

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA
CÂMPUS SÃO MIGUEL DO OESTE
TECNOLOGIA EM ALIMENTOS

DAIANE TURANI
JULIANA SALETE ROTINI BRITES

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E OTIMIZAÇÃO DA EXTRAÇÃO DE
COMPOSTOS FENÓLICOS E ANTIOXIDANTES DE ORA-PRO-NOBIS (*Pereskia*
aculeata Miller) DESIDRATADO

São Miguel do Oeste – SC

2018

DAIANE TURANI
JULIANA SALETE ROTINI BRITES

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E OTIMIZAÇÃO DA EXTRAÇÃO DE
COMPOSTOS FENÓLICOS E ANTIOXIDANTES DE ORA-PRO-NOBIS (*Pereskia
aculeata* Miller) DESIDRATADO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Tecnologia em Alimentos do
Câmpus São Miguel do Oeste do Instituto
Federal de Santa Catarina para a obtenção do
diploma de Tecnólogo em Alimentos.

Orientador: Prof.^a Dr.^a Tahis Regina Baú

Co-Orientador: Prof.^o Msc. Tiago Favero

São Miguel do Oeste – SC

2018

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E OTIMIZAÇÃO DA EXTRAÇÃO DE
COMPOSTOS FENÓLICOS E ANTIOXIDANTES DE ORA-PRO-NOBIS (*Pereskia
aculeata* Miller) DESIDRATADO

DAIANE TURANI
JULIANA SALETE ROTINI BRITES

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos e aprovado na sua forma final pela comissão avaliadora abaixo indicada.

São Miguel do Oeste, 27 de novembro de 2018

Prof.^a Dr.^a Tahis Regina Baú
Orientadora

Prof.^a Dr.^a Stefany Grützmann Arcari
Membro da banca avaliadora

Prof.^a Dr.^a Danielle C. B. Honorato Ferreira
Membro da banca avaliadora

As assinaturas da banca estão devidamente registradas na ata de defesa, arquivada junto à Coordenação do Curso.

AGRADECIMENTOS

Primero agradecer a Deus, pelo dom da vida e por estar vivenciando todas essas experiências.

Também gostaríamos de agradecer a todos os professores que nos auxiliaram nessa caminhada, em especial a nossa orientadora Prof.^a Dr.^a Tahis Regina Baú e ao nosso co-orientador Prof.^o Msc. Tiago Favero que buscaram nos auxiliar da melhor forma possível nesta caminhada;

Gostaríamos de agradecer a toda nossa família e amigos que nos deram apoio e suporte, para não desistirmos.

Gostaríamos de agradecer aos nossos membros da banca.

Agradecemos também a empresa Raju Industria e Comércio LTDA e ao Posto de Resfriamento de Leite da Alfa que nos permitiram a liberação do serviço para que pudéssemos concretizar com sucesso este estudo.

Enfim, agradecemos a todos que nos auxiliaram de uma forma especial.

RELEVÂNCIA DO TRABALHO

Este trabalho traz informações a respeito das folhas in natura e farinha desidratada por liofilização e secagem em estufa de ora-pro-nobis. Foi determinado a composição química e os compostos fenólicos com capacidade antioxidante dessa planta não-convencional. Realizou-se na extração dos compostos fenólicos uma otimização da extração líquido-líquido. Assim, com esse estudo notou-se que a farinha liofilizada teve seus compostos mais preservados do que a farinha seca em estufa. Isso ocorre devido ao processo de secagem sem aquecimento, evitando a degradação. A folha in natura, também apresentou bons resultados para compostos fenólicos com capacidade antioxidante. Tornando-se uma planta de interesse ao âmbito industrial.

RESUMO

A ora-pro-nobis tem se destacado em função de sua composição química e presença de compostos fenólicos com atividade antioxidante. O objetivo do trabalho foi otimizar a extração de compostos fenólicos com capacidade antioxidante da farinha produzida a partir das folhas de *Pereskia aculeata* Miller. Avaliou-se a sua composição química e o teor de compostos fenólicos por Folin-Ciocalteu e antioxidantes pelo método DPPH, ABTS e FRAP nas folhas *in natura*, liofilizadas e desidratadas. Na extração dos compostos utilizou os solventes etanol, acetona e solução de HCl 0,01 mol. As folhas de *Pereskia aculeata* Miller liofilizadas obtiveram os melhores resultados em relação as outras, em decorrência que esse processo de preparo das folhas não utiliza-se aquecimento, assim não degradando os compostos, os ensaios com a solução de HCl 0,01 mol pura ou em combinação com outros solventes, obteve-se uma melhor extração dos compostos de interesse.

Palavras-Chave: PANC, extração líquido-líquido, *simplex-centroide*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	11
2.1 Coleta e preparo de amostra.....	11
2.2 Caracterização química das folhas e farinhas de <i>Pereskia aculeata</i> Miller	11
2.3 Otimização do solvente extrator de Compostos Fenólicos e Antioxidantes.....	11
2.4 Determinação de Compostos Fenólicos e Antioxidantes	12
2.5 Análise estatística.....	13
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
3.1 Composição Química.....	15
3.2 Otimização da extração e determinação dos compostos fenólicos e antioxidante	17
3.3 Validação do modelo matemático.....	22
3.4 Teor de compostos fenólicos e antioxidantes em folhas de ora-pro-nobis in natura, liofilizadas e secas em estufa	22
4 CONCLUSÃO.....	24
5 LISTA DE TABELAS.....	25
6 LISTA DE FIGURAS	27
7 REFERÊNCIAS	28
9 SOBRE A REVISTA.....	31

1 INTRODUÇÃO

A *Pereskia aculeata* Miller, conhecida popularmente como ora-pro-nobis, é uma PANC (Planta não-convencional) que produz frutos pequenos de tom alaranjado quando maduros. Suas folhas são suculentas e lanceoladas, nas quais podem apresentar uma composição rica em compostos fenólicos com atividade antioxidante, alto teor de proteínas e fibras, com ausência de toxicidade, além de apresentar teores significativos de ferro, cálcio e aminoácidos essenciais como lisina, leucina e valina (VARGAS, 2017; TRENNEPOHL, 2016; SOUZA, 2014; TELLES *et al.*, 2015; OLIVEIRA *et al.*, 2013; AUGUSTA, NASCIMENTO, 2013; AGOSTINI-COSTA *et al.*, 2012).

Muitas plantas não-convencionais têm se destacado pelo alto teor de compostos fenólicos, que são provenientes do metabolismo secundário e responsáveis pelas estratégias de defesa das plantas (SILVA *et al.*, 2010). Os compostos fenólicos possuem sua estrutura química formada por anéis aromáticos e hidroxilas, em que se dividem em flavonóides (polifenóis) ou não-flavonóides (simples ou ácidos) (ANGELO; JORGE, 2007). Muitos dos compostos fenólicos encontrados naturalmente em plantas tornam-se importantes antioxidantes, pois possuem um esqueleto carbônico propício para estabilizar os radicais livres. Assim, a investigação destas substâncias em vegetais tem se destacado, uma vez que apresentam elevada capacidade de impedir ou retardar danos causados pela oxidação como, por exemplo, a formação de *off- flavors* e rancificação nos alimentos (VARGAS, 2017). Além disso, a ingestão de ora-pro-nobis possui elevada importância do tratamento da anemia ferropriva, osteoporose, e a constipação intestinal (ALMEIDA, CORRÊA, 2012), por causa da ingestão do elevado teor de fibras, cálcio e ferro. Os compostos fenólicos apresentam ação benéfica a saúde humana, de maneira geral está relacionada com a sua atividade antiinflamatória e principalmente com sua

atividade antioxidante, absorvendo radicais livre e inibindo a cadeia de iniciação ou interrompem a reação oxidativa, causada pelos radicais livres (SILVA, 2010).

Nas folhas de ora-pro-nobis encontrou-se ácidos fenólicos, sendo eles: ácidos caféico, clorogênico, ferúlico, *p*-coumárico e o kaempferol (SOUZA, 2014). Na qual, a maior capacidade antioxidante do grupo hidroxila na posição meta, está no composto que tiver o grupo do ácido carboxílico (COOH) mais próximo do fenil (SILVA *et al.*, 2010).

Para quantificar o teor de compostos fenólicos e antioxidantes é necessário extrai-los utilizando métodos sensíveis, seletivos, rápidos e seguros, podendo ser destacado os métodos que utilizam o ultrassom, micro-ondas e fluidos comprimidos (SILVA; GARCIA; FRANCISCATO, 2016). Da mesma forma, a escolha do solvente adequado também pode afetar a extração, uma vez que os compostos fenólicos tem características diferentes, assim exigindo utilização de solventes com a mesma polaridade do composto. O tempo da extração pode influenciar a obtenção de polifenóis, variando de 1 minuto a 24 horas. Quando o tempo de extração for prolongada, deverá adicionar agente redutores ao solvente, devido a possível degradação dos compostos de interesse (ACHKAR *et al.*, 2013).

Além das condições de extração e quantificação, existem fatores que afetam o teor de compostos fenólicos com capacidade antioxidante de ora-pro-nobis. O tipo de processamento empregado nas folhas após a sua colheita, como a secagem em estufa e a liofilização, podem afetar o teor destes compostos devido ao efeito que a temperatura, luz e oxigênio podem degradar os compostos (SANTOS, 2015; MACHADO, NASCIMENTO *et al.* 2014).

Portanto, o presente trabalho teve como objetivo caracterização química e otimizar a extração dos compostos fenólicos e antioxidantes presentes nas folhas *in*

natura de *Pereskia aculeata* Miller aplicando o planejamento *simplex-centroide* e avaliar o efeito da liofilização e secagem em estufa sobre o teor destes compostos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Coleta e preparo de amostra

As folhas de *Pereskia aculeata* Miller foram coletadas em uma propriedade rural agroecológica, localizada no município de Descanso –SC. Após a colheita, as folhas foram selecionadas, sanitizadas com hipoclorito de sódio 5 %, e as concentrações foram utilizadas de acordo com as instruções descritas no rótulo, após foram submetidas aos seguintes processos: secagem em estufa com circulação de ar forçado a 40 °C, em que ocorreu o acompanhamento da secagem, que durou aproximadamente 96 horas (SE) atingindo a umidade de interesse e a liofilização (LIOTOP, L101) a -46 ° C, numa pressão de 15 a 30 µHg (LI). Em seguida, as folhas foram trituradas em moinho de facas (SPLABOR, SP-32), sendo embaladas a vácuo e mantidas sob congelamento até o momento das análises.

2.2 Caracterização química das folhas e farinhas de *Pereskia aculeata* Miller

Foram caracterizadas as folhas *in natura* e as farinhas de *Pereskia aculeata* Miller quanto ao teor de umidade (estufa a 105°C), cinzas (mufla a 550 ° C), proteínas (Kjeldahl), lipídios (Soxhlet) e carboidratos por diferença de acordo com os métodos físico-químicos para análise de alimentos (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

2.3 Otimização do solvente extrator de Compostos Fenólicos e Antioxidantes

Para a otimização da extração de compostos fenólicos e antioxidantes foi aplicado um planejamento de mistura simplex-centroide, com o intuito de investigar a melhor composição de solventes extratores. As variáveis estudadas foram etanol (X_1), acetona (X_2) e solução de ácido clorídrico (HCl) 0,01 M (X_3). Foram realizados 9 ensaios, sendo três experimentos com solventes/soluções puras (ensaios 1, 2 e 3), três com misturas binárias (ensaios 4, 5 e 6) e três para misturas ternárias (ensaios 7, 8 e 9).

Para a extração foi adaptado a metodologia de Silva, Garcia *et al.*; (2016), na qual foi utilizado 0,1 g de amostra de farinha liofilizada de *Pereskia aculeata* Miller e 7,5 mL das misturas dos solventes conforme planejamento de mistura simplex-centroide (Tabela 1). As misturas foram inseridas no banho de ultrassom (CRISTÓFOLI, - com frequência de 42 Hz e potência de 220 V) por 30 minutos à temperatura ambiente, seguido de centrifugação a 3500 rpm por 10 minutos. Para todos os ensaios realizados foram obtidos por meio de triplicata. Os ensaios foram avaliados, sendo obtidas as superfícies de resposta (Figura 1) e os coeficientes de regressão dos modelos matemáticos (Tabela 2).

2.4 Determinação de Compostos Fenólicos e Antioxidantes

Os compostos fenólicos totais foram determinados adaptando a metodologia de Hung *et al.* (2009). Foi utilizado 0,5 mL do extrato obtido, 2,5 mL de solução de Folin-Ciocalteu 0,9 N e 2,0 mL de carbonato de sódio 7,5 %, que foram homogeneizados e submetidos ao banho-maria com temperatura de 50°C por 5 minutos. A leitura foi realizada em espectrofotômetro (Quimis, modelo: Q898U2M5), utilizando o comprimento de onda de 760 nm. Os resultados foram expressos em mmol equivalente a ácido gálico por grama de amostra.

A atividade antioxidante foi determinada pelos métodos DPPH, ABTS e FRAP. Os compostos antioxidantes foram determinados pelo método de captura do radical DPPH, de acordo com Casagrande *et al.* (2005). Foi utilizado 1 mL de tampão acetato 0,1 mol/L (pH 5,5), 1 mL de solvente de extração da amostra obtido do planejamento de mistura, 50 µL de amostra e 0,5 mL de DPPH 350 µmol/L. A leitura dos resultados ocorreu em espectrofotômetro no comprimento de onda de 517 nm, após 15 minutos de reação. Os resultados foram expressos em mmol equivalente a Trolox por grama de amostra.

Para determinação dos compostos antioxidantes pelo método ABTS foi realizada a metodologia proposta por Sánchez-Gonzalez; Jiménez-Escrig *et al.* (2005). A solução de ABTS^{•+} foi diluída em tampão fosfato de 20mmol/L pH 7,4, até atingir absorvância de $0,700 \pm 0,020$. Foi adicionado 15 μ L da amostra a 4 mL de solução ABTS^{•+} diluída e, após 6 minutos de reação, foi realizada a leitura em espectrofotômetro no comprimento de onda de 730 nm. Os resultados foram expressos em mmol equivalente a Trolox por grama de amostra.

Para determinação dos compostos antioxidantes pelo método de redução do ferro (FRAP) foi adaptada a metodologia proposta por Sánchez-Gonzalez; Jiménez-Escrig *et al.* (2005). Utilizou-se 90 μ L de amostra, 210 μ L de água ultrapura, 2,7 mL de reagente de FRAP (composto por 2,5 mL de TPTZ 10 mM em HCl 40 mM, 2,5 mL de FeCl₃ 20 mM, 25 mL de tampão acetato 5 mM com pH 3,6). Depois de homogeneizados, foram mantidos os tubos em banho-maria a 37 °C/30 minutos. A leitura ocorreu no espectrofotômetro no comprimento de onda de 595 nm. Os resultados foram expressos em μ mol equivalente a Trolox por grama de amostra.

2.5 Análise estatística

Para a análise de composição química foi aplicado a ANOVA e o teste de Tukey, para comparação de médias. Os resultados foram expressos como média \pm desvio padrão da média e foi considerado significativamente diferente quando $p < 0,05$.

Para análise de regressão e variância e superfície de resposta, foi utilizado o software *Statistica* 10.0 (STATSOFT, 2011). A partir dos dados obtidos foi realizado uma média dos resultados e avaliado a superfície de resposta e desejabilidade, determinando a melhor condição de mistura dos solventes para a otimização da extração. Foi aplicada a equação do modelo cubico especial (equação 1), na qual

obteve-se um valor teórico de compostos a serem extraídos, em que foram comparados com os valores reais obtidos nas análises.

Equação 1: $Y_1 = \beta_1 \cdot X_1 + \beta_2 \cdot X_2 + \beta_3 \cdot X_1 + \beta_{1,2} \cdot X_1 \cdot X_2 (\dots)$

Em seguida, a melhor condição de extração obtida no teste de desejabilidade foi realizada no laboratório, visando validar os modelos matemáticos obtidos. Os resultados preditos pelo modelo e os resultados reais obtidos foram submetidos ao teste *t-student* para comparação.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Composição Química

Os dados de composição química estão apresentados na tabela 3. A folha *in natura* apresentou teor de 85,3% de umidade, sendo que a farinha liofilizada e a seca em estufa foram obtidas um teor de 6,1 % e 5,97%, respectivamente, havendo uma diferença significativa ($p > 0,05$) nos valores encontrados conforme o teste de Tukey. Para, Silveira (2016) encontrou teor de umidade para a folha *in natura* de ora-pro-nobis de 85,47%, sendo similar ao valor encontrado em base úmida neste estudo. Trennepohl (2016) obteve 87,25% e Almeida (2014) 88,41% de umidade na folha *in natura*.

Podendo notar que ela é uma folha com característica de uma planta suculenta como já citado por Telles *et al.* (2015), apresentando assim teores elevados de umidade, exigindo um maior tempo de secagem para produção das farinhas, dependendo do método de secagem, dificultando uma padronização de tores de umidade. Rocha (2008), encontrou um teor de umidade de 6,53% para a farinha desidratadas em estufa, Almeida (2014) obteve em seu estudo um teor de 12,46%, e Rodrigues *et al.* (2015), também determinou um teor de 12,89% e Vargas (2017), encontrou 7,47% de umidade nas folhas desidratadas em estufa, sendo todos superiores ao encontrado em nosso estudo.

A quantidade de proteína obtida para a folha *in natura* foi de 13,1%, 16,6% para farinha liofilizada e 16,4% para amostra seca em estufa, ocorrendo também uma diferença significativa de acordo com o teste de Tukey realizado. Os valores de proteína foram inferiores em relação aos estudos encontrados para a folha de ora-pro-nobis *in natura*, Almeida (2014) obteve 28,99% e Rodrigues *et al* (2015) encontrou 18,95% de proteína. Para a farinha seca em estufa Silveira (2016) determinou um teor de 27,68% e Rocha (2008) encontrou 22,93% de proteína, sendo superior ao estudo realizado. Nas folhas liofilizadas Vargas encontrou um teor de 17,91% de proteínas e

Trennepohl (2016), encontrou na folha liofilizada 18,66% de proteína, assim os resultados encontrados foram inferior em relação aos estudos encontrados (Tabela 1). Conforme a comparação dos resultados ocorre uma grande variação dos teores de proteínas entre as amostras, isso pode ser influenciado de acordo com o clima, região, localização, estação do ano (VARGAS, 2017; TELLES *et al.* 2015).

O teor de lipídios encontrado para as folhas in natura foi de 11,2%, logo Trennepohl (2016) encontrou 0,3%, sendo assim o valor encontrado foi superior dado encontrado na literatura. Para a farinha seca em estufa foi encontrado um teor de 24,0% sendo superior aos encontrados na literatura, Queiroz (2012) encontrou um teor de 6,73%, Almeida (2014) 5,07% de lipídios, Rodrigues *et al.* (2015), encontrou um valor de 4,01% de lipídeos para farinha seca em estufa. Em relação a farinha liofilizada os valores de lipídeos foi superior ao encontrado no estudo de Trennepohl (2016) que obteve 2,4% de lipídeos, e neste estudo foi encontrado um teor de 13,8%.

A cinza encontrada nas folhas in natura foi de 21,2%, farinha liofilizada (20,5%) e farinha seca em estufa (24,4%), os valores encontrados para o teor de cinzas nas folhas seca em estufa foram superior ao encontrado no estudo de Almeida (2014), que obteve 14,81% e Silveira (2016) que encontrou 16,10%. Para a folha liofilizada Trennepohl (2016) obteve um teor de 2,05%, sendo inferior em relação ao encontrado no estudo. O teor elevado de cinzas encontrado está relacionado a matéria inorgânica presente após a incineração. As cinzas elevadas de *ora-pro-nobis*, podem estar vinculados a presença de minerais encontrados nela, como o estudo de Oliveira (2013), que encontrou um teor de 2,16g de cálcio em 100 gramas de amostras, além de potássio (3,74g), fósforo (0,45g), ferro (0,0094g), dentre outros minerais.

Para os carboidratos que foram avaliados por diferença, chegou-se a um valor de 54,5% da folha *in natura*, para as farinhas liofilizadas (49,0%) e secas em estufa (35,2%), sendo valores superestimados apresentando juntamente os teores de fibras. Os valores de carboidratos encontrado nas folhas seca em estufa em relação as estudos de Almeida (2014) que encontrou 29,53% e Rodrigues *et al* (2015) que obteve 15,28% foi inferior ao encontrado neste estudo, Vargas (2017) que também obteve o teor de carboidratos por diferença, encontrou 48,47% sendo superior em relação ao encontrado. Para a farinha liofilizada Trennepohl (2016), encontrou um valor de 11,77% de carboidratos sendo um valor inferior ao encontrado.

3.2 Otimização da extração e determinação dos compostos fenólicos e antioxidantes

A proporção dos solventes utilizados para determinar a otimização da extração líquido-líquido, as médias e desvio padrão obtidos dos resultados em triplicata para cada método e a variável codificada estão apresentados na tabela 2. Os resultados apresentam uma variação de 385,91 mmol a 90,02 mmool equivalente a ácido gálico por grama de amostra para os compostos fenólicos, para a extração dos compostos antioxidantes, o método por meio do radical DPPH foi encontrado uma variação de 7,58 mmol a 1,72 mmol equivalente a Trolox por grama de amostra. Para o método em que se utiliza o radical ABTS foi obtido uma quantidade de 26, 07 mmol a 2,69 mmol equivalente a Trolox por gramas de amostra de compostos antioxidantes. Para o método de FRAP, o valor obtido variou de 1242,96 μ mol a 763,61 μ mol equivalente a Trolox por grama de amostra.

Na figura 1A (compostos fenólicos), 1B (DPPH), 1C (ABTS), 1D (FRAP), apresenta-se a superfície de resposta obtida em que percebe-se que ocorre uma eficiência melhor quanto se tem a mistura dos três solventes, devido a polaridade das estruturas química dos compostos com os solventes extratores, podendo perceber que

quando se tem solventes puros acaba ocorrendo uma redução da extração dos compostos fenólicos (ANGELO; JORGE, 2007). Segundo Savi (2015), a variedade de compostos bioativos presentes numa determinada planta, dificulta a efetividade do isolamento e extração do composto, por meio de um único solvente, isso pode justificar a ineficiência na extração desses dois solventes puros. Logo, a solução HCl 0,01 mol/L se destaca na extração dos compostos fenólicos, devido ao um processo natural, isto é no momento em que o solvente acidificado interage com a superfície da amostra ele provoca o rompimento da amostra, e essa extração é melhorada em combinação com um método de extração, no caso o uso do ultrassom auxiliou na extração devido as cavitações geradas pelo equipamento (SILVA, GARCIA *et al.* 2016; ACHKAR *et al.* 2013).

Portanto notou-se que as amostras binárias e ternárias foram as que atingiram o ponto ótimo da extração e combinação dos solventes geradas pelo *simplex centroide*, se destacando nos quatro métodos realizados (figura1) devido a uma interação sinérgica interessante. Os teores de compostos fenólicos e atividade antioxidante sofreram variação em função dos solventes empregados.

Juntamente com a análise de superfície de resposta, foram gerados coeficientes de regressão dos modelos matemáticos que se ajustaram às funções respostas (tabela 2). Esses dados são importantes, pois por meio deles foi compreendido quais variáveis eram significativas na extração.

Para a função resposta teor de compostos fenólicos (y_1) todos os termos (linear, quadrático e cúbico) foram considerados no modelo, por serem significativos (Tabela 2). Avaliando os coeficientes da equação (y_1) e a superfície de resposta (Figura 1 A) observamos que o solvente HCl 0,01 M isoladamente apresentou elevada contribuição na extração de compostos fenólicos. A maior eficiência do HCl na extração pode ser devido ao fato de que, quando se acidifica o meio, acaba desnaturando a

membrana celular, assim favorecendo o processo e possibilitando a melhor extração dos compostos de interesse (MEREGLI, 2017). Os dados obtidos revelaram que a mistura ternária dos solventes etanol, acetona e solução de HCl 0,01 M atuaram sinergicamente na extração de compostos fenólicos.

Extrações realizadas em compostos fenólicos com outros solventes encontraram valores de compostos fenólicos que variaram de 64,9 mg utilizando etanol a 95% (AGOSTINI- COSTA, 2012), 117,8 mg utilizando acetona 80% (SOUSA, 2014), 136,53 mg usando etanol 85% (TRENNEPOHL, 2016), para metanol 80% encontrou 392 mg (MANDELLI, 2016) e com água deionizada 53,85 mg (RODRIGUES, 2016). Notou-se que a forma de extração, combinação de solvente, tempo, temperatura foram aplicados foi o que mais influenciaram na extração dos compostos e na obtenção de valores significativos.

Para a função resposta de DPPH (y_2) todos os termos (linear, quadrático e cúbico) foram considerados no modelo, por serem significativos (Tabela 2). Avaliando os coeficientes da equação (y_2) e a superfície de resposta (Figura 1 B) observamos que o solvente HCl 0,01 mol/L isoladamente apresentou elevada contribuição na determinação da atividade antioxidante dos compostos. Os dados obtidos revelaram que a mistura ternária dos solventes etanol, acetona e solução de HCl 0,01 mol/L atuaram sinergicamente na extração de compostos fenólicos, possuindo uma melhor afinidade com os compostos presentes na ora-pro-nobis.

Para a função resposta ABTS (y_3) todos os termos (linear, quadrático e cúbico) foram considerados no modelo, por serem significativos (Tabela 2). Avaliando os coeficientes da equação (y_3) e a superfície de resposta (Figura 1 C) observamos que o solvente HCl 0,01 M isoladamente apresentou elevada contribuição na determinação antioxidante dos compostos. Os dados obtidos revelaram que a mistura ternária dos

solventes etanol, acetona e solução de HCl 0,01 mol atuaram sinergicamente na extração de compostos fenólicos.

Para a função resposta FRAP (y_4) todos os termos (linear, quadrático e cúbico) foram considerados no modelo, por serem significativos (Tabela 2). Avaliando os coeficientes da equação (y_4) e a superfície de resposta (Figura 1 D) observamos que o solvente HCl 0,01 M isoladamente apresentou elevada contribuição na determinação antioxidante dos compostos. Os dados obtidos revelaram que a mistura ternária dos solventes etanol, acetona e solução de HCl 0,01 mol/L atuaram sinergicamente na extração de compostos fenólicos.

Vargas (2017) realizou a quantificação de compostos antioxidantes utilizando os métodos FRAP e ABTS e DPPH das folhas de *Pereskia aculeata*, no qual avaliou três solventes extratores, sendo eles éter de petróleo (EP), diclorometano (DCM) e etanol (ET), e observou que as maiores extrações nos três métodos ocorreram com o uso do extrator etanol, seguido do diclorometano. Para o etanol o autor encontrou 979,86 $\mu\text{mol ESF g}^{-1}$ (FRAP), 631,90 $\mu\text{mol TE g}^{-1}$ (ABTS), 1443,33 $\mu\text{mol TE g}^{-1}$ (DPPH). Contudo, ainda nota-se que na extração ocorreram diferenças significativas conforme o método utilizado, pois cada um mede de maneira diferente.

O processo de solubilização resulta na interação do soluto com o solvente. No processo de extração de compostos fenólicos com atividade antioxidante todos os solventes utilizados apresentam característica polar, assim tendo uma eficiência na extração dos compostos de interesse da *Pereskia aculeata* Miller (MARTINS, 2013). A solução de HCl 0,01 mol apresentou maior destaque nos métodos utilizados, pois ao acidificar os solventes, há um maior poder de extração pelo fato da desnaturação da membrana celular da planta. Outro fator é a concentração do solvente utilizada que

assim aumenta o rendimento da extração, bem como a presença de água que auxilia na extração devido sua polaridade (VIZZOTO, 2009).

Nota-se que os ensaios binários e ternários utilizando a solução de HCl 0,01 mol /L foram os que apresentaram o melhor ponto ótimo de extração, assim destacando-se nos quatros métodos realizados (figura 1) devido a interação sinérgica.

Segundo Novaes (2017) o R^2 é a percentagem de variação explicada, quanto mais próximo de 1, melhor é o ajuste do modelo às respostas observadas. Esse coeficiente é uma medida que o modelo ajusta para se aproximar dos dados experimentais, assim, percebe-se que o modelo foi satisfatório para explicar o coeficiente de sinergia entre os solventes extratores (Tabela 3), uma vez que os valores de R^2 obtidos são iguais ou muito próximos a 1.

Devido a ora-pro-nobis apresentar compostos fenólicos como o ácido p-cumárico, ácido clorogênico, entre outros ácidos a combinação entre os três solventes foi a ideal, devido a uma maior afinidade entre as moléculas (SOUZA,2014). Assim, atingindo o ponto ótimo da extração e combinação dos solventes geradas pelo *simplex centroide*.

Após a avaliação das superfície de resposta e coeficientes de regressão obtidos para cada uma das funções-resposta (y_1 = Compostos fenólicos, y_2 = DPPH, y_3 = ABTS e y_4 =FRAP) foi determinado, pela técnica da desejabilidade, a melhor combinação de solventes responsável pela máxima extração dos compostos fenólicos e com atividade antioxidante. Observou-se que apesar de alguns solventes puros não terem tanta eficiência sozinhos, a combinação ternária apresentou melhor condição de extração para as respostas investigadas. A melhor combinação de solventes foi obtida quando $X_1=0,225$ (22,5% de etanol), $X_2 = 0,25$ (25% de acetona) e $X_3=0,525$ (52,5 % de HCl 0,01 M).

Após a realização da otimização dos solventes para a farinha liofilizada, obteve-se a melhor combinação dos solventes extrator, que foram etanol 22,5%, acetona 25% e solução de HCl 52,5 %. Com essa combinação dos solventes podemos minimizar os impactos ambientais que são gerados na relação de solvente e amostra e sendo o mais importante a combinação mais eficiente, extraindo mais os compostos fenólicos com atividade antioxidante.

3.3 Validação do modelo matemático

A condição otimizada de extração foi realizada no laboratório para validação do modelo (resultados reais) e comparados com os resultados estimados pelos modelos (resultados preditos) (Tabela 4).

Ao analisar os dados estimados com o valor real percebeu-se que o valor encontrado foi maior do que o calculado. Ao aplicar o teste *t-student* com um nível de significância de $p > 0,05$, notou-se que para os compostos fenólicos não ocorreu diferença significativa, se ajustando ao valor teórico. Contudo, para DPPH, ABTS e FRAP apresentou diferença significativa.

Para tal diferença, DPPH e ABTS apresentaram uma maior quantidade dos compostos antioxidantes quando comparado com o valor teórico. Já para a análise de FRAP foi obtido um valor superior isso indica que a amostra apresenta uma boa ação antioxidante, sendo muito relevante ao estudo.

3.4 Teor de compostos fenólicos e antioxidantes em folhas de ora-pro-nobis in natura, liofilizadas e secas em estufa

De acordo com a tabela 5 foi possível observar que houve uma diferença significativa entre as amostras de compostos fenólicos dentre os diferentes tipos de secagem a que mais preservou compostos fenólicos foi a farinha liofilizada quando comparada com a seca em estufa, logo a folha in natura ficou intermediária entre as

farinhas devido a sua composição não estar concentrada. O mesmo pode ser observado para a análise de quantificação de compostos antioxidantes por meio de DPPH e ABTS, no qual teve uma diferença significativa entre as farinhas. Pra FRAP foi a que mais gerou diferença entre s resultados sendo que a melhor condição de concentração de amostra foi a liofilizada.

Percebe-se que nas folhas liofilizadas encontra-se a maior quantidade de compostos fenólicos com atividade antioxidante, isso se dá pelo fato que o método empregado não utiliza-se aquecimento, em consideração as folhas secas em estufa, assim não tendo uma degradação dos compostos de interesse no preparo das amostras (SANTOS, 2014; MACHADO, NASCIMENTO *et al.* 2014).

4 CONCLUSÃO

Conclui-se que o modelo matemático proposto gerou resultados satisfatórios apesar de não ter sido validado. A melhor combinação dos solventes foi a ternaria que se obteve melhores resultados devido a afinidade entre os compostos. Dos processos de secagem aplicados para a obtenção da farinha que mais preservou os compostos biativos foi o processo de liofilização. Contudo, a farinha seca em estufa e folha in natura apresentam resultados significativos de compostos, sendo uma PANC de bastante interesse para o âmbito industrial.

5 LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Proporção dos componentes utilizados para a mistura dos solventes, média e desvio padrão dos resultados encontrados para cada mistura utilizada.

Proporção do componente*				Média dos valores e desvio padrão			
(Variável codificada)							
Ensaio	x1	x2	x3	Compostos fenólicos (mmol EAG/ g de amostra)**	DPPH (mmol ET/g de amostra)*	ABTS (mmol ET/g de amostra)*	FRAP (µmo de ET/ g de amostra)*
	X1	1,00	0,00	0,00	94,78±0,48	3,17±0,02	2,69±2,28
X2	0,00	1,00	0,00	98,83±0,42	1,72±0,06	3,48±0,03	763,61±4,78
X3	0,00	0,00	1,00	359,80±0,48	7,06±0,06	26,07±0,1	1033,96±3,14
X1+X2	0,50	0,50	0,00	90,02±0,64	3,34±0,07	5,17±0,08	890,50±3,14
X1+X2	0,50	0,00	0,50	365,55±0,24	7,58±0,05	22,58±0,08	920,99± 5,45
X1+X3	0,00	0,50	0,50	348,18±0,48	6,32±0,02	18,83±0,08	1112,28±1,81
X1+X2+X3	0,33	0,33	0,33	384,63±0,24	7,16±0,05	21,47±0,08	1233,56±3,13
X1+X2+X3	0,33	0,33	0,33	385,15±0,42	7,17±0,05	21,45±0,06	1235,83±3,62
X1+X2+X3	0,33	0,33	0,33	384,91± 0,24	7,16±0,06	21,50±0,05	1242,96±5,43

** (EAG = equivalente a ácido gálico)

*(ET= equivalente a Trolox)

Tabela 2: Coeficientes de regressão dos modelos matemáticos ajustados às funções-resposta.

Funções-resposta

Coefficientes	y1	y2	y3	y4
β_1	94,78*	3,17*	2,69*	900,97*
β_2	98,83*	1,71*	3,48*	763,61*
β_3	359,8*	7,05*	26,06*	1033,96*
β_{12}	-27,16*	3,59*	8,32*	232,84*
β_{13}	553*	9,84*	32,78*	-185,89*
β_{23}	475,46*	7,71*	16,24*	853,96*
β_{123}	2407,5*	22,35*	117,61*	6421,53*
R²	1	1	1	0,9998

$$y = \beta_1 \cdot X_1 + \beta_2 \cdot X_2 + \beta_3 \cdot X_3 + \beta_{1,2} \cdot X_1 \cdot X_2 (\dots)$$

*Significativo a nível de 5%.

y1: Compostos fenólicos y2: DPPH y3: ABTS y4: FRAP

β_1 = etanol β_2 = acetona β_3 = solução HCl 0,01mol/L

Tabela 3: Tabela da composição química das folhas in natura e as farinhas de ora-pro-nobis.

Composição centesimal (g/100g b.s.)	Folha in natura	Farinha Liofilizada	Farinha seca em estufa
Umidade	85,3±0,38 ^a	6,1±0,16 ^b	5,9±0,07 ^c
Proteína	13,1 ±0,2 ^a	16,6±0,60 ^b	16,4±0,87 ^c
Lipídios	11,2±0,5 ^a	13,87±1,4 ^b	24,0±2,2 ^c
Cinzas	21,2±0,22 ^a	20,52±0,18 ^b	24,4±0,05 ^c
Carboidrato	54,5±0,5 ^a	49,0±3,2 ^b	35,2±0,57 ^c

*Teste de Tukey com nível de significância de p>0,05.

Tabela 4: Valores estimados calculados e o valor real obtido, e aplicado o teste *t-student* com o nível de significância de p>0,05.

	Compostos Fenólicos (mmol EAG/ g de amostra)**	DPPH (mmol ET/g de amostra)*	ABTS (mmol ET/g de amostra)*	FRAP (μ mol ET/g de amostra)*
Valor predito pelo modelo	432,22 ^a	7,87 ^a	25,10 ^a	1229,31 ^a
Valor real	435,215±0,84 ^a	8,39±0,02 ^b	25,51±0,01 ^b	1666,17±2,69 ^b

** (EAG = equivalente a ácido gálico)

*(ET= equivalente a Trolox)

Tabela 5: Média dos compostos fenólicos com capacidade antioxidante, com o resultado da ANOVA e o Teste de Tukey.

Quantidade de Compostos Extraídos na Otimização (Etanol- 0,225/Acetona -0,25/ Solução HCl 0,01M -0,525)			
Compostos Fenólicos (mmol EAG/ g de	DPPH (mmol ET/g de amostra)*	ABTS (mmol ET/g de amostra)*	FRAP (μ mol ET/g de amostra)*

	amostra)**			
Farinha Liofilizada	435,21±0,84 ^a	8,39±0,02 ^a	25,51±0,01 ^a	1666,17±2,69 ^a
Farinha Seca em Estufa	47,36±0,07 ^b	0,69±0,001 ^b	5,06±0,007 ^b	339,73±0,17 ^b
Folha <i>in Natura</i>	103,76±0,09 ^c	3,54±0,01 ^c	24,13±0,1 ^c	1272,97±1,22 ^c

** (EAG = equivalente a ácido gálico) *(ET= equivalente a Trolox)

6 LISTA DE FIGURAS

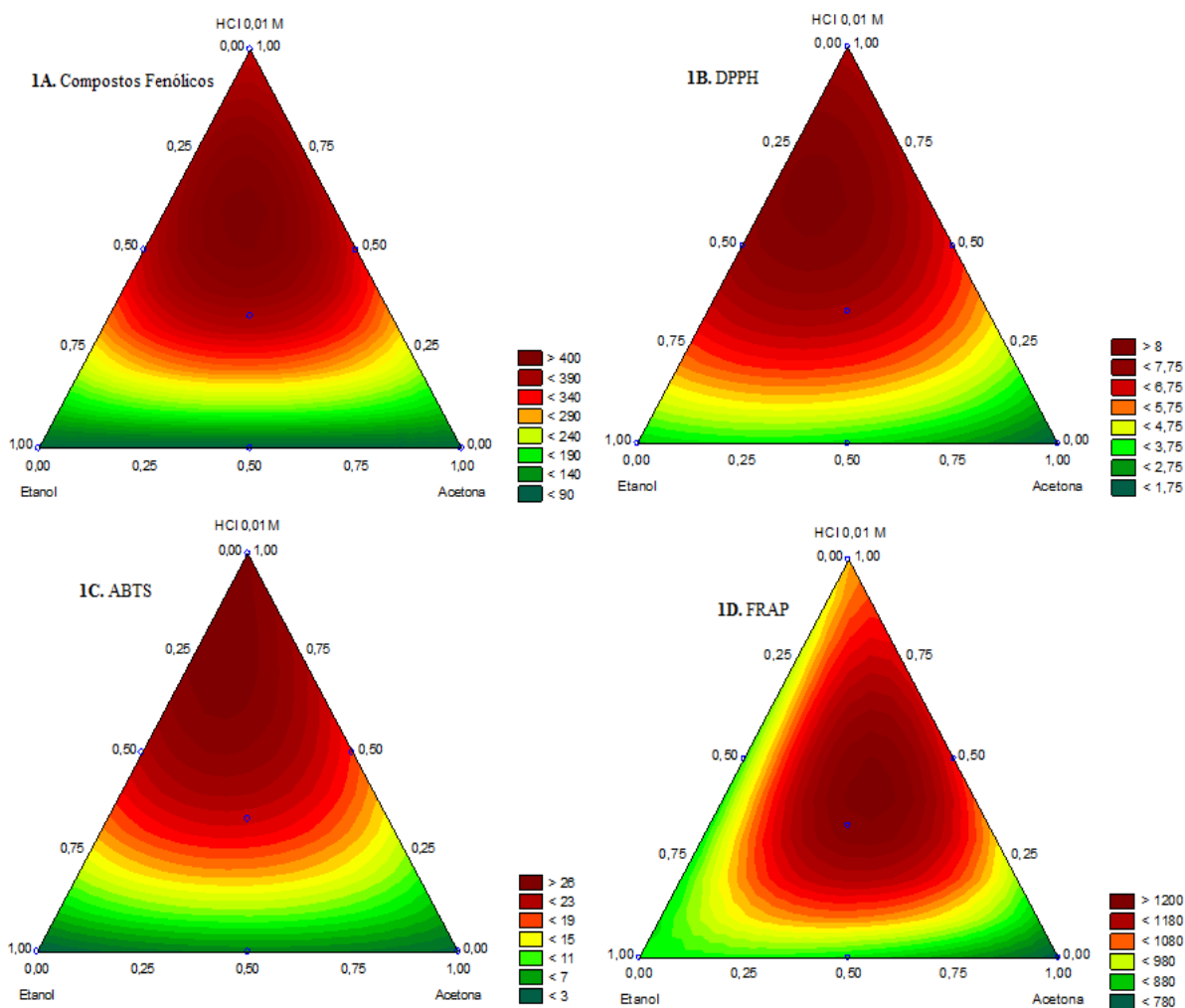


Figura 1: Superfície de resposta, com os solventes etanol, acetona e solução de HCl 0,01 M, aplicada as metodologia de extração e determinação de compostos fenólicos e antioxidantes por meio dos métodos DPPH, ABTS e FRAP.

7 REFERÊNCIAS

- ACHKAR, M. T.; NOVAES, G. M.; SILVA, M. J. D.; VILEGAS, W.. Propriedade antioxidante de compostos fenólicos: importância na dieta e na conservação de alimentos. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Três Corações, v. 11, n. 2, p. 398-406, ago./dez. 2013.
- AGOSTINI-COSTA, T. S.; WONDRACECK, D. C.; ROCHA, W. S.; SILVA, D. B.. Carotenoids profile and total polyphenols in fruits of *Pereskia aculeata* Miller. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal –SP, v. 34, n. 1, p. 234-238, março/2012.
- ANGELO, P. M.; JORGE, N.; Compostos fenólicos em alimentos - uma breve revisão. In: **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, vol. 66, 2007, São Paulo.
- ALMEIDA, M. E. F.; JUNQUEIRA, A. M. B.; SIMÃO, A. A.; CORRÊA, A. D.. Caracterização química das hortaliças não-convencionais conhecidas como ora-pro-nobis. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, p. 431-439, junho/2014.
- AUGUSTA, I. M.; NASCIMENTO, K. O.. **Avaliação do teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante de ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Mill.)**. 2013. Departamento de Tecnologia de Alimentos/IT, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica – RJ.
- BRASIL. **Cartilha do manual de hortaliças não-convencionais** . Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. Brasília : Mapa/ACS, 2010.
- CASAGRANDE, R.; GEORGETTI, S.R.; VERRI, W.A., JR; BORIN, M.F.; LOPEZ, R.F.V.; FONSECA, M.J.V. *In vitro* evaluation of quercetin cutaneous absorption from topical formulations and its functional stability by antioxidant activity. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 328, p. 183-190, 2007.
- HUNG, P.V.; MAEDA, T.; MIYATAKE, K.; MORITA.; Total phenolic compounds and antioxidant capacity of wheat graded flours by polishing method. **Food Research International**, 42, 185-190, 2009.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.
- JADHAV, D.; REKHA, B. N.; GOGATE, P. R.; RATHOD, V. K. Extraction of vanillin from vanilla pods: a comparison study of conventional soxhlet and ultrasound assisted extraction. **Journal of Food Engineering**, vol. 93, n. 4, p. 421–426, 2009.
- MACHADO, L.M.M., NASCIMENTO R. e ROSA G.S. **Impacto do processo de secagem no conteúdo de compostos bioativos presentes nas folhas de oliveira (*Olea europaea*)**. XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química, Florianópolis- SC, 2014.
- MEREGALLI, M. M.. **Estudo comparativo de diferentes métodos de extração de compostos bioativos da casca do araçá-vermelho (*psidium cattleianum* sabine)**. Erechim, RS – Brasil janeiro de 2017. Disponível:

<http://www.uricer.edu.br/cursos/arq_trabalhos_usuario/3425.pdf>. Acesso em: 10/11/2018.

OLIVEIRA, D. C. S.; WOBETO, C.; ZANUZO, M. R.; SEVERGNINI, C..
Composição mineral e teor de ácido ascórbico nas folhas de quatro espécies olerícolas não-convencionais. **Horticultura Brasileira**, 2013.

TELLES, C. C.; MATOS, J. M. M.; MADEIRA, N. R.. **Espécies Nativas da Flora Brasileira de Valor Econômico Atual ou Potencial: Plantas para o Futuro - Região Centro-Oeste**. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade; Roberto Fontes Vieira (Ed.). Julcéia Camillo (Ed.). Lidio Coradin (Ed.). – Brasília, DF: MMA, 2015.

TRENNEPOHL, B. I. **Caracterização físico-química, atividade antioxidante e atividades biológicas da espécie *Pereskia aculeata* Mill.**, 2016. Dissertação: (Mestrado em Alimentação e Nutrição) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba- PR, 2016.

RAMOS, A. F. G.. **Extração e determinação da atividade antioxidante de produtos naturais**. Covilhã, Junho de 2011. Disponível em: <<https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/2479/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20para%20obten%C3%A7%C3%A3o%20do%20Grau%20de%20Mestre%20em%20Qu%C3%ADmica%20Industrial.pdf>>. Acesso em: 10/11/2018.

ROCHA, D. R. C.; PEREIRA JÚNIOR, G. A.; VIEIRA, G.; PANTOJA, L.; SANTOS, A. S.; PINTO, N. A. V. D. Noodles added of ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Miller) dehydrated. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.19, n.4, p. 459-465, outubro/dezembro/2008.

SÁNCHEZ-GONZALEZ, I.; JIMÉNEZ-ESCRIG, A.; SAURA-CALIXTO, F. *In vitro* antioxidant activity of coffees brewed using different procedures (italian, espresso and filter). **Food Chemistry**, v.90, p.133-139, 2005.

SANTOS, L. S.; QUEIROZ, C. R. A. A.; ANDRADE, R. R.; MELO, C. M. T. Chemical analysis of leaves from cactus genus *Pereskia*. **Revista Agrarian** v.8, n.30, p.343-350, Dourados, 2015

SILVA, C. ; GARCIA, V. A. S.; FRANCISCATO, L. M. S. S.. Ultrasound assisted extraction of bioactive compounds from litchia peels (*Litchi chinensis* Sonn.). **Exact and Natural Sciences Center**, vol. 18, nº 1, janeiro/junho/2016.

SILVA, M. L. C.; COSTA, R. S.; SANTANA, A. S.; KOBLITZ, M. G. B.. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 669-682, julho/setembro/2010.

SOARES, P.K; **Planejamento quimométrico para otimização do solvente extrator e análise exploratória da impressão digital cromatográfica da *Erythrina speciosa* Andrews**,2010. p.240. Tese (Doutorado em Ciências)- Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, 2010.

SOUZA, T. C. L.. **Perfil de compostos fenólicos extraídos de folhas de ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata miller*)**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.

VARGAS, A. G.. **Influência da sazonalidade na composição química e nas atividades antioxidante e antimicrobiana das folhas de ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Miller)**, Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, 2017.

9 Sobre a Revista

A **Food Science and Technology** (Campinas) publica artigos científicos na área. Os trabalhos devem ser apresentados em inglês, escritos com texto claro e conciso, devendo observar as disposições normativas relacionadas neste documento.

Política editorial

A Food Science and Technology (Campinas) aceita submissões de artigos que contenham resultados de pesquisa original e adota a política de revisão por pares, anônima.

A Rejeição de artigos pode ser feita pelo Editor Chefe, Editor Adjunto e pelos Editores associados.

O aceite dos trabalhos depende do parecer de pelo menos dois revisores indicados pela Comissão Editorial. Os pareceres dos revisores serão encaminhados aos autores para que verifiquem as sugestões e procedam às modificações que se fizerem necessárias. Em caso de discordância, a decisão final caberá ao Editor responsável pelo artigo ou, se este considerar necessário, outro revisor será consultado e os três pareceres serão analisados pela Diretoria de Publicações da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia - sbCTA, que tomará a decisão final.

Os trabalhos aceitos serão publicados na versão on-line da Revista e no SciELO, dentro um prazo médio de doze meses.

Autoria

A autoria deve ser limitada a aqueles que participaram e contribuíram substancialmente para o desenvolvimento do trabalho.

O autor para correspondência deve ter obtido permissão de todos os autores para realizar a submissão do artigo e para realizar qualquer alteração na autoria do mesmo.

Termo de concordância e cessão de direitos de reprodução gráfica

O autor para correspondência deverá assinar e encaminhar à Diretoria de Publicações da sbCTA o em nome de todos os autores. Assinando o Termo de Concordância e Cessão de Direitos de Reprodução Gráfica, os autores concordam com o seguinte, descrito no Termo:

- Que o trabalho não foi submetido para avaliação por outra publicação de mesma finalidade;
- A submissão do trabalho e a nomeação do autor para correspondência indicado;
- A cessão do direito de reprodução gráfica para a sbCTA, caso o trabalho seja aceito para publicação.

Conteúdo da publicação

Artigos originais

O trabalho deve apresentar o resultado claro e sucinto de pesquisa realizada com respaldo do método científico.

Artigos de revisão

O trabalho deve apresentar um overview relativo à temática desta revista, normalmente com foco em literatura publicada nos últimos cinco anos.

Trabalhos envolvendo humanos

Quando houver apresentação de resultados de pesquisas envolvendo seres humanos, citar o número do processo de aprovação do projeto por um Comitê de Ética em Pesquisa, conforme Resolução nº 196/96, de 10 de outubro de 1996 do Conselho Nacional de Saúde.

Formatação dos manuscritos

A checagem das informações e a formatação do manuscrito são de responsabilidade dos autores. Artigos originais não podem exceder 16 páginas (excluindo referências). O manuscrito deve ser digitado em espaçamento duplo, em uma única coluna justificada, com margens de 2,5 cm. Linhas e páginas devem estar numeradas sequencialmente. (Verifique também o item Formatos de arquivo ao final deste documento).

Primeira página

A primeira página do manuscrito submetido deve conter obrigatoriamente as seguintes informações, nesta ordem:

- Relevância do trabalho: breve texto de no máximo 100 palavras que descreva sucintamente a relevância do trabalho;
- Títulos do trabalho:

- a) Título em inglês;
- b) Título para cabeçalho (6 palavras no máximo).

Página de autoria

A página de autoria do manuscrito deverá conter as seguintes informações:

- Nome completo e e-mail de todos os autores;
- Nomes abreviados de todos os autores para citação (ex.: nome completo: José Antonio da Silva; nome abreviado: Silva, J. A.);

- Informação do autor para correspondência (indicar o nome completo, endereço postal completo, números de telefone e FAX, e endereço de e-mail do autor para correspondência);
- Nome das instituições onde o trabalho foi desenvolvido, sendo: nome completo da instituição (obrigatório), unidade (opcional), departamento (opcional), cidade (obrigatório), estado (obrigatório) e país (obrigatório).

Página de Abstract e Keywords

Abstract

O abstract deve:

- Estar apenas em inglês;
- Estar em um único parágrafo de, no máximo, 200 palavras;
- Explicitar claramente o objetivo principal do trabalho;
- Delinear as principais conclusões da pesquisa;
- Se aplicável, indicar materiais, métodos e resultados;
- Sumarizar as conclusões;
- Não usar abreviações e siglas.

O Abstract não devem conter:

- Notas de rodapé;
- Dados e valores estatísticos significativos;
- Referências bibliográficas.

Practical Application

Texto curto, com no máximo 85 caracteres, apontando as inovações e pontos importantes do trabalho. O *Practical Application* será publicado.

Keywords e palavras-chave

O artigo deve conter no mínimo três(3) e no máximo seis(6) Keywords. Keywords devem estar somente em inglês. Para compor o Keywords de seu artigo, evite a utilização de termos já utilizados no título.

Páginas de Texto

O trabalho deverá ser dividido nas seguintes partes. As partes devem ser numeradas na seguinte ordem:

- Introdução;
- Material e métodos, que deve incluir delineamento experimental e forma de análise estatística dos dados;
- Resultados e discussão (podem ser separados);
- Conclusões;
- Referências bibliográficas;

- Agradecimentos (opcional).

No texto:

- Abreviações, siglas e símbolos devem ser claramente definidos na primeira ocorrência;
- Notas de rodapé não são permitidas;
- Títulos e subtítulos são recomendados, sempre que necessários, mas devem ser utilizados com critério, sem prejudicar a clareza do texto. Títulos e subtítulos devem ser numerados, respeitando a ordem em que aparecem;
- Equações devem ser geradas por programas apropriados e identificadas no texto com algarismos arábicos entre parêntesis, na ordem que aparecem. Elas devem ser citadas no corpo do texto em formato editável e devem estar em posição indicada pelo autor. Por favor, não envie imagens de equações em hipótese alguma. Equações enviadas separadamente não serão aceitas, serão consideradas apenas as equações contidas no texto.

Tabelas, Figuras e Quadros

Tabelas, Figuras e Quadros devem formar um conjunto de no máximo sete elementos. Devem ser numerados com numerais arábicos, seguindo-se a ordem em que são citados. No Manuscrito.pdf - versão para avaliação - e no Manuscrito.doc - versão para produção -, tabelas, equações, figuras e quadros devem ser inseridos no texto completo e na posição preferida pelo autor e que também proporcione o melhor fluxo de leitura. Veja abaixo os detalhes para o envio desses itens na versão para produção.

Figuras e quadros (versão para produção)

Figuras e Quadros devem ser citados no corpo do texto, em posição que proporcione o melhor fluxo de leitura, e ordenados numericamente, utilizando-se numerais arábicos; as respectivas legendas devem ser enviadas no texto principal de acordo com a indicação do autor. Ao enviar figuras com fotos ou micrografias certifique-se que essas sejam escaneadas em alta resolução, para que cada imagem fique com no mínimo mil pixels de largura. Todas as fotos devem ser acompanhadas do nome do autor, pessoa física. Para representar fichas, esquemas ou fluxogramas devem ser utilizados Quadros.

Tabelas (versão para produção)

As tabelas devem ser citadas no corpo do texto e numeradas com algarismos arábicos. Devem estar inseridas no corpo do texto em posição indicada pelo autor. Tabelas enviadas separadamente não serão aceitas, serão consideradas apenas as tabelas contidas no texto. As tabelas devem ser elaboradas utilizando-se o recurso Tabela do programa Microsoft Word 2007 ou posterior; não devem ser importadas do Excel ou Powerpoint e devem:

- Ter legenda com título da Tabela;
- Ser auto-explicativa;
- Ter o número de algarismos significativos definidos com critério estatístico que leve em conta o algarismo significativo do desvio padrão;

- Ser em número reduzido para criar um texto consistente, de leitura fácil e contínua;
- Apresentar dados que não sejam apresentados na forma de gráfico;
- Utilizar o formato mais simples possível, não sendo permitido uso de sombreamento, cores ou linhas verticais e diagonais;
- Utilizar somente letras minúsculas sobrescritas para indicar notas de rodapé que informem abreviações, unidades etc. Demarcar primeiramente as colunas e depois as linhas e seguir essa mesma ordem no rodapé.

Nomes proprietários

Matérias-primas, equipamentos especializados e programas de computador utilizados deverão ter sua origem (marca, modelo, cidade, país) especificada.

Unidades de medida

- Todas as unidades devem estar de acordo com o Sistema Internacional de Unidades (SI);
Temperaturas devem ser descritas em graus Celsius.

Referências bibliográficas

Citações no texto

As citações bibliográficas inseridas no texto devem ser feitas de acordo com o sistema "Autor Data". Por exemplo, citação com um autor: Sayers (1970) ou (Sayers, 1970); com dois autores: Moraes & Furuie (2010) ou (Moraes & Furuie, 2010); e acima de dois autores apresenta-se o primeiro autor seguido da expressão "et al.". Nos casos de citação de autor entidade, cita-se o nome dela por extenso.

Lista de referências

A revista **Food Science and Technology (CTA)** adota o estilo de citações e referências bibliográficas da American Psychological Association - APA. A norma completa e os tutoriais podem ser obtidos no link .

A lista de referências deve ser elaborada primeiro em ordem alfabética e em seguida em ordem cronológica, se necessário. Múltiplas referências do mesmo autor no mesmo ano devem ser identificadas por letras "a", "b", "c" etc. apostas ao ano da publicação.

Artigos em preparação ou submetidos à avaliação não devem ser incluídos nas referências. Os nomes de todos os autores deverão ser listados nas referências, portanto não é permitido o uso da expressão "et al." .

Segundo determinação da Diretoria de Publicações da sbCTA, os artigos aceitos cujas referências bibliográficas estejam fora do padrão determinado ou com informações incompletas **NÃO SERÃO PUBLICADOS** até que os autores adequem as referências às normas.

Exemplos de referências

Livro

Baccan, N., Aleixo, L. M., Stein, E., & Godinho, O. E. S. (1995). *Introdução à semimicroanálise qualitativa* (6. ed.). Campinas: EduCamp. Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. (2006). Tabela brasileira de composição de alimentos - TACO (versão 2, 2. ed.). Campinas: UNICAMP/NEPA.

Capítulo de livro
Sgarbieri, V. C. (1987). Composição e valor nutritivo do feijão *Phaseolus vulgaris* L. In E. A. Bulisani (Ed.), *Feijão: fatores de produção e qualidade* (cap. 5; p. 257-326). Campinas: Fundação Cargill.

Artigo de periódico
Versantvoort, C. H., Oomen, A. G., Van de Kamp, E., Rompelberg, C. J., & Sips, A. J. (2005). Applicability of an in vitro digestion model in assessing the bioaccessibility of mycotoxins from food. *Food and Chemical Toxicology*, 43(1), 31-40. Sillick, T. J., & Schutte, N. S. (2006). Emotional intelligence and self-esteem mediate between perceived early parental love and adult happiness. *E-Journal of Applied Psychology*, 2(2), 38-48. Retrieved from <http://ojs.lib.swin.edu.au/index.php/ejap>

Trabalhos em meio eletrônico
Richardson, M. L. (2000). *Approaches to differential diagnosis in musculoskeletal imaging*(version 2.0). Seattle: University of Washington, School of Medicine. Retrieved from

Legislação

Brasil, Ministério da Educação e Cultura. (2010). *Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências (Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010)*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil.

Teses e dissertações
Fazio, M. L. S. (2006). *Qualidade microbiológica e ocorrência de leveduras em polpas congeladas de frutas* (Dissertação de mestrado). Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto.

Eventos

Sutopo, W., Nur Bahagia, S., Cakravastia, A., & Arisamadhi, T. M. A. (2008). A Buffer stock Model to Stabilizing Price of Commodity under Limited Time of Supply and Continuous Consumption. In *Proceedings of The 9th Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference (APIEMS)*, Bali, Indonesia.

Formatos de arquivo

O texto principal do manuscrito deve ser submetido da seguinte forma:

Manuscrito.pdf: versão para avaliação

- Formato .pdf;

- Fonte Times New Roman, tamanho 12;
- Espaçamento duplo entre linhas;
- Texto completo do manuscrito (no máximo 16 páginas);
- Figuras, quadros e tabelas com suas respectivas legendas devem ser submetidos junto ao texto completo e nas posições preferidas pelo autor;
- Linhas e páginas devem ser numeradas sequencialmente;
- Deve ter a folha de rosto excluída;
- Deve ter os nomes dos autores e instituições removidos da página de título;
- Deve ser nomeado manuscritoavaliacao.pdf.

Manuscrito.doc: versão para produção

- Formato Microsoft Word® 2007 ou posterior;
- Fonte Times New Roman, tamanho 12;
- Espaçamento duplo entre linhas;
- Figuras, quadros, tabelas, equações e suas respectivas legendas devem ser incorporadas no Texto do Manuscrito nas posições indicadas pelo autor;
- Linhas e páginas devem ser numeradas sequencialmente;
- Deve ter a folha de rosto em arquivo separado;
- Deve ter os nomes dos autores e instituições na primeira página;
- Deve ser nomeado manuscritoproducao.doc

Após conferir a formatação e ter preparado os arquivos de acordo com as recomendações, siga para a etapa de Submissão On-line (Veja abaixo).

Link:

Taxa de submissão

A Food Science and Technology (CTA) cobrará taxa de publicação dos artigos aceitos de acordo com os seguintes critérios:

- USD 270.00 - De autores não associados à sbCTA;
- USD 200.00 - Se ao menos um autor for associado da sbCTA e estiver quite com a anuidade;
- USD 180.00 - Se ao menos dois autores forem associados da sbCTA e estiverem quites com a anuidade;
- USD 160.00 - Se ao menos três autores forem associados da sbCTA e estiverem quites com a anuidade;
- USD 140.00 - Se ao menos quatro autores forem associados da sbCTA e estiverem quites com a anuidade.

O processo de publicação do artigo só terá início após o pagamento da taxa de publicação que se dará de duas formas e sempre para o email do autor que realizou a submissão:

- Autor no Brasil: através de boleto bancário enviado por e-mail.

- Autor no exterior: através do site de pagamentos PayPal enviado por e-mail. Temos também a opção para pagamento através de cartão de crédito.

Revisão do inglês

Os trabalhos devem ser apresentados em inglês, com carta de comprovação de revisão assinada por especialista no idioma inglês (brasileiro ou estrangeiro). Todas as revisões de inglês devem ser acompanhadas de uma carta detalhando as alterações feitas no documento original.

Antes de realizar a submissão on-line, o autor para correspondência deverá preencher e assinar o Termo de Concordância e Cessão de Direitos de Reprodução Gráfica.

Encaminhar o termo para o e-mail . O processo de avaliação não se inicia até que o Termo de Concordância e Cessão de Direitos de Reprodução Gráfica seja recebido.