



Uso e conservação de subprodutos da indústria de processamento de uvas para fins alimentícios

Stephany Gonçalves Duarte

Doutoranda, USP, Brasil
stephanyduart@usp.br

Gabriel Batezati Rabelo Valerio

Mestrando, UNOESTE, Brasil
gabriel.batezati@gmail.com

Sérgio Marques Costa

Professor Doutor, UNOESTE, Brasil
marxcosta@gmail.com

Alba Regina Azevedo Arana

Professora Doutora, UNOESTE, Brasil
alba@unoeste.br

Máira Rodrigues Uliana

Professora Doutora, UNOESTE, Brasil
maira@unoeste.br

RESUMO

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de resíduos de frutas e esses resíduos vêm especialmente das indústrias de processamento de alimentos, o que pode resultar em problemas ambientais. Assim, muitos estudos têm sido conduzidos para investigar o valor nutricional e funcional dos resíduos de frutas, sugerindo usos alternativos. As uvas são uma ótima fonte de compostos antioxidantes; uma grande quantidade de resíduos é gerada durante seu processamento industrial para obtenção de vinhos, sucos, geleias, etc. Tais resíduos podem conter quantidades significativas de compostos antioxidantes que despertam interesse científico devido aos possíveis benefícios para a saúde humana. Este estudo teve como objetivo (I) caracterizar o resíduo de uva de uma indústria de geleias; (II) testar técnicas de secagem para obtenção de farinha a partir desse resíduo (secagem em forno e liofilização). Diferentes temperaturas e tipos de secagem foram testados (forno: 45, 65, 85 e 105 °C; e liofilização). Os resíduos e as amostras secas (farinhas de bagaço de uva) foram analisados quanto às propriedades físicas, químicas, nutricionais e funcionais. Os resultados mostram que o bagaço de uva possui compostos e características que poderiam ser valiosos na produção de alimentos como fonte de açúcares, antocianinas e proteínas. A caracterização das farinhas mostrou que após a secagem em forno a 80 °C, em geral, a maioria dos compostos bioativos é degradada, enquanto o processo de liofilização e a secagem em baixas temperaturas mantêm melhor as características da farinha, quando comparados com o resíduo antes do processo de secagem. Em resumo, o bagaço de uva pode ser utilizado na produção de alimentos, melhorando as características físicas, químicas, nutricionais e funcionais dos produtos fabricados usando sua farinha.

Palavras-chave: Antioxidantes. Composição centesimal. Vitis. Secagem. Bagaço de uva.

1 INTRODUÇÃO

As agroindústrias de produtos vegetais, como frutas, geram uma grande quantidade de resíduos em seu processamento. Dependendo da fruta processada, os resíduos podem conter grandes quantidades de compostos antioxidantes (BARCELLOS et al., 2018). Além dos danos e impactos ambientais da eliminação inadequada, os resíduos podem causar um déficit econômico na cadeia de produção, pois podem ser a fonte de compostos nutricionais, como fibras, vitaminas e antioxidantes, que podem combater a fome e problemas causados pelos radicais livres (LAVELLI et al., 2016).

O principal resíduo da industrialização de uvas é chamado bagaço de uva (restos de polpa, casca e sementes), que corresponde a 20% do peso da fruta (MANESSIS et al., 2020). Os compostos presentes nas uvas, como resveratrol, ácido linoleico, ácido palmítico, compostos fenólicos e resíduos de fibras, permanecem no bagaço de uva em maior ou menor quantidade, dependendo do processo de extração realizado. Atualmente, grande parte do bagaço de uva produzido pelas vinícolas é descartado como resíduo (BERES et al., 2017). A farinha de bagaço de uva é produzida a partir de processos de secagem do bagaço e pode ser utilizada como complemento à farinha de trigo na preparação de diversos produtos. As uvas, assim como a farinha de bagaço de uva, têm altos níveis de fibras e grandes quantidades de antioxidantes (BENDER et al., 2016).

A secagem em estufa é um processo de transferência de calor, em geral, é recomendado que a secagem de vegetais seja realizada a temperaturas abaixo de 70°C, para evitar a caramelização de açúcares e a formação de compostos indesejados (DE ABREU, 2001). Por outro lado, a liofilização ou liofilizador também é um método de secagem usado para vegetais que utiliza vácuo e baixas temperaturas no processo, o que permite uma melhor conservação das características de qualidade (VIEIRA et al., 2012).

Este trabalho teve como objetivo avaliar a possibilidade de reutilização do bagaço de uva evitando o descarte inadequado, comparando as técnicas de secagem em estufa e liofilização para verificar qual processo apresenta melhores resultados.

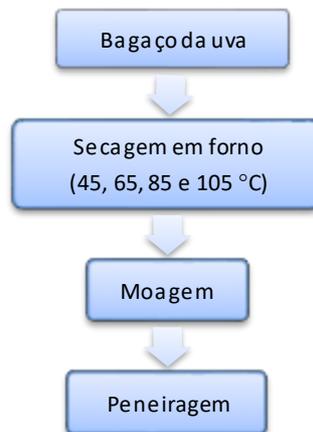
2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados bagaços de uva de espécies não viníferas que foram doadas por uma indústria de geleias de frutas. As farinhas de bagaço de uva foram produzidas a partir da secagem em estufa ou liofilização.

2.1 Secagem em estufa

O bagaço de uva foi seco em uma estufa de circulação de ar quente em diferentes temperaturas de secagem (45, 65, 85 e 105°C por 3 dias). Ao final do processo de secagem, o bagaço de uva seco foi moído e peneirado. O produto final, chamado de farinha de bagaço de uva, teve seu processo de produção exemplificado no fluxograma que segue (Figura 1).

Figura 1. Fluxograma da fabricação de farinha de bagaço de uva após o processo de secagem em forno de circulação de ar quente.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

2.3 Liofilização

Para o processo de secagem por liofilização, o bagaço de uva foi triturado e congelado em nitrogênio líquido (-200°C). Posteriormente, foi submetido a vácuo (pressão interna de aproximadamente 100 µmHg) por 4 dias para remover a água por sublimação usando um liofilizador (marca: Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen, modelo: Alpha 1-2 Ldplus). A fabricação dessas farinhas foi apresentada no fluxograma que segue (Figura 2).

Figura 2. Fluxograma da fabricação de farinha de bagaço de uva após o processo de liofilização.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

2.4 Análises laboratoriais

Tanto o bagaço da uva, quanto as farinhas produzidas foram avaliadas quanto às características físicas que incluíram: Higroscopicidade, Solubilidade (LABORATORY GNR, 2010), Retenção de Água e Retenção de Óleo (WANG e KINSELLA, 1976 adaptado por CASTILHO et al., 2010). Ainda, características químicas: pH, Acidez Total, Açúcares Redutores e Açúcares Solúveis Totais (IAL, 2008); composição centesimal e a Análise Energética (IAL, 2008). E, alguns compostos bioativos foram avaliados através de métodos espectrofotométricos: Vitamina C (IAL, 2008), Pigmentos – antocianinas, clorofila e carotenoides (SIMS e GAMON, 2002), Fenóis Totais (SINGLETON e ROSSI, 1965), Flavonoides Totais (AWAD et al., 2000).

2.5 Delineamento experimental, análise estatística e apresentação dos resultados

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 4 tratamentos (secagem em estufa a 45°C, 65°C, 85°C, 105°C e liofilização) e 4 repetições. Os resultados das avaliações laboratoriais realizadas nas farinhas de bagaço de uva foram tratados pela análise de variância (ANOVA), comparados pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) e apresentados na forma de tabelas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Bagaço da uva

Os resultados das avaliações no bagaço de uva estão apresentados na Tabela 1. A higroscopicidade dos alimentos desidratados está ligada à sua estabilidade física, química e microbiológica. Os níveis de higroscopicidade encontrados foram de 1,25%, um valor mais baixo do que o relatado por Oliveira et al. (2014) na farinha de bagaço de cajá liofilizada (12,93%). O teor de solubilidade encontrado nesta pesquisa foi menor (0,30%) do que o

relatado por Oliveira et al. (2014), que obteve uma solubilidade em torno de 10% na farinha de milho.

O pH do bagaço de uva foi 4,5. Em uvas frescas, o pH varia entre 3,5 e 4,5, sendo um coadjuvante nas características sensoriais e coloração de vinhos e sucos, juntamente com a acidez total e outros compostos (RIZZON e GATTO, 1987). Como a maioria dos constituintes da polpa de uva permanece no suco após o processamento, espera-se que o bagaço de uva restante tenha índices de pH mais altos e uma condição de acidez diminuída também.

Açúcares redutores (AR) e açúcares solúveis totais (AT) correspondem aos teores de glicose, frutose e sacarose nos tecidos vegetais; os teores de AR e AT no bagaço de uva foram, respectivamente, 23,45% e 26,33%. Os resultados de AT e AR foram maiores do que os encontrados em uvas não viníferas estudadas por Assis et al. (2011), 20,02% e 22,04%. Rizzon e Miele (2002) encontraram níveis de AR e AT em uvas para vinho mais próximos aos do nosso estudo, 23,40% e 25,84%.

O teor de umidade é comumente utilizado na decisão da melhor forma de armazenar e por quanto tempo o resíduo pode ser armazenado. Pode favorecer o crescimento de micro-organismos de deterioração e patogênicos, também estando relacionado às características desses micro-organismos, além da capacidade dos componentes alimentares de se ligarem às moléculas de água, reduzindo a quantidade de água livre (DA SILVA et al., 2015). O teor de umidade do bagaço de uva desta pesquisa foi 8,37%, valor inferior aos resultados encontrados por Oliveira e sua equipe (2016), que determinaram o teor de umidade do bagaço de uva e obtiveram resultados próximos a 60%. É importante enfatizar que o teor de umidade do bagaço de uva pode variar de acordo com as condições de cultivo dessas uvas, cultivar e tipo de processamento ao qual o material foi submetido. O bagaço de uva obtido das indústrias de geleias tem um teor de umidade próximo a 7,9%, como observado por Ribeiro et al. (2016), um valor próximo ao encontrado em nosso estudo.

O teor de cinzas encontrado foi de 7,9%, resultados acima dos relatados por Oliveira et al. (2016), encontrados no bagaço de uva (aproximadamente 2%). Este conteúdo descreve a porcentagem de minerais totais na amostra, quando seca a porcentagem relativamente aumenta, o que provavelmente aconteceu nesta pesquisa.

Tabela 1. Conteúdo físico, químico, nutricional e funcional no bagaço de uva.

Avaliações	Bagaço da uva
Higroscopicidade (%)	1,25
Solubilidade (%)	0,30
Retenção de Água (%)	5,44
Retenção de Óleo (%)	4,50
pH	4,5
Acidez total (g ác. cítrico.100g ⁻¹)	0,64
Açúcares Redutores (g glicose.100g ⁻¹)	23,45
Açúcares Solúveis Totais (g glicose.100g ⁻¹)	26,33
Umidade (%)	8,37
Cinzas (%)	7,90
Proteínas (%)	7,87
Lipídios (%)	3,22
Carboidratos (%)	72,63

Valor energético (Kcal.100g ⁻¹)	351,00
Vitamina C (%)	0,96
Fenóis Totais (mg.100g ⁻¹)	53,26
Flavonoides (µg. g ⁻¹)	1,11
Antocianinas (mg.100g ⁻¹)	145,85
Clorofila total (mg.100g ⁻¹)	3,91
Carotenoides (mg.100g ⁻¹)	22,72

Fonte: Dados da Pesquisa. Elaborado pelos autores (2024).

Os teores de proteína encontrados neste estudo foram de 7,87%, valores mais baixos quando comparados aos resultados descritos por Pineau et al. (2011), na farinha de casca de uva de 11,2%. Por outro lado, Oliveira et al. (2016) encontraram níveis mais baixos de proteínas nas cascas de uva, aproximadamente 5,08%. O teor de lipídios encontrado no bagaço de uva que estudado foi de 3,22%, assim como o teor de proteínas, que também foi inferior ao relatado na literatura (teor de lipídios no bagaço de uva acima de 7%; OLIVEIRA et al., 2016). O teor de lipídios e proteínas pode variar, uma vez que esses nutrientes mudam de acordo com a espécie e variedade de uva, bem como o método de cultivo e a estação de crescimento.

A concentração de carboidratos no bagaço de uva foi de 72,63%, acima dos encontrados por Pineau et al. (2011), na farinha de casca de uva (20%). O valor energético encontrado por nós (351 Kcal.100g⁻¹) também foi superior aos relatados por Pineau et al. (2011), na farinha de casca de uva (180 Kcal.100g⁻¹).

A vitamina C do bagaço foi de 0,96%, resultados próximos aos de Duarte et al. (2020) que também encontraram tais teores.

Em estudo realizado sobre resíduos de polpa de uva, casca e sementes, Deng et al. (2011) encontraram níveis de fenóis totais, flavonoides e antocianinas nos resíduos de polpa (8,31; 0,63; 29,82 mg.100g⁻¹, respectivamente), casca (8,23; 0,63; 29,82 mg.100g⁻¹, respectivamente) e semente de uva (0,11; 0,05 mg.100g⁻¹, sem traços de antocianinas, respectivamente). Neste trabalho, os resultados foram maiores do que os descritos pelos autores, principalmente no caso do bagaço de uva (fenóis, 53,26; flavonoides, 1,11; e antocianinas, 145,85 mg.100g⁻¹). Tais resultados podem ser atribuídos ao bagaço de uva analisado nesta pesquisa não ter sido separado, e sim utilizado integralmente, como uma mistura de resíduos (restos de polpa, sementes e casca descartados pela indústria de geleias). Soares et al. (2008) descrevem teores de fenóis próximos a 80 mg.100g⁻¹, flavonoides 19 mg.100g⁻¹ e antocianinas de 186 mg.100g⁻¹, em uvas do tipo Isabel.

3.2 Farinha do bagaço da uva

Os resultados das avaliações físicas realizadas nas farinhas de bagaço de uva produzidas com diferentes processos de secagem (estufa a 45°C, 65°C, 85°C, 105°C e liofilização) estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Higroscopicidade (%), Solubilidade (%), Retenção de Água (%), Retenção de Óleo (%) nas farinhas de bagaço de uva produzidas com diferentes processos de secagem (estufa a 45°C, 65°C, 85°C, 105°C e liofilização).

Processo de secagem	Higroscopicidade (%)	Solubilidade (%)	Retenção de água (%)	Retenção de óleo (%)
45°C	1,24 ^c	0,16 ^b	3,88 ^b	3,91 ^c
65°C	1,23 ^c	0,17 ^b	4,89 ^a	3,73 ^d
85°C	1,29 ^b	0,17 ^b	5,18 ^a	4,86 ^b
105°C	1,37 ^a	0,15 ^b	5,55 ^a	3,52 ^e
Liofilização	1,19 ^c	0,27 ^a	4,15 ^b	5,27 ^a
C. V. (%)	4,87	53,99	27,32	1,63

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Fonte: Dados da Pesquisa. Elaborado pelos autores (2024).

A higroscopicidade é a capacidade de certos materiais de absorver água. Os resultados obtidos na farinha de bagaço de uva mostraram diferenças entre os tratamentos (temperaturas e métodos de secagem) proporcionais ao aumento da temperatura de secagem. Assim, a temperatura de secagem mais alta resultou na farinha com maior capacidade de absorver água (105°C = 1,37%), e a farinha liofilizada teve a menor capacidade (1,19%). Esses resultados são maiores dos que os encontrados por Azeredo (2009), que relatou um teor de higroscopicidade de 0,26% na farinha de casca de uva.

Quanto mais solúvel uma farinha for, maior será a possibilidade de adicionar essa farinha a sucos, vitaminas e alimentos prontos para consumo, já que uma maior solubilidade permitirá que a farinha se dissolva mais facilmente (SILVA et al., 2006). Os níveis de solubilidade na farinha de bagaço de uva encontrados nesta pesquisa variaram de 0,15 a 0,27%. É possível observar que o teor de solubilidade mais alto foi para a farinha liofilizada, isso pode ser atribuído ao fato de que o processo de liofilização ser mais eficiente na remoção de água em comparação com o método de secagem em forno (AYDOGDU et al., 2018). Da mesma forma, Ribeiro et al. (2016) obtiveram uma solubilidade de 0,20% em farinha de uva.

A retenção de água (RA) e a retenção de óleo (RO) são propriedades tecnológicas que se referem à quantidade de fibras dietéticas presentes nas amostras/alimentos. Alimentos com alta RA estão relacionados a uma maior sensação de saciedade. Produtos alimentícios com alta RO podem ser usados para estabilizar alimentos com alto teor de lipídios, além disso, está relacionado à capacidade da fibra de se ligar a substâncias intestinais como o colesterol (CASTRO et al., 2017). Em geral, a capacidade de formar géis, reter água e óleo e aumentar a viscosidade influenciam a textura dos produtos e a estabilidade das emulsões, e melhoram a vida útil dos produtos (ELLEUCH et al., 2011). Os níveis de RO que observados neste trabalho foram influenciados pelo aumento das temperaturas dos processos de secagem testados. Portanto, a temperatura de secagem mais alta resultou na farinha com maior capacidade de absorção de óleo (CASTRO et al., 2017). É digno de nota que no processo de liofilização, os níveis de RO foram semelhantes aos níveis encontrados nas farinhas feitas com a temperatura de secagem mais baixa no forno.

Os níveis de RA também foram diferentes entre as temperaturas de secagem testadas, um nível mais alto de RA foi constatado no processo de liofilização. Isso também foi observado por Dutra et al. (2012), ao secar cascas de uva em diferentes temperaturas (40 e 70°C) em estufas e também utilizando a liofilização comparativamente. Matérias-primas com

níveis mais altos de RA podem ser aplicadas em alimentos com altos teores de água, as farinhas liofilizadas apresentaram maiores níveis de RA em comparação com as farinhas feitas nos processos de secagem em estufa nas diferentes temperaturas (ELLEUCH et al., 2011). Os níveis encontrados neste estudo para RA e RO estão próximos aos encontrados por Castro et al. (2017) em cascas de uva, que foram de 4,8% e 1,7%, respectivamente.

Os resultados das avaliações químicas realizadas nas farinhas de bagaço de uva produzidas com diferentes processos de secagem (estufa a 45°C, 65°C, 85°C, 105°C e liofilização) estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. pH, Acidez Total (g ác. cítrico.100g⁻¹), Açúcares Redutores (g glicose.100g⁻¹), Açúcares Solúveis Totais (g glicose.100g⁻¹) nas farinhas de bagaço de uva produzidas com diferentes processos de secagem (estufa a 45°C, 65°C, 85°C, 105°C e liofilização).

Processo de Secagem	pH	Acidez Total (g ác. cítrico.100g ⁻¹)	Açúcares Redutores (g glicose.100g ⁻¹)	Açúcares Solúveis Totais (g glicose.100g ⁻¹)
45°C	3,1 ^a	0,29 ^a	22,73 ^a	19,81 ^b
65°C	3,1 ^a	0,18 ^c	22,73 ^a	19,23 ^c
85°C	3,1 ^a	0,22 ^b	14,29 ^b	13,51 ^d
105°C	3,0 ^a	0,22 ^b	11,11 ^c	10,00 ^e
Liofilização	2,9 ^b	0,16 ^c	22,73 ^a	25,00 ^a
C.V. (%)	2,24	0,21	18,71	0,91

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05).

Fonte: Dados da Pesquisa. Elaborado pelos autores (2024).

O pH nas farinhas secas em estufa foi de 3,0 a 3,1, independente da temperatura de secagem. Já a secagem por liofilização, produziu uma farinha com um pH mais baixo, 2,9. A acidez foi maior na secagem em estufa na temperatura mais baixa e menor na liofilização (variando de 0,18 a 0,29 g g ac. cítrico.100g⁻¹). Alimentos considerados ácidos têm pHs inferiores a 4, portanto, esses alimentos são menos suscetíveis à ação de micro-organismos (AZEREDO, 2009). O teor total de acidez de um alimento está relacionado à presença de ácido orgânico e, no caso das uvas, os níveis mais expressivos de ácidos estão na casca. O resultados de acidez desta pesquisa são condizentes aos encontrados por Dalbó et al. (2015), em cascas de uva (0,23 g de ác. cítrico.100g⁻¹) e polpa de uva (0,10 g de ác. cítrico.100g⁻¹).

Os açúcares redutores (AR) e os açúcares solúveis totais (AST) diminuíram nos tratamentos à medida que a temperatura de secagem foi aumentada. Assim, as temperaturas de secagem mais altas podem estar relacionadas à degradação dos açúcares na farinha de bagaço de uva que estudada. Na farinha de bagaço de uva seca em estufa a 45°C e 65°C e liofilizada, os níveis de açúcar foram semelhantes, açúcares redutores: 22,73 g.100g⁻¹, e açúcares solúveis totais: 19,81, 19,23 e 25,00 g.100g⁻¹, respectivamente. Com o aumento da temperatura a partir de 85°C, observa-se uma redução nos níveis de açúcar, sugerindo à degradação dessas moléculas (AR e AST) nas temperaturas mais altas (DUARTE et al., 2020). O processo de secagem do bagaço de uva por liofilização resultou em maiores teores de AR e AST, o que pode indicar que este método de secagem pode ser mais adequado para preservar os teores de açúcar das farinhas de bagaço de uva.

Os resultados das avaliações nutricionais realizadas na farinha de bagaço de uva feita com diferentes processos de secagem (estufa a 45°C, 65°C, 85°C, 105°C e liofilização) estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Umidade (%), Cinzas (%), Proteínas (%), Lipídios (%), Carboidratos (%) e Valor energético (Kcal.100g⁻¹) nas farinhas de bagaço de uva produzidas com diferentes processos de secagem (estufa a 45°C, 65°C, 85°C, 105°C e liofilização).

Processo de secagem	Umidade (%)	Cinzas (%)	Proteínas (%)	Lipídios (%)	Carboidratos (%)	Valor energético (Kcal.100 g ⁻¹)
45°C	4,71 ^a	2,22 ^b	3,02 ^b	3,26 ^a	86,66 ^c	373,93 ^a
65°C	2,30 ^c	2,30 ^b	2,69 ^c	2,80 ^a	89,92 ^b	383,03 ^a
85°C	2,66 ^b	2,66 ^a	2,72 ^c	3,14 ^a	88,91 ^b	380,29 ^a
105°C	2,06 ^c	2,06 ^b	2,30 ^d	1,32 ^b	92,29 ^a	384,18 ^a
Liofilização	0,50 ^d	1,95 ^b	4,88 ^a	1,24 ^b	91,24 ^a	390,85 ^a
C.V. (%)	14,49	16,02	9,61	20,43	0,88	3,02

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Fonte: Dados da Pesquisa. Elaborado pelos autores (2024).

Os teores de umidade das farinhas foram mais altos nas amostras secas em estufa a 45°C (4,71%), nas outras temperaturas de secagem em estufa, variaram de 2,06 a 2,66%. A farinha de bagaço de uva liofilizada teve o menor teor de umidade (0,5%). É importante observar que todas as farinhas são produzidas para atender aos padrões exigidos pela ANVISA RDC 263/2005 (BRASIL, 2005), que estabelece um teor máximo de umidade de 15% para farinhas de frutas e sementes (SORIA e CONTE, 2000). Baixa umidade e baixo pH reduzem o risco de reações enzimáticas e não enzimáticas e contaminação microbológica (LAVELLI et al., 2016). Assim, as farinhas de bagaço de uva, independentemente do processo de secagem, são consideradas alimentos seguros com estabilidade química, bioquímica e microbológica com base nos parâmetros avaliados (FERREIRA, 2010).

As farinhas de bagaço de uva apresentaram teor de cinzas (de 1,95 a 2,66%), relativamente similar em todas as temperaturas de secagem, para GONDIM et al. (2005) as concentrações mais altas de minerais são encontradas em cascas e sementes de uva.

O teor de proteínas foi diferente entre as temperaturas de secagem testadas. Os processos de secagem em temperaturas mais baixas (liofilização, secagem a 45°C) resultaram em maiores teores de proteínas, com melhores resultados para a liofilização. Provavelmente as proteínas no bagaço de uva foram degradadas com o aumento da temperatura do processo de secagem. Observamos concentrações mais baixas de proteínas em temperaturas de secagem mais altas (65, 85 e 105°C). Sousa et al. (2014), pesquisando farinha de resíduos de uvas submetidos a um processo de secagem em estufa a 80°C, encontraram um teor de proteína de cerca de 2,80%, resultado semelhante aos obtidos neste estudo.

O baixo teor de lipídios observado (de 1,24 a 3,26%) pode ser explicado pelo uso apenas de cascas de uva para obter a farinha. O maior teor de lipídios é encontrado nas sementes de uva (de 10% a 16%) dependendo da variedade (FERREIRA, 2010).

Houve variação no teor de carboidratos entre as diferentes temperaturas dos processos de secagem, o maior teor de carboidrato foi observado na farinha liofilizada, assim como no AR e AT.

Os resultados das avaliações funcionais (Vitamina C, Fenóis Totais e Flavonoides) realizadas na farinha de bagaço de uva feita com diferentes processos de secagem (fornos a 45°C, 65°C, 85°C, 105°C e liofilização) estão mostrados na Tabela 5.

Os níveis de vitamina C encontrados nas farinhas de bagaço de uva demonstram que à medida que a temperatura do processo de secagem aumenta, há uma diminuição nos teores dessa vitamina. A vitamina C é uma molécula orgânica muito sensível a aumentos de temperatura. Assim, o processo de liofilização resultou no maior teor desse parâmetro (0,64%), e a temperatura mais alta de secagem em forno (105 °C) na menor concentração de vitamina C (0,19%) (AGUDELO MARTÍNEZ et al., 2020).

Tabela 5. Vitamina C (%), Fenóis Totais (mg.100g⁻¹), Flavonoides (µg.g⁻¹) nas farinhas de bagaço de uva produzidas com diferentes processos de secagem (estufa a 45°C, 65°C, 85°C, 105°C e liofilização).

Processo de secagem	Vitamina C (%)	Fenóis Totais (mg.100 g ⁻¹)	Flavonoides (µg.g ⁻¹)
45°C	0,51 ^b	98,06 ^c	1,37 ^c
65°C	0,49 ^c	92,14 ^c	1,59 ^c
85°C	0,45 ^d	112,47 ^b	3,63 ^b
105°C	0,19 ^e	142,24 ^a	5,50 ^a
Liofilização	0,64 ^a	109,10 ^b	2,04 ^c
C.V. (%)	0,00	14,23	32.10

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05).

Fonte: Dados da Pesquisa. Elaborado pelos autores (2024).

Os compostos fenólicos variaram de 92,14 a 142,24 mg.100g⁻¹ na farinha de bagaço de uva. Os maiores teores foram encontrados nas temperaturas mais altas de secagem em estufa. Estudos realizados em cascas de uva por Soares et al. (2008) descrevem valores mais altos nos compostos fenólicos totais, 196,378 mg.100 g⁻¹ na cultivar 'Isabel' e 183,04 mg.100 g⁻¹ na cultivar 'Niagara'. Castro et al. (2017) observaram que, em bagaço de uva de indústrias de geleia, compostos como flavonoides e fenóis são menores quando comparados ao bagaço de uva de vinícolas. Isso pode ocorrer porque as uvas usadas para geleia são submetidas a aquecimento durante seu processo de produção. Além disso, a extração dos compostos fenólicos é maior quando submetidos a temperaturas mais altas. Dutra et al. (2012) avaliaram o efeito do tratamento térmico na concentração de compostos fenólicos no suco de tangerina e descobriram que, à medida que a temperatura aumentava, a concentração de fenóis totais também aumentava.

Oliveira et al. (2014), ao estudar antocianinas em extratos naturais, concluíram que o processo de degradação de fenólicos, flavonoides e antocianinas está muito mais relacionado aos efeitos da luz sobre esses compostos do que aos efeitos da temperatura.

No conteúdo de flavonoides, assim como nos compostos fenólicos, houve um aumento proporcional ao aumento da temperatura de secagem. Na temperatura de secagem de 45°C, 65°C e na liofilização, foram obtidos 1,37, 1,59 e 2,04 µg.g⁻¹ de flavonoides, respectivamente. Enquanto que a secagem a 105°C resultou em 5,50 µg.g⁻¹ desses compostos. Resultados semelhantes foram descritos por Dutra et al. (2012), que detectaram um aumento nos teores de flavonoides nas cascas de uva proporcionalmente ao aumento da temperatura de secagem.

Assim como os compostos fenólicos – antocianinas, os compostos de carotenoides fazem parte dos pigmentos vegetais, que podem estar presentes nos cloroplastos, associados a proteínas. Tecidos vegetais comestíveis contêm uma ampla variedade de carotenoides, que, além de sua função antioxidante, podem inibir a peroxidação lipídica (PANDEY et al., 2016).

Os resultados das avaliações funcionais (Carotenoides, Antocianinas, Clorofila Total) realizadas na farinha de bagaço de uva feita com diferentes processos de secagem (fornos a 45°C, 65°C, 85°C, 105°C e liofilização) estão apresentados na Tabela 6.

Os teores de carotenoides avaliados em nesta pesquisa mostraram uma variação semelhante à observada nos compostos fenólicos e flavonoides. Assim, o aumento da temperatura de secagem causa um aumento no teor de carotenoides. Na temperatura de secagem em forno de 45°C, foi encontrado 23,19 mg.100g⁻¹ de carotenoides, enquanto a 105°C, foi encontrado 27,7 mg.100g⁻¹. Essa mesma tendência pode ser observada por Bender et al. (2016), que observaram um aumento nos carotenoides à medida que a temperatura aumentava no processo de secagem em *Vitis vinifera* L.

Tabela 6. Carotenoides (mg.100g⁻¹), Antocianinas (mg.100g⁻¹), Clorofila Total (mg.100g⁻¹) nas farinhas de bagaço de uva produzidas com diferentes processos de secagem (estufa a 45°C, 65°C, 85°C, 105°C e liofilização).

Processo de secagem	Carotenoides (mg.100 g ⁻¹)	Antocianinas (mg.100 g ⁻¹)	Clorofila total (mg.100g ⁻¹)
45°C	23,19 ^b	123,23 ^a	16,77 ^a
65°C	17,98 ^c	94,51 ^b	17,34 ^a
85°C	21,88 ^b	92,03 ^b	6,72 ^c
105°C	27,20 ^a	92,10 ^b	3,71 ^c
Liofilização	21,73 ^b	116,67 ^a	11,26 ^b
C.V. (%)	12,11	11,47	45,40

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05).

Fonte: Dados da Pesquisa. Elaborado pelos autores (2024).

Ainda, Dutra et al. (2012), estudando o efeito do tratamento térmico na concentração de carotenoides no suco de tangerina, relataram que em temperaturas de 88 a 100°C, os carotenoides têm diferentes estabilidades químicas em relação à sua degradação. Assim, entre os principais fatores que promovem a degradação dos carotenoides, podemos mencionar calor, luz, ação enzimática, oxidação promovida por peróxidos da oxidação lipídica, etc. (ROCKENBACH et al., 2008).

O conteúdo de antocianinas pode ser afetado pelo cultivo, estágio de maturação e condições de armazenamento, entre outros (OLSSON et al., 2004). O teor de antocianinas que das amostras desta pesquisa foram maiores dos que os relatados por Soares et al. (2008), em cascas de uva não viníferas, cv. 'Niagara' e 'Isabel', (70,2 mg.100g⁻¹ e 82,15 mg.100g⁻¹, respectivamente). No entanto, essas diferenças podem ser explicadas pelos tratamentos a que as cascas foram submetidas, bem como diferenças no manejo da cultura e produção de uva.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível concluir que o bagaço de uva seco em diferentes temperaturas em estufa e liofilizado pode ser usado na produção de alimentos. A farinha de bagaço produzida nesta

pesquisa, quando utilizada como enriquecedor nos alimentos, pode melhorar as características físicas, químicas, nutricionais e funcionais desses produtos, uma vez que essas contêm altos níveis de compostos nutricionais e funcionais.

Considerando que o objetivo deste estudo foi demonstrar a diferença entre dois processos de secagem, como a secagem em estufa e a liofilização, foram encontradas diferenças na maioria dos parâmetros avaliados. A depender do parâmetro avaliado, foi mais vantajoso o uso da liofilização, temperaturas mais baixas e ou mais altas no processo de secagem. No entanto, sabemos que o processo de liofilização requer um custo mais elevado em comparação com técnicas de secagem em estufa (equipamento e congelamento das amostras). As farinhas de bagaço de uva que foram secas nas temperaturas mais baixas neste experimento (45°C e 65°C) podem ser uma alternativa para a reutilização desses resíduos.

AGRADECIMENTOS

Agência de Fomento à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) – Processo 2019/10721-3

REFERÊNCIAS

AGUDELO MARTÍNEZ, P. A. et al. Formulación y evaluación fisicoquímica de jugo de mora (*Rubus glaucus* Benth) enriquecido con calcio y vitamina C. **Biología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial**, v. 18, n. 1, p. 56-63, 2020. DOI: <https://doi.org/10.18684/bsaa.v18n1.1411>

ASSIS, A. M. et al. Evolução da maturação e características físico-químicas e produtivas das videiras 'BRS Carmem' e 'Isabel'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. SPE1, p. 493-498, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0100-29452011000500066>

AWAD, M. A.; et al. Flavonoid and chlorogenic acid levels in apple fruit: characterization of variation. **Scientia Horticulturae**, v. 83, n. 3-4, p. 249-263, 2000. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(99\)00124-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(99)00124-7)

AYDOGDU, A. et al. Effects of addition of different fibers on rheological characteristics of cake batter and quality of cakes. **Journal of food science and technology**, v. 55, n. 2, p. 667-677, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2976-y>

AZEREDO, H. M. Betalains: properties, sources, applications, and stability—a review. **International journal of food science & technology**, v. 44, n. 12, p. 2365-2376, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2007.01668.x>

BARCELLOS, T. et al. Extração aquosa do bagaço de uva Merlot resultante de vinificação tinta: obtenção de fibras alimentares e compostos fenólicos. In: Embrapa Agroindústria de Alimentos - Artigo em anais de congresso (ALICE). In: **CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO DE HORTICULTURA**, 1., 2018, Lisboa. Lisboa: Associação Portuguesa de Horticultura, mar. 2018. p. 504-509. (Actas Portuguesas de Horticultura, 29). Suporte eletrônico., 2018.

BENDER, A. B. B. et al. Obtenção e caracterização de farinha de casca de uva e sua utilização em snack extrusado. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 19, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.1016>

BERES, C. et al. Towards integral utilization of grape pomace from winemaking process: A review. **Waste management**, v. 68, p. 581-594, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.07.017>

BRASIL. Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Aprova o regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, v. 142, n. 184, p. 368-369, 2005. Disponível em: https://bvsm.sau.gov.br/bvs/sau/legis/anvisa/2005/rdc0263_22_09_2005.html. Acesso em: 20 out. 2023.

- CASTILHO, F. et al. Avaliação de algumas propriedades funcionais das farinhas de tremoço doce (*Lupinus albus*) e feijão guandu (*Cajanus cajan* (L) Millsp) e sua utilização na produção de fiambre. **Food Science and Technology [online]**, v. 30, n. 1, p. 68-75, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612010005000007>
- CASTRO, D. S. et al. Efeito da temperatura sobre a composição físico-química e compostos bioativos de farinha de taro obtida em leite de jorro. **Brazilian Journal Of Food Technology**, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.6016>
- DA SILVA, D. F. et al. Effect of commercial grape extracts on the cheese-making properties of milk. **Journal of dairy science**, v. 98, n. 3, p. 1552-1562, 2015. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8796>
- DALBÓ, M. A. et al. Produtividade e qualidade de uvas da cv. Isabel (*Vitis labrusca* L.) submetidas à adubação potássica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 3, p. 789-796, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-2945-190/14>
- DE ABREU, Y. V. **Estudo comparativo da eficiência energética da indústria da cerâmica de revestimento via úmida no Brasil e na Espanha**. EUMED. NET, 2001.
- DENG, Q. et al. 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. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.05.02>
- DUARTE, D. S. et al. Scale-up in the synthesis of nanoparticles for encapsulation of agroindustrial active principles. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 43, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-7054201943023819>
- DUTRA, A. S. et al. Efeito do tratamento térmico na concentração de carotenóides, compostos fenólicos, ácido ascórbico e capacidade antioxidante do suco de tangerina murcote. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 15, p. 198-207, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1981-67232012005000012>
- ELLEUCH, M. et al. Dietary fiber and fiber-rich by-products of food processing: Characterization, technological functionality, and commercial applications: A review. **Food Chemistry**, v. 124, n. 2, p. 411-421, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.06.077>
- FERREIRA, L. F. D. **Obtenção e caracterização de farinha de bagaço de uva e sua utilização em cereais matinais expandidos**. 157f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos; Tecnologia de Alimentos; Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010. Disponível em: <http://locus.ufv.br/handle/123456789/428>. Acesso em: 27 mai. 2024.
- GONDIM, J. A. M. et al. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. **Food Science and Technology**, v. 25, p. 825-827, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612005000400032>
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**, v. 1,4 a Edição Digital: São Paulo: IMESP, 2008. Disponível em: <http://www.ial.sp.gov.br/ial/publicacoes/livros/metodos-fisico-quimicos-para-analise-de-alimentos>. Acesso em: 27 mai. 2024.
- LABORATORY GNR. **Hygroscopicity - Method N°14a**. Düsseldorf; 2010. Disponível em: http://www.gea.com/en/binaries/A_14_a_-_Hygroscopicity_tcm11-30922.pdf. Acesso em: 20 out. 2023.
- LAVELLI, V. et al. Recovery of winemaking by-products for innovative food application. **Italian Journal of Food Science**, v. 28, p. 542-564, 2016. Disponível em: <https://iris.unito.it/bitstream/2318/1637002/1/500.pdf>. Acesso em: 27 mai. 2024.
- MANESSIS, G. et al. Plant-derived natural antioxidants in meat and meat products. **Antioxidants**, v. 9, n. 12, p. 1215, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox9121215>.
- MIELE, A.; RIZZON, L. A. Rootstock-scion interaction: 3. Effect on the composition of Cabernet Sauvignon wine. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 41, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-29452019642>
- OLIVEIRA, G. S. et al. Caracterização e comportamento higroscópico do pó da polpa de cajá liofilizada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. 1059-1064, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807->

[1929/agriambi.v18n10p1059-1064](https://doi.org/10.19127/1980-0827.v18n10p1059-1064)

OLIVEIRA, R. M. et al. Composição centesimal de farinha de uva elaborada com bagaço da indústria vitivinícola. In: **Revista do Congresso Sul Brasileiro de Engenharia de Alimentos**, v. 2, n. 1, 2016. Disponível em: <https://www.revistas.udesc.br/index.php/revistacsbea/article/download/7331/6344/28636>. Acesso em: 27 mai. 2024.

OLSSON, M. E. et al. Inhibition of cancer cell proliferation in vitro by fruit and berry extracts and correlations with antioxidant levels. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 52, n. 24, p. 7264-7271, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf030479p>

PANDEY, M. M. et al. Determination of flavonoids, polyphenols and antioxidant activity of *Tephrosia purpurea*: a seasonal study. **Journal of integrative medicine**, v. 14, n. 6, p. 447-455, 2016. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2095-4964\(16\)60276-5](https://doi.org/10.1016/S2095-4964(16)60276-5)

PINEAU, B. et al. Contribution of grape skin and fermentation microorganisms to the development of red-and blackberry aroma in merlot wines. *Oeno One*, v. 45, n. 1, p. 27-37, 2011. DOI: <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2011.45.1.1485>

RIBEIRO, L. C. et al. Hygroscopic behavior of lyophilized acerola pulp powder. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, p. 269-274, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n3p269-274>

RIZZON, L. A.; GATTO, N. M. **Características analíticas dos vinhos da Microrregião Homogênea Viticultora de Caxias do Sul (MRH 311): análises clássicas**. Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico, 6, 1987. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/535359/1/cot006.pdf>. Acesso em: 27 mai. 2024.

RIZZON, L. A.; MIELE, A. Avaliação da cv. Cabernet Sauvignon para elaboração de vinho tinto. **Food Science and Technology**, v. 22, p. 192-198, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612002000200015>

ROCKENBACH, I. I. et al. Influência do solvente no conteúdo total de polifenóis, antocianinas e atividade antioxidante de extratos de bagaço de uva (*Vitis vinifera*) variedades Tannat e Ancelota. **Food Science and Technology**, v. 28, p. 238-244, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000500036>

SILVA, P. T.; LOPES, M. L. M.; VALENTE-MESQUITA, V. L. Efeito de diferentes processamentos sobre o teor de ácido ascórbico em suco de laranja utilizado na elaboração de bolo, pudim e geléia. **Food Science and Technology**, v. 26, p. 678-682, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0101-20612006000300030>

SIMS, D. A.; GAMON, J. A. Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures, and developmental stages. **Remote sensing of environment**, v. 81, n. 2-3, p. 337-354, 2002. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(02\)00010-X](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(02)00010-X)

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, n. 3, p. 144-158, 1965. DOI: <https://doi.org/10.5344/ajev.1965.16.3.144>

SOARES, M. et al. Compostos fenólicos e atividade antioxidante da casca de uvas Niágara e Isabel. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 1, p. 59-64, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452008000100013>

SORIA, S.; CONTE, A. Bioecology and control of insect pests of vineyards in Brazil. **Agricultural and Food Sciences, Environmental Science**, v. 7, n. 1, p. 73-102, 2000.

SOUSA, E. C. et al. Incorporação e aceitabilidade da farinha de bagaço de uva em produtos de panificação. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 8, n. 2S, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.3895/S1981-36862014000200009S1>

VIEIRA, A. P. et al. Liofilização de fatias de abacaxi: avaliação da cinética de secagem e da qualidade do produto. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 15, n. 1, p. 50-58, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1981-67232012000100006>

WANG, J. C.; KINSELLA, J. E. Functional properties of novel proteins: alfalfa leaf proteins. **Journal Food Science**, v.

