

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LILIAN MITSUKO TANIKAWA

EFEITOS DA DESIDRATAÇÃO EM ESTUFA E DA LIOFILIZAÇÃO NA  
COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL, COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE  
ANTIOXIDANTE NAS PARTES VEGETATIVAS DA *RUMEX OBTUSIFOLIUS* L.

CURITIBA

2021

LILIAN MITSUKO TANIKAWA

EFEITOS DA DESIDRATAÇÃO EM ESTUFA E DA LIOFILIZAÇÃO NA  
COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL, COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE  
ANTIOXIDANTE NAS PARTES VEGETATIVAS DA *RUMEX OBTUSIFOLIUS L.*

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Alimentação e Nutrição, Setor de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Alimentação e Nutrição.

Orientadora: Prof. Dr<sup>a</sup>. Sila Mary Rodrigues  
Ferreira

Coorientador: Prof. Dr. Obdulio Gomes Miguel

CURITIBA

2021

Tanikawa, Lilian Mitsuko

Efeitos da desidratação em estufa e da liofilização na composição nutricional, compostos bioativos e atividade antioxidante nas partes vegetativas da *Rumex obtusifolius* L. [recurso eletrônico] / Lilian Mitsuko Tanikawa – Curitiba, 2021.

1 arquivo (79 p.):PDF

Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Alimentação e Nutrição. Setor de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Paraná, 2021.

Orientadora: Profa. Dra. Sila Mary Rodrigues Ferreira

Coorientador: Prof. Dr. Obdulio Gomes Miguel

1. Plantas. 2. *Rumex*. 3. Alimentos. 4. Desidratação. 5. Compostos fenólicos.  
6. Minerais. I. Ferreira, Sila Mary Rodrigues. II. Miguel, Obdulio Gomes.  
III. Universidade Federal do Paraná. IV. Título.

CDD 641.303



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ALIMENTAÇÃO E  
NUTRIÇÃO - 40001016074P7

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **LILIAN MITSUKO TANIKAWA** intitulada: *Efeitos da desidratação em estufa e da liofilização na composição nutricional, compostos bioativos e atividade antioxidante nas partes vegetativas da *Rumex obtusifolius* L., sob orientação da Profa. Dra. SILA MARY RODRIGUES FERREIRA*, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestra está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 27 de Agosto de 2021.

Assinatura Eletrônica

08/10/2021 10:11:16.0

SILA MARY RODRIGUES FERREIRA

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

04/10/2021 14:06:37.0

HELAYNE APARECIDA MAIEVES

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS)

Assinatura Eletrônica

04/10/2021 17:26:14.0

EVANDRO LEITE DE SOUZA

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA/JOÃO PESSOA)

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente e sempre, a Deus, por guiar e conduzir todos os meus caminhos. De maneiras inexplicáveis, tudo aconteceu conforme a vontade Dele!

Meu amor, Carlos, meu companheiro de todos os momentos e meu maior apoiador e incentivador nessa jornada. Por compreender minhas ausências, meu cansaço e nervosismo. Por me abraçar e estar ao meu lado em todos os momentos da vida e do mestrado, da coleta da planta até o ponto final da dissertação.

Minha filha, Gabrielle, que do jeitinho dela me apoiava e me incentivava, mas ao mesmo tempo pedia e queria minha atenção. Entre aulas de matemática e história online da escola, em meio a uma pandemia que mudou a vida de todos, a leitura de artigos e escrita da dissertação acontecia.

Aos meus pais, Milian e Carlos, minha irmã Carla, meu cunhado Marlon e meu sobrinho Dudu, que estiveram ao meu lado, por me incentivarem e me apoiarem em todos os momentos.

A minha orientadora, prof.<sup>a</sup> Sila, por toda paciência, explicações, aulas e conversas sobre como escrever, como fazer, por onde seguir. Por ser exemplo, por me incentivar a continuar, por acreditar que eu poderia fazer. Por todo suporte nesses dois anos, eu agradeço e sigo na certeza de que é minha referência como professora e pesquisadora.

Ao meu coorientador, prof. Obdulio, por me ensinar, por me mostrar um pedaço do vasto mundo dos fitoquímicos e todos os desafios para extração dos compostos. Os resultados ficarão para um próximo trabalho, mas serão motivo de pesquisa futura.

Ao técnico de laboratório do Departamento de Nutrição/PPGAN, Jair José de Lima, que sem o conhecimento, experiência e todo o apoio durante todas as análises, não conseguiria chegar aos resultados. Obrigada pela paciência, por explicar tão cuidadosamente e por ser profissional exemplar e referência para todos que passam por aqui.

Aos meus amigos do laboratório, que me acolheram desde o primeiro momento, sem saber o que estava por vir! Foram tantas dúvidas, perguntas, análises, almoços no RU, encontros que ficaram só no planejamento. Amizade e companheirismo essenciais para a conclusão do mestrado e para a vida. Sem vocês, com certeza não conseguiria também. A Suelen, amiga, professora, pesquisadora e

de uma paciência e conhecimento imensuráveis! Obrigada por me ensinar, por fazer comigo, por todo apoio e incentivo, mesmo quando os números pareciam me engolir. Ao Alisson, que tantas vezes teve que me mostrar cada detalhe, tirar tantas dúvidas, mas tudo só reforça o excelente profissional e professor que é! A Eloyse, amiga de antes do mestrado, mas que esse tempo veio para fortalecer e intensificar a nossa amizade. A Andressa, que com seu jeitinho meigo e calmo, trouxe tranquilidade e incentivo para esse tempo. A Paula, que tanto me ensinou, no laboratório, na sala de aula (online) com os alunos, demonstrando todo amor à profissão e ao ofício de ensinar.

As minhas colegas da turma/2019, em especial Vanessa, Anna Roberta, Paola, Andressa, Amanda e Tainá. Muitas risadas e suporte nos momentos de crise, incentivando e mostrando que estávamos todas no mesmo barco. As meninas da comissão, Rayane e Giulia, que apesar de todas as atividades da pesquisa, assumimos algumas outras tarefas juntas e também nos apoiamos quando precisamos.

A todas as minhas amigas e amigos que me apoiaram, me ouviram, me deram forças e estiveram presentes durante essa caminhada.

A coordenação do Programa de Pós-Graduação em Alimentação e Nutrição, prof.<sup>a</sup> Claudia, prof.<sup>a</sup> Estela e secretária Ainoan que contribuíram para que todos os processos acontecessem em meio a pandemia. A todas as professoras e colaboradores que colaboraram para a minha formação.

Ao prof. Marco Tadeu Grassi e a doutoranda Mayara Padovan dos Santos, do Programa de Pós-Graduação em Química - PPGQ UFPR que contribuíram para a análise dos minerais da planta.

A banca da qualificação e da defesa, prof.<sup>a</sup> Helayne Aparecida Maieves, prof.<sup>a</sup>. Graciele Campelo Borges, prof. Evandro Leite de Souza e prof.<sup>a</sup> Renata Labronici Bertin pelas valiosas contribuições que enriqueceram o trabalho.

A Prefeitura Municipal de Pinhais/PR que proporcionou a licença para me dedicar ao mestrado e poder agregar a experiência vivida na prática profissional.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) pelo apoio financeiro e a Universidade Federal do Paraná pelo apoio para realização do mestrado.

*“A fé é a certeza de que vamos receber as coisas que esperamos e a prova de que existem coisas que não podemos ver”*

Hebreus 11:1

## RESUMO

*Rumex obtusifolius* L., mais conhecida como língua-de-vaca ou labaga, é uma planta alimentícia não convencional, consumida em regiões da Ásia, Europa e do Brasil. Por apresentar compostos bioativos, existem informações do uso na medicina popular. A folha é a parte usualmente consumida, no entanto, não há registro do consumo da raiz, caule e inflorescência. Para prolongar o tempo de conservação dos alimentos, métodos de desidratação em estufa ou em liofilizador podem ser empregados, entretanto podem modificar os compostos bioativos presentes. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da desidratação em estufa e em liofilizador sobre a composição nutricional, compostos bioativos e capacidade antioxidante das partes vegetativas (raiz, caule, folha e inflorescência) da *R. obtusifolius*. A amostra foi coletada no município de Ipiranga (PR), higienizada e separada as partes vegetativas: raiz, caule, folhas e inflorescência. Posteriormente, amostras das diferentes partes da planta foram desidratadas em estufa a 60° C por três dias e em liofilizador por sete dias. As análises envolveram a determinação da umidade, cinzas, proteínas, lipídios, minerais, fibras alimentares solúveis e insolúveis, (CFT), flavonoides totais (FT) e a capacidade antioxidante pelos ensaios de poder redutor do ferro (FRAP), captura dos radicais livres 2,2-diphenil-1-picril-hidrazil (DPPH) e 2,2-azinobis (3 - etilbenzotiazolina - 6 - ácido sulfônico) (ABTS) foram determinados antes e após a digestão *in vitro* das amostras. A umidade ficou abaixo de 10% para todas as partes das plantas, após a desidratação. Os teores de cinzas e proteínas da folha e fibras insolúveis do caule desidratado em estufa diferiram significativamente quando comparadas com as outras partes da planta. Os lipídios diferiram para a raiz liofilizada e as fibras solúveis para raiz desidratada. Cálcio, potássio, fósforo e sódio foram os minerais mais prevalentes encontrados na planta. Os compostos fenólicos totais e flavonoides totais se correlacionaram positivamente com a capacidade antioxidante e diferiram entre as partes da planta e o método de desidratação. Quando comparado com as amostras liofilizadas, *R. obtusifolius* L. desidratada em estufa apresentou os maiores valores de CFT e FT, FRAP, DPPH e ABTS para todas as partes da planta (inflorescência > raiz > folha > caule). Após a digestão *in vitro*, a fase gástrica apresentou maior biodisponibilidade dos compostos bioativos e atividade antioxidante em todas as partes da planta, exceto a inflorescência que apresentou maior concentração na amostra desidratada em estufa antes da digestão. Os resultados sugerem que a desidratação em estufa, método de menor custo e tempo, foi o melhor tratamento térmico para secagem das partes da *R. obtusifolius* contribuindo para a manutenção dos nutrientes, cor, compostos bioativos e antioxidantes. *R. obtusifolius* é uma planta alimentícia não convencional com potencial, devido à presença de nutrientes e biodisponibilidade de compostos bioativos, com alta capacidade antioxidante. Todas as partes da planta podem contribuir como um novo sistema alimentar a fim de gerar emprego e renda às comunidades tradicionais e agricultores familiares e promovendo a Soberania e Segurança Alimentar e Nutricional, como Direito Humano à Alimentação e Nutrição Adequadas.

Palavras-chave: língua-de-vaca; plantas alimentícias não convencionais; desidratação; compostos fenólicos totais; minerais.

## ABSTRACT

*Rumex obtusifolius* L., better known as broad leaf dock or labaga, is an unconventional food plant, consumed in regions of Asia, Europe and Brazil. Because it has bioactive compounds, there is information on their use in folk medicine. The leaf is the part usually consumed, however, there is no record of consumption of the root, stem and inflorescence. To prolong the shelf life of foods, dehydration methods in an oven or in a lyophilizer can be used, however they can modify the bioactive compounds present. Thus, this study aimed to evaluate the effects of dehydration in an oven and in a lyophilizer on the nutritional composition, bioactive compounds and antioxidant capacity of the vegetative parts (root, stem, leaf and inflorescence) of *R. obtusifolius*. The sample was collected in the municipality of Ipiranga (PR), sanitized and separated the vegetative parts: root, stem, leaves and inflorescence. Afterwards, samples of the different parts of the plant were dehydrated in an oven at 60°C and in a lyophilizer. The analyzes involved the determination of moisture, ash, proteins, lipids, minerals, soluble and insoluble dietary fibers, instrumental color and browning index. The content of total phenolic compounds (CFT), total flavonoids (TF) and antioxidant capacity by tests of reducing power of iron (FRAP), free radical capture 2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl (DPPH) and 2,2-azinobis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) were determined before and after the in vitro digestion of the samples. Humidity was below 10% for all parts of the plants, after dehydration. The contents of ash and leaf proteins and insoluble fibers of the kiln-dehydrated stem differed significantly when compared to the other parts of the plant. Lipids differed for freeze-dried root and soluble fiber for dehydrated root. Calcium, potassium, phosphorus and sodium were the most prevalent minerals found in the plant. Total phenolic compounds and total flavonoids correlated positively with antioxidant capacity and differed between plant parts and dehydration method. When compared to the freeze-dried samples, *R. obtusifolius* dried in an oven showed the highest values of CFT and FT, FRAP, DPPH and ABTS for all parts of the plant (inflorescence>root>leaf>stem). After in vitro digestion, the gastric phase showed greater bioavailability of bioactive compounds and antioxidant activity in all parts of the plant, except for the inflorescence, which showed the highest concentration in the oven-dehydrated sample before digestion. The results suggest that dehydration in an oven, a method with the lowest cost and time, was the best heat treatment for drying parts of *R. obtusifolius*, contributing to the maintenance of nutrients, color, bioactive compounds and antioxidants. *R. obtusifolius* is an unconventional food plant with potential, due to the presence of nutrients and bioavailability of bioactive compounds, with high antioxidant capacity. All parts of the plant can contribute to a new food system in order to generate employment and income for traditional communities and family farmers and promote Food and Nutritional Sovereignty and Security, as the Human Right to Adequate Food and Nutrition.

Keywords: broad leaf dock; non-conventional food plants; drying; phenolic compounds; minerals.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - <i>Rumex obtusifolius</i> L. ....	26
FIGURA 2 - ESTRUTURA QUÍMICA DE UM FLAVONOIDE .....	27
FIGURA 3 - <i>Rumex obtusifolius</i> COLETADA NO MUNICÍPIO DE IPIRANGA, PR... 33	
FIGURA 4 - EXSICATA DA <i>Rumex obtusifolius</i> .....	34
FIGURA 5 - FLUXOGRAMA DE TRATAMENTO DAS AMOSTRAS E ANÁLISES REALIZADAS.....	35
FIGURA 6 - DETERMINAÇÃO DE PROTEÍNAS DAS PARTES VEGETATIVAS (RAIZ, CAULE, FOLHA E INFLORESCÊNCIA) DESIDRATADAS E LIOFILIZADAS DA <i>Rumex obtusifolius</i> L. ....	38
FIGURA 7 - DETERMINAÇÃO DE LIPÍDIOS DAS PARTES VEGETATIVAS (RAIZ, CAULE, FOLHA E INFLORESCÊNCIA) DESIDRATADAS E LIOFILIZADAS DA <i>RUMEX OBTUSIFOLIUS</i> L.....	39
FIGURA 8 - DETERMINAÇÃO DE FIBRAS ALIMENTARES DAS PARTES VEGETATIVAS (RAIZ, CAULE, FOLHA E INFLORESCÊNCIA) DESIDRATADAS E LIOFILIZADAS DA <i>Rumex obtusifolius</i> .....	41
FIGURA 9 - ESPECTRÔMETRO DE EMISSÃO ÓTICA POR PLASMA ACOPLADO INDUTIVAMENTE (ICP OES) PARA DETERMINAÇÃO DE MINERAIS DAS PARTES VEGETATIVAS (RAIZ, CAULE, FOLHA E INFLORESCÊNCIA) DESIDRATADAS E LIOFILIZADAS DA <i>Rumex obtusifolius</i> L. ....	43
FIGURA 10 - MICROPLACAS DOS ENSAIOS DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS E FLAVONOIDES TOTAIS DAS PARTES VEGETATIVAS (RAIZ, CAULE, FOLHA E INFLORESCÊNCIA) DESIDRATADAS E LIOFILIZADAS DA <i>Rumex obtusifolius</i> L. ....	44
FIGURA 11 - MICROPLACAS DOS ENSAIOS DE ATIVIDADE ANTIOXIDANTE POR FRAP, ABTS E DPPH DAS PARTES VEGETATIVAS (RAIZ, CAULE, FOLHA E INFLORESCÊNCIA) DESIDRATADAS E LIOFILIZADAS DA <i>Rumex obtusifolius</i> L. ....	46
FIGURA 12 - AMOSTRA DAS PARTES VEGETATIVAS (RAIZ, CAULE, FOLHA E INFLORESCÊNCIA) DESIDRATADAS E LIOFILIZADAS DA <i>Rumex obtusifolius</i> L. SUBMETIDAS A DIGESTÃO GÁSTRICA E INTESTINAL. ....	47

FIGURA 13 - PARTES VEGETATIVAS DESIDRATADAS EM ESTUFA DA <i>Rumex</i> <i>obtusifolius</i> L. ....	48
FIGURA 14 - PARTES VEGETATIVAS DESIDRATADAS EM LIOFILIZADOR DA <i>Rumex obtusifolius</i> L. ....	49

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS E FLAVONOIDES TOTAIS DAS PARTES VEGETATIVAS DESIDRATADA E LIOFILIZADA DA <i>Rumex obtusifolius</i> (base seca).....	58
GRÁFICO 2 - ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DAS PARTES VEGETATIVA. DESIDRATADA E LIOFILIZADA DA <i>Rumex obtusifolius</i> .....	60

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - PANC E CARACTERÍSTICAS.....	24
TABELA 2 - PARÂMETROS DE COR DAS PARTES VEGETATIVAS DESIDRATADA E LIOFILIZADA DA <i>Rumex obtusifolius</i> L. ....	49
TABELA 3 – CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL DAS PARTES VEGETATIVAS DESIDRATADA E LIOFILIZADA DA <i>Rumex obtusifolius</i> (g/100 em base seca) .....	52
TABELA 4 - MINERAIS DAS PARTES VEGETATIVAS DESIDRATADA E LIOFILIZADA DA <i>Rumex obtusifolius</i> (em base seca) .....	56
TABELA 5 - MATRIZ DE CORRELAÇÃO DE PEARSON PARA OS PARÂMETROS DE ATIVIDADE ANTIOXIDANTE, COMPOSTOS BIOATIVOS, COR, CINZAS, MACRONUTRIENTES E MINERAIS DA <i>R. obtusifolius</i> .....	62
TABELA 6 - ATIVIDADE ANTIOXIDANTE (POR ABTS, DPPH E FRAP) E TEOR DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS, FLAVONOIDES TOTAIS NAS AMOSTRAS NÃO DIGERIDAS E DIGERIDAS NA FASE GÁSTRICA, INTESTINAL DAS PARTES VEGETATIVAS DESIDRATADA E LIOFILIZADA DA <i>Rumex obtusifolius</i> .....	64

## LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

ABTS	- 2,2- azinobis (3 – ethylbenzothiazoline - 6 - sulfonic acid)
AOAC	- Association of Official Analytical Chemists
CD	- Caule desidratado em estufa
CFT	- Compostos Fenólicos Totais
CL	- Caule Liofilizado
DHANA	- Direito Humano à Alimentação e Nutrição Adequadas
DPPH	- 2,2-diphenil-1-picril-hidrazil
FD	- Folha desidratada em estufa
FL	- Folha Liofilizada
FRAP	- Poder Antioxidante Redutor Férrico
FT	- Flavonoides Totais
ID	- Inflorescência desidratada em estufa
IE	- Índice de Escurecimento
IL	- Inflorescência Liofilizada
mgEAG BS	- miligrama equivalente ao Ácido Gálico em base seca
mgEC BS	- miligrama equivalente a Catequina em base seca
mmolET	- mmol equivalente ao Trolox
ODS	- Objetivo de Desenvolvimento Sustentável
ONU	- Organização das Nações Unidas
PANC	- Plantas Alimentícias Não convencionais
PR	- Estado do Paraná (Brasil)
RD	- Raiz desidratada em estufa
RDL	- Raiz Liofilizada
SAN	- Segurança Alimentar e Nutricional
SISAN	- Sistema Segurança Alimentar e Nutricional
SISGEN	- Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado
SS	- Solução Salivar
TPZ	- Tripiridiltriazina
UFPR	- Universidade Federal do Paraná

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>17</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>19</b>
2.1	OBJETIVO GERAL.....	19
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	19
<b>3</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>20</b>
3.1	SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL (SAN) E SOCIOBIODIVERSIDADE .....	20
3.2	PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS (PANC) .....	22
3.3	GÊNERO RUMEX.....	25
3.4	COMPOSTOS FENÓLICOS E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE .....	27
3.5	EFEITOS DA DESIDRATAÇÃO .....	29
3.6	DIGESTIBILIDADE DOS COMPOSTOS .....	31
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>33</b>
4.1	CLASSIFICAÇÃO DO TIPO DE PESQUISA .....	33
4.2	COLETA DA AMOSTRA.....	33
4.3	TRATAMENTO DAS AMOSTRAS.....	34
4.4	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS .....	36
4.4.1	Cor .....	36
4.4.2	Umidade.....	37
4.4.3	Cinzas .....	37
4.4.4	Proteínas.....	37
4.4.5	Lipídios.....	39
4.4.6	Fibras alimentares solúveis e insolúveis.....	39
4.4.7	Carboidratos.....	41
4.4.8	Valor energético .....	41
4.4.9	Minerais.....	42
4.4.10	Determinação de Compostos Fenólicos Totais, Flavonoides Totais e Atividade Antioxidante.....	43
4.5	DIGESTÃO <i>IN VITRO</i> .....	46
4.6	ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	47
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>48</b>
5.1	COR .....	48

5.2	UMIDADE.....	51
5.3	CINZAS.....	53
5.4	PROTEÍNAS E LIPÍDIOS .....	53
5.5	FIBRAS ALIMENTARES .....	54
5.6	MINERAIS .....	54
5.7	COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS, FLAVONOIDES TOTAIS E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE.....	58
5.8	DIGESTÃO <i>IN VITRO</i> .....	63
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>67</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>68</b>
	<b>ANEXO 1 – DECLARAÇÃO HERBÁRIO .....</b>	<b>77</b>
	<b>ANEXO 2 – COMPROVANTE SISGEN .....</b>	<b>78</b>
	<b>ANEXO 3 – PRESS RELEASE .....</b>	<b>79</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A biodiversidade inclui a variedade de espécies vegetais disponíveis em determinada região, podendo fornecer plantas que não servem apenas como alimento, mas também contribuem na Soberania e Segurança Alimentar e Nutricional (PENAFIEL et al., 2011). Entre essas espécies, estão as Plantas Alimentícias não Convencionais (PANC), que não são amplamente conhecidas como alimentos, porém possuem uma ou mais partes que podem ser consumidas, como raízes, tubérculos, bulbos, rizomas, talos, folhas, frutos e flores. Também podem ser consideradas como PANC, partes de plantas tradicionalmente utilizadas na alimentação mas que não são consumidas usualmente, a exemplo do “coração” da bananeira ou os frutos verdes e flores do mamão (KINUPP; LORENZI, 2014).

Algumas espécies podem ainda ser consumidas em determinada região, reforçando a cultura alimentar local, mas serem totalmente desconhecidas em outras regiões. Entretanto, por serem comumente consideradas “mato” ou ervas-daninhas, são combatidas e, portanto, pouco conhecidas pelas propriedades nutricionais e biológicas (KINUPP; LORENZI, 2014; PINELA; CARVALHO; FERREIRA, 2017).

Considerada uma PANC, *Rumex obtusifolius* L. pertence ao gênero *Rumex* da família Polygonaceae, é popularmente conhecida como língua-de-vaca. Os termos “*Rumex*” e “*obtusifolius*” são originários do latim e significam “dardo” e “obtusos” referindo-se ao formato das folhas (FEDURAEV et al., 2019). As folhas de língua-de-vaca podem ser consumidas em saladas ou refogados, porém poucos estudos relatam a composição nutricional, química e biológica das partes vegetativas (WEGIERA et al., 2011a, 2011b; PINELA; CARVALHO; FERREIRA, 2017; MISHRA et al., 2018a).

Os potenciais benefícios a saúde pelo consumo das plantas do gênero *Rumex* estão correlacionados com a presença de compostos bioativos, como compostos fenólicos e flavonoides, que podem conferir atividade antioxidante, anti-inflamatória, antibacteriana e propriedades medicinais, como laxativas, diuréticas, calmantes, depurativas, no tratamento de doenças respiratórias, de pele, queimaduras, entre outras (WEGIERA et al., 2011a; VASAS; ORBÁN-GYAPAI; HOHMANN, 2015a; FEDURAEV et al., 2019; SGANZERLA et al., 2019).

No entanto, os compostos bioativos e o potencial antioxidante de espécies vegetais podem ser modificados ou degradados quando submetidos a processos de

conservação e armazenamento, principalmente pelo calor. Assim, o uso de processo de desidratação adequado pode reduzir as perdas nutricionais e sensoriais, prolongar o tempo de prateleira e reduzir custos de embalagem e transporte (HOSSAIN et al., 2010; ALIBAS et al., 2021).

As plantas de uma forma geral possuem de 75 a 80% de água na composição, e deve atingir menos de 15% para melhor conservação. Dentre os métodos utilizados, está a desidratação, que consiste em reduzir essa quantidade de água e pode ser realizada em estufa ou em liofilizador. Esse método visa inibir o crescimento de microrganismos e estabilizar reações químicas, garantindo a conservação do produto final. Entretanto, o efeito do calor pode provocar mudança na cor, aroma e textura dos alimentos, interferindo nos compostos bioativos e na capacidade antioxidante (HOSSAIN et al., 2010; ROSHANAK; RAHIMMALEK; GOLI, 2016).

Além disso, para que os compostos bioativos cumpram a função biológica no organismo é necessário que resistam ao processo de digestão, uma vez que as complexas reações podem alterar a biodisponibilidade desses compostos. Desse modo, a biodisponibilidade significa o percentual do nutriente que foi absorvido e utilizado no organismo para exercer a função celular (WOJTUNIK-KULESZA et al., 2020).

Assim, considerando que o potencial nutricional e tecnológico das partes vegetativas de *R. obtusifolius* como PANC depende do método de desidratação aplicado, faz-se necessário verificar o efeito da desidratação em estufa e em liofilizador na composição nutricional, nos compostos bioativos e na atividade antioxidante das partes vegetativas (raiz, caule, folha e inflorescência) de *R. obtusifolius*.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito da desidratação em estufa e em liofilizador sobre a composição nutricional, compostos bioativos e capacidade antioxidante das partes vegetativas (raiz, caule, folha e inflorescência) de *R. obtusifolius*.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a cor de *R. obtusifolius* e correlacionar com a desidratação em estufa e liofilizador;
- Caracterizar as partes vegetativas de *R. obtusifolius* em relação ao teor de macronutrientes e minerais;
- Realizar o processo de digestão *in vitro* das partes vegetativas de *R. obtusifolius*;
- Verificar o conteúdo de compostos fenólicos totais e flavonoides totais de *R. obtusifolius* antes e após exposição à digestão *in vitro*;
- Avaliar a capacidade antioxidante *in vitro* da *R. obtusifolius* antes e após exposição à digestão *in vitro*;
- Estabelecer correlações entre a capacidade antioxidante e compostos bioativos analisados de *R. obtusifolius*.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL (SAN) E SOCIOBIODIVERSIDADE

A Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) constitui uma estratégia fundamental ao Direito Humano à Alimentação e Nutrição Adequadas (DHANA), previsto no artigo 25 da Declaração Universal dos Direitos Humanos (1948) e incluído na Constituição Federal no artigo 6º. Além disso, o Sistema de Segurança Alimentar e Nutricional – SISAN foi instituído pela Lei nº 11.346/2006 que inclui elementos relativos à ampliação do acesso aos alimentos, a conservação da biodiversidade, implementação de políticas públicas e estratégias sustentáveis e participativas de produção, comercialização e consumo dos alimentos (CONTI, 2017; SEIFERT JR.; DURIGON, 2021).

O conceito de Soberania Alimentar orienta as ações de SAN, promovendo a autonomia na escolha da produção e consumo dos alimentos, respeitando a cultura e tradições locais. Entretanto, o modelo hegemônico da agricultura, que prioriza a monocultura com vistas à exportação, ocasionando desequilíbrio hídrico, climático e ambiental, fere a soberania alimentar e ameaça biomas ricos em espécies da sociobiodiversidade (COELHO-DE-SOUZA et al., 2018; BÚRIGO; PORTO, 2021).

Ainda, as mudanças climáticas que assolam o mundo sugerem dificuldades na produção dos alimentos em um futuro próximo, uma vez que fortes chuvas ou a falta delas pode acabar com a produção de alimentos e afetar o sistema alimentar. O sistema alimentar representa o conjunto de processos que envolve o alimento, desde o plantio, produção, processamento, distribuição, abastecimento, comercialização, preparação e consumo. Os danos são crescentes e trazem prejuízos sociais, econômicos e ambientais, atingindo todos os pontos da cadeia alimentar e as relações estabelecidas entre produtores, distribuidores e consumidores. Com a valorização de alimentos da sociobiodiversidade, em seus diversos papéis (social, ecológico e cultural), o acesso ao alimento pode ser favorecido reforçando a Soberania Alimentar e garantindo o DHANA (BRASIL, 2017; MARTINELLI; CAVALLI, 2019).

Na 70ª Assembleia Geral da Nações Unidas (ONU), em setembro de 2015, representantes de 193 Estados-membros se comprometeram com a Resolução “Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável”.

A Agenda 2030 está organizada em 17 objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) e 169 metas associadas, os quais estão apoiados nas dimensões econômica, social e ambiental, que possuem forte relação entre si. O foco dos 17 ODS envolve: a erradicação da pobreza; a segurança alimentar e agricultura sustentável; saúde e educação; igualdade de gênero e redução de desigualdades; a gestão sustentável da água, energia e saneamento; padrões de produção e de consumo sustentáveis; combate à mudança do clima e seus impactos; a conservação e uso dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável; proteção, recuperação e uso sustentável dos ecossistemas terrestres; combate à desertificação degradação da terra e perda de biodiversidade (BRASIL, 2017; BÚRIGO; PORTO, 2021; PNUD; IPEA, 2021).

Merece destaque o ODS 2 – Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável. O rápido crescimento econômico em detrimento do aumento de preços da produção agrícola, fez aumentar o número de pessoas em insegurança alimentar e nutricional. Além disso, a exploração do ambiente, ocasionando a degradação ambiental e a perda da biodiversidade, contribuem para esse quadro. Com a pandemia do COVID-19 atingindo o mundo, a situação de Insegurança Alimentar e Nutricional se agravou, aumentando os níveis de pobreza, desigualdade social e da fome. Eram 10,3 milhões de pessoas em Insegurança Alimentar grave em 2018, passando para 19,1 milhões em 2020 (REDE PENSSAN, 2021). O ODS tem a meta de erradicar a fome até 2030, mas para isso é necessária a promoção de práticas agrícolas sustentáveis, e apoio ao pequeno agricultor, com investimentos e acesso igualitário a terras, tecnologia e mercados (PNUD; IPEA, 2021).

O Brasil apresenta a maior biodiversidade vegetal do mundo, com 46.220 espécies reconhecidas no território, representando 15 a 20% da biodiversidade do planeta (BRASIL, 2017; POLESI et al., 2017; JESUS et al., 2020). Cerca de 1/3 desses vegetais podem ser consumidos, porém apenas quinze espécies (trigo, arroz, milho, soja, sorgo, cevada, cana-de-açúcar, beterraba, feijão, amendoim, batata, batata-doce, mandioca, coco e banana) representam 90% da alimentação no mundo (TULER; PEIXOTO; SILVA, 2019).

Além disso, existem seis biomas (Mata Atlântica, Cerrado, Amazônia, Pantanal, Caatinga e Pampa) que além da diversidade na fauna e flora, possuem centenas de etnias indígenas e inúmeras comunidades tradicionais (quilombolas,

extrativistas, pescadores e agricultores familiares). A interrelação entre a diversidade biológica das espécies e a relação cultural que esses povos construíram, uniram o conhecimento ao manejo sustentável dos recursos naturais disponíveis que formam a rica sociobiodiversidade brasileira (BRASIL, 2017; BRITO et al., 2020).

Os produtos da sociobiodiversidade são manejados há muito tempo pelas comunidades tradicionais, sendo fundamentais na promoção da SAN e do fortalecimento da identidade cultural, além de possuir expressiva importância na geração de renda e conservação ambiental (PREISS; SCHNEIDER; COELHO-DE-SOUZA, 2020).

As ameaças à biodiversidade e aos conhecimentos tradicionais estão presentes em todos os biomas, ocasionando a degradação das espécies e perda da cultura passada de geração em geração. O crescimento econômico, urbanização e mudanças nos hábitos e costumes implicam no aumento da exploração ambiental, com demanda crescente por terra, água, materiais, energia e transportes, gerando mais resíduos e aumento da poluição (BRASIL, 2017).

Nesse contexto, as Plantas Alimentícias não Convencionais têm recebido destaque crescente, pois possuem resistência natural às adversidades climáticas, possuem valor nutricional e valoriza a cultura e tradições locais, além de ampliar a diversidade alimentar, promovendo a geração de emprego e renda às famílias e comunidades que tem a terra como seu sustento, contribuindo assim para Soberania e SAN.

### 3.2 PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS (PANC)

Uma alimentação saudável, além de conter os nutrientes e energia necessários ao organismo humano, precisa ser sustentável. Ainda, deve se relacionar com um sistema alimentar economicamente viável, sem causar grande impacto ambiental e ser socialmente justa. Entretanto, a produção atual de alimentos requer vasta extensão de terra, utiliza muita energia e desgasta o ambiente, tornando-se insustentável (MARTINELLI; CAVALLI, 2019).

Explorar a diversidade vegetal existente, contribui para a variedade na alimentação, propiciando o fornecimento de nutrientes e compostos bioativos essenciais à saúde humana. Entre as espécies pouco exploradas, estão as plantas alimentícias não convencionais (PANC), que são mais conhecidas como mato ou

erva-daninha, pois nascem sozinhas, sem necessidade de cultivo. Ainda, partes de vegetais comuns na alimentação, mas que geralmente são descartadas, como o “coração” da bananeira ou as folhas de chuchu, também podem ser consideradas PANC (KINUPP; LORENZI, 2014; POLESI et al., 2017).

Fazem parte da cultura, identidade e tradição agrícola de certas regiões, podendo ser conhecidas e consumidas em um local, mas totalmente desconhecidas em outro (BARREIRA et al., 2015). As PANC podem contribuir para a Soberania Alimentar, uma vez que, a exploração das variedades não incrementa custos e insumos, estimula sistemas alimentares de produção e renda, além de preservar o meio ambiente (PANDA et al., 2019).

Entretanto, a falta de conhecimento sobre os benefícios, propriedades e modo de preparo das PANC afastam o consumo regular e a exploração dessas espécies. Além disso, a falta de tempo para escolha e preparo das refeições por parte de considerável parcela da população, aliado ao aumento do consumo de produtos ultraprocessados, reduziram o conhecimento sobre plantas que foram utilizadas no passado (PINELA; CARVALHO; FERREIRA, 2017).

Um exemplo é o dente-de-leão, que descendentes italianos consumiam em saladas ou refogados, por ser similar ao radite, mas também por terem conhecimento de que era eficaz no combate a anemia. Atualmente, essa planta é percebida apenas como mato e não existe o hábito de se utilizá-la como alimento. Outro exemplo é a ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata*) que devido ao teor proteico presente nas folhas era muito utilizada em saladas, refogadas ou em pães, entretanto foi esquecida e o consumo é restrito a algumas regiões como ingrediente em preparações. O conhecimento e uso desses vegetais era passado de geração em geração, o que estimulava o consumo. Por isso, resgatar o uso pode contribuir na diversificação alimentar, aumentando o consumo de alimentos *in natura*, promovendo assim a alimentação saudável, adequada e sustentável. (POLESI et al., 2017; AGOSTINI-COSTA, 2020; JESUS et al., 2020).

O uso na medicina popular também facilitava a divulgação e uso das PANC. Eram utilizadas na forma de infusões, decocções ou xaropes, ou ainda, para o tratamento de sintomas digestivos, respiratórios e cutâneos. Na TABELA 1, apresentamos algumas PANC com a Família que pertence, partes comestíveis e valor nutricional/uso na medicina popular (PINELA; CARVALHO; FERREIRA, 2017; JESUS et al., 2020).

TABELA 1 - PANC E CARACTERÍSTICAS

PANC	Família	Partes comestíveis	Valor nutricional/ Uso medicina popular
Beldroega ( <i>Portulaca oleracea</i> )	<i>Portulacaceae</i>	Flores, ramos, sementes e folhas. Podem ser consumidas cruas ou cozidas.	Fonte de ômega 3, betacaroteno e vitamina C. Possui ação antioxidante, anti-inflamatória, diurética e vermífuga.
Capuchinha ( <i>Tropaeolum majus</i> )	<i>Tropaeolaceae</i>	Folhas e flores são aromáticas e levemente picantes, podendo ser utilizadas como condimento, em saladas, cruas, cozidas ou na decoração.	Podem ser usadas no tratamento de tosse, diarreia, hemorroida e como antiácido.
Língua-de-vaca ( <i>Rumex obtusifolius</i> )	<i>Polygonaceae</i>	As folhas podem ser consumidas cozidas, cruas ou em preparações	Folhas podem ser usadas na cicatrização de feridas e em tratamentos gastrointestinais. As raízes são diuréticas. Possui elevado teor de zinco, magnésio, ferro, potássio e proteína.
Ora-pro-nobis ( <i>Pereskia aculeata</i> )	<i>Cataceae</i>	Folhas, frutos e flores podem ser consumidas cruas ou cozidas em saladas, refogados e em preparações. A mucilagem pode substituir o ovo. Os frutos podem ser usados em geléias, doces e suco.	Folhas possuem palatabilidade, elevado teor de mucilagem e valor nutritivo, com 25% de proteína. Possui ferro, magnésio, vitamina A, B <sub>9</sub> , triptofano, zinco e fibra.

Fonte: adaptado de JESUS et al., 2020

Assim, as PANC têm papel importante na saúde, pois além de contribuir para a variedade na alimentação, apresentam propriedades funcionais e nutricionais. Várias espécies são conhecidas, porém pouco consumidas, como as do gênero *Rumex*. Aprimorar o conhecimento sobre as propriedades e composição dessas plantas, estimula o uso e o consumo desse gênero dentro da vasta biodiversidade existente no Brasil (BIONDO et al., 2018).

### 3.3 GÊNERO RUMEX

O gênero *Rumex* pertence à Classe Dicotyledonae, Ordem Polygonales e Família Polygonaceae possuindo mais de 200 espécies distribuídas entre os continentes europeu, asiático, africano e americano. O nome vem do latim e significa “dardo” devido ao formato das folhas (VASAS; ORBÁN-GYAPAI; HOHMANN, 2015; MISHRA et al., 2018).

Como alimento, em alguns países como Grécia e Irã, as folhas de algumas espécies como *R. acetosa*, *R. acetosella*, *R. alpinus* e *R. nepalensis* são consumidas fritas, refogadas ou como tortas (TRICHOPOULOU et al., 2000; BINESHIAN et al., 2019). Podem também ser incorporadas em molhos, temperos ou sopas, enquanto a parte central do caule pode ser utilizada como aperitivo. As raízes, de cor amarela, podem ser utilizadas como corante natural nos alimentos (VASAS; ORBÁN-GYAPAI; HOHMANN, 2015).

Na Europa, as partes aéreas, folhas e raízes das plantas do gênero *Rumex* são usadas na medicina popular, sob a forma de infusão ou decocção, para tratamento de vários problemas de saúde, entre eles, diarreia, constipação, edema, feridas, eczemas e icterícia, apresentando ainda efeito anti-hipertensivo, analgésico e diurético. Também foi demonstrada atividade antioxidante, anti-inflamatória, antiviral e antifúngica. Extratos a base de metanol e acetona demonstraram ação antibacteriana contra *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* e *Salmonella infantis* (HARSHAW et al., 2010; FEDURAEV et al., 2019).

As espécies do gênero *Rumex* apresentam teor significativo de oxalato na composição, assim como outras PANC (PINELA; CARVALHO; FERREIRA, 2017). Quando ingerido na alimentação, o oxalato pode se ligar com íons de cálcio ou de magnésio, formando sais insolúveis que, em excesso, podem formar cálculos renais (NGUYEN; SAVAGE, 2020). Assim, as PANC possuem nutrientes, entretanto o oxalato pode ser um fator antinutricional, competindo na absorção dos compostos pelo organismo (GUIL; RODRÍGUEZ-GARCÍ; TORIJA, 1997).

A *Rumex obtusifolius* L., é uma das espécies pouco exploradas do gênero, sendo popularmente conhecida como língua-de-vaca, labaga ou *broad-leaved dock*. Não é utilizada tradicionalmente como alimento, mas sim combatida como praga ou erva-daninha em plantações e terrenos baldios. Existem registros do uso na medicina

popular das partes aéreas e da raiz no tratamento de constipação, icterícia e inflamações na pele, em lugares como Hungria, Irlanda e América do Norte (KINUPP; LORENZI, 2014; VASAS; ORBÁN-GYAPAI; HOHMANN, 2015; SGANZERLA et al., 2019).

*R. obtusifolius* caracteriza-se como uma erva perene ereta, nativa da Eurásia, mas está presente em todos os continentes. Pode atingir 40-150 cm de altura, com uma raiz principal robusta, profunda e ramificada. Desenvolve um caule rígido, glabro, com copa ramificada, folhas de roseta basal, sendo as folhas inferiores pecioladas, oblongas e ovais, com uma base cordada e um ápice arredondado. As folhas superiores são estreitas, ovalado-lanceoladas a lanceoladas no topo com ápice pontiagudo. As lâminas têm 10-30 cm de comprimento e 6-15 cm de largura, tornando-se progressivamente menores para cima, ligeiramente onduladas nas margens e verdes. As flores são discretas, reunidas em inflorescências do tipo racemo de fascículos com 15-50 cm de comprimento, axilares e terminais. A floração acontece de junho a outubro (KINUPP; LORENZI, 2014; CABI, 2020). A planta está representada na FIGURA 1.

FIGURA 1 - *Rumex obtusifolius* L.



Fonte: <https://wilde-planten.nl/afbeeldingen/tekeningen/ridderzuring/de-g.jpg>



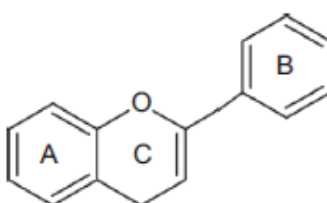
Fonte: a autora

### 3.4 COMPOSTOS FENÓLICOS E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE

As reações químicas que ocorrem continuamente nas células das plantas, geram metabólitos, que primariamente visam suprir as necessidades fisiológicas de nutrientes e energia. Ao mesmo tempo, são gerados metabólitos secundários, de composição química complexa e que não possuem funções essenciais, mas possuem vantagens para a sobrevivência e perpetuação das espécies. Esses metabólitos possuem compostos bioativos que conferem propriedades antioxidantes e benéficas à saúde humana, além de serem de interesse para a indústria alimentícia e farmacêutica, como compostos fenólicos, terpenoides ou alcaloides (SIMÕES, 2000; CECCANTI et al., 2018; GUERRIERO et al., 2018; LI et al., 2020a).

Os compostos fenólicos são substâncias bioativas e que possuem funções importantes no crescimento e reprodução das plantas, além de atuarem na proteção contra predadores e patógenos, favorecem a cor e propriedades sensoriais específicas em frutas e vegetais. Os compostos fenólicos mais comumente encontrados na alimentação são os ácidos fenólicos, flavonoides e taninos. Os ácidos fenólicos possuem um anel aromático e pelo menos um hidrogênio é substituído por um radical hidroxila, possibilitando a doação de elétrons e atuação contra os radicais livres, conferindo capacidade antioxidante. Os flavonoides (FIGURA 2) são o maior grupo de compostos fenólicos e possuem dois anéis aromáticos ligados a um terceiro anel. São responsáveis pela cor e sabor dos alimentos, participam na peroxidação lipídica, e compõe vitaminas e enzimas. Entretanto, condições de armazenamento e o cozimento dos alimentos podem modificar os flavonoides. Os taninos agem contra os herbívoros, exalando agentes antimicrobianos. Ainda, precipitam proteínas e podem ocasionar o sabor adstringente característico de algumas frutas e vegetais (VUOLO; LIMA; MOARÓSTICA JUNIOR, 2019).

FIGURA 2 - ESTRUTURA QUÍMICA DE UM FLAVONOIDE



Fonte: VUOLO; LIMA; MOARÓSTICA JUNIOR, 2019

Os compostos fenólicos apresentam capacidade antioxidante, pois podem mitigar o estresse oxidativo. O organismo naturalmente produz substâncias que possuem ação antioxidante, como as enzimas catalase, glutathione peroxidase e superóxido dismutase que são capazes de combater os radicais livres e manter o adequado funcionamento das células. Entretanto, não são suficientes, sendo necessárias outras substâncias obtidas a partir da alimentação para potencializar os mecanismos de proteção às células (ARYAL et al., 2019).

A capacidade antioxidante dos compostos fenólicos pode ser atribuída principalmente às propriedades redutoras e estrutura química, pois possuem anel aromático e um ou mais radical hidroxila que confere estabilidade. A posição e quantidade do radical interferem no poder antioxidante, que está relacionado a capacidade de doar elétrons e quelar metais como ferro e cobre, combatendo os radicais livres (SOUSA et al., 2007; PINELA; CARVALHO; FERREIRA, 2017).

Os radicais livres são gerados a partir de processos celulares e têm potencial oxidativo. O excesso pode ocasionar danos às células, inclusive no DNA, contribuindo para o aparecimento de doenças cardiovasculares, câncer, diabetes e doenças neurodegenerativas. Em contrapartida, antioxidantes são moléculas capazes de reduzir o efeito dos radicais livres, ao estabilizar ou desativar essas moléculas prejudiciais. Podem ser obtidos por via exógena, ou via alimentação, ou sintetizados por via endógena, como as enzimas superóxido dismutase, catalase e glutathione peroxidase, vitamina E, vitamina C e carotenoides (CHELI; BALDI, 2011; ARYAL et al., 2019; BOULEBD, 2020).

Existem dois mecanismos principais que atuam na capacidade antioxidante da substância. No primeiro mecanismo, o radical livre remove um átomo de hidrogênio do antioxidante e é inativado. Quanto menor a energia de dissociação da ligação, mais fácil será a reação de inativação do radical livre e, portanto, maior será a ação antioxidante. No segundo, o antioxidante doa um elétron ao radical livre e se torna um cátion. Quanto menor o potencial de ionização, mais fácil doar o elétron, significando melhor atividade antioxidante (VUOLO; LIMA; MOARÓSTICA JUNIOR, 2019).

Entre os métodos de determinação da atividade antioxidante *in vitro*, destacam-se três: capacidade de redução de ferro (FRAP – poder antioxidante redutor férrico), capacidade de remoção de radical orgânico ABTS (precursor ácido 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfônico) e peroxidação do radical DPPH (2,2-difenil-1-picrilidrazil) (SUCUPIRA et al., 2014).

A recomendação é utilizar mais de um método, pois todos são sujeitos a interferências e apresentam pontos fortes e fracos, sendo que um método apenas não reflete a capacidade antioxidante real da amostra. Os métodos *in vitro* possuem ainda algumas limitações, pois não consideram os aspectos bioquímicos, metabólicos e fisiológicos, que potencializam os resultados quando comparados a estudos *in vivo*, uma vez que compostos fenólicos passam por diversas reações bioquímicas advindas do processo de ingestão, digestão e absorção no organismo. Além disso, os ensaios de atividade antioxidante realizam as reações contra um radical, enquanto existem vários atuantes no organismo. Entretanto, estudos *in vivo* requerem cuidados éticos e comumente são utilizados células, coelhos, ratos ou peixes (VUOLO; LIMA; MOARÓSTICA JUNIOR, 2019).

A eliminação do radical orgânico DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil) é um método simples e mais utilizado para determinação da atividade antioxidante em plantas. É um radical estável, de cor violeta e, quando recebe um átomo de hidrogênio dos compostos antioxidantes, há um decréscimo na absorbância e a mudança para coloração amarela. O radical ABTS (2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico)) é gerado quimicamente apresentando alta solubilidade, com coloração azulada e, quando capturado, reduz a absorbância indicando atividade antioxidante e perdendo a cor. No FRAP (Poder antioxidante de redução do ferro), o complexo férrico-tripiridiltriazina ( $Fe^{III}$ -TPZ) de cor amarelada é reduzido ao complexo ferroso ( $Fe^{II}$ -TPZ) na presença de antioxidante, com mudança na absorbância e na coloração para azul ou verde.

### 3.5 EFEITOS DA DESIDRATAÇÃO

Os vegetais quando consumidos *in natura* possuem pouca durabilidade, pois logo perdem a cor, aroma e textura. A desidratação é um processo que reduz a quantidade de água de 80-95% para 2% na liofilização e 10-15% na desidratação em estufa inibindo o crescimento bacteriano, reações enzimáticas e outras mudanças indesejáveis (FELLOWS, 2019; ALIBAS et al., 2021).

A desidratação promove a redução do crescimento de microrganismos, estabilização das reações químicas, aumento da vida de prateleira, reduz gasto de embalagem e transporte. A forma mais antiga e barata de se realizar a desidratação é com o uso da luz solar, porém apresenta desvantagens como o tempo dispendido,

espaço necessário e a proliferação de fungos sobre o material. Outras metodologias foram empregadas e passaram a ser mais utilizadas, entre elas a desidratação em estufa e em liofilizador (HOSSAIN et al., 2010; ROSHANAK; RAHIMMALEK; GOLI, 2016; ALIBAS et al., 2021).

A desidratação em estufa é um método utilizado para aumentar o tempo de prateleira de alimentos, pois possui baixo custo e é de fácil operacionalização (PINELA et al., 2011). Porém, a temperatura pode ocasionar mudanças nas características físico-químicas, biológicas e sensoriais dos alimentos (BRAGA; VIEIRA; DE OLIVEIRA, 2018; MUSTAFA et al., 2019). O calor pode provocar mudança de cor, aroma e textura dos alimentos, modificar ou degradar os compostos bioativos e atividade antioxidante. No entanto, a desidratação pode deixar o tecido celular suscetível, facilitando a liberação de compostos fenólicos quando submetido a extração (HOSSAIN et al., 2010; ROSHANAK; RAHIMMALEK; GOLI, 2016).

Na liofilização, pedaços da planta são congeladas em pequenos cristais de gelo e, com a redução da pressão e aquecimento, o gelo se converte em vapor por sublimação. Esse processo auxilia na preservação da qualidade do produto durante o processamento, como a forma, cor, sabor e aroma. Entretanto, é um método prolongado, de alto custo e consumo de energia (FELLOWS, 2019; LI et al., 2020b).

Apesar de melhor preservar a composição nutricional e as características sensoriais dos alimentos, os compostos bioativos podem sofrer alterações, pois o tecido celular é mantido e pode se tornar uma barreira para liberação dos compostos fenólicos, reduzindo a atividade antioxidante (ABASCAL; GANORA; YARNELL, 2005; NUNES et al., 2016).

O principal objetivo dos métodos de desidratação é manter as características sensoriais e compostos bioativos do alimento (CECCANTI et al., 2021). Entretanto, o processo de desidratação pode acarretar mudanças químicas e físicas, como mudanças na cor, flavor (sabor e aroma) e textura. A cor está relacionada a aparência do alimento e qualquer alteração nesse parâmetro pode prejudicar a qualidade do produto. O escurecimento pode ser causado por fatores enzimáticos, pela ação da polifenoloxidase e peroxidase, como também por fatores não enzimáticos que envolvem reações de oxidação de carboidratos, aminoácidos, lipídios e vitaminas, além da degradação de pigmentos (CELESTINO, 2010; BAL et al., 2011).

A polifenoloxidase e a peroxidase são enzimas que oxidam os compostos fenólicos, causando o escurecimento de vegetais. Com o aumento da temperatura e

do tempo de desidratação, ocorre a inativação enzimática e, conseqüentemente, redução do escurecimento e melhor preservação da cor dos alimentos. Entretanto, o tratamento térmico anterior ao processo de desidratação, como o branqueamento, que submete o alimento a 80 - 90°C por 5 minutos, já é suficiente para destruir as funções catalíticas de tais enzimas, evitando o escurecimento dos alimentos após a desidratação (PRATHAPAN et al., 2009; CELESTINO, 2010; AYDIN; GOCMEN, 2015).

Por outro lado, na liofilização, a oxidação das enzimas polifenoxidase e peroxidase é facilitada pela redução do oxigênio. Porém, a formação de cristais de gelo na estrutura celular, podem modificar as propriedades biológicas dos compostos (GÜMÜŞAY et al., 2015; NUNES et al., 2016; BARIMAH et al., 2017; SAIFULLAH et al., 2019; TAN et al., 2020).

Quando métodos de desidratação não são empregados adequadamente, além das características sensoriais, a composição nutricional, os compostos fenólicos totais (CFT), flavonoides totais (FT) e atividade antioxidante (AA) podem ser alterados. Assim, a escolha do melhor método de conservação deve ser avaliada, levando-se também em consideração o custo x benefício dos métodos e aplicabilidade na amostra a ser estudada (NUNES et al., 2016; BARIMAH et al., 2017; SHONTE; DUODU; DE KOCK, 2020; TAN et al., 2020).

### 3.6 DIGESTIBILIDADE DOS COMPOSTOS

Os compostos fenólicos são os principais responsáveis pela ação antioxidante dos alimentos. Entretanto, a quantidade de compostos fenólicos presente nos alimentos não representa o que realmente é absorvido e metabolizado pelo organismo. Durante o processo de digestão, diversas reações físicas (mudança de temperatura), químicas (alteração de pH) e bioquímicas (presença de enzimas) ocorrem, as quais podem afetar a bioacessibilidade e biodisponibilidade desses compostos (MOSELE et al., 2016).

A bioacessibilidade é definida como a quantidade de um constituinte alimentar capaz de atravessar a barreira intestinal após sua liberação da matriz alimentar, enquanto a biodisponibilidade significa o quanto foi realmente absorvido e aproveitado pelo organismo (SAURA-CALIXTO; SERRANO; GOÑI, 2007; THAKUR et al., 2020).

A bioacessibilidade e a biodisponibilidade podem ser avaliadas por métodos *in vivo* e *in vitro*, sendo o último mais aplicado por apresentar menos custo, melhor reprodutibilidade e por questões éticas. A simulação da digestão gastrointestinal *in vitro* inclui as fases oral, gástrica e a intestinal e utiliza soluções salinas e enzimas digestivas em concentrações, pH e temperatura similar ao organismo humano (THAKUR et al., 2020).

No protocolo de Minekus et al. (2014), utilizado neste trabalho, a simulação da digestão gastrointestinal ocorre em três fases: oral, gástrica e intestinal. A fase oral consiste em reduzir o tamanho das partículas da amostra mediante a maceração e da adição da solução salivar (SS), composta de sais, eletrólitos e a enzima  $\alpha$ -amilase, para simular a formação do bolo alimentar que será deglutido. A consistência da amostra deve ser na forma de pasta e deve ficar incubada em banho-maria por 2 minutos sob agitação a 37°C. Na fase gástrica, o principal objetivo é a quebra das proteínas com a adição de solução gástrica e a ação da enzima pepsina em meio ácido (pH 3,0), sob agitação e aquecimento por duas horas. A última fase é a intestinal, onde é adicionada a solução intestinal, sais biliares e a enzima pancreatina, sob agitação e aquecimento por duas horas em pH neutro (7,0).

O efeito dos compostos bioativos e da atividade antioxidante no organismo não depende apenas da concentração encontrada em frutas e vegetais, mas também da bioacessibilidade e biodisponibilidade depois da ingestão. Assim, a simulação do processo de digestão *in vitro* pode demonstrar o comportamento dos compostos bioativos e capacidade antioxidante de *R. obtusifolius*.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 CLASSIFICAÇÃO DO TIPO DE PESQUISA

Trata-se de uma pesquisa de caráter experimental, com análise laboratorial, para caracterização da composição nutricional, determinação de compostos fenólicos totais, flavonoides totais, capacidade antioxidante e efeitos das tecnologias de desidratação em estufa e liofilizador na folha, caule, raiz e inflorescência da espécie *Rumex obtusifolius* L.

A pesquisa foi realizada nos laboratórios de Análise de Alimentos, Tecnologia de Alimentos, Higiene de Alimentos e de Pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Alimentação e Nutrição e do Departamento de Nutrição, Setor de Ciências da Saúde, na Universidade Federal do Paraná – Campus Jardim Botânico, Curitiba – Paraná.

### 4.2 COLETA DA AMOSTRA

A espécie *R. obtusifolius* (FIGURA 3) foi coletada com cavadeira articulada manual, na rodovia BR 373, km 206,5, à frente da Fazenda Renascer, no município de Ipiranga – PR (25°07'34"S 50°27'09"W), a temperatura de  $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , no período da tarde, no mês de setembro de 2019, totalizando 22 kg.

FIGURA 3 - *Rumex obtusifolius* COLETADA NO MUNICÍPIO DE IPIRANGA, PR



Fonte: a autora (2019)

A identificação da espécie foi realizada pelo botânico José Tadeu Weidlich Motta, vice curador do Museu Botânico Municipal de Curitiba – PR. Uma exsicata de cada parte da planta (FIGURA 4) encontra-se depositada no Museu Botânico

Municipal de Curitiba sob o número 425173 (ANEXO 1) e o registro no SISGEN está protocolado sob nº A37CC7D (ANEXO 2).

FIGURA 4 - EXSICATA DA *Rumex obtusifolius*



Fonte: a autora (2019)

#### 4.3 TRATAMENTO DAS AMOSTRAS

Após a coleta, as amostras foram higienizadas com água pressurizada para retirada de sujidades maiores, como terra e poeira. Em seguida, foram dispostas ao ar livre, em temperatura ambiente ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ), para drenar o excesso de água por quatro horas. Após esse período, foram recolhidas em embalagens de polietileno para transporte ao laboratório de Tecnologia de Alimentos/UFPR.

No laboratório, as amostras foram fracionadas em tamanhos menores com auxílio de tesoura apropriada e separadas em diferentes partes: raiz (R), caule (C), folha (F) e inflorescência (I). Cada parte vegetativa foi separada em duas (02) partes. Uma para desidratação em estufa e outra para a liofilização.

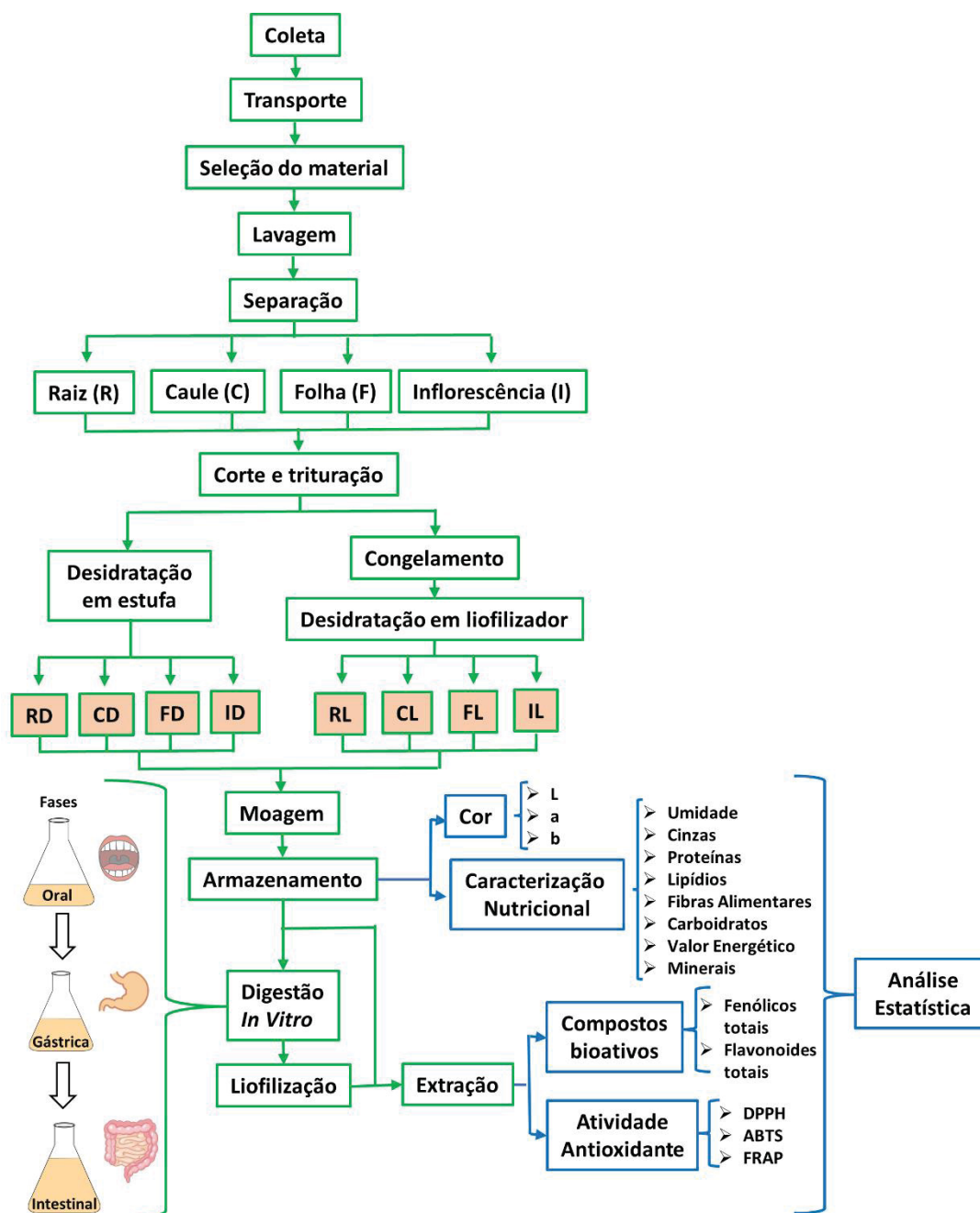
As amostras submetidas à desidratação em estufa de secagem (Marca: Gigante Produtos Médicos, modelo: GD 110, Ribeirão Preto – SP, Brasil) permaneceram a  $60 \pm 2^\circ\text{C}$ , por 3 dias. Em seguida, foram trituradas em moinho de facas tipo Willey (Marca: Fortinox, Modelo: Star FT 50, Piracicaba – SP, Brasil), acondicionadas em embalagem de polietileno, identificadas e mantidas a  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  até as análises. As amostras desidratadas foram nomeadas: RD (raiz), CD (caule), FD (folha) e ID (inflorescência).

Para liofilização, cada parte vegetativa foi triturada em liquidificador de uso doméstico (marca Britânia, Modelo Black 1,2L 600w, Curitiba-PR, Brasil) por 15 minutos e congeladas a  $-18^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$  para posterior liofilização em liofilizador de

bancada (Marca: Liobrás, modelo L101, São Carlos – SP, Brasil) a  $-40^{\circ}\text{C}$  por sete dias e velocidade  $10,2\text{m}^3/\text{h}$ . As amostras liofilizadas foram designadas: RL (raiz), CL (caule), FL (folha) e IL (inflorescência).

A Figura 5 mostra o fluxograma das operações unitárias e análises realizadas nos diferentes tratamentos das amostras.

FIGURA 5 - FLUXOGRAMA DE TRATAMENTO DAS AMOSTRAS E ANÁLISES REALIZADAS



FONTE: a autora (2021)

#### 4.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

A caracterização das partes desidratadas em estufa e em liofilizador de *R. obtusifolius* (raiz, caule, folha e inflorescência) envolveu a análise de cor instrumental, determinação de umidade, cinzas, proteínas, lipídios totais, fibras alimentares solúveis e insolúveis, carboidratos, valor energético e minerais. As análises de composição centesimal foram realizadas de acordo com a AOAC – Association of Official Analytical Chemists (2012).

##### 4.4.1 Cor

A cor instrumental das amostras desidratadas e liofilizadas das partes de *R. obtusifolius* (raiz, caule, folha e inflorescência) foi determinada pelo método de cor CIE  $L^*a^*b^*$  usando colorímetro (Marca: HunterLab, Modelo: MiniScan EZ 4000, Virginia, EUA).

As amostras foram colocadas em placas de Petri de 1 cm e medidas oito vezes usando Iluminant D65 com ângulo de  $10^\circ$ . Os valores de  $L^*$  definem o brilho (luminosidade do  $L^*=0$  significa preto e  $L^* = 100$  significa branco) e  $a^*$  e  $b^*$  definem a cromaticidade (onde  $+ a^*$  vermelho e  $- a^*$  verde e  $+ b^*$  amarelo e  $- b^*$  azul). O parâmetro de ângulo de Hue ( $h^\circ$ ), o Chroma ( $C^*$ ) e o índice de escurecimento (IE) foram calculados conforme as equações 1, 2 e 3 (CEFOLA et al., 2012; ITO et al., 2016; BRAGA; VIEIRA; DE OLIVEIRA, 2018):

$$(1) \quad h^\circ = \tan^{-1}(b^*/a^*) + 180^\circ \text{ onde } a^* < 0 \text{ e}$$

$$(1) \quad h^\circ = \tan^{-1}(b^*/a^*), \text{ onde } a^* > 0$$

$$(2) \quad C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

$$(3) \quad IE = \frac{100(x - 0,31)}{0,17}$$

$$\text{Onde: } \frac{x = a^* + 1,75L^*}{5,645 L^* + a^* - 3,012b^*}$$

#### 4.4.2 Umidade

Para determinação da umidade, foi empregada a técnica de secagem em estufa (método 926.12). Os pesa-filtros destampados foram levados à estufa a 105° C por uma hora para padronização. Após esse período, foram resfriados em dessecador por 30 minutos, pesados em balança analítica e o peso foi registrado. Após pesar o pesa-filtro, 5 g das amostras *in natura*, desidratada e liofilizada foram depositadas em triplicata e pesadas. Foram levadas a estufa a 105° C por 1 hora, colocadas no dessecador por 30 minutos para resfriar e posteriormente pesadas. O procedimento foi realizado até estabilidade do peso das amostras. O peso final foi anotado e o percentual de umidade foi calculado a partir da equação 4 :

$$(4) \quad \% \text{ umidade} = \frac{\text{peso após a secagem inicial} \times 100}{\text{Peso da amostra antes da secagem}}$$

#### 4.4.3 Cinzas

Para obtenção de cinzas (método 945.46), os cadinhos foram padronizados a  $550 \pm 3$  °C na mufla por 1 hora. Após esse período, foram levados ao dessecador para resfriar por 1 hora. Depois de resfriado, cada cadinho foi pesado e depositado 3 g das amostras *in natura*, desidratada e liofilizada em triplicata. O peso do conjunto foi anotado e comparado após a carbonização das amostras na mufla a  $550 \pm 3$  °C, por 8 horas. O teor de resíduos da amostra foi calculado conforme equação 5.

$$(5) \quad \% \text{ de Cinzas} = \frac{100 \times \text{massa (g) das cinzas}}{\text{massa (g) amostra inicial}}$$

#### 4.4.4 Proteínas

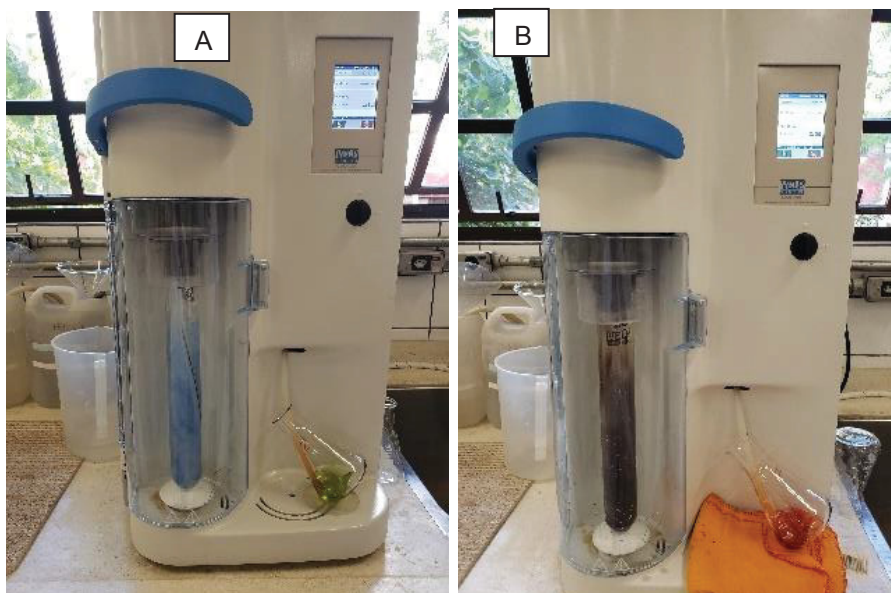
Para análise de proteínas, foi utilizado o método de Kjeldahl, que utiliza digestão ácida, para transformar nitrogênio em amônio (método 990.03). Na fase da digestão, foi colocado 0,5 g das amostras desidratada e da liofilizada, embrulhadas em papel impermeável, juntamente com a mistura catalítica e ácido sulfúrico

concentrado, em tubos identificados e acoplados ao bloco digestor (Marca Velp, Modelo: DK 20, Porto Alegre – RS, Brasil). O branco foi colocado em 2 tubos. A mistura foi aquecida gradualmente até atingir 400 °C, adquirindo cor azul clara e a formação de sulfato de amônia. Em seguida, foi realizada a destilação no destilador de Kjeldahl (Marca Velp, modelo UDK 149, Porto Alegre – RS, Brasil), onde o sulfato de amônia reage com o hidróxido de sódio, liberando gás amônia e juntamente com o ácido bórico, gera borato de amônio de cor verde, como demonstrado na FIGURA 6. Após, foi realizada a titulação, onde o composto gerado foi titulado com ácido sulfúrico 0,02 N para regenerar o ácido bórico. O volume de ácido sulfúrico foi dosado com uma pipeta de 25 mL, adicionando borato de amônio até atingir a cor rósea. Esse volume foi utilizado para se calcular o percentual de proteínas, com fator de conversão 6,25, conforme equação 6:

$$(6) \quad \% \text{ de Proteína (m/m)} = \frac{V^* \times 0,00028 \times fc \times Fc \times 100}{P}$$

Onde: V\* = volume gasto na titulação da amostra - volume gasto na titulação do branco; fc = fator de correção da solução de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; Fc = fator de conversão (6,25); P = peso da amostra

FIGURA 6 - DETERMINAÇÃO DE PROTEÍNAS DAS PARTES VEGETATIVAS (RAIZ, CAULE, FOLHA E INFLORESCÊNCIA) DESIDRATADAS E LIOFILIZADAS DA *Rumex obtusifolius* L.



Fonte: a autora (2019)

LEGENDA: A e B – fase da destilação da determinação de proteínas da amostra da *Rumex obtusifolius*

#### 4.4.5 Lipídios

O teor de lipídios foi determinado por meio de extração a quente com éter de petróleo (método 920.39). Aproximadamente 3g das amostras desidratadas e liofilizadas foram pesadas em papel filtro e levadas ao extrator de Soxhlet acoplado a um condensador de bolas e balão de fundo chato previamente padronizado, como demonstrado na FIGURA 7. Foi acrescentado éter de petróleo e mantido sob aquecimento para extração por aproximadamente 8 horas. O solvente foi destilado e o balão com o resíduo etéreo foi levado ao dessecador para posterior pesagem. O teor de lipídios foi calculado conforme a equação 7:

$$(7) \quad \% \text{ de lipídios totais} = \frac{100 \times \text{massa de lipídios extraída}}{\text{massa (g) da amostra}}$$

FIGURA 7 - DETERMINAÇÃO DE LIPÍDIOS DAS PARTES VEGETATIVAS (RAIZ, CAULE, FOLHA E INFLORESCÊNCIA) DESIDRATADAS E LIOFILIZADAS DA *RUMEX OBTUSIFOLIUS L.*



Fonte: a autora (2020)

LEGENDA: Extrator de Soxhlet utilizado na determinação de lipídios das amostras da *R. obtusifolius*

#### 4.4.6 Fibras alimentares solúveis e insolúveis

A fibra alimentar total foi quantificada pelo método enzimático-gravimétrico (método 991.43). Alíquotas de 1g de cada amostra desidratada e liofilizada foram

submetidas, em quadriplicata, ao tratamento enzimático com  $\alpha$ -amilase termo resistente, protease e amiloglicosidase (Marca: Sigma-Aldrich, St. Louis, MA, EUA). O tratamento enzimático ocorreu em banho maria com condições de tempo, temperatura e pH ajustados para cada enzima utilizada. A solução obtida após hidrólise enzimática foi filtrada sob vácuo em cadinhos de vidro com placa de vidro sinterizado previamente padronizados (FIGURA 8). O resíduo retido no cadinho foi levado à estufa (Marca Quimis, Modelo: Q317M, Diadema - SP, Brasil) à 105° C por 12 horas para determinação de fibras insolúveis e o filtrado foi adicionado de álcool etílico 95% e mantido em repouso por 24 horas. Após, a solução alcóolica foi filtrada sob vácuo em cadinhos de vidro com placa de vidro sinterizado previamente padronizados e lavado três vezes com 20mL de etanol 78%, duas vezes com 10mL de etanol 95% e 2 vezes com 10mL de acetona, sendo o resíduo final retido no cadinho levado à estufa (Marca Quimis, Modelo: Q317M, Diadema - SP, Brasil) a 105° C por 12 horas para determinação de fibra solúvel. Os mesmos processos ocorreram com frascos sem amostra para controle do experimento (branco). Foi conduzida determinação de proteína e cinzas no resíduo insolúvel e solúvel e a determinação do teor de fibras é demonstrado na equação 8:

$$(8) \quad \begin{aligned} \text{Fibra insolúvel} &= [(R_i - P_i - C_i - B_i) \div m] \times 100 \\ \text{Fibra solúvel} &= [(R_{Ts} - P_s - C_s - B_{Ts}) \div m] \times 100 \end{aligned}$$

Onde:  $R_i$ : resíduo da amostra insolúvel;  $P_i$ : teor de proteína no resíduo insolúvel;  $C_i$ : teor de cinzas no resíduo insolúvel;  $B_i$ : branco da amostra insolúvel;  $m$ : massa da tomada de amostra;  $R_s$ : resíduo da amostra solúvel;  $P_s$ : teor de proteína no resíduo solúvel;  $C_s$ : teor de cinzas no resíduo solúvel;  $B_s$ : branco da amostra solúvel

FIGURA 8 - DETERMINAÇÃO DE FIBRAS ALIMENTARES DAS PARTES VEGETATIVAS (RAIZ, CAULE, FOLHA E INFLORESCÊNCIA) DESIDRATADAS E LIOFILIZADAS DA *Rumex obtusifolius*



Fonte: a autora (2020)

LEGENDA: Filtração das amostras para determinação de fibras alimentares da *R. obtusifolius* L.

#### 4.4.7 Carboidratos

Os carboidratos foram determinados por diferença, de acordo com Muller e Tobin (1980), em amostra seca, conforme a equação 9:

$$(9) \quad \% \text{ de carboidratos} = 100 - U - C - P - L - FS - FI$$

Onde: U: Umidade; C : Cinzas; P: Proteínas; L: Lipídios; FS: Fibras Solúveis; FI: Fibras Insolúveis

#### 4.4.8 Valor energético

O valor energético foi calculado de acordo com a conversão de Atwater. O teor proteico e de carboidratos foram multiplicados por 4kcal e o teor de lipídios por 9kcal. O valor energético total correspondeu a soma dos produtos destas multiplicações (OSBORNE; VOOGT, 1978), conforme demonstrado na equação 10:

$$(10) \quad \text{Valor energético (kcal)} = \\ (\text{teor de proteínas} \times 4) + (\text{teor de carboidratos} \times 4) + \text{teor de lipídios} \times 9$$

#### 4.4.9 Minerais

Para a análise de minerais, foi pesado 70 mg das amostras seca e da liofilizada e adicionado 6 mL de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ). Em seguida, foram levadas em banho de ultrassom (Marca Kodentech, Modelo CD-4860, São Carlos – SP, Brasil) a  $30 \pm 5^\circ\text{C}$  por 15 min. Após, a mistura foi aquecida em chapa de elétrica a  $70^\circ\text{C}$  e adicionado 1 mL de peróxido de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) 35%  $\text{v}^{-1}$  e realizada a homogeneização delicadamente. Ao cessar a liberação de bolhas, foi adicionado mais uma alíquota de 1 mL de  $\text{H}_2\text{O}_2$  35%  $\text{v}^{-1}$ , totalizando 2 mL de  $\text{H}_2\text{O}_2$ , repetindo a homogeneização. A mistura foi mantida sob aquecimento por 20 minutos até cessar a liberação de bolhas. Após atingir a temperatura ambiente, a mistura foi transferida para balão volumétrico de 25 mL e o volume foi completado com água deionizada. A solução foi filtrada em filtro seringa de  $0,45 \mu\text{m}$  e encaminhada para determinação do perfil de minerais.

Para a determinação dos parâmetros de desempenho do método de digestão foram preparadas sete soluções da prova em branco, os quais continham as mesmas concentrações dos reagentes utilizados na digestão das amostras sendo também submetidas as mesmas etapas do processo de digestão.

Para as determinações instrumentais foi utilizado um espectrômetro de emissão ótica por plasma acoplado indutivamente (ICP OES - marca Thermo Scientific, modelo iCAP 6500 com vista axial, Waltham, MA, EUA) (FIGURA 9) e foi preparada uma curva analítica a partir de um padrão multielementar  $1000 \text{ mg L}^{-1}$  AccuStandard (New Haven, USA). Para o transporte das soluções, foram utilizados capilares (Orange/White)  $0,64 \text{ mm d.i.}$ , marca Meinhard Galss Products (USA).

FIGURA 9 - ESPECTRÔMETRO DE EMISSÃO ÓTICA POR PLASMA ACOPLADO INDUTIVAMENTE (ICP OES) PARA DETERMINAÇÃO DE MINERAIS DAS PARTES VEGETATIVAS (RAIZ, CAULE, FOLHA E INFLORESCÊNCIA) DESIDRATADAS E LIOFILIZADAS DA *Rumex obtusifolius* L.



Fonte: a autora (2019)

#### 4.4.10 Determinação de Compostos Fenólicos Totais, Flavonoides Totais e Atividade Antioxidante

A extração dos compostos bioativos foi realizada por maceração de acordo com Popovic et al. (2020) com modificação para microplaca. Em tubos Falcon, 0,5g de cada amostra (inflorescência, folha, caule e raiz desidratadas e liofilizadas), em duplicata, foram diluídas em 5mL de metanol 80% acidificado (0,1% HCl). Os tubos foram agitados em vortex e levados a banho ultrassônico (Marca Kodentech, Modelo CD-4860, São Carlos – SP, Brasil) a  $30 \pm 5^\circ\text{C}$  por 15 minutos. Em seguida, foram centrifugados a 3000 rpm por 10 minutos a  $5^\circ\text{C}$ . O sobrenadante foi retirado e armazenado em freezer. A fase sólida foi submetida a segunda extração, seguindo o mesmo procedimento. Os sobrenadantes foram combinados, filtrados e armazenados a  $-20^\circ \pm 2^\circ\text{C}$ .

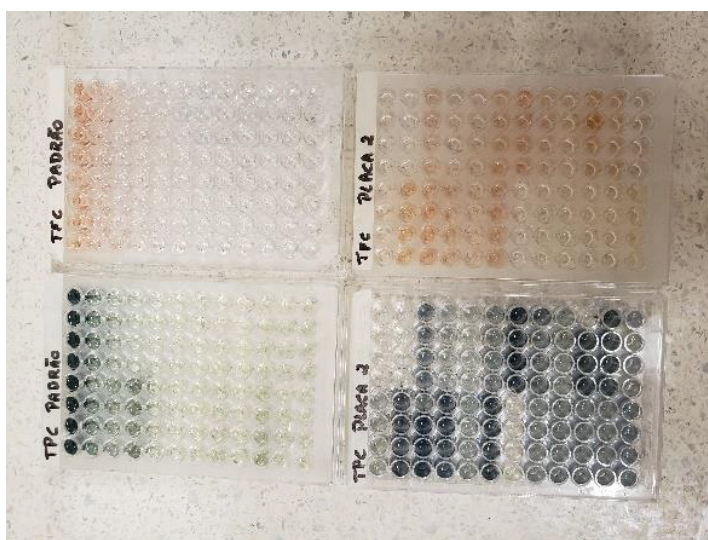
Os ensaios de compostos fenólicos totais, flavonoides totais e atividade antioxidante (DPPH, ABTS e FRAP) foram realizados em microplacas de 96 poços, em oituplicata, e a absorbância foi medida em espectrofotômetro (Marca

TermoFischer Scientific, Modelo Multiskan FC microplate photometer, Waltham, MA, EUA).

Os compostos fenólicos totais foram realizados pelo método colorimétrico de Folin-Ciocalteu descrito por Singleton; Rossi (1965), com adaptações para microplaca por Ávila et al. (2019). Nesse método, ocorre a redução do reagente pelos compostos fenólicos das amostras, formando um complexo de coloração azul. Alíquotas de 10µL de cada amostra diluída foram pipetadas com 240µL de água destilada, 15µL de reagente de Folin-Ciocalteu e 15µL de carbonato de sódio (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) a 7,5% (m/v). Após 60 minutos em repouso no escuro, a leitura de absorvância foi realizada a 690 nm. Para o branco, foram pipetados 20 µL de água destilada em substituição à amostra. Os resultados foram expressos em mg equivalente a ácido gálico/100g de amostra (mg EAG/100g).

Os flavonoides totais foram quantificados por método colorimétrico com cloreto de alumínio de acordo com Zhishen; Mengcheng; Jianming (1999), com modificações para microplaca. Foram pipetadas em microplacas, alíquotas de 10 µL de cada amostra diluídas previamente com 90 µL de nitrito de sódio a 5%. Foram incubadas por 5 minutos, seguido da adição de 10 µL de cloreto de alumínio 10%, incubadas novamente por 5 minutos e acrescidas de 90 µL de hidróxido de sódio. Após 60 minutos em repouso no escuro, a leitura foi realizada a 540nm. O resultado foi expresso em miligramas equivalente de catequina (EC) por 100g de amostra seca e a FIGURA 10 ilustra as placas analisadas.

FIGURA 10 - MICROPLACAS DOS ENSAIOS DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS E FLAVONOIDES TOTAIS DAS PARTES VEGETATIVAS (RAIZ, CAULE, FOLHA E INFLORESCÊNCIA) DESIDRATADAS E LIOFILIZADAS DA *Rumex obtusifolius* L.



FONTE: a autora (2020)

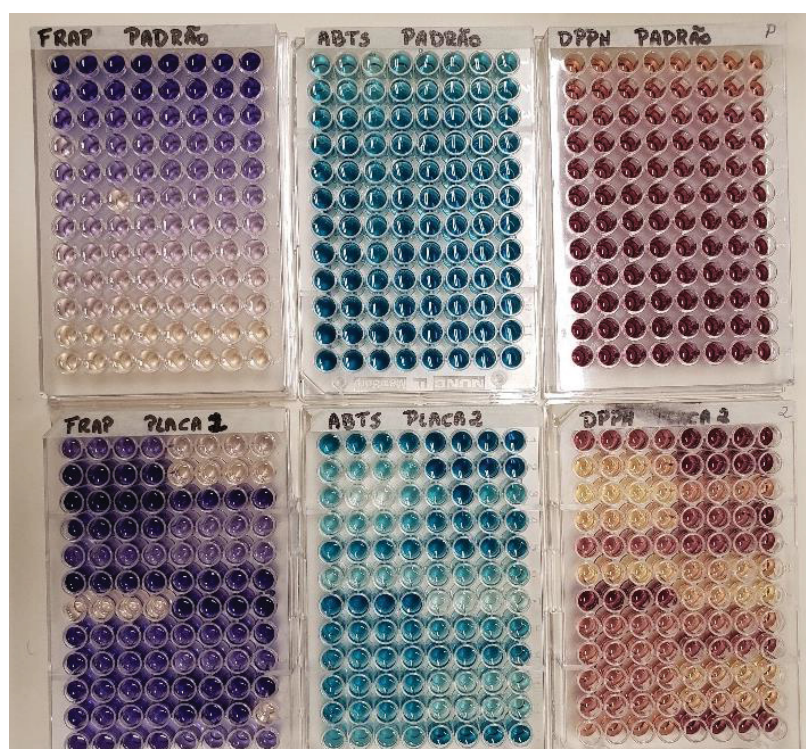
A determinação da atividade antioxidante foi realizada utilizando três diferentes metodologias: redução do radical DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil), captura do radical ABTS [2,2' – azinobis – (3-etilbenzotiazoline-6- ácido sulfônico)] e redução do poder antioxidante férrico (FRAP), sendo que nos três métodos foi realizada leitura em espectrofotômetro na região do UV. A curva de calibração foi preparada por uma solução padrão de Trolox, um sintético análogo à vitamina E, em uma diluição seriada de 0,0016 mol/L à 0,000075 mol/L. Os resultados de DPPH, ABTS e FRAP foram expressos em mMol de equivalentes de Trolox por 100 g de amostra seca e estão representados na FIGURA 11.

A atividade de eliminação do radical DPPH foi determinada de acordo com o método de Blois (1958) e modificada por Brand-Williams et al. (1995) com alterações para microplaca conforme Ávila et al. (2019). Foi preparada uma solução de DPPH (0,12 mmol/mL) e 10µL de amostra diluída foram pipetadas e adicionados 190µL da solução de DPPH. Após 30 minutos em repouso no escuro, a absorbância foi medida a 540 nm.

O ensaio ABTS [2,2– azinobis (3 – etilbenzotiazolina - 6 - ácido sulfônico)] foi realizado conforme relatado por Re et al. (1999) com modificações de Ávila et al. (2019). O radical ABTS foi formado pela reação de 5 mL da solução ABTS+ 7mM com 88 µL da solução de persulfato de potássio 140mM, incubados à temperatura de 25°C e na ausência de luz, durante 16 horas. Em microplaca, foram colocadas 300 µL de ABTS e 10 µL de cada amostra. Após 30 minutos de repouso no escuro foi realizada a absorbância medida a 690 nm.

O ensaio de poder antioxidante redutor férrico (FRAP) foi determinado de acordo com a metodologia descrita por Benzie e Strain (1996) com modificações para microplaca conforme Barbi et al. (2018). Para o preparo da solução de FRAP foram misturados 100mL de tampão acetato 300mM a pH 3,63, 10mL de cloreto férrico 20mM e 10mL de TPTZ (2,4,6-tripidiltriazina) dissolvidos previamente em ácido clorídrico 40mM. Em microplaca foram pipetados 300 µL de FRAP e 10 µL de cada amostra. Após 30 minutos de repouso no escuro foi realizada a leitura da absorbância medida a 620nm.

FIGURA 11 - MICROPLACAS DOS ENSAIOS DE ATIVIDADE ANTIOXIDANTE POR FRAP, ABTS E DPPH DAS PARTES VEGETATIVAS (RAIZ, CAULE, FOLHA E INFLORESCÊNCIA) DESIDRATADAS E LIOFILIZADAS DA *Rumex obtusifolius* L.



FONTE: a autora (2020)

#### 4.5 DIGESTÃO *IN VITRO*

O protocolo utilizado para simulação da digestão gastrointestinal *in vitro* foi de acordo com Minekus et al. (2014) com adaptações. São três fases: oral, gástrica e intestinal, onde são preparadas soluções específicas a base de sais e eletrólitos. Uma alíquota de 0,5 g de cada amostra desidratada e liofilizada foi adicionado de 2,5 mL de fluido salivar, 0,3 mL de alfa-amilase (alfa-amilase da solução de *Aspergillus niger*, 12143 U/mL, Sigma®) a 1500 U/mL (120 µL amilase + 880 µL fluido salivar), 0,015 mL de CaCl<sub>2</sub>, 0,585 mL de água destilada e incubados por 2 minutos em banho maria sob agitação a 37°C com pH 7,0. Na fase gástrica, foram acrescentados 4,5 mL de solução gástrica, 0,96 mL de pepsina (pepsina da mucosa gástrica suína, 727 U/mg, Sigma®), 0,003 mL de CaCl<sub>2</sub>, 0,12 mL de HCl 0,1M, 0,417 mL de água destilada, ajustado o pH em torno de 3,0 e incubado por 2 horas em banho maria sob agitação a 37°C. Ao final, foi realizado banho de gelo para realização da fase intestinal, onde foram adicionados 6,6 mL de solução intestinal, 3 mL de pancreatina (8 x USP, Sigma®), 1,5 mL de bile (Sigma®), 0,024 mL de CaCl<sub>2</sub>, 0,786 mL de água destilada,

com ajuste do pH para 7,0 e levado ao banho maria sob agitação a 37° C por 2 horas. Ao final, as amostras foram deixadas em banho de gelo e congeladas a  $-20 \pm 2^\circ$  C. As amostras foram liofilizadas para posterior análise de compostos bioativos e atividade antioxidante estão demonstradas na FIGURA 12.

FIGURA 12 - AMOSTRA DAS PARTES VEGETATIVAS (RAIZ, CAULE, FOLHA E INFLORESCÊNCIA) DESIDRATADAS E LIOFILIZADAS DA *Rumex obtusifolius* L. SUBMETIDAS A DIGESTÃO GÁSTRICA E INTESTINAL.



FONTE: a autora (2021)

#### 4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados foram expressos em média  $\pm$  desvio padrão. A normalidade as variáveis de duas ( $n=2$ ) amostras que compararam os processos de desidratação e três ( $n\geq 3$ ) que compararam as partes vegetativas foi realizada com o teste Shapiro-Wilk. A homogeneidade das variâncias foi verificada pelo teste F e teste de Levene para  $n=2$  e  $n\geq 3$  amostras, respectivamente. O teste t de Student ( $n = 2$  amostras) ou Anova fator único ( $n\geq 3$  amostras) foram aplicados para verificar as diferenças entre as amostras ( $p > 0,05$ ). Para as variáveis que apresentaram variâncias não normais e/ou não homogêneas ( $p < 0,05$ ), foi utilizado o teste de comparação múltipla não paramétrica de Wilcoxon ( $n = 2$  amostras) e Kruskal-Wallis ( $n\geq 3$  amostras). O teste de Duncan foi utilizado para comparação das médias ( $p < 0,05$ ). A correlação de Pearson foi realizada para determinar a correlação entre a capacidade antioxidante medida por meio dos diferentes métodos utilizados e compostos bioativos (CFT e TFC). As análises estatísticas foram realizadas pelo *software* Action versão 2.8.29.357.515 e SASM-Agri Versão 8.2.

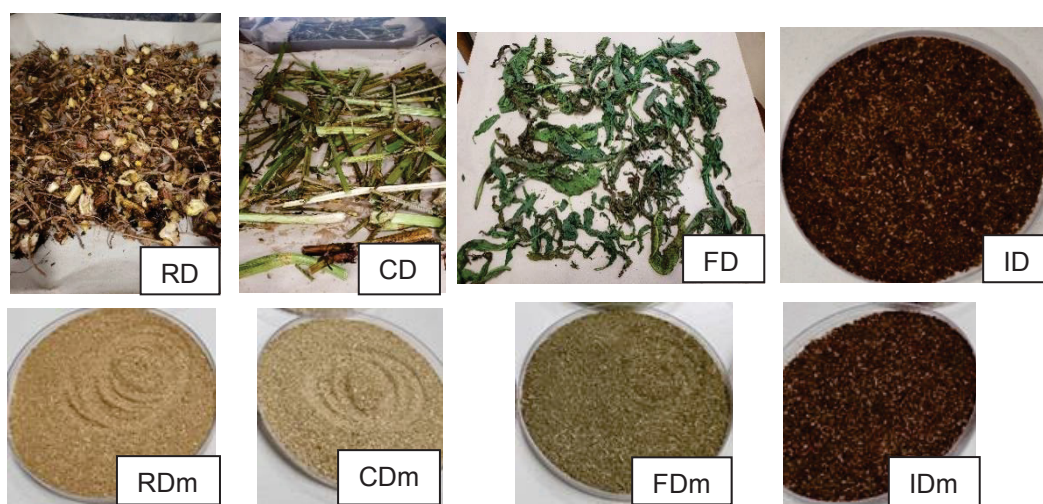
## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Cor

Os colorímetros são os instrumentos utilizados para análise e avaliam a cor como o olho humano percebe. A cor pode ser descrita em coordenadas e alguns métodos são utilizados para defini-las, como o método CIE L\*a\*b\* que se baseia em um espaço tridimensional onde cada cor é representada (FERREIRA; SPRICIGO, 2017). A cor dos alimentos é uma característica sensorial importante. Entretanto, os processos de desidratação podem alterar a cor dos alimentos ou mesmo ocasionar diferenças em decorrência dos tratamentos que os alimentos são submetidos (FELLOWS, 2019).

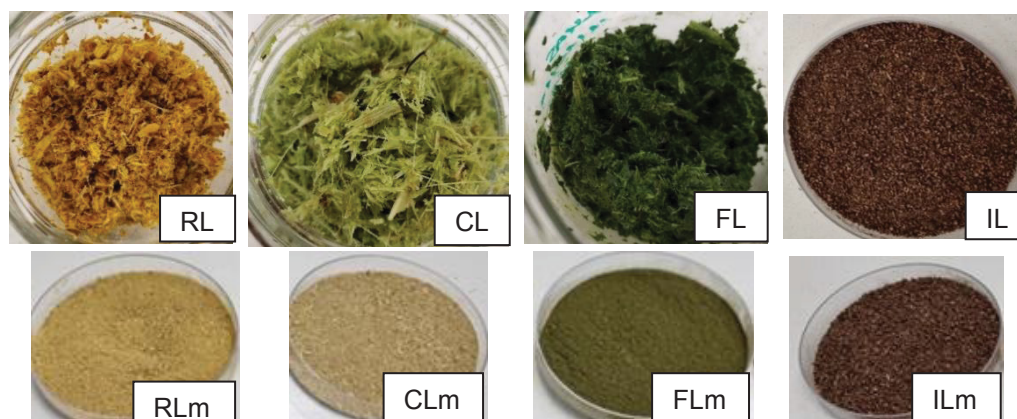
A cor das amostras de *R. obtusifolius* desidratadas em estufa e em liofilizador variou de acordo com a parte vegetativa da planta e com os tratamentos de desidratação, conforme as Figuras 13 e 14 e a Tabela 2. Após os processos de desidratação, a raiz apresentou uma tendência maior para cor amarela, caule e folha para cor verde e a inflorescência para cor verde escura a vermelho.

FIGURA 13 - PARTES VEGETATIVAS DESIDRATADAS EM ESTUFA DA *Rumex obtusifolius* L.



LEGENDA: RD: raiz desidratada; RDm: raiz desidratada moída; CD: caule desidratado; CDm: caule desidratado moído; FD: folha desidratada; Fm: folha desidratada moída; ID: inflorescência desidratada; IDm: inflorescência desidratada moída.

FIGURA 14 - PARTES VEGETATIVAS DESIDRATADAS EM LIOFILIZADOR DA *Rumex obtusifolius* L.



LEGENDA: RL: raiz liofilizada; RLm: raiz liofilizada moída; CL: caule liofilizado; CLm: caule liofilizado moído; FD: folha desidratada; FDm: folha desidratada moída; ID: inflorescência desidratada; IDm: inflorescência desidratada moída.

TABELA 2 - PARÂMETROS DE COR DAS PARTES VEGETATIVAS DESIDRATADA E LIOFILIZADA DA *Rumex obtusifolius* L.

	RD	RL	CD	CL	FD	FL	ID	IL
L*	57,14±0,16 <sup>b</sup>	57,96±0,43 <sup>a</sup>	61,90±0,15 <sup>a</sup>	60,79±0,21 <sup>b</sup>	44,12±0,09 <sup>a</sup>	36,65±0,75 <sup>b</sup>	28,34±0,33 <sup>b</sup>	29,93±0,92 <sup>a</sup>
a*	7,35±0,08 <sup>a</sup>	5,25±0,05 <sup>b</sup>	4,52±0,04 <sup>b</sup>	4,87±0,20 <sup>a</sup>	1,51±0,05 <sup>a</sup>	-1,19±0,05 <sup>b</sup>	10,10±0,11 <sup>a</sup>	8,76±0,15 <sup>b</sup>
b*	30,61±0,12 <sup>b</sup>	38,29±0,31 <sup>a</sup>	27,20±0,08 <sup>b</sup>	28,26±0,11 <sup>a</sup>	20,83±0,11 <sup>b</sup>	22,00±0,43 <sup>a</sup>	14,91±0,24 <sup>a</sup>	13,36±0,21 <sup>b</sup>
C*	31,48±0,13 <sup>b</sup>	38,64±0,31 <sup>a</sup>	27,58±0,07 <sup>b</sup>	28,68±0,09 <sup>a</sup>	20,88±0,11 <sup>b</sup>	42,75±0,83 <sup>a</sup>	18,01±0,20 <sup>a</sup>	15,98±0,24 <sup>b</sup>
h*	76,50±0,12 <sup>b</sup>	82,20±0,10 <sup>a</sup>	80,57±0,09 <sup>a</sup>	80,23±0,41 <sup>a</sup>	85,86±0,12 <sup>b</sup>	93,10±0,13 <sup>a</sup>	55,87±0,54 <sup>b</sup>	56,75±0,37 <sup>a</sup>
IE	82,30±0,57 <sup>b</sup>	105,42±0,98 <sup>a</sup>	60,96±0,13 <sup>b</sup>	65,79±0,41 <sup>a</sup>	63,41±0,37 <sup>b</sup>	82,26±1,42 <sup>a</sup>	97,03±1,32 <sup>a</sup>	78,40±2,66 <sup>b</sup>

Média (n=8) seguida com letras diferentes na mesma linha para cada parte vegetativa indica diferença estatística de acordo com o teste de Duncan ( $p \leq 0,05$ ).

LEGENDA: RD= raiz desidratada em estufa; RL: raiz liofilizada; CD= caule desidratado em estufa; CL: caule liofilizado; FD= folha desidratada em estufa; FL: folha liofilizada; ID= inflorescência desidratada em estufa; IL: inflorescência liofilizada; (L\*): luminosidade, (a\*): o vermelho e (b\*): amarelo; (C): intensidade da cor; (h\*): valores de matiz; IE: índice de escurecimento

O L\* expressa a luminosidade da amostra que varia de zero (0) para o preto, a cem (100) que corresponde ao branco. Quanto mais alto o valor, menor o escurecimento. A inflorescência e folha apresentaram os menores valores de L, sendo as amostras mais escuras. Para o caule, os valores ficaram mais próximos a 100, indicando que é a parte vegetativa que apresentou a cor mais clara, compatíveis com as figuras 12 e 13. Com relação aos processos de desidratação, a liofilização

influenciou o escurecimento das amostras na raiz e inflorescência, enquanto a desidratação em estufa influenciou o escurecimento das amostras de caule e folha.

Os valores de  $a^*$  e  $b^*$  representam as cores, variando de vermelho a verde ( $a^*$ ) e de amarelo a azul ( $b^*$ ). A coordenada  $a^*$  é um parâmetro importante para o estudo de escurecimento, pois a cor marrom é resultante da presença de melanoidinas, derivadas da reação de Maillard e representa uma combinação do verde e vermelho. Quanto maior o valor de  $a^*$ , significa um tom mais avermelhado e maior escurecimento ((OLIVEIRA et al., 2008).

A inflorescência apresentou valor maior de  $a^*$ , indicando a tendência ao vermelho. A folha liofilizada apresentou valor negativo de  $a^*$ , indicando a tendência ao verde, resultante da presença de clorofila. A folha desidratada em estufa apresentou valor positivo, o que corrobora com estudos anteriores que salientaram que na presença do calor, o magnésio existente na clorofila é substituído por átomos de hidrogênio na presença de ácidos fracos, como o oxálico ou acético. Esse composto é chamado de feofitina que pode causar diminuição da tonalidade verde das amostras, aumentando o valor de  $a^*$  e indicando o escurecimento da amostra (ARSLAN; ÖZCAN, 2012; BRAGA; VIEIRA; DE OLIVEIRA, 2018).

A coordenada  $b^*$  está relacionada as cores amarelo ao azul, de modo que o valor menor de  $b^*$  indica escurecimento. Todas as amostras avaliadas demonstraram uma tendência para o amarelo.

O Chroma ( $C^*$ ) indica o grau de saturação (intensidade) da cor, onde valores próximos a zero são indicativos de cores mais neutras (branco/cinza) e cores próximas a 60 são indicativas de maior intensidade. A folha, o caule e a raiz liofilizados apresentaram valores significativamente maiores que as amostras desidratadas em estufa, indicando cores mais intensas.

Os resultados para o ângulo de Hue ( $h^*$ ) indicam tonalidade, sendo a cor vermelha em  $0^\circ$ , amarelo em  $90^\circ$ , verde em  $180^\circ$  e azul em  $270^\circ$ . A inflorescência, raiz e folha liofilizadas apresentaram maior tonalidade para cor amarela, diferindo significativamente da desidratação em estufa, com exceção do caule que não apresentou diferença significativa entre os métodos de desidratação.

O índice de escurecimento é um dos parâmetros utilizados para verificação da qualidade do alimento, o qual indica modificações na cor (BAL et al., 2011). As amostras de raiz, caule e folha desidratadas em liofilizador apresentaram maior

escurecimento, indicado pelos maiores valores do IE. Para a inflorescência, o método de desidratação em estufa evidenciou os maiores valores de IE.

A tendência da inflorescência ao vermelho com valores inferiores de  $L^*$  e superiores de  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  e  $IE^*$  após desidratação em estufa pode ser resultante do tempo de desidratação em estufa somada à presença de oxigênio que favorece a ação das enzimas polifeniloxidas. Como não houve branqueamento para inativar as enzimas em nenhum dos tratamentos, o escurecimento ocorreu em razão da oxidação de compostos fenólicos causados pelas enzimas polifenoloxidase (PPO) e peroxidase (POD) em presença do oxigênio e compostos fenólicos. Entretanto, esse fenômeno prejudica a aparência dos produtos e reduz o tempo de prateleira. As melanoidinas formadas pela reação de Maillard também podem ter contribuído para o escurecimento não-enzimático

Podemos inferir que a liofilização foi o método mais efetivo para a preservação da cor da inflorescência e a desidratação em estufa para a raiz, caule e folha. De acordo com Rahimmalek e Goli (2013), a escolha do método de desidratação deve considerar a espécie da planta, o consumo de energia, custo, tempo e a preservação da cor ao final.

## 5.2 Umidade

Na tabela 3, estão descritos os resultados encontrados para a caracterização nutricional de *R. obtusifolius* desidratada em estufa e em liofilizador.

Os elevados teores de umidade da raiz, caule, folha e inflorescência de *R. obtusifolius in natura* variaram de 88,28% a 62,97%. A umidade em vegetais geralmente é alta, o que prejudica a conservação. Conforme a Resolução RDC 272/2005, a umidade de produtos de vegetais secos ou desidratados deve ser inferior a 12% (BRASIL, 2005). Sendo assim, a umidade da planta tanto após a desidratação em estufa como após a liofilização ficou inferior a 15% em todas as partes vegetativas, indicando maior estabilidade a reações químicas, bioquímicas e microbiológicas (ORPHANIDES; GOULAS; GEKAS, 2013; GARCÍA-HERRERA et al., 2014; BARIMAH et al., 2017).

Os valores de umidade foram diferentes significativamente entre todas as partes da planta após o processo de desidratação, variando de  $7,97 \pm 0,07\%$  a  $10,00 \pm 0,13\%$  para as amostras secas em estufa e de  $2,47 \pm 0,16\%$  a  $6,91 \pm 0,10\%$  para

TABELA 3 – CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL DAS PARTES VEGETATIVAS DESIDRATADA E LIOFILIZADA DA *Rumex obtusifolius* (g/100 em base seca)

	RD	RL	CD	CL	FD	FL	ID	IL
Umidade (g/100g)	7,97±0,07 <sup>d,A</sup>	2,47±0,16 <sup>h,B</sup>	8,58±0,10 <sup>c,A</sup>	4,24±0,03 <sup>g,B</sup>	10,00±0,13 <sup>a,A</sup>	5,32±0,23 <sup>i,B</sup>	9,40±0,07 <sup>b,A</sup>	6,91±0,10 <sup>e,B</sup>
Cinzas (g/100g)	5,75±0,05 <sup>d</sup>	5,70±0,15 <sup>d</sup>	7,94±0,12 <sup>c,A</sup>	5,56±0,11 <sup>d,B</sup>	14,87±0,09 <sup>a</sup>	14,13±0,08 <sup>a</sup>	8,93±0,13 <sup>b,A</sup>	3,78±0,11 <sup>e,B</sup>
Proteínas (g/100g)	7,63±0,20 <sup>g,B</sup>	10,82±0,21 <sup>f,A</sup>	4,94±0,12 <sup>d,A</sup>	3,96±0,19 <sup>h,B</sup>	28,81±0,36 <sup>a,A</sup>	26,03±0,03 <sup>b,B</sup>	18,34±3,99 <sup>c,A</sup>	11,89±0,37 <sup>e,B</sup>
Lipídios (g/100g)	6,44±1,90 <sup>b</sup>	10,20±3,32 <sup>a</sup>	6,93±0,23 <sup>b,A</sup>	5,29±0,80 <sup>b,c,B</sup>	3,14±0,34 <sup>cd</sup>	3,51±0,51 <sup>cd</sup>	2,62±0,03 <sup>d</sup>	2,56±1,03 <sup>d</sup>
FT (g/100g)	51,71±0,01 <sup>d,A</sup>	43,25±0,98 <sup>e,B</sup>	77,14±0,37 <sup>a,A</sup>	73,74±0,26 <sup>b,B</sup>	41,22±2,35 <sup>e</sup>	41,64±0,98 <sup>e</sup>	51,21±0,21 <sup>d</sup>	57,19±2,75 <sup>c</sup>
FI (g/100g)	44,96±0,60 <sup>e,A</sup>	37,65±1,09 <sup>cf,B</sup>	75,34±0,19 <sup>a,A</sup>	73,16±0,21 <sup>b,B</sup>	38,60±1,92 <sup>f</sup>	37,70±0,63 <sup>f</sup>	50,05±0,11 <sup>d</sup>	54,59±2,74 <sup>c</sup>
FS (g/100g)	6,75±0,60 <sup>a,A</sup>	5,60±0,15 <sup>b,B</sup>	1,80±0,36 <sup>de</sup>	0,59±0,04 <sup>f</sup>	2,62±0,43 <sup>d</sup>	3,95±0,97 <sup>c</sup>	1,16±0,29 <sup>ef,B</sup>	2,60±0,41 <sup>d,A</sup>
Carboidrato (g/100g)	28,48±1,74 <sup>a</sup>	30,30±2,44 <sup>a</sup>	3,06±0,52 <sup>e,B</sup>	9,43±0,73 <sup>d,A</sup>	11,97±2,34 <sup>cd</sup>	14,69±1,52 <sup>cd</sup>	18,89±3,79 <sup>b</sup>	19,66±3,40 <sup>b</sup>
VE (kcal)	202,35±9,41 <sup>b,B</sup>	256,31±20,54 <sup>a,A</sup>	94,32±2,75 <sup>e</sup>	101,19±3,91 <sup>e</sup>	191,37±10,55 <sup>b</sup>	194,43±1,61 <sup>b</sup>	172,49±1,03 <sup>c</sup>	149,27±11,69 <sup>d</sup>

Médias (n=3) seguidas com letras minúsculas diferentes na mesma linha, indica diferença estatística de acordo com o teste de Duncan (p≤0, 05).

Média seguida com letras maiúsculas diferentes, na mesma linha e na parte vegetativa, indica diferença no tratamento na mesma parte vegetativa de acordo com o teste t de Student (p≤0, 05). As amostras com ausência de letras indicam a igualdade entre as amostras.

LEGENDA: RD= raiz desidratada em estufa; RL: raiz liofilizada; CD= caule desidratado em estufa; CL: caule liofilizado; FD= folha desidratada em estufa; FL: folha liofilizada; ID= inflorescência desidratada em estufa; IL: inflorescência liofilizada; FT: teor de fibras totais FI: teor de fibras insolúveis; FS: teor de fibras solúveis; VE: valor energético

as amostras liofilizadas. A desidratação em estufa resultou em amostras com maior conteúdo de água do que as amostras liofilizadas em todas as partes vegetativas.

Nos alimentos, existem a água livre e a água ligada. A água livre está na superfície, sendo evaporada nos processos de desidratação. No entanto, a água ligada está fortemente associada às moléculas, necessitando uma mudança na pressão para ser retirada. É o que acontece na liofilização, onde a água é eliminada por sublimação à alto vácuo e em baixa pressão, passando do estado sólido (congelamento), para o estado gasoso, sem passar pelo estado líquido. Posteriormente, pela dessorção é retirada a água ligada, que resulta em produto com quantidade de água inferior a 10% (CELESTINO, 2010; GONÇALVES, 2017; FELLOWS, 2019).

### 5.3 Cinzas

O teor de cinzas que contém material inorgânico presente nas plantas, sendo correlacionado com a quantidade de minerais. Entre as partes vegetativas, a folha se destacou com a maior quantidade de cinzas. Entretanto, apenas o caule e a inflorescência diferiram estatisticamente entre os tratamentos, sendo que as amostras desidratadas em estufa obtiveram os maiores conteúdos de cinzas.

### 5.4 Proteínas e Lipídios

Alto teor de proteínas foi evidenciado na folha desidratada (em estufa 28,81g/100g e em liofilizador 26,03g/100g), valores similares ao do espinafre (25,8g/100g para amostra desidratada e 26g/100g para amostra liofilizada) (SHONTE; DUODU; DE KOCK, 2020).

A raiz é a parte da planta responsável pela fixação, absorção e reserva de nutrientes. Em estudo realizado com plantas selvagens comestíveis em Camarões, o teor de lipídios ficou entre 4-14%, que inclui os valores encontrados em *R. obtusifolius* (DATTA et al., 2019).

As amostras desidratadas em estufa, com exceção da raiz, apresentaram valores de proteínas e lipídeos maiores que as amostras liofilizadas. Os produtos carbonílicos intermediários da reação de Maillard podem reagir com os grupamentos amins das proteínas, ocasionando modificações biológicas e redução na biodisponibilidade das proteínas. A exposição ao sol e a temperatura, grau de

maturação da planta, além do efeito da temperatura de desidratação e de liofilização podem ter influenciado na diferença da quantidade de proteínas das amostras (GARCÍA-HERRERA et al., 2014).

## 5.5 Fibras alimentares

Em relação às fibras alimentares, o caule desidratado em estufa e em liofilizador apresentaram valores significativamente maiores quando comparado às outras partes da planta. A maior parte é composta de fibras insolúveis, responsáveis pelo adequado funcionamento intestinal. As fibras dietéticas são importantes na alimentação e atuam na prevenção de doenças, como diabetes, hiperlipidemia e gastrointestinais (TANYA; MBOFUNG; KESHINRO, 1997; MCKEE; LATNER, 2000; ROMDHANE et al., 2020).

A Ingestão Diária Recomendada (IDR) de fibras alimentares, para adultos de 19 a 50 anos é de 38g/dia para homens e 25g/dia para mulheres (IOM, 2006). Se forem consumidas duas colheres de sopa (30g) de caule desidratado por dia, como uma farinha, adicionada em saladas ou preparações, o teor de fibras seria de 23,14g, que equivale a 90,4% das necessidades de fibras para mulheres e 59,47% para homens.

Para ser classificado contendo “alto conteúdo de fibras”, o alimento deve conter no mínimo 5 g por porção ou no mínimo 6 g a cada 100 g em produtos prontos para o consumo. Para ser definido como “fonte de fibras” deve conter, pelo menos, 2,5g por porção ou no mínimo 3g a cada 100 g em pratos preparados, sem considerar a contribuição dos ingredientes utilizados na sua preparação (BRASIL, 2012). Assim, em torno de uma colher de sobremesa (no mínimo 6,48g) de caule desidratado em pó, acrescentado às refeições, forneceria 5g de fibras, sugerindo alto conteúdo de fibras. Como também, uma colher de chá do caule (no mínimo 3,24g) acrescentada à alimentação diariamente, faria de *R. obtusifolius*, um alimento fonte de fibras.

## 5.6 Minerais

Vegetais são fontes importantes de minerais, os quais desempenham um papel considerável no metabolismo do corpo humano. Na Tabela 4 estão descritos os valores dos minerais encontrados em *R. obtusifolius* desidratada e liofilizada. A folha

desidratada apresentou maiores teores de potássio, magnésio, sódio, fósforo, cromo, cobre, manganês e enxofre.

Cálcio e fósforo são essenciais para a formação e manutenção dos ossos e dentes, na coagulação do sangue e na contração muscular (COZZOLINO, 2015). Os valores para o cálcio variaram de 1,45 mg/100g no caule liofilizado a 125,85 mg/100g na inflorescência desidratada. As partes vegetativas liofilizadas não apresentaram diferenças significativas. Para o fósforo, os valores variaram de 3,47 mg/100g na raiz liofilizada a 49,29 mg/100g na folha desidratada. Se a inflorescência desidratada fosse utilizada como farinha adicionada em preparações prontas por exemplo, duas colheres de sopa (30g) por dia conteriam 37,75 mg de cálcio o que equivale a 3,77% da Ingestão Diária Recomendada (IDR) de 1000-1300 mg para homens e mulheres de 19 a 70 anos (IOM, 2006). Para o fósforo, duas colheres de sopa (30g) por dia das folhas desidratadas poderiam ser acrescentadas a preparações prontas na forma de farinha, que equivale a 14,79mg de fósforo, o que equivale a 2,11% da Recomendação Diária Adequada (RDA) de 700mg/ dia para homens e mulheres de 19 a 70 anos. Esses valores mostram pouca contribuição para as necessidades diárias dos minerais, sendo necessária quantidades maiores para complementar a alimentação. Entretanto, incluir às preparações prontas alteraria a aparência, consistência e paladar dos alimentos. Uma sugestão seria incluir mais porções ao longo do dia como ingrediente em preparações, como pães, bolos ou tortas.

O sódio e o potássio são os principais cátions presentes nas células e que estão envolvidos no balanço ácido-básico do organismo, na contração neural e muscular e na manutenção do plasma (ZIHAD et al., 2019). Os níveis de potássio variaram de 11,22 mg/100g na raiz liofilizada a 272,92 mg/100g para a folha.

Dentre os elementos traços, o zinco (Zn) possui funções importantes no organismo, relacionado ao crescimento e desenvolvimento, síntese de proteínas e DNA e no sistema imunológico (ALQABBANI; ALBADR, 2020). O teor variou de 1,55 mg/100g no caule liofilizado a 14,65 mg/100g na inflorescência desidratada. Para uma mulher entre 19 a 70 anos, a necessidade diária de zinco é de 8-9 mg. Em uma porção de duas colheres de sopa (30g) por dia da inflorescência desidratada, é possível atingir 55% da recomendação diária desse nutriente.

O Manganês (Mn) é essencial na formação da hemoglobina e atua como cofator para diversas enzimas como arginase e glutamina sintetase, que são ativadas por íons. O teor variou de 0,70 mg/100 g no caule liofilizado a 4,93 mg/100g na folha

TABELA 4 - MINERAIS DAS PARTES VEGETATIVAS DESIDRATADA E LIOFILIZADA DA *Rumex obtusifolius* (em base seca)

	RD	RL	CD	CL	FD	FL	ID	IL	IDR	Faixa etária	
Minerais essenciais	Ca (mg/100g)	45,38±1,19 <sup>c</sup>	33,88±6,16 <sup>d</sup>	1,45±0,08 <sup>f</sup>	76,00±4,65 <sup>b</sup>	8,82±0,87 <sup>e</sup>	125,85±13,39 <sup>a</sup>	4,93±0,06 <sup>ef</sup>	1000mg/dia	19-70 anos	
	K (mg/100g)	66,12±0,0 <sup>d</sup>	11,22±0,00 <sup>b</sup>	18,46±0,84 <sup>f</sup>	272,92±11,22 <sup>a</sup>	38,02±5,07 <sup>e</sup>	133,47±1,76 <sup>c</sup>	15,65±0,92 <sup>g</sup>	4,7 g/dia	14-70 anos	
	Mg (mg/100g)	27,09±0,79 <sup>c</sup>	5,24±0,34 <sup>f</sup>	21,66±1,10 <sup>d</sup>	1,61±0,30 <sup>g</sup>	64,36±0,96 <sup>a</sup>	8,11±0,07 <sup>e</sup>	33,51±0,19 <sup>b</sup>	420mg/dia ♂ 320mg/dia ♀	31-70 anos	
	Na (mg/100g)	2,63±0,04 <sup>bc</sup>	1,48±0,00 <sup>d</sup>	3,14±0,03 <sup>b</sup>	1,53±0,00 <sup>d</sup>	5,49±0,01 <sup>a</sup>	2,01±0,01 <sup>cd</sup>	2,53±0,13 <sup>bc</sup>	1,52±0,00 <sup>d</sup>	1,5 g/dia	19-30 anos
	P (mg/100g)	27,18±1,29 <sup>d</sup>	3,47±0,66 <sup>f</sup>	30,54±1,95 <sup>c</sup>	3,74±0,57 <sup>f</sup>	49,29±1,61 <sup>a</sup>	4,52±0,24 <sup>ef</sup>	46,88±1,07 <sup>b</sup>	5,41±0,48 <sup>e</sup>	700mg/dia	19-70anos
	Fe (mg/100g)	19,36±1,13 <sup>e</sup>	42,60±0,19 <sup>a</sup>	6,08±1,97 <sup>a</sup>	5,80±0,10 <sup>g</sup>	16,42±0,75 <sup>f</sup>	29,99±1,38 <sup>b</sup>	22,66±4,50 <sup>d</sup>	25,92±3,44 <sup>c</sup>	8mg/dia ♂ 18mg/dia ♀	19-50 anos
	Cr (µg/100g)	514,17±7,66 <sup>a</sup>	227,04±18,96 <sup>c</sup>	472,03±9,38 <sup>b</sup>	173,42±5,53 <sup>d</sup>	513,91±6,02 <sup>a</sup>	191,75±32,83 <sup>d</sup>	531,50±23,84 <sup>a</sup>	177,76±47,22 <sup>d</sup>	35 µg/dia ♂ 25 µg/dia ♀	19-50 anos
	Cu (µg/100g)	831,08±92,07 <sup>c</sup>	761,08±77,35 <sup>c</sup>	542,35±14,07 <sup>e</sup>	318,25±35,67 <sup>f</sup>	1101,90±79,08 <sup>a</sup>	761,95±94,32 <sup>c</sup>	918,46±63,52 <sup>b</sup>	685,47±49,89 <sup>d</sup>	900 µg/dia	19-70 anos
	Mn (mg/100g)	1,59±0,07 <sup>e</sup>	1,61±0,26 <sup>e</sup>	0,96±0,05 <sup>f</sup>	0,70±0,02 <sup>g</sup>	4,93±0,07 <sup>a</sup>	3,51±0,06 <sup>c</sup>	3,66±0,05 <sup>b</sup>	2,71±0,06 <sup>d</sup>	2,3mg/dia ♂ 1,8mg/dia ♀	31-70 anos
	S (mg/100g)	13,89±1,44 <sup>c</sup>	2,75±0,81 <sup>de</sup>	14,48±1,02 <sup>c</sup>	1,41±0,40 <sup>e</sup>	37,55±1,93 <sup>a</sup>	4,21±0,91 <sup>d</sup>	27,01±1,42 <sup>b</sup>	3,46±0,82 <sup>d</sup>	-	-
Zn (mg/100g)	3,82±0,38 <sup>bc</sup>	4,75±0,31 <sup>b</sup>	1,77±0,17 <sup>de</sup>	1,55±0,59 <sup>e</sup>	3,99±0,19 <sup>bc</sup>	3,16±0,39 <sup>cd</sup>	14,65±3,40 <sup>a</sup>	3,85±0,44 <sup>bc</sup>	11mg/dia ♂ 8 mg/dia ♀	19-≥51anos	
Contaminantes	Al (mg/100g)	40,10±3,99 <sup>a</sup>	23,19±0,21 <sup>f</sup>	7,65±1,77 <sup>e</sup>	6,98±0,64 <sup>e</sup>	41,34±7,78 <sup>b</sup>	37,99±2,87 <sup>b</sup>	29,39±4,90 <sup>c</sup>	2mg/kg/dia	-	
	Li (µg/100g)	0,45±8,02 <sup>abcd</sup>	0,26±1,89 <sup>cd</sup>	46,88±9,24 <sup>bc</sup>	11,19±3,34 <sup>d</sup>	31,43±7,02 <sup>cd</sup>	48,29±1,65 <sup>bc</sup>	101,03±66,08 <sup>a</sup>	-	-	

Médias (n=3) seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha, indicam diferença estatística de acordo com o teste de Duncan (p<0,05).

LEGENDA: RD= raiz desidratada em estufa; RL: raiz liofilizada; CD= caule desidratado em estufa; CL: caule liofilizado; FD= folha desidratada em estufa; FL: folha liofilizada; ID= inflorescência desidratada em estufa; IL: inflorescência liofilizada; IDR: Ingestão Dietética Recomendada; ♂- sexo masculino; ♀ - sexo feminino

desidratada. No trabalho de DATTA et al. (2019) a concentração de Mn variou entre 0,9 e 2,1 mg/100g em seis espécies de plantas selvagens comestíveis na Índia.

O cobre tem funções específicas no organismo, participando na constituição de enzimas, sistema imunológico, esquelético e na redução de doenças cardiovasculares (COZZOLINO, 2015). Os valores encontrados variaram de 318,25 µg/100g no caule liofilizado a 1101,90 µg/100g na inflorescência desidratada. A mesma porção de duas colheres de sopa (30 g) por dia, fornecem 330,57 mg que equivalem a 47,22% das necessidades diárias (700 mg para homens e mulheres de 19 a 70 anos).

Quanto aos contaminantes inorgânicos, o alumínio possui um limite tolerável de consumo de 2 mg/kg peso/semana, conforme o Comitê Conjunto FAO/OMS) de Especialistas em Aditivos Alimentares – JECFA (FAO/WHO, 2011). Para um indivíduo de 60 kg, o consumo seria de 120 mg/semana ou 17 mg/dia. Se o consumo da raiz desidratada for de duas colheres de sopa (30 g) ao dia, acrescentada a preparações, o consumo diário seria de 12,03 mg ou 84,21 mg/semana que corresponde a 70,16% do limite tolerável. O alumínio é um mineral presente abundantemente no meio ambiente e considerado neurotóxico e bioacumulativo. Vários estudos relacionam o consumo de alumínio a doenças como Alzheimer, osteomalácia e encefalopatias (JIANG et al., 2013). Em 2019, a Resolução RDC nº 285/2019 proibiu o uso de aditivos alimentares à base de alumínio em várias categorias de alimentos com o objetivo de reduzir os riscos à saúde decorrentes do consumo, já que o alumínio é um mineral naturalmente presente no meio. Um dos aditivos amplamente utilizados é o silicato de alumínio que age como antiemectante no sal, massas e queijos. Alguns corantes também possuem alumínio na composição e, também deverão ser retirados da lista de ingredientes dos produtos (BRASIL, 2019).

Nos solos, é encontrado na forma de óxido de alumínio (bauxita) e é um contaminante resultante de resíduos de indústrias madeireiras, de carvão, de mineração e em rodovias (BARBOSA et al., 2019). Como a amostra coletada de *R. obtusifolius* para as análises estava situada à beira de uma rodovia e próximo a plantação que recebe agrotóxicos, os resíduos provenientes podem ter contaminado as partes da planta, resultando na presença de contaminantes inorgânicos na amostra.

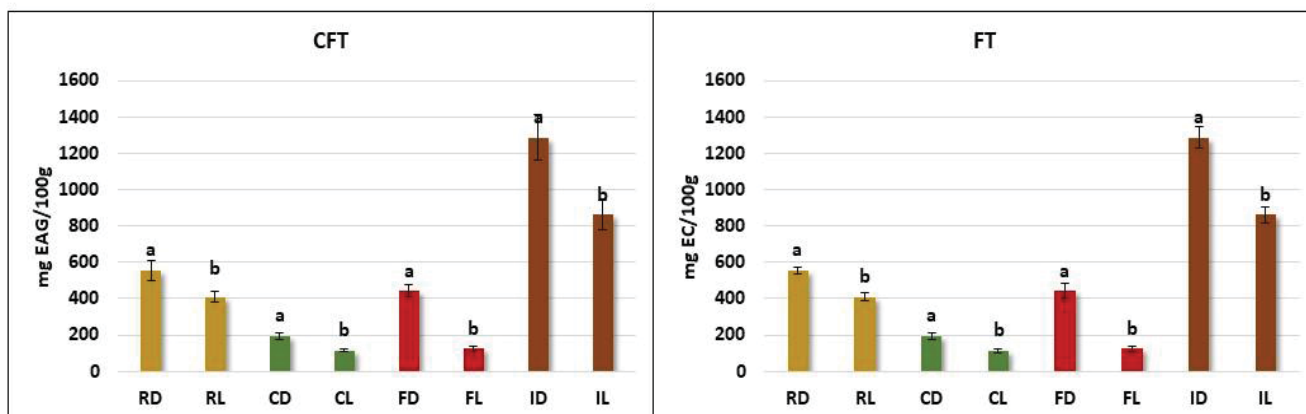
A desidratação em estufa pode ocasionar um aumento na solubilidade dos minerais, pelo rompimento da matriz celular e possibilitar reações químicas, como a formação de compostos estáveis e oxidação de sais, fatores que podem justificar o fato das amostras desidratadas apresentarem valores significativos quando comparadas as liofilizadas (ARSLAN; ÖZCAN, 2012).

Assim, apesar de *R. obtusifolius* não apresentar quantidades expressivas para todos os minerais, a utilização das partes vegetativas contribuem para as necessidades de nutrientes na alimentação. A combinação de todas as partes da planta desidratada na forma de farinha pode contribuir para complementar as quantidades de macro e micronutrientes da alimentação, além de aumentar a variedade de alimentos e estimular a produção de PANC.

### 5.7 Compostos Fenólicos Totais, Flavonoides Totais e Capacidade Antioxidante

As propriedades dos compostos bioativos dos vegetais podem ser prejudicadas pelo calor na desidrataação em estufa ou pela formação de cristais de gelo na estrutura celular na liofilização, quando os métodos não são empregados adequadamente. Assim, os efeitos da desidrataação em estufa e da liofilização, nos compostos fenólicos totais (CFT) e flavonoides totais (FT) e capacidade antioxidante (AA), das partes vegetativas (raiz, caule, folha e inflorescência) de *R. obtusifolius* estão apresentados nos Gráficos 1 e 2.

GRÁFICO 1 - COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS E FLAVONOIDES TOTAIS DAS PARTES VEGETATIVAS DESIDRATADA E LIOFILIZADA DA *Rumex obtusifolius* (base seca)



Médias (n=8) seguidas de letras diferentes para cada parte vegetativa indica diferença estatística de acordo com o teste de Duncan ( $p \leq 0,05$ ).

LEGENDA: RD= raiz desidratada; RL: raiz liofilizada; CD= caule desidratado; CL: caule liofilizado; FD= folha desidratada; FL: folha liofilizada; ID= inflorescência desidratada; IL: inflorescência liofilizada; CFT: Compostos fenólicos totais, FT: flavonoides totais; mg EAG/100g = miligramas equivalente de ácido gálico (EAG) por 100 g de amostra em base seca; mg EC/100g = miligramas equivalente de catequina (EC) por 100 g de amostra em base seca.

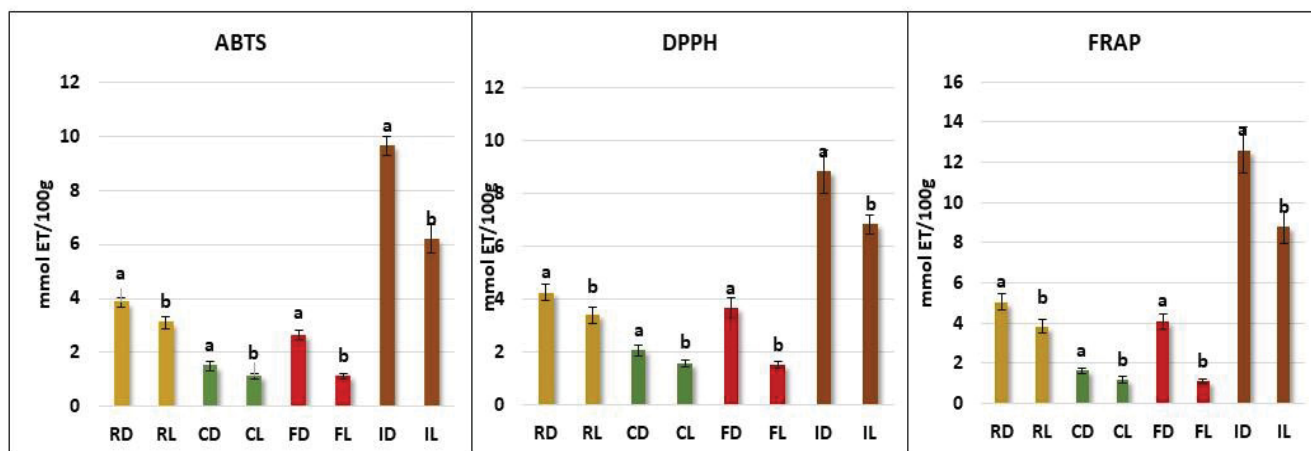
De acordo com o Gráfico 1, o conteúdo de compostos fenólicos totais (CFT) e flavonoides totais (FT) variaram de 204,25 mg EAG/100g BS para o caule liofilizado a 1497,43 mgEAG/100g BS para a inflorescência desidratada. Os flavonoides totais (FT) da inflorescência também foram significativamente superiores às demais partes da planta, 1287,15 mg EC/100 g BS para a amostra desidratada e 860,11 mg EC/100 g BS para a amostra liofilizada.

Apesar da inflorescência e da raiz tanto desidratada como liofilizada apresentarem os maiores índices de escurecimento, não ocorreu influência sobre os compostos fenólicos das partes. Isso sugere que o processo de desidratação pode ser considerado como uma possível agressão à planta, que produz mais compostos fenólicos para se defender da agressão (ROSHANAK; RAHIMMALEK; GOLI, 2016).

Os resultados sugerem que a inflorescência e raiz desidratadas apresentaram quantidades expressivas de compostos bioativos. Segundo VASAS; ORBÁN-GYAPAI; HOHMANN (2015) e FEDURAEV et al., (2019), dentre os compostos fenólicos já identificados no gênero *Rumex* estão os flavonoides, como o kampferol, quercetina e derivados da catequina; estilbenoides e taninos. Em *R. obtusifolius* já foram identificados derivados do antraceno, como emodina, crisofanol e nepodina; flavonoides e prociadinas.

Na atividade antioxidante os tratamentos e amostras, que apresentaram diferenças significativa ( $p \leq 0,05$ ) tiveram o mesmo comportamento, conforme pode ser visualizado no Gráfico 2.

GRÁFICO 2 - ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DAS PARTES VEGETATIVA. DESIDRATADA E LIOFILIZADA DA *Rumex obtusifolius*



Médias (n=8) seguidas de letras diferentes para cada parte vegetativa indica diferença estatística de acordo com o teste de Duncan ( $p \leq 0,05$ ).

LEGENDA: RD= raiz desidratada; RL: raiz liofilizada; CD= caule desidratado; CL: caule liofilizado; FD= folha desidratada; FL: folha liofilizada; ID= inflorescência desidratada; IL: inflorescência liofilizada; Atividade antioxidante pelos ensaios de eliminação de radicais livres ABTS [2,2- azinobis (3 - etilbenzotiazolina - 6 - ácido sulfônico)], DPPH - 2,2-diphenil-1-picril-hidrazil , FRAP - Poder antioxidante redutor de ferro, mmolET/100g – mmol equivalente de Trolox por 100g de amostra em base seca.

Para ABTS, DPPH e FRAP a inflorescência desidratada em estufa e em liofilizador apresentaram maior atividade antioxidante, seguida da raiz, folha e caule desidratados. A inflorescência é a parte reprodutiva da planta e o período da coleta das amostras (mês de setembro) pode ter influenciado no teor de compostos bioativos e na atividade antioxidante, uma vez que esse período é a época de reprodução da espécie. Além disso, a inflorescência pode ter sofrido escurecimento não enzimático, formando as melanoidinas que apresentam capacidade antioxidante e, portanto ter contribuído para os resultados significativos da inflorescência (PASTORIZA; RUFÍAN-HENARES, 2014; ALJAHDALI; CARBONERO, 2019).

O conteúdo de compostos bioativos e atividade antioxidante nos três métodos utilizados em *R. obtusifolius* desidratada apresentou diferença quando comparada com a liofilização. A perda de umidade é um fator de stress para a planta que produz mais quantidade de compostos fenólicos que podem aumentar a atividade antioxidante para defesa contra o fator de estresse (MUSTAFA et al., 2019).

A desidratação em estufa é uma técnica efetiva para aumentar os CFT e atividade antioxidante, corroborando com os resultados encontrados para *R. obtusifolius* (HOSSAIN et al., 2010). Os resultados encontrados por Pinela et al. (2012)

para as folhas de *Tuberaria lignosa* e *Ocimum tenuiflorum* desidratadas em estufa também apresentaram maiores valores para CFT, DPPH e TBARS quando comparada a liofilização.

Algumas enzimas, como a polifenoxidase e a peroxidase, podem romper constituintes celulares, acelerando a liberação de compostos bioativos da matriz e levar ao aumento das propriedades antioxidantes (ARSLAN; ÖZCAN, 2010; HOSSAIN et al., 2010; DORTA; LOBO; GONZÁLEZ, 2012; ROSHANAK; RAHIMMALEK; GOLI, 2016; BRAGA; VIEIRA; DE OLIVEIRA, 2018; MOZAFARI; VAFAEE; SHAHYAD, 2018). Prathapan et al. (2009) evidenciaram aumento gradual em rizoma de açafrão (*Curcuma longa* L.) quando as amostras foram tratadas termicamente de 60 a 80°C. A formação desses compostos em temperatura pode ser devido à disponibilidade de precursores dessas moléculas por interconversão. O processo de liofilização pode diminuir algumas classes de compostos bioativos das plantas, como os compostos fenólicos e outros voláteis (ABASCAL; GANORA; YARNELL, 2005; DORTA; LOBO; GONZÁLEZ, 2012; ROSHANAK; RAHIMMALEK; GOLI, 2016; MOZAFARI; VAFAEE; SHAHYAD, 2018).

Utilizando a correlação de Pearson, representada na Tabela 5, foi possível verificar que CFT e FT tiveram uma correlação significativa com a atividade antioxidante medida por DPPH ( $r = 0,9524$  e  $0,9762$ , respectivamente), ABTS ( $r = 0,9286$  e  $0,9762$ , respectivamente) e FRAP ( $r = 0,9524$  e  $0,9762$ , respectivamente). Também foi observada correlação significativa entre todos os ensaios antioxidantes ( $r > 0,95$ ). CFT e FT podem ser potenciais preditores da capacidade antioxidante das partes de *Rumex obtusifolius*. Assim, os resultados foram compatíveis com Bineshian et al. (2019), os quais verificaram que a presença de compostos fenólicos e flavonoides nas folhas da *R. obtusifolius* L. estava correlacionada com a atividade antioxidante.

Os CFT também apresentaram correlação com os parâmetros de medição da cor, sendo positiva para  $a^*$  e negativa para os demais  $b^*$ ,  $C^*$ ,  $h^*$  e  $L^*$ . Isso indica que quanto maior o  $a^*$  e menores os valores de  $b^*$ ,  $C^*$ ,  $h^*$  e  $L^*$ , maiores valores de CFT. Porém, os CFT e os FT apresentaram baixa correlação com o IE. O IE apresentou correlação positiva com o teor de carboidratos e ferro.

Assim, a raiz apresentou maior teor de carboidratos e ferro teve o maior IE, que sugere que os produtos da reação de Maillard atuaram nessa parte da planta,

TABELA 5 - MATRIZ DE CORRELAÇÃO DE PEARSON PARA OS PARÂMETROS DE ATIVIDADE ANTIOXIDANTE, COMPOSTOS BIOATIVOS, COR, CINZAS, MACRONUTRIENTES E MINERAIS DA *R. obtusifolius*

	ABTS	DPPH	FRAP	FT	CFT	a*	b*	C*	IE	h*	L*	CINZAS	PTN	LIP	CH
DPPH	0,952														
FRAP	0,952	1,000													
FT	0,976	0,976	0,976												
CFT	0,929	0,952	0,952	0,976											
a*	0,862	0,850	0,850	0,802	0,707										
b*	-0,431	-0,515	-0,515	-0,539	-0,611	-0,253									
C*	-0,599	-0,778	-0,778	-0,683	-0,731	-0,590	0,759								
IE	0,524	0,333	0,333	0,381	0,286	0,395	0,012	0,060							
h*	-0,719	-0,778	-0,778	-0,683	-0,587	-0,928	0,373	0,711	-0,323						
L*	-0,671	-0,611	-0,611	-0,731	-0,755	-0,398	0,807	0,470	-0,275	0,325					
CINZAS	-0,024	0,048	0,048	0,143	0,286	-0,299	-0,683	-0,252	-0,381	0,275	-0,635				
PTN	0,286	0,238	0,238	0,381	0,500	-0,192	-0,599	-0,168	0,143	0,287	-0,743	0,786			
LIP	-0,405	-0,500	-0,500	-0,524	-0,595	-0,252	0,994	0,755	0,095	0,371	0,802	-0,714	-0,571		
CH	0,643	0,476	0,476	0,524	0,429	0,443	-0,036	-0,084	0,857	-0,323	-0,275	-0,429	0,167	0,048	
Fe	0,405	0,143	0,143	0,286	0,262	0,120	-0,120	0,192	0,738	0,072	-0,455	-0,048	0,476	-0,048	0,762

LEGENDA: Atividade antioxidante pelos ensaios de eliminação de radicais livres ABTS [2,2- azinobis (3 – etilbenzotiazolina - 6 - ácido sulfônico)], DPPH - 2,2-difenil-1-picril-hidrazil , FRAP - Poder antioxidante redutor de ferro; FT: Flavonoides Totais; CFT: Compostos Fenólicos Totais; parâmetros da cor a\*, b\*, C\* (Chroma), IE: índice de escurecimento; h\* (ângulo Hue); L\* (Luminosidade); PTN: teor de proteínas; LIP: teor de lipídios; CH: teor de carboidratos; Fe: ferro.

ocasionando o escurecimento não enzimático compatível com o resultado da cor, demonstrado na TABELA 2. A raiz também foi a parte da planta que apresentou maior valor de  $b^*$ , evidenciando a coloração amarela e maior teor de lipídios. Conforme a tabela 5, houve uma correlação muito forte dos lipídios com o valor de  $b^*$ .

### 5.8 Digestão *in vitro*

O efeito antioxidante que os compostos bioativos possuem depende não somente da concentração presente na planta, mas também da bioacessibilidade e biodisponibilidade após a digestão no organismo. No presente estudo, a simulação da digestão gastrointestinal *in vitro* verificou a biodisponibilidade dos CFT, FT e atividade antioxidante de *R. obtusifolius* nas três fases da digestão (oral, gástrica e intestinal) comparando as amostras desidratadas e liofilizadas, conforme demonstrado na Tabela 6.

As amostras desidratadas em estufa mostraram diferença significativa quando comparadas as amostras liofilizadas. Todas as partes vegetativas exibiram a mesma tendência, com aumento dos compostos bioativos e atividade antioxidante na fase gástrica, exceto a inflorescência que mostrou valores significativos maiores para as amostras antes da digestão. Resultado semelhante foi encontrado por Dalmau et al. (2017) que verificaram que as maçãs desidratadas também apresentaram os CFT e a atividade antioxidante aumentados na fase gástrica após a simulação da digestão *in vitro*.

A concentração dos compostos bioativos na inflorescência desidratada podem estar relacionados ao grau de maturação da planta, assim como o tipo de polifenol presente na parte da planta. Os polifenóis podem existir na forma complexada e livre nos alimentos. Os polifenóis complexados podem ser liberados no trato gastrointestinal de forma lenta e gradual, possibilitando a interação com a microbiota intestinal e aumentando a biodisponibilidade e bioacessibilidade dos compostos (LAYA; KOUBALA, 2020). Os CFT e FT precisam ser extraídos antes de serem absorvidos. A digestão dos compostos pareceu funcionar como um processo de extração, onde a temperatura, pH, simulação do movimento peristáltico (banho sob agitação) e ação das enzimas digestivas contribuíram para extrair os compostos e

TABELA 6 - ATIVIDADE ANTIOXIDANTE (POR ABTS, DPPH E FRAP) E TEOR DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS, FLAVONOIDES TOTAIS NAS AMOSTRAS NÃO DIGERIDAS E DIGERIDAS NA FASE GÁSTRICA, INTESTINAL DAS PARTES VEGETATIVAS DESIDRATADA E LIOFILIZADA DA *Rumex obtusifolius*

Parte vegetativa	Efeito	Processo	ABTS	DPPH	FRAP	TFC	TPC
Raiz	Desidratada	Controle	3,86±0,17 <sup>d</sup>	4,26±0,31 <sup>c</sup>	5,06±0,42 <sup>c</sup>	554,89±55,01 <sup>e</sup>	620,72±21,13 <sup>cd</sup>
		Gástrico	6,48±0,02 <sup>a</sup>	3,20±0,27 <sup>d</sup>	17,23±0,83 <sup>a</sup>	2134,82±110,45 <sup>a</sup>	1747,95±75,41 <sup>a</sup>
		Intestinal	6,47±0,01 <sup>a</sup>	5,42±0,15 <sup>b</sup>	3,39±0,17 <sup>e</sup>	829,87±55,67 <sup>c</sup>	673,34±62,18 <sup>c</sup>
	Liofilizada	Controle	3,11±0,22 <sup>e</sup>	3,40±0,30 <sup>d</sup>	3,84±0,34 <sup>d</sup>	410,16±28,90 <sup>f</sup>	555,29±21,80 <sup>d</sup>
		Gástrico	5,91±0,09 <sup>c</sup>	10,46±1,17 <sup>a</sup>	6,28±0,36 <sup>b</sup>	1538,39±81,46 <sup>b</sup>	1165,47±117,47 <sup>b</sup>
		Intestinal	6,14±0,01 <sup>b</sup>	3,62±0,14 <sup>d</sup>	2,55±0,05 <sup>f</sup>	725,20±44,19 <sup>d</sup>	637,45±58,03 <sup>c</sup>
Caulo	Desidratada	Controle	1,50±0,17 <sup>d</sup>	2,07±0,21 <sup>c</sup>	1,64±0,14 <sup>c</sup>	195,85±18,39 <sup>c</sup>	229,42±18,06 <sup>e</sup>
		Gástrico	5,76±1,04 <sup>b</sup>	2,47±0,13 <sup>b</sup>	2,62±0,13 <sup>a</sup>	318,82±18,54 <sup>a</sup>	403,41±28,04 <sup>b</sup>
		Intestinal	6,53±0,01 <sup>a</sup>	1,02±0,12 <sup>e</sup>	2,53±0,31 <sup>a</sup>	244,51±14,24 <sup>b</sup>	524,76±42,05 <sup>a</sup>
	Liofilizada	Controle	1,13±0,09 <sup>d</sup>	1,57±0,15 <sup>d</sup>	1,18±0,15 <sup>d</sup>	113,00±7,88 <sup>e</sup>	204,25±10,79 <sup>e</sup>
		Gástrico	2,68±0,12 <sup>c</sup>	3,01±0,54 <sup>a</sup>	1,82±0,09 <sup>b</sup>	210,87±22,23 <sup>c</sup>	275,81±24,72 <sup>d</sup>
		Intestinal	6,22±0,12 <sup>a</sup>	0,31±0,09 <sup>f</sup>	1,53±0,10 <sup>c</sup>	139,32±8,07 <sup>d</sup>	340,94±34,63 <sup>c</sup>
Folha	Desidratada	Controle	2,64±0,18 <sup>d</sup>	3,67±0,37 <sup>c</sup>	4,09±0,37 <sup>c</sup>	441,98±33,95 <sup>c</sup>	658,51±39,08 <sup>c</sup>
		Gástrico	6,05±0,09 <sup>c</sup>	8,38±0,80 <sup>a</sup>	9,54±0,96 <sup>a</sup>	1177,05±52,96 <sup>a</sup>	1329,99±96,47 <sup>a</sup>
		Intestinal	6,58±0,02 <sup>a</sup>	5,13±0,36 <sup>b</sup>	5,75±0,39 <sup>b</sup>	804,25±66,19 <sup>b</sup>	1102,65±84,47 <sup>b</sup>
	Liofilizada	Controle	1,14±0,10 <sup>e</sup>	1,50±0,12 <sup>d</sup>	1,11±0,10 <sup>d</sup>	123,29±13,68 <sup>d</sup>	210,40±16,88 <sup>e</sup>
		Gástrico	2,53±0,27 <sup>d</sup>	0,45±0,10 <sup>f</sup>	1,33±0,04 <sup>d</sup>	156,89±6,75 <sup>d</sup>	263,65±17,45 <sup>e</sup>
		Intestinal	6,32±0,01 <sup>b</sup>	1,02±0,10 <sup>e</sup>	1,42±0,07 <sup>d</sup>	141,75±10,87 <sup>d</sup>	430,52±35,75 <sup>d</sup>
Inflorescência	Desidratada	Controle	9,64±0,37 <sup>a</sup>	8,83±0,80 <sup>a</sup>	12,61±1,12 <sup>a</sup>	1287,15±122,20 <sup>a</sup>	1497,43±58,11 <sup>a</sup>
		Gástrico	2,81±0,13 <sup>d</sup>	1,64±0,19 <sup>c</sup>	2,39±0,24 <sup>d</sup>	398,50±11,53 <sup>c</sup>	355,73±21,91 <sup>cd</sup>
		Intestinal	6,62±0,03 <sup>b</sup>	0,51±0,09 <sup>d</sup>	1,68±0,10 <sup>d</sup>	102,73±5,41 <sup>e</sup>	311,14±23,61 <sup>d</sup>
	Liofilizada	Controle	6,20±0,53 <sup>c</sup>	6,83±0,35 <sup>b</sup>	8,78±0,79 <sup>b</sup>	860,11±79,49 <sup>b</sup>	1058,05±44,31 <sup>b</sup>
		Gástrico	6,35±0,11 <sup>bc</sup>	7,27±1,53 <sup>b</sup>	7,91±0,91 <sup>c</sup>	870,64±79,07 <sup>b</sup>	1022,51±64,95 <sup>b</sup>
		Intestinal	6,47±0,01 <sup>bc</sup>	1,65±0,28 <sup>c</sup>	1,77±0,15 <sup>d</sup>	192,93±20,05 <sup>d</sup>	371,30±34,95 <sup>c</sup>

Médias (n=8) seguidas com letras diferentes na mesma coluna de cada parte vegetativa, indicam diferença estatística de acordo com o teste de Duncan (p<0,05).

LEGENDA: Atividade antioxidante pelos ensaios de eliminação de radicais livres ABTS [2,2-azinobis (3 - etilbenzotiazolona - 6 - ácido sulfônico)], DPPH - 2,2-difenil-1-picril-hidrazil, FRAP - Poder antioxidante redutor de ferro em mmolE/100g - mmol equivalente de Trolox por 100g de amostra em base seca; CFT: Compostos fenólicos totais em mg EAG/100g = miligramas equivalente de ácido gálico (EAG) por 100 g de amostra em base seca, FT: flavonoides totais em mg EC/100g = miligramas equivalente de catequina (EC) por 100 g de amostra em base seca.

acentuar a atividade antioxidante (GUNATHILAKE; RANAWEERA; RUPASINGHE, 2018; CAICEDO-LOPEZ et al., 2019).

A diferença na biodisponibilidade dos compostos bioativos entre as partes vegetativas pode ser influenciado pela composição nutricional das partes vegetativas da planta. As macromoléculas como as fibras alimentares, podem interagir com os compostos bioativos e alterar a liberação dos mesmos da matriz celular, reduzindo a biodisponibilidade (GUNATHILAKE; RANAWEERA; RUPASINGHE, 2018). A diferença no caule pode ser justificada por esse fator, uma vez que é a parte vegetativa com maior concentração de fibras.

A redução dos compostos bioativos e da atividade antioxidante observada da fase gástrica para a intestinal pode ocorrer devido a diferença no pH, que passa do ácido para o alcalino, simulando o ambiente gástrico e o intestinal, respectivamente. Entretanto, a ação das enzimas digestivas também pode contribuir para a diferença. A pancreatina composta de lipase, proteases e amilase pode melhorar a biodisponibilidade dos compostos bioativos, pois no ambiente intestinal há maior disponibilidade de íons e oxigênio que podem degradar e liberar os CFT e FT, facilitando a absorção. Além disso, o intestino pode ser o local específico para a absorção de alguns tipos dos CFT e FT, que pela resistência ao pH ácido, passam intactos pelo ambiente gástrico (GUNATHILAKE; RANAWEERA; RUPASINGHE, 2018).

Assim, os resultados da digestão *in vitro* demonstram que o processo funciona como uma extração dos CFT e FT, que favorece a liberação dos compostos e aumento da atividade antioxidante, principalmente na fase gástrica. A inflorescência que apresentou maior concentração de compostos bioativos e atividade antioxidante antes da digestão, demonstrou liberação parcial ou degradação dos compostos durante a fase gástrica e intestinal.

Diante dos resultados apresentados, a desidratação em estufa pode ser um tratamento térmico viável às partes vegetativas da *Rumex obtusifolius* L., pois contribuiu para a manutenção da cor, dos nutrientes, compostos bioativos e atividade antioxidante, além de apresentar menor custo e tempo de execução e maior tempo de conservação. No entanto, apenas para reduzir o escurecimento enzimático da amostra desidratada, poderia ser submetido ao branqueamento antes da desidratação para inativação das enzimas.

Assim, *R. obtusifolius* é uma alternativa para complementar a alimentação, pois pode ser consumida na forma de farinha, com as partes vegetativas desidratadas

combinadas, e assim, ampliar a oferta de nutrientes e compostos bioativos. A farinha resultante da moagem das partes vegetativas também pode ser utilizada como ingrediente culinário ou acrescentada diretamente a preparação a ser consumida, como em saladas, molhos ou pratos culinários. O desenvolvimento de receitas agregando a farinha combinada das partes vegetativas pode ser uma opção no preparo de pães, tortas ou bolos.

Esses resultados da transformação tecnológica de *R. obtusifolius*, podem subsidiar informações a respeito de novos sistemas alimentares como forma de gerar emprego e renda às comunidades tradicionais e agricultores familiares que tem a terra como seu sustento, cumprindo assim, ODS 2 – Fome Zero e Agricultura Sustentável da agenda da ONU (PNUD; IPEA, 2021).

## 6 CONCLUSÃO

Os resultados sugerem que as partes vegetativas desidratadas em estufa de *R. obtusifolius* apresentam resultados mais favoráveis quando comparada à liofilização. Quanto à composição nutricional, a folha se destaca no teor de proteínas e minerais. Todas as partes, principalmente a inflorescência, possuem capacidade antioxidante e valores significativos de compostos fenólicos e flavonoides totais, mesmo após o processo de digestão, indicando a biodisponibilidade dos compostos.

As partes vegetativas desidratadas em estufa de *R. obtusifolius* podem ser combinadas e utilizadas na forma de farinha, ampliando assim a oferta de nutrientes, compostos bioativos e capacidade antioxidante. A elaboração de produtos alimentícios e preparações culinárias com essa farinha podem ser alternativas à alimentação de qualidade e de baixo custo.

Desse modo, o estímulo à produção e consumo da espécie pode contribuir para a diversificação alimentar, gerar emprego e renda às comunidades tradicionais e agricultores familiares promovendo a Soberania e Segurança Alimentar e Nutricional, como um Direito Humano à Alimentação e Nutrição adequada.

## REFERÊNCIAS

ABASCAL, K.; GANORA, L.; YARNELL, E. The effect of freeze-drying and its implications for botanical medicine: A review. **Phytotherapy Research**, v. 19, n. 8, p. 655–660, 2005.

AGOSTINI-COSTA, T. da S. Bioactive compounds and health benefits of Pereskioideae and Cactoideae: A review. **Food Chemistry**, v. 327, n. April, 2020.

ALIBAS, I. et al. Influence of drying methods on the nutrients, protein content and vitamin profile of basil leaves. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 96, n. December 2020, 2021.

ALJAHDALI, N.; CARBONERO, F. Impact of Maillard reaction products on nutrition and health\_ Current knowledge and need to understand their fate in the human digestive system. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 59, n. 3, p. 474–487, 2019.

ALQABBANI, H. M.; ALBADR, N. A. Zinc status (intake and level) of healthy elderly individuals in Riyadh and its relationship to physical health and cognitive impairment. **Clinical Nutrition Experimental**, v. 29, p. 10–17, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.yclnex.2019.12.001>>.

AOAC. **Official methods os analysis os AOAC International**. 19 ed. ed. [s.l: s.n.]

ARSLAN, D.; ÖZCAN, M. M. Study the effect of sun, oven and microwave drying on quality of onion slices. **LWT - Food Science and Technology**, v. 43, n. 7, p. 1121–1127, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2010.02.019>>.

ARSLAN, D.; ÖZCAN, M. M. Evaluation of Drying Methods with Respect to Drying Kinetics, Mineral Content, and Color Characteristics of Savory Leaves. **Food and Bioprocess Technology**, v. 5, n. 3, p. 983–991, 2012.

ARYAL, S. et al. Total Phenolic content, Flavonoid content and antioxidant potential of wild vegetables from western Nepal. **Plants**, v. 8, n. 96, p. 1–12, 2019.

ÁVILA, S. et al. Bioactive compounds and biological properties of Brazilian stingless bee honey have a strong relationship with the pollen floral origin. **Food Research International**, v. 123, n. January, p. 1–10, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.01.068>>.

AYDIN, E.; GOCMEN, D. The influences of drying method and metabisulfite pre-treatment onthe color, functional properties and phenolic acids contents and bioaccessibility of pumpkin flour. **LWT - Food Science and Technology**, v. 60, n. 1, p. 385–392, 2015.

BAL, L. M. et al. Kinetics of colour change of bamboo shoot slices during microwave drying. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 46, n. 4, p. 827–833, 2011.

BARBOSA, V. M. . et al. Qualidade do geoprópolis de *Scaptotrigona bipunctata*. In:

ANDRADE, D. F. (Ed.). **Ciência e Tecnologia dos Alimentos - Volume 3**. 1ª ed. Belo Horizonte: Poisson, 2019. p. 111–122.

BARIMAH, J. et al. Effect of Drying Methods on Phytochemicals, Antioxidant Activity and Total Phenolic Content of Dandelion Leaves. **American Journal of Food and Nutrition**, v. 5, n. 4, p. 136–141, 2017. Disponível em: <<http://pubs.sciepub.com/ajfn/5/4/4>>.

BARREIRA, T. F. et al. Diversidade e equitabilidade de Plantas Alimentícias Não Convencionais na zona rural de Viçosa, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 4, p. 964–974, 2015.

BENZIE, I. F. F.; STRAIN, J. J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: The FRAP assay. **Analytical Biochemistry**, v. 239, n. 1, p. 70–76, 1996.

BINESHIAN, F. et al. Anti-Candida and antioxidant activities of hydroalcoholic extract of *Rumex obtusifolius* leaves. **Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 32, n. 3, p. 919–926, 2019.

BIONDO, E. et al. Diversidade e potencial de utilização de plantas alimentícias não convencionais no Vale do Taquari,RS. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v. 4, n. 1, p. 61–90, 2018.

BLOIS, M. S. Antioxidant Determinations by the Use of a Stable Free Radical. **Nature**, v. 181, n. 4617, p. 1199–1200, 1958.

BOULEBD, H. Comparative study of the radical scavenging behavior of ascorbic acid, BHT, BHA and Trolox: Experimental and theoretical study. **Journal of Molecular Structure**, v. 1201, p. 127210, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2019.127210>>.

BRAGA, M. C.; VIEIRA, E. C. S.; DE OLIVEIRA, T. F. Curcuma longa L. leaves: Characterization (bioactive and antinutritional compounds) for use in human food in Brazil. **Food Chemistry**, v. 265, n. May, p. 308–315, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.05.096>>.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT - Food Science and Technology**, v. 28, n. 1, p. 25–30, 1995.

BRASIL. Resolução RDC nº 272 de 22 de setembro de 2005. 2005.

BRASIL. **Resolução RDC nº54**Diário Oficial da UniãoMinistério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância de Vigilância Sanitária, , 2012. .

BRASIL. **Estratégia e Plano de Ação Nacionais para a Biodiversidade - EPANB:2016-2020**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade, Departamento de Conservação de Ecossistemas, 2017.

BRASIL. Resolução nº 285 de 21 de maio de 2019. **Diário Oficial da União**, v. 97, n. 1,

p. 62, 2019.

BRITO, T. P. et al. A valorização da sociobiodiversidade na alimentação escolar. **Segurança Alimentar e nutricional**, v. 27, p. 1–13, 2020.

BÚRIGO, A. C. .; PORTO, M. F. S. Agenda 2030, saúde e sistemas alimentares em tempos de sindemia: da vulnerabilização à transformação necessária. **Ciência e Saúde Coletiva**, jul. 2021. Disponível em: <<https://www.cienciaesaudecoletiva.com.br/artigos/agenda-2030-saude-e-sistemas-alimentares-em-tempos-de-sindemia-da-vulnerabilizacao-a-transformacao-necessaria/18128?id=18128&id=18128>>.

CABI. **Rumex obtusifolius L.** Disponível em: <[www.cabi.org/isc](http://www.cabi.org/isc)>.

CAICEDO-LOPEZ, L. H. et al. Effect of the in vitro gastrointestinal digestion on free-phenolic compounds and mono/oligosaccharides from Moringa oleifera leaves: Bioaccessibility, intestinal permeability and antioxidant capacity. **Food Research International**, v. 120, n. November 2018, p. 631–642, 2019.

CECCANTI, C. et al. Mediterranean Wild Edible Plants: Weeds or “New functional crops”? **Molecules**, v. 23, n. 9, 2018.

CECCANTI, C. et al. Differences in the phenolic composition and nutraceutical properties of freeze dried and oven-dried wild and domesticated samples of Sanguisorba minor Scop. **Lwt**, v. 145, n. December 2020, p. 111335, 2021.

CEFOLA, M. et al. Biochemical relationships and browning index for assessing the storage suitability of artichoke genotypes. **Food Research International**, v. 48, n. 2, p. 397–403, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2012.04.012>>.

CELESTINO, S. M. C. **Princípios de secagem de alimentos Embrapa Cerrados**. [s.l.: s.n.].

CHELI, F.; BALDI, A. Nutrition-Based Health: Cell-Based Bioassays for Food Antioxidant Activity Evaluation. **Journal of Food Science**, v. 76, n. 9, p. 197–205, 2011.

COELHO-DE-SOUZA, G. . et al. Sociobiodiversidade, soberania e segurança alimentar e nutricional: uma análise da governança do butiá. **II Encontro Internacional da Rota dos Butiazais**, p. 78–84, 2018.

CONTI, I. L. **Direito humano à alimentação adequada e soberania alimentar**. Disponível em: <<http://www4.planalto.gov.br/consea/comunicacao/artigos/2014/direito-humano-a-alimentacao-adequada-e-soberania-alimentar>>. Acesso em: 25 jul. 2021.

COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de Nutrientes**. 1ª edição ed. [s.l.: s.n.]

DALMAU, M. E. et al. Effects of freezing, freeze drying and convective drying on in vitro gastric digestion of apples. **Food Chemistry**, v. 215, p. 7–16, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.07.134>>.

DATTA, S. et al. Nutritional composition, mineral content, antioxidant activity and quantitative estimation of water soluble vitamins and phenolics by RP-HPLC in some lesser used wild edible plants. **Heliyon**, v. 5, n. 3, p. e01431, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01431>>.

DORTA, E.; LOBO, M. G.; GONZÁLEZ, M. Using drying treatments to stabilise mango peel and seed: Effect on antioxidant activity. **LWT - Food Science and Technology**, v. 45, n. 2, p. 261–268, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2011.08.016>>.

FAO/WHO. **Evaluationn of the Joint FAO/WHO Expert Comittee on Food Additives (JECFA)**. Disponível em: <<https://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/chemical.aspx?chemID=298>>. Acesso em: 4 ago. 2021.

FEDURAEV, P. et al. Variation in Phenolic Compounds Content and Antioxidant Activity of Different Plant Organs from *Rumex crispus* L. and *Rumex obtusifolius* L. at Different Growth Stages. **Antioxidants**, v. 8, n. 237, 2019.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos : princípios e prática [recurso eletrônico]**. 4ª ed. [s.l: s.n.]

FERREIRA, M. D.; SPRICIGO, P. C. Colorimetria: Principios e aplicações na agricultura. **Instrumentação em frutas e hortaliças**, p. 209–220, 2017. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/170416/1/Parte-4-cap-1-Colorimetria-....pdf>>.

GARCÍA-HERRERA, P. et al. Nutrient composition of six wild edible Mediterranean Asteraceae plants of dietary interest. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 34, n. 2, p. 163–170, 2014.

GONÇALVES, O. M. de A. R. **Estudo comparativo de processos de desidratação por liofilização e secagem convencional**. 2017. Instituto Politécnico de Tomar, 2017.

GUERRIERO, G. et al. Production of plant secondary metabolites: Examples, tips and suggestions for biotechnologists. **Genes**, v. 9, n. 309, 2018.

GUIL, J. L.; RODRÍGUEZ-GARCÍ, I.; TORIJA, E. Nutritional and toxic factors in selected wild edible plants. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 51, n. 2, p. 99–107, 1997.

GÜMÜŞAY, Ö. A. et al. Drying effects on the antioxidant properties of tomatoes and ginger. **Food Chemistry**, v. 173, p. 156–162, 2015.

GUNATHILAKE, K. D. P. P.; RANAWEERA, K. K. D. S.; RUPASINGHE, H. P. V. Change of phenolics, carotenoids, and antioxidant capacity following simulated gastrointestinal digestion and dialysis of selected edible green leaves. **Food Chemistry**, v. 245, n. October 2017, p. 371–379, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.10.096>>.

HARSHAW, D. et al. Bioactivity of *Rumex obtusifolius* (Polygonaceae). **Arch. Biol. Sci.**, v. 62, n. 2, p. 387–392, 2010.

HOSSAIN, M. B. et al. Effect of drying method on the antioxidant capacity of six Lamiaceae herbs. **Food Chemistry**, v. 123, n. 1, p. 85–91, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.04.003>>.

IOM. **Dietary Reference Intakes: The essential guide to nutrient requirements**. [s.l.: s.n.]

ITO, V. C. et al. Effects of gamma radiation on the phenolic compounds and in vitro antioxidant activity of apple pomace flour during storage using multivariate statistical techniques. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 33, p. 251–259, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ifset.2015.12.015>>.

JESUS, B. B. de S. de; et al. PANCs - PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS, BENEFÍCIOS NUTRICIONAIS, POTENCIAL ECONOMICO E RESGATE DA CULTURA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA. **Enciclopedia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, v. 17, n. 33, p. 309–322, 2020.

JIANG, Q. et al. Dietary exposure to aluminium of urban residents from cities in South China. **Food Additives and Contaminants - Part A Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment**, v. 30, n. 4, p. 698–704, 2013.

KINUPP, V. F.; LORENZI, H. **Plantas Alimentícias Não-convencionais: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2014.

LAYA, A.; KOUBALA, B. B. Polyphenols in cassava leaves (*Manihot esculenta* Crantz) and their stability in antioxidant potential after in vitro gastrointestinal digestion. **Heliyon**, v. 6, n. 3, p. e03567, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03567>>.

LI, H. et al. Time-Resolved Fluorescence Immunochromatography Assay (TRFICA) for Aflatoxin: Aiming at Increasing Strip Method Sensitivity. **Frontiers in Microbiology**, v. 11, 2020a.

LI, L. et al. Effect of combined drying method on phytochemical components, antioxidant capacity and hygroscopicity of Huyou (*Citrus changshanensis*) fruit. **Lwt**, v. 123, n. October 2019, p. 109102, 2020b. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109102>>.

MARTINELLI, S. S.; CAVALLI, S. B. Alimentação saudável e sustentável: uma revisão narrativa sobre desafios e perspectivas. **Ciencia e Saude Coletiva**, v. 24, n. 11, p. 4251–4262, 2019.

MCKEE, L. H.; LATNER, T. A. Underutilized sources of dietary fiber: A review. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 55, n. 4, p. 285–304, 2000.

MINEKUS, M. . et al. A standardised static in vitro digestion method suitable for food - and international consensus. **Food Funct.**, v. 5, p. 1113–1124, 2014.

MISHRA, A. P. et al. Bioactive compounds and health benefits of edible *Rumex* species-

A review. **Cellular and Molecular Biology**, v. 64, n. 8, p. 27–34, 2018b. Disponível em: <<https://www.cellmolbiol.org/index.php/CMB/article/view/2417/1230>>.

MOSELE, J. I. et al. Stability and metabolism of Arbutus unedo bioactive compounds (phenolics and antioxidants) under in vitro digestion and colonic fermentation. **Food Chemistry**, v. 201, p. 120–130, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.01.076>>.

MOZAFARI, A. A.; VAFAEE, Y.; SHAHYAD, M. Phytochemical composition and in vitro antioxidant potential of Cynodon dactylon leaf and rhizome extracts as affected by drying methods and temperatures. **Journal of Food Science and Technology**, v. 55, n. 6, p. 2220–2229, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s13197-018-3139-5>>.

MULLER, H. G. ; TOBIN, G. Nutrition and Food Processing. **Croom Helm Ltd.**, 1980.

MUSTAFA, I. et al. Comparison of phytochemicals, antioxidant and anti-inflammatory properties of sun-, oven- And freeze-dried ginger extracts. **Foods**, v. 8, n. 10, 2019.

NGUYEN, H. V. H.; SAVAGE, G. P. Oxalate bioaccessibility in raw and cooked rhubarb (*Rheum Rhabarbarum* L.) during in vitro digestion. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 94, n. April, 2020.

NUNES, J. C. et al. Effect of drying method on volatile compounds, phenolic profile and antioxidant capacity of guava powders. **Food Chemistry**, v. 197, p. 881–890, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.11.050>>.

OLIVEIRA, A. P. et al. Organic acids composition of *Cydonia oblonga* Miller leaf. **Food Chemistry**, v. 111, n. 2, p. 393–399, 2008. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814608004214>>.

ORPHANIDES, A.; GOULAS, V.; GEKAS, V. Effect of drying method on the phenolic content and antioxidant capacity of spearmint. **Czech Journal of Food Sciences**, v. 31, n. 5, p. 509–513, 2013.

OSBORNE, D. R. ; VOOGT, P. **The analysis of nutrient in foods**. London: Academic Press, 1978.

PANDA, S. K. et al. Antimicrobial activity of select edible plants from Odisha, India against food-borne pathogens. **LWT - Food Science and Technology**, v. 113, n. 108246, 2019.

PASTORIZA, S.; RUFÍAN-HENARES, J. A. Contribution of melanoidins to the antioxidant capacity of the Spanish diet. **Food Chemistry**, v. 164, p. 438–445, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.04.118>>.

PENAFIEL, D. et al. A systematic review on the contributions of edible plant and animal biodiversity to human diets. **EcoHealth**, v. 8, n. 3, p. 381–399, 2011.

PINELA, J. et al. Influence of the drying method in the antioxidant potential and chemical composition of four shrubby flowering plants from the tribe Genisteeae (Fabaceae). **Food and Chemical Toxicology**, v. 49, n. 11, p. 2983–2989, 2011.

PINELA, J.; CARVALHO, A. M.; FERREIRA, I. C. F. R. Wild edible plants : Nutritional and toxicological characteristics , retrieval strategies and importance for today ' s society. **Food and Chemical Toxicology**, v. 110, n. September, p. 165–188, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.fct.2017.10.020>>.

PNUD; IPEA. **Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <<http://www.agenda2030.com.br/ods/2/>>. Acesso em: 4 ago. 2021.

POLESI, R. G. et al. Agrobiodiversidade E Segurança Alimentar No Vale Do Taquari , Rs : Plantas Alimentícias Não Convencionais e Frutas Nativas. **Revista Científica Rural**, v. 19, n. 2, p. 118–135, 2017.

POPOVIĆ, B. M. et al. Comparison between polyphenol profile and bioactive response in blackthorn (*Prunus spinosa* L.) genotypes from north Serbia-from raw data to PCA analysis. **Food Chemistry**, v. 302, n. August 2019, 2020.

PRATHAPAN, A. et al. Effect of heat treatment on curcuminoid, colour value and total polyphenols of fresh turmeric rhizome. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 44, n. 7, p. 1438–1444, 2009.

PREISS, P. V. .; SCHNEIDER, S.; COELHO-DE-SOUZA, G. **A contribuição Brasileira à Segurança Alimentar e Nutricional sustentável**. Porto Alegre, RS: Editora da UFRGS, 2020.

RAHIMMALEK, M.; GOLI, S. A. H. Evaluation of six drying treatments with respect to essential oil yield, composition and color characteristics of *Thymys daenensis* subsp. *daenensis*. Celak leaves. **Industrial Crops and Products**, v. 42, n. 1, p. 613–619, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.06.012>>.

RE, R. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 26, n. 9–10, p. 1231–1237, 1999.

REDE PENSSAN. Insegurança Alimentar e Covid-19 no Brasil. **VIGISAN - Inquérito Nacional sobre Insegurança Alimentar no Contexto da Pandemia da Covid-19 no Brasil**, p. 66, 2021.

ROMDHANE, M. H. et al. Chemical Composition, Nutritional Value, and Biological Evaluation of Tunisian Okra Pods (*Abelmoschus esculentus* L. Moench). **Molecules**, v. 25, n. 20, 2020.

ROSHANAK, S.; RAHIMMALEK, M.; GOLI, S. A. H. Evaluation of seven different drying treatments in respect to total flavonoid, phenolic, vitamin C content, chlorophyll, antioxidant activity and color of green tea (*Camellia sinensis* or *C. assamica*) leaves. **Journal of Food Science and Technology**, v. 53, n. 1, p. 721–729, 2016.

SAIFULLAH, M. et al. Effects of different drying methods on extractable phenolic compounds and antioxidant properties from lemon myrtle dried leaves. **Heliyon**, v. 5, n. 12, p. e03044, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e03044>>.

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

SEIFERT JR., C. A.; DURIGON, J. **Sociobiodiversidade como o caminho à Soberania Alimentar em Sucessivas Crises Globais**. Disponível em: <<https://direitosfundamentais.org.br/sociobiodiversidade-como-o-caminho-a-soberania-alimentar-em-sucessivas-criSES-globais/#>>. Acesso em: 25 jul. 2021.

SGANZERLA, W. G. et al. Rumex obtusifolius is a wild food plant with great nutritional value, high content of bioactive compounds and antioxidant activity. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, v. 31, n. 4, p. 315–320, 2019.

SHONTE, T. T.; DUODU, K. G.; DE KOCK, H. L. Effect of drying methods on chemical composition and antioxidant activity of underutilized stinging nettle leaves. **Heliyon**, v. 6, n. 5, 2020.

SIMÕES, C. M. O. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 2ª ed. Porto Alegre, RS: Ed.da UFSC, 2000.

SINGLETON, V. .; ROSSI, J. A. A Calorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-phosphotungstic Acid Reagents. **American Society for Ethnology and Viticulture**, v. 16, n. 3, p. 144–158, 1965.

SOUSA, C. M. D. M. et al. FENÓIS TOTAIS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE CINCO PLANTAS MEDICINAIS. **Quim. Nova**, v. 30, n. 2, p. 351–355, 2007.

SUCUPIRA, N. R. et al. Métodos Para Determinação da Atividade Antioxidante de Frutos. **UNOPAR Científica Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 14, n. 4, p. 263–269, 2014. Disponível em: <<http://revistas.unopar.br/index.php/biologicas/article/view/442>>.

TAN, S. et al. The effects of drying methods on chemical profiles and antioxidant activities of two cultivars of Psidium guajava fruits. **Lwt**, v. 118, n. October 2019, p. 108723, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108723>>.

TANYA, A. K. N.; MBOFUNG, C. M. F.; KESHINRO, O. O. Soluble and insoluble fiber contents of some Cameroonian foodstuffs. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 51, n. 3, p. 199–207, 1997.

THAKUR, N. et al. Recent updates on bioaccessibility of phytonutrients. **Trends in Food Science and Technology**, v. 97, n. January, p. 366–380, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.01.019>>.

TRICHOPOULOU, A. et al. Nutritional composition and flavonoid content of edible wild greens and green peas: A potential rich source of antioxidant nutrients in the Mediterranean diet. **Food Chemistry**, v. 70, n. 3, p. 319–323, 2000.

TULER, A. C.; PEIXOTO, A. L.; SILVA, N. C. B. da. Plantas alimentícias não convencionais (PANC) na comunidade rural de São José da Figueira, Durandé, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, v. 70, 2019.

TUNCTURK, M.; CELEN, A. E.; TUNCTURK, R. Nutrient content of three edible wild plants from polygonaceae family. **Oxidation Communications**, v. 40, n. 1– II, p. 327–334, 2017.

TUROLA BARBI, R. C. et al. Eriobotrya japonica seed as a new source of starch: Assessment of phenolic compounds, antioxidant activity, thermal, rheological and morphological properties. **Food Hydrocolloids**, v. 77, p. 646–658, 2018.

VASAS, A.; ORBÁN-GYAPAI, O.; HOHMANN, J. The Genus Rumex: Review of traditional uses, phytochemistry and pharmacology. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 175, p. 198–228, 2015a. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2015.09.001>>.

VUOLO, M. M.; LIMA, V. S.; MOARÓSTICA JUNIOR, M. R. **Phenolic Compounds: Structure, Classification, and Antioxidant Power**. [s.l.] Elsevier Inc., 2019.

WEGIERA, M. et al. Antiradical properties of extracts from roots, leaves and fruits of six rumex L. species. **Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica**, v. 53, n. 1, p. 125–131, 2011a.

WEGIERA, M. et al. Antimicrobial activity of the extracts from fruits of Rumex L. species. **Central European Journal of Biology**, v. 6, n. 6, p. 1036–1043, 2011b.

WOJTUNIK-KULESZA, K. et al. Influence of in vitro digestion on composition, bioaccessibility and antioxidant activity of food polyphenols—a non-systematic review. **Nutrients**, v. 12, n. 5, p. 1–29, 2020.

ZHISHEN, J. .; MENGCHENG, T.; JIANMING, W. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. **Food Chemistry**, v. 64, p. 555–559, 1999.

ZIHAD, S. M. N. K. et al. Nutritional value, micronutrient and antioxidant capacity of some green leafy vegetables commonly used by southern coastal people of Bangladesh. **Heliyon**, v. 5, n. 11, p. e02768, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02768>>.

**ANEXO 1 – DECLARAÇÃO HERBÁRIO**

Prefeitura Municipal de Curitiba  
Secretaria Municipal do Meio Ambiente  
Superintendência de Obras e Serviços  
Departamento de Produção Vegetal  
Divisão do Museu Botânico Municipal  
Herbário MBM

Curitiba, 05 de dezembro de 2019.

**DECLARAÇÃO**

Declaro para os fins que se fizerem necessários que foi tombada no acervo do Herbário do Museu Botânico Municipal (Herbário MBM) uma exsicata de uma planta coletada por Tanikawa, L.M., sem número de coleta.

A referida planta pertence à família Polyconaceae e seu nome científico é *Rumex obtusifolius* L.

Foi coletada em 23 de setembro de 2019, na Fazenda Renascer, Município de Ipiranga, Estado do Paraná, coordenadas 25°07'34"S e 50°27'09"W, sendo identificada por Tanikawa, L.M. em 23/09/2019.

Recebeu, como registro de tombamento, o número **425173** e está depositada no acervo do Herbário MBM à disposição da comunidade científica para todas e quaisquer eventuais consultas.

Por ser verdade, firmo a presente.

JOSÉ TADEU WEIDLICH MOTTA  
Vice-Curador do Herbário MBM

## ANEXO 2 – COMPROVANTE SISGEN



**Ministério do Meio Ambiente**  
**CONSELHO DE GESTÃO DO PATRIMÔNIO GENÉTICO**  
 SISTEMA NACIONAL DE GESTÃO DO PATRIMÔNIO GENÉTICO E DO CONHECIMENTO TRADICIONAL ASSOCIADO

**Comprovante de Cadastro de Acesso**  
**Cadastro nº A37CC7D**

A atividade de acesso ao Patrimônio Genético, nos termos abaixo resumida, foi cadastrada no SisGen, em atendimento ao previsto na Lei nº 13.123/2015 e seus regulamentos.

Número do cadastro: **A37CC7D**  
 Usuário: **Universidade Federal do Paraná**  
 CPF/CNPJ: **75.095.679/0001-49**  
 Objeto do Acesso: **Patrimônio Genético**  
 Finalidade do Acesso: **Pesquisa**

### Espécie

**Rumex obtusifolius**

Título da Atividade: **CHARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL, FITOQUÍMICA E BIOLÓGICA DA RUMEX  
 OBTUSIFOLIUS L.**

### Equipe

<b>Obdulio Gomes Miguel</b>	<b>Universidade Federal do Paraná</b>
<b>Josiane de Fátima Gaspari Dias</b>	<b>UFPR</b>
<b>Marillis Dallarmi Miguel</b>	<b>UFPR</b>
<b>Syla Mary Rodrigues Ferreira</b>	<b>UFPR</b>
<b>Iilian Mitsuko Tanikawa</b>	<b>UFPR</b>

Data do Cadastro: **24/02/2021 14:48:32**  
 Situação do Cadastro: **Concluído**

Conselho de Gestão do Patrimônio Genético  
 Situação cadastral conforme consulta ao SisGen em 15:10 de 24/02/2021.



SISTEMA NACIONAL DE GESTÃO  
 DO PATRIMÔNIO GENÉTICO  
 E DO CONHECIMENTO TRADICIONAL  
 ASSOCIADO - **SISGEN**

## ANEXO 3 – PRESS RELEASE

## De Mato a Alimento

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Alimentação e Nutrição da UFPR, sob orientação da Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Sila Mary Rodrigues Ferreira e Prof. Dr. Obdulio Gomes Miguel constatou que a desidratação em estufa preserva os compostos bioativos da *Rumex obtusifolius L.*, justificando o uso como método mais adequado, barato e rápido de conservação.

A *Rumex obtusifolius L.* é uma planta alimentícia não convencional (PANC) mais conhecida como língua-de-vaca, facilmente encontrada em terrenos e jardins, mas considerada como praga em meio a plantações. O uso como alimento não é comum, mas em algumas regiões, as folhas são consumidas em saladas ou refogadas. As propriedades nutricionais, os compostos bioativos e a atividade antioxidante são pouco conhecidas, assim como o efeito da desidratação em estufa e da liofilização nos compostos. Esses métodos são utilizados para aumentar o tempo de conservação e reduzir custos de embalagem e transporte, entretanto pode haver alteração nos compostos bioativos.

Nas análises realizadas, a folha apresentou teor de proteínas e minerais (potássio, fósforo e magnésio), o caule apresentou fibras insolúveis e a raiz, lipídios e fibras solúveis. Em todas as partes da planta (raiz, caule, folha e inflorescência) foi constatada a presença de compostos fenólicos totais e flavonoides totais e atividade antioxidante, principalmente na inflorescência. Mesmo após a digestão *in vitro*, os compostos foram preservados.

*"A Rumex obtusifolius L. é uma PANC, mais conhecida como língua-de-vaca, muito comum em jardins e em meio a plantações"*



Para a *R. obtusifolius*, o método mais eficiente foi a desidratação em estufa a 60°C, pois não houve alteração significativa dos compostos bioativos e da atividade antioxidante. Para melhor aproveitamento dos nutrientes e dos compostos bioativos, a sugestão de consumo é a combinação das partes desidratadas, como uma farinha, para acrescentar aos alimentos ou como ingrediente culinário.

Assim, a *R. obtusifolius L.* é uma planta facilmente encontrada, de baixo custo, pouco explorada e não necessita grandes cuidados de cultivo e, por isso, poderia contribuir para novo sistema alimentar a fim de gerar emprego e renda às comunidades tradicionais e agricultores familiares, promovendo a Soberania e Segurança Alimentar e Nutricional, como Direito Humano à Alimentação e Nutrição Adequadas (DHANA).