as etapas de vinificação analisadas, bem como nas duas safras, pode ser acessado nos *heat-maps* construídos com os valores normalizados das áreas dos compostos no Anexo 2

Tabela 4: Compostos voláteis identificados por classes nas etapas de elaboração do vinho com os respectivos CAS, código, nome do composto, descritor aromático (Análise por HS-SPME/GC-MS). Realizado na safra de 2017 e 2018 nas regiões de São Bento do Sapucaí (SB) e Indaiatuba (IN).

CAS	Código	Composto	Descritor aromático	Mosto 2017		Mosto 2018		Envase 2017		Envase 2018		12 meses 2017		12 meses 2018	
Álcool															
3391-86-4	AL1	1-Octen-3-ol	Cogumelo												
928-96-1	AL2	3-Hexen-1-ol, (Z)-	Herbáceo												
60-12-8	AL3	Phenylethyl Alcohol	Especiaria												
78-83-1	AL4	Isobutanol	Vinho												
64-17-5	AL5	Ethanol	Alcool												
111-27-3	AL6	1-Hexanol	Herbáceo												
111-87-5	AL7	1-Octanol	Frutado												
111-70-6	AL8	1-Heptanol	Herbáceo												
143-08-8	AL9	1-Nonanol	Floral												
928-95-0	AL10	2-Hexen-1-ol, (E)-	Frutado												
104-76-7	AL11	2-ethyl-1-hexanol	Floral												
123-51-3	AL12	Isomyl Alcohol	Whiskey												
71-36-3	AL13	1-Butanol	Adocicado												
544-12-7	AL14	3-Hexen-1-ol	Herbáceo												
818-49-5	AL15	4-Methyl-1-hexanol	Adocicado												
501-94-0	AL16	4-hydroxyphenethyl alcohol	Floral												
78-70-6	AL17	Linalool	Floral												
90-05-1	AL18	Ortho-Guaiacol	Adocicado												
112-30-1	AL19	1-Decanol	Floral												
628-99-9	AL20	2-Nonanol	Cítrico												
626-89-1	AL21	4-Methyl-1-Pentanol	Nozes												
142-50-7	AL22	Cis-Nerolidol	Floral												
71-41-0	AL23	1-Pentanol	Adocicado												
1117-61-9	AL24	(R)-(+)-beta-citronellol	Floral												
100-51-6	AL25	Benzyl alcohol	Floral												
505-10-2	AL26	Methionol	Adocicado												
67-56-1	AL27	Methyl Alcohol	Alcool												
Terpenos															
562-74-3	T1	Terpinen-4-ol	Pimenta												
36431-72-8	T2	Theaspirane	Especiaria												
100-42-5	T3	Styrene	Floral												
104-50-7	T4	Gamma-Octalactone	Coco												
21391-99-1	T5	alpha-calacorene	Amadeirado												
673-84-7	T6	Allocimene	Especiaria												
93-89-0	T7	Ethyl Benzoate	Fruta seca												
13679-85-1	T8	Blackberry thiophenone	Mirtilo												
555-10-2	T9	beta.-Phellandrene	Menta												
527-84-4	T10	o-Cymene	Cítrico												
99-83-2	T11	alpha.-Phellandrene	Especiaria												
1487-18-9	T12	(furan-2-yl)ethylene	Café

São Bento do Sapucaí
Indaiatuba

CAS	Código	Composto	Descritor aromático	Mosto 2017	Mosto 2018	Envase 2017	Envase 2018	12 meses 2017	12 meses 2018
Éster									
123-66-0	E1	Ethyl hexanoate	Fruta vermelha						
110-38-3	E2	Ethyl Decanoate	Cognac						
111-11-5	E3	Methyl octanoate	Fruta citrica						
142-92-7	E4	Hexyl acetate	Fruta vermelha						
106-32-1	E5	Ethyl octanoate	Floral						
105-54-4	E6	Ethyl butanoate	Fruta madura						
123-92-2	E7	Isoamyl acetate	Fruta vermelha						
106-30-9	E8	Ethyl Heptanoate	Cognac						
123-25-1	E9	Diethyl succinate	Frutado						
141-78-6	E10	Ethyl Acetate	Frutado						
2035-99-6	E11	Isoamyl Octanoate	Frutado						
103-45-7	E12	Phenethyl acetate	Floral doce						
78-36-4	E13	Linalyl butanoate	Mel						
76649-16-6	E14	Ethyl trans-4-decenoate	Fruta citrica						
2198-61-0	E15	Isopentyl hexanoate	Frutado						
628-63-7	E16	Amyl Acetate	Frutado						
103-52-6	E17	Phenethyl Butyrate	Morango						
112-06-1	E18	Heptyl Acetate	Pera						
105-85-1	E19	Citronellyl Formate	Frutado						
106-73-0	E20	Methyl Heptanoate	Padrão Interno						
118-61-6	E21	Ethyl salicylate	Wintergreen						
628-97-7	E22	Ethyl Palmitate	Manteiga						
638-11-9	E23	Isopropyl butyrate	Abacaxi maduro						
141-16-2	E24	Citronellyl butyrate	Rosa						
124-06-1	E25	Ethyl tetradecanoate	Lirio						
119-36-8	E26	Methyl salicylate	Menta						
108-64-5	E27	Ethyl Isovalerate	Frutado						
110-19-0	E28	Isobutyl ester	Pera						
97-64-3	E29	Ehtyl lactate	Caramelo						
41114-00-5	E30	Ethyl Pentadecanoate	Mel						
7460-74-4	E31	2-Phenethyl Valerate	Rosa						
5451-52-5	E32	Decyl Formate	Madresilva						
659-70-1	E33	Isoamyl Isovalerate	Maça madura						
617-05-0	E34	Ethyl Vanillate	Defumado						
7452-79-1	E35	Ethyl 2 methyl butyrate	Frutado						
106-27-4	E36	Isoamyl Butyrate	Damasco						
120-50-3	E37	Isobutyl Benzoate	Frutado						
105-37-3	E38	Propanoic acid, ehtyl ester	Frutado						
2306-91-4	E39	Isoamyl Decanoate	Frutado						
57943-67-6	E40	Phenethyl nonanoate	Frutado						
67233-91-4	E41	Ethyl 9-decenoate	Frutado						
614-99-3	E42	Ethyl 2-furoate	Floral						
106-33-2	E43	Ethyl Dodecanoate	Floral

São Bento do Sapucaí
Indaiatuba

CAS	Código	Composto	Descritor aromático	Mosto 2017	Mosto 2018	Envase 2017	Envase 2018	12 meses 2017	12 meses 2018
Aldeído									
110-62-3	AD1	Pentanal	Fruta seca
6728-26-3	AD2	2-Hexenal, (E)-	Banana
100-52-7	AD3	Benzaldehyde	Cereja
66-25-1	AD4	Hexanal	Herbáceo
123-29-5	AD5	Nonanoic acid, ethyl ester	Floral
75-07-0	AD6	Ethanal	Frutado
112-31-2	AD7	Decanal	Citrico
124-19-6	AD8	Nonanal	Floral
Acetonas									
110-93-0	AC1	5-Hepten-2-one, 6-methyl-	Fruta cítrica
23726-93-4	AC2	Beta-Damascenone	Tabaco
96-48-0	AC3	Butyrolactone	Manteiga
6901-97-9	AC4	Alpha-Ionone	Floral
78-94-4	AC5	Methyl vinyl ketone	Adocicado
8013-90-9	AC6	Ionone	Amadeirado
110-43-0	AC7	2-Heptanone	Herbáceo
14073-97-3	AC8	l-Menthone	Menta
Furanóide									
67-47-0	F1	5-Hydroxymethylfurfural	Manteiga
Ácidos									
124-07-2	ACD1	Octanoic acid	Herbáceo
105-43-1	ACD2	Pentanoic acid, 3-methyl-	Herbáceo
334-48-5	ACD3	Decanoic Acid	Ranço
109-52-4	ACD4	Pentanoic acid	Ranço

São Bento do Sapucaí
Indaiatuba

envelhecimento em garrafa por 12 meses em SB, em ambas as safras foram: Isobutanol (AL4), Ethanol (AL5), 1-Nonanol (AL9), Ethyl butanoate (E6), Isoamyl acetate (E7), Diethyl succinate (E9), Phenethyl acetate (E12) e Ethyl trans 4-decenoate (E14). Enquanto em IN foram: Isobutanol (AL4), Ethanol (AL5), Ethyl butanoate (E6), Isoamyl acetate (E7), Diethyl Succinate (E9), Phenethyl acetate (E12), Ethyl trans-4-decenoate (E14), Ethyl salicylate (E21), Ethyl Palmitate (E22), Methyl salicylate (E26), Isobutyl ester (E28), Methyl vinyl ketone (AC5), Octanoic acid (ACD1). 1-Nonanol (AL9) foi encontrado somente em SB, porém esse composto foi encontrado em outros vinhos de inverno da região sudeste como mostra (MOTA et al, 2020).

A análise de componentes principais mostra que há diferença entre os compostos encontrados no envelhecimento, entre as regiões de São Bento do Sapucaí e Indaiatuba na safra de 2017 e 2018.

Figura 13. Score plot discriminativo como componente principal o envelhecimento a diferença entre regiões na região de São Bento do Sapucaí e Indaiatuba na safra de 2017.

Figura 14. *Score plot* discriminativo como componente principal o envelhecimento a diferença entre regiões na região de São Bento do Sapucaí e Indaiatuba na safra de 2018.

Os compostos com maior influência na separação das amostras dos vinhos no envelhecimento em SB, formados a partir de combinações ocorridas dentro da garrafa, foram: 2-ethyl-1-hexanol (AL11), Isoamyl Alcohol (AL12), (R)-(+)-beta-citronellol (AL24), Isoamyl Decanoate (E39), Ethyl 2-furoate (E42), Butyrolactone (AC3), Beta-Damascenone (AC2) e Ionone (AC6). Enquanto em IN foram: Benzyl alcohol (AL25), Methionol (AL26), Methyl Alcohol (AL27), Blackberry thiophenone (T8), Linalyl butanoate (E13), Ethyl 2 methyl butyrate (E35), Propanoic acid ethyl ester (E38), Decanal (AD7), Beta-Damascenone (AC2), Ionone (AC6), e Pentanoic acid, 3-methyl- (ACD2). Os compostos característicos de envelhecimento nos vinhos encontrados, como a Beta-Damascenone, são formados por reações enzimáticas de carotenóides que são posteriormente submetidos a reações catalíticas durante o envelhecimento do vinho (BRILLANTE et al. 2018)

Os terpenos são sintetizados durante a maturação da uva e são responsáveis pelos descritores de pimenta característicos da variedade Syrah. Nesse estudo, os compostos Terpinen-4-ol (T1), Theaspirane (T2), Allocimene (T6) e alpha-

Phellandrene (T11) foram identificados como descritores de pimenta. Entretanto os únicos que são identificados no vinho após 12 meses de envelhecimento são os compostos Allocimene (T6) em SB e Theaspirane (T2) em IN. O composto característico pelo aroma de pimenta Rotundona não foi encontrado nesse estudo e em outro estudo com vinhos da região sudeste com colheita de inverno como mostra (MOTA et al 2020), sendo necessário mais estudos a respeito para confirmar se isto é um efeito significativo ocasionado pela dupla poda ou outros tratos agrônômicos ou ainda por outros fatores associados as linhagens cultivadas no país e fatores edafoclimáticos.

Através de uma análise qualitativa, foi observado que ao longo do processo o mosto perde/transforma parte de seus compostos devido às variáveis da vinificação, como oxidação, catálise enzimática, variáveis associadas a levedura, entre outros (ILC et al. 2016). Os compostos formados a partir das fermentações se conservam até o envelhecimento e novos compostos são acrescentados nas etapas seguintes de elaboração (figura 15).

Figura 15: Análise qualitativa dos compostos ao longo do processo de elaboração nas regiões de São Bento do Sapucaí e Indaiatuba na safra de 2018.

Oito compostos foram identificados em ambas as regiões e em ambas as safras, do mosto até 12 meses de envelhecimento em garrafa. Esses compostos podem representar possíveis descritores de vinhos da variedade Syrah cultivada no estado de São Paulo – Brasil, uma vez que esses compostos são da própria uva e permaneceram durante todo o processo: Phenylethyl Alcohol (AL3), 1-Hexanol (AL6), 1-Octanol (AL7), Ethyl hexanoate (E1), Ethyl Decanoate (E2), Isopentyl hexanoate (E15), Ethyl Dodecanoate (E43I) e Nonanal (AD8). Esses compostos encontrados são também descritos por outros autores como (MAYR et al. 2014) (ANTALICK et al. 2015) em vinhos australianos, por Brillante et al. 2018 em vinhos da Califórnia – EUA e Hunter e Volschenk, 2018 em vinhos da África do Sul. Estes compostos representam os aromas percebidos pelo consumidor final e, são associados a qualidade e identidade do vinho (WELDEGERGIS et al, 2011).

Em resumo, as análises agronômicas mostraram que os valores encontrados são parecidos com outras regiões produtoras no Brasil e em outros países. O ácido málico é menor em Indaiatuba por apresentar altas temperaturas e maiores em São Bento do Sapucaí.

Pode-se observar que apesar da semelhança na composição volátil encontrada, existe diferença entre as regiões de São Bento do Sapucaí e Indaiatuba assim como entre as safras de 2017 e 2018. Este estudo mostra que uma parte dos compostos que se tem na uva (pré-fermentativos) se perde/transforma em outros compostos ao longo do processo de elaboração. A maior parte dos compostos do vinho são formados a partir do processo de fermentação alcoólica e fermentação malolática, mas o envelhecimento também contribui para a formação de compostos voláteis. Os ésteres forma os compostos mais evidentes em ambas as regiões, contribuindo para aromas do tipo floral e frutado.

5- CONCLUSÃO

Apesar dos vinhos serem produzidos em novas regiões com ciclo invertido de produção, eles apresentam compostos e descritores esperados para a variedade. Este é um resultado desejado, mas que ainda merece maior aprofundamento. É possível supor que a inversão de ciclo deva provocar alterações significativas no metabolismo da planta e dos frutos especialmente. Contudo, a extensão destas modificações, em termos de detalhamento molecular, ainda é pouco claro e seu conhecimento muito necessário, visto que o volume de produção de vinhos derivados deste sistema de produção vem crescendo rapidamente, particularmente no Brasil. Este é um diferencial importante para o vinho produzido no país e que começa a chamar a atenção do mercado mundial.

Dado o cuidado empregado neste estudo de ter o maior número de variáveis similares entre as vinificações das uvas das duas regiões, foi possível caracterizar compostos voláteis exclusivos de cada região vinícola. Estes compostos podem representar potenciais marcadores químicos dos vinhos destas regiões, auxiliando futuras propostas de certificação de origem geográfica.

6- ANEXOS:

6.1 - Anexo 1

RELATÓRIO DE VINIFICAÇÃO											
PROJETO:	Mestrado Lucas - 2017										
REGIÃO:	São Bento do Sapucaí										
PESO:	18,25 Kg										
TANQUE:	Pirex 25 L (1)										
ANÁLISES											
°BRIX:	21,5										
DENSIDADE:	1090										
ACIDEZ TOTAL	100										
pH:	2,9										
ACOMPANHAMENTO DIÁRIO DE VINIFICAÇÃO											
DATA	HORA	DENSID.	TEMP.	DATA	HORA	DENSID.	TEMP.	DATA	HORA	DENSID.	TEMP.
09/08	8h	1094	17								
10/08	8h	1089	21								
11/08	8h	1075	20								
12/08	8h	1055	20								
13/08	8h	1035	20								
14/08	8h	1014	20								
15/08	8h	1008	18								
16/08	8h	1001	18								
17/08	8h	994	20								
VINIFICAÇÃO											
COLHEITA:	06/08/2017										
DESENGACE:	07/08/2017										
OPF:	-										
INÍCIO F.A. :	08/08/2017										
FIM F.A. :	17/08/2017										
DESCUBE:	17/08/2017										
FML:											
ESTABILIZAÇÃO	15 dias por -5°C										
LEVEDURA:	25g/Hl (Maurivin Awri1503)										
ENZIMA:	2g/hl (Colorpect)										
CLARIFICANTE:											
SO ₂ INICIAL:	80 mg/L										
OBSERVAÇÕES E CORREÇÕES AO LONGO DO PROCESSO											
Após F.M -> correção do SO ₂ para 35 mg/L											
Envase -> correção do SO ₂ para 35 mg/L											

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA SÃO PAULO <small>Campus São Roque</small>											
RELATÓRIO DE VINIFICAÇÃO											
PROJETO:	Mestrado Lucas - 2017										
REGIÃO:	Indaiatuba										
PESO:	12,33 Kg										
TANQUE:	Pirex 25 L (1)										
ANÁLISES											
*BRIX:	20										
DENSIDADE:	1084										
ACIDEZ TOTAL:	105										
pH:	2,97										
ACOMPANHAMENTO DIÁRIO DE VINIFICAÇÃO											
DATA	HORA	DENSID.	TEMP.	DATA	HORA	DENSID.	TEMP.	DATA	HORA	DENSID.	TEMP.
09/08	8h	1090	18								
10/08	8h	1082	21								
11/08	8h	1065	20								
12/08	8h	1050	20								
13/08	8h	1032	20								
14/08	8h	1014	18								
15/08	8h	1008	18								
16/08	8h	1003	20								
17/08	8h	996	20								
VINIFICAÇÃO											
COLHEITA:	06/08/2017										
DESENGACE:	07/08/2017										
OPF:	-										
INÍCIO F.A. :	08/08/2017										
FIM F.A. :	17/08/2017										
DESCUBE:	17/08/2017										
FML:											
ESTABILIZAÇÃO	15 dias por -5°C										
LEVEDURA:	25g/Hl (Maurivin Awri1503)										
ENZIMA:	2g/hl (Colorpect)										
CLARIFICANTE:											
SO ₂ INICIAL:	80 mg/L										
OBSERVAÇÕES E CORREÇÕES AO LONGO DO PROCESSO											
Após F.M -> correção do SO2 para 35 mg/L											
Envase -> correção do SO2 para 35 mg/L

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA SÃO PAULO Campus São Roque												RELATÓRIO DE VINIFICAÇÃO											
PROJETO:		Mestrado Lucas - 2017																					
REGIÃO:		Indaiatuba																					
PESO:		12,33 Kg																					
TANQUE:		Pirex 25 L (1)																					
ANÁLISES																							
°BRIX:		20																					
DENSIDADE:		1084																					
ACIDEZ TOTAL:		105																					
pH:		2,97																					
ACOMPANHAMENTO DIÁRIO DE VINIFICAÇÃO																							
DATA		HORA		DENSID.		TEMP.		DATA		HORA		DENSID.		TEMP.		DATA		HORA		DENSID.		TEMP.	
09/08		8h		1090		17																	
10/08		8h		1080		21																	
11/08		8h		1067		20																	
12/08		8h		1050		20																	
13/08		8h		1034		20																	
14/08		8h		1016		18																	
15/08		8h		1012		18																	
16/08		8h		1003		20																	
17/08		8h		996		20																	
						19,3333																	
VINIFICAÇÃO																							
COLHEITA:		06/08/2017																					
DESENGACE:		07/08/2017																					
OPF:		-																					
INÍCIO F.A. :		08/08/2017																					
FIM F.A. :		17/08/2017																					
DESCUBE:		17/08/2017																					
FML:																							
ESTABILIZAÇÃO		15 dias por -5°C																					
LEVEDURA:		25g/Hl (Maurivin Awri1503)																					
ENZIMA:		2g/hl (Colorpect)																					
CLARIFICANTE:																							
SO ₂ INICIAL:		80 mg/L																					
OBSERVAÇÕES E CORREÇÕES AO LONGO DO PROCESSO																							
Após F.M -> correção do SO ₂ para 35 mg/L																							
Envase -> correção do SO ₂ para 35 mg/L

RELATÓRIO DE VINIFICAÇÃO											
PROJETO:	Mestrado Lucas - 2018										
REGIÃO:	São Bento do Sapucaí										
PESO:	32 Kg										
TANQUE:	Pirex 25 L (1)										
ANÁLISES											
°BRIX:	22,5										
DENSIDADE:	1088										
ACIDEZ TOTAL:	94 meq/L										
pH:	3,94										
ACOMPANHAMENTO DIÁRIO DE VINIFICAÇÃO											
DATA	HORA	DENSID.	TEMP.	DATA	HORA	DENSID.	TEMP.	DATA	HORA	DENSID.	TEMP.
15-Aug	8h	1090	18								
16-Aug	8h	1078	18								
17-Aug	8h	1050	16								
18-Aug	8h	1042	19								
19-Aug	8h	1026	18								
20-Aug	8h	1008	17								
21-Aug	8h	1002	17								
22-Aug	8h	998	19								
23-Aug	8h	996	20								
24-Aug	8h										
VINIFICAÇÃO											
COLHEITA:	13/08/2018										
DESENGACE:	14/08/2018										
OPF:	-										
INÍCIO F.A. :	14/08/2018										
FIM F.A. :	24/08/2018										
DESCUBE:	24/08/2018										
FML:											
ESTABILIZAÇÃO:	15 dias por -5°C										
LEVEDURA:	25g/HI (Maurivin Awri1503)										
ENZIMA:											
CLARIFICANTE:											
SO ₂ INICIAL:	80 mg/L										
OBSERVAÇÕES E CORREÇÕES AO LONGO DO PROCESSO											
Após F.M -> correção do SO ₂ para 35 mg/L											
Envase -> correção do SO ₂ para 35 mg/L											

PROJETO:	Mestrado Lucas - 2018								
REGIÃO:	São Bento do Sapucaí								
PESO:	32 kg								
TANQUE:	Pirex 25 L (2)								

°BRIX:	22,5								
DENSIDADE:	1088								
ACIDEZ TOTAL	94 meq/L								
pH:	3,94								

DATA	HORA	DENSID.	TEMP.	DATA	HORA	DENSID.	TEMP.	DATA	HORA	DENSID.	TEMP.
15-Aug	8h	1094	18								
16-Aug	8h	1084	18								
17-Aug	8h	1050	16								
18-Aug	8h	1046	19								
19-Aug	8h	1032	18								
20-Aug	8h	1022	17								
21-Aug	8h	1014	17								
22-Aug	8h	1002	19								
23-Aug	8h	998	20								
24-Aug		998									

COLHEITA:	13/08/2018									
DESENGACE:	14/08/2018									
OPF:	-									
INÍCIO F.A. :	14/08/2018									
FIM F.A. :	24/08/2018									
DESCUBE:	24/08/2018									
FML:										
ESTABILIZAÇÃO	15 dias por -5°C									
LEVEDURA:	25g/Hl (Maurivin Awri1503)									
ENZIMA:	2g/hl (Colorpect)									
CLARIFICANTE:										
SO ₂ INICIAL:	80 mg/L									

[illegible]

PROJETO:	Mestrado Lucas - 2018																		
REGIÃO:	Indaiatuba																		
PESO:	32 kg																		
TANQUE:	Pirex 25 L (1)																		
ANÁLISES																			
°BRIX:	23,5																		
DENSIDADE:	1092																		
ACIDEZ TOTAL:	84																		
pH:	3,9																		
ACOMPANHAMENTO DIÁRIO DE VINIFICAÇÃO																			
DATA	HORA	DENSID.	TEMP.	DATA	HORA	DENSID.	TEMP.	DATA	HORA	DENSID.	TEMP.								
07-Aug	8h	1090	11	18-Aug	8h	996	19												
08-Aug	8h	1084	17	19-Aug	8h	1000	18												
09-Aug	8h	1072	19	20-Aug	8h	998	16												
10-Aug	8h	1052	17	21-Aug	8h	996	17												
11-Aug	8h	1036	17																
12-Aug	8h	1036	15																
13-Aug	8h	1030	18																
14-Aug	8h	1025	16																
15-Aug	8h	1014	18																
16-Aug	8h	1010	17																
17-Aug	8h	1004	16																
VINIFICAÇÃO																			
COLHEITA:	05/08/2018																		
DESENGACE:	06/08/2018																		
OPF:	-																		
INÍCIO F.A. :	06/08/2018																		
FIM F.A. :	22/08/2018																		
DESCUBE:	22/08/2018																		
FML:																			
ESTABILIZAÇÃO:																			
LEVEDURA:	25g/Hl (Maurivin Awri1503)																		
ENZIMA:	2g/hl pectolítica Colorpect																		
CLARIFICANTE:																			
SO ₂ INICIAL:	80 mg/L																		
OBSERVAÇÕES E CORREÇÕES AO LONGO DO PROCESSO																			
Após fermentação malolática -> correção do SO2 para 35 mg/L																			
Envase -> correção do SO2 para 35 mg/L

HeatMap mosto 2018

HeatMap envase 2017

HeatMap envase 2018

Heatmap 12 meses 2017

HeatMap 12 meses 2018

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICA

A.C. NOBLE, R.A. FLATH, R.R. FORREY, J. **Agric. Food Chem.** 28,346, 1980.

AHMED, W. M.; NIJSEN T. M. N.; GOODACRE R.; FOWLER S. J. **Exhaled Volatile Organic Compounds of Infection: A Systematic Review.** *ACS Infect. Dis.* 2017, 3, 10, 695–710 Publication Date:September 4, 2017.

AGOSIN, E. **Potencial aromático de las principales variedades de uva cultivadas en climas cálidos: el caso de Sudamérica.** ACE: Revista de enología, ISSN-e 1697-4123, Nº. 134, 2013.

AGOSIN, E.; BELANCIC, A. **Aromatic potential of certain Muscat grape varieties important for Pisco production in Chile.** Am J. Enol. Vitic, 2000.

AMORIN, D. A.; FAVERO, A.C.; REGINA, M.A. **Produções extemporânea da videira, cultivar Syrah, nas condições do sul de Minas Gerais.** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 27, n.2 p. 327-331, 2005.

AMORIN, D. A.; REGINA, M. A.; FÁVERO, A. C.; MOTA, R. V.; PEREIRA, G. E. **Elaboração de vinho tinto fino. Informe agropecuário.** Belo Horizonte, v.27, . 124, p.65-76. 2006.

ANTALICK, G.; ŠUKLJE, K.; BLACKMAN, J.W.; MEEKS, C.; DELOIRE, A.; SCHMIDTKE, L.M. **Influence of grape composition on red wine ester profile: comparison between Cabernet Sauvignon and Shiraz cultivars from Australian warm climate.** Journal, 2015.

AWRI – **The Australian Wine Research Institute. Achieving successful malolactic fermentation.** Australia, 2016. Disponível em <<https://www.awri.com.au/wp-content/uploads/2011/06/Malolactic-fermentation.pdf>> acesso 10/05/2019.

BELANCIC, A. Y E. AGOSIN. 2002. **Aromas varietales: Influencia de ciertas prácticas vitícolas y enológicas.** Disponible en: <http://www.recursosdeenologia.com/rec/23/aromas-varietales-influenciade-ciertas-practicas-vitcolas-y-enologicas/>. Acesso em 08 de maio de 2019.

BENZ M.J., ANDERSON M.M., WILLIAMS M.A., BARNHISEL K. and WOLPERT J.A. **Viticultural performance of five Merlot clones in Oakville**, Napa Valley. Am. J. Enol. Vitic., 57, 233-237, 2006.

BLOUIN J. and GUIMBERTEAU G. **Principales components de la uva y evolución durante la maduración**, 57-100. In: Maduración y madurez de la uva. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, p. 151, 2004.

BNDES Setorial. **Desafio da viticultura brasileira**. Rio de Janeiro, n. 19, p. 67-90, mar. 2004.

BOLETIN 200 INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. Disponível em: http://www.iac.sp.gov.br/areasdepesquisa/frutas/frutiferas_cont.php?nome=Uvas. Acesso: 12/10/2020.

BRILLANTE, L.; MARTÍNEZ-LÜSCHER, J.; KAN KURTURAL, S. **Applied water and mechanical canopy management affect berry and wine phenolic and aroma composition of grapevine (Vitis vinifera L., cv. Syrah) in central California**. Scientia Horticulturae 227: 261–271, 2018.

CÂMARA, J. S.; ALVES, A.; MARQUES, J. C. **Multivariate analysis for the classification and differentiation of Madeira wines according to main grape varieties**. Talanta, v. 68, p. 1512-1521, 2006.

CAMARGO, U.A. Variedades de uva. In: GUERRA, C.G.; MANDELLI, F.; TONIETTO, J.; ZANUS, M.C.; CAMARGO, U.A. **Conhecendo o essencial sobre uvas e vinhos**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2009.

CAMARGO, U.A.; TONIETTO, J.; HOFFMANN, A. **Progresso na viticultura brasileira**. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, Volume Especial, E. 144-149, Outubro 2011.

CARBONNEAU, A. **La viticulture tropicale mondiale**. Progrés Agricole et Viticole, Montpellier, 127. p. 281- 283. 2010.

CONCEIÇÃO, M. A. F.; TONETTO, J. **Potencial climático para a produção de uvas para a elaboração de vinhos finos no norte de Minas Gerais**. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 27, 2005.

CONDE, C., SILVA, P., FONTES, N., DIAS, A. C. P., TAVARES, R. M., SOUSA, M. J., AGASSE, A., DELROT, S., & GERÓS, H. **Biochemical changes throughout grape berry development and fruit and wine quality**. Global Science Books, 1(1), 1-22, 2007.

CONDURSO, C.; CINCOTTA, F.; TRIPODI, G.; SPARACIO, A.; GIGLIO, D. M. L.; SPARLA, S.; VERZERA, A. **Effects of cluster thinning on wine quality of Syrah cultivar (Vitis vinifera L.)** Eur Food Res Technol 242:1719–1726, 2016.

COPELLO, M. **Brasil, mercado em ebulição**. Revista Vinhos do Brasil. Rio de Janeiro. p.34- 37. 2015

DAL'OSTO, M. C.; BASSI, A. P.; MELO, R. T.; AMARAL, A. L.; DAL'OSTO, M. F. **Caracterização química e sensorial das variedades, Malbec, Cabernet Sauvignon, e Cabernet Franc com colheita de inverno para elaboração de vinhos finos de qualidade em São Roque – SP**. SCIENTIA VITAE, v.4, n.13. São Roque, 2016.

DAL'OSTO, M. C.; ROMBALDI, C.; PURGATTO, E.; AMARAL, L. B.; PAZ, N.; TANNURE, L.; DAL'OSTO, M. **Syrah wine from São Paulo's high lands - Brazil, chemical and sensorial characterization, with an extemporaneous production cycle**. GIESCO: Mendoza, 2017.

DAL'OSTO, M.; MOTTA, R.V. **Emprego de baixas temperaturas na extração de compostos fenólicos durante a elaboração de vinhos Syrah**. Revista Brasileira de Viticultura e Enologia, nº4, p. 36-44. 2012.

DIAS, F. A. N. . **Rootstock on vine performance and wine quality of 'Syrah' under double pruning management**. Scientia Agricola, v. 74, p. 134-141, 2017

ENTAV. **Catalogue des variétés et clones de vignes cultivées en France**. Grau du Roi, p. 357, 1995.

FAVERO, A. C.; AMORIN, D. A.; MOTA, R. V.; SOARES, A. M.; REGINA, M. A. **Viabilidade de produção da videira Syrah, em ciclo de outono-inverno na região sul de Minas Gerais**. Ver. Bras. Frutic.,30,685-690, 2008.

FLANZY, C.;Enologia: **Fundamentos científicos y tecnológicos**.Paris: **Technique et documentation**,. p.783 ,2000

FRANK, S.; WOLLMANN, N.; SCHIEBERLE, P.; HOFMANN, T. **Reconstitution of the flavor signature of Dornfelder red wine on the basis of the natural concentrations of its key aroma and taste compounds**. J. Agric. Food Chem. 59, 8866–8874,2011.

GIOVANNINI, E. **Manual de Viticultura**. Porto Alegre: Editora Bookman, 2014.

GIOVANNINI, E; MANFROI, V. **Viticultura e Enologia**. Bento Golçalves:IFRS. 2ª edição. 2013

GÓMEZ-MÍGUEZ, M.;GÓMEZ-MÍGUEZ, J.; VICARIO, I. M.;HEREDIA,F. J. **Assessment of colour and aroma in white wines vinifications: Effects of grape maturity and soil type**. J. of Food Engineering. 79. 758-764. 10.1016, 2007.

GONZÁLEZ-BARREIRO C., RIAL-OTERO R., CANCHO-GRANDE B., SIMALGÁRDARA J. **Wine aroma compounds in grapes: A critical review**. Crit. Rev. Food Sci., 55, 202-218, 2015.

GRIS, E. F.; BURIN, V. M.; BRIGHENTI, E.; VIEIRA, H.; BORDIGNON-LUIZ, M. T. **Phenology and ripening of Vitis vinifera L. grape varieties in São Joaquim, southern Brazil: a new South American wine growing region**. Cien. Inv. Agr. 37(2):61-75. 2010

HASSIMOTTO, N. M. A, MOTA, R. V, CORDENUNSI, B. R. LAJOLO, F. M. **Physico-chemical characterization and bioactive compounds of blackberry fruits (Rubus sp.) grown in Brazil** Ciências Tecnologia Alimentos, Campinas, 28, v.3. pg: 702-708, jul.-set. 2008.

HUNTER, J. J., & VOLSCHENK, C. G. **Chemical composition and sensory properties of non-wooded and wooded Shiraz (Vitis vinifera L.) wine as affected**

by vineyard row orientation and grape ripeness level. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(7), 2689-2704, 2018.

IBRAVIN. **Cartilha de vinhos do Brasil.** Ed 2 –Bento Gonçalves, RS, 2016.

ILC T., WERCK-REICHHART D., NAVROT N. **Meta-analysis of the core aroma components of grape and wine aroma.** *Front. Plant Sci.*, 7, 1-15, 2016.

JACKSON D.I. and LOMBARD P.B. **Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality – a review.** *Am. J. Enol. Vitic.*, 44, 409-430,1993.

JIANG, B. AND ZHANG, Z. **Volatile Compounds of Young Wines from Cabernet Sauvignon, Cabernet Gernischet and Chardonnay Varieties Grown in the Loess Plateau Region of China.** *Molecules* 15, 9184-9196, 2010.

JUNIOR, A. P.; NETO, F. J.; SILVA, M. J. R.; TECCHIO M. A. **Produção, qualidade e maturação da uva “syrah” em condição subtropical do Brasil.** *Brazilian Journal of Biosystems Engineering* v. 13(1):72-79, 2019.

LINS, A. D. L.; ROQUE, I. M. B.; LISBÔA, C. G. C.; FEITOSA, R. M.; COSTA, J. D. S. **Qualidade durante o desenvolvimento de uvas viníferas ‘Syrah’ do Submédio do Vale São Francisco.** *Revista AGROTEC*, v. 36, n. 1, p. 259-263, 2015.

LIU, S.; LAAKSONEN, O. and YANG, B. **Volatile composition of bilberry wines fermented with non-Saccharomyces and Saccharomyces yeasts in pure, sequential and simultaneous inoculations.** *Food Microbiology* 80 25–39, 2018.

MARIE, A. S.; BAUMES, R. L.; LANGLOIS, D.; RIOU, C.; RAZUNGLES, A. J. **Role of glycosidic aroma precursors on the odorant profiles of grenache noir and syrah wines from the rhone valley. Part 2: characterisation of derived compounds.** *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 43, n°4 , 213-223,2009.

MARIN, F. Z. **Elaboración y crianza del vino tinto: Aspectos científicos y prácticos.** A madrid Vicent ediciones. Ed.1, 224 p., Madri, 2003.

MAYR, C. M.; GEUE, J. P.; HOLT, H. E.; PEARSON, W. P.; JEFFERY, D. W.; FRANCIS, L. **Characterization of the Key Aroma Compounds in Shiraz Wine by Quantitation, Aroma Reconstitution, and Omission Studies**. J. Agric. Food Chem., 62, 4528–45, 2014.

McCORD, J.D., TROUSDALE, E., RYU, D.D.Y. **An improved sample preparation procedure for the analysis of major organic compounds in grape must and wine by high performance liquid chromatography**. American Journal of Enology and Viticulture, Davis v.35, p.28-29, 1984.

MELLO, L. M. R. **Panorama da produção de uvas e vinhos no Brasil**. Campo e negócios. Rio Grande do Sul, 2017.

MOTA, R. V. REGINA, M. A.; CHALFUN, N. N. J.. **Viabilidade de produção da videira Syrah em ciclos de verão e inverno no sul de Minas Gerais**. 2007.

MOTA, R. V.; FAVERO, A. C.; SILVA, C. P. C.; PURGATTO, E.; SHIGA, T. M.; REGINA, M. A. **Wine grape quality of grapevines grown in the cerrado ecoregion of Brazil**. J. Int. Sci. Vigne Vin, 45, n°2, 101-109, 2011.

MOTA, R.V.; SILVA, C. P. C.; FAVERO, A. C.; PURGATTO, E.; SHIGA, T. M.; REGINA, M. A. **Composição físico-química de uvas para vinho fino em ciclos de verão e inverno**. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.32, p. 1127-1137, 2010.

MOTA, R. V. ; PEREGRINO, I. ; RIVERA, S.P.T. ; HASSIMOTTO, N. M. A. ; SOUZA, A.L. ; SOUZA, C. R. . **Characterization of Brazilian Syrah winter wines at bottling and after ageing**. SCIENTIA AGRICOLA , v. 78, p. e20190233, 2020.

ORLANDO, T. G. S.; JÚNIOR, M. J. P.; SANTOS, A. O.; HERNANDES, J. L. **Comportamento das cultivares Cabernet Sauvignone e Syrah em diferentes porta-enxertos**. Ciênc. agrotec., Lavras, v. 32, n. 3, p. 749-755, maio/jun., 2008.

PALIYATH, G.; MURR, D. **Biochemistry of Fruits. Postharvest Biology and Technology of Fruits, Vegetables, and Flowers**, v. 03, p. 19-50, 2008.

PÉREZ, A.G.; SANZ, C. **Formation of fruit flavor**. In: Bruckner, B.; Wyllie, S. G. **Fruit and Vegetable Flavour- Recent Advances and Future Prospects**. Woodhead Publishing. Cap. 4, pag. 41-70, 2008.

PISCIOTTA, A., DI LORENZO, R., BARBAGALLO, M.G. & HUNTER, J.J. **Berry characterisation of cv. Shiraz according to position on the rachis**. S. Afr. J. Enol. Vitic. 34(1), 100-107, 2013.

PROTAS, J. F. da S.; CAMARGO, U. A.; MELLO, L. M. R. de. **Vitivinicultura brasileira: regiões tradicionais e pólos emergentes**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 27, n. 234, p. 7-15, 2006.

RAPOSO, R.; RUIZ-MORENO, M. J.; GARDE-CERDÁN, T.; PUERTAS, B.; MORENO-ROJAS, J. M.; GONZALO-DIAGO, A.; GUERRERO, R.; ORTIZ, V.; CANTOS-VILLAR, E. **Grapevine-shoot stilbene extract as a preservative in red wine**. Food Chemistry, vol 197, pag 1102-1111, 2016.

RIBÉREAU-GAYON, J.; GLORIES, Y.; MAUJEAN, A.; DUBOURDIEU, D. **Traité d'oenologie: chimie du vin - stabilisation et traitements**. 5.ed. Paris: DUNOD. v.2, 566p, 2004.

RIBEIRO, T. P.; LIMA, M. A. C.; ALVES, R. E.; GONÇALVES, A. L. S.; SOUZA, A. P. C. **Chemical characterization of winemaking byproducts from grape varieties cultivated in Vale do São Francisco, Brazil**. Food Sci. Technol, Campinas, 38(4): 577-583, Oct.-Dec. 2018.

RIZZON L.A. and MIELE A. **Avaliação da cv. Cabernet Sauvignon para elaboração de vinho tinto**. Ciênc. Tecnol. Aliment., 22, 192-198, 2002.

SABON, I.; DE REVEL, G.; KOTSERIDIS, Y. AND BERTRAND, A. **Determination of volatile compounds in Grenache wines in relation with different terroirs in the Rhone Valley**. J. Agric. Food Chem. 50:6341-6345, 2002.

SANTOS, J. S. **São Roque de Outrora**. São Roque: O Democrata, 1938.

SELLI, S., T. CABAROGLU, A. CANBAS, H. ERTEN, C. NURGEL, J.P. LEPOUTRE, AND Z. GUNATA. **“Volatile Composition of Red Wine from Cv. Kalecik Karası Grown in Central Anatolia.”** Food Chemistry 85, no. 2, 2004.

SENER, H. **Effect of Temperature and Duration of Maceration on Colour and Sensory Properties of Red Wine - A Review.** S. Afr. J. Enol. Vitic., Vol. 39, No. 2, 2018.

SILVA, T. G. **Diagnóstico vitivinícola do Sul de Minas Gerais. 196 p. dissertação (Mestrado em fitotecnia)** - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998

TOGORES, H. J.; **Tratado de enologia**; Madri, ed.2, 2011.

UVIBRA, 2012. Disponível em: Acesso 4 de junho de 2019.

VAN LEEWEN, C.; FRIANT, P.; CHONÉ, X.; TREGOAT, O.; KOUNDOURAS, S.; DUBORDIEU, D. **Influence of climate, soil, and cultivar on terroir.** Am. J. Enol. Vitic. 55:3, 2004.

VERDI, A. R.; OTANI, M. N. **Vitivinicultura do Estado de São Paulo (Brasil): estratégias de governança e tecnológicas frente aos desafios do mercado.** 39 th OIV Congress, Brazil 2016.

VERDI, A. R.; OTANI, M. N.; MAIA M. L.; FREDO, C. E.; OLIVEIRA, A. L. R.; HENANDES, J. L. **Panorama da vitivinicultura paulista, censo 2009.** Informações Econômicas, SP, v. 41, n. 11, nov. 2011

VILANOVA, M., ZAMUZ, S., VILARIÑO, F., & SIEIRO, C. **Effect of terroir on the volatiles of Vitis vinifera cv. Albariño.** Journal of the Science of Food and Agriculture, 87(7), 1252-1256. <http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.2833>, 2007.

Weldegergis, B. T., Villiers, A., McNeish, C., Seethapathy, S., Mostafa, A., Górecki, T., & Crouch, A. M. **Characterisation of volatile components of Pinotage wines using comprehensive two-dimensional gas chromatography coupled to time-of-flight mass spectrometry (GC × GC–TOFMS).** Food Chemistry, 129(1), 2011.