

Influência da concentração de solventes verdes e da temperatura de cocção no rendimento e na capacidade antioxidante total dos extratos das folhas de taioba

RESUMO

A taioba é uma planta alimentícia não convencional, encontrada em diferentes regiões do Brasil e com potencial para o enriquecimento da dieta e da melhoria da renda de comunidades locais. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da concentração de solventes verdes (água e etanol) e da temperatura de cocção pelos métodos banho-maria (40, 70 e 100 °C), por hidrodestilação (100 °C) e Soxhlet (etanol a 65 °C), no rendimento e na atividade antioxidante total (EC₅₀), determinada pelo método DPPH, dos extratos das folhas de taioba. O extrato obtido por Soxhlet apresentou o maior rendimento (23,35%) e atividade antioxidante total de 0,26 mg/mL de DPPH. Em banho-maria, a menor concentração de água, associada à elevação da temperatura, favoreceu o rendimento das extrações, que variou de 4,6% a 23,5%. Porém, os extratos obtidos por banho-maria, em menor temperatura (40 °C), apresentaram atividade antioxidante de 0,20 e 0,31 mg/mL de DPPH, respectivamente, para a proporção de água e etanol de 50:50 e 70:30 (v/v). Temperaturas brandas de cocção podem favorecer a extração e disponibilizar compostos antioxidantes presentes nas folhas de taioba.

PALAVRAS-CHAVE: PANC; extração; sustentabilidade.

Patrícia Matos Scheuer

patricias@ifsc.edu.br
<http://orcid.org/0000-0002-7057-7732>
Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

Raquel Noeli Gromovski

raquelnnoeli33@gmail.com
<http://orcid.org/0000-0002-2070-3999>
Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

Marcelo Lanza

mlanza1983@yahoo.com.br
<http://orcid.org/0000-0002-2070-3999>
Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

Páulia Maria Cardoso Lima Reis

paulia.maria@ifsc.edu.br
<http://orcid.org/0000-0003-1781-3924>
Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

INTRODUÇÃO

A *Xanthosoma sagittifolium* Schott é uma planta herbácea tuberosa perene, pertencente à família Araceae, nativa da América Tropical e Equatorial. É mencionada desde os tempos imemoriais com registros na China e no Egito, na época dos faraós. É conhecida como: Taro no Havaí; To-no-imo no Japão; Cocoyama ou Malombo na África; Desaiala, Sudu-Kaudala ou Yakutala no Ceilão; Malanges ou Yautias na América Central; e Taioba, no Brasil (ALBUQUERQUE, 1962). No território brasileiro, é tradicionalmente consumida nas regiões nordeste e sudeste (BOAS et al., 2021).

A taioba brava (*Colocasia antiquorum* Schott) é tóxica (com talos e folhas verde-arroxeadas) e merece atenção, enquanto a taioba comestível apresenta folhas e talos verde-claros, nervura perimetral dando volta completa na borda da folha e reentrância da folha em “v”, na forma de coração, atingindo o pecíolo (BOTREL et al., 2017). As folhas da taioba representam particular iguaria, sempre refogadas, pois cruas apresentam o efeito tóxico do oxalato de cálcio, que causa irritação da mucosa na garganta, causando coceira e sensação de asfixia. E, mesmo sendo as folhas a principal parte comestível, os rizomas também podem ser consumidos, se bem cozidos ou processados na forma de farinha (BRASIL, 2010).

Assim como a taioba, o cultivo e o consumo de hortaliças não convencionais têm diminuído ao longo do tempo, resultado da globalização e do crescente uso de alimentos industrializados, o que gera mudanças significativas no padrão alimentar dos brasileiros e perdas de características culturais e de identidade, com relação ao consumo de alimentos locais e regionais (BOAS et al., 2021).

Desta forma, ações que visem incentivar o consumo de variedades locais são fundamentais para a diversidade e a riqueza da dieta das populações, perpetuando os bons hábitos alimentares e valorizando o patrimônio sociocultural do povo brasileiro, como estimular a agricultura familiar ao cultivo e ao consumo de hortaliças não convencionais e/ou “hortaliças tradicionais” é uma maneira de resgatar plantas esquecidas e com potencial para o enriquecimento da dieta, além da melhoria da renda das comunidades (MAPA, 2010).

A taioba é uma excelente fonte de minerais, com destaque para cálcio, manganês, fósforo, ferro e potássio, comparando-se às fontes tradicionais desses elementos (BOTREL et al., 2017; KINUPP; LORENZI, 2009). Além de nitrogênio, boro, cobre, vitamina C (OLIVEIRA, 2015a), carotenoides e fenólicos, essa PANC (Planta Alimentícia Não Convencional) apresenta baixos teores de extrato etéreo e calorias (JACKIX, 2013; SANTOS, 2019), podendo contribuir para dietas balanceadas, hipocalóricas e vegetarianas (PINTO et al., 2001).

Os antioxidantes estão presentes de forma natural ou podem ser adicionados aos alimentos e são importantes para a saúde do ser humano, pois atacam os radicais livres que geram danos ao organismo (PINTO et al., 2001). Dessa forma, os antioxidantes são capazes de estabilizar ou desativar radicais livres antes do ataque às células biológicas, sendo definidos como substâncias capazes de quelar ou estabilizar radicais livres (ATOUI et al., 2005). Dentre os nutrientes, podemos citar a vitamina C (NEPA, 2011), o zinco (ZIMMERMANN; KIRSTEN, 2008), o cobre e o manganês (PANZIERA et al., 2011), como exemplos de antioxidantes na taioba.

Araújo et al. (2019) identificaram compostos bioativos (vitamina C, carotenoides, licopeno, clorofila e fenólicos) nas folhas de taioba e relataram a

capacidade antioxidante desta PANC, por meio das análises de DPPH e ABTS ($EC_{50} = 0,72 \text{ g}\cdot\text{g}^{-1}$ DPPH e $ABTS = 26,48 \mu\text{M trolox}\cdot\text{g}^{-1}$). Carotenoides, clorofila, compostos fenólicos, flavonoides e antocianinas também foram encontrados em extratos de folha de taioba, obtidos por solventes orgânicos (AVELLAR et al., 2018).

A composição química e a qualidade dos extratos obtidos de matérias-primas vegetais dependem dos fatores que diferenciam os métodos de extração, como as temperaturas de cocção, a polaridade dos solventes, a concentração e a toxicidade dos possíveis resíduos no produto (AZMIR et al., 2013). Por isso, é importante a extensão de estudos que forneçam dados de parâmetros que sejam capazes de equilibrar o rendimento e a seletividade dos extratos obtidos pelas metodologias empregadas.

Além disso, estudar e resgatar o uso de alimentos popularmente conhecidos, que fortaleçam a sustentabilidade dos sistemas locais e que contenham compostos salutareis à saúde, como os antioxidantes, é valioso para as escolhas alimentares diárias (BOAS et al., 2021). Com isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da concentração de solventes verdes e da temperatura de cocção de diferentes métodos de extração no rendimento e na atividade antioxidante dos extratos das folhas de taioba, contribuindo com a valorização e a diversificação do uso dessa hortaliça não convencional.

MATERIAIS E MÉTODOS

OBTENÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA E DOS REAGENTES

As folhas de taioba foram recebidas por doação de hortas localizadas nos municípios da Grande Florianópolis/SC, no mês de junho de 2021.

O etanol 95% PA (marca Neon) e, o 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH 95% marca Alfa Aesar) foram adquiridos comercialmente.

DESIDRATAÇÃO E TEOR DE UMIDADE DA MATÉRIA-PRIMA

As folhas de taioba foram desidratadas em estufa (De Leo, tipo A3SEDZ,220), a $40 \text{ }^\circ\text{C}$, por 24 h. O teor de umidade das folhas *in natura* e, também, das folhas desidratadas foram realizadas a $105 \text{ }^\circ\text{C}$, por 3 h, tempo que atingiu a massa constante, conforme metodologia 925.09 da AOAC (AOAC, 2005). As análises foram realizadas em triplicata.

MÉTODOS DE EXTRAÇÃO

Extração sólido-líquido utilizando banho-maria (BM)

Para cada amostra foi pesado 1 g de folhas de taioba desidratadas e fracionadas em liquidificador doméstico, sendo cobertas em papel filtro e imersas em 40 mL da mistura de solventes verdes (água e etanol), por 30 min, de acordo com o planejamento fatorial na Tabela 1. Após a extração, a remoção dos solventes das amostras (Figura 1) foi feita por meio da aplicação de calor, em estufa (De Leo, tipo A3SEDZ, 220), na temperatura de $40 \text{ }^\circ\text{C}$, por 24 h.



Figura 1 - Extrato da folha de taioba obtido por banho-maria.
FONTE: Autoria própria (2021).

O delineamento fatorial aplicado foi o $2^2 + 3$ pontos centrais, com variáveis independentes: a relação dos solventes água/etanol ($R_{A/E}$) e as temperaturas de cocção (T); sendo as variáveis dependentes: o rendimento das extrações e a capacidade antioxidante total, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - Planejamento fatorial para extração em banho-maria.

Experimentos	Relação água/etanol [$R_{A/E}$ (%)]		Temperatura (°C)
1	50	50	40
2	70	30	40
3	50	50	100
4	70	30	100
5	60	40	70
6	60	40	70
7	60	40	70

FONTE: Autoria própria (2021).

Extração por hidrodestilação (HD)

Foram adicionados 15 g de folhas de taioba fracionadas em 500 mL de água destilada, o suficiente para imergir todas as folhas, em um balão de fundo redondo que foi aquecido, durante 3 h, a 100 °C. O extrato foi obtido por meio do aparelho Clevenger, acondicionado em Eppendorf e armazenado sob refrigeração. O rendimento da extração foi mensurado por meio da Equação 1. O experimento foi realizado em duplicata e o resultado expresso por média \pm desvio padrão.

$$\text{Rendimento (\%)} = (\text{massa extraída} \times 100) / \text{massa total} \quad (\text{Equação 1})$$

Extração por Soxhlet (SOX)

Os extratos foram obtidos por meio de 5 g de folhas de taioba fracionadas, em cartucho de papel filtro, inseridos no extrator tipo Soxhlet, preenchidos com 150 mL de etanol (amostra:solvente = 1:30). Após a ebulição do solvente, a extração ocorreu por 4 h, conforme metodologia 920.39C da AOAC (AOAC, 2005). O extrato foi separado do solvente por secagem, em temperatura controlada. O experimento foi realizado em duplicata e o resultado expresso por média \pm desvio padrão.

DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE ANTIOXIDANTE (AA) PELO MÉTODO DPPH

A ação dos componentes antioxidantes das folhas de taioba sobre os radicais livres foi mensurada de acordo com a metodologia descrita por Mensor et al. (2001), no Laboratório de Termodinâmica e Tecnologia Supercrítica (LATESC) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Foram testadas cinco concentrações ($2 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$; $1 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$; $0,5 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$; $0,25 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ e $0,125 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$), para todos os três tipos de extratos (itens 2.3.1 a 2.3.3) obtidos das folhas de taioba (Figura 2), com uma solução etanólica de DPPH $0,3 \text{ mM}$. Após 30 min, sob o abrigo da luz, efetuou-se a leitura em espectrofotômetro em 517 nm .

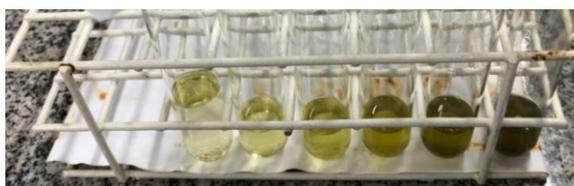


Figura 2 - Diluições do extrato das folhas de taioba para análise de DPPH.
FONTE: Autoria própria (2021).

A concentração das amostras necessárias para captar 50% do radical livre DPPH (EC_{50}) foi calculada por análise de regressão linear. O experimento foi realizado em triplicata, com os resultados expressos como média \pm desvio padrão.

AValiação Estatística

As influências das variáveis independentes (relação água/etanol e temperatura de cocção) da extração em banho-maria foram avaliadas por meio da análise de variância (ANOVA), ao nível de 5% de significância. Havendo diferença significativa foi aplicado o teste de Tukey entre todos os experimentos.

O Gráfico de Pareto e a Curva de Contorno foram utilizados para análise das influências de $R_{A/E}$ e T sobre o rendimento e determinação da região ótima de extração, conforme o delineamento experimental na seção 2.3.1, feito para o banho-maria.

Os resultados para a atividade antioxidante (EC_{50}) dos extratos foram avaliados pelo método comparação múltipla e, havendo diferença significativa, contemplando todos os experimentos, foi aplicado o teste de Tukey, ao nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

DESIDRATAÇÃO DAS FOLHAS DE TAIOBA

A umidade das folhas de taioba *in natura* foi de $44,58 \pm 0,01 \%$ e, após 24 h de secagem a $40 \text{ }^\circ\text{C}$, o conteúdo de água foi para $5,53 \pm 0,09 \%$, demonstradas conforme a Figura 3. A diminuição da água livre do vegetal para os processos de extração é importante para evitar a concorrência pelo soluto entre os solventes utilizados na extração e a água da matéria-prima (REIS et al., 2019).



Figura 3: a) Folha de taioba *in natura*; b) Folha de taioba desidratada.
FONTE: Autoria própria (2021).

RENDIMENTO DAS EXTRAÇÕES

Os resultados para os rendimentos das extrações e Atividade Antioxidante total (AA) constam na Tabela 2. Os maiores rendimentos foram alcançados pelos métodos banho-maria (23,50%) e Soxhlet (23,35%), experimentos 3 e 9, respectivamente, nas maiores temperaturas testadas (100 °C e 65 °C) e na menor concentração de água ($R_{A/E} = 50:50$ e $R_{A/E} = 0:100$), não havendo diferença significativa entre eles ($p < 0,05$).

Tabela 2. Rendimentos das extrações e AA dos extratos obtidos por BM, HD e SOX:

Experimentos	Métodos	Relação A/E ⁽¹⁾ (%)		Temperatura (°C)	Rendimento (%)	EC ₅₀ (mg·mL ⁻¹ ± DP ⁽²⁾)
1	Banho-maria	50	50	40	5,35 ^d	0,20 ± 0,08 ^a
2		70	30	40	4,60 ^d	0,31 ± 0,04 ^{ab}
3		50	50	100	23,50 ^a	0,61 ± 0,03 ^d
4		70	30	100	14,85 ^b	0,35 ± 0,02 ^b
5		60	40	70	8,50 ^c	0,53 ± 0,01 ^{cd}
6		60	40	70	9,20 ^c	0,47 ± 0,01 ^c
7		60	40	70	9,95 ^{bc}	0,50 ± 0,01 ^c
8	Hidrodestilação	água		100	0,90 ± 0,02 ^e	1,45 ± 0,01 ^e
9	Soxhlet	etanol		65	23,35 ± 0,06 ^a	0,26 ± 0,07 ^{ab}

NOTA: Relação A/E⁽¹⁾= relação água e etanol; DP⁽²⁾= desvio padrão.

Já em temperatura constante, também em banho-maria, a diminuição da concentração de etanol e, conseqüentemente, o aumento da concentração de água (experimentos 1 para 2 e 3 para 4), não favoreceu o rendimento das extrações. Como a água é um solvente altamente polar e o etanol é menos polar, com capacidade para solubilizar moléculas de menor polaridade, é provável que as folhas de taioba também possuem compostos com características hidrofóbicas e, por isso, quando ocorreu o aumento da concentração de água, houve a diminuição do rendimento das extrações (VIZZOTTO; PEREIRA, 2011).

A extração por Soxhlet foi realizada em temperatura branda (65 °C) e utilizando somente o etanol, um solvente verde e com capacidade de solubilizar compostos com características menos polares. Além da polaridade do solvente, a renovação peculiar do solvente que ocorre neste método e o tempo de extração (4 h) favoreceram o aumento do rendimento da extração.

De acordo com a Análise de Variância para o método em banho-maria, na Tabela 3, a $R_{A/E}$, a T e a interação da T com a $R_{A/E}$ influenciaram nos resultados ($p < 0,05$). A diminuição da temperatura e o aumento da concentração de água não favoreceram os rendimentos das extrações. As influências das variáveis estudadas neste trabalho ($R_{A/E}$ e T) são confirmadas pelo Gráfico de Pareto e pela Curva de Contorno, demonstrados na Figura 4.

Tabela 3. ANOVA da influência da $R_{A/E}$ e T no rendimento das extrações em banho-maria.

Efeito	SQ ⁽¹⁾	F ⁽²⁾	p ⁽³⁾
Relação água/etanol (L) (%)	22,0900	42,0095	0,022987
Temperatura (L) (°C)	201,6400	383,4675	0,002598
Interação $R_{A/E}$ x T	15,6025	29,6719	0,032089
Erro puro	1,0517	-	-
SQ ⁽¹⁾ total	254,3900	-	-

NOTA: SQ⁽¹⁾= soma dos quadrados; F⁽²⁾= teste de Fischer; p⁽³⁾= probabilidade.

A Curva de Contorno apontou que a região ótima (região em vermelho) para a extração em banho-maria ocorreu com o aumento da temperatura e a diminuição da concentração de água, Figura 4, confirmando as interpretações dos dados.

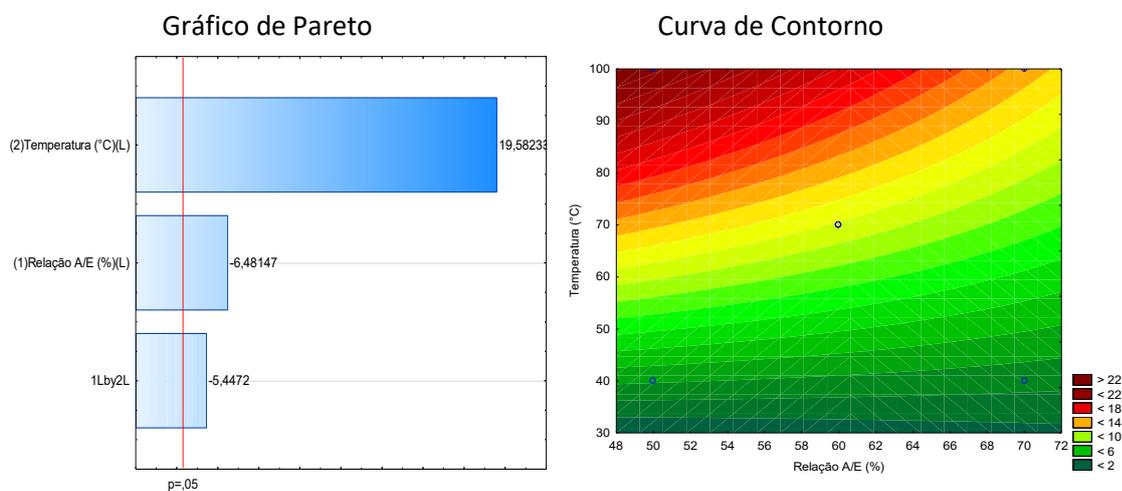


Figura 4. a) Gráfico de Pareto; b) Curva de Contorno para avaliação das influências da $R_{A/E}$ e T no rendimento das extrações obtidas por banho-maria.

A região de temperatura ótima de extração em banho-maria (acima de 75 °C) pode ser utilizada como um indicativo para o tratamento adequado e necessário para o uso da taioba, visto que esta PANC crua possui compostos tóxicos, como o oxalato de cálcio, que causam irritação na mucosa da garganta, coceira e sensação de asfixia.

No método de extração por hidrodestilação, os compostos obtidos são os mais voláteis. Assim, o baixo rendimento deste método pode ser um bom indicativo de

menores perdas dos compostos antioxidantes. Provavelmente, compostos bioativos que possuem afinidade química com a água ficaram diluídos neste solvente ou mantidos no vegetal.

O resultado do rendimento obtido por hidrodestilação pode fornecer insights sobre a pequena perda de compostos antioxidantes que normalmente ocorre no preparo dos alimentos para o consumo, já que o método de cocção comumente empregado, o cozer, utiliza a água e a temperatura de cocção de 100 °C, com a vantagem de ser livre de compostos tóxicos presentes em algumas matérias-primas vegetais.

Cozinhar um alimento por meio de calor úmido é um processo que pode ser executado por contato direto da água quente com o alimento ou por meio do vapor, sem a imersão do alimento na água quente, diminuindo a perda dos compostos mais voláteis. Em qualquer um dos métodos utilizados, a temperatura utilizada favorece modificações na estrutura do vegetal, facilitando a disposição ou a perda de componentes antioxidantes que podem ser facilmente absorvidos na ingestão dos alimentos.

Métodos de cocção são aplicados à taioba para consumo, com destaque no sudeste brasileiro onde esta PANC faz parte da cultura alimentar, garantindo a segurança e melhorando a palatabilidade durante o consumo (MATIAS; SCHELIGA, 2019; NEVES et al., 2019; TERRA, 2018).

Silva, Garcia e Franciscato (2016) utilizaram o ultrassom para extração de compostos bioativos da casca de lichia e observaram que a temperatura de 60 °C, com solução de 70% de etanol, durante 30 min de extração, é uma condição ótima para o aumento do rendimento de compostos fenólicos dessa matéria-prima.

Santos et al. (2016) observaram que os extratos da folha de mandioca, obtidos com água e etanol, na proporção de 50:50, semelhante à concentração utilizada por este trabalho, apresentaram maior presença de compostos fenólicos e maior quantidade de catequina, em detrimento da mistura da cetona e água (70:30), pelo mesmo método de extração.

Portanto, os resultados encontrados por este trabalho mostram que o aumento da temperatura e da concentração de etanol influenciaram positivamente nos rendimentos das extrações das folhas de taioba, corroborando com os resultados encontrados por outros estudos.

CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DAS FOLHAS DE TAIOBA

O método DPPH foi utilizado para avaliar a capacidade antioxidante total dos extratos das folhas de taioba. Para interpretação dos resultados, tomou-se como base a concentração eficaz para inibir em 50% a concentração inicial do radical livre do DPPH (EC₅₀) (OLIVEIRA, 2015b). Assim, quanto menor o EC₅₀, melhor a atividade antioxidante de uma substância, mistura ou matrizes complexas, como as plantas.

De acordo com os resultados do EC₅₀, mostrados na Tabela 2, as melhores atividades antioxidantes foram encontradas para os experimentos 1, 2 (banho-maria) e 9 (Soxhlet), obtidos nas menores temperaturas testadas (40 e 65 °C). Provavelmente as menores temperaturas preservaram melhor os compostos antioxidantes presentes nos extratos, já que, independentemente da

concentração dos solventes verdes testados (água ou álcool), não houve diferença significativa entre eles ($p < 0,05$). Os resultados encontrados para o ponto central, por banho-maria, não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$), indicando boa reprodutividade dos experimentos.

O aumento da temperatura em banho-maria não favoreceu a extração de compostos antioxidantes ou não apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre os resultados. Porém, os valores de EC_{50} ainda são significativos, visto que indicam a existência de compostos com características antioxidantes nas folhas de taioba.

A menor atividade antioxidante foi observada no extrato obtido por hidrodestilação, sugerindo que a utilização de um solvente muito polar, como a água, associado ao uso de uma temperatura elevada (100 °C), não favoreceu a remoção de compostos com características antioxidantes, contribuindo com os resultados encontrados por outros trabalhos.

O extrato obtido por Soxhlet foi capaz de reunir os melhores resultados, tanto para o rendimento da extração, como para a atividade antioxidante total, ratificando as características mais hidrofóbicas dos compostos presentes nos extratos das folhas da taioba e que podem ser preservadas em preparações gastronômicas que utilizem temperaturas brandas de cocção.

Em pesquisa similar, Fernandes (2020) observou que a utilização do etanol como solvente proporcionou aumento no rendimento do teor de compostos fenólicos e da atividade antioxidante das folhas da taioba, quando comparada ao extrato aquoso das folhas de *Xanthosoma sagittifolium* Schott, colaborando com os resultados encontrados por este trabalho.

Em outro estudo realizado com as folhas e o pecíolo da taioba foram encontradas quantidades significativas de compostos fenólicos, licopeno, clorofila e vitamina C, apresentando altos valores para atividade antioxidante pelo método do radical livre do DPPH, com $EC_{50} = 0,72$ g/g e 1,43 g/g DPPH, respectivamente, para as folhas e o pecíolo da taioba (ARAÚJO et al., 2019). Comparando com os melhores resultados deste trabalho, pode-se considerar que foram encontrados valores da capacidade antioxidante pertinentes e promissores das folhas de taioba da Grande Florianópolis/SC.

Compostos antioxidantes como, por exemplo, o β -caroteno, clorofila, polifenóis, tocoferóis (vitamina E), vitamina C (ácido ascórbico) e selênio, podem ser advindos de uma alimentação rica e variada, em frutas e hortaliças (ARAÚJO et al., 2019). Plantas alimentícias não convencionais brasileiras têm apresentado maiores concentrações de carotenoides do que as folhas comuns, como a salsa e o coentro (FERNANDES, 2020b).

Os teores de carotenoides, compostos fenólicos totais, flavonoides, antocianinas, vitamina C e clorofila de cinco hortaliças não convencionais, cultivadas em hortas urbanas, foram avaliados para a capuchinha, a beldroega, o caruru, o peixinho e a taioba (AVELLAR et al., 2018). Os resultados apresentaram que as folhas da taioba obtiveram as maiores quantidades de carotenoides, flavonoides e antocianinas, fortalecendo as características antioxidantes dos compostos presentes nesta PANC, corroborando, assim, com os resultados da capacidade antioxidante identificados neste trabalho.

CONCLUSÃO

Os métodos de extração, as temperaturas estudadas, o solvente e as relações da concentração de água/etanol testadas durante a cocção das folhas de taioba influenciaram no rendimento e na capacidade antioxidante total dos extratos desta PANC.

Em banho-maria, a menor concentração de água associada à maior temperatura favoreceu o rendimento das extrações, sendo, significativamente igual ao rendimento feito via Soxhlet, somente com etanol, a 65 °C. A hidrodestilação forneceu o menor rendimento da extração, porém pode ser utilizada como um indicativo de menores perdas de compostos voláteis com características antioxidantes.

Os extratos obtidos nas menores temperaturas estudadas apresentaram as melhores atividades antioxidantes. Porém, todos os extratos obtidos indicaram a existência de compostos com características antioxidantes. É possível concluir que o rendimento da extração e a atividade antioxidante foram favorecidos com a utilização do solvente etanol, em temperatura branda de cocção.

As folhas de taioba são uma iguaria e só podem ser consumidas após a cocção, devido à toxicidade natural, o que interfere na disponibilidade dos antioxidantes à dieta. Assim, temperaturas de cozimento comumente utilizadas em preparações gastronômicas podem favorecer a extração e disponibilizar compostos antioxidantes durante o consumo das folhas de taioba cozidas.

Influence of green solvents concentration and cooking temperature on yield and total antioxidant capacity of taioba leaf extracts

ABSTRACT

Taioba is an unconventional food plant, found in different regions of Brazil and with potential to enrich the diet and improve the income of local communities. Thus, the objective of this work was to evaluate the influence of the concentration of green solvents (water and ethanol) and the cooking temperature in a water bath (40, 70 and 100 °C), by hydrodistillation (100 °C) and Soxhlet (ethanol at 65 °C) on the yield and total antioxidant activity (EC_{50}), determined by the DPPH method, of taioba leaves extracts. The extract obtained by Soxhlet showed the highest yield (23.35%) and total antioxidant activity 0.26 mg/mL DPPH. In water bath, the lower concentration of water associated with the rise in temperature favored the yield of extractions, which ranged from 4.60% to 23.50%. However, the extracts obtained by a water bath at a lower temperature (40 °C) showed antioxidant activity 0.20 and 0.31 mg/mL of DPPH, respectively, for the proportion of water and ethanol 50:50 and 70:30 (v/v). Cooking brands temperatures can favor the extraction and provide antioxidant compounds of taioba leaves.

KEY-WORDS: PANC; extraction; sustainability.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Campus Florianópolis-Continente, pelo apoio financeiro, por meio do Edital n.º. 28/2020/PROPPI/DP/CTE, e à Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), pelo suporte técnico para realização dos experimentos.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, M. Rápidas notas sobre a taioba. **Revista da Sociedade dos Agrônomos e Veterinários do Pará**, [S. l.], p. 3–11, 1962. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/961051>. Acesso em: 16 jul. 2021.
- AOAC. **Association of Official Analytical Chemists, Official Methods of Analysis of AOAC International** (Gaithersburg, Org.)Maryland, USA, 2005.
- ARAÚJO, S. S.; ARAÚJO, P. S.; GIUNCO, A. J.; SILVA, S. M.; ARGANDOÑA, E. J. S.. Bromatology, food chemistry and antioxidant activity of *Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, [S. l.], v. 31, n. 3, p. 188–195, 2019. DOI: 10.9755/ejfa.2019.v31.i3.1924. Disponível em: https://pdfs.semanticscholar.org/3fb1/9ced80f6c6f075dc8d39a84fcf6fce9dbdba.pdf?_ga=2.17070777.1690390373.1630529405-1895755489.1630529405.
- ATOUI, A. K.; MANSOURI, A.; BOSKOU, G.; KEFALAS, P. Infusões de chá e ervas: sua atividade antioxidante e perfil fenólico. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 89, n. 1, p. 27–36, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.01.075>. Disponível em: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0308814604001670?token=9CD0FA484FEF075F50809B09E3FB845F8C71C7D4483501CE6D5F94332090ED927E707E076A628B3455EEF61A2B60A0ED&originRegion=us-east-1&originCreation=20210922143535>. Acesso em: 16 jul. 2021.
- AVELLAR, G. S.; ANDRADE, R. M.; BRITO, L. M.; CARLOS, L. A.; CLARETE, E. Compostos bioativos presentes em hortaliças não tradicionais cultivadas em hortas urbanas de Sete Lagoas-MG. *In*: ANAIS DO VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE AGROECOLOGIA; X CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA; V SEMINÁRIO DE AGROECOLOGIA DO DISTRITO FEDERAL E ENTORNO 2018, 12 a 15 de setembro de 2017, Brasília/DF. **Anais [...]**. 12 a 15 de setembro de 2017, Brasília/DF
- AZMIR, J. et al. Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: A review. **Journal of Food Engineering**, [S. l.], v. 117, n. 4, p. 426–436, 2013. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2013.01.014. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0260877413000277>.
- BOAS, G. F. M. V.; BOTELHO, R. B. A.; AKUTSU, R. C. C. A.; ZANDONADI, R. P. Access to regional food in Brazilian community restaurants to strengthen the sustainability of local food systems. **International Journal of Gastronomy and**

Food Science, [S. l.], v. 23, p. 100296, 2021. DOI: 10.1016/j.ijfs.2020.100296.

Disponível em:

<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1878450X20301736?token=BB9F218B50B711323AF5E66D58F13B5FAD854BA5920936AA2896AC01E090AA115D688DBBF4BFF3382F6F71A722BAFA9E&originRegion=us-east-1&originCreation=20210922132920>. Acesso em: 16 jul. 2021.

BOTREL, N.; MADEIRA, N. R.; MELO, R. A. C.; AMARO, G. B.; **Hortalças não convencionais. Hortalças tradicionais**. 2017. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1071385/hortalicas-nao-convencionais-hortalicas-tradicionais-taioba>. Acesso em: 16 jul. 2021.

BRASIL. **Manual de Hortalças Não-Convencionais**. MAPA/ACS ed. Brasília - DF. Disponível em: http://www.abcsem.com.br/docs/manual_hortalicas_web.pdf.

FERNANDES, C. M. **Efeito de Diferentes Métodos de Cocção no Potencial Antioxidante e na Bioacessibilidade de Taioba (*Xanthosoma sagittifolium* Schott)**. 2020a. Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto - MG, 2020.

Disponível em:

https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/3066/6/MONOGRAFIA_EfeitoDiferentesMétodos.pdf.

FERNANDES, C. M. **Efeito de Diferentes Métodos de Cocção no Potencial Antioxidante e na Bioacessibilidade de Taioba (*Xanthosoma sagittifolium* Schott)** Ouro Preto - MG, 2020. b.

JACKIX, E. A. **Taioba (*Xanthosoma sagittifolium*): composição química e avaliação das propriedades funcionais in vivo**. 2013. Universidade Estadual de Campinas, [S. l.], 2013.

KINUPP, V. F.; LORENZI, H. Plantas Alimentícias não Convencionais no Brasil. In: ANAIS DA 61ª REUNIÃO ANUAL DA SBPC 2009, Manaus. **Anais** [...]. Manaus

Disponível em:

http://www.sbpnet.org.br/livro/61ra/mesas_redondas/MR_ValdelyKinupp.pdf.

MAPA. **Hortalças não-convencionais: (tradicionais)**. MAPA/ACS ed. Brasília - DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2010. Disponível em: https://www.abcsem.com.br/docs/cartilha_hortalicas.pdf. Acesso em: 16 jul. 2021.

MATIAS, A. C. G.; SCHELIGA, P. B. F. Ampliação da segurança alimentar através de material gastronômico com espécies nativas da região Sudeste do Brasil. **Revista Ingesta**, [S. l.], v. 1, n. 2, p. 94, 2019. DOI: 10.11606/issn.2596-3147.v1i2p94.

Disponível em:

https://www.lareferencia.info/vufind/Record/BR_176c482febad9a6f9bd298917b5142df. Acesso em: 22 set. 2021.

MENSOR, L. L.; MENEZES, F. S.; LEITÃO, G. G.; REIS, A. S.; DOS SANTOS, T. C.; COUBE, C. S.; LEITÃO, S. G. Screening of Brazilian plant extracts for antioxidant

activity by the use of DPPH free radical method. **Phytotherapy research : PTR**, [S. l.], v. 15, n. 2, p. 127–30, 2001. DOI: 10.1002/ptr.687. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11268111>. Acesso em: 15 jun. 2021.

NEVES, C. V. B.; TONELLI, É.; HURTADO, G. F. S.; CÂNDIDO, G. M.; BOLINA, L.; BERTOLDI, M. C. Resgate da identidade gastronômica pela percepção dos moradores de Ouro Preto e distritos/ Gastronomy culture rescue under perception from residents from Ouro Preto and districts. **Braz. Ap. Sci. Rev.**, [S. l.], v. 3, n. 11, p. 659–683, 2019. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/index.php/BASR/article/view/843/724>. Acesso em: 22 set. 2021.

NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO – NEPA. **Tabela Brasileira de Composição dos Alimentos (TACO)**. 4°. ed. Campinas, SP: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2011.

OLIVEIRA, G. L. S. Determinação da capacidade antioxidante de produtos naturais in vitro pelo método do DPPH•: estudo de revisão. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, [S. l.], v. 17, n. 1, p. 36–44, 2015. a. DOI: 10.1590/1983-084X/12_165. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722015000100036&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 25 jul. 2021.

OLIVEIRA, G. L. S. Determinação da capacidade antioxidante de produtos naturais in vitro pelo método do DPPH•: estudo de revisão. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, [S. l.], v. 17, n. 1, p. 36–44, 2015. b. DOI: 10.1590/1983-084X/12_165. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722015000100036&lng=pt&tlng=pt.

PANZIERA, F. B.; DORNELES, M. M.; DURGANTE, P. C.; SILVA, V. L. Avaliação da ingestão de minerais antioxidantes em idosos. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, [S. l.], v. 14, n. 1, p. 49–58, 2011. DOI: 10.1590/S1809-98232011000100006. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1809-98232011000100006&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 18 jul. 2021.

PINTO, N. A. V. D.; FERNANDES, S. M.; THÉ, P. M. P.; CARVALHO, V. D. VARIABILIDADE DA COMPOSIÇÃO CENTESIMAL, VITAMINA C, FERRO E CÁLCIO DE PARTES DA FOLHA DE TAIOBA (*Xanthosoma sagittifolium* Schott). **Rev. Bras. de AGROCIÊNCIA**, [S. l.], v. 7, n. 3, p. 205–208, 2001. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/CAST/article/viewFile/391/384>. Acesso em: 20 jul. 2021.

REIS, P. M. C. L.; PEREIRA, T. C. S.; NUNC-NFÔONRO, I.; MAZZUTTI, S.; ANDRADE, K. S.; HENSE, H. Chemical Composition and Antioxidant Activity of *Laurus Nobilis* L. Extracts Obtained By Different Extraction Techniques. **Journal of Applied Chemistry** [S. l.], v. 12, p. 1–13, 2019. DOI: 10.9790/5736-1203010113. Disponível em: <http://www.iosrjournals.org/iosr-jac/papers/vol12-issue3/Series-1/A1203010113.pdf>. Acesso em: 3 out. 2021.

SANTOS, V. S. **Plantas alimentícias não convencionais (PANCs)**. 2019. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/saude/plantas-alimenticias-nao-convencionais-pancs.htm>. Acesso em: 28 out. 2020.

SANTOS, M. A. I.; SIMÃO, A. A.; MARQUES, T. R.; SACKZ, A. A.; CORRÊA, A. D. Efeito de diferentes métodos de extração sobre a atividade antioxidante e o perfil de compostos fenólicos da folha de mandioca. **Brazilian Journal of Food Technology**, [S. l.], v. 19, 2016. DOI: 10.1590/1981-6723.6715. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-67232016000100601&lng=pt&tlng=pt.

SILVA, C.; GARCIA, V. A. S.; FRANCISCATO, L. M. S. S. Ultrasound Assisted Extraction of Bioactive Compounds from Litchi Peels (*Litchi Chinensis* Sonn.). **Revista Ciências Exatas e Naturais**, [S. l.], v. 18, 2016. DOI: 10.5935/RECEN.2016.01.06. Disponível em: <http://www.gnresearch.org/doi/10.5935/RECEN.2016.01.06>. Acesso em: 22 jun. 2022.

TERRA, R. M. Gastronomia Funcional na contemporaneidade. **Revista de Gastronomia**, [S. l.], p. 1–13, 2018. Disponível em: <https://catedraalimentacioninstitucional.files.wordpress.com/2019/03/1849-4264-1-sm.pdf>. Acesso em: 22 set. 2021.

VIZZOTTO, M.; PEREIRA, M. C. Amora-preta (*Rubus* sp.): otimização do processo de extração para determinação de compostos fenólicos antioxidantes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [S. l.], v. 33, n. 4, p. 1209–1214, 2011. DOI: 10.1590/S0100-29452011000400020. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452011000400020&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 12 jun. 2021.

ZIMMERMANN, A. M.; KIRSTEN, V. R. Alimentos com função antioxidante em doenças crônicas: uma abordagem clínica. **Disc. Scientia**, [S. l.], v. 9, n. 11, p. 51–68, 2008. Disponível em: <https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/disciplinarumS/article/view/934>. Acesso em: 18 jul. 2021.

Recebido: 08 dez. 2021.

Aprovado: 13 jul. 2022.

DOI: 10.3895/rebrapa.v12n4.15008

Como citar:

SCHUEER, P. M. et al. Influência da concentração de solventes verdes e da temperatura de cocção no rendimento e na capacidade antioxidante total dos extratos das folhas de taioba. **Brazilian Journal of Food Research**, Campo Mourão, v. 12, n. 4, p. 24-38, out./dez. 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufpr.edu.br/rebrapa>

Correspondência:

Raquel Noeli Gromovski

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Av. Mauro Ramos, 950, Centro, CEP 88020-300, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

