



## ANÁLISE DA CAPACIDADE REDUTORA E COR EM VINHOS TINTOS ELABORADOS POR ASSEMBLAGE UTILIZANDO APP PHOTOMETRIX

*Analysis of reducing capacity and color in red wines made by assemblage using photoMetrix app*

Marianna POZZATTI<sup>1\*</sup>, Celito Crivellaro GUERRA<sup>2</sup>, Camila GONZATTI<sup>3</sup>, Bruna TISCHER<sup>4</sup>, Vitor MANFROI<sup>5</sup>

**RESUMO:** A cor e a capacidade redutora são fatores determinantes da qualidade de um vinho. Estes parâmetros podem ser influenciados pela variedade de uva, condições de cultivo e técnicas de vinificação. A realização de assemblages vem a ser uma ferramenta útil para elaboração de vinhos equilibrados nestes parâmetros. Tem-se como objetivos deste trabalho, analisar a cor e a capacidade redutora empregando o aplicativo PhotoMetrix, que consiste em uma ferramenta que pode substituir análises espectrofotométricas. Como resultados, observou-se que o app PhotoMetrix apresentou bom desempenho para análise da capacidade redutora (valores de exatidão de 91,9% a 114,6%) e conseguiu fazer a discriminação entre os diferentes vinhos, com base na cor a partir da Análise de Componentes Principais. Ademais, demonstrou que vinhos provenientes de uvas como 'Tannat' e 'Marselan' submetidas a técnicas de vinificação como a termovinificação, providenciam vinhos com elevada capacidade redutora. Desta forma, a realização de assemblages entre vinhos que apresentam menor capacidade redutora com estes tipos de vinhos, auxiliaria na produção de vinhos com capacidade redutora e coloração mais equilibrados.

**Palavras-chave:** PhotoMetrix. termovinificação. vinificação integral. ultrassom. assemblage.

**ABSTRACT:** Color and reducing capacity are determining factors in the quality of a wine. These parameters can be influenced by the grape variety, cultivation conditions and winemaking techniques. Assemblages prove to be a useful tool for elaborating wines balanced in these parameters. The objective of this work is to analyze the color and reducing capacity using the PhotoMetrix app, which consists of a tool that can replace spectrophotometric analysis. As a result, it was observed that PhotoMetrix app presented good performance for analyzing the reducing capacity (accuracy values from 91.9% to 114.6%) and performed the discrimination between the different wines, based on the color by Principal Component Analysis. Furthermore, demonstrated that wines from grapes such as 'Tannat' and 'Marselan' subjected to winemaking processes such as thermovinification, provide wines with high reducing capacity. Thus, the realization of assemblages between wines that present lower reducing capacity with these types of wines, would assist in the production of wines with more balanced reducing capacity and color.

**Key words:** PhotoMetrix. thermovinification. integrale vinification. ultrasound. assemblage.

\*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 20/04/2021, aprovado em 05/06/2021

<sup>1</sup>Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, UFRGS, Porto Alegre; (54) 984397102, mariannapms@hotmail.com.

<sup>2</sup>Doutorado em Sciences Biologiques et Medicales, EMBRAPA, celito.guerra@embrapa.br.

<sup>3</sup>Graduanda em Química Industrial, UFRGS, ca\_gonzatti@hotmail.com.

<sup>4</sup>Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos, UFRGS, bruna.tischer@ufrgs.br.

<sup>5</sup>Doutor em Ciência e Tecnologia Agroindustrial, UFRGS, manfroi@ufrgs.br.

## INTRODUÇÃO

O vinho, principalmente tinto, vem ganhando cada vez mais interesse ao longo dos anos, devido ao seu poder antioxidante gerado pela presença de compostos fenólicos que auxiliariam no combate a diversas doenças (APOSTOLIDOU et al., 2015).

Para elaboração de vinhos tintos finos, emprega-se uvas da espécie *Vitis vinífera* que compreende diversas variedades, como por exemplo: ‘Cabernet Sauvignon’, ‘Cabernet Franc’, ‘Marselan’, ‘Tannat’, ‘Pinot Noir’, ‘Malbec’, entre outras. Cada uma possui características próprias, gerando vinhos com diferentes aromas, cores, corpo e compostos. Estas diferenças são oriundas da variedade de uva, ambiente de cultivo e técnica de vinificação empregada (MANFROI, 2004).

Para elaboração de vinhos existem diversos processos de vinificação, destacando-se neste trabalho, a termovinificação, vinificação integral, vinificação clássica e aplicação de ultrassom, por serem tecnologias que apresentam o potencial de providenciar vinhos com grande quantidade de compostos que possibilitam longo tempo de guarda.

A termovinificação consiste no princípio de aquecer as uvas até temperaturas próximas ao ponto de ebulição seguido de resfriamento até cerca de 40 °C. Esta mudança de temperatura causa a ruptura da baga e maior extração de diversos compostos (WANG et al., 2016). O processo também providencia inativação de enzimas como a lacase. A qualidade do processo está ligada a diversos fatores, como a qualidade da uva, temperatura e tempo de aplicação das condições e adaptação da variedade de uva ao processo, que varia consideravelmente (BAIANO et al., 2016; GEFFROY et al., 2015).

A vinificação integral ou vinificação em barris consiste na maceração das uvas em barricas de carvalho. Providencia uma extração mais suave e harmônica, micro oxigenação e processos de evaporação, por meio dos poros presentes na barrica (PEREIRA, 2010). Diversas vinícolas vêm empregando esta técnica para obter vinhos maturados em um menor espaço de tempo, no entanto, poucos estudos foram desenvolvidos (CUTLER, 2011).

A vinificação clássica é a técnica mais empregada e se baseia na maceração das uvas em tanques de aço inox. O mosto permanece em contato com as partes sólidas por diferentes períodos de tempo, dependendo das características da uva e do vinho (BAIANO et al., 2016).

A aplicação de ultrassom vem sendo estudada para melhorar a extração de diversos compostos (BAUTISTA-ORTÍN et al., 2017). Causa o efeito físico de cavitação acústica, que consiste na formação, e posterior colapso e explosão de microbolhas em um “hotspot” localizado, que produz muita energia e pressão, gerando ondas de choque, que acabam por causar a ruptura celular. Aliado a isso, ocorre o aumento das taxas de transferência de massa devido à transmissão acústica, aumentando a difusão dos compostos (DALAGNOL et al. 2017; FERRARETTO; CELOTTI, 2016; MASON et al. 2005; TOMA et al. 2001).

Considerando a grande variabilidade causada pelas uvas e adaptação destas às diferentes técnicas de vinificação, tornou-se usual o uso de assemblages pelos produtores de vinho. Um vinho de assemblage consiste em um vinho no qual foram utilizadas duas ou mais variedades de uva ou uvas provenientes de diferentes safras ou processos de vinificação, a fim de obter o melhor de cada uma, providenciando um vinho

mais equilibrado. No entanto, é preciso ter atenção ao elaborar um vinho de assemblage, pois pode ocorrer efeito contrário, como a diluição de compostos fenólicos que tem impacto direto na qualidade sensorial final (BAIANO et al. 2016; CÁCERES-MELLA et al., 2013; GÓMEZ GARCÍA-CARPINTERO et al., 2010).

A análise da cor e da capacidade redutora em vinhos, usualmente emprega métodos espectrofotométricos, no entanto, este método exige o uso de um espectrofotômetro, o qual muitas vezes é de difícil aquisição em laboratórios de pesquisa, exige pessoal qualificado para sua operação, além de que, em vinícolas, para controle durante o processo, também acaba sendo inviável. Por esta razão, o desenvolvimento de novos métodos de análise, mais simples e menos custosos, vem a ser a de grande valia.

Neste sentido, o aplicativo PhotoMetrix Pro® (www.photometrix.com.br) vem se apresentando como uma nova tecnologia para substituir análises espectrofotométricas. O aplicativo consiste em um software livre para análise de imagens digitais utilizando modelos matemáticos univariados e multivariados (HELPER et al., 2018).

Baseado no exposto acima, os objetivos do trabalho consistem na análise da capacidade redutora e da cor utilizando aplicativo PhotoMetrix de vinhos tintos elaborados via assemblage das uvas ‘Cabernet Sauvignon’, ‘Cabernet Franc’, ‘Marselan’ e ‘Tannat’ elaborados utilizando como processos de vinificação a termovinificação, vinificação integral, vinificação clássica e vinificação clássica com aplicação de ultrassom.

## MATERIAL E MÉTODOS

O foco deste trabalho consiste na discussão sobre a análise da capacidade redutora e coloração em vinhos de assemblage feitos a partir de vinhos varietais, por isto, o detalhamento de todo o processo de vinificação dos vinhos varietais pode ser observado em Pozzatti et al. (2020), uma vez que todos os vinhos varietais seguiram a mesma metodologia detalhada para vinhos ‘Marselan’. Foram elaborados dezesseis vinhos varietais empregando as uvas ‘Cabernet Sauvignon’, ‘Cabernet Franc’, ‘Marselan’ e ‘Tannat’: termovinificação aplicada a uva ‘Cabernet Franc’ (TVCF), vinificação integral aplicada a uva ‘Cabernet Franc’ (VICF), vinificação clássica aplicada a uva ‘Cabernet Franc’ (VCCF) e vinificação clássica com aplicação de ultrassom aplicada a uva ‘Cabernet Franc’ (VCUSCF), termovinificação aplicada a uva ‘Cabernet Sauvignon’ (TVCS), vinificação integral aplicada a uva ‘Cabernet Sauvignon’ (VICS), vinificação clássica aplicada a uva ‘Cabernet Sauvignon’ (VCCS) e vinificação clássica com aplicação de ultrassom aplicada a uva ‘Cabernet Sauvignon’ (VCUSCS), termovinificação aplicada a uva ‘Marselan’ (TVMS), vinificação integral aplicada a uva ‘Marselan’ (VIMS), vinificação clássica aplicada a uva ‘Marselan’ (VCMS) e vinificação clássica com aplicação de ultrassom aplicada a uva ‘Marselan’ (VCUSMS), termovinificação aplicada a uva ‘Tannat’ (TVTN), vinificação integral aplicada a uva ‘Tannat’ (VITN), vinificação clássica aplicada a uva ‘Tannat’ (VCTN) e vinificação clássica com aplicação de ultrassom aplicada a uva ‘Tannat’ (VCUSTN).

As assemblages foram realizadas da seguinte maneira, totalizando dezesseis vinhos: Monovarietal assemblage da termovinificação (TV) e vinificação integral (VI) (volumes iguais para cada variedade):

- 1) 50% TVCF + 50% VICF (CF TV+VI)
- 2) 50% TVCS + 50% VICS (CS TV+VI)
- 3) 50% TVMS + 50% VIMS (MS TV+VI)
- 4) 50% TVTN + 50% VITN (TN TV+VI)

Bivarietal – assemblage de variedades elaboradas pela assemblage dos processos TV e VI (volumes iguais para cada variedade):

- 5) CF TV+VI + CS TV + VI (CF+CS)
- 6) CF TV+VI + MS TV + VI (CF+MS)
- 7) CF TV+VI + TN TV + VI (CF+TN)
- 8) CS TV+VI + MS TV + VI (CS+MS)
- 9) CS TV+VI + TN TV + VI (CS+TN)
- 10) MS TV+VI + TN TV + VI (MS+TN)

Trivarietal – assemblage das variedades de uva elaboradas pela assemblage dos processos (volumes iguais para cada variedade):

- 11) CF + CS + MS
- 12) CF + CS + TN
- 13) CF + MS + TN
- 14) CS + MS + TN

Tetravarietal - Mescla dos quatro vinhos varietais de assemblage de vinificações e mescla dos quatro vinhos varietais de assemblage de vinificações (60%) + vinho de vinificação clássica com aplicação de ultrassom (VCUS – 40%):

- 15) CF (25%) + CS (25%) + MS (25%) + TN (25%)
- 16) CF(14,29%) + CS(14,29%) + MS(14,29%) + TN(14,29%) + VCUSCF(10,71%) + VCUSCS(10,71%) + VCUSMS(10,71%) + VCUSTN(10,71%)

#### **Análise da cor e capacidade redutora dos vinhos utilizando app photoMetrix**

O método utilizado foi a técnica de Folin-Ciocalteu modificado (SINGLETON; ROSSI, 1965). Foi preparada uma solução de carbonato de sódio (100 mL a 7% m/v). Em tubos de ensaio, foram colocados 1500 µL de água ultrapura, 250 µL de amostra e 250 µL de Folin-Ciocalteu 1 N. Na sequência, o tubo de ensaio foi agitado por 20 s e deixado em repouso por 5 min. Transcorridos os 5 min, foram adicionados 1000 µL de solução de carbonato de sódio 7% e agitado por 20 s. Após, os tubos foram deixados sob abrigo da luz por 2 h. A quantificação da capacidade redutora foi realizada a partir de uma curva analítica construída com ácido gálico nas concentrações de 12,5 mg L<sup>-1</sup> a 150 mg L<sup>-1</sup>. Para análise dos vinhos, foi empregado um fator de diluição de 35. As amostras provenientes da reação, as amostras de vinho in natura e a curva de calibração foram lidas em espectrofotômetro (Espectralle 8452A) a 765 nm em triplicata para comparação e utilizando o app PhotoMetrix. Para esta análise, foi empregado um smartphone - (Samsung Galaxy J7 Neo) conectado a uma câmera endoscópica (B-Max 2M). As análises são realizadas dentro de um container feito em impressora 3D. Este recipiente possui uma cavidade para colocar o endoscópio do lado direito e um botão do lado esquerdo para ajustar o brilho. A cubeta é colocada dentro do recipiente, em uma cavidade específica. O container possui uma lâmpada LED que dá luminosidade à cubeta, assim, a luminosidade total da análise é dada pela soma da luminosidade do endoscópio e do container. Foi utilizada uma cubeta de vidro, sob as seguintes condições previamente otimizadas: brilho de 100 lux, distância de amostra de 0,03 cm até o endoscópio e modo de aquisição multicanal (mais

detalhes do app PhotoMetrix podem ser encontrados no trabalho realizado por Baumann et al. (2019). A análise da cor também foi avaliada utilizando-se o sistema CIE L\*a\*b\* (colorímetro Konica Minolta - CR-400, Osaka Japan). Os dados foram expressos como L\* (claridade/brilho), a\* (vermelho/verde) e b\* (amarelo / azul).

#### **Análise estatística**

Considerando o grande número de variáveis, empregou-se a Análise de Componentes Principais (ACP) a fim de melhor distinguir a influência das variáveis nos vinhos utilizando Chemostat V2 (dados auto-escalados). Para observar se houve diferenças significativas entre a capacidade redutora dos vinhos foi empregada análise de variância Kruskal-Wallis seguida de Teste de Dunn (p<0,05) (a escolha da análise estatística foi realizada após análise da homogeneidade da variância e normalidade dos resíduos) utilizando BioEstat 5.3.

#### **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Com base nos resultados da análise da capacidade redutora dos vinhos de assemblage constantes na Tabela 1, observa-se que os vinhos que apresentaram maior capacidade redutora em ordem decrescente de concentração foram: monovarietal assemblage dos processos de vinificação para a uva 'Tannat' e bivarietais CS+TN, CF+TN e MS+TN. Observou-se uma alta capacidade redutora para todos os vinhos, esta característica, mesmo em vinhos que costumam apresentar menores concentrações de fenólicos se dá, principalmente, pelo efeito da termovinificação. Normalmente, vinhos tintos apresentam concentrações de compostos fenólicos ou capacidade redutora entre 900 mg L<sup>-1</sup> até 6000 mg L<sup>-1</sup>. Variações dependem da variedade de uva, condições de cultivo, condições climáticas, técnicas de vinificação e tempo de envelhecimento (AGUILAR et al., 2016). Observa-se uma tendência para haver maior capacidade redutora nos vinhos que contém mescla com a variedade 'Tannat'. Estes resultados condizem com a literatura, uma vez que, uma alta concentração de compostos fenólicos costuma ser encontrada nesta variedade (CARRAU et al., 2011).

A uva MS apresenta elevada capacidade redutora, devido a sua estrutura, que consiste em apresentar bagas pequenas com casca grossa, embora haja variações dependendo das técnicas de vinificação e de cultivo, observa-se um comportamento intermediário, comparando-se com a uva TN (INRA, 2020).

Já as uvas CS e CF, costumam apresentar uma menor capacidade redutora quando comparadas com as variedades TN e MS (MINNAAR et al., 2018; PEJIN et al., 2016), confirmado pelos resultados obtidos neste trabalho. Uma vez que, os vinhos monovarietais de assemblage de processos das técnicas de vinificação para as uvas CS e CF, apresentaram menor capacidade redutora. Neste caso, observa-se que, a fim de aumentar a capacidade redutora, não é interessante fazer mesclas entre estas duas variedades, pois a mescla CF+CS foi a que apresentou a menor capacidade redutora, mesmo comparando com os vinhos monovarietais de origem.

É preciso enfatizar que técnicas como a termovinificação tendem a causar uma maior extração de compostos fenólicos (EL DARRA et al., 2016), enquanto que, a vinificação integral tende a tornar os vinhos mais harmônicos em um menor espaço de tempo (CUTLER, 2011).

A aplicação de ultrassom (VCUS) costuma causar maior extração de diversos compostos (PLAZA et al., 2019), dentre eles, estão os compostos fenólicos, no entanto, observou-se que, nos vinhos tetravarietais, a adição de 40% de mosto das quatro variedades de uva que foram submetidas ao tratamento de ultrassom, não apresentaram efeitos significativos sobre a capacidade redutora. Isto pode ser resultado da pequena porcentagem de vinho VCUS empregada e também, pela diluição causada pelo emprego de variedades de uva que apresentam menor capacidade redutora (CS e CF).

Com base no exposto acima, verifica-se que é possível empregar o aplicativo PhotoMetrix para análise da capacidade redutora, uma vez que, efetuando-se o teste de exatidão (média encontrada pelo aplicativo PhotoMetrix, dividida pela média encontrada via análise utilizando espectrofotômetro, multiplicada por 100), verificou-se exatidão entre 91,9% a 114,6%, que condiz com o esperado (EURACHEM, 2014).

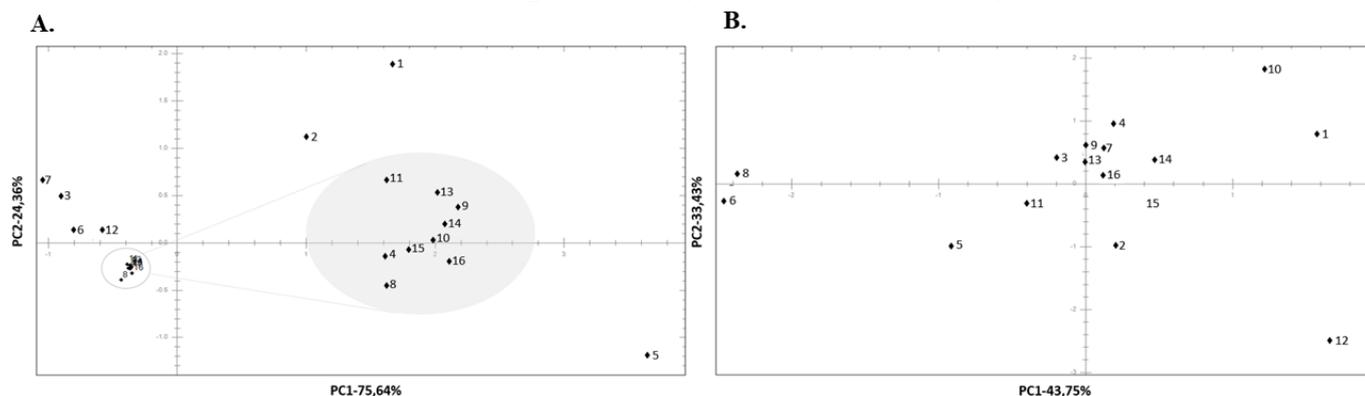
Foi realizada a análise de cor dos vinhos (Figura 1) empregando o aplicativo PhotoMetrix e comparando-se com resultados provenientes do sistema CIE L\*a\*b\*.

Tabela 1 – Análise da capacidade redutora (CR) utilizando aplicativo PhotoMetrix e análise espectrofotométrica (UVC) (resultado expresso em mg L<sup>-1</sup> de equivalentes de ácido gálico).

Amostras	CR via UVC (mg L <sup>-1</sup> )	CR via PhotoMetrix (mg L <sup>-1</sup> )
1 – CF TV+VI	2372,46 <sup>bc</sup>	2501,18 <sup>ab</sup>
2 – CS TV+VI	2975,24 <sup>abc</sup>	3243,14 <sup>ab</sup>
3 – MS TV+VI	3457,70 <sup>abc</sup>	3868,14 <sup>ab</sup>
4 – TN TV+VI	4852,84 <sup>a</sup>	5163,63 <sup>a</sup>
5 – Bivarietal CF+CS	1684,61 <sup>c</sup>	1673,36 <sup>b</sup>
6 – Bivarietal – CF+MS	2435,66 <sup>bc</sup>	2266,96 <sup>b</sup>
7 – Bivarietal – CF+TN	4450,59 <sup>ab</sup>	4514,81 <sup>a</sup>
8 – Bivarietal – CS+MS	3034,79 <sup>abc</sup>	2870,33 <sup>ab</sup>
9 – Bivarietal – CS+TN	4083,57 <sup>ab</sup>	4593,10 <sup>a</sup>
10 – Bivarietal – MS+TN	4035,50 <sup>ab</sup>	4385,92 <sup>ab</sup>
11 – Trivarietal – CF+CS+MS	2543,81 <sup>abc</sup>	2501,19 <sup>ab</sup>
12 – Trivarietal – CF+CS+TN	3998,50 <sup>ab</sup>	4358,20 <sup>ab</sup>
13 – Trivarietal – CF+MS+TN	3127,15 <sup>abc</sup>	3330,20 <sup>ab</sup>
14 – Trivarietal – CS+MS+TN	3426,11 <sup>abc</sup>	3926,56 <sup>ab</sup>
15 – Tetravarietal – CF+CS+MS+TN	2940,00 <sup>abc</sup>	2702,54 <sup>ab</sup>
16 – Tetravarietal – CF+CS+MS+TN+VCUS	2372,46 <sup>bc</sup>	2523,54 <sup>ab</sup>

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas de acordo com a análise de Kruskal-Wallis ANOVA seguida por teste de Dunn (p<0,05).

Figura 1. Análise da cor dos vinhos tintos de assemblage utilizando aplicativo PhotoMetrix (A.) e pelo sistema CIE L\*a\*b\* (B.).



Legenda: 1- (CF TV+VI), 2- (CS TV+VI), 3- (MS TV+VI), 4- (TN TV+VI), 5- (CF+CS), 6- (CF+MS), 7- (CF+TN), 8- (CS+MS), 9- (CS+TN), 10- (MS+TN), 11- CF+CS+MS, 12- CF+CS+TN, 13- CF+MS+TN, 14- CS+MS+TN, 15- CF+CS+MS+TN, 16- CF+CS+MS+TN+VCUS

O app PhotoMetrix demonstrou uma melhor diferenciação entre os vinhos, uma vez que separou os vinhos 1, 2 e 5 em valores positivos de PC1 e os demais em valores negativos de PC1. Os vinhos 1, 2 e 5 foram visivelmente menos coloridos do que os demais. Já o sistema convencional CIE L\*a\*b\* agrupou a maioria dos vinhos na região central dos quadrantes, demonstrando menor capacidade de diferenciação entre a coloração dos vinhos. Também é importante frisar que a distinção feita entre PC1 não pareceu muito clara, uma vez

que em valores negativos de PC1, foram agrupados os vinhos que teriam uma composição de cor intermediária enquanto que, em valores positivos de PC1 foram agrupados os vinhos que apresentaram grande amplitude de coloração. Com base nisso, verifica-se que o aplicativo PhotoMetrix demonstrou-se adequado para a realização da análise de cor dos vinhos, podendo ser uma ferramenta interessante para adoção pelas vinícolas, uma vez que não apresenta um custo elevado, é fácil

de manusear e não exige manipulação de amostra, apenas diluição do vinho.

Por meio da ACP, foi possível observar ligação entre uma maior capacidade redutora e vinhos de coloração mais forte.

## CONCLUSÕES

- 1- A variedade 'Tannat' foi a uva que mais contribuiu para o aumento da capacidade redutora nas assemblages.
- 2- Para o propósito de obter vinhos de assemblage para longos tempos de guarda, não é indicado mesclar uvas que tenham baixa capacidade redutora, uma vez que, a mescla proveniente destas uvas apresentou menor capacidade redutora do que as uvas de que foram provenientes.
- 3- O aplicativo PhotoMetrix demonstrou-se adequado para a substituição de técnicas espectrofotométricas, que costumam ser mais custosas e complexas.

## REFERÊNCIAS

- AGUILAR, T.; LOYOLA, C.; DE BRUIJN, J.; BUSTAMANTE, B.; VERGARA, C.; VON BAER, D.; MARDONES C.; SERRA, I. Effect of thermomaceration and enzymatic maceration on phenolic compounds of grape must enriched by grape pomace, vine leaves and canes. *European Food Research and Technology*, v. 242, p. 1149–1158, 2016.
- APOSTOLIDOU, C.; ADAMOPOULOS, K.; LYMPERAKI, E.; ILIADIS, S.; PAPAPREPONIS, P.; KOURTIDOU-PAPADELI, C. Cardiovascular risk and benefits from antioxidant dietary intervention with red wine in asymptomatic hypercholesterolemics, *Clinical Nutrition ESPEN*, v. 10, p. e224-e233, 2015.
- BAIANO, A.; SCROCCO, C.; SEPIELLI, G.; NOBILE, M. A. Wine Processing: A critical review of physical, chemical, and sensory implications of innovative vinification procedures. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v. 56, p. 2391-2407, 2016.
- BAUMANN, L.; LIBRELOTTO, M.; PAPPIS, C.; DOS SANTOS, R. B.; SANTOS, R. O.; HELFER, G. A.; LOBO, E. A.; DA COSTA, A. B. Uso do aplicativo PhotoMetrix no monitoramento da concentração de flúor em sistemas alternativos de abastecimento de água. *Águas Subterrâneas - Seção Estudos de Caso e Notas Técnicas*, 2019.
- BAUTISTA-ORTIN, A. B.; JIMENEZ-MARTINEZ, M. D.; JURADO R.; INIESTA, J. A.; TERRADES, S.; ANDRES, A.; GOMEZ-PLAZA, E. Application of high-power ultrasounds during red wine vinification. *International Journal of Food Science and Technology*, v. 52, p. 1314–1323, 2017.
- CÁCERES-MELLA A., PEÑA-NEIRA Á., AVILÉS-GÁLVEZ P., MEDEL-MARABOLÍ M., DEL BARRIO-GALÁN R., LÓPEZ-SOLÍS R., & CANALS J. M. Phenolic composition and mouthfeel characteristics resulting from blending Chilean red wines. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 94(4), p. 666–676, 2013.
- CARRAU, F.; BOIDO, E.; GAGGERO, C.; MEDINA, K.; FARIÑA, L.; DISEGNA, E.; DELLACASSA, E. *Vitis vinifera* Tannat, chemical characterization and functional properties. Ten years of research. *Multidisciplinary Approaches on Food Science and Nutrition for the XXI Century*, p.53-71, 2011.
- CUTLER, L. Industry Roundtable: Red wine barrel fermentations. technique involves additional labor but yields consistent success. *Wine Business Monthly*, 2011. Acesso em: novembro, 2020. Disponível em: <<https://www.winebusiness.com/wbm/index.cfm?go=getArticle&dataid=89079>>.
- DALAGNOL, L.M.G.; DAL MAGRO, L.; SILVEIRA, V.C.C.; RODRIGUES, E.; MANFROI, V.; RODRIGUES, R.C. Combination of ultrasound, enzymes and mechanical stirring: A new method to improve *Vitis vinifera* Cabernet Sauvignon must yield, quality and bioactive compounds. *Food and bioproducts processing*, v. 105, p. 197–204, 2017.
- EL DARRA, N.; TURK, M. F.; DUCASSE, M. A.; GRIMI, N.; MAROUN, R. G.; LOUKA, N.; VOROBIEV, E. Changes in polyphenol profiles and color composition of freshly fermented model wine due to pulsed electric field, enzymes and thermovinification pretreatments. *Food Chemistry*, v. 194, p. 944-950, 2016.
- EURACHEM. *The Fitness for Purpose of Analytical Methods: A Laboratory Guide to Method Validation and Related Topics: Second edition* (2014). Acesso em: novembro de 2020. Disponível em: <<https://www.eurachem.org/index.php/publications/guides/mv>>.
- FERRARETTO, P.; CELOTTI, E. Preliminary study of the effects of ultrasound on red wine polyphenols. *CyTA - Journal of Food*, p. 1–7, 2016.
- GEFFROY, O.; LOPEZ, R.; SERRANO, E.; DUFOURCQ, T.; GRACIA-MORENO, E.; CACHO, J.; FERREIRA, V. Changes in analytical and volatile compositions of red wines induced by pre-fermentation heat treatment of grapes. *Food Chemistry*, v. 187, p. 243–253, 2015.
- GÓMEZ GARCÍA-CARPINTERO, E.; SÁNCHEZ-PALOMO, E.; GONZÁLEZ VIÑAS, M. A. Influence of co-winemaking technique in sensory characteristics of new Spanish red wines. *Food Qual. Prefer.*, v. 21, p. 705-710, 2010.
- HELPER, G.A.; MAGNUS, V.S.; BÖCK, F.C.; TEICHMANN, A.; FERRÃO, M.F.; DA COSTA, A. B. PhotoMetrix: An Application for Univariate Calibration and Principal Components Analysis Using Colorimetry on Mobile Devices. *J. Braz. Chem. Soc.*, v. 28, p. 328-335, 2017.

- INRA – Institut National de la Recherche Agronomique, 2020. Acesso em: novembro de 2020. Disponível em: <http://www7.inra.fr/internet/Directions/DIC/ACTUALITES/DOSSIERS/qualite-aliments/vin-cepage-marselan.htm>.
- MANFROI, V. Degustação de vinhos. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004.
- MASON, T.J.; RIERA, E.; VERCET, A.; LOPEZ-BUESA, P. Emerging Technologies for Food Processing. In: SUN, D.W. (Ed.), 1st edn. Elsevier Academic Press, San Diego, USA, 2005, cap. 13, p. 323–351, 2005.
- MINNAAR, P.; NYOBO, L.; JOLLY, N.; NTUSHELO, N.; MEIRING, S. Anthocyanins and polyphenols in Cabernet Franc wines produced with *Saccharomyces cerevisiae* and *Torulaspora delbrueckii* yeast strains: Spectrophotometric analysis and effect on selected sensory attributes. *Food Chemistry*, v. 268, p. 287–291, 2018.
- PEJIN, B.; STANIMIROVIC, B.; VUJOVIC, D.; DJORDJEVIC, J. P.; VELICKOVIC, M.; TESEVIC, V. The natural product content of the selected Cabernet Franc wine samples originating from Serbia: a case study of phenolics. *Natural Product Research*, v. 30, n. 15, p. 1762–1765, 2016.
- PEREIRA, A. F. Vinificação Integral – Vinificação de tinto em barris de carvalho. 2010. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso em Técnico em Viticultura e Enologia. Instituto Federal do Rio Grande do Sul, Bento Gonçalves, 2010.
- PLAZA, E.G.; JURADO, R.; INIESTA, J. A.; BAUTISTA-ORTÍN, A. B. High power ultrasounds: A powerful, non-thermal and green technique for improving the phenolic. *Bioweb of Conferences 41st World Congress of Vine and Wine*, 12, 02001, 2019.
- POZZATTI, M.; GUERRA, C. C.; MARTINS, G.; DOS SANTOS, I. D.; WAGNER, R.; FERRÃO, M. F.; MANFROI, V. Effects of winemaking on ‘marselan’ red wines: volatile compounds and sensory aspects. *Ciência téc. vitiv.* V. 35, n. 2, p. 63-75, 2020.
- SINGLETON, V.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdicphosphotungstic acid reagents. *Am. Journal of Enology and Viticulture*, v. 27, p. 144-158, 1965.
- TOMA, M.; VINATORU, M.; PANYWNYK, L.; MASON, T. J. Investigation of the effects of ultrasound on vegetal tissues during solvent extraction. *Ultrasonic Sonochemistry*, v. 8, p. 137–142, 2001.
- WANG, J.; HUO, S.; ZHANG, Y.; LIU, Y.; FAN, W. Effect of Different pre-fermentation treatments on polyphenols, color, and volatile compounds of three wine varieties. *Food Sci. Biotechnol.*, v. 25, p. 735-743, 2016.