



Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB  
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação – PROPPG  
Instituto de Engenharia e Desenvolvimento Sustentável - IEDS  
Mestrado Acadêmico em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis - MASTS

JOILNA ALVES DA SILVA

**IDENTIFICAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS,  
MACROANTIOXIDANTES E AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE  
ANTIOXIDANTE DO BAGAÇO DE UVA PROVENIENTE DA INDÚSTRIA  
DE SUCOS NO VALE DO SÃO FRANCISCO**

Redenção - Ceará

2018

JOILNA ALVES DA SILVA

**IDENTIFICAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS, MACROANTIOXIDANTES E  
AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DO BAGAÇO DE UVA  
PROVENIENTE DA INDÚSTRIA DE SUCOS NO VALE DO SÃO FRANCISCO**

Dissertação apresentada ao Mestrado Acadêmico em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis (MASTS) da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab), como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre. Área de concentração: Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria do Socorro Moura Rufino  
Co-orientadora: Dr<sup>a</sup> Maria Auxiliadora Coelho de Lima

Redenção – Ceará

2018

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Sistema de Bibliotecas da UNILAB  
Catalogação de Publicação na Fonte.

---

Silva, Joilna Alves da.

S578i

Identificação de compostos fenólicos, macroantioxidantes e avaliação da atividade antioxidante do bagaço de uva proveniente da indústria de sucos no vale do São Francisco / Joilna Alves da Silva. - Redenção, 2018.

99f: il.

Dissertação - Curso de Mestrado em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis, Mestrado Acadêmico Em Sociobiodiversidade E Tecnologias Sustentáveis, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2018.

Orientadora: Profa. Dra. Maria do Socorro Moura Rufino.

1. Uva - Bagaço industrial. 2. Compostos fenólicos. 3. Polifenóis hidrolisáveis. 4. Proantocianidinas. 5. Macroantioxidantes. I. Título

CE/UF/BSCL

CDD 634.80

---

JOILNA ALVES DA SILVA

**IDENTIFICAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS, MACROANTIOXIDANTES E  
AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DO BAGAÇO DE UVA  
PROVENIENTE DA INDÚSTRIA DE SUCOS NO VALE DO SÃO FRANCISCO**

Dissertação apresentada ao Mestrado Acadêmico em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis (MASTS) da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab), como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre. Área de concentração: Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis.

Aprovada em: 25/07/2018

**BANCA EXAMINADORA**



MARIA DO SOCORRO MOURA RUFINO

Universidade da Integração internacional da Lusofonia Afro-brasileira - UNILAB  
Presidente / Orientadora



LIVIA PAULIA DIAS RIBEIRO

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-brasileira - UNILAB  
Examinador Interno ao Programa



MÔNICA REGINA SILVA DE ARAUJO

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-brasileira - UNILAB  
Examinador Externo ao Programa



RAIMUNDO WILANE DE FIGUEIREDO

Universidade Federal do Ceará – UFC  
Examinador Externo à Instituição

## RESUMO

A indústria de derivados de uva gera diferentes produtos processados e destes são obtidos subprodutos como cascas e sementes, que constituem o bagaço da industrialização da uva. O destino dado a esse bagaço causa um déficit econômico na cadeia produtiva, uma vez que muitos deles são ricos em compostos bioativos, alguns capazes de combater danos oxidativos causados por radicais livres, como é o caso dos antioxidantes. Os diversos resíduos gerados pela agroindústria de sucos e vinhos são fontes ricas de compostos fenólicos. Os polifenóis têm recebido muita atenção da comunidade científica por seus numerosos efeitos biológicos, tendo-lhes sido atribuídas várias propriedades biológicas benéficas à saúde. Descobertas recentes mostraram que os alimentos vegetais contêm quantidades abundantes de outros tipos de antioxidantes de alto peso molecular, denominados antioxidantes macromoleculares (MACAN). Estes podem ser divididos principalmente em duas frações: polifenóis hidrolisáveis (HPP), que são compostos fenólicos de baixo peso molecular fortemente associados a polissacarídeos ou proteínas; e proantocianidinas não extraíveis (NEPA), que são estruturas de alto peso molecular. Os antioxidantes macromoleculares têm uma alta atividade biológica e antioxidante e exibem propriedades promissoras relacionadas à saúde gastrointestinal. Com base nessas atribuições referentes ao bagaço de uva, o objetivo deste trabalho é determinar a concentração de compostos fenólicos em diferentes variedades de resíduos de uvas gerados pela indústria de sucos instalada no Vale do São Francisco, assim como, realizar a avaliação de compostos antioxidantes macromoleculares no bagaço de uva, tendo como escopo principal a realização de um estudo detalhado sobre as propriedades deste produto, buscando identificá-lo e caracterizá-lo como um produto comercial rico em macroantioxidantes. Nesta pesquisa foram analisados bagaços (cascas + sementes) oriundos da indústria de sucos obtidos após as etapas de prensagem e filtração durante o processo de produção. Foram utilizadas sete variedades (tratamentos) de uva (Isabel Precoce + BRS Violeta (1º ciclo) - etapa inicial; Isabel Precoce + BRS Violeta (1º ciclo) - etapa final; BRS Magna (1º ciclo) - etapa inicial; BRS Magna (1º ciclo) - etapa final; Isabel Precoce (1º ciclo) - etapa inicial; Isabel Precoce (1º ciclo) - etapa final; BRS Magna (2º ciclo) - etapa final) e realizadas as seguintes avaliações: polifenóis extraíveis (EPP), polifenóis não extraíveis (NEPP) e avaliação da atividade antioxidante total dos extratos de EPP pelos métodos de captura de radicais DPPH• e ABTS<sup>+</sup>. Os resultados encontrados apresentaram elevados teores de compostos fenólicos dos extratos de EPP para o resíduo de uva BRS Magna (1º ciclo) – etapa inicial com  $357,32 \pm 23,13$  mg EAG/100g. Quanto à atividade antioxidante avaliada pelo método DPPH, o extrato de EPP do resíduo da variedade de uva BRS Magna (1º ciclo) - etapa inicial apresentou a maior atividade antioxidante com EC<sub>50</sub> de  $0,10 \pm 0,02$  g pó/g DPPH. Avaliando-se a capacidade antioxidante pelo método ABTS, observou-se que o resíduo da variedade de uva BRS Magna (1º ciclo) - etapa inicial apresentou a mais elevada capacidade antioxidante, com valores TEAC de  $860,84 \pm 13,24$  μMtrolox/g. Para a análise dos macroantioxidantes, o teor de antioxidantes macromoleculares para a variedade BRS Magna (1º ciclo) – etapa final foi 610,7 mg/100g. Esses resultados mostram que o bagaço industrial de uva, especialmente os provenientes da elaboração de sucos, são ricos em substâncias macroantioxidantes, podendo ser aproveitados pela indústria alimentícia como ingrediente bioativo.

**Palavras-chave:** Bagaço industrial de uva. Compostos fenólicos. Polifenóis Hidrolisáveis. Proantocianidinas. Macroantioxidantes.

## ABSTRACT

The grape derivatives industry generates different processed products and from these are obtained by-products such as bark and seeds, which constitute the bagasse of the industrialization of the grape. The fate given to this bagasse causes an economic deficit in the production chain, since many of them are rich in bioactive compounds, some capable of combating oxidative damage caused by free radicals, as in the case of antioxidants. The diverse waste generated by the agroindustry of juices and wines are rich sources of phenolic compounds. Polyphenols have received much attention from the scientific community for their numerous biological effects and have been attributed various biological properties beneficial to health. Recent discoveries have shown that plant foods contain abundant amounts of other types of high molecular weight antioxidants, called macromolecular antioxidants (MACAN). These can be divided mainly into two fractions: hydrolyzable polyphenols (HPP), which are low molecular weight phenolic compounds strongly associated with polysaccharides or proteins; and non-extractable proanthocyanidins (NEPA), which are high molecular weight structures. Macromolecular antioxidants have a high biological and antioxidant activity and exhibit promising properties related to gastrointestinal health. The objective of this work is to determine the concentration of phenolic compounds in different varieties of grape residues generated by the juice industry located in the São Francisco Valley, as well as to evaluate the macromolecular antioxidant compounds in grape marc, with the main purpose of conducting a detailed study on the properties of this product, seeking to identify and characterize it as a commercial product rich in macroantioxidants. In this research, bagasse (peels + seeds) from the juice industry obtained after the pressing and filtration stages during the production process were analyzed. Seven varieties (treatments) of grape were used (Isabel Precoce + BRS Violeta (1st cycle) - initial stage; Isabel Precoce + BRS Violet (1st cycle) - final stage; BRS Magna (1st cycle) - initial stage; BRS Magna (1st cycle) - final stage; Isabel Precoce (1st cycle) - initial stage; Isabel Precoce (1st cycle) - final stage; BRS Magna (2nd cycle) - final stage) and carried out the following evaluations: extractable polyphenols (EPP), non-extractable polyphenols (NEPP) and evaluation of the total antioxidant activity of extracts of EPP by radical capture methods DPPH• and ABTS<sup>•+</sup>. The results showed high phenolic compounds content of the EPP extracts for BRS Magna grape residue (1st cycle) - initial stage with  $357,32 \pm 23,13$  mg GAE/100g. As for the antioxidant activity evaluated by the DPPH method, the EPP extract from the BRS Magna grape variety (1st cycle) - initial stage showed the highest antioxidant activity with EC<sub>50</sub> of  $0,10 \pm 0,02$  g powder/g DPPH. The antioxidant capacity of the BRS Magna (1st cycle) - initial stage showed the highest antioxidant capacity, with TEAC values of  $860,84 \pm 13,24$  μMtrolox/g. For the analysis of the macroantioxidants, the macromolecular antioxidant content for the BRS Magna variety (1st cycle) - final step was 610,7 mg/100g. These results show that the industrial bagasse of grape, especially those derived from the elaboration of juices, are rich in macroantioxidantes substances, and can be used by the food industry as a bioactive ingredient.

**Keywords:** Industrial grape marc. Phenolic compounds. Hydrolyzable polyphenols. Proanthocyanidins. Macroantioxidants.

## DEDICATÓRIA

*Dedico esse trabalho aos meus pais **José e Inar**, meus irmãos **Mateus e Gustavo** e meu noivo **Alexandre**, sou eternamente grata a vocês por toda a compreensão, apoio, carinho, incentivo e amor e, em especial, a minha mãe, que sempre acreditou em mim e não me deixou perder a esperança, meu grande exemplo de vida, dedico, mais esta conquista como forma de gratidão.*

## AGRADECIMENTOS

Minha profunda gratidão a Deus, por estar sempre presente em minha vida, amparando a mim e a minha família em todos os momentos e mostrando que por meio Dele todas as coisas são possíveis.

Aos meus pais, José e Ilnar, pela presença constante, por serem exemplos de amor, pelos princípios de vida compartilhados comigo e por me ensinarem a cada dia o valor da moral e da ética.

Aos meus irmãos, Mateus e Gustavo, pela amizade, carinho e por serem exemplos de pessoas de tão bom caráter.

Ao meu noivo, Alexandre, por todo carinho, compreensão, companheirismo, pelos abraços e sorrisos, por estar sempre comigo, pela paciência e por todo amor.

À Professora e orientadora Dra. Maria do Socorro Moura Rufino, a quem respeito pela competência e seriedade com que desenvolve seu trabalho. Obrigada pela confiança e incentivo, que foram necessários para a conclusão desta etapa.

À minha co-orientadora, Dra. Maria Auxiliadora Coêlho de Lima, pela disponibilidade e confiança depositada para realização deste trabalho e por todo o aprendizado compartilhado.

Aos professores Dra. Livia Paulia Dias Ribeiro, Dra. Mônica Regina Silva de Araújo e Dr. Raimundo Wilane de Figueiredo, pela disponibilidade de fazerem parte de minha banca de defesa, e por desta forma agregar importantes contribuições a este trabalho.

Aos meus amigos da UNILAB, em especial aqueles que tiveram uma participação direta para a execução deste trabalho: Glautemberg e Acácio, pelo apoio e por sempre estarem disponíveis a me ajudar.

A todos os professores do Mestrado Acadêmico em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis - MASTS pelas contribuições tão importantes para a minha formação acadêmica.

Agradeço ao Laboratório de Frutos Tropicais da Universidade Federal do Ceará (UFC), por oferecer toda estrutura necessária para a realização deste trabalho, em especial a Dra. Maria Leônia da Costa Gonzaga pela atenção.

À Embrapa Semi Árido, localizada em Petrolina - PE, pelo fornecimento dos resíduos de uva e pela concessão do material necessário para a realização deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pelo apoio financeiro através da bolsa de estudos que me foi concedida.

Enfim, a todos aqueles que contribuíram para a realização deste trabalho, o meu sincero agradecimento.

## LISTA DE TABELAS

|          |   |    |
|----------|---|----|
| Tabela 1 | Principais compostos fenólicos presentes em diferentes frações da uva   | 28 |
| Tabela 2 | Classificação dos compostos fenólicos de acordo com sua estrutura química básica  | 32 |
| Tabela 3 | Determinação de polifenóis extraíveis totais dos extratos elaborados de resíduos de uva (média $\pm$ desvio padrão)   | 63 |
| Tabela 4 | Valores para a determinação da atividade antioxidante pelo método DPPH dos extratos elaborados de resíduos de uva expressos em g fruta/g DPPH (média $\pm$ desvio padrão)   | 66 |
| Tabela 5 | Valores para a determinação da atividade antioxidante pelo método ABTS dos extratos elaborados de resíduos de uva expressos em $\mu$ M trolox/g (média $\pm$ desvio padrão) | 68 |
| Tabela 6 | Determinação de polifenóis não extraíveis dos extratos elaborados de resíduos de uva (média $\pm$ desvio padrão)  | 71 |

## LISTA DE FIGURAS

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Figura 1   | Diagrama resumido dos processos de elaboração de sucos e vinhos e os respectivos resíduos gerados                | 24 |
| Figura 2   | Etapas do esgotamento e prensagem na produção do suco de uva   | 26 |
| Figura 3   | Principais compostos fenólicos encontrados nas cascas e sementes de uva  | 29 |
| Figura 4   | Via metabólica do ácido chiquímico   | 30 |
| Figura 5   | Via metabólica dos compostos fenólicos em vegetais   | 31 |
| Figura 6   | Distribuição majoritária dos principais compostos fenólicos encontrados na uva                                   | 33 |
| Figura 7   | Estrutura química básica dos flavonóides   | 34 |
| Figura 8   | Estrutura química básica das principais classes de flavonóides   | 34 |
| Figura 9   | Estrutura do <i>trans</i> -resveratrol   | 36 |
| Figura 10a | Ácidos benzóicos   | 37 |
| Figura 10b | Ácidos cinâmicos   | 37 |
| Figura 11  | Fluxograma da análise de polifenóis alimentares não extraíveis (NEPP) e polifenóis extraíveis (EPP).             | 43 |
| Figura 12  | Visão geral do destino metabólico de polifenóis não extraíveis (NEPP)  | 44 |
| Figura 13  | Efeitos clínicos e celulares do estresse oxidativo e ação dos antioxidantes sob as espécies reativas de oxigênio | 47 |
| Figura 14  | Representação da estrutura fenólica dos antioxidantes sintéticos BHA, BHT, TBHQ e PG                             | 49 |
| Figura 15  | Frações do bagaço de uva: cascas e sementes  | 52 |
| Figura 16  | Fluxograma de extração dos compostos bioativos   | 55 |
| Figura 17  | Análise para dosagem de polifenóis extraíveis totais   | 56 |
| Figura 18  | Estabilização do radical livre DPPH  | 57 |
| Figura 19  | Atividade antioxidante pelo método DPPH  | 58 |
| Figura 20  | Formação do radical ABTS <sup>•+</sup>   | 59 |
| Figura 21  | Ilustração da descoloração do radical ABTS <sup>•+</sup>   | 59 |
| Figura 22  | Procedimento usual para a análise de EPP em alimentos e para determinar o NEPP                                   | 61 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|                        |   |
|------------------------|---|
| <b>ABTS</b>            | Ácido 2,2'-azino-bis(3-etil-benzotiazolina)-6-sulfônico                                   |
| <b>ANVISA</b>          | Agência Nacional de Vigilância Sanitária  |
| <b>ATP</b>             | Adenosina trifosfato  |
| <b>BAG</b>             | Banco Ativo de Germoplasma  |
| <b>BHA</b>             | Butil-hidroxi-anisol  |
| <b>BHT</b>             | Butil-hidroxi-tolueno   |
| <b>CNTL</b>            | Centro Nacional de Tecnologia Limpa   |
| <b>CONAMA</b>          | Conselho Nacional de Meio Ambiente  |
| <b>DHA</b>             | Ácido docosaheptaenóico   |
| <b>DNA</b>             | Ácido desoxirribonucléico   |
| <b>DPPH</b>            | 2,2-difenil-1-picril-hidrazila  |
| <b>EC<sub>50</sub></b> | Quantidade de antioxidante necessária para diminuir a concentração inicial de DPPH em 50% |
| <b>EMBRAPA</b>         | Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária   |
| <b>EPA</b>             | Ácido eicosapentaenóico   |
| <b>EPP</b>             | Polifenóis extraíveis   |
| <b>ERN</b>             | Espécies reativas de nitrogênio   |
| <b>ERO</b>             | Espécies reativas de oxigênio   |
| <b>EAG</b>             | Equivalente em ácido gálico   |
| <b>HCl</b>             | Ácido clorídrico  |
| <b>HPLC</b>            | Cromatografia líquida de alta eficiência  |
| <b>HPP</b>             | Polifenóis hidrolisáveis  |
| <b>LDL</b>             | Lipoproteína de baixa densidade   |
| <b>LTDA</b>            | Limitada  |
| <b>MACAN</b>           | Macroantioxidantes  |
| <b>NEPA</b>            | Polifenóis não extraíveis   |
| <b>-OH</b>             | Hidroxila   |
| <b>PA</b>              | Pureza analítica  |
| <b>PAL</b>             | fenilalanina amônia-liase   |
| <b>PG</b>              | Propil galato   |
| <b>pH</b>              | Potencial hidrogeniônico  |
| <b>RDC</b>             | Resolução da Diretoria Colegiada  |
| <b>RPM</b>             | Rotações por minuto   |
| <b>TBHQ</b>            | Butilhidroxiquinona terciária   |
| <b>TROLOX</b>          | 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromo-2-ácido carboxílico                                     |
| <b>UV</b>              | Ultravioleta  |
| <b>UFC</b>             | Universidade Federal do Ceará   |
| <b>UNILAB</b>          | Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira                     |

## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| <b>1. INTRODUÇÃO</b>   | 13 |
| <b>2. OBJETIVOS</b>  | 17 |
| 2.1 Objetivo geral   | 17 |
| 2.2. Objetivos específicos   | 17 |
| <b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>  | 18 |
| 3.1 Aproveitamento do resíduo de alimentos de origem vegetal                         | 18 |
| 3.2 Resíduos de uva proveniente da indústria vitivinícola                            | 23 |
| 3.3 Propriedades funcionais do bagaço de uva   | 28 |
| 3.4 Compostos macroantioxidantes ou polifenóis não extraíveis em frutas e hortaliças | 39 |
| 3.4.1 Polifenóis extraíveis e não extraíveis   | 42 |
| 3.4.2 Potencial antioxidante do bagaço de uva  | 45 |
| <b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b>   | 51 |
| 4.1 Material vegetal   | 51 |
| 4.1.1 Preparo das amostras   | 53 |
| 4.1.2 Obtenção dos extratos  | 54 |
| 4.2 Determinação do conteúdo de polifenóis extraíveis totais                         | 56 |
| 4.3 Determinação da atividade antioxidante   | 57 |
| 4.3.1 Método de sequestro do radical DPPH•   | 57 |
| 4.3.2 Método de sequestro do radical ABTS <sup>•+</sup>                              | 59 |
| 4.4 Determinação do conteúdo dos macroantioxidantes                                  | 60 |
| 4.5 Análise Estatística  | 62 |
| <b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>   | 63 |
| 5.1 Teor de polifenóis extraíveis totais   | 63 |
| 5.2 Avaliação da atividade antioxidante  | 65 |
| 5.2.1 Método DPPH  | 65 |
| 5.2.2 Método ABTS  | 68 |
| 5.3 Conteúdo de compostos macroantioxidantes no bagaço de uva                        | 70 |
| <b>6. CONCLUSÕES</b>   | 74 |
| <b>7. REFERÊNCIAS</b>  | 75 |

## 1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda social por produtos de fonte natural que contribuam com a melhoria da qualidade de vida, aliada à preocupação do setor industrial na tentativa de atender essa exigência, tem impulsionado pesquisas na busca de novas tecnologias, visando à promoção da saúde e, ao mesmo tempo, a diminuição de perdas econômicas e do impacto da atividade industrial ao meio ambiente (MELO, 2010).

Em todo o mundo e, principalmente no Brasil, que possui sua economia fortemente baseada no agronegócio, são geradas grandes quantidades de resíduos pelas indústrias processadoras de alimentos (SOCCOL; VANDENBERGUE, 2003; MAKRIS; BOSKOU; ANDRIKOPOULOS, 2007), que apesar de serem considerados sérios problemas ambientais, podem servir em muitos dos casos, como fontes ricas de compostos bioativos, incluindo substâncias antioxidantes e antimicrobianas (RUBILAR *et al.*, 2007).

De acordo com Miranda *et al.* (2013), por possuírem alto teor de nutrientes, a maioria dos resíduos agroindustriais podem ser utilizados para produção de alimentos. Desse modo, estes resíduos podem ser considerados fontes potenciais de compostos naturais bioativos (BALASUNDRAM; SUNDRAM; SAMMAN, 2006; DIMITRIOS, 2006), de modo que, ao serem aproveitados, resultam em maiores ganhos econômicos, diminuindo simultaneamente o impacto do descarte destes ao ambiente.

A geração de resíduos está associada ao desperdício de matéria-prima, às perdas entre a produção e o consumo. Em geral, os resíduos agrícolas de processamento de produtos de origem vegetal (frutas, cereais, leguminosas, oleaginosas), apresentam em suas composições diferentes constituintes. Os resíduos agrícolas da indústria de produção de sucos de uva e vinho são compostos principalmente por subprodutos sólidos, como o engaço, o bagaço, as sementes e por material filtrado dos líquidos (ISHIMOTO, 2008; FERREIRA, 2010, YU; AHMEDNA, 2013).

As indústrias de produção de suco e vinho destacam-se dentre os diversos resíduos gerados pela agroindústria brasileira por serem ricas fontes de compostos fenólicos (GONZÁLEZ-PARAMÁS *et al.*, 2004; TORRES; BOBET, 2001; RUBILAR *et al.*, 2007) e pela expressiva quantidade resultante do processamento, já que a soma deles, bagaço (cascas e sementes), engaço e a borra do processo fermentativo representam em média 30% do volume de uvas utilizadas para a produção do suco e do vinho (MAKRIS; BOSKOU; ANDRIKOPOULOS, 2007). Embora

recente, o setor vitivinícola brasileiro tem avançado tanto nos produtos elaborados quanto na produção de uvas destinadas ao consumo in natura (MELLO, 2006), o que o torna uma promissora fonte de substâncias bioativas naturais.

Uma série de compostos bioativos é descrita como responsável pelos efeitos benéficos de uma alimentação diária rica em compostos fenólicos, vitaminas, fibras e carotenóides (LAJOLO, 2001; RUFINO *et al.*, 2010; MARTÍNEZ *et al.*, 2012; CHIOU *et al.*, 2014).

Pesquisas evidenciando a importância dos compostos bioativos para a saúde humana têm crescido no mundo científico. Estudos vêm buscando determinar as concentrações destes compostos nos alimentos mais consumidos e, em especial, nas frutas e em seus subprodutos. Pesquisas têm demonstrado o efeito protetor de dietas ricas em frutas e hortaliças contra doenças cardiovasculares e certos tipos de câncer, devido, em parte, aos antioxidantes contidos nestes alimentos (RUFINO *et al.*, 2007; BARRETO, 2011; COSTA, 2012; TSENG; ZHAO, 2013; SILVA *et al.*, 2014).

Os compostos fenólicos são os antioxidantes mais ingeridos na dieta humana, perfazendo um total de 1g/dia, especialmente naquelas populações em que o consumo de alimentos de origem vegetal é maior (KONDRASHOV *et al.*, 2009).

O suco de uva e seus resíduos agroindustriais constituem uma importante fonte de compostos fenólicos, representados principalmente pelos flavanóis (catequinas e epicatequinas), antocianinas, resveratrol, quercetina e o kaempferol. A riqueza de polifenóis identificada nos sucos tem despertado o interesse crescente da população, o que reflete no consumo ascendente deste produto (DANI *et al.*, 2007; SOUZA, 2008).

O teor de compostos fenólicos presentes nos produtos elaborados com uva é fortemente influenciado por diversos fatores, como espécie, variedade da uva, maturidade, condições climáticas e métodos de elaboração dos produtos. A concentração de fenólicos em sucos de uva, por exemplo, pode ser significativamente maior se durante sua fabricação as uvas forem esmagadas com o engaço, sementes e cascas, em comparação com processos que utilizam apenas a polpa da fruta (PINHEIRO, 2008).

Considerando suas propriedades funcionais, produtos alimentícios foram desenvolvidos a partir do aproveitamento do bagaço de uva (cascas e sementes) como, por exemplo, no trabalho realizado por Ishimoto (2008) que desenvolveu um picolé a base de bagaço. Neste mesmo estudo, Ishimoto mostrou que a suplementação da ração de *hamsters* com o bagaço da uva foi capaz de

melhorar o perfil lipêmico dos animais mantidos em dietas com alto teor de lipídios. A redução dos níveis de colesterol nos animais do grupo cuja dieta foi suplementada com o bagaço da uva chegou a 32% (ISHIMOTO, 2008).

As características nutricionais e funcionais apresentadas por este resíduo estimulam o desenvolvimento de estratégias que viabilizem a sua inserção na alimentação humana, visto os diversos efeitos positivos sobre a saúde que poderiam advir do seu consumo regular (NATIVIDADE, 2010).

O interesse neste tipo de resíduo para a extração de compostos de valor para a indústria de alimentos tem aumentado nos últimos anos, razão da importância de dimensionar a disponibilidade de bagaços de uvas provenientes da agroindústria de sucos e de vinho (MELLO; SILVA, 2014).

Os primeiros estudos envolvendo subprodutos a partir da elaboração de sucos e vinho atrelaram-se quase que exclusivamente na composição polifenólica das sementes, mais atualmente, tem dado-se grande importância também ao bagaço gerado (MAKRIS; BOSKOU; ANDRIKOPOULOS, 2007). Este resíduo contém compostos que permanecem, mesmo depois da elaboração do suco e do vinho, como antioxidantes, corantes, e outros compostos com atividades potencialmente funcionais, evidenciando o seu alto potencial para elaboração de produtos destinados ao consumo humano ou animal, agregando assim um alto valor a uma matéria-prima que geralmente não possui um aproveitamento máximo, sendo utilizado basicamente como adubo (CAMPOS, 2005; SILVA, 2003).

O bagaço de uva representa também uma fonte rica de vários outros produtos de alto valor, como: tartaratos, malatos, ácido cítrico, óleo de semente de uva, hidrocolóides e fibras alimentares (GONZÁLEZ-PARAMÁS *et al.*, 2004; ROCKENBACH *et al.*, 2008). Os subprodutos obtidos após a exploração de uvas, cascas ou sementes, constituem uma fonte muito barata para a extração de compostos fenólicos, que podem ser usados em suplementos dietéticos, fitoterápicos, cosméticos e como antioxidantes naturais na indústria de alimentos (ALONSO *et al.*, 2002; NEGRO; TOMASSI; MICELI, 2003; ARVANITOYANNIS; LADAS; MAVROMATIS, 2006). Assim, a caracterização deste resíduo torna-se necessária para sua utilização pela indústria como fonte natural de antioxidantes e com baixo custo de obtenção (SHOJAEE-ALIABADI *et al.*, 2013).

A recuperação destes resíduos representa um grande avanço na manutenção do equilíbrio entre indústria e meio ambiente (ALONSO *et al.*, 2002). Tendo em vista esse enfoque e levando

em consideração a alta produção de resíduos gerados a partir do processamento de uvas, é importante identificar o valor agregado que pode ser associado ao uso real destes na alimentação humana, além da importância para a promoção da saúde da população. Assim, esta pesquisa, traz como recorte temático, a avaliação dos teores de compostos bioativos associados ao bagaço proveniente da indústria de elaboração de sucos das variedades de uvas Isabel Precoce, BRS Magna e Isabel Precoce + BRS Violeta, obtidos após as etapas de prensagem e filtração durante o processo de produção, buscando identificá-lo e caracterizá-lo como um produto comercial rico em macroantioxidantes, bem como, a avaliação do potencial antioxidante pelos métodos de captura dos radicais DPPH e ABTS no bagaço gerado pela indústria de elaboração de sucos instalada no Vale do São Francisco como suporte à obtenção de novos produtos ou ao uso como ingredientes para outros já disponíveis no mercado, agregando-lhes valor. Esta pesquisa desenvolve de forma pioneira a análise da composição de macroantioxidantes das referidas variedades de uva, próprias para elaboração de sucos, possibilitando assim nestes resíduos uma nova forma de mudança no aproveitamento e sucessão de produtos. A demanda por novas perspectivas para o reaproveitamento do bagaço da uva, subproduto pós-processo industrial, tem a finalidade de diminuir agressões e possíveis contaminações ao meio ambiente, além de contribuir com a pesquisa científica de modo a conhecer melhor o assunto de interesse do presente estudo, bem como obter informações fundamentais para aplicação em pesquisas futuras. As ações previstas permitem repercussão tecnológica, social, econômica e ambiental, além do avanço do conhecimento, visto que objetivam reduzir desperdícios e propor aproveitamento mais nobre a um rejeito agroindustrial que potencialmente mantém compostos de importância nutricional e provável atuação funcional no organismo humano.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Avaliar o bagaço de uva proveniente da indústria de produção de sucos instalada no Vale do São Francisco, como fonte natural de compostos macroantioxidantes, analisando seu teor de polifenóis extraíveis (EPP) e polifenóis não extraíveis (NEPP), bem como a atividade antioxidante de compostos associados das variedades Isabel Precoce, BRS Magna e Isabel Precoce + BRS Violeta, e com isso, contribuir com os estudos da literatura científica que discorrem sobre o potencial de aproveitamento do bagaço de uva, sendo atribuída aos compostos fenólicos e aos macroantioxidantes a funcionalidade deste produto.

### **2.2 Específicos**

- Determinar e quantificar o teor de polifenóis extraíveis no extrato do bagaço de uva;
- Determinar e quantificar o teor de polifenóis não extraíveis no extrato do bagaço de uva;
- Determinar a atividade antioxidante pelos métodos DPPH e ABTS nas frações do extrato de polifenóis extraíveis (EPP).

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Aproveitamento do resíduo de alimentos de origem vegetal

Um dos principais entraves ao desenvolvimento da indústria de processamento mínimo de frutas e hortaliças em diversas partes do mundo está associado à significativa quantidade de resíduos orgânicos que são gerados pela atividade (MIGUEL *et al.*, 2008). Alternativas de aproveitamento são importantes, pois as partes consideradas usualmente não consumíveis também apresentam valor nutricional relevante. Deste modo, a preocupação com este desperdício é essencial, pois um grande volume de alimento considerado perdido e não aproveitado, pode ser usado para alimentar milhões de pessoas que não tem acesso a uma alimentação saudável (DAMIANI *et al.*, 2011).

A indústria de processamento de alimentos e agroalimentar produz uma grande quantidade de resíduos ou subprodutos como cascas, sementes e polpas danificadas, os quais representam 50% da matéria-prima das frutas processadas (VASUDEVA; SHARMA, 2012). A procura de recursos naturais baratos, ricos em compostos antioxidantes tem atraído o interesse por parte da comunidade científica, profissionais de saúde e pelos próprios consumidores. Por esse motivo, muitos estudos têm sido desenvolvidos de forma a selecionar matérias-primas, incluindo os resíduos agroindustriais, com o intuito da sua recuperação e possível reutilização nas áreas alimentares, farmacêutica e cosmética (YASOUBI *et al.*, 2007).

As frutas e hortaliças desempenham importante papel na dieta humana, não somente no seu valor alimentício, mas como fonte de minerais e vitaminas, essenciais à manutenção da vida. No entanto, durante o processamento de frutas para a produção de sucos, polpas congeladas, néctares e geléias, a maioria das substâncias de interesse é encontrada em partes que normalmente são desprezadas como nas cascas, sementes e bagaço, o que gera um enorme volume de resíduos. Como este volume representa inúmeras toneladas, agregar valor a estes subprodutos é de grande interesse, visto que, o uso desses resíduos pode apresentar uma solução viável para a crescente demanda por alimentos ou até mesmo para o enriquecimento da alimentação humana, além de dar um destino a esses resíduos reduzindo a poluição (MARQUES, 2013).

O aproveitamento das partes usualmente não consumidas aumenta a acessibilidade de alimentos a todas as populações, uma vez que, a fome e o desperdício de alimentos são dois dos maiores problemas que o Brasil enfrenta (DAMIANI *et al.*, 2011).

Diversas resoluções a respeito de resíduos ditam os pilares sobre o gerenciamento desses subprodutos agroindustriais, como é o caso da Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) 306/04, resolução da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (Brasil, 2004) e a Resolução 358/05 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) (Brasil, 2005) que dispõem sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento, tratamento e disposição final dos resíduos, além de outras providências. De acordo com a legislação vigente no Brasil, toda cadeia produtiva é responsável pela correta destinação dos resíduos gerados (Lei 12.305/2010; BRASIL, 2010; VILHENA; SILVA, 2007).

Considerando que estes resíduos são caracterizados como poluentes em potencial, causando assim problemas ambientais, os resíduos representam perdas de matérias-primas e energia, exigindo investimentos significativos em tratamentos para controlar a poluição (PELIZER *et al.*, 2007). Segundo Laufenberg *et al.* (2003), os resíduos podem conter muitas substâncias de alto valor. Se for empregada uma tecnologia adequada, este material pode ser convertido em produtos comerciais ou matérias-primas para processos secundários.

Dessa forma, a implementação de metodologias de valorização de resíduos ou subprodutos a par do processo produtivo principal contribui para a diversificação da oferta dos produtos e a redução da emissão de resíduos sólidos (VALENTE, 2015).

Com medidas de conscientização social e políticas estratégicas adotadas mundialmente em relação à preservação do meio ambiente, as indústrias alimentícias vêm investindo em pesquisas, equipamentos e qualificação de mão-de-obra no sentido de minimizar a produção desses resíduos, encarados até então como perdas no processo de industrialização. Por outro lado, as indústrias também têm se especializado no reaproveitamento inteligente desses resíduos, transformando-os em subprodutos para fins mais nobres, como o enriquecimento nutritivo de outros produtos, gerando maior eficiência econômica enquanto preserva o meio ambiente (LAUFENBERG *et al.*, 2003).

O setor agroindustrial e a comunidade científica têm reunido esforços e realizado vários estudos para desenvolver um maior potencial dos alimentos funcionais, garantindo a promoção da saúde e o bem-estar dos cidadãos, promovendo a diversificação nas suas dietas e tornando viáveis produtos de alto valor agregado, criando novos nichos de mercado. Por esta razão, na sociedade atual, têm surgido processos emergentes para o aproveitamento sustentável dos resíduos de produtos hortofrutícolas, fontes naturais de compostos bioativos (VALENTE, 2015).

Os alimentos funcionais representam uma união da farmacologia com a tecnologia de alimentos na busca de uma melhor qualidade de vida, baseada na alimentação. Isso vem sendo reconhecido pelo consumidor moderno, que tem procurado com mais frequência esse tipo de produto nas prateleiras dos mercados. Evidentemente, esses alimentos não podem ser encarados como uma solução única, mas sim como mais um auxílio que os avanços tecnológicos e científicos colocam à disposição (SKLIUTAS, 2002).

Dentre os componentes dos alimentos com funcionalidade fisiológica pode-se citar, entre os nutrientes: os polissacarídeos, como a fibra; os ácidos graxos poliinsaturados da família ômega-3, como o EPA (ácido eicosapentaenóico) e o DHA (ácido docosahexaenóico); algumas vitaminas; minerais essenciais; proteínas e peptídeos; e, entre os não-nutrientes os oligossacarídeos; os flavonóides, como as isoflavonas da uva; os carotenóides, como o licopeno do tomate; os fitosteróis; as bactérias lácticas; compostos organosulfurados; compostos fenólicos; limonóides e substâncias indólicas (LAJOLO; SAURA-CALIXTO, 2001; RUFINO, 2008).

A valorização de subprodutos na ótica da recuperação de compostos bioativos assenta na composição da matéria-prima vegetal eliminada, nomeadamente por possuir quantidades elevadas de substâncias antioxidantes naturais e/ou outras de interesse biológico e/ou sensorial, tais como compostos fenólicos, pigmentos, fibras, vitaminas e sais minerais. Em consequência, os subprodutos vegetais podem constituir matrizes promissoras e baratas para a extração de fitoquímicos de utilização diversificada, quer na própria indústria alimentar quer noutra tipo de indústrias (VALENTE, 2015).

Em um mundo globalizado, onde parte significativa da população encontra sérias dificuldades diariamente para conseguir alimento, é inconcebível que uma atividade agroindustrial continue desperdiçando um resíduo que potencialmente poderia ser utilizado como matéria-prima na indústria de alimentos (MORETTI; MACHADO, 2006).

Os resíduos produzidos no setor agroalimentar são variados e a maioria destes apresentam teores consideráveis de compostos bioativos. Por exemplo, em extratos de casca de manga foram encontradas grandes quantidades de compostos fenólicos e de carotenóides com possíveis aplicações na indústria farmacêutica (AJILA *et al.*, 2008). Wikandari *et al.* (2015) concluíram que as cascas de laranja podem ajudar na produção de biogás, através do processo de lixiviação do limoneno. O óleo da semente de maracujá é utilizado nas indústrias alimentícias e cosméticas, fibras de co-produtos de banana e maçã são utilizadas na produção de iogurtes probióticos, assim como a utilização do bagaço de limão como fonte de ferro, pectina e fibras, (KOBORI; JORGE,

2005; O'SHEA; ARENDT; GALLAGHER, 2012). O descarte desses co-produtos agroindustriais pode chegar até um terço da produção, sendo oneroso para o fabricante, principalmente pelo alto valor nutricional da maioria desses produtos (O'SHEA; ARENDT; GALLAGHER, 2012).

As indústrias de produtos de uva geram resíduos ricos em compostos antioxidantes e seu reaproveitamento na indústria se torna bastante interessante. Uma das maneiras de aproveitar e conservar o resíduo descartado pela indústria de produtos de uva é utilizar esse resíduo para fazer farinha. A farinha de uva é um produto que pode ser usado para enriquecimento de outros alimentos, visto que esta mantém grande parte dos componentes antioxidantes da uva (LOPES, 2013).

Os compostos fenólicos residuais do processamento de uvas têm recebido muita atenção da comunidade científica por seus numerosos efeitos biológicos, tendo-lhes sido atribuídas várias propriedades biológicas benéficas à saúde como ação anti-mutagênica (SHIM *et al.*, 1995; MORLEY *et al.*, 2005), antialérgica (AKIYAMA *et al.*, 2000; SINGH *et al.*, 2011), antibacteriana (FUNATOGAWA *et al.*, 2004; TAGURI *et al.*, 2004) e antioxidante (RUFINO *et al.*, 2006; WOLFE *et al.*, 2008; AZEVEDO *et al.*, 2010).

Os antioxidantes naturalmente presentes nos alimentos têm sido cada vez mais estudados quanto à sua eficácia e emprego (SHAHIDI, 1997). Assim como os alimentos in natura, inúmeros estudos sinalizam que os subprodutos obtidos a partir de resíduos de indústrias alimentícias também apresentam uma quantidade significativa de compostos com características antioxidantes (PELIZER *et al.*, 2007). Os antioxidantes desempenham um papel importante em produtos alimentícios, pois ajudam a prevenir ou retardar o desenvolvimento da rancidez oxidativa, responsável pela deteriorização desses produtos e a inclusão de antioxidantes são fatores que aumentam a vida de prateleira dos alimentos (LOULI; RAGOSSIS; MAGOULAS, 2004; HRAS *et al.*, 2002).

Os compostos antioxidantes podem ser definidos como substâncias que, quando presentes em pequenas concentrações em relação ao substrato oxidável, são capazes de retardar ou mesmo inibir substancialmente a oxidação do substrato (FERREIRA; MATSUBARA, 1997; PIETTA, 2000; RUFINO *et al.*, 2010). O termo antioxidante significa “que impede a oxidação de outras substâncias químicas” que ocorrem nas reações metabólicas ou por fatores exógenos, como as radiações ionizantes. São obtidos pelos alimentos, sendo encontrados na sua maioria nos vegetais, o que explica parte das ações saudáveis que as frutas, legumes, hortaliças e cereais integrais exercem sobre o organismo (DOSSIÊ ANTIOXIDANTES, 2009).

No controle dos radicais livres, os antioxidantes, moléculas com cargas positivas, se combinam com os radicais livres de carga negativa, tornando-os inofensivos. Dessa forma, essas substâncias teriam a capacidade de anular a ação desses radicais, por isso a denominação de antioxidantes (MAGALHÃES, 2007). Assim, os antioxidantes são capazes de estabilizar ou desativar os radicais livres antes que ataquem os alvos biológicos nas células (SOUSA *et al.*, 2007).

Antioxidantes naturais, presentes particularmente em frutas e hortaliças têm ganhado crescente interesse entre os consumidores e a comunidade científica. Estudos epidemiológicos sugerem que o frequente consumo desses alimentos é associado com a baixa incidência de doenças degenerativas incluindo o câncer, inflamações, artrites, declínio do sistema imune, disfunção cerebral, doenças cardiovasculares, diabetes, mal de Alzheimer e alguns tipos de catarata (OLIVEIRA *et al.*, 2011).

Diversas substâncias presentes nos alimentos de origem animal e vegetal, de natureza lipofílica ou hidrofílica, apresentam potencial para atuar como antioxidantes no meio biológico. Entre os agentes antioxidantes encontrados nos alimentos destacam-se as vitaminas C e E, os compostos fenólicos, os flavonoides, o betacaroteno, o selênio e a coenzima Q-10 (CERQUEIRA; MEDEIROS; AUGUSTO, 2007).

O desconhecimento dos princípios nutritivos dos alimentos induz ao mau aproveitamento, o que ocasiona o desperdício de toneladas de recursos alimentares (GONDIM *et al.*, 2005). Com um reaproveitamento abrangente, o desperdício que ocorre na manipulação diária de produtos de hortifrutis seria aproveitado para fins nutricionais, amenizando assim possíveis carências da população (EVANGELISTA, 2001).

A possibilidade do uso de resíduos provenientes de indústrias alimentícias como fonte de compostos bioativos capazes de reduzir o risco de doenças através da dieta, tem atraído a atenção tanto da comunidade científica como das indústrias alimentícias com o objetivo comum de desenvolver os atualmente conhecidos como “alimentos funcionais”, ou alimentos ricos em um ou mais compostos bioativos que apresentam efeitos positivos na saúde (PINTO, 2008).

A inclusão de antioxidantes na dieta é de grande importância e uma alimentação saudável está relacionada com a diminuição do risco do desenvolvimento de doenças associadas ao acúmulo de radicais livres. Nos alimentos é encontrada uma grande variedade de substâncias que podem atuar em sinergismo na proteção das células e dos tecidos (BIANCHI; ANTUNES, 1999).

Em vista disso, a indústria de alimentos que produz grande volume de resíduos orgânicos resultantes da produção, preparo e consumo de alimentos, busca promover a utilização e destino apropriados destes resíduos o que contribui para evitar desperdícios, destacando-se o aproveitamento de partes usualmente não consumíveis, porém importantes pois apresentam valor nutricional relevante (MORETTI; MACHADO, 2006; DAMIANI *et al.*, 2011).

### **3.2 Resíduos de uva proveniente da indústria vitivinícola**

A indústria de alimentos vem buscando novas maneiras de utilizar os subprodutos provenientes da fabricação de alguns alimentos, principalmente devido à possível presença de substâncias como moléculas bioativas que podem ser extraídas e reaproveitadas (TELES, 2014).

Um fator importante para o reaproveitamento é a crescente preocupação com os possíveis impactos negativos ao meio ambiente decorrentes do descarte deste material e produção de alimentos utilizando os princípios da tecnologia limpa, a qual de acordo com Centro Nacional de Tecnologia Limpa (CNTL) (CNTL, 2014) está baseada na integração entre os objetivos do processo de produção e os ambientais, com a finalidade de reduzir os resíduos e as emissões (TELES, 2014).

A recuperação de compostos bioativos a partir dos descartes contínuos da indústria vitivinícola poderia representar um avanço significativo na manutenção do equilíbrio do meio ambiente, visto que, as grandes quantidades de resíduos gerados apresentam sérios problemas de armazenagem, de transformação, ou de eliminação, em termos ecológicos e econômicos. Essa situação explica o interesse crescente em explorar e agregar valor aos subprodutos da vinificação, rico em propriedades biológicas relevantes para as indústrias farmacêuticas, químicas e alimentícias (ALONSO *et al.*, 2002; LOULI *et al.*, 2004; ROCKENBACH *et al.*, 2008).

Os principais resíduos agroindustriais da uva são separados durante as etapas de esmagamento e prensagem das uvas, dos quais somente pequenas quantidades desses resíduos são valorizadas ou aproveitadas (MONRAD *et al.*, 2010). Um diagrama simplificado dos processos de obtenção das bebidas e resíduos gerados na indústria de sucos e vinho é apresentado na Figura 1.

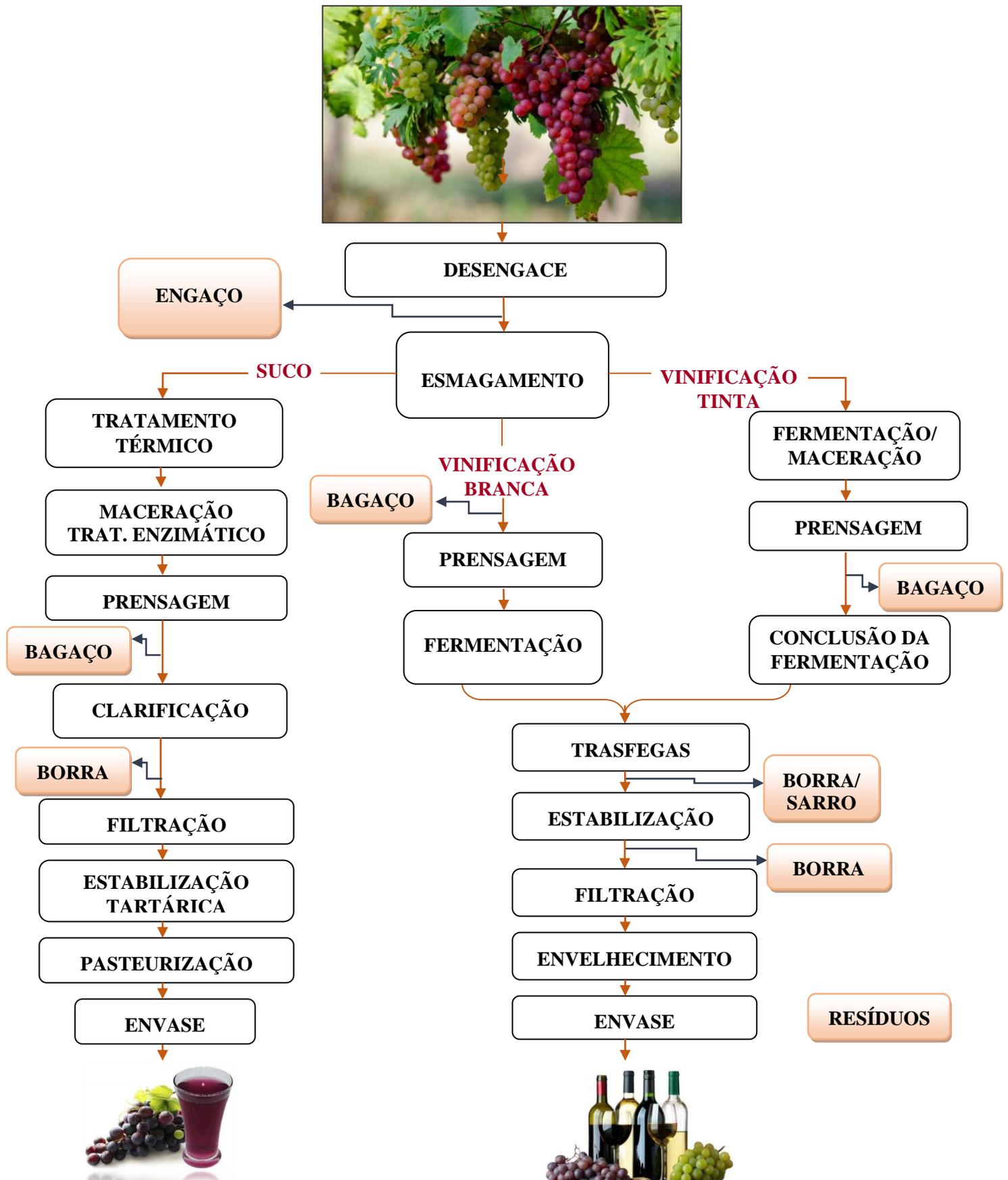


Figura 1 – Diagrama resumido dos processos de elaboração de sucos e vinhos e os respectivos resíduos gerados. Fonte: Marzarotto (2005); Brazinha; Crespo (2010); Pérez-Serradilla; Luque de Castro (2011).

Na chegada das uvas das vinhas, ocorre uma classificação quanto à variedade, a sanidade, o estado de maturação e a análise de teor de açúcar, o que determinará seu direcionamento para diferentes linhas de produção. Na sequência, os cachos de uva passam pelo desengace onde é feita a remoção da maior parte dos engaços (cabinhos que sustentam o cacho) para, então, as uvas serem encaminhadas à prensa que, por meio de uma leve pressão, fará com que se rompa a casca da uva, liberando, assim, o suco e dando origem ao mosto (LAZARINI; FALCÃO, 1999).

O suco de uva, em especial, é elaborado em diversas etapas, sendo estas a seguir: a recepção da matéria prima, separação do engaço, esmague, tratamento térmico, tratamento enzimático, esgotamento, prensagem, centrifugação, resfriamento, filtração a vácuo, tratamento térmico e envase a quente. A separação do engaço das bagas e esmagamento das uvas é realizada por desengaçadeira e esmagadeira mecânica (MARZAROTTO, 2005; RIZZON; MENEGUZZO, 2007).

O tratamento térmico visa facilitar a extração dos compostos fenólicos presentes nas cascas, sementes e polpa, ocorrendo a maceração dos constituintes da uva e extração do suco em tanques de aço inoxidável por aquecimento indireto a 85°C utilizando termomaceradores tubulares (VENTURIN, 2004). Nesta etapa devem-se estabelecer temperaturas mínimas de 65°C para adequada extração da cor e máximas de 90°C, sendo que temperaturas inferiores não garantem a segurança microbiológica desejada e as superiores podem ocasionar gosto de cozido ao produto (EMBRAPA, 2007). O tratamento enzimático é realizado em tanque por 1 a 2 horas e consiste na adição de enzimas pectinolíticas ou pectinases, o que facilita e acelera a extração de aromas, atuando na decantação e reduzindo a turbidez (VENTURIN, 2004; RIZZON; MENEGUZZO, 2007).

As etapas de esgotamento e prensagem separam os constituintes sólidos e líquidos. O processo de esgotamento é realizado em equipamento cilíndrico denominado de esgotador dinâmico, este aumenta a eficiência de separação do suco e dos sólidos da uva. A parte sólida desta etapa é direcionada para a prensagem, onde ocorre novamente a separação da fase líquida e sólida. Os resíduos resultantes da etapa de prensagem são denominados de bagaço e são constituídos de cascas e sementes. Na etapa de centrifugação ocorre a remoção dos sólidos suspensos do suco (4 a 8%) em equipamento denominado de centrífuga decanter (RIZZON; MENEGUZZO, 2007) (Figura 2C).

O processo de resfriamento (0 a 2°C) do suco de uva tem como principal objetivo reduzir o bitartarato de potássio, pois ocorre a precipitação destes sais antes do engarrafamento. A filtração

a vácuo é realizada para remover os sólidos que possam estar em suspensão, posteriormente é realizada a pasteurização (85°C/10s). O envase a quente é realizado utilizando temperatura de 65 a 68°C, e a temperatura de armazenamento de 12 a 15°C (RIZZON; MENEGUZZO, 2007).



Figura 2 - Etapas do esgotamento e prensagem na produção do suco de uva. A) separação dos sólidos do suco em esgotador; B) prensagem e remoção do bagaço (casca e sementes) e etapa de centrifugação do suco de uva. C) centrífuga decanter; D) resíduo obtido da centrifugação do suco (sólidos suspensos).

Fonte: Haas (2015).

Dos resíduos de uva provenientes da indústria vitivinícola, o bagaço apresenta uma composição rica em fibras e compostos bioativos, permitindo seu aproveitamento para um fim nobre aliando ganhos ambientais, econômicos e sociais. Os bioativos majoritários são os compostos fenólicos cuja distribuição média na uva é de 84% na semente, 15% na casca e 1% na polpa (PASTRANA-BONILLA *et al.*, 2003). O interesse na recuperação destes compostos deve-se às propriedades plurifarmacológicas (SOBRATTEE *et al.*, 2005) e tecnológicas como

ingredientes funcionais, aditivos naturais, dentre outras, as quais em sua maioria estão associadas à atividade antioxidante (CRUZ, 2013).

Na caracterização do resíduo de uva, a casca contém principalmente água, fibras, compostos fenólicos, enzimas, além de ser uma fonte de flavanóis, ácidos fenólicos, flavonóis como rutina, quercetina e as antocianidinas, que são antocianinas que conferem cor característica. A parede celular das cascas é constituída também por polissacarídeos neutros (celulose, xiloglucanas, arabinanas, galactanas), substâncias pécticas (elevado grau de metil esterificação), proantocianidinas insolúveis e proteínas estruturais. As cascas representam cerca de 5 a 10% do total em base seca de uva e agem como uma barreira hidrofóbica para proteger as uvas de agressões físicas e climáticas, desidratação, doenças transmitidas por fungos e radiação ultravioleta (UV) (PINELO; ARNOUS; MEYER, 2006; LUQUE – RODRÍGUEZ; LUQUE DE CASTRO; PÉREZ – JUAN, 2007; IACOPINI *et al.*, 2008).

As sementes constituem uma porção considerável no bagaço de uva, em torno de 38 a 52% em base seca. A composição das sementes é formada por 40% fibras, 14 a 17% óleo, 11% proteínas, 7% compostos fenólicos complexos como taninos e outras substâncias como açúcares e minerais. Os ácidos graxos poli-insaturados são os principais lipídios presentes nas sementes, sendo o ácido linoléico seu constituinte majoritário, em torno de 72 a 76% do total de lipídios. Apresentam ainda, proantocianidinas, responsáveis pela adstringência, catequinas e epicatequinas, e em menores quantidades ácido gálico e resveratrol (BAÑÓN *et al.*, 2007; BOZAN; TOSUN; ÖZCAN, 2008; GHAFOR *et al.*, 2009; TOALDO *et al.*, 2013).

O engaço é a parte herbácea que suporta os grãos de uva, é rico em minerais e compostos tânicos, os quais apresentam alto potencial nutracêutico e farmacológico (AQUARONE *et al.*, 2001; LUQUE – RODRÍGUEZ; LUQUE DE CASTRO; PÉREZ – JUAN, 2007). O engaço é constituído de aproximadamente 36% celulose, 34% lignina, 24% hemicelulose e 6% taninos condensados, especialmente do tipo procianidina (PING *et al.*, 2011b). Os taninos condensados são polímeros de flavan-3-ol incolores que ao serem submetidos ao aquecimento e hidrólise ácida liberam unidades de antocianidinas (SUN; SPRANGER, 2005), que são pigmentos responsáveis pela coloração vermelha a roxa. Desta forma, a recuperação dos compostos fenólicos presente nos engaços, pode ser uma alternativa de valorização deste co-produto (TELES, 2014).

Resumidamente, os principais compostos fenólicos presentes na casca, semente e engaço estão descritos na Tabela 1 (PINELO; ARNOUS; MEYER, 2006).

Tabela 1 – Principais compostos fenólicos presentes em diferentes frações da uva.

| <b>Compostos (mg.g<sup>1</sup>)</b> | <b>Bagaço de uva</b> | <b>Casca</b>  | <b>Semente</b> | <b>Engaço</b> |
|-------------------------------------|----------------------|---------------|----------------|---------------|
| Ácidos Fenólicos                    | 0,03 - 8,31          | 0,17 - 8,23   | 0,10 - 0,11    | 0 - 0,04      |
| Flavan-3-óis totais                 | 0,34 - 4,25          | 0,12 - 3,38   | 3,56 - 6,15    | 0,22 - 0,89   |
| Antocianinas totais                 | 11,47 - 29,82        | 11,47 - 29,82 | -              | -             |
| Flavonois totais                    | 0,03 - 0,63          | 0,48 - 0,63   | 0,02 - 0,05    | 0 - 0,22      |

Fonte: Pinelo; Arnous; Meyer (2006).

Apesar do bagaço de uva conter compostos bioativos em quantidades significativas, ainda é subutilizado. O bagaço de uva é aproveitado na ração animal e como adubo de vinhedos, mas uma quantidade considerável ainda é desperdiçada, o que por um lado, torna-se um grave problema ambiental, porque além de ser gerado um elevado volume de resíduo, a sua composição é caracterizada pelo pH baixo e elevados teores de compostos fenólicos, antibacterianos e fitotóxicos. Mas, por outro lado, há um grande interesse na recuperação dos compostos fenólicos que são reconhecidamente compostos com atividade antioxidante e potencialmente bioativos (BUSTAMANTE *et al.*, 2008; ROCKENBACH *et al.*, 2011a). Sendo assim, pesquisas que permitam sua utilização para obtenção de compostos bioativos podem representar um ganho econômico significativo (OLIVEIRA, 2010).

### 3.3 Propriedades funcionais do bagaço de uva

Atualmente existe um interesse crescente na exploração dos resíduos gerados pela indústria vitivinícola (ARVANITOYANNIS; LADAS; MAVROMATIS, 2006). Os resíduos agrícolas de uva são compostos principalmente por subprodutos sólidos, como o engaço, o bagaço e por material filtrado dos líquidos. O bagaço é um subproduto constituído pela casca ou película, as sementes e os restos da polpa de uva, sendo resultado do esmagamento do grão através de um processo de separação do suco ou mosto (sumo de uva fresca antes da fermentação). Em condições normais, o bagaço equivale a 12% a 15%; podendo chegar a 20% do peso da uva (ISHIMOTO, 2008; FERREIRA, 2010; YU; AHMEDNA, 2013).

Neste resíduo podem existir compostos que não foram totalmente extraídos da uva durante o processo de fabricação do suco e do vinho, como polifenóis, flavonoides, antocianinas, entre outros compostos bioativos naturalmente presentes na uva (Figura 3) (SILVA, 2003; KAMMERER *et al.*, 2004; CAMPOS, 2005; MAKRIS; BOSKOU; ANDRIKOPOULOS, 2007).

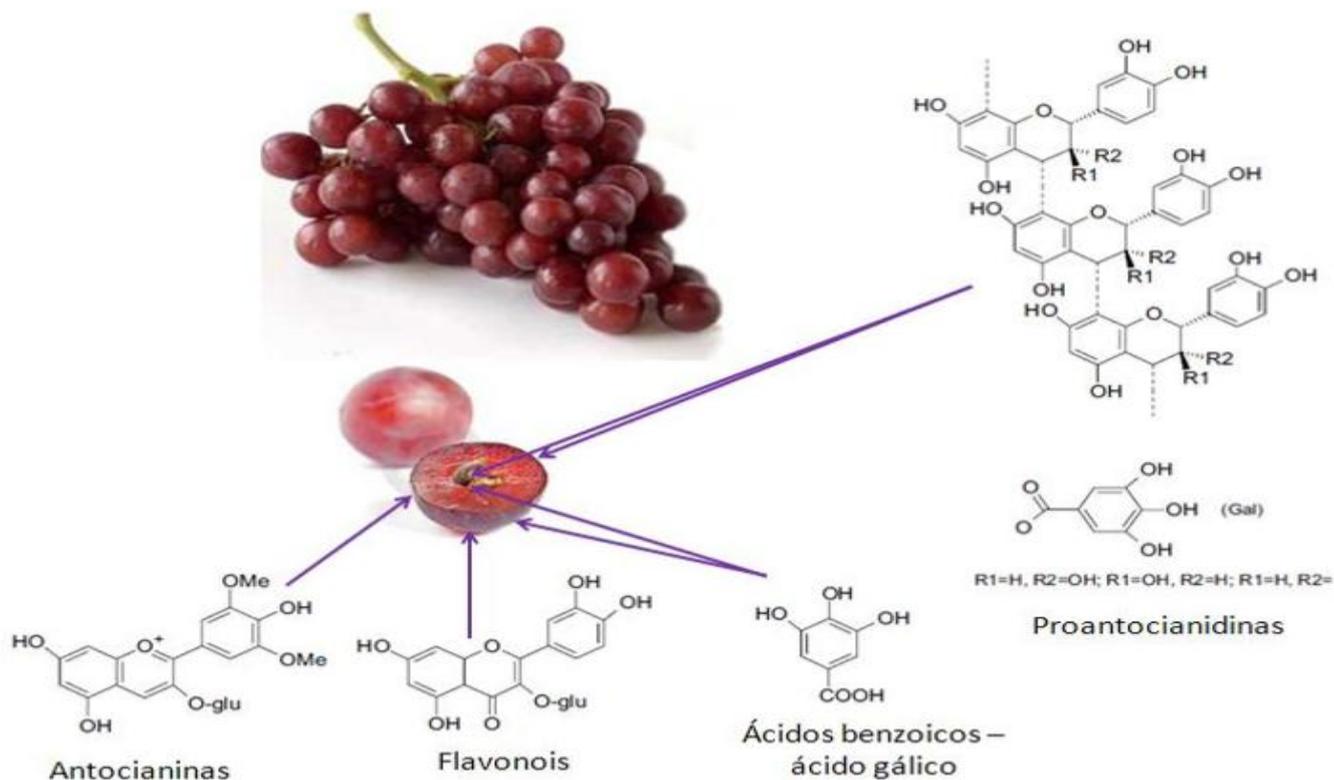


Figura 3 - Principais compostos fenólicos encontrados nas cascas e sementes de uva.  
Fonte: Pinelo; Arnous; Meyer (2006).

O bagaço de uva é caracterizado pelo alto conteúdo de compostos fenólicos que permanecem após o processo de vinificação (ARVANITOYANNIS *et al.*, 2006). Os compostos fenólicos dos resíduos possuem alta capacidade antioxidante, tendo, como consequência, potenciais benefícios para a saúde (ALONSO *et al.*, 2002).

Para Soares *et al.* (2008a) e Furiga, Lonvaud-Funel e Badet (2009), pelo fato do resíduo da produção do suco de uva e do vinho ser uma fonte apreciável de polifenóis, admite-se que sua inserção na alimentação humana poderia promover diversos efeitos positivos sobre a saúde.

De acordo com Souza (2008), os sucos de uva possuem um maior teor de compostos fenólicos glicosilados em relação aos vinhos e por isso podem ser mais facilmente absorvidos pelo organismo do que suas respectivas agliconas. Sendo o suco de uva uma fonte apreciável de compostos fenólicos, diversos estudos têm demonstrado o seu potencial antioxidante e sugerem que o seu consumo habitual pode se relacionar a menores riscos de desenvolvimentos de doenças crônicas (O'BYRNE *et al.*, 2002; MARTIM, 2007).

Quimicamente, os compostos fenólicos são definidos como substâncias que possuem anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos, incluindo seus grupos funcionais. A atividade antioxidante dos compostos fenólicos depende da sua estrutura, particularmente do número e da posição dos grupos hidroxila e da natureza das substituições nos anéis aromáticos. Existem cerca de 8.000 diferentes compostos fenólicos que, de acordo com sua estrutura química, são divididos em classes: ácidos fenólicos, flavonóides, estilbenos e taninos (ANTOLOVICH *et al.*, 2000; BALASUNDRAM *et al.*, 2006; ROCKENBACH, 2008).

Sua origem biossintética está relacionada a duas rotas metabólicas principais: a rota do ácido chiquímico e a rota do ácido malônico. A rota do ácido chiquímico participa da biossíntese da maioria dos fenóis vegetais. A rota do ácido malônico é menos significativa nas plantas superiores, sendo considerada uma importante fonte de produtos secundários fenólicos em fungos e bactérias (TAIZ; ZEIGER, 2004).

A via metabólica do ácido chiquímico (Figura 4), converte intermediários da glicólise e do ciclo das pentoses (fosfoenolpiruvato e a eritrose-4-fosfato) em aminoácidos aromáticos, cujo principal representante é a fenilalanina (NATIVIDADE, 2010).

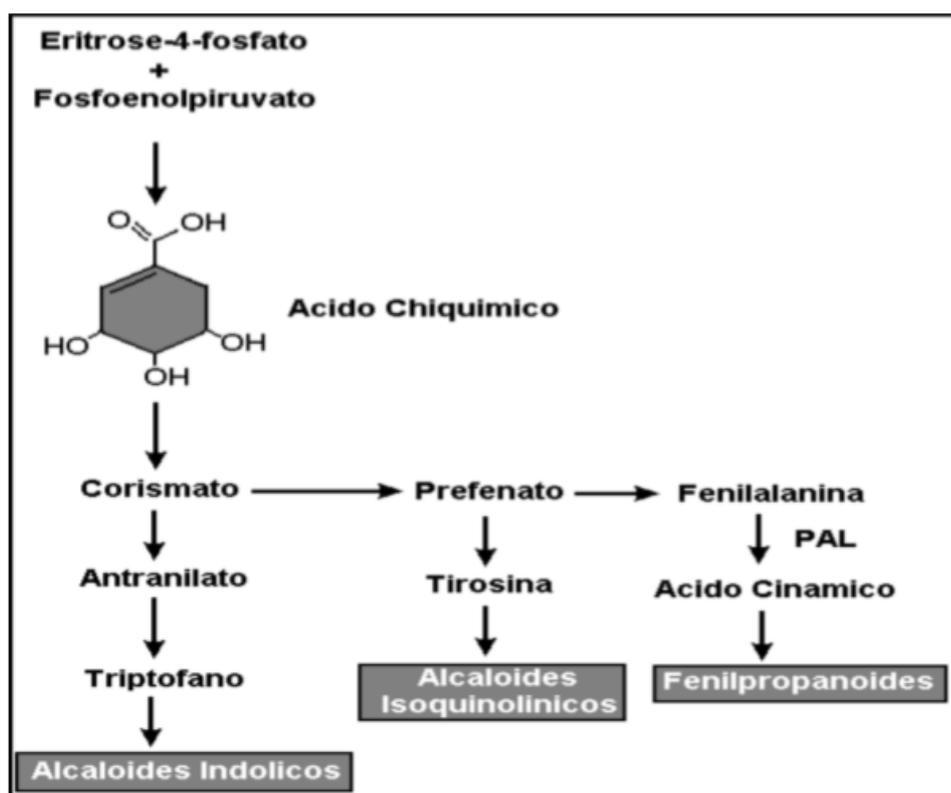


Figura 4 – Via metabólica do ácido chiquímico.  
Fonte: Adaptado de Dantas (2010).

A grande maioria dos compostos fenólicos é originada da fenilalanina, tendo como enzima chave da biossíntese destes a fenilalanina amônia-liase (PAL) que ao remover uma molécula de amônia da L-fenilalanina forma o ácido cinâmico iniciando a biossíntese de fenólicos por reações sequenciais diversas como hidroxilação, o-metilação e condensação (KOUKOL; CONN, 1961; CERUTTI; GUROFF, 1965; SCHAECHTER, 2009).

A enzima fenilalanina amônia-liase atua como reguladora do processo e dela originam-se a maioria dos compostos fenólicos, na forma livre ou ligados a açúcares e proteínas, englobando moléculas simples até compostos com alto grau de polimerização (Figura 5) (NATIVIDADE, 2010).

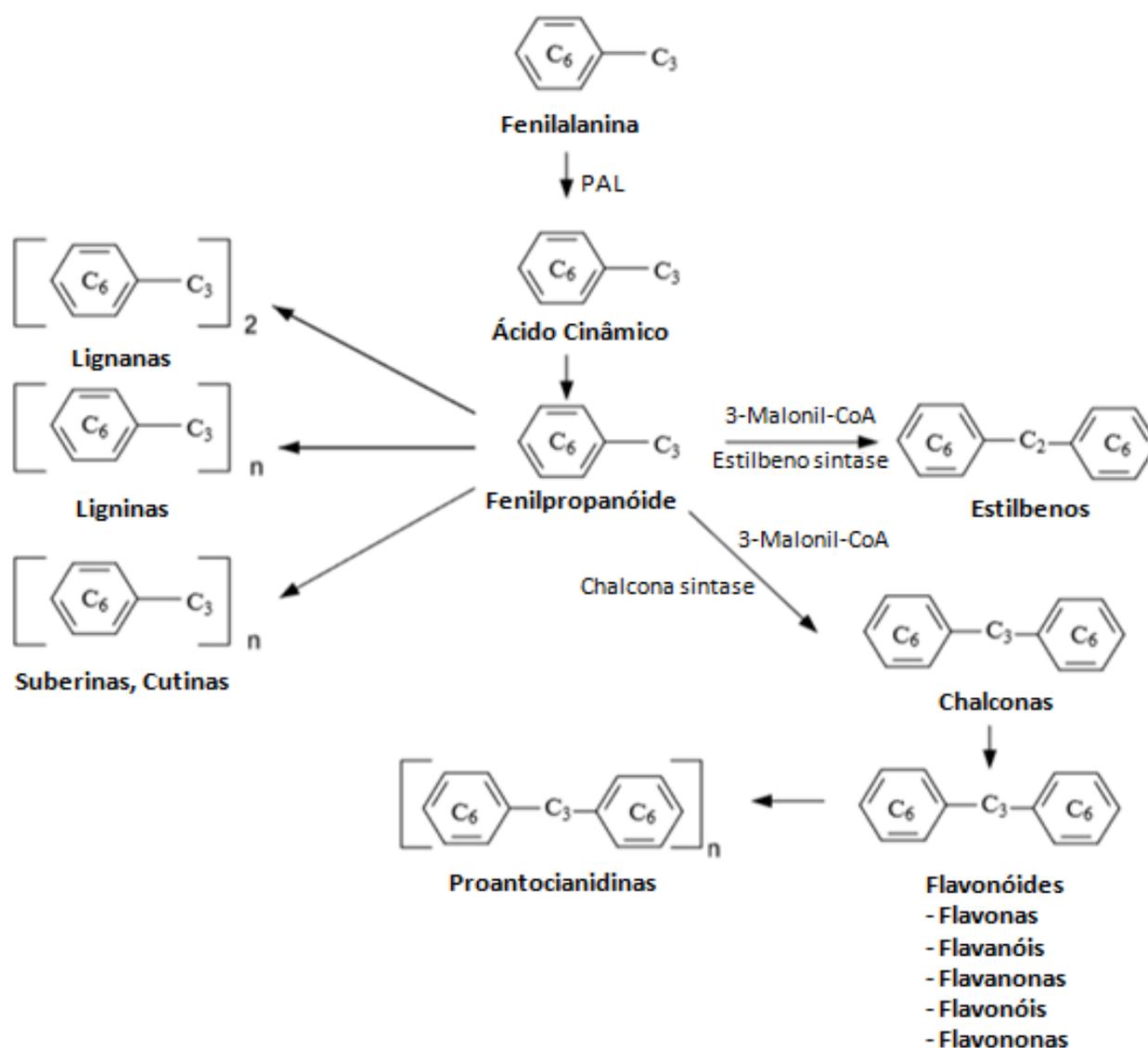


Figura 5 – Via metabólica dos compostos fenólicos em vegetais.  
Fonte: Nazck; Shahidhi (2004).

Sementes e cascas de uvas são onde a maior parte dos compostos fenólicos se acumulam. O bagaço de uva tipicamente retém após a produção de sucos e vinhos, uma quantidade de 20-30% de fenólicos nas cascas e 60-70% de fenólicos encontrados nas sementes (MONRAD *et al.*, 2010).

Os compostos fenólicos são originados do metabolismo secundário de plantas, com estrutura química e reatividade diversificada (ANGELO; JORGE, 2007). Em plantas, são essenciais no crescimento e reprodução dos vegetais, além de atuarem como agente antipatogênico e contribuírem na pigmentação (SHAHIDI; NACZK, 1995). Em alimentos, os compostos fenólicos são responsáveis pela cor, adstringência, aroma e estabilidade oxidativa. Recentemente, o reconhecimento das propriedades antioxidantes destes compostos tem evocado uma nova visão em direção aos efeitos benéficos para a saúde que eles podem apresentar (JAYAPRAKASHA *et al.*, 2001).

Estes metabólitos secundários podem ser classificados de acordo com sua estrutura química básica e possíveis substituições nessa estrutura básica por associação com carboidratos e formas polimerizadas (Tabela 2) (OLDONI, 2007; BERGAMASCHI, 2010; SANTOS, 2012).

Tabela 2 – Classificação dos compostos fenólicos de acordo com sua estrutura química básica.

| <b>Estrutura Básica</b>  | <b>Classe de compostos fenólicos</b>  |
|--|---|
| C <sub>6</sub>   | Fenóis simples  |
| C <sub>6</sub> -C <sub>1</sub>                                 | Ácidos Hidroxibenzóicos   |
| C <sub>6</sub> -C <sub>2</sub>                                 | Acetofenonas e Ácidos Fenilacéticos   |
| C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub>                                 | Ácidos Hidroxicinâmicos (ácidos cinâmicos e compostos análogos, fenilpropenos, cumarinas, isocumarinas) |
| C <sub>6</sub> -C <sub>4</sub>                                 | Naftoquinonas   |
| C <sub>6</sub> -C <sub>1</sub> -C <sub>6</sub>                 | Xantonas e Benzofenonas   |
| C <sub>6</sub> -C <sub>2</sub> -C <sub>6</sub>                 | Estilbenos e Antraquinonas  |
| C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub> -C <sub>6</sub>                 | Flavonóides, Isoflavonóides e Chalconas   |
| (C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>                 | Lignanas  |
| (C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub> -C <sub>6</sub> ) <sub>2</sub> | Diflavonoides   |
| (C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub> ) <sub>n</sub>                 | Ligninas  |
| (C <sub>6</sub> -C <sub>1</sub> ) <sub>n</sub>                 | Taninos hidrolisáveis   |
| (C <sub>6</sub> -C <sub>3</sub> -C <sub>6</sub> ) <sub>n</sub> | Taninos condensados   |

Fonte: Oldoni (2007).

Legenda: C<sub>6</sub> corresponde ao anel benzênico; C<sub>n</sub> corresponde à cadeia substituinte; n indica átomos de carbono.

Podem também ser divididos em dois grupos: os flavonoides e os não-flavonoides. Os flavonoides podem subdividir-se em: flavonois, flavonas, flavanois, flavanonas, isoflavonas e antocianidinas/antocianinas. Já os compostos fenólicos não-flavonoides são representados pelos ácidos fenólicos e outros derivados fenólicos como os estilbenos, cumarinas e taninos (ANASTASIADI *et al.*, 2010; RAVELLI, 2011).

Estudos clínicos e epidemiológicos têm mostrado evidências de que antioxidantes fenólicos de cereais, frutas e hortaliças são os principais fatores que contribuem para a significativa redução da incidência de doenças crônicas e degenerativas encontradas em populações cujas dietas são altas na ingestão desses alimentos. Por este motivo, a importância da pesquisa sobre antioxidantes naturais tem aumentado muito nos últimos anos (ROESLER *et al.*, 2007).

A uva é uma das maiores fontes de compostos fenólicos. Os principais fenólicos presentes na uva são os flavonóides (antocianinas, flavanóis e flavonóis), os estilbenos (resveratrol), os ácidos fenólicos (derivados dos ácidos hidroxicinâmicos e hidroxibenzóicos) e uma larga variedade de taninos (FRANCIS, 2000). A distribuição dos principais compostos fenólicos nas uvas está representada na Figura 6.

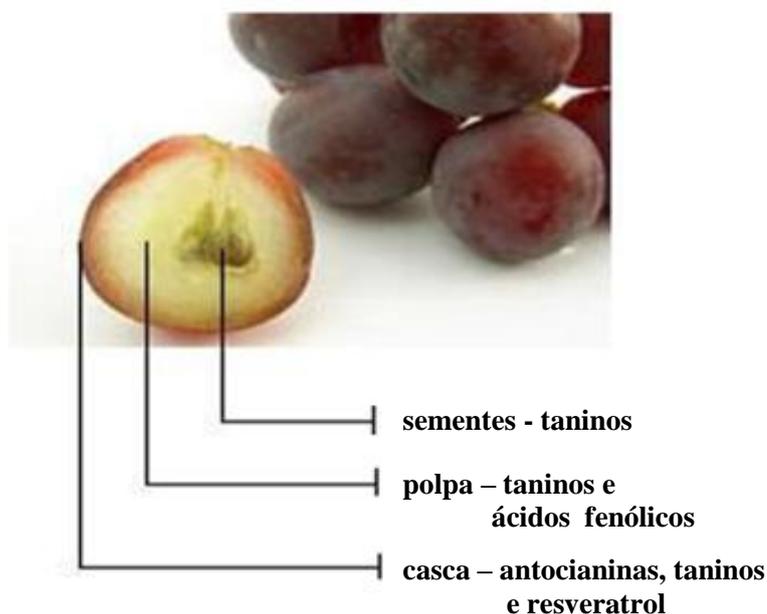


Figura 6 – Distribuição majoritária dos principais compostos fenólicos encontrados na uva. Fonte: Rockenbach (2008).

Os flavonóides constituem o maior grupo de compostos fenólicos de plantas, sendo responsáveis pela coloração das flores e dos frutos. São substâncias de baixo peso molecular, compostas de 15 átomos de carbono. A Figura 7 ilustra sua estrutura química básica formada, essencialmente, por dois anéis aromáticos, A e B, ligados por uma ponte de três carbonos, usualmente na forma de anel heterocíclico. Variações nas configurações de substituição do anel C resultam na maioria das subclasses dos flavonóides, apresentadas na Figura 8: flavonas, flavanonas, isoflavonas, flavonóis, flavanóis (catequinas) e antocianinas (BALASUNDRAM *et al.*, 2006; HOLLMAN; ARTS, 2000; ROCKENBACH, 2008).

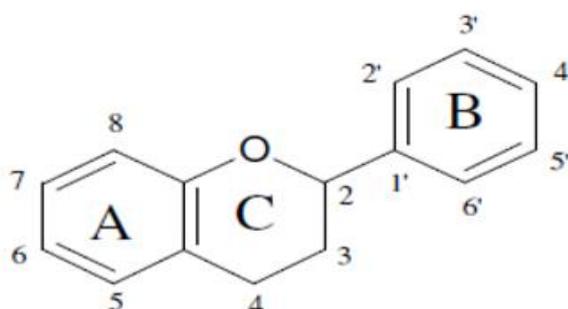


Figura 7 – Estrutura química básica dos flavonóides.  
Fonte: Balasundram *et al.* (2006).

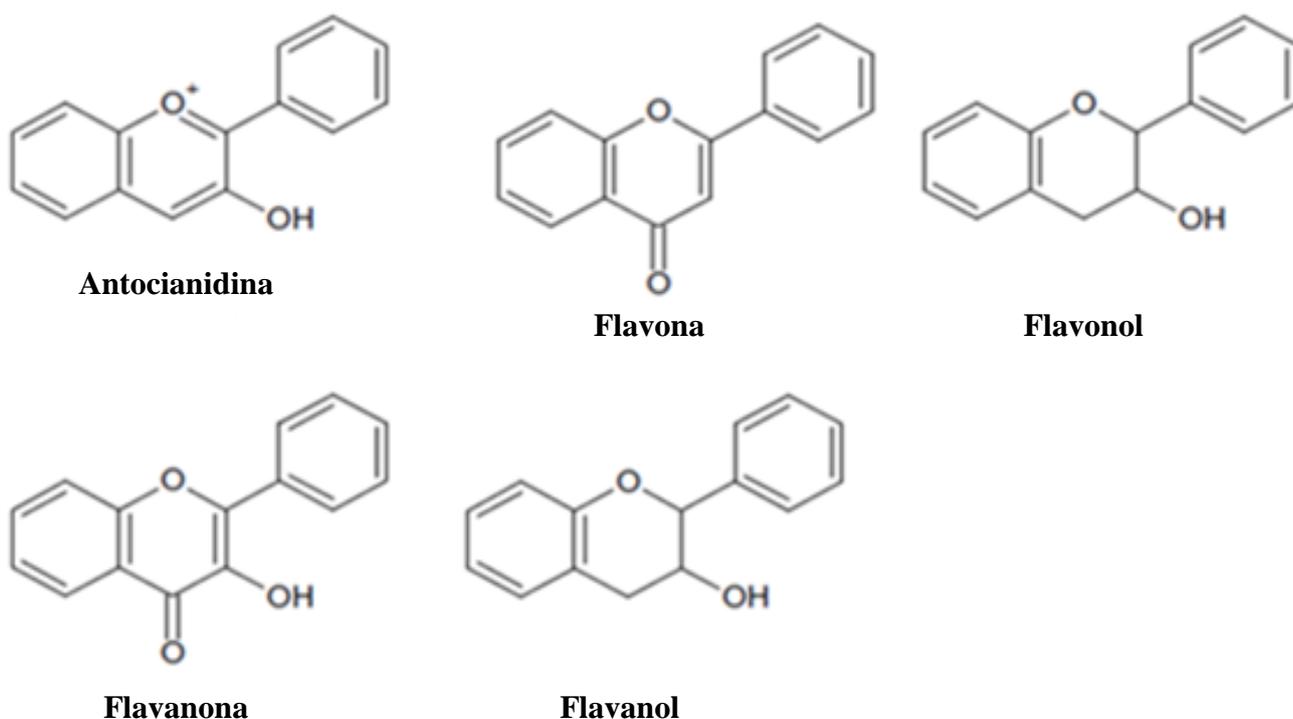


Figura 8 – Estrutura química básica das principais classes de flavonóides.  
Fonte: Balasundram *et al.* (2006).

De acordo com a literatura, os flavonóides têm demonstrado atividade contra alergias, hipertensão, viroses, inflamações, artrites, carcinogênese e câncer (JAYAPRAKASHA *et al.*, 2001; ROCKENBACH, 2008).

Dentre os compostos fenólicos em uvas, destacam-se as antocianinas (VALDUGA *et al.*, 2008). As antocianinas são flavonóides que se encontram largamente distribuídos na natureza e são responsáveis pela maioria das cores azul, violeta e quase todas as tonalidades de vermelho que aparecem em flores, frutos, algumas folhas, caules e raízes de plantas. Nas videiras, são responsáveis pela coloração das cascas das uvas tintas e se transferem, em parte, para o vinho durante a vinificação, sendo encontradas também na polpa de algumas variedades de uvas (ROCKENBACH, 2008; VERSARI *et al.*, 2008).

Além de contribuírem para a coloração de frutos e flores, as antocianinas também atuam como filtro das radiações ultravioletas das folhas e quando consumidas na alimentação humana desempenham diversas propriedades farmacológicas, como atividade antioxidante, prevenção de enfermidades cardiovasculares, neuronais, câncer e diabetes (MANACH *et al.*, 2005).

De acordo com Macheix, Fleurit e Billot (1990), há diferenças na natureza entre os níveis das antocianinas em várias cultivares do mesmo fruto. Sua concentração nos alimentos é condicionada por diversos fatores agrônômicos, como cultivar, clima, tipo de solo e práticas agrícolas (FALCÃO *et al.*, 2007; SEGADE; VÁRQUEZ; LOSADA, 2008).

Este grupo de polifenóis quando na forma livre ou aglicona (sem açúcar) denomina-se antocianidina, e quando na forma ligada ou glicona (ligada a uma ou mais moléculas de açúcar) denomina-se antocianina (SAUTTER, 2003). Quimicamente, as antocianinas são compostos fenólicos muito instáveis e altamente susceptíveis à degradação, cuja estabilidade é afetada por diversos fatores, como pH, temperatura, concentração de oxigênio e luminosidade. O pH ácido é favorável para a forma colorida destes pigmentos e a temperatura elevada pode favorecer a degradação e a polimerização da cor destes pigmentos. Por este motivo a temperatura e o tempo de aquecimento dos alimentos durante o processamento devem ser considerados (SALUNKHE; BOLIN; REDDY, 1991; CASTAÑEDA-OVANDO *et al.*, 2009).

Os estilbenos formam uma outra classe de compostos fenólicos, e são representados na uva principalmente pelo resveratrol (SILVA, 2010).

O resveratrol (3,5,4-trihidroxi-*trans*-estilbeno) é uma substância biologicamente ativa, pertencente ao grupo das fitoalexinas, que são metabólitos secundários produzidos pelas plantas

como uma resposta ao estresse como danos mecânicos, excesso de radiação, ataque de bactérias, fungos ou vírus, entre outros (FILIP *et al.*, 2003; VITRAC *et al.*, 2005; PRESTA, 2008). É sintetizado naturalmente por diversas plantas como eucalipto, amendoim, amora e a uva (principalmente nas sementes e na película) em duas formas isoméricas a *trans* e *cis*. Sua biossíntese nas plantas é induzida por fatores ambientais como a radiação UV e infecção por fungos (LANGCAKE; PRYCE, 1976).

A Figura 9 apresenta o isômero *trans*-resveratrol que predomina e, geralmente, é mais ativo biologicamente, mas é termo e fotossensível, sendo transformado em *cis* na presença de luz visível (SAUTTER *et al.*, 2005).

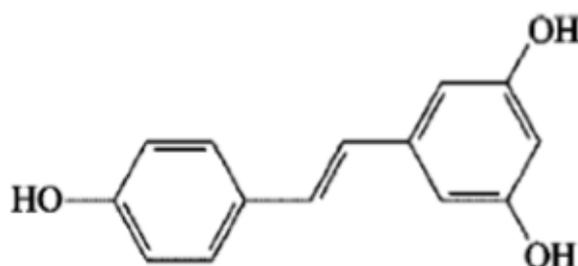


Figura 9 – Estrutura do *trans*-resveratrol.  
Fonte: Souto *et al.* (2001).

O resveratrol tem atraído atenção especial nas últimas décadas em decorrência de estudos epidemiológicos que mostram correlação inversa entre o consumo moderado de vinho e a incidência de doenças cardiovasculares (BAUR; SINCLAIR, 2006; AGARWAL *et al.*, 2013; HUANG *et al.*, 2014).

Os ácidos fenólicos são encontrados em maior quantidade nos tecidos da polpa da uva (80 a 85%), sendo que sua concentração diminui com o amadurecimento do fruto e varia de acordo com a cultivar (ARSEGO, 2004). São compostos simples formados por um anel aromático com substituintes com capacidade de sequestrar espécies reativas ligados à sua estrutura, como o radical hidroxila e o oxigênio singleto.

Os ácidos fenólicos são divididos em dois grupos de substâncias:

- a) Ácidos benzóicos, que possuem sete átomos de carbono (C<sub>6</sub>-C<sub>1</sub>), conforme apresentado na Figura 10a. São os ácidos fenólicos mais simples encontrados na natureza, como os ácidos gálico, p-hidroxibenzóico, protocatecuico, vanílico e siríngico.

b) Ácidos cinâmicos, que possuem nove átomos de carbono ( $C_6-C_3$ ), como os ácidos caféico, ferúlico, p-cumárico e sinápico, são apresentados na Figura 10b (BALASUNDRAM *et al.*, 2006; ROCKENBACH, 2008).

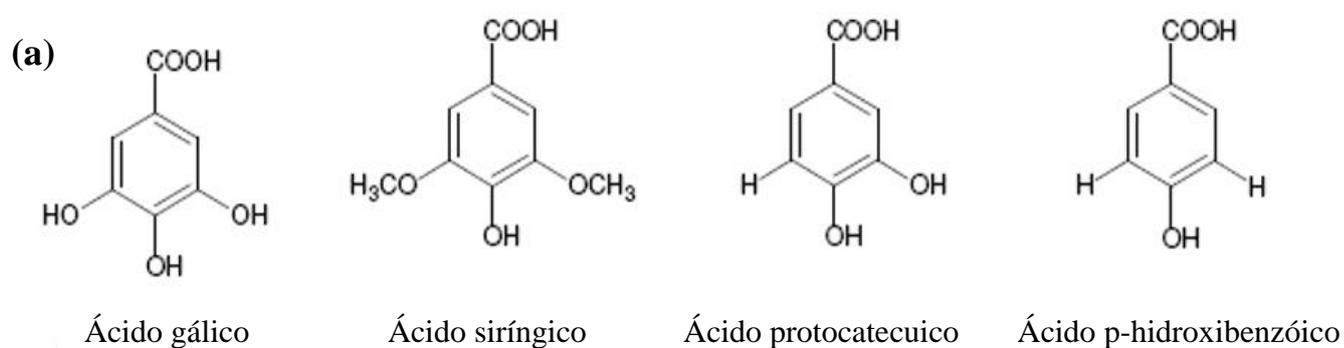


Figura 10a – Ácidos benzóicos.  
Fonte: Balasundram *et al.* (2006); Rockenbach (2008).

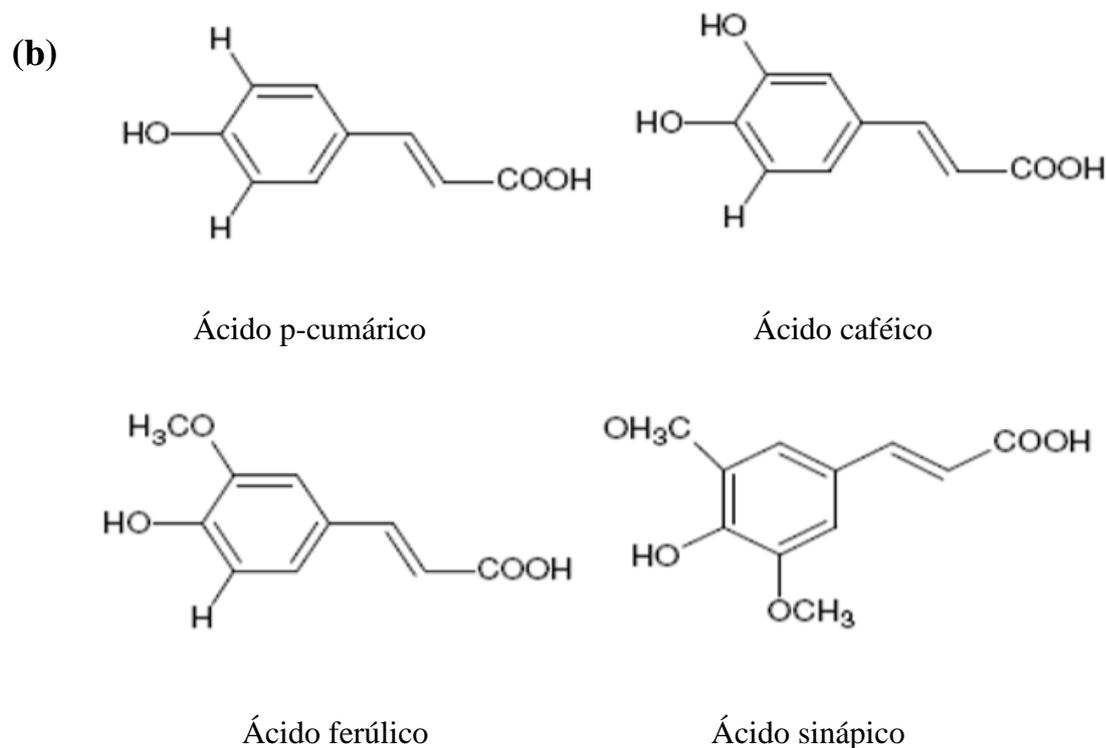


Figura 10b – Ácidos cinâmicos.  
Fonte: Balasundram *et al.* (2006); Rockenbach (2008).

Esses ácidos, além de se apresentarem sob sua forma livre, podem também estar ligados entre si ou com outros compostos. A capacidade antioxidante dos ácidos fenólicos e dos seus ésteres depende do número de grupos hidroxila presentes na molécula e de sua posição em relação ao grupo funcional carboxila. Derivados do ácido cinâmico são mais ativos como antioxidantes que os derivados do ácido benzóico e isto se deve ao fato de o primeiro composto apresentar maior número de grupos hidroxilas (OH) em relação ao segundo, o que garante maior habilidade de doar íons H<sup>+</sup> e estabilizar radicais. A introdução de um segundo grupo hidroxila na posição *orto* ou *para* também aumenta a atividade antioxidante destes compostos (MARINOVA; YANISHLIEVA, 2003; ARSEGO, 2004; ROCKENBACH, 2008).

Os taninos são polifenóis de alto peso molecular, resultantes da polimerização de moléculas de função fenol, e é esse volume aliado à sua configuração espacial que proporcionará combinações estáveis com as proteínas (RIBÉREAU-GAYON *et al.*, 2003). Estas moléculas possuem a propriedade de liberar as antocianidinas, em meio ácido e quando aquecidas, ocorre rupturas das uniões intermonoméricas, o que origina as procianidinas (FLANZY, 2003). As procianidinas são responsáveis pelo sabor amargo dos vinhos, pelos componentes da parte de coloração amarela, pela sensação de estrutura e corpo do vinho, pela capacidade de este envelhecer, entendendo por elas como a capacidade de manter a cor ao longo do tempo (ZAMORA, 2003).

Os taninos são divididos em taninos hidrolisáveis e taninos condensados, sendo que os hidrolisáveis são polímeros formados por moléculas de ácidos gálicos e elágicos glicolisados. Por sua vez, os taninos condensados apresentam maior importância nos alimentos e são também denominados de proantocianidinas, por apresentarem pigmentos avermelhados (SIMONETTI *et al.*, 2002; MONTEIRO *et al.*, 2005). O elevado peso molecular dos taninos confere aos alimentos em que eles estão presentes uma sensação de adstringência, o que é um atributo sensorial favorável no caso de vinhos tintos (DREWNOWSKI; GOMEZ-CARNEROS, 2000). Na uva aparece tanto na casca como nas sementes, além de estar presente no engaço (GIOVANNINI, 2008).

Têm sido atribuídas aos taninos muitas atividades fisiológicas humanas, como a estimulação das células fagocíticas e a ação tumoral, e atividades anti-infecciosas (LOGUERCIO, 2005). Em processos de cura de feridas, queimaduras e inflamações, os taninos auxiliam formando uma camada protetora (complexo tanino-proteína e/ou polissacarídeo) sobre tecidos epiteliais lesionados, permitindo que, logo abaixo dessa camada, o processo de reparação tecidual ocorra

naturalmente (MELLO; SANTOS, 2001). Em patologias estomacais, o mecanismo de ação é bem semelhante, com a formação de uma camada de tanino-proteína complexados que envolvem a mucosa estomacal (HASLAM, 1989). Portanto, a sua presença está relacionada com alguns efeitos benéficos à saúde, atuando também como protetor em doenças cardiovasculares e como antioxidante (TRAVAGLIA *et al.*, 2011).

Desse modo, tanto a uva quanto seu o bagaço constitui uma importante fonte natural de compostos fenólicos, o que o caracteriza como um produto de elevado potencial antioxidante, capaz de combater processos oxidativos e ainda com a vantagem adicional de apresentar um teor considerável de fibra dietética e ácidos graxos insaturados, nutrientes cujo consumo está relacionado a inúmeros efeitos fisiológicos benéficos, como redução dos níveis de colesterol e glicose, além de possuir ação laxante (LLOBERA; CAÑELLAS, 2007).

Para Araújo *et al.* (2005), os compostos fenólicos impedem a oxidação da LDL (Low density lipoprotein - lipoproteína de baixa densidade) pelos macrófagos e assim bloqueiam a formação de placas ateroscleróticas, reduzindo a rigidez arterial e deixando as artérias mais susceptíveis aos estímulos endógenos de vasodilatação, mecanismo que contribui para a redução da pressão arterial sistêmica.

Por essa razão, o extrato obtido do bagaço de uva tem recentemente se tornado popular para a obtenção de ingredientes funcionais, tais como antioxidantes naturais e suplementos alimentares (BAGCHI *et al.*, 2000; XU *et al.*, 2010).

### **3.4 Compostos macroantioxidantes ou polifenóis não extraíveis em frutas e hortaliças**

As frutas, principalmente as que apresentam a coloração vermelha/azul, são as mais importantes fontes de compostos fenólicos em dietas alimentares. Estudos epidemiológicos mostraram haver uma estreita correlação entre o consumo de frutas e uma redução no risco de doenças crônicas. Atualmente acredita-se que a combinação de vitaminas, minerais, compostos fenólicos antioxidantes e fibras sejam responsáveis pelo efeito desejado (VASCO; RUALES; KAMAL-ELDIN, 2008).

Em função da elevada atividade antioxidante que possuem, uma variedade de compostos fenólicos desempenha um papel importante nos processos de inibição do risco das doenças cardiovasculares e podem atuar sobre o estresse oxidativo, relacionado com diversas patologias

crônico-degenerativas, como o diabetes, o câncer e processos inflamatórios (IMEH; KHOKHAR, 2002).

Esse grande e complexo grupo de metabólitos secundários faz parte dos constituintes de uma variedade de vegetais, frutas e produtos industrializados. A pesquisa atual sobre polifenóis concentra-se principalmente em apenas uma fração de polifenóis alimentares, que correspondem a este pode ser extraído de alimentos com solventes orgânicos aquosos. Os polifenóis identificados em tais extratos - denominados polifenóis extraíveis (EPP) - são considerados como o conteúdo total de polifenóis e são utilizados como base para cálculos de ingestão dietética e estudos de biodisponibilidade (PÉREZ-JIMÉNEZ; DÍAZ-RUBIO; SAURA-CALIXTO, 2013).

No entanto, sabe-se que uma fração significativa de polifenóis alimentares permanece nos resíduos das extrações de polifenóis, os chamados polifenóis não extraíveis (NEPP) ou macroantioxidantes (MACAN) (PÉREZ-JIMÉNEZ; SAURA-CALIXTO, 2015). Uma vez que os gêneros alimentícios são consumidos como um todo, ou seja, incluindo EPP e NEPP, consideráveis quantidades de NEPP são ingeridas diariamente, contribuindo para os efeitos dos polifenóis referentes à saúde. No entanto, esta fração de polifenóis alimentares tem sido negligenciada e os estudos ainda são escassos (PÉREZ-JIMÉNEZ; DÍAZ-RUBIO; SAURA-CALIXTO, 2013).

A forte evidência científica dos efeitos a saúde dos compostos fenólicos antioxidantes estabelecida através de pesquisas biológicas e médicas apontam para a importância não apenas dos antioxidantes de baixo peso molecular. Descobertas recentes demonstram que os alimentos vegetais contêm quantidades abundantes de outros tipos de antioxidantes de alto peso molecular, denominados antioxidantes macromoleculares (MACAN) (SAURA-CALIXTO, 2017).

Eles são chamados de MACAN devido a algumas características diferenciais específicas que possuem: são polifenóis poliméricos ou polifenóis simples de alto peso molecular ligados a constituintes macromoleculares em alimentos; não são extraídos por procedimentos aquosos-orgânicos comuns; eles são acessíveis e biodisponíveis apenas no intestino grosso. Em contraste, os polifenóis extraíveis ou EPP são principalmente estruturas de baixo peso molecular, solúveis em misturas aquoso-orgânicas e são potencialmente biodisponíveis no intestino delgado (PÉREZ-JIMÉNEZ; DÍAZ-RUBIO; SAURA-CALIXTO, 2013). As duas classes apresentam uma capacidade antioxidante significativa (PÉREZ-JIMÉNEZ; SAURA-CALIXTO, 2015).

Os antioxidantes macromoleculares ou macroantioxidantes têm uma alta atividade biológica e antioxidante e exibem propriedades promissoras relacionadas à saúde. O seu maior

tamanho molecular confere-lhes algumas características fisiológicas específicas e mecanismos de ação, que os diferencia dos antioxidantes de baixo peso molecular. A maioria dos antioxidantes de baixo peso molecular é absorvido no intestino delgado durante a digestão e passa para a corrente sanguínea entre 0,5 e 2 horas após a ingestão, produzindo um aumento no estado antioxidante (concentração antioxidante do sangue) e sendo distribuído para células e órgãos alvo. Ao contrário do que acontece com os antioxidantes macromoleculares, que cruza intacto o estômago e intestino delgado e atinge o cólon onde eles interagem com a microbiota colônica em um processo fermentativo que quebra as macromoléculas, resultando em um alto estado antioxidante intestinal e a produção de metabólitos antioxidantes. Estes metabólitos são absorvidos através da mucosa colônica e atingem a corrente sanguínea cerca de oito horas após a ingestão, sendo distribuídos para células e tecidos onde podem ter efeitos sistêmicos. Isso indica que antioxidantes macromoleculares podem aumentar e prolongar o estado antioxidante e os efeitos da saúde associados à ingestão de antioxidantes alimentares (SAURA-CALIXTO, 2017).

O MACAN pode ser dividido principalmente em duas frações: polifenóis hidrolisáveis (HPP), que são compostos fenólicos de baixo peso molecular fortemente associados a polissacarídeos ou proteínas; e proantocianidinas não extraíveis (NEPA), que são estruturas de alto peso molecular (MATEOS-MARTÍN *et al.*, 2012; CHOY *et al.*, 2013).

Apesar de o MACAN ter sido comumente ignorado na análise química, quando os alimentos vegetais são consumidos, tanto o conteúdo de EPP quanto o MACAN são ingeridos. Isso implica que os efeitos relatados sobre a saúde de polifenóis alimentares podem ser devidos, pelo menos parcialmente, aos macroantioxidantes. Embora os estudos sobre os efeitos do MACAN sobre a saúde sejam escassos, eles mostraram resultados promissores em relação à saúde gastrointestinal (incluindo câncer colorretal) e cardiovascular (PÉREZ-JIMÉNEZ; DÍAZ-RUBIO; SAURA-CALIXTO, 2013).

Ainda há poucos dados disponíveis sobre o conteúdo de MACAN em alimentos específicos para plantas individuais; a maior parte corresponde aos cereais (HOLTEKJOLEN; KINITZ; KNUTSEN, 2006; CHANDRASEKARA; SHAHIDI, 2010; PÉREZ-JIMÉNEZ; TORRES, 2011). Da mesma forma, os dados sobre a ingestão dietética de MACAN também se limitam a alguns estudos (SAURA-CALIXTO; SERRANO; GOÑI, 2007; ARRANZ; SILVÁN; SAURA-CALIXTO, 2010; HERVERT-HERNÁNDEZ; GARCÍA; ROSADO; GOÑI, 2011) e são baseados em conteúdos que correspondem a diferentes grupos de alimentos, não a alimentos

individuais. Assim, eles não nos permitem obter informações sobre a contribuição dos diferentes alimentos para a ingestão de MACAN (PÉREZ-JIMÉNEZ; SAURA-CALIXTO, 2015).

No entanto, sabe-se que os antioxidantes macromoleculares podem desempenhar um papel importante na saúde gastrointestinal, especialmente em relação à prevenção do câncer de cólon, devido o aumento do estado antioxidante e também em proteção contra vários fatores de risco para doenças crônicas devido a metabólitos absorvidos através da mucosa colônica (SAURA-CALIXTO, 2017).

### 3.4.1 Polifenóis extraíveis e não extraíveis

Os polifenóis presentes em frutas e vegetais são uma família de centenas de compostos antioxidantes constituídos por diferentes subclasses (flavonóides, ácidos fenólicos, estilbenos e outros), para os quais vários efeitos sobre a saúde relacionados à prevenção de diferentes doenças crônicas foram amplamente relatados (GONZÁLEZ *et al.*, 2011; DEL RIO *et al.*, 2013). No entanto, a maioria dos estudos de polifenóis baseia-se em conteúdos de polifenóis subestimados, porque incluem apenas os polifenóis que se encontram nos sobrenadantes derivados de extrações aquoso-orgânicas de alimentos, ou seja, polifenóis extraíveis (EPP), que são considerados nos estudos o conteúdo de polifenóis totais. No entanto, foi relatado que uma fração significativa de polifenóis permanece nos resíduos das extrações de polifenóis, os chamados polifenóis não extraíveis (NEPP) ou antioxidantes macromoleculares (MACAN) (BRAVO; ABIA; SAURA-CALIXTO, 1994; ARRANZ *et al.*, 2009).

Os NEPP incluem macromoléculas, tais como proantocianidinas de alto peso molecular e compostos fenólicos, tais como ácidos fenólicos associados a macromoléculas, principalmente constituintes de polissacarídeos de fibras dietéticas e proteínas (PÉREZ-JIMÉNEZ; DÍAZ-RUBIO; SAURA-CALIXTO, 2013). Com relação à sua natureza química, os NEPP compreende principalmente polifenóis, como proantocianidinas, outros flavonóides, ácidos fenólicos e taninos hidrolisáveis (PÉREZ-JIMÉNEZ; TORRES, 2011).

Embora apenas uma pequena parte da literatura existente sobre polifenóis em alimentos trate dos NEPP, os dados existentes mostram que eles são ainda mais abundantes do que os EPP (polifenóis extraíveis) em muitos alimentos vegetais (PÉREZ-JIMÉNEZ *et al.*, 2009).

A Figura 11 mostra o processo sugerido para a análise do conteúdo de NEPP entre as diferentes famílias de alimentos vegetais (cereais, frutas, vegetais, nozes, legumes) (PÉREZ-

JIMÉNEZ; DÍAZ-RUBIO; SAURA-CALIXTO, 2013). Uma extração química com solventes aquoso-orgânicos é realizada no alimento, que libera o conteúdo de EPP na fração sobrenadante e também produz um resíduo. O resíduo é então submetido à hidrólise química, de modo a liberar o conteúdo de NEPP a partir da matriz alimentar, ou a fragmentar os polímeros. Os hidrolisados obtidos após este tratamento podem então ser analisados utilizando técnicas espectrofotométricas ou cromatográficas. Embora o conteúdo de NEPP em alimentos tenha sido estudado muito menos do que o conteúdo do EPP, os dados disponíveis mostram a relevância desta fração de polifenóis alimentares (PÉREZ-JIMÉNEZ; SAURA-CALIXTO, 2015).

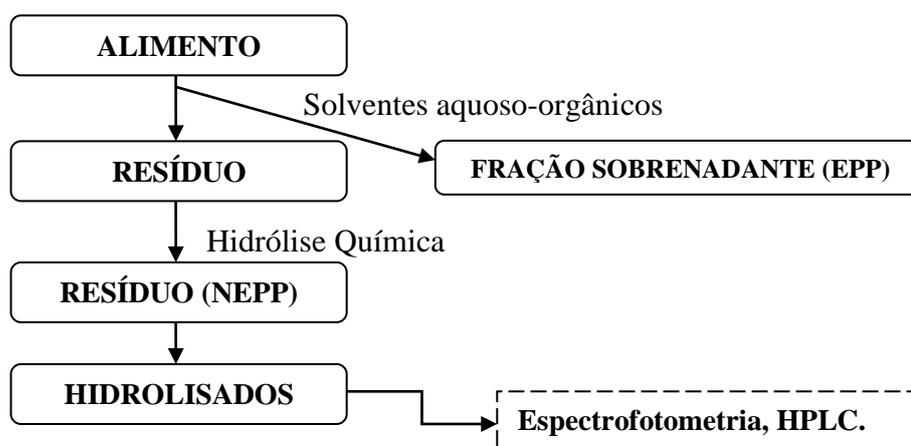


Figura 11 - Fluxograma da análise de polifenóis alimentares não extraíveis (NEPP) e polifenóis extraíveis (EPP). Fonte: Adaptado de Pérez-Jiménez; Díaz-Rubio; Saura-Calixto (2013).

Para entender os possíveis efeitos sobre a saúde associados à ingestão de qualquer composto bioativo e, portanto, de NEPP, é necessário ter conhecimento dos diferentes eventos que ocorrem ao longo do intestino humano (PÉREZ-JIMÉNEZ; DÍAZ-RUBIO; SAURA-CALIXTO, 2013).

A maioria do conteúdo de NEPP passará pelo intestino delgado sem qualquer transformação (Figura 12 (A)). Uma vez no cólon (Figura 12 (B)), e principalmente através da ação da microbiota intestinal, o NEPP é liberado e novos compostos se formam. Alguns destes metabólitos microbianos podem ser absorvidos através da veia porta, atingindo o fígado (Figura 12 (C)), onde ocorrem vários processos relacionados, dando origem a metabólitos de fase II. Uma vez formados, esses metabólitos podem retornar ao tubo digestivo através da bile (Figura 12 (D)) ou passar para a corrente sanguínea como um primeiro passo para atingir os tecidos alvo e

finalmente ser excretado na urina (Figura 12 (E)) (PÉREZ-JIMÉNEZ; DÍAZ-RUBIO; SAURA-CALIXTO, 2013).

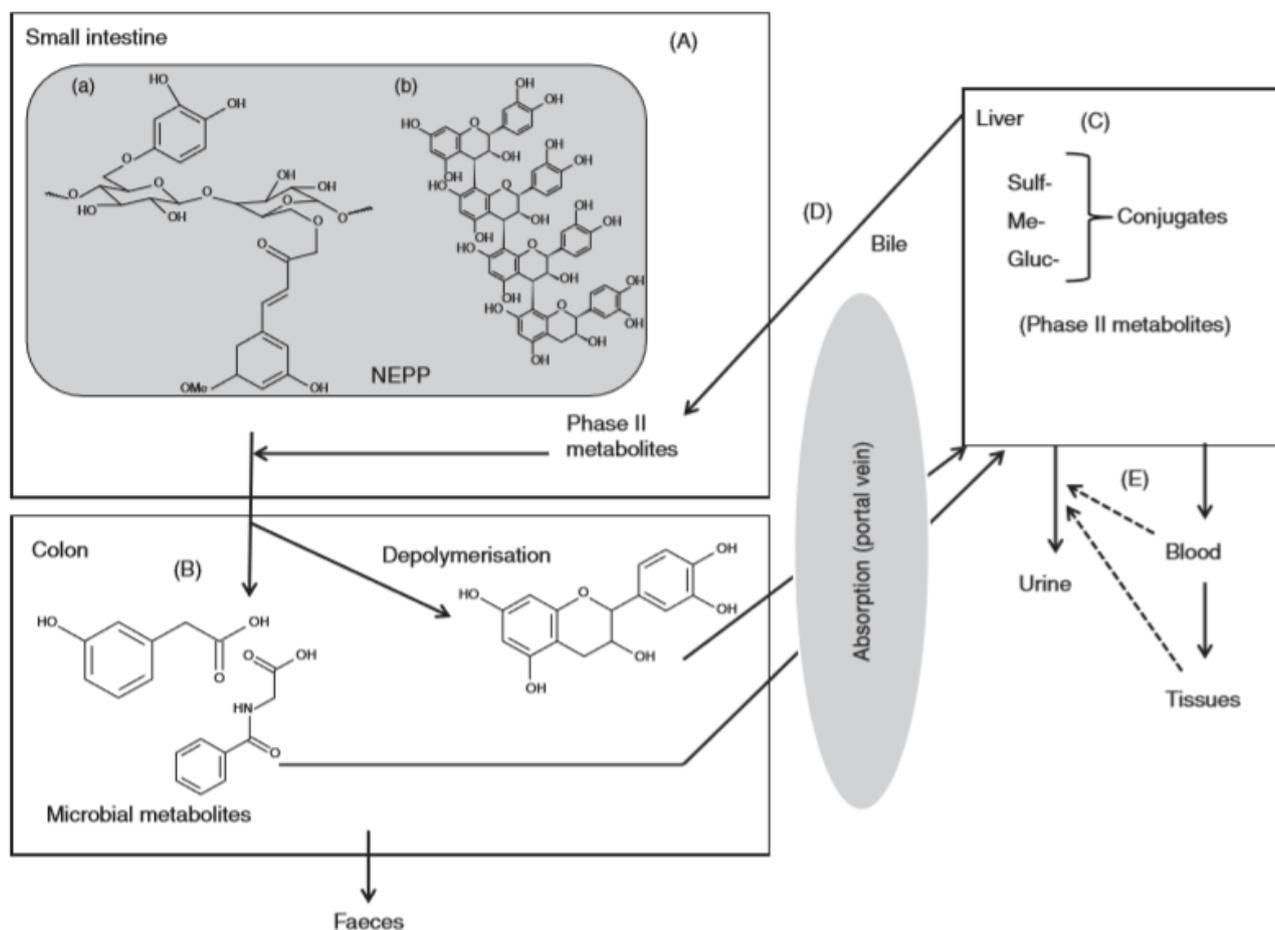


Figura 12 - Visão geral do destino metabólico de polifenóis não extraíveis (NEPP).

Sulf-, enxofre; Me-, metila; Gluc-, glicose.

Fonte: Pérez-Jiménez; Díaz-Rubio; Saura-Calixto (2013).

Portanto, quantidades significativas das diferentes classes de NEPP aparecem no intestino grosso diariamente como compostos bioacessíveis, incluindo os compostos que foram solubilizados no intestino delgado, mas que não foram absorvidos, bem como aqueles liberados no intestino grosso. Uma vez que o NEPP é integrado entre os diferentes grupos de alimentos vegetais, uma dieta diversificada garantiria um fornecimento contínuo de compostos bioacessíveis benéficos através do trato digestivo. Obviamente, uma fração de EPP não absorvida anteriormente no intestino delgado também chega como compostos bioacessíveis no intestino grosso (SAURA-CALIXTO; SERRANO; GOÑI, 2007). Trabalhos futuros devem elucidar as contribuições específicas do EPP e NEPP para o conjunto de compostos fenólicos bioacessíveis presentes no intestino grosso (PÉREZ-JIMÉNEZ; DÍAZ-RUBIO; SAURA-CALIXTO, 2013).

### 3.4.2 Potencial antioxidante do bagaço de uva

Dentre os diversos resíduos oriundos da agroindústria, os da viticultura tomam grande destaque, pois são excelentes fontes de antioxidantes (MAKRIS *et al.*, 2007). Esse resíduo é classificado como o produto resultante da prensagem das uvas frescas, fermentadas ou não, e que ainda possui grandes quantidades de compostos que não foram extraídos (PERIN; SCHOTT, 2011).

A uva é fonte de diversos compostos fenólicos antioxidantes em elevadas concentrações e seus produtos mantêm quantidades apreciáveis. Os produtos derivados do seu processamento, como o suco de uva e o vinho apresentam-se como fontes potenciais de fenólicos, o que justifica o interesse expressivo da comunidade científica no estudo de suas propriedades nutricionais, uma vez que o consumo regular destes produtos está associado a diversos efeitos funcionais importantes (FRANKEL *et al.*, 1998; MAZZA *et al.*, 1999; ABE *et al.*, 2007; SOARES *et al.*, 2008a).

Assim como os derivados da uva, os resíduos agroindustriais contêm quantidades relevantes de compostos fenólicos, os quais são considerados antioxidantes naturais. Na literatura, estudos como o de Alonso *et al.*, 2002; González-Paramás *et al.*, 2004; Kammerer *et al.*, 2004; Kammerer *et al.*, 2005; Pinelo *et al.*, 2005; Llobera; Cañellas, 2007; Gonzalez-Centeno *et al.*, 2010; Rockenbach *et al.*, 2011a; Rockenbach *et al.*, 2011b, apontam a presença de compostos fenólicos com propriedades antioxidantes no bagaço de uva. Além de outros compostos de relevância como ácidos graxos poli-insaturados e minerais (ARVANITOYANNIS; LADAS; MAVROMATIS, 2006), fibras dietéticas (LLOBERA; CAÑELLAS, 2007; DENG; PENNER; ZHAO, 2011) e vitaminas (CAO; ITO, 2003).

Segundo Bianchi e Antunes (1999), os antioxidantes podem ser definidos genericamente como “qualquer substância que, presente em baixas concentrações quando comparada a do substrato oxidável, atrasa ou inibe a oxidação deste substrato de maneira eficaz”.

Os alimentos vegetais são considerados uma das fontes majoritárias de múltiplos antioxidantes exógenos, como os carotenóides, tocoferóis, ácido ascórbico e fenólicos. O consumo destes alimentos na dieta habitual tem sido relacionado em estudos epidemiológicos e clínicos à prevenção de diversas doenças crônicas não transmissíveis (WANG; CAO; PRIOR, 1996; RUFINO *et al.*, 2009).

A atividade antioxidante dos resíduos de uvas tem sido associada à sua composição fenólica tal como as antocianinas, flavonóis, flavan-3-ols, proantocianidinas e ácidos fenólicos (PAZOS *et al.*, 2006; KEDAGE *et al.*, 2007).

Dessa maneira, considerando a riqueza de compostos fenólicos, o setor vitivinícola desponta como um dos precursores no desenvolvimento de estratégias para o reaproveitamento do resíduo industrial (CARDONA; LEE; TALCOTT, 2009; MEYER; JEPSEN; SORENSEN, 1998).

Em experimentos desenvolvidos por Melo *et al.* (2011), os resultados obtidos comprovaram que os resíduos agroindustriais provenientes da indústria de sucos e da vinificação são ricos em compostos bioativos, nos quais os compostos fenólicos analisados obtiveram grande destaque. Esses resíduos possuem alta atividade antioxidante disponível para a aplicação na indústria de alimentos (BOURSCHEIDT, 2015).

Além de preservar os alimentos contra danos oxidativos pela ação da luz, temperatura e umidade, os compostos fenólicos atuam como antioxidantes naturais agindo como nutracêuticos, proporcionando benefícios à saúde dos consumidores (RAVELLI, 2011; SOUZA *et al.*, 2012), além da aplicação na indústria, para a proteção de cosméticos e fármacos (BARREIROS *et al.*, 2006; COSTA, 2012).

Os antioxidantes têm despertado grande interesse devido principalmente às descobertas da ação deles sobre os radicais livres no organismo. A oxidação é parte fundamental da vida aeróbica e do nosso metabolismo. Portanto, os radicais livres são produzidos naturalmente ou por alguma disfunção biológica. Os radicais livres cujo elétron desemparelhado encontra-se localizado nos átomos de oxigênio ou nitrogênio são comumente denominados de ERO (espécies reativas de oxigênio) ou ERN (espécies reativas de nitrogênio). No organismo, encontram-se envolvidos na produção de energia, fagocitose, regulação do crescimento celular, sinalização intercelular e síntese de substâncias biológicas importantes. No entanto, o excesso destas espécies pode apresentar efeitos prejudiciais, tais como a peroxidação dos lipídios das membranas, agressão às proteínas dos tecidos e das membranas, alteração do DNA e inativação de enzimas (Figura 13). Dessa forma, podem estar relacionados com várias patologias, tais como artrite, catarata, choque hemorrágico, problemas cardíacos, disfunções cognitivas e câncer, podendo ser a causa ou o fator agravante do quadro geral (BARREIROS *et al.*, 2006).

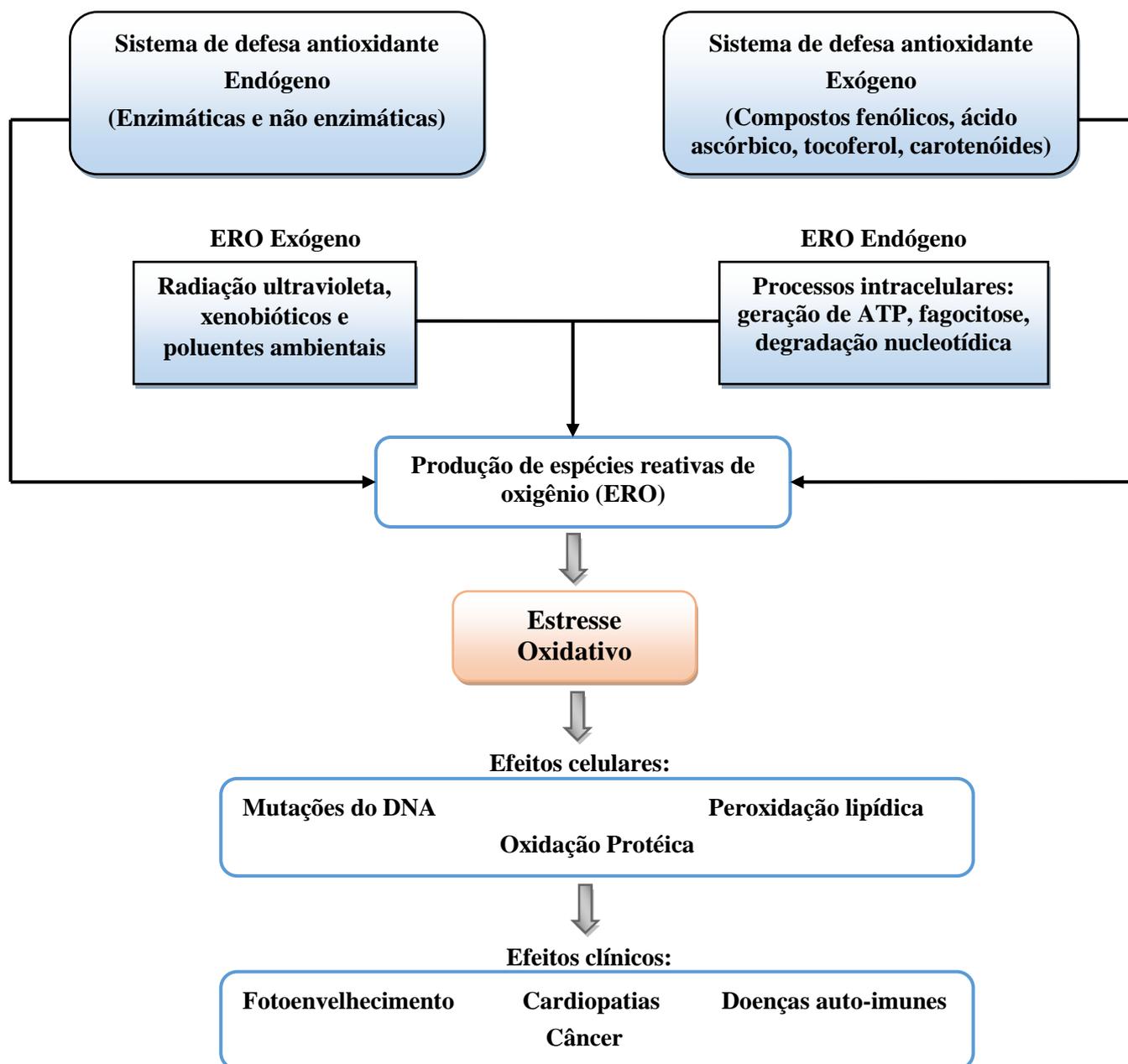


Figura 13 - Efeitos clínicos e celulares do estresse oxidativo e ação dos antioxidantes sob as espécies reativas de oxigênio.

Fonte: Vasconcelos *et al.* (2007), Chen; Hu; Wang (2012).

O excesso de radicais livres no organismo é combatido por antioxidantes produzidos pelo corpo ou absorvidos da dieta. Portanto, além dos antioxidantes de natureza endógena, o organismo utiliza aqueles provenientes da dieta como o  $\alpha$ -tocoferol (vitamina E),  $\beta$ -caroteno (Pró-vitamina A), ácido ascórbico (vitamina C) e compostos fenólicos onde se destacam os flavonóides e poliflavonóides. Dentre os aspectos preventivos é interessante ressaltar a correlação existente entre atividade antioxidante de substâncias polares e a capacidade de retardar o envelhecimento das células, bem como inibir o aparecimento de células cancerígenas (BARREIROS *et al.*, 2006).

A geração de radicais livres está diretamente relacionada com a oxidação em alimentos e sistemas biológicos. No caso dos alimentos, a consequência direta do ataque de radicais livres resulta em produção de sabores indesejáveis, odores de ranço, descoloração e outros produtos de degradação que além de provocar outras alterações que reduzem a vida útil dos produtos, podem gerar produtos citotóxicos. Além disso, podem afetar a qualidade nutricional dos alimentos devido à degradação de vitaminas lipossolúveis, vitamina C e ácidos graxos essenciais; podendo também causar irritação da mucosa intestinal, provocando diarreia e diminuição da capacidade de absorção dos nutrientes, além do comprometimento da integridade e segurança destes alimentos (ANTONIASSI, 2001; MACHADO, 2009; MUSA *et al.*, 2013).

O estresse oxidativo causado pela presença de radicais livres corresponde ao desequilíbrio entre a produção de radicais e o sistema de defesa antioxidante, que conduz a um aumento intracelular de espécies oxidantes. É assim, um efeito químico, com repercussões biológicas, provocado por espécies oxidantes sobre os tecidos vivos. A ocorrência de um estresse oxidativo, frequentemente é acompanhado do aumento das defesas antioxidantes enzimáticas, mas a produção de radical livre superior à capacidade de defesa pode causar danos e morte celular (COSTA, 2008).

Diversas pesquisas envolvendo substâncias bioativas, especialmente os antioxidantes naturais têm recebido destaque no mundo científico devido, principalmente, aos seus efeitos sobre os radicais livres e consequentes benefícios à saúde humana (SOARES *et al.*, 2008b; BERGAMASCHI, 2010; VIEIRA *et al.*, 2011; COSTA, 2012).

A eficiência antioxidante de compostos bioativos em alimentos de origem vegetal depende tanto de sua estrutura quanto da sua concentração no alimento. Por sua vez, a concentração destas substâncias em vegetais é amplamente influenciada por fatores genéticos e condições ambientais, além do grau de maturação e variedade da planta, entre outros aspectos (DE OLIVEIRA *et al.*, 2009).

De acordo com sua origem, os antioxidantes podem ser classificados em naturais ou sintéticos (JARDINI, 2005). Os sintéticos são amplamente empregados na indústria, sendo os mais comumente utilizados: o butil-hidroxi-anisol (BHA), butil-hidroxi-tolueno (BHT), butilhidroxiquinona terciária (TBHQ) e propil galato (PG) (Figura 14). A sua escolha e concentração variam em função do alimento a ser empregado (FKI; ALLOUCHE; SAYADI, 2005; HAN; RHEE, 2005).

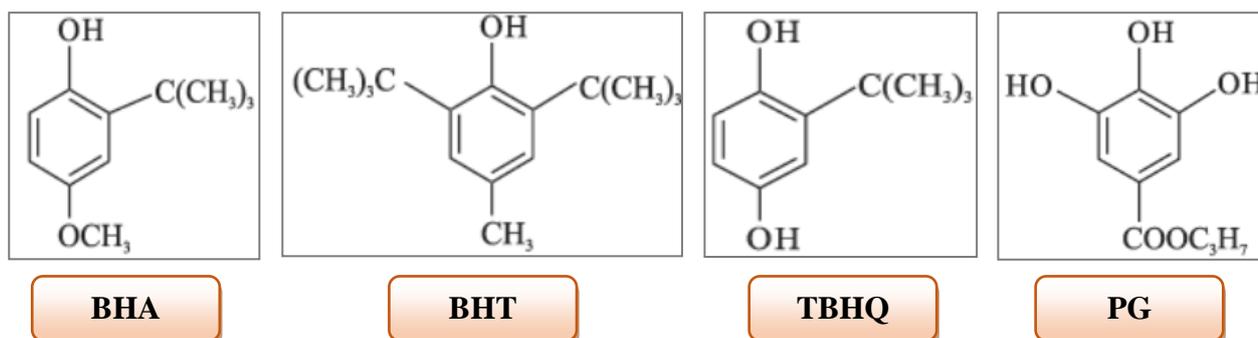


Figura 14 – Representação da estrutura fenólica dos antioxidantes sintéticos BHA, BHT, TBHQ e PG.  
Fonte: Ramalho; Jorge (2006).

Entretanto, devido aos seus riscos potenciais à saúde humana, como efeitos carcinogênicos, tem aumentado o interesse pela investigação de antioxidantes naturais (CHEUNG; CHEUNG; OOI, 2003). Estes são formados por compostos presentes em matérias primas de origem vegetal, processadas ou não, como as frutas e hortaliças, incluindo-se os tocoferóis, o ácido ascórbico, os carotenóides e os compostos fenólicos (JARDINI, 2005).

Por ser a matéria-prima para a produção de sucos e vinhos, é importante conhecer os teores de compostos fenólicos das uvas, pois estes podem influenciar a qualidade dos produtos finais. Quanto mais intensa a coloração da uva, mais interessante se torna do ponto de vista funcional, já que as uvas de coloração escura apresentaram maior conteúdo de compostos fenólicos e capacidade antioxidante (ABE *et al.*, 2007).

As cascas e sementes de uva, elementos do bagaço, contêm flavonóides (catequina, epicatequina, procianidinas e antocianinas), ácidos fenólicos e resveratrol, que mostraram ter atividades funcionais. O extrato de procianidinas da semente da uva apresentou atividade antioxidante *in vivo* (SATO *et al.*, 2001) e poderia ser tão importante quanto à vitamina E em impedir os danos oxidativos nos tecidos (TEBIB *et al.*, 1997), reduzindo a oxidação lipídica (BOUHAMIDI *et al.*, 1998), e/ou inibir a produção de radicais livres (BAGCHI *et al.*, 1998). Como a uva faz parte da alimentação e apresenta em sua composição uma riqueza de compostos fenólicos, o estudo da atividade antioxidante da mesma e dos seus resíduos é de extrema importância (PESCO *et al.*, 2012).

Os compostos fenólicos presentes no suco de uva e seus resíduos apresentam estruturas químicas bastante peculiares, que promovem uma absorção facilitada no trato gastrointestinal, quando comparados com os compostos presentes no vinho, o que representa uma vantagem adicional do seu consumo (SOUZA, 2008). Além disso, alguns trabalhos demonstram que a

quantidade de polifenóis presente no suco é próxima àquela encontrada em vinhos tintos e ainda possuem uma indicação de consumo mais ampla, por poderem ser consumidos por indivíduos abstêmios, o que não acontece no caso de vinhos (MARTIM, 2007; VARGAS; HOLZEL; ROSA, 2008).

Devido à combinação da alta concentração de compostos fenólicos com a grande quantidade de fibras presentes no bagaço de uva, estes resíduos foram classificados por Saura-Calixto (1998) como fibras dietéticas antioxidantes. Estas fibras possuem características estruturais diferentes daquelas provenientes dos cereais, pois encontram-se associadas à substâncias como taninos condensados, ácidos fenólicos e flavonóides, reforçando ainda mais a importância do bagaço da uva como possível ingrediente alimentar (SAURA-CALIXTO, 1998).

As fibras dietéticas antioxidantes da uva como têm sido denominadas, podem contribuir com a melhoria da saúde gastrointestinal através da modulação da microbiota (LÓPEZ-OLIVA *et al.*, 2010; SAURA-CALIXTO, 2011; TOURINO *et al.*, 2011; POZUELO *et al.*, 2012) e por meio de seu efeito antioxidante (LÓPEZ-OLIVA *et al.*, 2010). Outras importantes funções incluem seu efeito na prevenção de alguns tipos de câncer (NGUYEN *et al.*, 2009; LIZARRAGA *et al.*, 2011; SÁNCHEZ-TENA *et al.*, 2013), atividade antibacteriana (TSENG; ZHAO, 2012), atividade antioxidante (LLOBERA; CAÑELLAS, 2007; PÉREZ-JIMÉNEZ *et al.*, 2009) e a atividade anticolesterolêmica (MARTÍN-CARRÓN *et al.*, 1999).

Estes resíduos, compostos principalmente por cascas e sementes de uva, são objeto de inúmeros estudos (CATANEO *et al.*, 2008; FURIGA; LONVAUD-FUNEL; BADET, 2009) que têm indicado que este subproduto apresenta quantidade significativa de compostos fenólicos e, portanto, exibem um potencial antioxidante apreciável, visto que o processamento desta bebida não remove todo o conteúdo fenólico da uva. Além desta vantagem, esse resíduo ainda pode ser considerado uma fonte de fibras solúveis e insolúveis (NATIVIDADE, 2010).

As características nutricionais e funcionais apresentadas por este resíduo estimulam o desenvolvimento de estratégias que viabilizem a sua inserção na alimentação humana, visto os diversos efeitos positivos sobre a saúde que poderiam advir do seu consumo regular. Além disso, procedimentos que oportunizassem a aplicação tecnológica deste subproduto ainda poderiam contribuir para a redução do impacto ambiental causado pelo seu descarte, uma vez que o resíduo corresponde a 20% do peso da uva (MAZZA *et al.*, 1999).

A ingestão de compostos que tenham atividade antioxidante é muito importante para combater os radicais livres e vários métodos químicos, biológicos e eletroquímicos têm sido

propostos para avaliar o poder antioxidante de compostos como os polifenóis (BRENNA; PAGLIARINI, 2001).

Nesta perspectiva, analisando o processo de elaboração de sucos da indústria vinícola, os compostos antioxidantes presentes nos resíduos industriais justificam o aproveitamento deste resíduo, pela agregação de valor e pela contribuição na diminuição do impacto ambiental provocado pelo seu descarte, além dos seus benefícios para a saúde (ROCKENBACH *et al.*, 2008).

Essa situação explica o interesse crescente em explorar e agregar valor aos subprodutos da uva, visto que a recuperação de compostos a partir dos rejeitos das indústrias de suco e vinho poderia representar um avanço significativo na manutenção do equilíbrio ambiental, já que nas vinícolas as grandes quantidades de resíduos gerados causam sérios problemas em termos ecológicos e econômicos (ALONSO *et al.*, 2002; LOULI *et al.*, 2004).

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Material vegetal**

As amostras analisadas são compostas por bagaço de uva (cascas + sementes) oriundo da indústria de sucos e obtido após as etapas de prensagem e filtração. As variedades de uvas utilizadas como objeto de estudo são:

1. Isabel Precoce + BRS Violeta (1º ciclo) - etapa inicial;
2. Isabel Precoce + BRS Violeta (1º ciclo) - etapa final;
3. BRS Magna (1º ciclo) - etapa inicial;
4. BRS Magna (1º ciclo) - etapa final;
5. Isabel Precoce (1º ciclo) - etapa inicial;
6. Isabel Precoce (1º ciclo) - etapa final;
7. BRS Magna (2º ciclo) - etapa final.

Essas amostras foram cedidas pela Embrapa Semi Árido, localizada no município de Petrolina, Estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil, onde predomina o tipo climático semiárido. Os resíduos avaliados provenientes da indústria de sucos são referentes ao primeiro e segundo ciclos de produção de uva da safra de 2015 (Figura 15). A etapa inicial consiste do bagaço (cascas

+ sementes) obtido após a etapa de prensagem durante a elaboração dos sucos. A etapa final corresponde a uma massa residual obtida após a etapa de filtração realizada antes do procedimento de envase dos sucos. Os ciclos de produção das três diferentes variedades de resíduo de uva, oriundas do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Semiárido, correspondem aos ciclos do primeiro e segundo semestre do ano de 2015.



Figura 15 - Frações do bagaço de uva: cascas e sementes.  
Fonte: Autora.

As variedades de uva supracitadas contam com características que atendem tanto a demandas dos viticultores que trabalham com uvas de mesa, quanto daqueles que cultivam uvas para elaboração de sucos, segundo o Programa de Melhoramento Genético da Videira da Embrapa. Com o objetivo de desenvolver novas cultivares, que apresentem ciclos produtivos diferenciados ou que se destaquem pelo alto conteúdo de matéria corante e de açúcar, o Programa de Melhoramento Genético de Uva, mantido pela Embrapa Uva e Vinho, contribui para aumentar e diversificar as opções de cultivares para elaboração de suco no Brasil (CAMARGO, 2008; RITSCHER; MAIA, 2009).

A variedade BRS Magna é resultante do cruzamento ‘BRS Rúbea’ x ‘IAC 1398-21’ (Traviú) e caracteriza-se pela ampla adaptação climática e pelos altos conteúdos de açúcar e de matéria corante (RITSCHER *et al.*, 2012), enquanto a BRS Violeta foi obtida a partir do cruzamento ‘BRS Rúbea’ x ‘IAC 1398-21’, enxertada, sobre o porta-enxerto IAC 572, na área experimental da Embrapa Uva e Vinho/Estação Experimental de Viticultura Tropical, em Jales, SP. A importância dessa variedade deve-se pela produtividade e pela qualidade da uva, destacando-se o sabor, a intensa coloração e o teor de açúcar do mosto (CAMARGO *et al.*, 2005).

A cultivar Isabel Precoce é uma mutação somática espontânea e apresenta as características gerais da cultivar ‘Isabel’, porém sua maturação é antecipada com redução no ciclo vegetativo entre a floração e a colheita. É uma cultivar vigorosa e fértil, com grande capacidade produtiva. A coloração do mosto desta cultivar é mais intensa do que a coloração do mosto de sua forma original, a ‘Isabel’, e para as condições tropicais, essa cultivar é recomendada como alternativa prioritária para a elaboração de vinhos de mesa e de suco de uva, já que oferece a possibilidade de realização de duas colheitas durante o período de estiagem (CAMARGO, 2004).

#### **4.1.1 Preparo das amostras**

Todas as amostras foram congeladas em ultra freezer e submetidas ao processo de liofilização em liofilizador de marca LIOTOP – modelo LP 510. Após a liofilização, as amostras foram acondicionadas em embalagens plásticas de polietileno, seladas a vácuo e armazenadas na ausência da luz. Em seguida, as amostras foram conservadas à – 20°C em freezer até o momento das análises, que foram realizadas no Laboratório de Bioquímica – UNILAB e Laboratório de Frutos - UFC.

Com base na importância da cultura para a região do Submédio do Vale do São Francisco, a Embrapa Semi Árido vem mantendo e caracterizando um Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de videira (LEÃO; FRANCO, 1999; OLIVEIRA *et al.*, 2006; BORGES *et al.*, 2008) para dar suporte ao programa de melhoramento genético visando o desenvolvimento de variedades adaptadas às condições semiáridas.

#### 4.1.2 Obtenção dos extratos

A obtenção dos extratos para as análises de compostos fenólicos e avaliação da atividade antioxidante foi realizada segundo metodologias descritas por Rufino *et al.* (2007), Rufino *et al.* (2007a) e Rufino *et al.* (2007b), trabalhos referenciados em várias pesquisas de enfoque na análise de compostos bioativos em frutas tropicais.

Para a extração de polifenóis biologicamente ativos de matérias vegetais, diversos métodos e sistemas de solventes vêm sendo usados. Quando o objetivo é obter corantes ou produtos antioxidantes para a indústria de alimentos, as extrações geralmente são realizadas utilizando água, alcoóis ou uma mistura deles, como é o caso dos ácidos fenólicos por serem compostos polares (ANTOLOVICH *et al.*, 2000; BISCAIA, 2007; ROCKENBACH *et al.*, 2008).

Os extratos das amostras das sete variedades de bagaço de uva foram preparados com 0,5 g de material seco, utilizando como solventes extratores soluções hidroalcoólicas de metanol 50% e acetona a 70%, segundo o protocolo elaborado por Rufino *et al.* (2007).

Inicialmente, a extração foi realizada ao adicionar 20 mL de metanol 50% ao resíduo de uva. A solução então foi homogeneizada em vortex e deixada em repouso por 60 minutos à temperatura ambiente. A extração foi procedida pelo uso da centrífuga a 11.000 rpm durante 20 minutos e o sobrenadante 1 foi recolhido e armazenado em um balão volumétrico de 50 mL. Ao precipitado, foi adicionado 20 mL de uma solução de acetona 70% (segunda solução extratora), ficando em repouso por mais 1 hora, sob proteção da luz, posteriormente homogeneizada e centrifugada a 11.000 rpm por 20 minutos. O segundo sobrenadante obtido foi misturado ao primeiro no mesmo balão de 50 mL, o qual foi aferido com água destilada, obtendo-se assim o extrato para determinação dos polifenóis extraíveis (Figura 16). Em seguida, os extratos foram transferidos para um recipiente de vidro âmbar, onde ficaram armazenados ao abrigo da luz, e, por fim, os extratos foram acondicionados sob refrigeração.

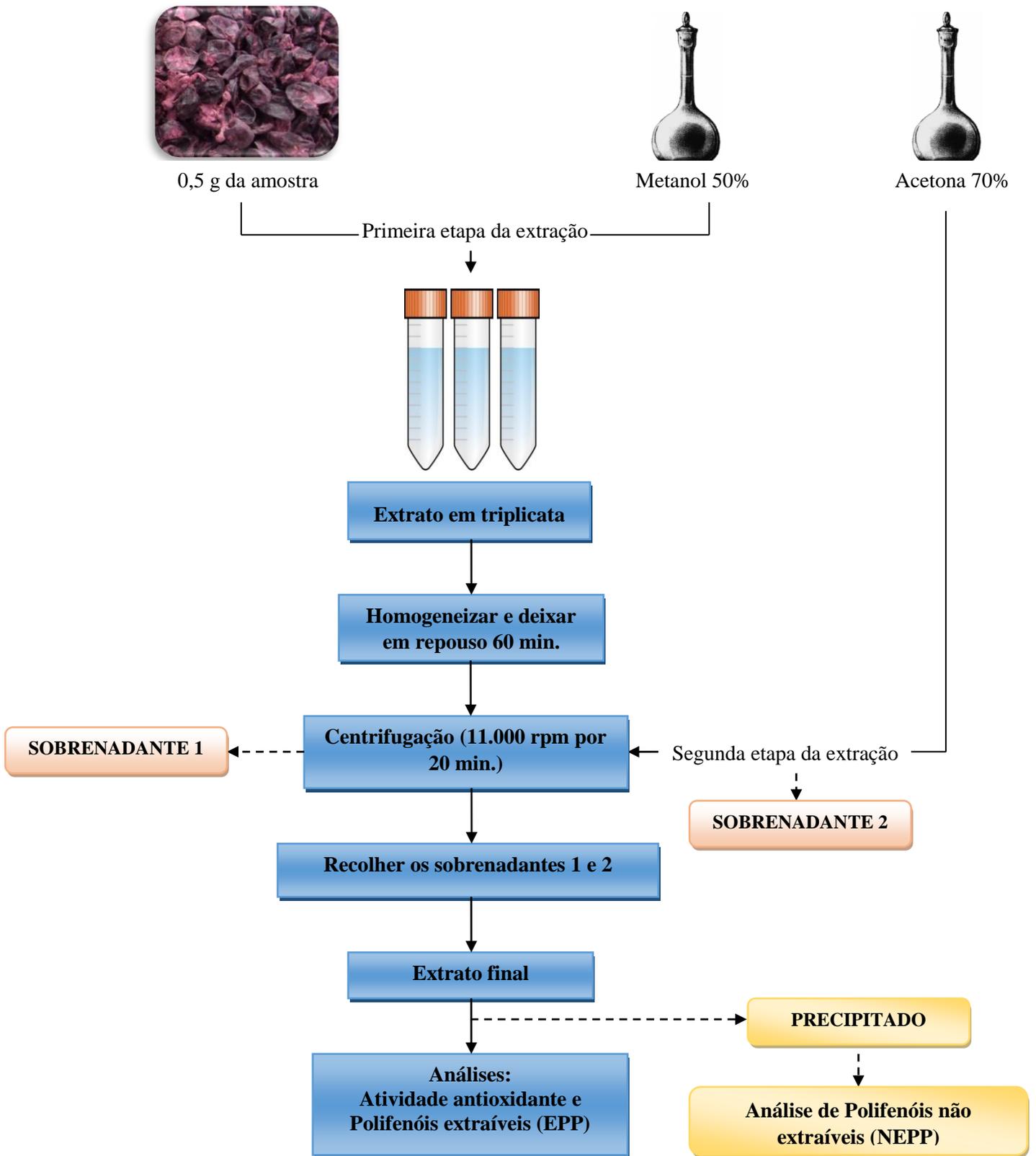


Figura 16 – Fluxograma de extração dos compostos bioativos.  
Fonte: Adaptado de Rufino *et al.* (2007).

## 4.2 Determinação do conteúdo de polifenóis extraíveis totais

Os polifenóis extraíveis foram determinados através do método de Folin-Ciocalteu, utilizando ácido gálico como padrão, conforme metodologia descrita por Larrauri; Rupérez e Saura-Calixto (1997) e adaptada por Rufino *et al.* (2007). A extração é realizada usando 1 a 25 g de amostra, dependendo da polpa ou do subproduto. Este ensaio baseia-se na oxidação dos grupos hidroxila dos fenóis, em meio básico, pelo reagente de Folin-Ciocalteu (que consiste na mistura dos ácidos fosfomolibídico e fosfotungústico). A redução deste reagente pelos compostos fenólicos produz uma mistura de óxidos de tungstênio e molibdênio de coloração azul característica, monitorados espectrofotometricamente (MONTEIRO *et al.*, 2006).

Em tubos de ensaio foram adicionadas alíquotas de 50  $\mu\text{L}$  dos extratos (sobrenadantes), sendo acrescentada água destilada para completar o volume para 0,5 mL. Foram então adicionados 0,5 mL do reagente Folin-Ciocalteu, 1,0 mL de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  a 20% e 1,0 mL de água destilada. Os tubos de ensaio foram homogeneizados em agitador vortex e deixados em repouso fora do alcance da luz, por 30 minutos. Um reagente branco foi conduzido nas mesmas condições e foi construída uma curva analítica contendo 50, 40, 30, 20, 10, 0  $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$  de ácido gálico. A leitura foi realizada em espectrofotômetro a 700 nm, usando como referência a curva padrão de ácido gálico. Os resultados foram expressos em mg de ácido gálico por 100  $\text{g}^{-1}$  de amostra (Figura 17).



Figura 17 – Análise para dosagem de polifenóis extraíveis totais.  
Fonte: Autora.

### 4.3 Determinação da atividade antioxidante

A determinação da atividade antioxidante dos alimentos, além de informar o potencial antioxidante dos mesmos antes de ser ingerido, é importante para avaliar a proteção contra a sua oxidação e deterioração, reações que podem levar à diminuição da sua qualidade e do seu valor nutricional (LIMA, 2008).

Diversas técnicas analíticas têm sido utilizadas para determinar a atividade antioxidante *in vitro* de forma a permitir uma rápida seleção de substâncias e/ou misturas de compostos bioativos que, isoladamente ou sinergicamente, se tornam importantes na promoção da saúde. São ensaios que envolvem diferentes mecanismos do sistema de defesa antioxidante, desde a decomposição de peróxidos, avaliação do sequestro de radicais ou quelação de íons metálicos (PULIDO; BRAVO; SAURA-CALIXTO, 2000). Dentre os métodos mais utilizados destacam-se os métodos de redução do radical livre DPPH• (radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazila) e redução do radical ABTS<sup>+</sup> [2,2-azino-bis (3-etil-benzotiazolona-6-ácido sulfônico)] (RUFINO *et al.*, 2007a; RUFINO *et al.*, 2007b; VALENTE, 2015).

#### 4.3.1 Método de sequestro do radical DPPH•

A molécula de DPPH é caracterizada como um radical livre e estável em virtude da deslocalização do elétron desemparelhado por toda a molécula. Este radical aceita um elétron ou radical hidrogênio para se tornar uma molécula estável, ou seja, é reduzido na presença de uma molécula antioxidante, conforme pode ser observado na Figura 18, onde é ilustrada a reação do radical DPPH com um antioxidante genérico (CASAGRANDE, 2014).

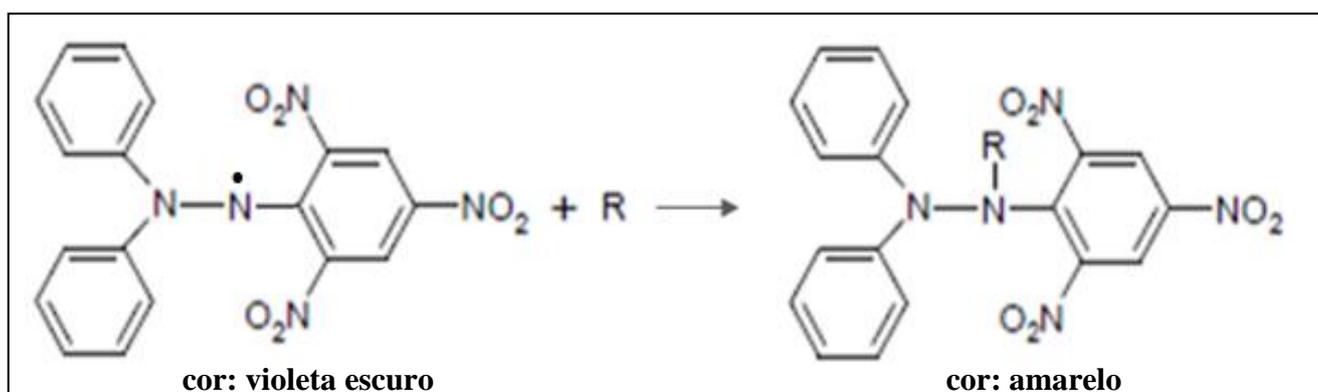


Figura 18 – Estabilização do radical livre DPPH.  
Fonte: Adaptado de Rufino *et al.* (2007b).

Este ensaio se baseia na medida da capacidade antioxidante de uma determinada substância em sequestrar o radical DPPH, reduzindo-o a 2,2-difenilpicrilidrazina originando uma solução de coloração amarela (Figura 19). Através do decréscimo da absorvância, determina-se a quantidade do radical DPPH que é consumido pelo antioxidante ou a porcentagem do radical livre DPPH remanescente no meio reacional (BRAND-WILLIAMS *et al.*, 1995; RUFINO *et al.*, 2007b).



Figura 19 – Atividade antioxidante pelo método DPPH.  
Fonte: Rufino *et al.* (2007b).

#### Procedimento do ensaio:

Solução metanólica 0,06 mM de DPPH foi preparada a partir de 2,4 mg de DPPH dissolvido em metanol para o volume de 100 mL em balão volumétrico. A solução preparada no dia da análise foi homogeneizada e transferida para um frasco de vidro âmbar, devidamente etiquetado. O meio reacional consistiu de 100  $\mu$ L dos extratos das amostras (sobrenadantes), realizados em triplicata, adicionado de 3,9 mL da solução metanólica de DPPH. O sistema foi colocado em repouso e protegido da luz, a partir da adição de DPPH e, após 30 minutos, foi realizada a leitura da absorvância a 515 nm. Foi utilizado como curva padrão soluções com diferentes concentrações de DPPH variando entre 0 a 60  $\mu$ M. A leitura da absorvância final para o cálculo do EC<sub>50</sub> foi feita depois de realizada a estabilização da absorvância para os extratos do resíduo de uva (tempo EC<sub>50</sub>). O álcool metílico foi utilizado como branco para calibrar o espectrofotômetro e o resultado foi expresso em g fruta/g DPPH (RUFINO *et al.*, 2007b).

### 4.3.2 Método de sequestro do radical ABTS<sup>•+</sup>

O método do radical ABTS<sup>•+</sup> consiste na produção deste radical a partir de seu precursor, o ácido 2,2'-azino-bis(3-etil-benzotiazolína-6-sulfônico) (Figura 20). É um composto cromóforo, quimicamente estável e com alta solubilidade em água (MILLER *et al.*, 1993).

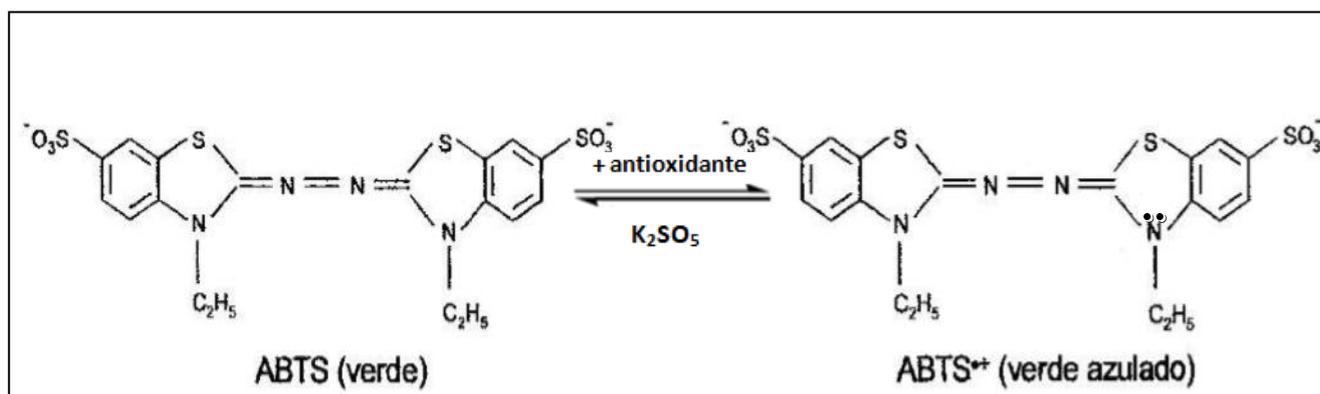


Figura 20 – Formação do radical ABTS<sup>•+</sup>  
Fonte: Adaptado de Barreto (2008).

O método baseia-se na geração do ABTS<sup>•+</sup>, de cor azul esverdeado, por meio da reação da solução estoque de ABTS com persulfato de potássio. Com a adição de um antioxidante ocorre a redução do ABTS<sup>•+</sup> a ABTS promovendo a perda da coloração do meio reacional, como é observado na Figura 21. Com a extensão da perda de cor, a porcentagem de inibição do ABTS<sup>•+</sup> é determinada em função do Trolox (6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromo-2- ácido carboxílico), um padrão submetido às mesmas condições de análise do antioxidante (RE *et al.*, 1999).

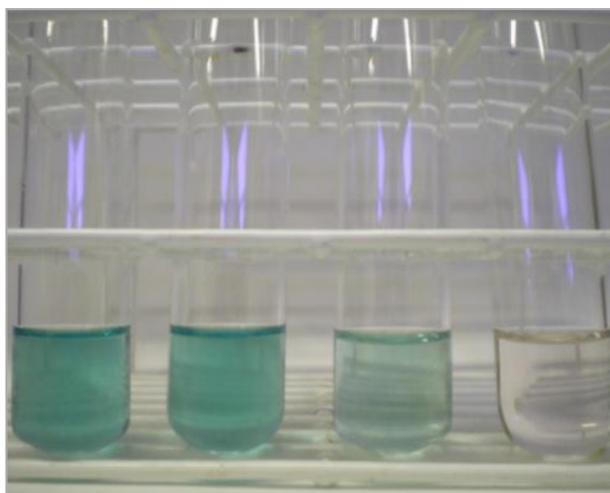


Figura 21 – Ilustração da descoloração do radical ABTS<sup>•+</sup>  
Fonte: Rufino *et al.* (2007a).

O radical ABTS<sup>•+</sup> é solúvel em solventes aquosos e orgânicos e não é afetado por força iônica, podendo ser utilizado na determinação da capacidade antioxidante de extratos e fluidos corpóreos, hidrofílicos e lipofílicos, o que lhe confere vantagem em relação a outros métodos, e tem sido aplicado em alimentos, vinhos e cervejas, além de amostras biológicas (SCALFI *et al.*, 2000; MAZZA *et al.*, 2002; AWIKA *et al.*, 2003).

Procedimento do ensaio:

A atividade antioxidante pelo método ABTS [ácido 2,2'-azino-bis(3-etil-benzotiazolína-6-sulfônico)] foi avaliada conforme a metodologia descrita por Rufino *et al.* (2007a). O radical ABTS<sup>•+</sup> foi formado pela reação de 5 mL da solução ABTS 7 mM com 88 µL da solução de persulfato de potássio 140mM, incubados à temperatura ambiente e na ausência de luz, durante 16 horas. Uma vez formado, o radical foi diluído com etanol P.A. até a obtenção do valor de absorvância entre 700 e 705nm. A leitura espectrofotométrica foi realizada exatamente após 6 minutos, a partir da mistura do radical com o extrato das amostras de resíduo de uva a 734 nm. Utilizou-se uma alíquota de 30 µL de cada diluição do extrato (sobrenadantes) e 3 mL de radical ABTS<sup>•+</sup>. A curva padrão de Trolox, gerada nas concentrações de 100 µM a 1.500 µM, foi obtida a partir dos valores das absorvâncias das diferentes concentrações de Trolox. Os valores da atividade antioxidante foram obtidos a partir da absorvância equivalente a 1.000 µM de Trolox, sendo os resultados expressos em µM Trolox.g<sup>-1</sup> (RUFINO *et al.*, 2007a).

#### 4.4 Determinação do conteúdo dos macroantioxidantes

Os macroantioxidantes (MACAN) são aqueles polifenóis dietéticos que, após a ingestão, não são significativamente liberados da matriz alimentar por influência da mastigação, pH, acidez do estômago ou ação de enzimas digestivas. Eles chegam ao cólon quase intactos, onde são submetidos a extensas transformações pela microflora colônica. A fração de polifenóis não extraíveis ou MACAN inclui macromoléculas de alto peso molecular, e compostos fenólicos, como os ácidos fenólicos, associados a macromoléculas, principalmente constituintes de polissacarídeos de fibra dietética e proteínas (PÉREZ-JIMÉNEZ; DÍAZ-RUBIO; SAURA-CALIXTO, 2013). Taninos condensados ou proantocianidinas não extraíveis (NEPA), e polifenóis hidrolisáveis (HPP), incluindo taninos hidrolisáveis, ou polifenóis liberados de macromoléculas por hidrólise são os principais componentes dos MACAN (SAURA-CALIXTO, 2012).

A determinação dos macroantioxidantes em alimentos vegetais requer várias etapas, a fim de remover compostos fenólicos de baixo peso molecular e outras substâncias solúveis, assim como romper macromoléculas, principalmente as associadas a proteínas e polissacarídeos. Devido à natureza complexa do MACAN, é bastante difícil obtê-los como compostos puros e o produto do isolamento é um concentrado destes tipos de compostos (PÉREZ-JIMÉNEZ; DÍAZ-RUBIO; SAURA-CALIXTO, 2014). Adaptações específicas foram realizadas para a análise do bagaço de uva para o isolamento dos macroantioxidantes.

O conteúdo de MACAN foi determinado segundo a metodologia sugerida por Pérez-Jiménez e Saura-Calixto (2015). O procedimento comum usado para obter dados sobre o conteúdo e composição de polifenóis em alimentos está representado na Figura 22. As amostras são tratadas com solventes orgânicos aquosos para obter extratos de EPP e precipitados de NEPP que são usados para análise por espectrofotometria (SAURA-CALIXTO, 2012).

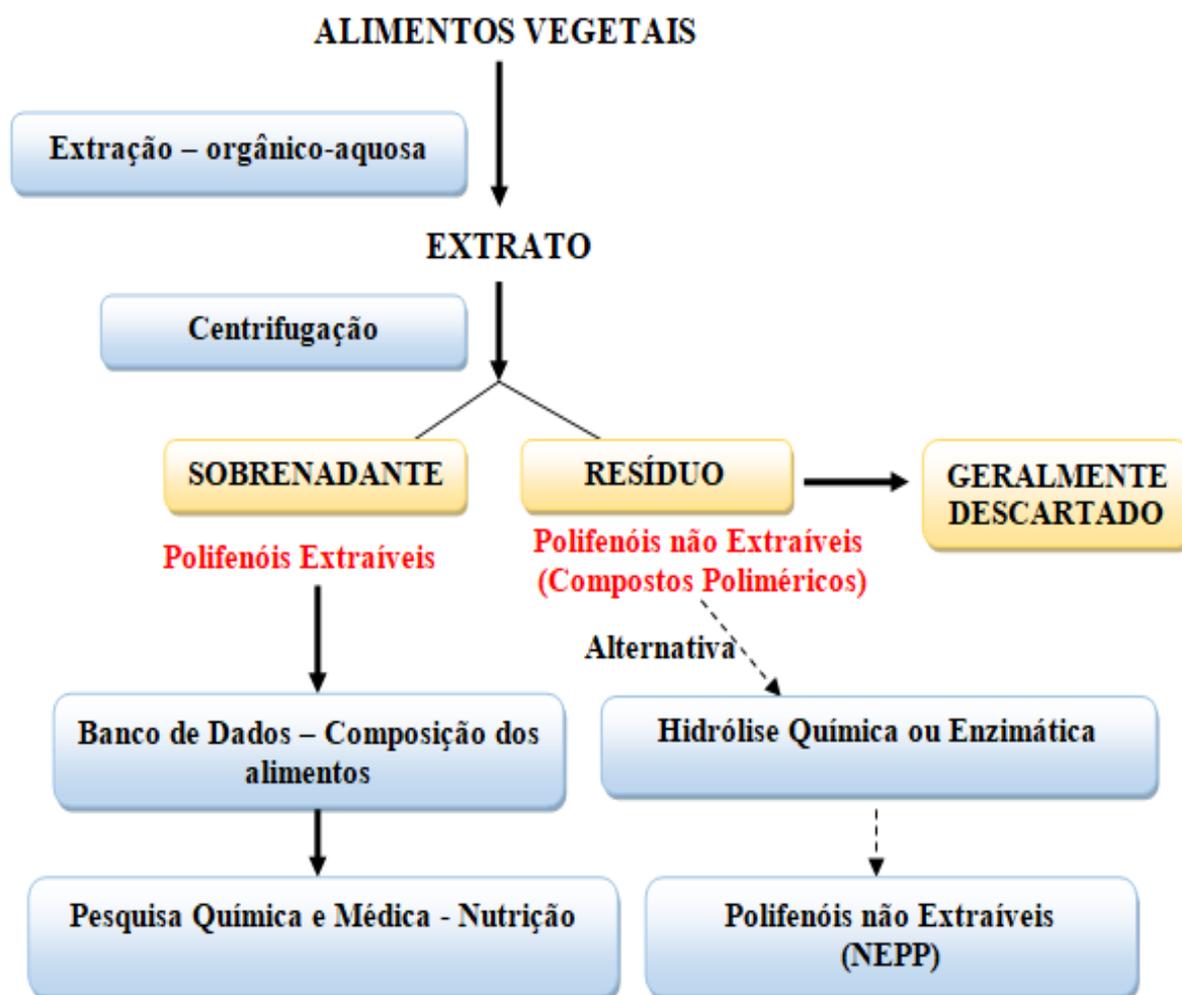


Figura 22 – Procedimento usual para a análise de EPP em alimentos e para determinar o NEPP.  
Fonte: Adaptado de Saura-Calixto (2012).

Uma extração química com solventes orgânicos hidroalcoólicos (metanol 50% e acetona 70%) foi realizada nos resíduos de uvas, o que libera o conteúdo de EPP (polifenóis extraíveis) na fração sobrenadante e também produz um precipitado. O precipitado é então submetido à hidrólise química, realizada em duas etapas, a fim de liberar o conteúdo de HPP (polifenóis hidrolisáveis) e NEPA (proantocianidinas não extraíveis) do resíduo de uva. Os hidrolisados obtidos após estes tratamentos foram então analisados utilizando técnicas espectrofotométricas (PÉREZ-JIMÉNEZ; SAURA-CALIXTO, 2015).

Para a análise do conteúdo de HPP, inicialmente o precipitado foi submetido à hidrólise ácida durante 1h a 85°C com a mistura de metanol e ácido sulfúrico, misturados gota a gota cuidadosamente (HARTZFELD *et al.*, 2002). O pH foi ajustado posteriormente com hidróxido de sódio para 5,5. Logo após o ajuste do pH, a análise seguiu com as indicações do protocolo para determinação do conteúdo de EPP, usando o ácido gálico como padrão. A determinação do teor de HPP foi medido por espectrofotometria a uma absorvância de 750 nm.

A fração de NEPA foi determinada a partir dos precipitados da extração de EPP, os quais foram tratados com a mistura butanol/HCl/FeCl<sub>3</sub> a 100°C durante 1h (PÉREZ-JIMÉNEZ; ARRANZ; SAURA-CALIXTO, 2009). A absorvância das frações de NEPA foi medida nos comprimentos de onda de 555 e 450 nm (ZURITA; DÍAZ-RUBIO; SAURA-CALIXTO, 2012), a fim de detectar antocianinas e compostos de xantílio, respectivamente. Os resultados foram comparados com um padrão de proantocianidina (*Ceratonia siliqua* I. – Nestlé Ltda), que é rico em proantocianidinas de alto peso molecular. A soma das frações de HPP e NEPA correspondem ao conteúdo de macroantioxidantes evidentes na matriz alimentar (PÉREZ-JIMÉNEZ; SAURA-CALIXTO, 2015).

#### 4.5 Análise Estatística

Os ensaios foram realizados em triplicata constituído por bagaço de amostras de uvas, pesando 0,5g de cada amostra. Os resultados foram expressos como valores médios  $\pm$  desvio padrão, e confeccionados gráficos do tipo boxplot (BUSSAB; MORETTIN, 2006).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Teor de polifenóis extraíveis totais

O teor de polifenóis extraíveis totais, nos extratos hidroalcoólicos dos resíduos de uva, variou entre 151,89 a 357,32 mg EAG/g. No ciclo do primeiro semestre, as variedades que apresentaram maior destaque quanto ao conteúdo de polifenóis foram observadas nos resíduos das variedades BRS Magna (1º ciclo) – etapa inicial; Isabel Precoce + BRS Violeta (1º ciclo) – etapa inicial; Isabel Precoce (1º ciclo) – etapa final.

No ciclo do segundo semestre, não houve uma variação significativa do conteúdo de polifenóis extraíveis totais conforme observado na variedade BRS Magna (2º ciclo) – etapa final quando comparado ao ciclo do primeiro semestre de produção do ano de 2015, conforme os resultados expressos na Tabela 3.

A curva de calibração para determinação dos polifenóis extraíveis totais, usando o ácido gálico como padrão, foi definida pela equação  $y = 0,0164x + 0,0954$  ( $R^2 = 0,9975$ ).

Tabela 3 – Determinação de polifenóis extraíveis totais dos extratos elaborados de resíduos de uva (média  $\pm$  desvio padrão).

| <b>Variedades de resíduos de uvas</b>                   | <b>Polifenóis Extraíveis Totais (mg ácido gálico/100g de amostra)</b> |
|---|---|
| Isabel Precoce (1º ciclo) – etapa inicial               | 231,42 $\pm$ 15,53  |
| Isabel Precoce (1º ciclo) – etapa final                 | 228,21 $\pm$ 4,51   |
| BRS Magna (1º ciclo) – etapa inicial                    | 357,32 $\pm$ 23,13  |
| BRS Magna (1º ciclo) – etapa final                      | 151,89 $\pm$ 19,06  |
| Isabel Precoce + BRS Violeta (1º ciclo) – etapa inicial | 284,39 $\pm$ 4,83   |
| Isabel Precoce + BRS Violeta (1º ciclo) – etapa final   | 155,55 $\pm$ 14,92  |
| BRS Magna (2º ciclo) – etapa final                      | 151,95 $\pm$ 11,25  |

A partir dos dados da Tabela 3, observa-se que os compostos fenólicos presentes em sementes e cascas extraídos durante o processo de elaboração de sucos de uva, contribui para a composição de substâncias bioativas presentes em resíduos da indústria de sucos. Todas as análises foram conduzidas em triplicata e os resultados apresentados com média seguidos do desvio padrão.

A quantificação de compostos fenólicos totais é uma estimativa do conteúdo de todos os compostos pertencentes às classes de compostos fenólicos em uma amostra (JACQUES *et al.*, 2010).

Os resultados mostrados confirmam os achados de Cataneo e colaboradores (2008), Lopes (2013) e Jacques e colaboradores (2014) para resíduos de uva. Para Cataneo *et al.* (2008), o conteúdo encontrado para polifenóis extraíveis totais de extratos do bagaço da uva “Couderc 13” variou entre 109,64 mg EAG/100g a 207,79 mg EAG/100g; logo para a variedade do bagaço da uva “Pinot gris” o teor de polifenóis encontrado variou de 370,16 mg EAG/100g a 420,61 mg EAG/100g. Na análise realizada por Lopes (2013) foi avaliado o resíduo de uvas “Concord” e o conteúdo de polifenóis extraíveis totais distribuiu-se na faixa de 257,2 mg EAG/100g a 339,7 mg EAG/100g de resíduo. Já em estudo avaliado por Jacques *et al.* (2014), o conteúdo de polifenóis extraíveis totais para o bagaço de uva da variedade “Cabernet franc” foi de 1.086 mg EAG/100g amostra.

Esses autores também associaram a atividade antioxidante com a presença de substâncias fenólicas. Diversos estudos têm demonstrado que há correlação bastante positiva entre a capacidade antioxidante de uma fruta e sua quantidade de polifenol (MELO *et al.*, 2008).

Postinger (2015) estudou variedades de resíduos de uvas “Isabel” e “Bordô” (*Vitis labrusca* L.) e encontrou, quanto a concentração do conteúdo de polifenóis, valores variando de 80,17 mg EAG/100g a 122,39 mg EAG/100g. Em pesquisa realizada por Llobera e Cañellas (2007), com bagaço de uva da variedade “Manto negro” (*Vitis vinífera* L.), encontrou teores médios de compostos fenólicos extraídos sequencialmente com metanol a 50% e acetona a 70% (v.v<sup>-1</sup>) entre 2,63 a 11,6 g EAG/100g peso seco da amostra. Em avaliação realizada por Soares *et al.* (2008), o conteúdo de polifenóis extraíveis totais encontrados para as cascas das uvas “Isabel” e “Niágara” foram de 196,83 e 183,04 mg/100g de casca, respectivamente. Em estudos avaliando, separadamente, polpa e bagaço de uvas, Katalinic *et al.* (2010) e Lutz *et al.* (2011) confirmaram teores mais elevados de polifenóis extraíveis totais no bagaço do que em polpas de uvas, pois a semente presente no bagaço é uma fonte importante de flavonóis (VEDANA *et al.*, 2008).

Nessa perspectiva, os resultados descritos em diferentes estudos se aproximam dos encontrados neste trabalho, mostrando que os extratos de bagaços de uva estudados apresentaram teores elevados de compostos fenólicos. Portanto, os resultados obtidos no presente estudo encontram-se de acordo com os descritos na literatura quando comparados com outras variedades de resíduos de uvas.

Vale considerar que o conteúdo de compostos fenólicos que prevalece nos produtos elaborados com uva e seus resíduos podem ser dependentes de vários fatores, entre eles, a variedade da uva, condições climáticas (CHAVARRIA *et al.*, 2011), práticas agrônômicas, condições de armazenamento pós-colheita e processamento, bem como nas diferentes frações (casca, polpa, sementes, suco) e o método aplicado na extração destes compostos (RODRIGUEZ MONTEALEGRE *et al.*, 2006; FALCÃO *et al.*, 2007; XIA *et al.*, 2010).

## **5.2 Avaliação da atividade antioxidante**

Conforme Rufino *et al.* (2009), os alimentos que possuem naturalmente em sua composição substâncias com caráter antioxidante, têm atraído o interesse da comunidade científica devido aos possíveis efeitos nutricionais e terapêuticos associados ao seu consumo. É reconhecido que, além dos antioxidantes naturais exercerem papel na defesa endógena de plantas, sua inserção na dieta confere proteção contra diversos eventos patológicos (NATIVIDADE, 2010). Nesta perspectiva, é importante considerar o teste para a avaliação da atividade antioxidante em resíduos industriais de uva, visto que estes são considerados potencialmente ricos em compostos fenólicos antioxidantes.

### **5.2.1 Método DPPH**

A atividade antioxidante em função da concentração do extrato do bagaço das diferentes variedades de uvas, por meio do método DPPH, está apresentada na Tabela 4.

A curva de calibração para determinação da atividade antioxidante pelo método DPPH, cujos resultados são expressos com base no valor do EC<sub>50</sub>, foi definida pela equação  $y = 0,012x + 0,006$  ( $R^2 = 0,999$ ).

Tabela 4 – Valores para a determinação da atividade antioxidante pelo método DPPH dos extratos elaborados de resíduos de uva expressos em g fruta/g DPPH (média  $\pm$  desvio padrão).

| <b>Variedades de resíduos de uvas</b>                   | <b>Atividade Antioxidante (g fruta/g DPPH)</b> |
|---|--|
| Isabel Precoce (1° ciclo) – etapa inicial               | 0,14 $\pm$ 0,03                                |
| Isabel Precoce (1° ciclo) – etapa final                 | 0,58 $\pm$ 0,07                                |
| BRS Magna (1° ciclo) – etapa inicial                    | 0,10 $\pm$ 0,02                                |
| BRS Magna (1° ciclo) – etapa final                      | 0,36 $\pm$ 0,02                                |
| Isabel Precoce + BRS Violeta (1° ciclo) – etapa inicial | 0,17 $\pm$ 0,02                                |
| Isabel Precoce + BRS Violeta (1° ciclo) – etapa final   | 0,27 $\pm$ 0,01                                |
| BRS Magna (2° ciclo) – etapa final                      | 0,31 $\pm$ 0,01                                |

O ensaio do sequestro do radical do DPPH• está baseado no princípio de que ao aceitar um átomo de hidrogênio a partir da molécula antioxidante, há redução do DPPH• para DPPH<sub>2</sub>, ocorrendo à alteração da cor púrpura da solução para amarelo, com uma concomitante diminuição na absorbância. A mudança de cor é monitorada por espectrofotometria e utilizada para a determinação de parâmetros de propriedades antioxidantes (MISHRA; OJHA; CHAUDHURY, 2012), sendo assim, a pesquisa da atividade sequestrante do DPPH• estima o poder redutor de um composto antioxidante, que ao doar elétron para um radical livre, oxida-se (DUARTE-ALMEIDA *et al.*, 2006). O valor do EC<sub>50</sub> na determinação da atividade antioxidante consiste na concentração do extrato necessária para reduzir 50% do radical DPPH, ou seja, essa é a concentração de extrato necessária para reduzir em 50% a concentração inicial de radical DPPH. Quanto menor o valor de EC<sub>50</sub>, maior o potencial antioxidante do extrato (SANCHEZ-MORENO; LARRAURI; SAURACALIXTO, 1998).

Entre as variedades de uvas avaliadas, a maior atividade antioxidante total, determinada pelo método DPPH, nos dois ciclos de produção, foi observada nos bagaços BRS Magna (1° ciclo) – etapa inicial com 0,10 g/g DPPH; Isabel Precoce (1° ciclo) – etapa inicial com 0,14 g/g DPPH seguido da amostra Isabel Precoce + BRS Violeta (1° ciclo) – etapa inicial com 0,17 g/g DPPH para reduzir em 50% os radicais livres da solução.

Ruberto *et al.* (2007) ao avaliarem a atividade antioxidante dos extratos dos compostos fenólicos de cinco bagaços de uva da espécie *Vitis vinífera*, determinaram uma variação de EC<sub>50</sub> entre 0,014 e 0,038 mg/mL no teste de sequestro do radical DPPH. Em estudo realizado por Silva (2010), a partir da comparação entre os resíduos de diferentes espécies de uvas, foi constatado que a variedade “Syrah” apresentou a maior atividade antioxidante em relação às outras amostras

testadas, apresentando valor de EC<sub>50</sub> calculado em 1,09 µg/mL. Rubilar *et al.* (2007) em seu estudo determinaram um valor de EC<sub>50</sub> de 0,2 mg/mL para um extrato obtido de bagaço de uva da variedade “Cabernet Sauvignon”. Anastasiadi *et al.* (2010), avaliando variedades de uvas vermelhas (“Mandilaria” e “Voidomatis”) da espécie *Vitis vinifera*, observaram valores médios variando de 10,9 a 14,4 µg/g de extrato. Postingher (2015) na avaliação da atividade antioxidante pelo método DPPH das variedades de resíduos de uvas “Isabel” e “Bordô” (*Vitis labrusca* L.), obteve valores compreendidos entre 0,46 mg/mL a 0,70 mg/mL.

A comparação dos resultados obtidos por Ruberto *et al.* (2007), Silva (2010), Rubilar *et al.* (2007) e Anastasiadi *et al.* (2010) para os resíduos de diferentes espécies de uvas sugere que não somente a variedade da uva interfere no potencial antioxidante da amostra, mas também o período de colheita, forma de cultivo, solo, entre outros fatores (SUN *et al.*, 2001).

No presente estudo, comparando o resíduo BRS Magna (1º ciclo) – etapa final, decorrente do ciclo do primeiro semestre do ano de 2015, com o resíduo correspondente da mesma variedade referente ao ciclo do segundo semestre BRS Magna (2º ciclo) – etapa final, o perfil antioxidante das duas amostras nos diferentes ciclos do ano, não apresentou diferença expressiva, assim como observado quanto ao teor de polifenóis extraíveis totais, indicando uma estreita relação entre o conteúdo de polifenóis presente na matriz alimentar com o perfil antioxidante da amostra. Desse modo, esse resultado alinha com os valores encontrados para a análise dos polifenóis extraíveis totais na variedade citada, onde o teor de polifenóis nos diferentes períodos do ano também se mostrou equivalente.

De acordo com Mazza (1995) o conteúdo de compostos fenólicos no suco varia de acordo com a variedade da uva, com a maturidade, regiões e períodos de cultivo das mesmas. Abe *et al.* (2007), observaram que há uma correlação positiva entre o conteúdo de compostos fenólicos e a capacidade antioxidante da uva. Por ser a matéria-prima para a produção de vinhos e sucos, torna-se importante conhecer os teores de compostos fenólicos das uvas, pois estes podem influenciar a qualidade dos produtos finais. Quanto mais intensa a coloração da uva, mais interessante se torna do ponto de vista funcional, já que as uvas de coloração escura apresentaram maior conteúdo de compostos fenólicos e capacidade antioxidante.

### 5.2.2 Método ABTS

Tendo em vista que os estudos sobre plantas bioativas incentivam o interesse não somente pelo seu alto índice de potencial terapêutico, mas também por ser uma possível substituição dos antioxidantes sintéticos utilizados na indústria por antioxidantes de fontes naturais, avaliou-se desta vez a atividade antioxidante frente ao radical livre ABTS<sup>•+</sup>, cujo método permite a avaliação de diversos compostos bioativos (RE *et al.*, 1999; RUFINO *et al.*, 2007b).

Dentre os diversos métodos possíveis para a obtenção da avaliação da atividade antioxidante, o método do sequestro do radical livre ABTS<sup>•+</sup> tem sido um dos mais utilizados, devido ao seu alto índice de sensibilidade, rapidez e estabilidade, considerando assim tanto compostos hidrofílicos quanto compostos lipofílicos presentes nas amostras estudadas, entretanto, para que se obtenha o radical livre ABTS é preciso que ocorra uma reação de oxidação do ABTS com o persulfato de potássio (KUSKOSKI *et al.*, 2005).

No presente estudo para a avaliação da atividade antioxidante determinada pelo método de sequestro do radical livre ABTS<sup>•+</sup>, foi necessário construir uma curva padrão utilizando o Trolox como padrão de referência, a qual foi obtida por meio das leituras das absorbâncias em função das concentrações que variaram entre 100 a 1.500  $\mu\text{M}$  (RUFINO *et al.*, 2007b), sendo importante destacar que, segundo Sousa, Vieira e Lima (2011), quanto maior for o valor da capacidade antioxidante equivalente ao Trolox (TEAC), maior é a capacidade antioxidante da amostra.

Por intermédio da equação da reta  $y = 0,0003x + 0,697$ , que mostrou um coeficiente de correlação de 0,996, obtida através da curva padrão utilizando o trolox como padrão de referência, a atividade antioxidante foi calculada e expressa em  $\mu\text{M}$  trolox/g.

Na Tabela 5 são apresentados os dados relativos à atividade antioxidante dos extratos hidroalcoólicos de resíduos da elaboração de sucos de uva pelo método de sequestro do radical ABTS<sup>•+</sup>.

Tabela 5 – Valores para a determinação da atividade antioxidante pelo método ABTS dos extratos elaborados de resíduos de uva expressos em  $\mu\text{M}$  trolox/g (média  $\pm$  desvio padrão).

| <b>Variedades de resíduos de uvas</b>                   | <b>Atividade Antioxidante (<math>\mu\text{M}</math> trolox/g)</b> |
|---|---|
| Isabel Precoce (1° ciclo) – etapa inicial               | 357,80 $\pm$ 19,15  |
| Isabel Precoce (1° ciclo) – etapa final                 | 397,62 $\pm$ 29,31  |
| BRS Magna (1° ciclo) – etapa inicial                    | 860,84 $\pm$ 13,24  |
| BRS Magna (1° ciclo) – etapa final                      | 460,68 $\pm$ 27,18  |
| Isabel Precoce + BRS Violeta (1° ciclo) – etapa inicial | 661,24 $\pm$ 12,33  |
| Isabel Precoce + BRS Violeta (1° ciclo) – etapa final   | 538,67 $\pm$ 11,48  |
| BRS Magna (2° ciclo) – etapa final                      | 529,53 $\pm$ 37,34  |

De acordo com Cataneo *et al.* (2008), o potencial antioxidante do resíduo agroindustrial de uvas das variedades “Couderc 13” e “Pinot gris”, determinadas pelo método ABTS, foram, em média, de 463,46  $\mu\text{Mol}$  TEAC/g na variedade “Pinot gris” e de 98,92  $\mu\text{Mol/g}$  para a variedade “Couderc 13”. Soares *et al.* (2008) investigaram os resíduos de duas variedades de uva (“Isabel” e “Niágara”) e, a partir do método ABTS para determinação da atividade antioxidante, encontraram valores de TEAC de 89,22  $\mu\text{M}/100\text{g}$  para a uva “Isabel” e 157,31  $\mu\text{M}/100\text{g}$  para o extrato da uva “Niágara”.

Para Melo (2010), os valores de atividade antioxidante equivalentes ao trolox referentes aos extratos etanólicos do bagaço de seis diferentes variedades de uva (“Pinot noir”, “Petit verdot”, “Cabernet sauvignon”, “Verdejo”, “Isabel” e “Moscato”) variaram entre 69,43 a 511,97  $\mu\text{M}$  trolox/g resíduo.

Em estudo elaborado por Rockenbach *et al.* (2011), a avaliação da atividade antioxidante pelo método ABTS para bagaços de uvas vermelhas (*Vitis vinifera* L. e *Vitis labrusca* L.) correspondente as variedades “Cabernet sauvignon”, “Merlot”, “Bordeaux” e “Isabel” apontou para os resíduos de uva valores compreendidos entre 193,36  $\mu\text{M}$  TEAC/g a 485,42  $\mu\text{M}$  TEAC/100g da amostra.

Em um estudo anterior sobre bagaço de uva vermelha das variedades “Regente” e “Pinot noir”, os valores médios de 419  $\mu\text{Mol}$  TEAC/g e 477  $\mu\text{Mol}$  TEAC/g foram obtidos usando o método ABTS para a avaliação da atividade antioxidante dos resíduos pesquisados (ROCKENBACH *et al.*, 2007).

A maioria das variedades dos bagaços analisados oriundos da elaboração de sucos de uva apresentaram valores de atividade antioxidante pelo método ABTS semelhantes nas duas etapas de produção, com exceção da variedade BRS Magna (1º ciclo) – etapas inicial e final. As variedades BRS Magna (1º ciclo) – etapa inicial e Isabel Precoce + BRS Violeta (1º ciclo) – etapa inicial se destacaram com maiores valores no ciclo do primeiro semestre do ano de 2015. A variedade BRS Magna (2º ciclo) – etapa final, referente ao ciclo do segundo semestre do mesmo ano, também apresentou elevado potencial antioxidante em comparação com as demais variedades de etapa inicial. Os valores citados na literatura se aproximam dos encontrados para os resíduos investigados no presente estudo.

A variação da expressão da atividade antioxidante por diferentes métodos sugere que os compostos fenólicos desses resíduos exercem atividades antioxidantes por mecanismos de ação distintos, dependendo da polaridade do meio reacional (MELO *et al.*, 2011). O ensaio de ABTS é muito utilizado para testar extratos de alimentos em vários tipos de frutos por apresentar vantagens em relação a outros métodos, pois pode ser utilizado tanto para amostras hidrossolúveis quanto lipossolúveis (LIMA, 2008).

Cada método de análise possui particularidades, portanto testes preliminares devem ser realizados a fim de adequar o ensaio a ser adotado. Devido aos diversos tipos de radicais e aos diferentes sítios de ação, dificilmente haverá um único método capaz de representar de forma segura e precisa a verdadeira atividade antioxidante de uma substância (SUCUPIRA *et al.*, 2012).

### **5.3 Conteúdo de compostos macroantioxidantes no bagaço de uva**

Estudos que forneçam uma abordagem completa para a análise de todos os componentes do MACAN ainda são muito escassos, uma vez que esta metodologia precisa de adaptações para algumas etapas do processo pela combinação de tratamentos enzimáticos com novas estratégias, como microondas ou ultra-som (ARRANZ *et al.*, 2009, 2010).

Para esta análise, o álcool butílico foi utilizado como branco para calibrar o espectrofotômetro e o resultado foi expresso em mg/100g de matéria seca (PÉREZ-JIMÉNEZ; DÍAZ-RUBIO; SAURA-CALIXTO, 2014).

A Tabela 6 mostra o conteúdo de NEPP, estimado como a soma de HPP (polifenóis hidrolisáveis) e NEPA (proantocianidinas não extraíveis) dos resíduos de uva avaliados da indústria de sucos. As maiores concentrações de NEPP são evidentes nas amostras BRS Magna (1º

ciclo) - etapa final com 610,7 mg/100g de matéria seca, seguida da variedade Isabel Precoce + BRS Violeta (1º ciclo) – etapa final contendo 570,1 mg/100g de matéria seca e a variedade Isabel Precoce (1º ciclo) – etapa final com o teor de polifenóis não extraíveis de 552,9 mg/100g de matéria seca presente no bagaço avaliado. Todas as análises foram conduzidas em triplicata e os resultados apresentados com médias seguidas do desvio padrão.

De acordo com os resultados expressos na Tabela 6, o conteúdo de polifenóis não extraíveis se destaca nos resíduos de uva correspondentes a etapa final do processo de obtenção do resíduo. Desta forma, estima-se que o conteúdo de NEPP está associado ao teor de compostos polifenólicos encontrados prioritariamente na casca e nas sementes de uvas (MONRAD *et al.*, 2010). Os teores de proantocianidinas (taninos condensados) nas uvas, assim como os demais compostos fenólicos, variam com o tipo de solo, o ano de colheita, de casta para casta, as condições climáticas e a forma de condução das cepas (CORREIA, 2014).

Tabela 6 – Determinação de polifenóis não extraíveis dos extratos elaborados de resíduos de uva (média  $\pm$  desvio padrão).

| Amostras de resíduos de uva                             | NEPP(mg /100g matéria seca) |                   |
|---|-----------------------------|-------------------|
|   | HPP (mg/100g)               | NEPA (mg/100g)    |
| Isabel Precoce (1º ciclo) – etapa inicial               | 128,42 $\pm$ 9,74           | 132,72 $\pm$ 6,80 |
| Isabel Precoce (1º ciclo) – etapa final                 | 271,22 $\pm$ 4,85           | 261,12 $\pm$ 3,40 |
| BRS Magna (1º ciclo) – etapa inicial                    | 252,31 $\pm$ 7,85           | 294,82 $\pm$ 9,07 |
| BRS Magna (1º ciclo) – etapa final                      | 284,63 $\pm$ 8,70           | 326,12 $\pm$ 5,29 |
| Isabel Precoce + BRS Violeta (1º ciclo) – etapa inicial | 227,73 $\pm$ 8,41           | 289,07 $\pm$ 5,86 |
| Isabel Precoce + BRS Violeta (1º ciclo) – etapa final   | 280,36 $\pm$ 12,81          | 289,74 $\pm$ 3,78 |
| BRS Magna (2º ciclo) – etapa final                      | 282,74 $\pm$ 6,22           | 313,28 $\pm$ 3,87 |

Segundo Gil *et al.* (2000) e Vitaglione *et al.* (2008) uma porção apreciável de polifenóis hidrolisáveis (taninos hidrolisáveis) pode ser observado em frutas, especialmente morangos, uvas, romãs, pêssegos, cerejas, ameixas e mangas, que são analisados em solventes orgânicos aquosos.

Em trabalho elaborado por Pérez-Jiménez; Díaz-Rubio; Saura-Calixto (2013), algumas variedades de alimentos de origem vegetal (cereais, frutas, nozes e leguminosas) foram avaliadas de modo a determinar o teor de polifenóis não extraíveis em vários alimentos. Uma estimativa aproximada do conteúdo de polifenóis hidrolisáveis e proantocianidinas não extraíveis foram

determinados com base no método de extração orgânico-aquoso para o teor total de polifenóis da matriz alimentar pesquisada. Conforme observado, o conteúdo de polifenóis hidrolisáveis para frutas tais como cebola, acerola e caju, determinados em mg/100g de matéria seca, foram respectivamente 410 mg/100g de matéria seca; 390 mg/100g de matéria seca; 1210 mg/100g de matéria seca. Por sua vez, para a análise de proantocianidinas, o conteúdo determinado para amostras secas de frutas como açaí e banana corresponderam a 1210 mg/100g e 980 mg/100g de matéria seca, respectivamente.

A análise de polifenóis extraíveis (EPP), polifenóis hidrolisáveis (HPP) e proantocianidinas não extraíveis (NEPA) em vários tipos de frutas e nozes de acordo com Pérez-Jiménez; Díaz-Rubio; Saura-Calixto (2013) mostrou que a contribuição de NEPP corresponde a 60 e 90% do teor total de polifenóis e, portanto, representa a maior fração desses antioxidantes dietéticos na matriz alimentar (PÉREZ-JIMÉNEZ; DÍAZ-RUBIO; SAURA-CALIXTO, 2013).

Em avaliação do conteúdo dos dois principais tipos de MACAN (proantocianidinas não extraíveis e polifenóis hidrolisáveis) em alimentos específicos identificados por Pérez-Jiménez; Díaz-Rubio; Saura-Calixto (2014), foi observado o resultado para o conteúdo de NEPP para uva vermelha de 146 mg/100g de matéria seca. Em análise para outras frutas vermelhas como açaí, maçã, bagaço de maçã e bagaço de amora, o trabalho realizado por Pérez-Jiménez; Díaz-Rubio; Saura-Calixto (2013), considerou para o conteúdo de polifenóis não extraíveis valores entre 1.240 mg/100g de matéria seca; 37-43 mg/100g de matéria fresca; 18-23 mg/100g de matéria fresca; 1.685 mg/100g de matéria fresca, respectivamente para as frutas vermelhas pesquisadas.

Rufino *et al.* (2010) na análise de resíduos de frutas tropicais, acerola e caju, obtidos na Estação Experimental da Embrapa Agroindústria Tropical, Pacajus - CE, encontraram resultados para taninos hidrolisáveis ou polifenóis hidrolisáveis valores de 12,1 g.Kg<sup>-1</sup> de matéria seca para o caju e para acerola foi determinado 3,9 g.Kg<sup>-1</sup> de matéria seca. Na avaliação dos taninos condensados ou polifenóis não extraíveis foram encontrados para o caju o teor de 52,0 g.Kg<sup>-1</sup> de matéria seca e para acerola não foi detectado valores para o conteúdo de taninos condensados. Em síntese, este trabalho fornece novos dados nutricionais sobre a composição de frutas tropicais - acerola e caju - que apresentaram uma alta atividade antioxidante devido à combinação de altas concentrações de polifenóis extraíveis e polifenóis não extraíveis.

Em pesquisas mais recentes, Camacho *et al.* (2018) avaliaram o conteúdo de EPP e NEPP em algumas variedades de frutas tropicais. Conforme os dados obtidos, o conteúdo com maior teor de EPP para as diferentes frutas tropicais foi relatado para camu-camu e acerola, seguidos de açaí,

amora-preta tropical, murta e puçá-preto, com valores variando de 1.176 mg/100g a 868 mg/100g de matéria fresca. As maiores concentrações de NEPP foram relatadas para banana, amora e caju, seguido de acerola, com teores compreendidos entre 980 mg/100g e 390 mg/100g de matéria seca. Deste modo, o conteúdo de polifenóis extraíveis e não extraíveis determinados como resultado do presente estudo para resíduos de uvas, mostra-se equivalente aos resultados encontrados na literatura.

Como pode ser observado, o conhecimento da ingestão total de polifenóis nesses alimentos, incluindo os teores de EPP e NEPP, é essencial para uma melhor compreensão das propriedades nutricionais de polifenóis dietéticos. No entanto, os dados atuais da literatura sobre a ingestão de polifenóis estão limitados a EPP (MINK *et al.*, 2007; ZAMORA-ROS *et al.*, 2010).

Embora apenas uma pequena parte da literatura existente sobre polifenóis em alimentos vegetais lida com o NEPP, os dados existentes mostram que eles podem ser ainda mais abundantes do que o EPP em muitos alimentos vegetais (ARRANZ *et al.*, 2009; PÉREZ-JIMÉNEZ *et al.*, 2009). O NEPP pode ter aplicações potenciais na nutrição animal (BRENES *et al.*, 2008; VIVEROS *et al.*, 2011), na indústria de alimentos (SÁNCHEZ-ALONSO *et al.*, 2006, 2008; SÁYAGO-AYERDI *et al.*, 2009) e na saúde humana (PÉREZ-JIMÉNEZ *et al.*, 2008; LIZARRAGA *et al.*, 2011).

## 6. CONCLUSÕES

Os resultados revelam que o bagaço de uva formado pelas cascas e sementes oriundo da indústria de elaboração de sucos originária das áreas de cultivo do vale do São Francisco corresponde a uma fonte valiosa de compostos fenólicos e macroantioxidantes. As quantidades elevadas de compostos fenólicos e compostos antioxidantes presentes nos resíduos, podem transformá-los em produtos de alto valor agregado, com potencial para contribuírem tanto para a saúde humana quanto para a conservação de alimentos.

A análise dos resultados evidencia que, os resíduos agroindustriais de uva das variedades Isabel Precoce, BRS Magna e Isabel Precoce + BRS Violeta são importantes fontes de compostos bioativos. Esses resíduos apresentam-se como fontes potenciais de compostos fenólicos extraíveis e não extraíveis e, portanto, exibem um potencial antioxidante apreciável, visto que mesmo após o processamento da bebida não se remove todo o conteúdo fenólico da uva, estando assim associado a vários efeitos funcionais importantes. Desta forma, este bagaço que, na grande maioria das vezes é desprezado e destinado ambientalmente de forma incorreta, pode ser considerado para uso na formulação de produtos alimentares com o objetivo de aumentar os benefícios para a saúde, além de contribuir para a qualidade sensorial dos alimentos, devido ao seu importante potencial antioxidante.

Sendo assim, os bagaços das variedades de uva cultivadas no Vale do São Francisco podem ser apontados como excelentes fontes de antioxidantes naturais com resultados mais efetivos e econômicos do que o uso de antioxidantes sintéticos na proteção do organismo contra os danos oxidativos que promovem benefícios a saúde e reduzem os riscos de desenvolvimento de doenças crônicas, portanto, o seu consumo deve ser estimulado. Os antioxidantes macromoleculares encontrados nestes resíduos podem desempenhar um papel importante na saúde gastrointestinal, especialmente em relação à prevenção do câncer de cólon. Desse modo, alternativas para o melhor uso dessa fonte natural de macroantioxidantes está na elaboração de produtos alimentícios como incremento de fontes naturais de compostos bioativos.

Nessa perspectiva, os avanços significativos em metodologias experimentais podem permitir o estabelecimento de um conhecimento completo das propriedades e efeitos à saúde dos antioxidantes macromoleculares para o desenvolvimento de pesquisas e aplicações como um novo tipo de ingrediente para as indústrias de alimentos e farmacêutica.

## 7. REFERÊNCIAS

ABE, L. T.; MOTA, R. V.; LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I. Compostos fenólicos e capacidade antioxidante de cultivares de uvas *Vitis labrusca* L. e *Vitis vinifera* L. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.2, p.394-400, 2007.

AGARWAL, B.; CAMPEN, M. J.; CHANNELL, M. M.; WHERRY, S. J.; VARAMINI, B.; DAVIS, J. G.; BAUR, J. A.; SMOLIGA, J. M. Resveratrol for primary prevention of atherosclerosis: clinical trial evidence for improved gene expression in vascular endothelium. **International Journal of Cardiology**, v. 166, n.1, p.246-248, 2013.

AJILA, R. et al. Free radical scavenging capacity and antioxidant activity of selected plant species from the Canadian prairies. **Food Chemistry**, v.84, n.4, p.551-562, 2008.

AKIYAMA, H.; SAKUSHIMA, J. I.; TANIUCHI, S.; KANDA, T.; YANAGIDA, A.; KOJIMA, T.; TESHIMA, R.; KOBAYASHI, Y.; GODA, Y.; TOYODA, M. Antiallergic Effect of Apple Polyphenols on the Allergic Model Mouse. **Biological & Pharmaceutical Bulletin**, v.23, n.11, p.1370-1373, 2000.

ALONSO, A. M.; GUILLÉN, D. A.; BARROSO, C. G.; PUERTAS, B.; GARCÍA, A. Determination of antioxidant activity of wine byproducts and its correlation with polyphenolic content. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.50, n.21, p.5832-5836, 2002.

ANASTASIADI, M.; PRATSINIS, H.; KLETSAS, D.; SKALTSOUNIS, A. L.; HAROUTOUNIAN, S. A. Bioactive non-coloured polyphenols content of grapes, wines and vinification by-products: Evaluation of the antioxidant activities of their extracts. **Food Research International**, v.43, n.3, p.805-813, 2010.

ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos: uma breve revisão; Phenolic compounds in foods: a brief review. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.66, n.1, p.1-9. 2007.

ANTOLOVICH, M.; PRENZLER, P.; ROBARDS, K.; RYAN, D. Sample preparation in the determination of phenolic compounds in fruits. **The Analyst**, v.125, n.5, p.989-1009, 2000.

ANTONIASSI, R. Métodos de avaliação da estabilidade oxidativa de óleos e gorduras. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v.19, n.2, p.353-380, 2001.

AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U. G. **Biotechnology Industrial: Biotechnology na Produção de Alimentos**. São Paulo: Edgar Blucher, 2001.

ARAÚJO, P. W. B.; QUINTANS-JUNIOR, L. J.; VASCONCELOS, H. D.; ALMEIDA, J. R. G. S. Flavonóides e hipertensão. **Revista Brasileira de Hipertensão**, v.12, n.3, p.188-189, 2005.

ARRANZ, S.; SAURA-CALIXTO, F.; SHAHA, S.; KROON, P. A. High contents of nonextractable polyphenols in fruits suggest that polyphenol contents of plant foods have been underestimated. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.57, n.16, p.7298-7303, 2009.

ARRANZ, S.; SILVÁN, J. M.; SAURA-CALIXTO, F. Nonextractable polyphenols, usually ignored, are the major part of dietary polyphenols: A study on the Spanish diet. **Molecular Nutrition & Food Research**, v.54, n.11, p.1646-1658, 2010.

ARSEGO, J. L. **Composição polifenólica de vinhos Bordô, Isabel, Seyve Villard e Niágara Branca, produzidos no alto Vale do Rio do Peixe-SC**. 2004. 88f. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

ARVANITTOYANNIS, I. S.; LADAS, D.; MAVROMATIS, A. Potential uses and applications of treated wine waste: a review. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v.41, n.5, p.475-487, 2006.

AWIKA, J. M.; ROONEY, L. W.; WU, X.; PRIOR, R. L.; CISNEROSZEVALLOS, L. Screening methods to measure antioxidant activity of sorghum (*Sorghum bicolor*) and sorghum products. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.51, n.23, p.6657-6662, 2003.

AZEVEDO, J.; FERNANDES, I.; FARIA, A.; OLIVEIRA, J.; FERNANDES, A.; FREITAS, V.; MATEUS, N. Antioxidant properties of anthocyanidins, anthocyanidin-3-glucosides and respective portisins. **Food Chemistry**, v.119, n.2, p.518-523, 2010.

BAGCHI, D.; BAGCHI, M.; STOHS, S. J.; DAS, D. K.; RAY, S. D.; KUSZYNSKI, C. A.; JOSHI, S. S.; PRUESS, H. G. Free radicals and grape seed proanthocyanidin extract: importance in human health and disease prevention. **Toxicology**, v.148, n.2-3, p.187-197, 2000.

BAGCHI, D.; GARG, A.; KROHN, R. L.; BAGCHI, M.; BAGCHI D. J.; BALMOORI, J.; STOHS, S. J., Protective effects of grape seed proanthocyanidins and selected antioxidants against TPA-induced hepatic and brain lipid peroxidation and DNA fragmentation, and peritoneal macrophage activation in mice. **General Pharmacology**, v.30, n.5, p.771-776, 1998.

BALASUNDRAM, N.; SUNDRAM, K.; SAMMAN, S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: antioxidant activity, occurrence and potential uses. **Food Chemistry**, v.99, n.1, p.191-203, 2006.

BAÑÓN, S.; DÍAZ, P.; RODRÍGUEZ, M.; GARRIDO, M. D.; PRICE, A. Ascorbate, green tea and grape seed extracts increase the shelf life of low sulphite beef patties. **Meat Science**, v.77, n.4, p.626-633, 2007.

BARREIROS, A. L. B. S.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. **Química Nova**, v.29, n.1, p.113-123, 2006.

BARRETO, G. P. M. **Carotenóides e compostos bioativo: relação com propriedades anti-radical livre e corante em frutas tropicais**. 2008. 165f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP, 2008.

BARRETO, N. D. S. **Qualidade, compostos bioativos e capacidade antioxidante de frutos de híbridos comerciais de meloeiro cultivados no CE e RN**. 2011. 185f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2011.

BAUR, J. A. E.; SINCLAIR, D. A. Therapeutic potential of resveratrol: the in vivo evidence. **Nature Review: Drug Discovery**, v.5, n.6, p.493-506, 2006.

BERGAMASCHI, K. B. **Capacidade antioxidante e composição química de resíduos vegetais visando seu aproveitamento**. 2010. 96f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

BIANCHI, M. L. P.; ANTUNES, L. M. G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição**, v.12, n.2, p.123-130, 1999.

BISCAIA, D. **Comparação entre tecnologia supercrítica e técnicas convencionais de extração para obtenção de extratos de própolis avaliados através de suas atividades biológicas**. 2007. 128f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

BORGES, R. M. E.; GONÇALVES, N. P. S.; GOMES, A. P. O.; ALVES, E. O. Divergência fenotípica entre acessos de uvas de mesa no Semiárido brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.8, p.1025-1030, 2008.

BOUHAMIDI, R.; PRÉVOST, V.; NOUVELOT, A. High protection by grape seed proanthocyanidins (GSPC) of polyunsaturated fatty acids against UV-C induced peroxidation. *Comptes rendus de l'Académie des sciences. Série III, Sciences de la vie*, Montrouge, v.321, p.31-38, 1998.

BOURSCHEIDT, V. F. **Investigação do potencial antioxidante de resíduo vitivinícola**. 2015. 48f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015.

BOZAN, B.; TOSUN, G.; ÖZCAN, D. Study of polyphenol content in the seeds of red grape (*Vitis vinifera*) varieties cultivated in Turkey and their antiradical activity. **Food Chemistry**, v.109, n.2, p.426-430, 2008.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensmittel-Wissenschaft Technologie**, v.28, n.1, p.25-30, 1995.

\_\_\_\_BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº 306, de 07 de dezembro de 2004.

\_\_\_\_BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Resolução nº 358 de 29 de abril de 2005. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, 2005.

\_\_\_\_BRASIL. **Lei nº 12.305**, de 02 de agosto de 2010. Dispõe sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. Publicada no Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 03 agosto de 2010. Disponível em: < <http://www.planalto.gov.br> > Acesso em: 18 fev. 2018.

BRAVO, L., ABIA, R., SAURA-CALIXTO, F. Polyphenols as dietary fiber associated compounds. Comparative study on *in vivo* and *in vitro* properties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.42, n.7, p.1481-1487, 1994.

BRAZINHA, C.; CRESPO, J. Membrane processing: natural antioxidants from winemaking by-products. **Filtration & Separation**, v.47, n.2, p.32-35, 2010.

BRENES, A.; VIVEROS, A.; GOÑI, I.; CENTENO, C.; SÁYAGO-AYERDY, S. G.; ARIJA, I.; SAURA CALIXTO, F. Effect of grape pomace concentrate and vitamin E on digestibility of polyphenols and antioxidant activity in chickens. **Poultry Science**, v.87, n.2, p.307-316, 2008.

BRENNA, O. V.; PAGLIARINI, E. Multivariate analysis of antioxidant power and polyphenolic composition in red wine. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.49, n.10, p.4841-4844, 2001.

BUSSAB, W. O.; MORETTIN, P. A. **Estatística Básica**. 5 ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

BUSTAMANTE, M. A.; MORAL, R.; PAREDES, C.; PÉREZ-ESPINOSA, A.; MORENO-CASELLES, J.; PÉREZ-MURCIA, M. D. Agrochemical characterisation of the solid by-products and residues from the winery and distillery industry. **Waste Management**, v.28, n.2, p.372-380, 2008.

CAMACHO, R. R.; RUFINO, M. S. M.; CRUZ, D. M. A.; PÉREZ, A. M. Non-extractable Polyphenols in Tropical Fruits: occurrence and health-related properties. In: SAURA-CALIXTO, F.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J. Non-extractable polyphenols and carotenoids: importance in human nutrition and health. **The Royal Society of Chemistry**, p.88-110, 2018.

CAMARGO, U. A. **Impacto das cultivares brasileiras de uva no mercado interno e potencial no mercado internacional** In: RITSCHER, P.; SEBBEN, S. S. (Ed.). CONGRESSO BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, Bento Gonçalves. Anais. Bento Gonçalves: Embrapa-CNPUV, p.37-42, 2008.

CAMARGO, U. A. **'Isabel Precoce': alternativa para a vitivinicultura brasileira**. Comunicado Técnico nº 54, Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004.

CAMARGO, U. A.; MAIA, J. D. G.; NACHTIGAL, J. C. **BRS Violeta: nova cultivar de uva para suco e vinho de mesa**. Comunicado Técnico nº 63, Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005.

CAMPOS, L. M. A. S. **Obtenção de extratos de bagaço de uva Cabernet Sauvignon (*Vitis vinífera*): Parâmetros de processo e modelagem matemática**. 2005. 123f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

CAO, X.; ITO, Y. Supercritical fluid extraction of grape seed oil and subsequent separation of free fatty acids by high-speed counter-current chromatography. **Journal of Chromatography A**, v.1021, n.1-2, p.117-124, 2003.

CARDONA, J. A.; LEE, J.; TALCOTT, S. T. Color and polyphenolic stability in extracts produced from Muscadine grape (*Vitis rotundifolia*) pomace. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.57, n.18, p.8421-8425, 2009.

CASAGRANDE, M. **Avaliação do potencial antioxidante de coprodutos de indústrias de suco de uva e de vinho visando sua aplicação em lingüiça de frango**. 2014. 121f. Dissertação

(Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2014.

CASTAÑEDA-OVANDO, A.; PACHECO-HERNÁNDEZ, M.; PÁEZ-HERNÁNDEZ, M. E.; RODRÍGUEZ, J. A.; GALÁN-VIDAL, C. A. Chemical studies of anthocyanins: a review. **Food Chemistry**, v.113, n.4, p.859-871, 2009.

CATANEO, B. C.; CALIARI, V.; GONZAGA, L. V.; KUSKOSKI, E. M.; FETT, R. Atividade antioxidante e conteúdo fenólico de resíduo agroindustrial da produção de vinho. **Ciências Agrárias**, v.29, n.1, p.93-102, 2008.

CERQUEIRA, F.; MEDEIROS, M.; AUGUSTO, O. Antioxidantes dietéticos: controvérsias e perspectivas. **Química Nova**, v.30, n.2, p.441-449, 2007.

CERUTTI, P.; GUROFF, G. Enzymatic formation of phenylpyruvic acid in *Pseudomonas sp.* (ATCC 11299a) and its regulation. **Journal of Biological Chemistry**, v.240, n.7, p.3034-3038, 1965.

CHANDRASEKARA, A.; SHAHIDI, F. Content of insoluble bound phenolics in millets and their contribution to antioxidant capacity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.58, n.11, p.6706-6714, 2010.

CHAVARRIA, G.; BERGAMASCHI, H.; SILVA, L. C.; SANTOS, H. P.; MANDELLI, F.; GUERRA, C. C.; FLORES, C. A.; TONIETTO, J. Relações hídricas, rendimento e compostos fenólicos de uvas Cabernet Sauvignon em três tipos de solo. **Bragantia**, v.70, n.3, p.481-487, 2011.

CHEN, L.; HU, J. Y.; WANG, S. Q. The role of antioxidants in photoprotection: A critical review. **Journal of the American Academy of Dermatology**, v.67, n.5, p.1013-1024, 2012.

CHEUNG, L. M.; CHEUNG, P. C. K.; OOI, V. E. C. Antioxidant activity and total phenolics of edible mushroom extracts. **Food Chemistry**, v.81, n.2, p.249-255, 2003.

CHIOU, A.; PANAGOPOULOU, E. A.; GATZALI, F.; DE MARCHI, S.; KARATHANOS, V. T. Anthocyanins content and antioxidant capacity of Corinthian currants (*Vitis vinifera* L., var. Apyrena). **Food Chemistry**, v.146, p.157-165, 2014.

CHOY, Y. Y.; JAGGERS, G. K.; OTEIZA, P. I.; WATERHOUSE, A. I. Bioavailability of intact proanthocyanidins in the rat colon after ingestion of grape seed extract. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.61, n.1, p.121-127, 2013.

CNTL, 2014. **Centro Nacional de Tecnologias Limpas**. Disponível: <http://www.institutossenai.org.br/conteudo/cntl>. Acesso em: 27 fev. 2018.

CORREIA, P. T. R. **A maturação fenólica em uvas tintas. Comparação de metodologias**. 2014. 82f. Dissertação (Mestrado em Viticultura e Enologia) – Universidade de Évora, Évora, 2014.

COSTA, A. C. S. **Qualidade e atividade antioxidante na porção comestível e resíduos do processamento de acerola produzida no submédio do Vale do São Francisco**. 2012. 116f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2012.

COSTA, G. F. **Efeito do extrato da casca de uva *Vitis Vinífera* (GSE) na pressão arterial, no perfil lipídico e glicídico e no estresse oxidativo em ratos espontaneamente hipertensos**. 2008. 89f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia e Fisiopatologia Clínica e Experimental) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

CRUZ, A. P. G. **Recuperação de compostos bioativos a partir de resíduos da indústria vitivinícola**. 2013. 228f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.

DAMIANI, C.; SILVA, F. A.; RODOVALHO, E. C.; BECKER, F. S.; ASQUIERI, E. R.; OLIVEIRA, R. A.; LAGE, M. E. Aproveitamento de resíduos vegetais para produção de farofa temperada. **Alimentos e Nutrição**, v.22, n.4, p.657-662, 2011.

DANI, C.; OLIBONI, L. S.; UMEZU, F. M.; PASQUALI, M. A. B.; SALVADOR, M.; MOREIRA, J. C. F.; HENRIQUES, J. A. P. Phenolic content and antioxidant activities of white and purple juices manufactured with organically or conventionally-produced grapes. **Food and Chemistry Toxicology**, v.45, n.12, p.2574-2580, 2007.

DANTAS, A. L. **Qualidade, compostos bioativos, atividade antioxidante e enzimática de frutos de araçazeiros (*Psidium sp.*) do brejo paraibano**. 2010. 102f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2010.

DEL RIO, D.; RODRIGUEZ-MATEOS, A.; SPENCER, J. P. E.; TOGNOLINI, M.; BORGES, G.; CROZIER, A. Dietary (poly)phenolics in human health: Structures, bioavailability and evidence of protective effects against chronic diseases. **Antioxidants and Redox Signaling**, v.18, n.14, p.1818-1892, 2013.

DENG, Q.; PENNER, M. H.; ZHAO, Y. Chemical composition of dietary fiber and polyphenols of five different varieties of wine grape pomace skins. **Food Research International**, v.44, n.9, p.2712-2720, 2011.

DE OLIVEIRA, A. C.; VALENTIM, I. B.; GOULART, M. O. F.; SILVA, C. A.; BECHARA, E. J. H.; TREVISAN, M. T. S. Fontes vegetais naturais de antioxidantes. **Química Nova**, v.32, n.3, p.689-702, 2009.

DIMITRIOS, B. Sources of natural phenolic antioxidants. **Trends in Food Science & Technology**, v.17, n.9, p.505-512, 2006.

DOSSIÊ ANTIOXIDANTES. **Food Ingredients Brasil**, n.6, p.16-22, 2009.

DREWNOWSKI, A.; GOMEZ-CARNEROS, C. Bitter taste, phytonutrients and the consumer: a review. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.72, n.6, p.1424-1435, 2000.

DUARTE-ALMEIDA, J. M.; SANTOS, R. J.; GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. Avaliação da atividade antioxidante utilizando sistema  $\beta$ -caroteno/ácido linoléico e método de sequestro de radicais DPPH•. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.2, p.446-452, 2006.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Suco de uva**. Embrapa Informação Tecnológica - Brasília, p.17-32, 2007.

EVANGELISTA, J. Livro: **Tecnologia de alimentos**. 2. ed. Rio de Janeiro/São Paulo: Atheneu, 644f. 2001.

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

FERREIRA, A. L. A.; MATSUBARA, L. S. Radicais livres: conceitos, doenças relacionadas, sistema de defesa e estresse oxidativo. **Revista Associação Médica Brasileira**, v.43, n.1, p.61-68, 1997.

FERREIRA, L. F. D. **Obtenção e caracterização de farinha de bagaço de uva e sua utilização em cereais matinais expandidos**. 2010. 157f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

FILIP, V.; PLOCKOVÁ, M.; ŠMIDRKAL, J.; ŠPICKOVÁ, Z.; MELZUCH, K.; SCHMIDT, Š. Resveratrol and its antioxidant and antimicrobial effectiveness. **Food Chemistry**, v.83, n.4, p.585-593, 2003.

FKI, I.; ALLOUCHE, N.; SAYADI, S. The use of polyphenolic extract, purified hydroxytyrosol and 3,4-dihydroxyphenyl acetic acid from olive mill wastewater for the stabilization of refined oils: a potential alternative to synthetic antioxidants. **Food Chemistry**, v.93, n.2, p.197-204, 2005.

FLANZY, C. **Enologia: Fundamentos científicos y tecnológicos**. 2ª ed. AMV Ediciones. Ediciones Mundi-Prensa. Espanha (Madrid), 797f. 2003.

FRANCIS, F. J. Anthocyanins and betalains: composition and applications. **Cereal Foods World**, v.45, p.208-213, 2000.

FRANKEL, E. N.; BOSANEK, C. A.; MEYER, A. S.; SILLIMAN, K.; KIRK, L. L. Commercial grape juices inhibit the in vitro oxidation of human low-density lipoproteins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.46, n.3, p.834-838, 1998.

FUNATOGAWA, K.; HAYASHI, S.; SHIMOMURA, H.; YOSHIDA, T.; HATANO, T.; ITO, H.; HIRAI, Y. Antibacterial Activity of Hydrolyzable Tannins Derived from Medicinal Plants against *Helicobacter Pylori*. **Microbiology and Immunology**, v.48, n.4, p.251-261, 2004.

FURIGA, A.; LONVAUD-FUNEL, A.; BADET, C. In vitro study of antioxidant capacity and antibacterial activity on oral anaerobes of a grape seed extract. **Food Chemistry**, v.113, n.4, p.1037-1040, 2009.

GHAFOOR, K.; CHOI, Y. H.; JEON, J. Y.; JO, I. H. Optimization of ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds, antioxidants, and anthocyanins from grape (*Vitis vinifera*) seeds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.57, n.11, p.4988-4994, 2009.

GIL, M. I.; TOMAS-BARBERAN, F. A.; HESS-PIERCE, B.; HOLCROFT, D. M. Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.48, n.10, p.4581-4589, 2000.

GIOVANNINI, E. **Produção de uvas para vinho, suco e mesa**. 3ª ed. Bento Gonçalves, 362f. 2008.

GONDIM, J. A. M.; MOURA, F. M. V.; DANTAS, A. S.; MEDEIROS, R. L.; SANTOS, K. M. Centesimal composition and minerals in peels of fruits. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.4, p.825-827, 2005.

GONZALEZ-CENTENO, M. R.; ROSSELLO, C.; SIMAL, S.; GARAU, M. C.; LOPEZ, F.; FEMENIA, A. Physico-chemical properties of cell wall materials obtained from ten grape varieties and their byproducts: grape pomaces and stems. **LWT - Food Science and Technology**, v.43, n.10, p.1580-1586, 2010.

GONZÁLEZ-PARAMÁS, A. M.; ESTEBAN-RUANO, S.; SANTOS-BUELGA, C.; PASCUAL-TERESA, S.; RIVAS-GONZALO, J. C. Flavanol content and antioxidant activity in winery byproducts. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.52, n.2, p.234-238, 2004.

GONZÁLEZ, R.; BALLESTER, I.; LÓPEZ-POSADAS, R.; SUÁREZ, M. D.; ZARZUELO, A.; MARTÍNEZ-AUGUSTIN, O. Effects of flavonoids and other polyphenols on inflammation. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.51, n.4, p.331-362, 2011.

HAAS, I. C. S. **Residue obtained of grape juice processing: characterization and drying kinetics**. 2015. 124f. Dissertation (Master's in Food Science) - Federal University of Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

HAN, J.; RHEE, K. S. Antioxidant properties of selected Oriental nonculinary/nutraceutical herb extracts as evaluated in raw and cooked meat. **Meat Science**, v.70, n.1, p.25-33, 2005.

HARTZFELD, P. W.; FORKNER, R.; HUNTER, M. D.; HAGERMAN, A. E. Determination of hydrolyzable tannins (gallotannins and ellagitannins) after reaction with potassium iodate. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.50, n.7, p.1785-1790, 2002.

HASLAM, E. **Plant Polyphenols, Vegetable Tannins Revisited**. Cambridge University Press, Cambridge, 230f. 1989.

HERVERT-HERNÁNDEZ, D.; GARCÍA, O. P.; ROSADO, J. L.; GOÑI, I. The contribution of fruits and vegetables to dietary intake of polyphenols and antioxidant capacity in a Mexican rural diet: Importance of fruit and vegetable variety. **Food Research International**, v.44, n.5, p.1182-1189, 2011.

HOLLMAN, P. C. H.; ARTS, I. C. W. Flavonols, flavones and flavanols – nature, occurrence and dietary burden. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.80, n.7, p.1081-1093, 2000.

HOLTEKJOLEN, A. K.; KINITZ, C.; KNUTSEN, S. H. Flavanol and bound phenolic acid contents in different barley varieties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.54, n.6, p.2253-2260, 2006.

HRAS, A. R.; HADOLIN, M.; KNEZ, Z.; BAUMAN, D. Comparison of antioxidative and synergistic effects of rosemary extract with alpha-tocopherol, ascorbyl palmitate and citric acid in sunflower oil. **Food Chemistry**, v.71, n.2, p.229-233, 2002.

HUANG, T.; GAO, D.; JIANG, X.; HU, S.; ZHANG, L.; FEI, Z. Resveratrol inhibits oxygen-glucose deprivation-induced MMP-3 expression and cell apoptosis in primary cortical cells via the NF- $\kappa$ B pathway. **Molecular Medicine Reports**, v.10, n.2, p.1065-1071, 2014.

IACOPINI, P.; BALDI, M.; STORCHI, P.; SEBASTIANI, L. Catechin, epicatechin, quercetin, rutin and resveratrol in red grape: Content in vitro antioxidant activity and interactions. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.21, n.8, p.589-598, 2008.

IMEH, U.; KHOKHAR, S. Distribution of Conjugated and Free Phenols in Fruits: Antioxidant Activity and Cultivar Variations. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.50, n.22, p.6301-6306, 2002.

ISHIMOTO, E. Y. **Efeito hipolipemiante e antioxidante de subprodutos da uva em hamsters**. 2008. 195f. Tese (Doutorado em Saúde Pública) - Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

JACQUES, A. C.; OLIVEIRA, F. M.; HERNANDES, J. V.; SILVA, E. F. Elaboração de farinha de uva utilizando bagaço da indústria vitivinícola: efeito sob os compostos fenólicos. In: **Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química - COBEQ 2014 [Blucher Chemical Engineering Proceedings]**. São Paulo: Blucher, v.1, n.2, p.4283-4287, 2014.

JACQUES, A. C.; PERTUZATTI, P. B.; BARCIA, M. T.; ZAMBIAZI, R. C.; CHIM, J. F. Estabilidade de compostos bioativos em polpa congelada de amora-preta (*Rubus fruticosus*) cv. Tupy. **Química Nova**, v.33, n.8, p.1720-1725, 2010.

JARDINI, F. A. **Avaliação da atividade antioxidante da romã (*Punica granatum*, L) – participação das frações de ácidos fenólicos no processo de inibição da oxidação**. 2005. 129f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, 2005.

JAYAPRAKASHA, G. K.; SINGH, R. P.; SAKARIAH, K. K. Antioxidant activity of grape seed (*Vitis vinifera*) extracts on peroxidation models *in vitro*. **Food Chemistry**, v.73, n.3, p.285-290, 2001.

KAMMERER, D.; CLAUS, A.; CARLE, R.; SCHIEBER, A. Polyphenol screening of pomace from red and white grape varieties (*Vitis vinifera* L.) by HPLC-DAD-MS/MS. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.52, n.14, p.4360-4367, 2004.

KAMMERER, D. R.; SCHIEBER, A.; CARLE, R. Characterization and recovery of phenolic compounds from grape pomace - A review. **Journal of Applied Botany and Food Quality**, v.79, n.3, p.189-196, 2005.

KATALINIC, V.; MOZINA, S. S.; SKROZA, D.; GENERALIC, I.; ABRAMOVIC, H.; MILOS, M.; LJUBENKOV, I.; PISKERNIK, S.; PEZO, I.; TERPINC, P.; BOBAN, M. Polyphenolic profile, antioxidant properties and antimicrobial activity of grape skin extracts of 14 *Vitis vinifera* varieties grown in Dalmatia (Croatia). **Food Chemistry**, v.119, n.2, p.715-723, 2010.

KEDAGE, V. V.; TILAK, J. C.; DIXIT, G. B.; DEVASAGAYAM, T. P.; MHATRE, M. A. Study of antioxidant properties of some varieties of grapes (*Vitis vinifera* L.). **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.47, n.2, p.175-185, 2007.

KOBORI, C. N.; JORGE, N. Caracterização dos óleos de algumas sementes de frutas como aproveitamento de resíduos industriais. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.5, p.1008-1014, 2005.

KONDRASHOV A., ŠEVČÍK, BENÁKOVÁ H., KOŠTÍŘOVÁ, ŠTÍPEK S. The key role of grape variety for antioxidant capacity of red wines. **European Journal of Clinical Nutrition and Metabolism**, v.4, n.1, p.41-46, 2009.

KOUKOL, J.; CONN, E. E. The metabolism of aromatic compounds in higher plants. **Journal of Biological Chemistry**, v.236, n.10, p.2692-2698, 1961.

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; TRONCOSO, A. M.; MANCINIFILHO, J.; FETT, R. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.4, p.726-732, 2005.

LAJOLO, F. M. Alimentos funcionais: uma visão geral. In: DE ANGELIS, R. C. **Importância de alimentos vegetais na produção da saúde: fisiologia da nutrição protetora e preventiva de enfermidades degenerativas**. São Paulo: Atheneu, 317f. 2001.

LAJOLO, F. M.; SAURA-CALIXTO, F. Obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación em alimentos. Fibra Dietética en Iberoamérica: **Tecnología y Salud**, São Paulo: Varela, 469f. 2001.

LANGCAKE, P.; PRYCE, R. J. The production of resveratrol by *Vitis vinifera* and other members of the Vitaceae as a response to infection or injury. **Physiological Plant Pathology**, v.9, n.1, p.77-86, 1976.

LARRAURI, J. A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.45, n.4, p.1390-1393, 1997.

LAUFENBERG, G.; KUNZ, B.; NYSTROEM, M. Transformation of vegetable waste into value added products: (A) the upgrading concept; (B) practical implementations. **Bioresource Technology**, v.87, n.2, p.167-198, 2003.

LAZARINI, F. C.; FALCÃO, T. **Fluxograma da vinificação em tinto**. Porto Alegre: UFRGS, 1999. Disponível em: <[www.ufrgs.br/alimentus/feira/prfruta/vinhotin/pflux.htm](http://www.ufrgs.br/alimentus/feira/prfruta/vinhotin/pflux.htm)>. Acesso em: 13 mar. 2018.

LEÃO, P. C. S.; FRANCO, C. P. Avaliações de genótipos de videira para vinho no Submédio São Francisco. In: QUEIROZ, M. A.; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S. R. **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semiárido; Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999.

LIMA, A. **Caracterização química, avaliação da atividade antioxidante *in vitro* e *in vivo*, e identificação dos compostos fenólicos presentes no pequi (*Caryocar brasiliense* Cambi)**. 2008.

219f. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, 2008.

LIZARRAGA, D.; VINARDELL, M. P.; NOÉ, V.; VAN DELFT, J. H.; ALCARRAZ-VIZÁN, G.; VAN BRENDA, S. G.; STAAL Y.; GUNTHER, U. L.; CARRIGAN, J. B.; REED, M. A. A lyophilized red grape pomace containing proanthocyanidin-rich dietary fiber induces genetic and metabolic alterations in colon mucosa of female C57BL/6J mice. **Journal of Nutrition**, v.141, n.9, p.1597-1604, 2011.

LLOBERA, A.; CAÑELLAS, J. Dietary fiber content and antioxidant activity of Manto Negro red grape (*Vitis vinifera*): pomace and stem. **Food Chemistry**, v.101, n.2, p.659-667, 2007.

LOGUERCIO, A. P. Atividade antibacteriana de extrato hidro-alcoólico de folhas de jambolão (*Syzygium cumini* L.). **Ciência Rural**, v.35, n.2, p.366-370, 2005.

LOPES, L. D. **Desenvolvimento e avaliação de subprodutos de uva e sua utilização como ingrediente alimentício**. 2013. 71f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias de Produtos de Origem Vegetal) - Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2013.

LÓPEZ-OLIVA, M. E.; AGIS-TORRES, A.; GOÑI, I.; MUÑOZ-MARTÍNEZ, E. Grape antioxidant dietary fibre reduced apoptosis and induced a pro-reducing shift in the glutathione redox state of the rat proximal colonic mucosa. **British Journal of Nutrition**, v.103, n.8, p.1110-1117, 2010.

LOULI, V.; RAGOSSIS, N.; MAGOULAS, K. Recovery of phenolic antioxidants from wine industry by-products. **Bioresource Technology**, v.92, n.2, p.201-208, 2004.

LUQUE – RODRÍGUEZ, J. M.; LUQUE DE CASTRO, M. D.; PÉREZ – JUAN, P. Dynamic superheated liquid extraction of anthocyanins and other phenolics from red grape skins of winemaking residues. **Bioresource Technology**, v.98, n.14, p.2705-2713, 2007.

LUTZ, M.; JORQUERA, K.; CANCINO, B.; RUBY, R.; HENRIQUEZ, C. Phenolics and antioxidant capacity of table grape (*Vitis vinifera* L.) cultivars grown in Chile. **Journal of Food Science**, v.76, n.7, p.1088-1093, 2011.

MACHADO, A. F. F. **Identificação e determinação da atividade antioxidante de carotenoides e antocianinas de frutas**. 2009. 224f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

MACHEIX, J. J.; FLEURIT, A.; BILLOT, J. **Fruit phenolics**. Boca Raton: CRC, 392f. 1990.

MAGALHÃES, I. C. R. **A ação dos radicais livres no organismo humano e suas consequências**. 2007. Disponível em: [http://www.wgate.com.br/conteudo/medicinaesaude/fisioterapia/variedades/radicais\\_ivia.htm](http://www.wgate.com.br/conteudo/medicinaesaude/fisioterapia/variedades/radicais_ivia.htm)> Acesso em: 24/05/2018.

MAKRIS, D. P.; BOSKOU, G.; ANDRIKOPOULOS, N. K. Polyphenolic content and in vitro antioxidant characteristics of wine industry and other agri-food solid waste extracts. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.20, n.2, p.125-132, 2007.

MANACH, C.; WILLIAMSON, G.; MORAND, C.; SCALBERT, A.; REMESY, C. Bioavailability and bioefficacy of polyphenols in humans. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.81, n.1, p.230-242, 2005.

MARINOVA, E. M.; YANISHLIEVA, N. V. Antioxidant activity and mechanism of action of some phenolic acids at ambient and high temperatures. **Food Chemistry**, v.81, n.2, p.189-197, 2003.

MARQUES, T. R. **Aproveitamento tecnológico de resíduos de acerola: farinhas e barras de cereais**. 2013. 101f. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

MARTIM, E. C. O. **Lesão renal aguda por glicerol: efeito antioxidante da *Vitis vinífera* L.** 2007. 67f. Dissertação (Mestrado em Enfermagem na Saúde do Adulto) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

MARTÍN-CARRÓN, N.; GOÑI, I.; LARRAURI, J. A.; GARCÍA-ALONSO, A.; SAURACALIXTO, F. Reduction in serum total and LDL cholesterol concentrations by a dietary fiber and polyphenol-rich grape product in hypercholesterolemic rats. **Nutrition Research**, v.19, n.9, p.1371-1381, 1999.

MARTÍNEZ, R.; TORRES, P.; MENESES, M. A.; FIGUEROA, J. G.; PÉREZ-ÁLVAREZ, J. A.; VIUDA-MARTOS, M. Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of mango, guava, pineapple and passion fruit dietary fibre concentrate. **Food Chemistry**, v.135, n.3, p.1520-1526, 2012.

MARZAROTTO, V. **Suco de Uva**. In: VENTURINI FILHO, W. G. Tecnologia de bebidas: Matéria-prima, processamento, BPF/APPCC, legislação, mercado. São Paulo: Edgard Blücher, p.311-345, 2005.

MATEOS-MARTÍN, M. L.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; FUGUET, E.; TORRES, J. I. Non-extractable proanthocyanidins from grape are a source of bioavailable (epi)catechin and derived metabolites in rats. **British Journal of Nutrition**, v.108, n.2, p.290-297, 2012.

MAZZA, G. Anthocyanins in grapes and grape products. **Food Science and Nutrition**, v.35, n.4, p.341-371, 1995.

MAZZA, G.; FUKUMOTO, L.; DELAQUIS, P.; GIRARD, B.; EWERT, B. Anthocyanins, phenolics, and color of Cabernet Franc, Merlot, and Pinot Noir wines from British Columbia. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.47, n.10, p.4009-4017, 1999.

MAZZA, G.; KAY, C. D.; COTTRELL, T.; HOLUB, B. J. Absorption of Anthocyanins from Blueberries and Serum Antioxidant Status in Human Subjects. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.50, n.26, p.7731-7737, 2002.

MELLO, J. C. P.; SANTOS, S. C. Taninos. In: SIMÕES, C. M.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 3 ed. Porto Alegre: Ed.UFRGS/Ed.UFSC, cap. 24, p.517-543, 2001.

MELLO, L. M. R. **Produção e comercialização de uvas e vinhos: panorama 2005**. Embrapa Uva e Vinho – Artigo Técnico, 2006. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/artigos/panorama2005-producao.pdf> Acesso em: 02 fev. 2018.

MELLO, L. M. R.; SILVA, G. A. **Disponibilidade e Características de Resíduos Provenientes da Agroindústria de Processamento de Uva do Rio Grande do Sul**. Comunicado Técnico 155. Embrapa Uva e Vinho. Bento Gonçalves, 2014.

MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G.; NASCIMENTO, R. J. Capacidade antioxidante de frutas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v.44, n.2, p.193-201, 2008.

MELO, P. S. **Composição química e atividade biológica de resíduos agroindustriais**. 2010. 100f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

MELO, P. S.; BERGAMASCHI, K. B.; TIVERON, A. P.; MASSARIOLI, A. P.; OLDONI, T. L. C.; ZANUS, M. C.; PEREIRA, G. E.; ALENCAR, S. M. Composição fenólica e atividade antioxidante de resíduos agroindustriais. **Ciência Rural**, v.41, n.6, p.1088-1093, 2011.

MEYER, A. S.; JEPSEN, S. M.; SORENSEN, N. S. Enzymatic release of antioxidants for human low-density lipoprotein from grape pomace. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.46, n.7, p.2439-2446, 1998.

MIGUEL, A. C. A.; ALBERTINI, S.; BEGIATO, G. F.; DIAS, J. R. P. S.; SPOTO, M. H. F. Aproveitamento agroindustrial de resíduos sólidos provenientes do melão minimamente processado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, n.3, p.733-737, 2008.

MILLER, N. J.; RICE-EVANS, C.; DAVIES, M. J.; GOPINATHAN, V.; MILNER, A. A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. **Clinical Science**, v.84, n.4, p.407-412, 1993.

MINK, P. J.; SCRAFFORD, C. G.; BARRAJ, L. M.; HARNACK, L.; HONG, C. P.; NETTLETON, J. A.; JACOBS, D. R. Flavonoid intake and cardiovascular disease mortality: a prospective study in postmenopausal women. **American Society for Clinical Nutrition**, v.85, n.3, p.895-909, 2007.

MISHRA, K.; OJHA, H.; CHAUDHURY, N. K. Estimation of antiradical properties of antioxidants using DPPH• dot assay: A critical review and results. **Food Chemistry**, v.130, n.4, p.1036-1043, 2012.

MONRAD, J. K.; HOWARD, L. R.; KING, J. W.; SRINIVAS, K.; MAUROMOUSTAKOS, A. Subcritical solvent extraction of anthocyanin from dried red grape pomace. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.58, n.5, p.2862-2868, 2010.

MONTEIRO, J. M.; ALBUQUERQUE, U. P.; ARAÚJO, E. L.; AMORIM, E. L. A.; AMORIM, E. L. C. Taninos: uma abordagem da Química à Ecologia. **Química Nova**, v.28, n.5, p.892-896, 2005.

MONTEIRO, J. M.; ALBUQUERQUE, U. P.; LINS NETO, E. M. F.; ARAÚJO, E. L.; ALBUQUERQUE, M. M.; AMORIM, E. L. A. The effects of seasonal climate changes in the Caatinga on tannin levels in *Myracrodruon urundeuva* (Engl.) Fr. All. And *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.16, n.3, p.338-344, 2006.

MORETTI, C. M.; MACHADO, C. M. M. Aproveitamento de resíduos sólidos do processamento mínimo de frutas e hortaliças. In: **Encontro Nacional sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**. Piracicaba: USP/ESALQ, p.25-32, 2006.

MORLEY, N.; CLIFFORD, T.; SALTER, L.; CAMPBELL, S.; GOULD, D.; CURNOW, A. The green tea polyphenol (-)-epigallocatechingallate and green tea can protect human cellular DNA from ultraviolet and visible radiation-induced damage. **Photodermatology, Photoimmunology & Photomedicine**, v.21, n.1, p.15-22, 2005.

MUSA, K. H.; ABDULLAH, A.; KUSWANDI, B.; HIDAYAT, M. A. A novel high throughput method based on the DPPH dry reagent array for determination of antioxidant activity. **Food Chemistry**, v.141, n.4, p.4102-4106, 2013.

NATIVIDADE, M. M. P. **Desenvolvimento, caracterização e aplicação tecnológica de farinhas elaboradas com resíduos da produção de suco de uva**. 2010, 202f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

NAZCK, M.; SHAHIDHI, F. Extraction and analysis of phenolics in food. **Journal of Chromatography A**, v.1054, n.1/2, p.95-111, 2004.

NEGRO, C.; TOMASSI, L.; MICELI, A. Phenolic compounds and antioxidant activity from red grape marc extracts. **Bioresource Technology**, v.87, n.1, p.41-44, 2003.

NGUYEN, A.; MARTINEZ, M.; STAMOS, M. J.; MOYER, M. P.; PLANUTIS, K.; HOPE, C.; HOLCOMBE, R. F. Clinical trial examining the effect of plant-derived resveratrol and grape powder on Wnt pathway target gene expression in colonic mucosa and colon cancer. **Cancer Management and Research**, v.1, p.25-37, 2009.

O'BYRNE, D. J.; DEVARAJ, S.; GRUNDY, S. M.; JIALAL, I. Comparasion of the antioxidant effects of Concord grape juice flavonoid and  $\alpha$ -tocoferol on markers of oxidative stress in healthy adults. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.76, n.6, p.1367-1374, 2002.

OLDONI, T. L. C. **Isolamento e identificação de compostos com atividade antioxidante de uma nova variedade de própolis brasileira produzida por abelhas da espécie *Apis melífera***. 2007. 105f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

OLIVEIRA, D. A. **Caracterização fitoquímica e biológica de extratos obtidos de bagaço de uva (*Vitis vinifera*) das variedades merlot e syrah**. 2010. 211f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

OLIVEIRA, D. C.; BORGES, R. M. E.; SANTOS, C. A. F. Avaliação qualitativa de germoplasma de videira na região do Vale do São Francisco. In: **Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Semiárido**, Petrolina. Anais Petrolina: Embrapa Semiárido, p.88-91, 2006.

OLIVEIRA, D. S.; AQUINO, P. P.; RIBEIRO, S. M. R.; PROENÇA, R. P. C.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Vitamina C, carotenóides, fenólicos totais e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais. **Acta Scientiarum: Health Sciences**, v.33, n.1, p.89-98, 2011.

O'SHEA, N.; ARENDT, E. K.; GALLAGHER, E. Dietary fibre and phytochemical characteristics of fruit and vegetable by-products and their recent applications as novel ingredients in food products. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v.16, p.1-10, 2012.

PASTRANA-BONILLA, E.; AKOH, C. C.; SELLAPPAN, S.; KREWER, G. Phenolic content and antioxidant capacity of Muscadine grapes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.51, n.18, p.5497-5503, 2003.

PAZOS M.; LOIS S.; TORRES J. L.; MEDINA I. Inhibition of hemoglobin- and iron-promoted oxidation in fish microsomes by natural phenolics. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.54, n.12, p.4417-4423, 2006.

PELIZER, H. L.; PONTIERI, H. M.; MORAES, O. I. Utilização de resíduos agroindustriais em processos biotecnológicos como perspectiva de redução do impacto ambiental. **Journal of Technology Management & Innovation**, v.1, n.2, p.118-127, 2007.

PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; ARRANZ, S.; SAURA-CALIXTO, F. Proanthocyanidin content in foods is largely underestimated in the literature data: An approach to quantification of the missing proanthocyanidins. **Food Research International**, v.42, n.10, p.1381-1388, 2009.

PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; DÍAZ-RUBIO, M. E.; SAURA-CALIXTO, F. Non-extractable polyphenols, a major dietary antioxidant: occurrence, metabolic fate and health effects. **Nutrition Research Reviews**, v.26, n.2, p.118-129, 2013.

PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; DÍAZ-RUBIO, M. E.; SAURA-CALIXTO, F. Non-extractable polyphenols in plant foods: nature, isolation and analysis. Capítulo en el libro "Polyphenols in plants: isolation, purification and extract preparation". Editor: R. Watson, V. R.; Preedy, S.; Zibadi. **Academic Press-Elsevier**, San Diego, p.203-218, 2014.

PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. Macromolecular antioxidants or non-extractable polyphenols in fruit and vegetables: Intake in four European countries. **Food Research International**, v.74, p.315-323, 2015.

PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SERRANO, J.; TABERNERO, M.; ARRANZ, S.; DÍAZ-RUBIO, M. E.; GARCÍA-DIZ, L.; GOÑI, I.; SAURA-CALIXTO, F. Effects of grape antioxidant dietary fiber in cardiovascular disease risk factors. **Journal of Nutrition**, v.24, n.7-8, p.646-653, 2008.

PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SERRANO, J.; TABERNERO, M.; ARRANZ, S.; DÍAZ-RUBIO, M. E.; GARCÍA-DIZ, L. Bioavailability of phenolic antioxidants associated with dietary fiber: plasma antioxidant capacity after acute and long-term intake in humans. **Plant Foods for Human Nutrition**, v.64, n.2, p.102-107, 2009.

PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; TORRES, J. I. Analysis of nonextractable phenolic compounds in foods: The current state of the art. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.59, n.24, p.12713-12724, 2011.

PÉREZ-SERRADILLA, J. A.; LUQUE-DE-CASTRO, M. D. Microwave-assisted extraction of phenolic compounds from wine lees and spray-drying of the extract. **Food Chemistry**, v.124, n.4, p.1652-1659, 2011.

PERIN, E. C.; SCHOTT, I. B. **Utilização de farinha extraída de resíduos de uva na elaboração de biscoito tipo cookie**. 2011. 62f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2011.

PESCO, D. C. S.; SILVA, D. A. R.; DAMAZIO, T. G.; CORTEZ, D. A. G.; CORTEZ, L. E. R. **Avaliação da atividade antioxidante de amostras de uvas (*Vitis vinifera* L.)**. Anais Eletrônico. VI Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação Científica. ISBN 978-85-8084-413-9. 23 a 26 de outubro de 2012.

PIETTA, P.G. Flavonoids as antioxidants. **Journal Natural Products**, v.63, n.7, p.1035-1042, 2000.

PINELO, M.; ARNOUS, A.; MEYER, A. S. Upgrading of grape skins: Significance of plant cell-wall structural components and extraction techniques for phenol release. **Trends in Food Science & Technology**, v.17, n.11, p.579-590, 2006.

PINELO, M.; RUBILAR, M.; JEREZ, M.; SINEIRO, J.; NUNEZ, M. J. Effect of Solvent, Temperature, and Solvent-to-Solid Ratio on the Total Phenolic Content and Antiradical Activity of Extracts from Different Components of Grape Pomace. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, n.6, p.2111-2117, 2005.

PING, L.; BROSSE, N.; SANNIGRAHI, P.; RAGAUSKAC, A. Evaluation of grape stalks as bioresource. **Industrial Crops and Products**, v.33, n.1, p.200-204, 2011b.

PINHEIRO, E. S. **Avaliação dos aspectos sensoriais, físico-químicos e minerais do suco de uva da variedade Benitaka (*Vitis vinifera* F.)**. 2008. 106f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

PINTO, M. S. **Compostos bioativos de cultivares brasileiras de morango (*Fragaria x ananassa* Duch.): caracterização e estudo da biodisponibilidade dos derivados de ácido elágico**. 2008. 138f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo, 2008.

POSTINGHER, B. M. **Utilização dos resíduos da elaboração de suco de uva orgânico na produção de farinhas e cogumelos comestíveis**. 2015. 95f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia e Gestão Vitivinícola) - Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2015.

POZUELO, M. J.; AGIS-TORRES, A.; HERVERT-HERNÁNDEZ, D.; ELVIRA LÓPEZ-OLIVA, M.; MUÑOZ-MARTÍNEZ, E.; ROTGER, R.; GOÑI, I. Grape antioxidant dietary fiber stimulates *Lactobacillus* growth in rat cecum. **Journal of Food Science**, v.77, n.2, p.59-62, 2012.

PRESTA, M. A. **Determinação de flavonóides e resveratrol em vinho empregando cromatografia de fluxo turbulento-LC-MS**. 2008. 137f. Tese (Doutorado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de Santa Maria/RS, 2008.

PULIDO, R.; BRAVO, L.; SAURA-CALIXTO, F. Antioxidant activity of dietary polyphenols as determined by a modified ferric reducing/antioxidant power assay. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.48, n.8, p.3396-3402, 2000.

RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, v.29, n.4, p.755-760, 2006.

RAVELLI, D. **Estabilidade oxidativa de óleo de soja adicionado de extratos de especiarias: correlação entre parâmetros físico-químicos e avaliação sensorial**. 2011. 114f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

RE, R.; PELEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying and improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**, v.26, n.9/10, p.1231-1237, 1999.

\_\_\_\_\_. RESOLUÇÃO DA AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA) (BRASIL, 2004).

\_\_\_\_\_. RESOLUÇÃO 358/05 DO CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (CONAMA) (BRASIL, 2005).

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Resolução nº 358 de 29 de abril de 2005. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, 2005.

\_\_\_\_\_. RESOLUÇÃO DA DIRETORIA COLEGIADA (RDC) 306/04.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº 306, de 07 de dezembro de 2004.

RIBÉREAU-GAYON, P.; GLORIES, Y.; MAUJEAN, A.; DUBOURDIEU, D. **Tratado de enologia. Química del vino, estabilización y tratamientos**. 1ª ed. Argentina (Buenos Aires), Hemisferio Sur, 554f. 2003.

RITSCHER, P.; MAIA, J. D. G.; CAMARGO, U. A.; ZANUS, M. C.; SOUZA, R. T.; FAJARDO, T. V. M. **'BRS Magna' - Nova cultivar de uva para suco com ampla adaptação climática**. Comunicado Técnico nº 125, Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2012.

RITSCHER, P.; MAIA, J. D. G. **Uvas do Brasil**. Programa de Melhoramento Genético. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2009.

RIZZON, L. A.; MENEGUZZO, J. **Suco de uva**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. Brasília - DF, 2007.

ROCKENBACH, I. I. **Compostos fenólicos, ácidos graxos e capacidade antioxidante do bagaço da vinificação de uvas tintas (*Vitis vinífera* L. e *Vitis labrusca* L.)**. 2008. 113f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

ROCKENBACH, I. I.; GONZAGA, L. V.; RIZELIO, V. M.; GONÇALVES, A. E. S. S.; GENOVESE, M. I.; FETT, R. Phenolic compounds and antioxidant activity of seed and skin

extracts of red grape (*Vitis vinifera* and *Vitis labrusca*) pomace from Brazilian winemaking. **Food Research International**, v.44, n.4, p.897-901, 2011a.

ROCKENBACH, I. I.; RODRIGUES, E.; GONZAGA, L. V.; CALIARI, V.; GENOVESE, M. I.; GONÇALVES, A. E. S. S.; FETT, R. Phenolic compounds content and antioxidant activity in pomace from selected red grapes (*Vitis vinifera* L. and *Vitis labrusca* L.) widely produced in Brazil. **Food Chemistry**, v.127, n.1, p.174-179, 2011b.

ROCKENBACH, I. I.; SILVA, G. L.; RODRIGUES, E.; GONZAGA, L. V.; FETT, R. Atividade antioxidante de extratos de bagaço de uva das variedades Regente e Pinot Noir (*Vitis vinifera*). **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v.66, n.2, p.158-163, 2007.

ROCKENBACH, I. I.; SILVA, G. L.; RODRIGUES, E.; KUKOSKI, E. M.; FETT, R. Influência do solvente no conteúdo total de polifenóis, antocianinas e atividade antioxidante de extratos de bagaço de uva (*Vitis vinifera*) variedades *Tannat* e *Ancelota*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, p.238-244, 2008.

RODRIGUEZ MONTEALEGRE, R.; ROMERO PECES, R.; CHACON VOZMEDIANO, J. L.; MARTINEZ GASCUENA, J.; GARCIA ROMERO, E. Phenolic compounds in skin and seeds of ten grape *Vitis vinifera* varieties grown in a warm climate. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.19, n.6-7, p.687-693, 2006.

ROESLER, R.; MALTA, L. G.; CARRASCO, L. C.; HOLANDA, R. B.; SOUSA, C. A. S.; PASTORE, G. M. Atividade Antioxidante de frutas do cerrado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.1, p.53-60, 2007.

RUBERTO, G.; RENDA, A.; DAQUINO, C.; AMICO, V.; SPATAFORA, C.; TRINGALI C.; TOMMASI, N. D. Polyphenol constituents and antioxidant activity of grape pomace extracts from five Sicilian red grape cultivars. **Food Chemistry**, v.100, n.1, p.203-210, 2007.

RUBILAR, M.; PINELO, M.; SHENE, C.; SINEIRO, J.; NUÑEZ, M. J. Separation and HPLC-MS identification of phenolic antioxidants from agricultural residues: almond hulls and grape pomace. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.55, n.25, p.10101-10109, 2007.

RUFINO, M. S. M. **Propriedades funcionais de frutas tropicais brasileiras não tradicionais**. 2008. 237f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, 2008.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E. **Metodologia Científica: Determinação de polifenóis extraíveis totais**. Comunicado Técnico. Embrapa, Fortaleza, 2007.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MANCINI-FILHO, J. M.; MOREIRA, A. V. B. **Metodologia científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas no sistema  $\beta$ -caroteno/Ácido Linoléico**. Comunicado Técnico n° 126. Embrapa, Fortaleza, 2006.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. **Metodologia científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS**. Comunicado Técnico n° 128. Embrapa, Fortaleza, 2007a.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. **Metodologia científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH**. Comunicado Técnico n° 127. Embrapa, Fortaleza, 2007b.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 nontraditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v.121, n.4, p.996-1002, 2010.

RUFINO, M. S. M.; FERNANDES, F. A. N.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S. Free radical-scavenging behaviour of some North-east Brazilian fruits in a DPPH system. **Food Chemistry**, v.114, n.2, p.693-695, 2009.

RUFINO, M. S. M.; PEREZ-JIMENEZ, J.; TABERNEIRO, M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; SAURA-CALIXTO, F. Acerola and cashew apple as sources of antioxidants and dietary fibre. **International Journal of Food Science and Technology**, v.45, n.11, p.2227-2233, 2010.

SALUNKHE, D. K.; BOLIN, H. R.; REDDY, N. R. **Storage, processing and nutritional quality of fruits and vegetables**. 2 ed. Boca Raton: CRC, 323f. 1991.

SÁNCHEZ-ALONSO, I.; JIMÉNEZ-ESCRIG, A.; SAURA-CALIXTO, F.; BORDERÍAS, A. J. Antioxidant protection of white grape pomace on restructured fish products during frozen storage. **LWT – Food Science and Technology**, v.41, n.1, p.42-50, 2008.

SÁNCHEZ-ALONSO, I.; JIMÉNEZ-ESCRIG, A.; SAURA-CALIXTO, F.; BORDERÍAS, A. J. Effect of grape antioxidant dietary fibre on the prevention of lipid oxidation in minced fish: Evaluation by different methodologies. **Food Chemistry**, v.101, n.1, p.372-378, 2006.

SANCHEZ-MORENO, C.; LARRAURI, J. A.; SAURA-CALIXTO, F. A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.76, n.2, p.270-276, 1998.

SÁNCHEZ-TENA, S.; LIZÁRRAGA, D.; MIRANDA, A.; VINARDELL, M. P.; GARCÍA-GARCÍA, F.; DOPAZO, J. Grape antioxidant dietary fiber inhibits intestinal polyposis in ApcMin/+ mice: relation to cell cycle and immune response. **Carcinogenesis**, v.34, n.8, p.1881-1888, 2013.

SANTOS, M. F. G. **Qualidade e potencial funcional da porção comestível e do óleo de frutos de palmeiras nativas oriundas do Amapá**. 2012. 170f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2012.

SATO, M.; BAGCHI D.; TOSAKI, A.; DAS, D. K. Grape seed proanthocyanidin reduces cardiomyocyte apoptosis by inhibiting ischemia/reperfusion-induced activation of JNK-1 and C-JUN. **Free Radical Biology and Medicine**, v.31, n.6, p.729-737, 2001.

SAURA-CALIXTO, F. Antioxidant Dietary Fiber Product: A New Concept and a Potential Food Ingredient. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.46, n.10, p.4303-4306, 1998.

SAURA-CALIXTO, F. Concept and Health-Related Properties of Nonextractable Polyphenols: The Missing Dietary Polyphenols. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.60, n.45, p.11195-11200, 2012.

SAURA-CALIXTO, F. Dietary fiber as a carrier of dietary antioxidants: an essential physiological function. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.59, n.1, p.43-49, 2011.

SAURA-CALIXTO, F. Macromolecular Antioxidants: Importance in Health and Perspectives. **Arch Med Deporte**, v.34, n.4, p.188-189, 2017.

SAURA-CALIXTO, F.; SERRANO, J.; GOÑI, I. Intake and bioaccessibility of total polyphenols in a whole diet. **Food Chemistry**, v.101, n.2, p.492-501, 2007.

SAUTTER, C. K. **Avaliação da presença de resveratrol em suco de uva**. 2003. 134f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria/RS, 2003.

SAUTTER, D. S.; ALVES, A. O.; MALLMANN, C. A.; PENNA, N. G.; HECKTHEUER, L. H. Avaliação da presença de resveratrol em sucos de uva. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.3, p.437-442, 2005.

SÁYAGO-AYERDI, S. G.; BRENES, A.; GOÑI, I. Effect of grape antioxidant dietary fiber on the lipid oxidation of raw and cooked chicken hamburgers. **LWT – Food Science and Technology**, v.42, n.5, p.971-976, 2009.

SCALFI, L.; FOGLIANO, V.; PENTANGELO, A.; GRAZIANI, G.; GIORDANO, I. RITIENI, A. Antioxidant activity and general fruit characteristics in different ecotypes of Corbarini small tomatoes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.48, n.4, p.1363-1366, 2000.

SCHAECHTER, M. Desk encyclopedia of microbiology. 2nd ed. **San Diego: Academic Press**; 2009.

SEGADE, S. R.; VÁRQUEZ, E. S.; LOSADA, E. D. Influence of ripeness grade on accumulation and extractability of grape skin anthocyanins in different cultivars. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.21, n.8, p.599-607, 2008.

SHAHIDI, F. **Natural Antioxidants Chemistry, health effects, and applications**. 414f. Champaign: AOCS Press. 1997.

SHAHIDI F.; NACZK M. **Food phenolics: sources, chemistry, effects and applications**. Lancaster: Technomic; 1995.

SHIM, J. S.; KANG, M. H.; KIM, Y. H.; ROH, J. K.; ROBERTS, C.; LEE, I. P. Chemopreventive Effect of Green Tea (*Camellia sinensis*) among Cigarette Smokers. **Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention**, v.4, n.4, p.387-391, 1995.

SHOJAEE-ALIABADI, S.; HOSSEINI, S. M. ; TIWARI, B.; HASHEMI, M.; FADAVI, G.; KHAKSAR, R. Polyphenols content and antioxidant activity of Ghure (unripe grape) marc extract: Influence of extraction time, temperature and solvent type. **International Journal of Food Science and Technology**, v.48, n.2, p.412-418, 2013.

SILVA, A. D. F. **Análise de compostos fenólicos e potencial antioxidante de amostras comerciais de sucos de uva e produtos derivados de uvas vinícolas**. 2010. 103f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal da Paraíba, 2010.

SILVA, L. M. R. Caracterização dos subprodutos da vinificação. **Revista do ISPV**, nº28, p.123-133, 2003.

SILVA, L. M. R.; FIGUEIREDO, E. A. T.; RICARDO, N. M. P. S.; VIEIRA, I. G. P.; FIGUEIREDO, R. W.; BRASIL, I. M.; GOMES, C. L. Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v.143, p.398-404, 2014.

SIMONETTI, S.; CIAPPELLANO, C.; GARDANA, L.; BRAMATI, P.; PIETTA. Procyanidins from *Vitis vinifera* seeds: in vivo effects on oxidative stress. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.50, n.21, p.6217-6221, 2002.

SINGH, A.; HOLVOET, S.; MERCENIER, A. Dietary Polyphenols in the Prevention and Treatment of Allergic Diseases. **Clinical & Experimental Allergy**, v.41, n.10, p.1346-1359, 2011.

SKLIUTAS, A. R. **Estudo do desenvolvimento de barra dietética de cereais e goiaba desidratada pelo processo de osmose a vácuo com utilização de fruto-oligossacarídeo**. 2002. 116f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

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

SOARES, M.; WELTER, L.; KUSKOSKI, E. M.; GONZAGA, L.; FETT, R. Compostos fenólicos e atividade antioxidante da casca de uvas Niágara e Isabel. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.1, p.59-64, 2008a.

SOCCOL, C. R.; VANDENBERGUE, L. P. S. Overview of applied solid-state fermentation in Brazil. **Biochemical Engineering Journal**, v.13, n.2-3, p.205-218, 2003.

SOBRATTEE, M. A.; NEERGHEEN, V. S.; LUXIMON-RAMMA, A.; ARUOMA, O. I.; BAHORUN, T. Phenolics as potential antioxidant therapeutic agents: mechanism and actions. **Mutation Research**, v.579, n.1, p.200-213, 2005.

SOUSA, C. M. M.; SILVA, H. R. E.; LA VIEIRA-JR, G. M.; AYRES, M. C. C.; COSTA, C. L. S.; ARAÚJO, D. S.; CAVALCANTE, L. C. D.; BARROS, E. D.; ARAÚJO, S. P. B. M.; BRANDÃO, M. S.; CHAVES, M. H. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**, v.30, n.2, p.351-355, 2007.

SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L. M.; LIMA, A. Total Phenolics and in vitro Antioxidant Capacity of Tropical Fruit Pulp Wastes. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.14, n.3, p.202-210, 2011.

SOUTO, A. A.; CARNEIRO, M. C.; SEFERIN, M.; SENNA, M. J. H.; CONZ, A.; GOBBI, K. Determination of trans-resveratrol concentrations in Brazilian red wines by HPLC. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.14, n.4, p.441-445, 2001.

SOUZA, A. V.; GOMES, G. P.; VIEIRA, M. R. S.; VIEITES, R. L.; LIMA, G. P. P. Avaliação de antioxidantes em casca de *Vitis* sp. **Revista Alimentus**, v.1, n.2, p.27-35, 2012.

SOUZA, J. C. **Atividade antioxidante in vitro e in vivo de suco de uva e da norbixina**. 2008. 94f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

SUCUPIRA, N. R.; SILVA, A. B.; PEREIRA, G.; COSTA, J. N. Métodos Para Determinação da Atividade Antioxidante de Frutos. **Ciências Biológicas e da Saúde**, v.14, n.4, p.263-269, 2012.

SUN, B.; SPRANGER, I.; ROQUE-DO-VALE, F.; LEANDRO, C.; BELCHIOR, P. Effect of different winemaking technologies on phenolic composition in tinta miúda red wines. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.49, n.12, p.5809-5816, 2001.

SUN, B.; SPRANGER, M. I. Review: quantitative extraction and analysis of grape and wine proanthocyanidins and stilbenes. **Ciência e Técnica Vitivinícola**, v.20, n.2, p.59-89, 2005.

TAGURI, T.; TANAKA, T.; KOUNO, I. Antimicrobial activity of 10 different plant polyphenols against bacteria causing food-borne disease. **Biological & Pharmaceutical Bulletin**, v.27, n.12, p.1965-1969, 2004.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Metabólitos secundários e defesa vegetal. In: Fisiologia Vegetal 3.ed. Tradução: Eliane Romanato Santarém, p.309-333. Porto Alegre: Artmed, 2004.

TEBIB, K.; ROUANET, J. M.; BESANCON, P. Antioxidant effects of dietary polymeric grape seed tannins in tissues of rats fed a high cholesterol-vitamin E-deficient diet. **Food Chemistry**, v.59, n.1, p.135-141, 1997.

TELES, A. S. C. **Estudo da secagem do bagaço de uva visando à sua utilização como ingrediente na formulação de barras de cereais: UFRRJ, RJ**. 2014. 66f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2014.

TOALDO, I. M.; FOGOLARI, O.; PIMENTEL, G. C.; GOIS, J. S.; BORGES, D. L. G.; CALIARI, V.; BORDIGNON-LUIZ, M. Effect of grape seeds on the polyphenol bioactive content and elemental composition by ICP-MS of grape juices from *Vitis labrusca* L. **Food Science and Technology**, v.53, n.1, p.1-8, 2013.

TORRES, J. L.; BOBET, R. New flavanol derivatives from grape (*Vitis vinifera*) byproducts. Antioxidant aminoethylthio-flavan-3-ol conjugates from a polymeric waste fraction used as a source of flavanols. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.49, n.10, p.4627-4634, 2001.

TOURINO, S.; PEREZ-JIMENEZ, J.; MATEOS-MARTIN, M. L.; FUGUER, E.; PILAR VINARDELL, M.; CASCANTE, M.; TORRES, J. L. Metabolites in Contact with the Rat

Digestive Tract after Ingestion of a Phenolic-Rich Dietary Fiber Matrix. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.59, n.11, p.5955–5963, 2011.

TRAVAGLIA, F.; BORDIGA, M.; LOCATELLI, M.; COISSON, J. D.; ARLORIO, M. Polymeric proanthocyanidins in skins and seeds of 37 *Vitis vinifera* L. cultivars: a methodological comparative study. **Food Chemistry**, v.76, n.5, p.742-749, 2011.

TSENG, A.; ZHAO, Y. Effect of Different Drying Methods and Storage Time on the Retention of Bioactive Compounds and Antibacterial Activity of Wine Grape Pomace (Pinot Noir and Merlot). **Journal of Food Science**, v.77, n.9, p.192-201, 2012.

TSENG, A.; ZHAO, Y. Wine grape pomace as antioxidant dietary fibre for enhancing nutritional value and improving storability of yogurt and salad dressing. **Food Chemistry**, v.138, n.1, p.356-365, 2013.

VALDUGA, E.; LIMA, L.; PRADO, R.; PADILHA, F. F.; TREICHEL, H. Extração, secagem por atomização e microencapsulamento de antocianinas do bagaço de uva "Isabel" (*Vitis labrusca*). **Ciências e Agrotecnologia**, v.32, n.5, p.568-574, 2008.

VALENTE, D. M. C. **Pesquisa da atividade antioxidante em subprodutos alimentares: conceito de sustentabilidade**. 2015. 84f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2015.

VALENTE, J. M. L. D. **Subprodutos Alimentares: Novas Alternativas e Possíveis Aplicações Farmacêuticas**. 2015. 91f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2015.

VARGAS, P. N.; HOLZEL, S. C.; ROSA, C. S. Determinação do teor de polifenóis totais e atividade antioxidante em sucos de uva comerciais. **Alimentos e Nutrição**, v.18, n.1, p.11-15, 2008.

VASCO, C.; RUALES, J.; KAMAL-ELDIN, A. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. **Food Chemistry**, v.111, n.4, p.816-823, 2008.

VASCONCELOS, S. M. L.; GOULART, M. O. F.; MOURA, J. D. F.; MANFREDINI, V.; BENFATO, M. D.; S.KUBOTA, L. T. Espécies reativas de oxigênio e de nitrogênio, antioxidantes e marcadores de dano oxidativo em sangue humano: principais métodos analíticos para sua determinação. **Química Nova**, v.30, n.5, p.1323-1338, 2007.

VASUDEVA, N.; SHARMA, T. Chemical composition and antimicrobial activity of essential oil of *Citrus limettoides* Tanaka. **Journal of Pharmaceutical Technology & Drug Research**, v.1, p.1-7, 2012.

VEDANA, M. I. S.; ZIEMER, C.; MIGUEL, O. G.; PORTELLA, A. C.; CANDIDO, L. M. B. Efeito do processamento na atividade antioxidante de uva. **Alimentos e Nutrição**, v.19, n.2, p.159-165, 2008.

VENTURIN, L. **Influência da temperatura de extração na elaboração de suco de uva Isabel (*Vitis labrusca*) pelo método de arraste de vapor**. 2004. 31f. Monografia (Graduação -

Tecnologia em Viticultura e Enologia) - Centro Federal de Educação Tecnológica, Bento Gonçalves, 2004.

VERSARI, A.; BOULTON, R. B.; PARPINELLO, G. P. A comparison of analytical methods for measuring the color components of red wines. **Food Chemistry**, v.106, n.1, p.397-402, 2008.

VIEIRA, L. M.; SOUSA, M. S. B.; MANCINI-FILHO, J.; LIMA, A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante *in vitro* de polpas de frutos tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.3, p.888-897, 2011.

VILHENA, M. O.; SILVA, M. C. Aproveitamento Integral de Alimentos Orgânicos: Arte Culinária Verde. In **II Jornada Nacional da Produção Científica em Educação Profissional e Tecnológica**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – PR, p.1-6, 2007.

VITAGLIONE, P.; NAPOLITANO, A.; FOGLIANO, V. Cereal dietary fibre: a natural functional ingredient to deliver phenolic compounds into the gut. **Trends in Food Science and Technology**, v.19, n.9, p.451-463, 2008.

VITRAC, X.; BORNET, A.; VANDERLINDE, R.; VALLS, J.; RICHARD, T.; DELAUNAY, J-C.; MÉRILLON, J-M.; TEISSÉDRE, P-L. Determination of Stilbenes ( $\delta$ -viniferin, trans-astringin, trans-piceid, cis- and trans-resveratrol,  $\epsilon$ -viniferin) in Brazilian Wines. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.53, n.14, p.5664-5669, 2005.

VIVEROS, A.; CHAMORRO, S.; PIZARRO, M.; ARIJA, I.; CENTENO, C.; BRENES, A. Effects of dietary polyphenol-rich grape products on intestinal microflora and gut morphology in broiler chicks. **Poultry Science**, v.90, n.3, p.566-578, 2011.

WANG, H.; CAO, G.; PRIOR, R. L. Total antioxidant capacity of fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.44, n.3, p.701-705, 1996.

WIKANDARI, H.; NGUYEN, R.; MILLATI, C.; NIKLASSON, M. J. Improvement of biogas production from orange peel waste by leaching of limonene. **BioMed Research International**, v.15, p.1-6, 2015.

WOLFE, K. L.; KANG, X.; HE, X.; DONG, M.; ZHANG, Q.; LIU, R. H. Cellular antioxidant activity of common fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.56, n.18, p.8418-8426, 2008.

XIA, E.; DENG, G. F.; GUO, Y. J.; LI, H. B. Biological activities of polyphenols from grapes. **International Journal of Molecular Sciences**, v.11, n.2, p.622-646, 2010.

XU, C.; ZHANG, L.; LU, J. Phenolic compounds and antioxidant properties of different grape cultivars grown in China. **Food Chemistry**, v.119, n.4, p.1557-1565, 2010.

YASOUBI, P.; BARZEGAR, M.; SAHARI, M. A.; AZIZI, M. H. Total phenolic contents and antioxidant activity of pomegranate (*Punica granatum* L.) peel extracts. **Journal of Agricultural Science and Technology**, v.9, p.35-42, 2007.

YU, J.; AHMEDNA, M. Functional components of grape pomace: their composition, biological properties and potencial applications. **International Journal of Food Science and Technology**, v.48, n.2, p.221-237, 2013.

ZAMORA, F. **Elaboración y crianza del vino tinto: Aspectos científicos y prácticos**. 1ª ed. AMV Ediciones. Ediciones Mundi-Prensa. Espanha (Madrid), 225f. 2003.

ZAMORA-ROS, R.; ANDRES-LACUEVA, C.; LAMUELA-RAVENTÓS, R. M.; BERENQUER, T.; JAKSZYN, P.; BARRICARTE, A.; ARDANAZ, E.; AMIANO, P.; DORRONSORO, M.; LARRAÑAGA, N.; MARTÍNEZ, C.; SÁNCHEZ, M. J.; NAVARRO, C.; CHIRLAQUE, M. D.; TORMO, M. J.; QUIRÓS, J. R.; GONZÁLEZ, C. A. Estimation of dietary sources and flavonoid intake in a Spanish adult population (EPIC-Spain). **Journal of the American Dietetic Association**, v.110, n.3, p.390-398, 2010.

ZURITA, J.; DÍAZ-RUBIO, M. E.; SAURA-CALIXTO, F. Improved procedure to determine non-extractable polymeric proanthocyanidins in plant foods. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v.63, n.8, p.936-939, 2012.