

PERFIL QUÍMICO E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DE PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS ENCONTRADAS NO RIO DE JANEIRO

Camila das Neves Didini

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Nutrição (PPGN), do Instituto de Nutrição Josué de Castro da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de **mestre em Nutrição Humana**.

Orientadores: Prof^a Mariana Costa Monteiro
Prof^a Maria Lucia Mendes Lopes

Rio de Janeiro

Fevereiro de 2019

PERFIL QUÍMICO E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DE PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS ENCONTRADAS NO RIO DE JANEIRO

Camila das Neves Didini

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO DO INSTITUTO DE NUTRIÇÃO JOSUÉ DE CASTRO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE **MESTRE EM NUTRIÇÃO HUMANA**.

Examinada por:		
-		

Ducta Dua Mariana Casta Mantaina

Prof^a Dr^a Mariana Costa Monteiro Instituto de Nutrição Josué de Castro Universidade Federal do Rio de Janeiro

Prof^a Dr^a Ellen Cristina Quirino Lacerda Instituto de Nutrição Josué de Castro Universidade Federal do Rio de Janeiro

Prof Dr Daniel Perrone Moreira Instituto de Química Universidade Federal do Rio de Janeiro

Prof Dr Igor de Almeida Rodrigues Faculdade de Farmácia Universidade Federal do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro Fevereiro de 2019 Didini, Camila das Neves.

Perfil químico e capacidade antioxidante de plantas alimentícias não convencionais encontradas no Rio de Janeiro. / Camila das Neves Didini. — Rio de Janeiro: UFRJ / Centro de Ciências da Saúde, Instituto de Nutrição Josué Castro, Programa de Pós-Graduação em Nutrição Humana (PPGN), 2019.

108 f.: il.; 31 cm.

Orientadoras: Mariana Costa Monteiro e Maria Lucia Mendes Lopes.

Dissertação (mestrado) — Universidade Federal do Rio de Janeiro / Instituto de Nutrição Josué Castro, Programa de Pós-Graduação em Nutrição Humana (PPGN), 2019.

Referências: f. 85-92.

1. Plantas Comestíveis- química. 2. Antioxidantes. 3. Compostos Fenólicos - análise.4. Flavonoides. 5. Recuperação de Fluorescência Após Fotodegradação-métodos. 6. Nutrição - tese. I. Monteiro, Mariana Costa. II. Lopes, Maria Lucia Mendes. III. Universidade Federal do Rio de Janeiro/ Instituto de Nutrição Josué Castro, Programa de Pós-Graduação em Nutrição Humana (PPGN). IV. Título.



AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a aquele que sempre esteve ao meu lado e por maiores que tenham sido os obstáculos, me fez superar cada um, a Deus.

Agradeço aos meus pais, Helena e Jarbas, que sempre se esforçaram e deram o seu máximo para que eu e meu irmão pudéssemos ter todas as oportunidades que eles não tiveram. Agradeço por toda luta diária, por todas as vezes que abriram mão de algo para dar o melhor aos seus filhos. Agradeço a você meu pai, por tudo, desde pequenos detalhes como todos os penteados de cabelo, as orientações do que deveria fazer, mesmo quando não ouvia, e até as caronas ao colégio/curso/faculdade que se eu precisar ganho até hoje. Agradeço você, minha mãe, por todas as palavras de sabedoria em momentos que só você via um lado positivo, por sempre estar ao meu lado e por maior que tenha sido o cansaço do dia estar disposta a fazer a melhor da farofa do mundo, obrigada por fazer sempre tudo por nós. Agradeço todo apoio e todo incentivo, que deram, continuam dando e que sempre darão. Minha jornada não seria a mesma se eu não tivesse vocês como meus pais. Vocês sempre serão tudo para mim, minha base, amo vocês!

Agradeço ao meu irmão, Lucas Didini, que apesar da grande diferença de idade sempre foi um dos meus melhores amigos. Aquele que divido tudo, mesmo quando não aguenta mais me ouvir falando. Aquele que amo de todo meu coração e que só me enche de orgulho. Saiba que SEMPRE estarei ao seu lado, te amo!

Agradeço a minha madrinha, Vera Lúcia, minha segunda mãe. Ela, que sempre que precisei esteve ao meu lado, com um ombro amigo, um colo quentinho para deitar e palavras alegres para me animar. É, e sempre será uma das pessoas que mais amo na vida.

Agradeço a minha Vó Nair, que por tantas vezes, rezou, orou e acendeu velas para me ajudar. Eu sei que Nossa Senhora de Fátima lhe escutou muitas vezes e esteve ao meu lado por toda caminhada. Agradeço por todos os "Vai com Deus e Maria", antes de um dia de trabalho.

Agradeço por todos os meus demais familiares que fizeram parte dessa jornada, e que sempre me apoiaram e tiveram orgulho de mim, vocês são parte essencial de tudo isso.

Agradeço, ao meu namorado, Yan César. Ele, mais do que ninguém, ouviu todos os choros, desesperos, dúvidas e lamúrias, e mesmo assim me acalmava e dizia que tudo ia dar certo. Ele que soube entender e aceitar, como é ter uma namorada que é professora substituta e mestranda, aceitou os meus horários loucos, aceitou desmarcar programas em cima da hora, pois apareceu algo que tinha que preparar para levar para o Fundão. Ele, que aceitou tantas

vezes, que eram só 21h de uma sexta-feira, mas eu só queria dormir, pois havia tido um dia exaustivo. Ele, que tantas vezes me viu sair de casa às 6h e só voltar do fundão às 20h, e ficava todo dia preocupado comigo, ao ponto de me avisar qual melhor caminho a pegar, pois no outro estava tendo arrastão. Obrigada por ter sido esse amigo, parceiro e namorado incrível que você é! Te amo!

Agradeço aos meus anjos da guarda, minhas orientadoras, Mariana Monteiro e Maria Lucia Lopes. Vocês não têm ideia da imensidão, da importância e do significado de vocês na minha vida, não só profissional como pessoal. Vocês me aceitaram de braços abertos sem nunca antes ter tido uma experiência em laboratório.

Lembro-me do dia em que fui com a Julia falar com você, Mari, sobre um possível projeto de mestrado, e você simplesmente me aceitou e começou a conversar comigo sobre as possibilidades, claro explicando que antes deveria passar não somente no processo seletivo, mas também bem colocada, afinal, tinham mais outros cinco alunos que também desejam tê-la como orientadora. Isso que dá ser um exemplo e todo mundo querer que você o guie nessa jornada. Mari, obrigada por todos os ensinamentos, toda paciência para repetir tais ensinamentos e me aguentar fazendo mil perguntas, por todas as vezes que você me incentivou a ser melhor, por ter entrado de cabeça na minha loucura de mil congressos e mil resumos, por todos os puxões de orelha na hora certa para me fazer acordar e voltar ao ritmo e por ter ser essa orientadora incansável quando se trata do crescimento dos seus alunos, você é maravilhosa!

Maria Lucia, você é um dos seres mais iluminados que conheço. Você foi uma benção na minha vida. Obrigada pelos olhares atentos, por toda vez que me via correndo de um lado para o outro, e perguntava se eu já havia almoçado, ou se estava indo no pilates para melhorar das dores nas costas. Você vê o ser humano como um todo, assim como faz na pesquisa, e isso é um diferencial inigualável que você tem. Você me fez ver o mestrado de uma nova perspectiva, outro ponto de vista. Afinal, de que serve a ciência se não para dar um retorno a nossa população? Você me fez ver o olhar do agricultor, me proporcionou algumas das melhores experiências que alguém poderia ter no mestrado. Trago comigo uma bagagem muito além de análises e descobertas científicas, levo comigo descobertas de vidas. Foram tantas conversas com agricultores, agrônomos, biólogos, alunos e outros tantos, as visitas ao campo, o detalhe no olhar de como dar o retorno para a terra que tanto nos fornece. Você, sem dúvida além de todo conhecimento científico que contribui para esse projeto, ainda foi grande parte da alma dele.

Agradeço as grandes amizades que fiz e outras que fortaleci ao longo dessa caminhada. Agradeço imensamente às amigas Julia Quarti, Iris Leite e Kim Inada. Vocês foram parte essencial nessa trajetória, foram meus exemplos, meu orgulho e aquelas que sempre pude contar para tudo. Que me faziam rir em meio a experimentos que davam errado, que sempre tinham tempo para me escutar, ouvir meu choro (e não foram poucas vezes) e me dar um abraço bem forte, mas principalmente fizeram essa parte da minha história ser leve e grandiosa, como deve sempre ser! Amo vocês!

Agradeço as amigas que ganhei nesse mestrado, Bianca Góes, Isabelle Paes Leme e Ana Beatriz Neves, que dividiram esses dois anos de experiências comigo, e só nós sabemos o que passamos nas nossas batalhas diárias com o HPLC, obrigada por me fazerem rir em meia ao caos, por toda ajuda e apoio. Vocês são maravilhosas!

Agradeço as minhas queridas IC, Claudia, Isabella e Carol, vocês foram sempre muito maravilhosas e se esforçaram ao máximo. Lembro com carinho de todos os experimentos e as milhares de repetições deles, os trabalhos submetidos em congressos e o brilho nos olhos em cada aprovação, as apresentações orais, e a superação do medo de falar em público, afinal eu só queria o melhor para vocês e sabia que seriam capazes, e, claro, as premiações, pois como disse sabia do potencial de cada uma. Hoje vocês trilham o seu caminho como nutricionistas e só me deixam ainda mais cheia de orgulho!

Agradeço aos meus alunos de IC mais recentes Caio Isabela, Manuela e Vitória, vocês que chegaram num momento muito delicado e de desespero, o final do mestrado, e foram peças chave. Obrigada por todo o empenho e dedicação, apesar da correria. Obrigada por toda risada, mesmo quando algo dava errado e o tempo de esgotando. Obrigada por todas as palavras de incentivo. E principalmente obrigada pelo tempo e envolvimento no projeto. Espero ter contribuído com a formação de cada um. Vocês são incríveis e tenho certeza que terão um futuro brilhante.

Agradeço aos demais, da família LABAFs, vocês são seres iluminados e maravilhosos. Que continuem dividindo o conhecimento com os demais, sempre com essa leveza e amor pela ciência.

Agradeço ao pessoal do LBNA, que sempre estiveram de portas abertas e toda vez que foi necessário pude contar para fazer meus experimentos e auxilio nos mesmos, obrigada.

Agradeço a todos na Fazendinha – EMBRAPA que tanto me ajudaram na coleta das minhas espécies, fazendo com que esse projeto fosse possível.

E agradeço a todos aqueles, que de alguma forma, contribuíram para que esse projeto ocorresse tão bem.

Agradeço aos órgãos de fomento, cujos financiamentos permitiram a realização do presente estudo: CAPES, CNPq e FAPERJ.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Resumo da dissertação apresentada ao PPGN/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de **Mestre em Nutrição Humana**

PERFIL QUÍMICO E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DE PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS ENCONTRADAS NO RIO DE JANEIRO

Camila das Neves Didini Fevereiro/2019

Orientadores: Prof^a Mariana Costa Monteiro
Prof^a Maria Lucia Mendes Lopes

Plantas alimentícias não convencionais (PANC) são plantas ou partes de plantas que normalmente não estão inseridas na alimentação da população. As PANC possuem grande potencial nutricional, podendo ser utilizadas na alimentação a fim de aumentar e diversificar o consumo de hortaliças, uma vez que, atualmente esse consumo pela população encontra-se abaixo do recomendado pela Organização Mundial de Saúde, 400 g/dia. O desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis está associado ao baixo consumo de frutas e hortaliças. Neste sentido, o objetivo do presente trabalho foi traçar o perfil químico e a avaliar a capacidade antioxidante das PANC encontradas no Estado do Rio de Janeiro, visando contribuir com o conhecimento sobre essas plantas e incentivar seu consumo pela população. As plantas selecionadas foram: beldroega (*Portulaca oleracea*), caruru (*Amaranthus viridis*), major gomes (Talinum triangulare Jacq. (Willd)), ora-pro-nóbis (Pereskia aculeata), taioba (Xanthosoma sagittifolium), trapoeraba (Commelina erecta) e vinagreira roxa (Hibiscus acetosella). As amostras foram caracterizadas quanto à composição centesimal e tiveram a capacidade antioxidante (CA) determinada pelos métodos de Folin-Ciocalteau, Ferric Reduction Antioxidant Power (FRAP) e Trolox Equivalent Antioxidant Capacity (TEAC). O efeito de diferentes métodos de extração de compostos fenólicos sobre a CA desses extratos foi avaliada por meio de um planejamento experimental 22, tendo como variáveis independentes a concentração de metanol em solução aquosa (20:80; 50:50; 80:20 metanol:água, %, v/v) e temperatura (40 °C, 70 °C e 100 °C) e variáveis independentes a CA pelos métodos de Folin-Ciocalteau, FRAP e TEAC. Os compostos fenólicos presentes nas amostras foram identificados e quantificados por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) acoplada à Espectrometria de Massa (EM). A espécie major gomes apresentou o

maior teor de resíduo mineral fixo $(26,4\pm0,3\text{ g/}100\text{ g})$, valor superior quando comparado a hortaliças convencionais (alface, couve e espinafre), o maior teor de proteínas $(26,2\pm1,0\text{ g/}100\text{ g})$ e de fibras $(31,5\pm0,9\text{ g/}100\text{ g})$ e o menor teor de carboidrato (14,9%) e menor valor energético (10 kcal) entre as PANC analisadas. Não houve uma condição única do planejamento experimental que apresentasse os maiores valores de CA para todas as espécies, sendo as espécies ora-pro-nóbis e vinagreira roxa as que apresentaram os maiores valores. Foram identificados e quantificados na espécie ora-pro-nóbis os seguintes compostos fenólicos: ácido cafeico e quercetina-3-O-rutinosídeo, enquanto para a espécie vinagreira roxa foram identificados e quantificados o ácido cafeico, quercetina-3-O-sambubiosideo, kaempferol-7-O-glucosideo, miricetina-3-O-ramnosídeo, delfinidina-3-O-sambubiosídeo e cianidina-3-O-sambubiosideo. Os resultados do presente estudo sugerem o potencial nutricional e funcional dessas PANC, não só pela sua composição centesimal, mas também pela CA e pelo teor de compostos fenólicos presentes.

CHEMICAL PROFILE AND ANTIOXIDANT CAPACITY OF NON CONVENTIONAL EDIBLE PLANTS FOUND IN RIO DE JANEIRO

Camila das Neves Didini February/2019

Advisors: Mariana Costa Monteiro

Maria Lucia Mendes Lopes

Non-conventional food plants (NCFP) are plants or parts of plants that are not included in the population's diet. The NCFP have great nutritional potential, and can be used in the diet to increase the consumption of vegetables, by the population, since this consumption is lower than that recommended by the World Health Organization, 400 g/day. Chronic non-degenerative diseases, such as coronary diseases, type 2 diabetes mellitus, cancer and others are associated with a low consumption of fruits and vegetables. Therefore, the aim of the present work was to characterize chemically NCFP found in the State of Rio de Janeiro-Brazil, aiming to contribute with the knowledge about these plants and encourage their consumption by the population. The plants selected were: beldroega (*Portulaca oleracea*), caruru (*Amaranthus viridis*), major gomes (*Talinum triangulare Jacq.* (Willd)), ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*), taioba (*Xanthosoma sagittifolium*), trapoeraba (*Commelina erecta*) and vinagreira roxa (*Hibiscus acetosella*).

The samples were characterized for their proximate composition and had the antioxidant capacity determined by the methods of Folin-Ciocalteau, Ferric Reduction Antioxidant Power (FRAP) and Trolox Equivalent Antioxidant Capacity (TEAC). The effect of different methods of extraction of phenolic compounds on the antioxidant capacity of these extracts was evaluated by means of an experimental design 2^2 , having as independent variables the concentration of methanol in aqueous solution (20:80, 50:50, 80:20 - methanol:water, %, v/v) and temperature (40 °C, 70 °C and 100 °C). The phenolic compounds present in the samples were identified and quantified by High Efficiency Liquid Chromatography (HPLC) coupled to Mass Spectrometry (MS). The major gomes species had the highest content of ash (26.4 \pm 0.3 g/100 g). This value was higher also when compared to conventional vegetables (lettuce, cabbage and spinach). This species also had the highest protein content (26.2 \pm 1.0 g/100 g), the highest fiber content (31.5 \pm 0.9 g/100 g) and the lowest carbohydrate content (14.9%) and energy value (10 kcal). There was not a single

condition of the experimental planning that presented the highest levels of antioxidant capacity for all species, being ora-pro-nóbis and vinagreira roxa species had the highest antioxidant capacity. The following compounds were identified in the ora-pro-nóbis species: caffeic acid, quercetin-3-*O*-sambubioside, kaempferol-7- *O*-glucoside, myricetin-3-*O*-ramnoside, delphinidin-3-*O*-sambubioside and cyanidin-3-*O*-sambubioside. The results of the present study suggest the nutritional and functional potential of these NCFP, not only due to its proximate composition, but also to the antioxidant capacity and phenolic compounds content.

SUMÁRIO

	Pág.
1. INTRODUÇÃO	19
2. REFERENCIAL TEÓRICO	22
2.1. Plantas alimentícias não convencionais	23
2.1.1 Beldroega (<i>Portulaca oleracea</i> L.)	25
2.1.2 Caruru (Amaranthus viridis)	26
2.1.3 Major gomes (Talinum paniculatum Jacq. (Willd))	27
2.1.4 Ora-pro-nóbis (Pereskia aculeata Mill)	28
2.1.5 Taioba (Xanthosoma sagittifolium)	29
2.1.6 Trapoeraba (Commelina erecta L.)	30
2.1.7 Vinagreira roxa (Hibiscus acetosella)	31
2.2. Compostos Fenólicos	34
2.2.1. Flavonoides	37
2.2.2. Ácidos fenólicos	39
2.2.3. Lignanas	41
2.2.4. Estilbenos	41
2.3. Métodos de extração para análise de compostos fenólicos em alimentos	42
2.4. Métodos de análise de capacidade antioxidante em alimentos	45
3. JUSTIFICATIVA	47
4. OBJETIVOS	49
4.1. Objetivo geral	50
4.2. Objetivos específicos	50
5. MATERIAL E MÉTODOS	51
5.1. Material, solventes e reagentes	52
5.2. Seleção e obtenção das amostras	52
5.3. Determinação da composição centesimal	53
5.4. Avaliação das condições de extração	53
5.5. Avaliação da capacidade antioxidante	54
5.6. Determinação do perfil de compostos fenólicos	55
5.7. Análise estatística	56
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	58

6.1. Composição centesimal	
6.2. Influência da condição de extração na capacidade antioxidante	65
6.3. Capacidade antioxidante	67
6.4. Compostos fenólicos por CLAE-DAD-EM	77
7. CONCLUSÃO	
REFERÊNCIAS	85
ANEXOS	93

LISTA DE ABREVIATURAS

ANOVA Análise de Variância

AOAC Association of Official Analytical Chemists

C3G Cianidina-3-*O*-glicosídeo

CA Capacidade Antioxidante

CAPES Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CLAE Cromatografia Líquida de Alta Eficiência

CNPq Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

D3G Delfinidina-3-O-glicosídeo

DAD Detector de Arranjo de Diodo

DCNT Doenças Crônicas Não Transmissíveis

EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FAPERJ Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro

HPLC High Performance Liquid Chromatography

INJC Instituto de Nutrição Josué de Castro

LABAFs Laboratório de Alimentos Funcionais

LBNA Laboratório de Bioquímica Nutricional e de Alimentos

NADPH Dinucleotídio de nicotinamida e adenina

OMS Organização Mundial de Saúde

PANC Plantas Alimentícias Não Convencionais

UFRJ Universidade Federal do Rio de Janeiro

LISTA DE FIGURAS

		Pág.	
Figura 1.	Hierarquia taxonômica da espécie Portulaca oleracea L.	25	
Figura 2.	Distribuição geográfica das ocorrências das espécies de PANC estudadas no território brasileiro	33	
Figura 3.	Hierarquia taxonômica da espécie Amaranthus viridis L.		
Figura 4.	Hierarquia taxonômica da espécie (Talinum triangulare (Jacq.) Willd)	27	
Figura 5.	Hierarquia taxonômica da espécie (Pereskia aculeata Mill.)	28	
Figura 6.	Hierarquia taxonômica da espécie (Xanthosoma sagittifolium)		
Figura 7.	Hierarquia taxonômica da espécie (Commelina erecta L.)		
Figura 8.	Hierarquia taxonômica da espécie (Hibiscus acetosella)		
Figura 9.	Estrutura química básica dos compostos fenólicos		
Figura 10.	Biossíntese de compostos fenólicos pelas vias das pentoses fosfato, do ácido chiquimico e fenilpropanoide.	35	
Figura 11.	Classificação dos polifenóis	36	
Figura 12.	Estrutura química básica dos flavonoides	37	
Figura 13.	Estrutura química básica das subclasses dos flavonoides	38	
Figura 14.	Estrutura química básica dos ácidos hidroxibenzóicos e ácidos hidroxicinâmicos	40	
Figura 15.	Estrutura química de lignanas e de uma neolignana	41	
Figura 16.	Estrutura básica de estilbenos	42	
Figura 17.	Estrutura química da molécula de resveratrol		
Figura 18.	Reação de Folin-Ciocalteau	45	
Figura 19.	Reação de FRAP	46	
Figura 20.	Reação de TEAC	46	
Figura 21.	Capacidade antioxidante avaliada pelo método de <i>Folin-Ciocalteau</i> (mg EAG/100 g) de acordo com o planejamento experimental em diferentes espécies de PANC	69	
Figura 22.	Capacidade antioxidante avaliada pelo método de FRAP (mg Fe ⁺² /100 g) de acordo com o planejamento experimental em diferentes espécies de PANC	70	
Figura 23.	Capacidade antioxidante avaliada pelo método de TEAC (mg ET/100 g) de acordo com o planejamento experimental em diferentes espécies de PANC	7	
Figura 24.	Capacidade antioxidante avaliada por <i>Folin-Ciocalteau</i> , na condição de extração que resultou nos maiores valores para cada espécie de PANC	74	
Figura 25.	Capacidade antioxidante avaliada por FRAP, na condição de extração que resultou nos maiores valores para cada espécie de PANC	75	

Figura 26. Capacidade antioxidante avaliada por TEAC, na condição de extração que resultou nos maiores valores para cada espécie de PANC

76

LISTA DE TABELAS

		Pág.
Tabela 1.	Desenho experimental fatorial completo 2 ² empregado no estudo	54
Tabela 2.	Composição centesimal em plantas alimentícias não convencionais	61
Tabela 3.	Composição centesimal em plantas convencionais e partes alimentícias não convencionais	64
Tabela 4.	Teor de compostos fenólicos (mg/100 g) em folhas de ora-pro-nóbis	78
Tabela 5.	Teor de compostos fenólicos (mg/100 g) em folhas de vinagreira roxa	80

INTRODUÇÃO

Muitas plantas ou partes de plantas são negligenciadas por falta de conhecimento pela população, quando poderiam estar inseridas na alimentação. Essas plantas crescem em meio a outros cultivares de plantas convencionais ou em locais pouco comuns para o cultivo de alimentos como, como beira de estradas, terrenos baldios, entre outros. Dessa forma, muitas são consideradas como "pragas", "ervas daninhas", "matos" e até mesmo "nocivas", sendo geralmente arrancadas, desprezadas, quando poderiam ser acrescentadas na alimentação da população, sendo denominadas plantas alimentícias não convencionais (PANC) (KINUPP, 2007).

Considerando, que a Organização Mundial de Saúde (OMS) recomenda uma ingestão de 400 g/dia, o equivalente a cinco porções de frutas e hortaliças (OMS/WHO, 2003), percebe-se que o consumo da população brasileira é inadequado, uma vez que é bem inferior ao recomendado, sendo aproximadamente 158 g/dia de hortaliças e frutas (IBGE, 2011),

O baixo consumo de frutas e hortaliças está relacionado à maior incidência de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) como doenças cardiovasculares, câncer, diabetes mellitus tipo 2 e doenças respiratórias que são as que mais acometem a população brasileira atualmente (BRASIL, 2014).

Presente em frutas e hortaliças, os compostos bioativos são potentes antioxidantes naturais (NASCIMENTO et al., 2018) sendo metabólitos secundários produzidos como forma de defesa da planta contra fatores abióticos e/ou agressão por patógenos. Os compostos fenólicos são classificados em 4 grupos: flavonoides, ácidos fenólicos, lignanas e estilbenos. O grupo dos flavonoides pode ser subdividido em seis subclasses: antocianinas, flavonas, isoflavonas, flavanonas, flavanóis e flavonóis, e o grupo dos ácidos fenólicos subdividido em duas subclasses: derivados do ácido hidroxicinâmico e derivados do ácido hidroxibenzóico (MANACH et al., 2004).

Para a identificação e quantificação dos compostos fenólicos presentes nas PANC é necessária a seleção de um método de extração adequado, sendo a técnica mais comumente utilizada a que envolve extração sólido-líquido (CONG-CONG et al., 2017). Além disso, é necessário que se faça a escolha da melhor solução extratora, e diversos fatores devem ser levados em consideração, tais como: a classe dos analitos de interesse e qual solução irá favorecer a melhor extração desses; a polaridade, tanto dos compostos quanto da solução extratora a ser utilizada; o tempo de extração; a temperatura aplicada; a proporção entre solução e amostra; bem como as características físico-químicas da matriz alimentar a ser extraída (DAI e MUMPER, 2010).

Diversos tipos de solventes são utilizados para a extração, como metanol, etanol, acetona, acetato de etila, e suas respectivas soluções aquosas. A escolha do solvente influencia na diversidade e quantidade de compostos fenólicos extraídos. Já foi observado que o metanol é a solução extratora mais eficiente quando se trata de extração de compostos fenólicos que possuem baixo peso molecular, enquanto, para flavonóis, que possuem peso molecular maior, o uso de acetona em solução aquosa seria mais eficiente (DAI e MUMPER, 2010).

Portanto, torna-se relevante investigar o potencial nutricional de PANC bem como os compostos fenólicos presentes, como forma de contribuir para a inserção dessas plantas na alimentação da população e a sua valorização econômica.

REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Plantas alimentícias não convencionais

Plantas alimentícias não convencionais (PANC) são plantas ou partes de plantas que normalmente não estão inseridas na alimentação da população. Crescem por muitas vezes entre cultivares de plantas convencionais ou em locais pouco atrativos como beiras de estradas, terrenos baldios, entre outros. Dessa forma, muitas são consideradas como "pragas", "ervas daninhas", "matos" e até mesmo "nocivas", sendo arrancadas ou desprezadas, quando poderiam ser acrescentadas na alimentação da população (KINUPP, 2007).

A definição de PANC, para uma determinada espécie de planta, pode ser restrita a localizações ou regiões, de acordo com a tradição da população local. Por exemplo, no interior de Minas Gerais, em Sabará, a ora-pro-nóbis é tão largamente difundida na alimentação da população que há até um festival realizado anualmente com seu nome. Porém, em diversos outros estados do Brasil essa planta é considerada não convencional, muitas vezes por falta de reconhecimento da mesma como potencial fonte alimentar. Além disso, algumas espécies de plantas, por estarem mais adaptadas a certas regiões, acabam se desenvolvendo melhor e sendo mais conhecidas pela população local, enquanto no restante do território nacional, são consideradas como PANC como é o caso do pequi, comum na Região Centro-Oeste, o jambu na Região Norte, o pinhão na Região Sul e a siriguela na Região Nordeste (BRASIL, 2010).

Algumas PANC já foram amplamente consumidas pela população, porém, mudanças nos hábitos alimentares da população fizeram com que as mesmas não sejam vistas com potencial comercial e social, assim perdendo espaço para outras hortaliças e se tornando não convencionais (EPAMIG, 2013). Desta forma, muitas dessas PANC, por não estarem organizadas enquanto cadeia produtiva como outras espécies convencionais (alface, tomate, repolho), acabam não despertando interesse comercial, sendo negligenciadas e, consequentemente, subutilizadas (BRASIL, 2010).

O sistema de cultivo convencional, caracterizado muitas vezes pela monocultura, promoveu a redução da agrobiodiversidade – que pode ser definida como um sistema agrícola que possui tanto uma diversidade de espécies cultivadas quanto de sistemas de cultivo, bem como a diversidade de criação dos animais presentes no sistema. Estima-se que cerca de 75% da diversidade genética de plantas tenha se perdido desde os anos 1990 e que 75% da alimentação seja proveniente de apenas doze espécies de plantas e cinco espécies de animais. Das 250 mil a 300 mil espécies de plantas comestíveis, apenas 150 a 200 são utilizadas pela espécie humana, sendo três (arroz, milho e trigo) responsáveis por cerca de 60% das calorias e

proteínas obtidas pelos seres humanos através das plantas (FAO, 2005). Esse é um alerta para a necessidade de se incentivar a produção e utilização de alimentos não convencionais, visando à manutenção da agrobiodiversidade.

Desta forma, o conhecimento científico e o popular, além de uma maior integração entre a economia e a biodiversidade, são extremamente importantes para a promoção da sustentabilidade e da conservação dos biomas brasileiros (KELEN et al., 2015). Outro fator que faz com que as PANC sejam subutilizadas pela população é o desconhecimento em relação à sua composição e formas adequadas de preparo e consumo (KINUPP, 2014).

A Organização Mundial de Saúde (OMS) recomenda o consumo diário de, no mínimo, 400 g de frutas e hortaliças (excluindo batata e outros tubérculos amiláceos), o que equivale a cinco porções (OMS/WHO, 2003). No Brasil, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a aquisição alimentar domiciliar *per capita* anual para hortaliças e frutas, no período de 2008 a 2009 foi de 27 Kg e 29 Kg, respectivamente. A região Sudeste está em segundo lugar com os valores de 28 Kg e 30 Kg, o que equivale aproximadamente o consumo de 158 g desses alimentos por dia, valor muito abaixo do recomendado pela OMS (IBGE, 2011).

A alimentação inadequada é um fator de risco para doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), sendo essas multifatoriais e que se desenvolvem ao longo da vida. Entre as DCNT, as doenças cardiovasculares, câncer, diabetes mellitus tipo 2 e as doenças respiratórias crônicas são as que mais acometem a população brasileira (BRASIL, 2014). No Brasil, em 2013, 72,6% das causas de morte foram decorrentes de DCNT. Com intuito de diminuir esse índice, foi criado o "Plano de Ações Estratégicas para o Enfrentamento das Doenças Crônicas não Transmissíveis no Brasil", que tem como uma das metas o aumento do consumo de frutas e hortaliças pela população. Esse estímulo ao consumo de frutas e hortaliças tem como principais ações: aumento de ofertas de alimentos saudáveis por meio de parcerias com agricultores familiares e pequenas associações para estimular o aumento da produção de alimentos *in natura*; adotar medidas fiscais que visam à redução de impostos e taxas e aumento de subsídios para alimentos saudáveis; regulamentação da publicidade de alimentos, principalmente para o público infantil; entre outras medidas (BRASIL, 2011).

Frutas e hortaliças possuem compostos bioativos que são potentes antioxidantes naturais que atuam prevenindo a ação oxidativa de radicais livres, evitando que ocorram danos a moléculas como o DNA, proteínas, carboidratos e lipídios (NASCIMENTO et al., 2018). Os polifenóis são os principais componentes responsáveis por essa característica, uma vez que funcionam como sequestradores de radicais e algumas vezes como quelantes de

metais (SOARES, 2002). Além disso, os polifenóis vêm sendo estudados por outros diversos benefícios a saúde humana, como o seu potencial antimicrobiano, antimutagênico, antiinflamatório e antitumoral (NASCIMENTO et al., 2018).

Portanto, mais pesquisas acerca das características nutricionais e de compostos bioativos de PANC podem contribuir para incentivar seu consumo.

2.1.1. *Portulaca oleracea* L. (Beldroega)

A espécie *Portulaca oleracea* L. também é conhecida no território nacional pelos nomes populares: beldroega, salada-de-negro, caaponga, porcelana, bredo-de-porco, verdolaga, beldroega-pequena, beldroega-vermelha, beldroegada-horta, onze-horas, bredo, berdolaca, verdoloca e berduega (BRASIL, 2015; KINUPP, 2014; BRASIL, 2010). É uma espécie do grupo das angiospermas (plantas com flores e frutos), considerado o grupo com maior número de espécies de plantas, estimando-se cerca de 250.000. Obedecendo a sua hierarquia taxonômica, a beldroega é oriunda da família Portulacaceae Juss (**Figura 1**) (COELHO e ZAPPI, 2015).

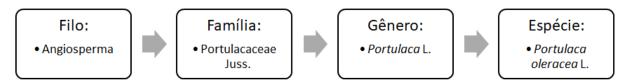


Figura 1. Hierarquia taxonômica da espécie *P. oleracea* L. **Fonte:** *Portulacaceae in* Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: http://floradobrasil.jbrj.gov.br

A beldroega é uma hortaliça folhosa herbácea prostrada, ou seja, possui um crescimento rasteiro e horizontal, além de ser suculenta e ramificada. Seus ramos variam de 20 a 40 cm de comprimento, suas folhas são carnudas e lisas tendo de 1 a 2,5 cm de comprimento, suas flores ficam localizadas axialmente e são terminais, tendo poucas cabeças floridas, possui cerca de cinco pétalas, amarelas e tão compridas quanto às sépalas (**Anexo 1**) (KINUPP, 2014; ROSS, 2003).

A provável origem dessa espécie é o norte da África. Porém, atualmente, é uma planta que se desenvolve em diversos climas, desde os subtropicais até tropicais sendo cultivada até mesmo no sul da Europa e vendida para China. A beldroega é uma planta espontânea, cresce em diversos tipos de solo e é considerada uma invasora. O mesmo ocorre no território

brasileiro, no qual a beldroega se adaptou facilmente às condições climáticas (resistência a prolongadas secas), sendo encontrada em todo território nacional (**Figura 2 A**) (KINUPP, 2014; EPAMIG, 2013).

A beldroega é considerada uma planta indicadora de qualidade do solo, pois sua presença em grandes quantidades, com folhas maiores e mais suculentas, sinaliza a fertilidade do solo (RANIERI et al., 2017).

Relata-se que a beldroega tem sido utilizada na alimentação desde os primórdios pelas sociedades antigas (gregos, romanos e egípcios), principalmente na forma de conservas como o picles (KINUPP, 2014). Tanto os caules quanto as folhas da beldroega podem ser consumidos na forma crua ou cozida., sendo utilizada em saladas cruas, sucos, sopas e caldos (BRASIL, 2013).

Além da utilização na alimentação, a beldroega também é utilizada para fins medicinais. No Brasil, suas sementes são utilizadas como emenagogo, ou seja, com o efeito de aumentar o fluxo menstrual. Além disso, já foram relatadas atividades analgésica, antimicrobiana, antiedema, diurética, entre outras (ROSS, 2003).

2.1.2. *Amaranthus viridis* L. (Caruru)

A espécie *Amaranthus viridis* L. é conhecida em todo território nacional com diversos nomes populares como: caruru, bredo, bredo-vermelho, bredo-de-chifre, caruru-roxo, crista-de-galo, caruru-de-porco, caruru-de-mancha, amaranto e caruru-de-cuia. Em países da África e da América Central, o caruru é muito utilizado na alimentação da população como verdura folhosa, e é denominado como espinafre-africano ou espinafre-haitiano (BRASIL, 2015). É uma espécie do gênero *Amaranthus* (**Figura 3**). Diversas são as espécies de caruru, porém a *A. viridis* é uma das mais utilizadas na alimentação (MARCHIORETTO, 2015).

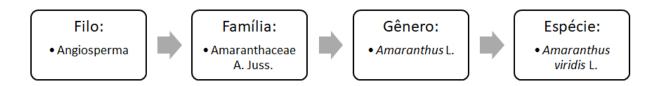


Figura 3. Hierarquia taxonômica da espécie *A. viridis* L. **Fonte:** *Amaranthaceae in* Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em:http://floradobrasil.jbrj.gov.br

O caruru é considerado uma planta herbácea anual, com comprimento médio de 80 cm, possui porte ereto e é pouco ramificada (**Anexo 2**). Por ser de fácil adaptação às condições do clima brasileiro, tem seu crescimento espontâneo e fácil propagação através das suas sementes (RANIERI et al., 2017; BRASIL, 2015).

O caruru é uma das espécies que costumavam ser amplamente consumidas no Brasil. Porém, atualmente é utilizada somente em cidades do interior do Brasil (RANIERI et al., 2017). Essa espécie é consumida principalmente nas regiões Norte e Nordeste. Porém, observa-se a ocorrência dessa espécie em outros estados (**Figura 2 B**) (BRASIL, 2015; MARCHIORETTO, 2015). Podem ser consumidas as folhas do caruru, desde que sejam submetidas a um processamento térmico antes de serem consumidas em preparações como suflê, sopas, sucos e bolos (RANIERI et al., 2017; BRASIL, 2013).

O caruru é considerado como uma planta indicadora de qualidade de solo, uma vez que sua presença em grandes quantidades significa que está elevado o teor de nitrogênio no solo. Porém, essa alta quantidade de nitrogênio no solo pode ser atribuída à urina, fezes de animais e até mesmo esgoto (RANIERI et al., 2017).

2.1.3. *Talinum triangulare* (Jacq.) Willd (Major gomes)

A espécie *Talinum triangulare* (Jacq.) Willd é encontrada em todo Brasil com alguns nomes: major gomes, cariru, língua-de-vaca, joão-gomes, maria-gorda, caruru-bravo, benção-de-deus, beldorega-grande, gordinha manjangome, inhá-gome, maria-gombi, folha-gorda, pulguinha (SP), caruru, erva-de-galinha, maria-mole, língua-de-vaca, mariangombe, ora-pro-nóbis-miúdo, bredo, bunda-mole (MG), beldroega-da-praia, beldroega-das-areias, entre outros (BRASIL, 2015; KINUPP, 2007). É uma espécie da família Portulacacea Juss (**Figura 4**), a mesma da beldroega, que inclui cerca de 30 gêneros e 400 espécies. Porém, no território brasileiro, há apenas a incidência de dois gêneros, *Portulaca* e *Talinum*, e aproximadamente 30 espécies (BRASILEIRO et al., 2016).

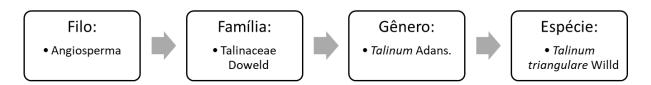


Figura 4. Hierarquia taxonômica da espécie *T. triangulare* (Jacq.) Willd. **Fonte:** Hassemer, G. *Talinaceae in* Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: http://floradobrasil.jbrj.gov.br

A major gomes possui uma raiz primária pivotante (também denominada como raiz principal, na qual brotam outras pequenas raízes, que também se ramificam, denominadas secundárias), tendo seu caule ramificado e com folhagem robusta, suculenta de coloração verde-brilhante. Possui farta floração que tem como característica serem pentâmeras, ou seja, apresentam partes florais em número de cinco ou múltiplo, e sua coloração é rosa-violácea (Anexo 3) (CARDOSO, 1997).

A major gomes é uma espécie espontânea e resistente, descrita na maioria do território nacional, sendo encontrada em diferentes biomas (**Figura 2 C**). Pela facilidade em seu cultivo, é muito produtiva e pode ser utilizada para fins de ornamentação além de alimentícios. No norte de Minas Gerais há relatos dos agricultores que durante o período de seca ocorrida em 1963, a major gomes foi um dos únicos alimentos disponíveis (RANIERI et al., 2017; BRASIL, 2015). Podem ser consumidos os ramos foliculares e as folhas da major gomes. Esta planta é utilizada como ingrediente em preparações tradicionais da culinária afrobrasileira na Bahia, como por exemplo o efó, que utiliza, além da major gomes, ingredientes como óleo de dendê, leite de coco e camarão (RANIERI et al., 2017; KINUPP, 2014).

2.1.4. *Pereskia aculeata* Mill. (Ora-pro-nóbis)

A espécie *Pereskia aculeata* Mill. é conhecida no Brasil por diversos nomes desde o mais comum, ora-pro-nóbis (palavra oriunda do latim, que significa rogai por nós), até outros como: lobrobô, lobrobó, carne-de-pobre, mata-velha, guaiapá, groselheira-das-antilhas, groselha-da-américa e groselheira-de-barbados (BRASIL,2015; KINUPP, 2014). Pertencente à família Cactaceae (**Figura 5**), a ora-pro-nóbis tem como característica a adaptação a ambientes quentes e áridos, no qual ela sofre adaptações fisiológicas e anatômicas com o intuito da manutenção da água na planta. É, portanto, uma planta tolerante a diversas condições de solo e clima (SILVA et al., 2017; ZAREISEDEHIZADEH et al., 2014).

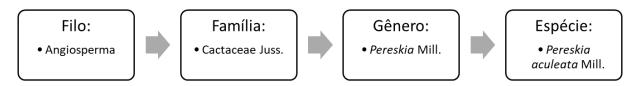


Figura 5. Hierarquia taxonômica da espécie *P. aculeata* Mill. **Fonte:** Zappi, D.; Taylor, N. *Cactaceae in* Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: http://floradobrasil.jbrj.gov.br

A ora-pro-nóbis é considerada como uma planta trepadeira, que pode atingir até 10 m de altura. Suas hastes podem medir de 2 a 3 cm de diâmetro. Apresenta em seus caules espinhos, que se modificam conforme o envelhecimento da planta, variando de pequenos a longos. Suas folhas podem variar de 4 a 11 cm de comprimento e de 0,5 a 4 cm de largura. Além da folha a *P. aculeata*, também produz frutos e flores comestíveis. Suas flores por vezes podem possuir coloração branca, creme ou rosada e com diâmetro que varia de 2,5 a 5 cm (Anexo 4) (ZAREISEDEHIZADEH et al., 2014).

A ora-pro-nóbis é considerada um cacto nativo e é identificada amplamente nos trópicos americanos, como exemplo, a região sul dos Estados Unidos e no Brasil em que sua maior distribuição ocorre entre os estados da Bahia e o do Rio Grande do Sul (**Figura 2 D**) (TAKEITI et al., 2009).

Podem ser consumidos, da ora-pro-nóbis, as folhas, flores e frutos, que são utilizados em preparações como pães, geleias, licor, mousse, saladas, patês, entre outros (KINUPP, 2013). Além disso, a ora-pro-nóbis também é utilizada com fins medicinais, como emoliente, para tratar inflamações e doenças de pele (PINTO et al., 2014), além de apresentar ação antibacteriana e antifúngica (SOUZA et al., 2016).

2.1.5. *Xanthosoma sagittifolium* (Taioba)

A taioba, como é mais conhecida a espécie *Xanthosoma sagittifolium*, também possui outros nomes como taioba-verde, taiá, inhame-de-folha, macabo, mangará, taiobuçu, taioba mirim, coco-bravo, mangarito, *tannia* e *yautía* (KINUPP, 2014; CARVALHO E CORDEIRO, 1990). É uma planta da família Araceae (**Figura 6**), que possui mais de 100 gêneros e 1500 espécies, sendo a espécie mais conhecida a *Colocasia esculenta* (L.) Schott, ou também conhecida como inhame (CARVALHO E CORDEIRO, 1990).

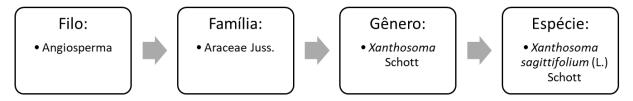


Figura 6. Hierarquia taxonômica da espécie *X. sagittifolium*. **Fonte:** *Araceae in* Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: http://floradobrasil.jbrj.gov.br

A taioba é originária da América tropical, porém também é cultivada em diversos países pela Ásia e África, sendo a espécie, *X. sagittifolium*, uma das duas espécies de

Xanthosoma mais utilizadas na alimentação. (CARVALHO E CORDEIRO, 1990). É considerada uma herbácea perene, que cresce atingindo entre 1,5 e 2 m de altura. Além disso, forma também rizomas (um principal, maior, e outros menores, mais compridos e finos) (Anexo 5). Algumas das características que distinguem as espécies comestíveis das espécies não comestíveis são: inserção natural das folhas até o pecíolo, ausência de pigmentação no ponto de inserção entre o pecíolo e a folha, nervura perimetral ao longo de toda borda e uma pré-disposição de possuir uma coloração mais clara do que as demais espécies selvagens (BRASIL, 2015).

É uma planta utilizada, principalmente, na culinária da Região Sudeste. Desenvolve-se melhor em regiões que possuem clima úmido e quente, assim, sendo encontrada em quase todo território nacional (**Figura 2 E**) (BRASIL, 2015).

Da mesma forma que para a espécie *A. viridis*, deve-se evitar o consumo das folhas da taioba cruas, devendo as mesmas ser sempre ser coccionadas. Quando não essa planta não é submetida a nenhum tipo de processo térmico seu o consumo pode provocar irritação da mucosa da boca e garganta, além de coceira e sensação de asfixia devido à presença de oxalato de cálcio em grandes quantidades, o que gera efeito urticante (BRASIL, 2015). Além das folhas, o rizoma fresco da taioba também pode ser utilizado na alimentação na forma de purê, frito ou cozido (KINUPP, 2013). Em regiões tropicais, a taioba pode ter o seu cultivo realizado o ano inteiro. Já em regiões subtropicais ou tropicais de altitude, o cultivo restringese às épocas do ano em que o clima é mais quente (BRASIL, 2010).

2.1.6. *Commelina erecta* L. (Trapoeraba)

Trapoeraba, trapoeraba-azul, erva-de-santa-luzia são alguns dos nomes pelos quais é conhecida a espécie *Commelina erecta* L. (KINUPP, 2007). O gênero do qual a trapoeraba faz parte, *Commelina* L., é o maior da família Commelinaceae Mirb., compreendendo cerca de 170 espécies (**Figura 7**). A maior parte das espécies tem sua incidência em regiões tropicais ou subtropicais (HASSEMER, 2018).

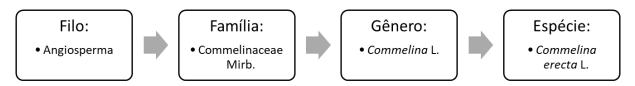


Figura 7. Hierarquia taxonômica da espécie *C. erecta* L. **Fonte:** Aona, L.Y.S.; Amaral, M.C.E. *Commelina in* Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: http://floradobrasil.jbrj.gov.br

Outras espécies do gênero *Commelina* L. são também denominadas como trapoeraba e, portanto, muitas vezes confundidas entre si. Deve-se, então buscar uma descrição morfológica bem estruturada, para que não seja feita confusão entre as espécies, uma vez que elas podem crescer simultaneamente num mesmo território. A espécie *C. erecta* possui folhas e caules com pilosidade escassa e pecioladas, com comprimento médio das folhas de 6,2 cm e largura de 1,7 cm (ROCHA et al., 2007) e flores de coloração azulada (**Anexo 6**). Essa espécie é predominante em regiões tropicais e subtropicais, sendo comuns principalmente em áreas mais secas ou perto de regiões costeiras (PELLEGRINI e FORZZA, 2017). No Brasil, observa-se sua distribuição geográfica em estados de todas as regiões, sendo presente desde em floresta ombrófila densa, floresta ombrófila mista, floresta estacional semidecidual, estepe gramíneo-lenhosa e savana (**Figura 2 F**) (MAIA, 2006).

Da trapoeraba podem ser consumidas as flores (na forma cristalizada ou em saladas), folhas e ramos, que por serem fibrosos normalmente são consumidos após ser feito um branqueamento. As partes comestíveis podem ser utilizadas em preparações como patês, caldos, sopas, risotos, refogadas com ovos ou como ingredientes de bolinho (BRASIL, 2013).

Idu e Onyibe (2007) relataram que a trapoeraba é utilizada para fins medicinais, no estado de Edo, na Nigéria, para interromper trabalhos de partos prematuros e minimizar edemas. Além disso, Fonkeng (2015) relatou a atividade antimicrobiana para a espécie *C. erecta*, realizando um estudo *in vitro*, com 11 espécies de *Staphylococcus aureus*, no qual constatou que a espécie *C. erecta* possui um potencial efeito inibitório das propriedades de 6 das 11 espécies de *S. aureus* testadas.

2.1.7. *Hibiscus acetosella* (Vinagreira roxa)

A espécie *Hibiscus acetosella* pode ser denominada como: vinagreira roxa, vinagreira, groselheira, rosela, quiabo-azedo, quiabo-roxo e outros nomes (KINUPP, 2014). Pertence à família Malvaceae, sendo o gênero *Hibiscus* um de seus maiores, contendo cerca de 200 espécies (**Figura 8**). Bastante utilizadas para o uso ornamental, algumas de suas espécies também podem ser utilizadas na alimentação, como o caso da espécie *H. sabdariffa* e *H. acetosella* (ESTEVES et al., 2014).

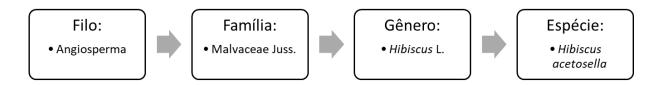


Figura 8. Hierarquia taxonômica da espécie *H. acetosella*. **Fonte:** *Hibiscus in* Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: http://floradobrasil.jbrj.gov.br

A vinagreira roxa é considerada um arbusto que pode atingir de 1,5m a 3,0m de altura. Suas folhas variam de vermelhas a violáceas, sendo pouco encontradas com a coloração esverdeada e seu comprimento varia de 7 a 14 cm (**Anexo 7**) (KINUPP, 2007; ESTEVES et al., 2014).

Tanto as folhas quanto as flores da vinagreira roxa podem ser consumidas, sendo as folhas na forma de saladas cruas (inteiras ou picadas), chá-suco, geleias ou em refogados e as flores, para preparação de chás, além de geleias, sorvetes, patês salgados e sucos (KINUPP, 2014).

Essa espécie, oriunda da África, provavelmente da Angola, atualmente é encontrada em regiões tropicais, subtropicais e até mesmo em algumas regiões de clima temperado. No estado de São Paulo, por exemplo, é encontrada principalmente em parques, hortos e canteiros públicos (ESTEVES et al., 2014). Apesar de não haver relatos da distribuição geográfica da espécie *H. acetosella*, plantas do gênero *Hibuscus* L. podem ser encontradas em praticamente todo território nacional (**Figura 2 G**).

Apesar de serem poucos os estudos a respeito da espécie *H. acetosella*, Vilela et al. (2018) analisaram o efeito protetor contra danos ao DNA ocasionados por agentes alquilantes em camundongos e observaram que os extratos oriundos dessa espécie obtiveram efeito protetor contra genotoxicidade e mutagenicidade. De acordo com os autores, esse efeito provavelmente deve-se aos compostos fenólicos presentes na planta e sua capacidade antioxidante (CA).

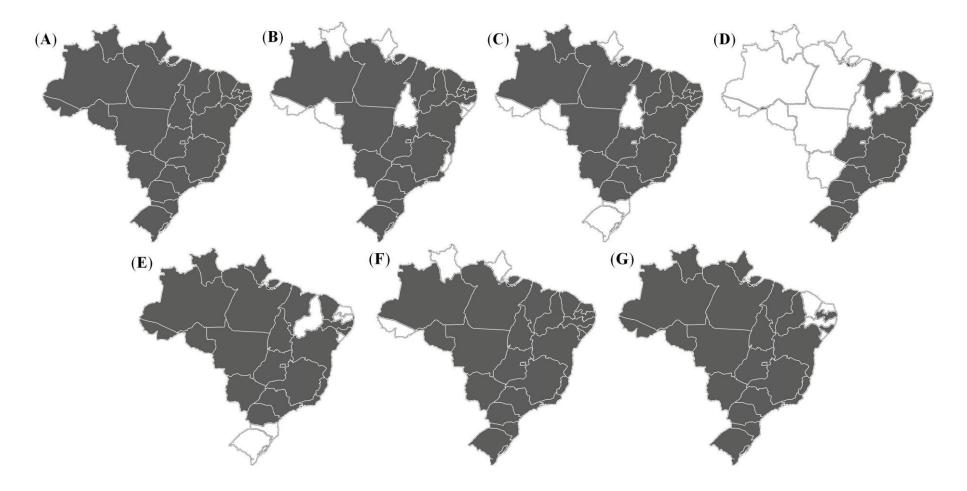


Figura 2. Distribuição geográfica das ocorrências das espécies de PANC no território brasileiro baseada no arquivo do programa REFLORA. Disponível em: http://floradobrasil.jbrj.gov.br. *Portulaca oleracea* L. (**A**), *Amaranthus viridis* L. (**B**), *Talinum triangulare* (Jacq.) Willd (**C**), *Pereskia aculeata* Mill. (**D**), *Xanthosoma sagittifolium* (**E**), *Commelina erecta* (**F**) e *Hibiscus* L. (**G**). Estados marcados com a cor cinza representam a presença das espécies. Estados marcados com a cor branca representam a ausência das espécies.

2.2. Compostos fenólicos

Polifenóis são metabólitos secundários de plantas, produzidos pela via do ácido chiquímico e pela via das pentoses fosfato como mecanismo de defesa das plantas contra radiação ultravioleta ou agressão por patógenos. Esses compostos têm como característica estrutural a presença de diversas hidroxilas ligadas a anéis aromáticos (**Figura 9**), e podem ser classificados de acordo com: a função química, número de anéis aromáticos ou de acordo com os grupamentos (radicais) que se ligam os anéis (ALMEIDA, 2017; MANACH et al., 2004).

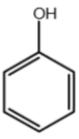


Figura 9. Estrutura química básica dos compostos fenólicos. **Fonte:** VERMERRIS e NICHOLSON (2006)

A síntese de compostos fenólicos ocorre em diversas etapas. No citosol, é iniciada com a glicose que, pela via da pentose fosfato, é convertida em 6-fosfogluconolactona, pela enzima glicose-6-fosfato desidrogenase e em seguida é transformada em ribulose-5-fosfato pela enzima 6-fosfogluconolactona desidrogenase. Essa conversão leva à produção de NADPH e após uma sequência de reações tem como o produto final, a eritrose-4-fosfato. Conjuntamente à via da pentose fosfato, ocorre a glicólise que por sua vez, através de uma série de reações químicas, converte a glicose em fosfoenolpiruvato. Na via fenilpropanoide, a eritrose-4-fosfato e o fosfoenolpiruvato são conduzidos para então produzir a fenilalanina, precursora dos compostos fenólicos (ALMEIDA, 2017) (**Figura 10**).

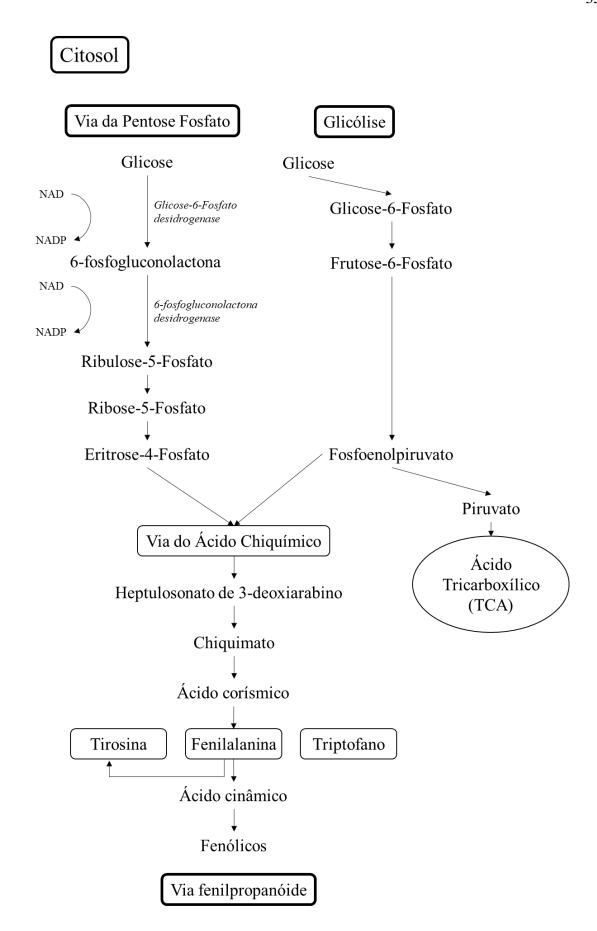


Figura 10. Biossíntese de compostos fenólicos pelas vias das pentoses fosfato, do ácido chiquimico e fenilpropanoide. **Fonte:** Adaptado de ALMEIDA, 2017.

Os polifenóis podem ser classificados nos seguintes grupos: flavonoides, ácidos fenólicos, lignanas e estilbenos. O grupo dos flavonoides pode ser subdividido em seis subclasses: antocianinas, flavonas, isoflavonas, flavanonas, flavanóis e flavonóis, e o grupo dos ácidos fenólicos subdividido em duas subclasses: derivados do ácido hidroxicinâmico e derivados do ácido hidroxibenzóico (**Figura 11**) (MANACH et al., 2004).

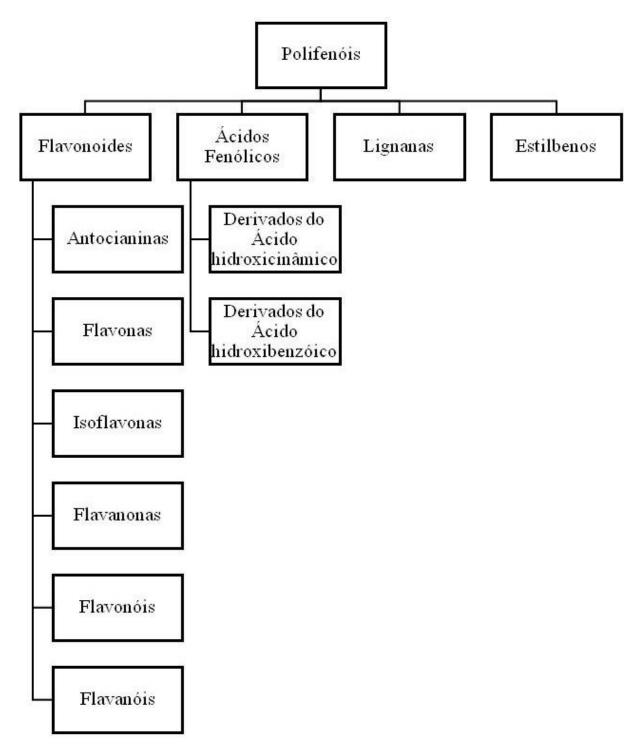


Figura 11. Grupos e subgrupos dos compostos fenólicos. **Fonte:** Adaptado de MANACH, et al. (2004).

2.2.1. Flavonoides

Os flavonoides estão presentes amplamente no reino vegetal, sendo encontrados em sementes, folhas, frutos e outras partes das plantas, na sua forma aglicona ou glicosilada. São compostos que têm como característica seu baixo peso molecular, possuindo apenas 15 átomos de carbono na sua forma aglicona (ANGELO e JORGE, 2007).

Os flavonoides possuem uma estrutura química básica, constituída por dois anéis aromáticos (A e B) ligados por três átomos de carbono (C6-C3-C6) que formam um anel heterocíclico oxigenado (C) (**Figura 12**). Os anéis aromáticos que compõem os flavonoides A e B são derivados do ciclo acetato/malonato e fenilalanina, respectivamente (ANGELO e JORGE, 2007).

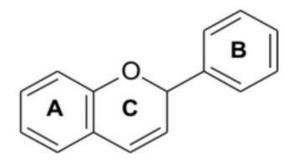


Figura 12. Estrutura química básica dos flavonoides. **Fonte**: ANGELO e JORGE (2007).

Os flavonoides são diferenciados em 6 subclasses pela sua organização estrutural conforme mencionado anteriormente, cujas estruturas estão apresentadas na **Figura 13** (MANACH et al., 2004). Os flavonóis têm como principais fontes alimentar a cebola, o alho, o alho-poró, o brócolis e o mirtilo e as bebidas o vinho tinto e o chá, sendo os flavonóis mais representativos a quercetina e o kaempferol (MANACH et al., 2004).

As flavonas possuem na sua estrutura principalmente glicosídeos de luteolina e apigenina. São exemplos de fonte alimentar das flavonas a salsa e o aipo, e estão presentes na sua forma c-glicosídeo de flavonas em cereais como o painço e trigo. A forma da flavona polimetoxilada é a forma mais hidrofóbica dos flavonoides, sendo encontrados em cascas de frutas cítricas. As flavonas são muito menos comum em hortaliças e frutas que os flavonóis (MANACH et al., 2004).

As flavanonas geralmente são glicosiladas por um dissacarídeo na posição 7, sendo uma neoesperidose ou uma rutinose, que podem conferir sabor amargo ou nenhum sabor, respectivamente. As flavanonas são encontradas principalmente em tomates e ervas

aromáticas, como a hortelã. Porém, somente as frutas cítricas possuem alta concentração de flavanonas. Um copo de suco de laranja, por exemplo, pode conter de 40 a 140 mg de flavanonas, enquanto o consumo da fruta íntegra pode conter um teor até 5 vezes maior de flavanonas do que o suco (MANACH et al., 2004).

$$\begin{split} R_2 &= \mathrm{OH}; \ R_1 = R_3 = \mathrm{H} \ : \ Kaempferol \\ R_1 &= R_2 = \mathrm{OH}; \ R_3 = \mathrm{H} \ : \ Quercetina \\ R_1 &= R_2 = R_3 = \mathrm{OH} \ : \ Miricetina \end{split}$$

 $R_1 = H$; $R_2 = OH$: Apigenina $R_1 = R_2 = OH$: Luteolina

Isoflavonas

 $R_1 = H$: Daidzeina $R_1 = OH$: Genisteina

 $R_1 = H$; $R_2 = OH$: Naringenina $R_1 = R_2 = OH$: Eriodictiol $R_1 = OH$; $R_2 = OCH_3$: Hesperetina

$$\begin{split} R_1 &= R_2 = H : \ Pelargonidina \\ R_1 &= OH; \ R_2 = H : \ Cianidina \\ R_1 &= R_2 = OH : \ Delfinidina \\ R_1 &= OCH_3; \ R_2 = OH : \ Petunidina \\ R_1 &= R_2 = OCH_3 : \ Malvinidina \end{split}$$

 $R_1 = R_2 = OH$; $R_3 = H$: Catequinas $R_1 = R_2 = R_3 = OH$: Galocatequina

Figura 13. Estrutura química básica das subclasses dos flavonoides. **Fonte:** MANACH et al., 2004.

As isoflavonas são encontradas nas leguminosas, sendo a soja e seus derivados as principais fontes alimentares. As isoflavonas possuem estrutura química similar aos esteróides, possuindo um grupo hidroxila na posição 7 e 4, em uma configuração análoga da molécula do estradiol. Possui a característica de pseudo-hormônio, sendo capaz de se ligar a receptores de estrogênios, e portanto classificadas como fitoestrogênios (MANACH et al., 2004).

Os flavonóis podem ser encontrados de duas formas, como monômero (catequinas), ou como polímero (proantocianidinas) e, em contraste com as demais classes de flavonoides, os flavonóis não são encontrados nos alimentos na forma glicosilada. As principais fontes alimentares das catequinas são frutas, chá verde e chá preto, vinho tinto, chocolate e certas sementes de leguminosas. Enquanto as proantocianidinas, que são dímeros, oligômeros e polímeros de catequinas, são responsáveis pelo sabor adstringente dos frutos e bebidas (ex.: uvas, pêssegos, chá, cidra, vinho, etc.) e o amargor do chocolate. E conforme ocorre à maturação, teu o seu teor de taninos reduzido (MANACH et al., 2004).

As antocianinas são pigmentos que conferem as cores, rosa, vermelha, azul ou púrpura. São altamente instáveis na forma aglicona. Quando presente em plantas, conseguem resistir a diversos fatores, como pH, incidência solar e oxidação, fatores estes que geram a sua degradação. Uma alternativa para que se evite essa degradação é pela glicosilação das antocianinas, que consiste em: uma adição de glicose na posição 3, ou esterificação de vários ácidos orgânicos e ácidos fenólicos, ou pela formação de complexos com outros flavonoides por meio do fenômeno da copigmentação. As antocianinas podem ser encontradas em vinho tinto e alguns tipos de cereais, hortaliças folhosas e raízes (berinjela, repolho, feijão, cebola, rabanete, etc.). Porém, a principal fonte desses compostos são as frutas, sendo a cianidina a antocianina mais comum As antocianinas são encontradas principalmente nas cascas, exceto em frutas com coloração avermelhada, que também são encontradas em sua polpa, como em cerejas, morangos e amoras. Normalmente, o conteúdo de antocianinas nos alimentos é proporcional à intensidade de sua coloração. Quanto mais intensa, maior o teor de antocianinas (MANACH et al., 2004).

2.2.2. Ácidos fenólicos

A estrutura básica dos ácidos fenólicos é composta por um anel benzênico, um grupamento carboxílico e um ou mais grupamentos de hidroxila e/ou metoxila na molécula. Sua CA está relacionada diretamente com a posição dos grupos de hidroxilas e com a

proximidade do grupo fenil com o grupo carboxila. Quanto maior essa proximidade, maior será a capacidade antioxidante do grupo hidroxila. Os ácidos fenólicos podem ser divididos em duas subclasses: compostos oriundos do ácido hidroxibenzóico ou compostos provenientes do ácido hidroxicinâmico (**Figura 14**). Os ácidos hidroxibenzóicos são participantes das estruturas dos taninos hidrolisáveis e encontram-se em menor quantidade nos vegetais que compõem a alimentação da população (OLIVEIRA e BASTOS, 2011; ANGELO e JORGE, 2007; MANACH et al., 2004).

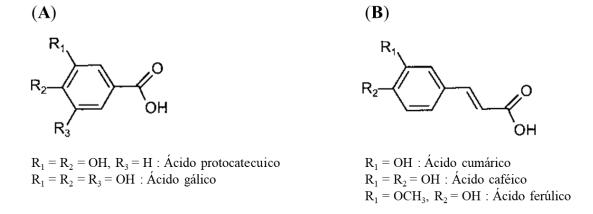


Figura 14. Estrutura química básica dos ácidos hidroxibenzóicos (**A**) e ácidos hidroxicinâmicos (**B**). **Fonte:** MANACH et al., 2004.

Os compostos mais comumente encontrados entre os derivados do ácido hidroxicinâmico são: o ácido cafeico, ácido ferúlico, ácido *p*-cumárico e ácido sinápico. Normalmente, esses não são encontrados na forma livre e sim ligados a algum derivado glicosilado ou ligados a ésteres de outros ácidos (quínico, chiquímico e tartárico). O principal exemplo dessa classe inclui os ácidos clorogênicos, formados pela esterificação do ácido quínico com os derivados dos ácidos hidroxicinâmicos. As principais fontes alimentares dos ácidos hidroxicinâmicos são maçã, pera, cereja e damasco, e entre as bebidas o café é considerada a principal fonte. Bebidas de consumo regional também constituem fonte dietética desses compostos, como o chimarrão, bebida típica da Região Sul do Brasil, produzido com erva-mate. Os ácidos hidroxibenzóicos são encontrados em poucas quantidades em plantas comestíveis, exceto pelas frutas vermelhas, cebolas e chás. Os principais exemplos de compostos fenólicos derivados do ácido hidroxibenzóico incluem os ácido gálico e ácido elágico (OLIVEIRA e BASTOS, 2011; SILVA et al., 2010; MANACH et al., 2004).

Muitos desses metabólitos secundários de plantas são também utilizados pelas indústria farmacêutica como aromatizantes, suplementos dietéticos, entre outros (GUERRIERO et al., 2018).

2.2.3. Lignanas

As lignanas são constituídas por duas unidades de fenilpropano (eugenol, álcool coniferílico, isoeugenol, etc.). O que determina a sua classificação é a posição em que as unidades de fenilpropano são ligadas entre si. Quando ligam-se pela posição 8 e 8' da cadeia alifática são classificadas como lignanas, enquanto quanto há a ligação da unidade fenolpropanoide em qualquer outra posição, se considerada como neolignana (**Figura 15**) (SOUZA et al., 2012)

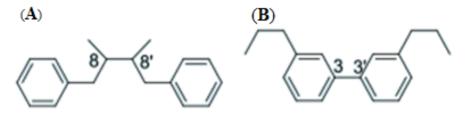


Figura 15. Estrutura química de lignanas (**A**) e de uma neolignana (**B**). **Fonte:** SOUZA et al., 2012.

Algumas lignanas apresentam funções importantes no organismo humano como o secoisolariciresinol e o matairesinol que são metabolizados pela microbiota intestinal em enterodiol e enterolactona, respectivamente. Esses metabólitos têm sido descritos como responsáveis por conferir proteção contra o câncer de mama em mulheres e câncer de próstata em homens (SOUZA et al., 2012; WANG, 2002).

2.2.4. Estilbenos

Os estilbenos são compostos de baixa massa molecular, variando entre 210 e 270 g/mol. Sua estrutura química básica é caracterizada pela estrutura 1,2-di-fenil-etileno (**Figura 16**).

Figura 16. Estrutura básica dos estilbenos Fonte: Adaptado de MATIAS, 2012.

Já foram descritos mais de 400 diferentes estilbenos. Porém, a presença desses restringe-se a algumas famílias de plantas, uma vez que a enzima estilbenosintase responsável pela biossíntese do estilbeno não está presente em todas as plantas (SIREROL et al., 2016).

Os estilbenos são encontrados em pequenas quantidades na alimentação da população, tendo como fontes alimentares as amoras, o amendoim, a uva e seus derivados, sendo o principal estilbeno conhecido o resveratrol (**Figura 17**). O resveratrol já foi descrito na literatura como um estilbeno com potente atividade anticancerígena (SIREROL et al., 2016; MATIAS, 2012; MANACH et al., 2004).

Figura 17. Estrutura química de resveratrol. Fonte: Adaptado de MATIAS, 2012.

2.3. Métodos de extração para análise de compostos fenólicos em alimentos

Antes de se realizar a identificação e quantificação dos compostos fenólicos presentes em um alimento seja por espectrofotometria, cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), cromatografia gasosa (CG) ou a associação de ambas, o primeiro passo é selecionar o método de extração. Existem diversas técnicas de extração, desde as mais avançadas como extração assistida por ultrassom, extração assistida por micro-ondas, extração acelerada por solvente,

extração com fluido supercrítico e extração com alta pressão hidrostática (APH), até a técnica mais comumente utilizada que envolve extração sólido-líquido (CONG-CONG et al., 2017).

Em geral, as técnicas de extração de compostos fenólicos possuem limitações, bem como vantagens. A extração acelerada por solvente e a assistida por micro-ondas são efetivas apenas para compostos fenólicos termoestáveis, enquanto a extração por fluido supercrítico é efetiva para compostos apolares. Dentre as principais técnicas de extração estudadas, apenas aquelas envolvendo ultrassom, APH e sólido-líquido são eficientes na extração de todas as classes de compostos fenólicos (CONG-CONG et al., 2017).

As extrações por APH e por ultrassom são consideradas ainda mais eficientes que a extração sólido-líquido para compostos fenólicos. No entanto, essas apresentam desvantagens. A extração por APH apresenta alto custo inerente à obtenção do equipamento, enquanto a extração por ultrassom não tem aplicação em escala industrial. Dessa forma, apesar de a extração sólido-líquido requerer grandes quantidades de reagentes orgânicos tóxicos e longo tempo de extração, continua sendo o tipo de extração mais utilizado por ser simples e possuir ampla capacidade de adaptação (CONG-CONG et al., 2017).

Para a escolha da melhor solução extratora, diversos fatores devem ser levados em consideração, dentre eles: a classe dos analitos de interesse e a solução que irá favorecer a melhor extração desses; a polaridade tanto dos compostos quanto da solução extratora a ser utilizada; o tempo de extração; a temperatura aplicada; a proporção entre solução e amostra; bem como as características físico-químicas da matriz alimentar a ser extraída (DAI e MUMPER, 2010).

Diversos tipos de solventes são utilizados para a extração, como metanol, etanol, acetona, acetato de etila e suas respectivas soluções aquosas. A escolha do solvente influencia na diversidade e quantidade de compostos fenólicos extraídos. Estudos já observaram que o metanol é mais eficiente quando se trata de extração de compostos fenólicos que possuem baixo peso molecular, enquanto, para flavonóis, que possuem peso molecular maior, o uso de acetona em solução aquosa seria mais eficiente (DAI e MUMPER, 2010). Alguns exemplos de solventes e compostos extraídos com mais eficiência são: água (antocianinas, taninos, saponinas e terpenos), etanol (taninos, polifenóis, flavonol, terpenos e alcaloides), metanol (antocianinas, terpenos, saponinas, taninos, flavonas e polifenóis), clorofórmio (terpenos e flavonoides), diclorometanol (terpenoides), éter (alcaloides e terpenoides) e acetona (flavonoides) (AZMIR et al., 2013).

Ngo et al. (2017) selecionaram sete soluções extratoras mais comumente utilizadas (água, metanol, etanol, acetona, água:metanol - 50/50, v/v, água:etanol - 50/50, v/v e

água:acetona - 50/50, v/v) e avaliaram o teor de compostos fenólicos totais, flavonoides totais, proantocianidinas totais e saponinas, além da capacidade antioxidante por *Trolox Equivalent Antioxidant Capacity* (TEAC), *Ferric Reducing Antioxidant Power* (FRAP), atividade sequestradora do radical livre 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH) e *Cupric Ion Reducing Antioxidant Capacity* (CUPRAC) em extratos da raiz de *Salacia chinensis* L. Os autores observaram diferença significativa entre os resultados obtidos de acordo com a solução extratora utilizada. Para o conteúdo de compostos fenólicos totais, os maiores teores foram encontrados quando foram utilizadas as soluções aquosa de metanol, de etanol e de acetona. No caso dos flavonoides, os maiores teores foram obtidos com as soluções aquosas de acetona e de etanol. A acetona proporcionou melhor resultado para as proantocianidinas. No caso das saponinas, a melhor solução extratora foi a mistura de água com acetona. Ao avaliar a capacidade antioxidante, por todos os métodos, a melhor solução extratora foi água com acetona. Portanto, os autores verificaram que não houve uma solução extratora ideal para todos os tipos de analitos e análises, e, além disso, que as soluções com solventes orgânicos puros e água pura foram menos eficientes.

Uma alternativa quanto à utilização de solventes orgânicos tóxicos, na extração sólidolíquido, é a utilização de solventes que apresentem pouca ou nenhuma toxicidade, como é o caso da água. Porém, a eficiência da água só é satisfatória quando os analitos de interesse são de natureza polar e/ou hidrofílicos. Uma alternativa para o uso de reagentes tóxicos são os solventes eutéticos profundos, que normalmente são a mistura de um sal orgânico com um composto orgânico doador de hidrogênio (HBD), tais como: amidas, aminas, álcoois e ácidos carboxílicos, considerados solventes verdes. Os solventes eutéticos profundos possuem propriedades físico-químicas muito semelhantes aos líquidos iônicos (sais fundidos que apresentam fase líquida em temperaturas inferiores a 100 °C, não sendo inflamáveis, possuem estabilidade química e baixa volatilidade, além de extrair uma alta variedade de compostos bioativos em diversas matrizes alimentares), e, além disso, são biodegradáveis e apresentam baixa toxicidade. São alguns exemplos de solventes verdes: etanol, cloreto de colina -(glicerol, xilose, glicose), sorbitol/cloreto de colina/água, frutose/cloreto de colina/água, xilitol/cloreto de colina/água, ácido cítrico/glicose, glicose/ácido tartárico, entre outros. No entanto, são necessários mais estudos quanto à eficiência dos solventes verde, bem como a estabilidade dos compostos bioativos utilizando esse tipo de solução extratora, o custo de produção e seus efeitos sobre a saúde humana para que possam ser utilizados em métodos de extração de compostos bioativos (RUESGAS-RAMON, 2017; ZAINAL-ABIDIN et al., 2017).

2.4 Métodos de análise de capacidade antioxidante em alimentos

Existem diversos métodos para avaliar a CA em alimentos entre eles: *Folin-Ciocalteau*, FRAP e TEAC. Os três métodos são complementares entre si, agindo por mecanismos diferentes. O método de *Folin-Ciocalteau* tem como mecanismo a formação de complexos denominados molibdênio-tungstênio azuis [(PMoW₁₁O₄)⁴⁻], oriundos da reação do reagente de *Folin-Ciocalteau* com agentes redutores, como compostos fenólicos (**Figura 18**). Durante essa reação há modificação da cor amarela, do reagente de *Folin-Ciocalteau* para azul, podendo determinar a quantidade de substâncias redutoras, que não necessariamente seriam compostos fenólicos (OLIVEIRA et al., 2009).

Figura 18. Reação do ácido gálico com o componente do reagente de *Folin-Ciocalteau* (molibdênio). **Fonte:** OLIVEIRA et al., 2009.

No método de FRAP, o mecanismo utilizado é a redução do Ferro, de Fe⁺³ para Fe⁺². O complexo férrico tripiridiltriazina (TPTZ) que possui o Fe⁺³, em contato com meio ácido é reduzido para sua forma ferrosa (Fe⁺²). Assim, alternando sua coloração de azul claro para azul escuro (**Figura 19**). A avaliação de capacidade antioxidante pelo método de FRAP não se baseia na captura de radicais livres (KLAJN et al., 2012).

Figura 19. Redução do TPTZ (2,4,6-tri (2-piridil)-1,3,5-triazina) a Fe²⁺. **Fonte:** KLABIN et al., 2012.

Para a análise de CA pelo método de TEAC, o mecanismo utilizado é de reação, na qual o radical 2,2'-azino-bis (ácido 3-etilbenzotiazolino-6-sulfônico) de diamônio (ABTS) é capturado. Durante essa reação há a perda na coloração do reagente de verde escuro para verde claro (**Figura 20**) (KLAJN et al., 2012).

cor: verde escuro cor: verde claro

Figura 20. Estabilização do radical ABTS⁻⁺ por um antioxidante e sua formação pelo persulfato de potássio. **Fonte:** KLABIN et al., 2012.

JUSTIFICATIVA

Considerando que a OMS recomenda a ingestão mínima diária de 400 g ao dia de frutas, legumes e hortaliças o incentivo à inserção de plantas alimentícias não convencionais na alimentação da população tem como intuito aumentar a diversidade na alimentação e nos cardápios da população e por conseqüência, uma vez que essas plantas possuem potencial nutricional e funcional, complementar a quantidade de compostos bioativos ingeridos pela população. Entretanto, não foram encontrados estudos referentes ao perfil químico bem como da caracterização dos compostos bioativos dessas plantas. Portanto fazem-se necessários estudos que possam contribuir para conhecer a composição química e o teor e perfil de compostos bioativos de PANC para sua valorização e divulgação.

OBJETIVOS

4.1. Objetivo geral

Traçar o perfil químico e a capacidade antioxidante de plantas alimentícias não convencionais do Estado do Rio de Janeiro.

4.2. Objetivos específicos

- ✓ Determinar a composição centesimal das PANC;
- ✓ Avaliar condições de extração para análise de compostos fenólicos em PANC;
- ✓ Avaliar a capacidade antioxidante e o perfil de compostos fenólicos em PANC.

MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Material, solventes e reagentes

Os reagentes *Folin-Ciocalteau*, 2,4,6-tris (2-piridil)-S-triazina (TPTZ), 2,2'-azino-bis (ácido 3-etilbenzotiazolino-6-sulfônico) de diamônio (ABTS), persulfato de potássio, ácido (±)-6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromano-2-carboxílico (Trolox) foram adquiridos da Sigma-Aldrich Chemical Co. (St. Louis, MO, EUA). O hidróxido de sódio e o ácido sulfúrico foram adquiridos da Isofar Indústria e Comércio de Produtos Químicos (Duque de Caxias, Brasil). O carbonato de sódio e o cloreto de alumínio foram adquiridos da Spectrum Chemical Manufacturing Corp. (Gardena, Califórnia, EUA). Sulfato de ferro (II) foi adquirido da Merck KGaA (Darmstadt, Alemanha). Os padrões comerciais delfinidina-3-*O*-glicosídeo e cianidina-3-*O*-glicosídeo foram adquiridos da Indofine Chemical Co. (Hillsborough, NJ, EUA) e os padrões comerciais de ácido cafeico, ácido gálico, quercetina-3-*O*-rutinosídeo, quercetina-3-*O*-glicosídeo, miricetina-3-*O*-ramnosídeo e kaempferol foram adquiridos da Sigma-Aldrich Chemical Co. Todos os solventes foram grau cromatográfico (Tedia, Fairfield, OH, EUA). Água Milli-Q (Milli-Q System, Millipore, Bedford, MA, USA) foi utilizada nos experimentos.

5.2. Seleção e obtenção das amostras

Foram adquiridas amostras das PANC mais comumente encontradas no Estado do Rio de Janeiro. A seleção das amostras teve como base levantamento prévio realizado por associações de produtores do Estado do Rio de Janeiro (CORDEIRO, 2014), no qual foram identificadas 11 espécies de PANC. Dentre essas, foram selecionadas sete espécies que estavam disponíveis para colheita no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), mais conhecido como Fazendinha Agroecológica km 47, da Embrapa/Pesagro/UFRRJ, em Seropédica/RJ. As PANC coletadas foram beldroega (*P. oleracea*), caruru (*A. viridis*), major gomes (*T. triangulare* (Jacq.) Willd), ora-pro-nóbis (*P. aculeata* Mill), taioba (*X. sagittifolium*), trapoeraba (*C. erecta*) e vinagreira roxa (*H. acetosella*). Foram utilizadas as folhas das espécies selecionadas uma vez que é a parte comestível em comum entre todas elas.

As amostras foram adquiridas no mês de julho/2017 em coleta única, transportadas para o laboratório onde as folhas foram separadas, lavadas em água corrente e fracionadas em sacos plásticos e embaladas a vácuo, contendo aproximadamente 300 g cada. Posteriormente foram estocadas a -20°C para futuras análises.

5.3. Determinação da composição centesimal

O teor de umidade foi determinado pelo método de secagem em estufa a 105 °C. O resíduo mineral fixo foi avaliado gravimetricamente após calcinação em mufla a 550 °C. O teor de proteínas foi calculado a partir da quantidade de nitrogênio total pelo método Kjeldahl, levando em consideração o fator de conversão 4,4 (MARRIOT et al., 2008). O teor de lipídios total foi determinado pelo método de extração de Soxhlet. O teor de fibra alimentar total foi determinado por método gravimétrico. O teor de carboidratos foi calculado pela diferença entre 100% e a soma dos percentuais de umidade, proteína, lipídio total, resíduo mineral fixo e fibra alimentar. Todas as análises foram realizadas em triplicata de acordo com métodos oficiais da *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 2000).

O valor calórico total foi calculado com base nos teores de lipídios, proteínas e carboidratos multiplicados pelos fatores de conversão de *Atwater* (9 kcal/g, 4 kcal/g, e 4 kcal/g, respectivamente).

5.4. Avaliação das condições de extração

Foi utilizado planejamento de experimentos fatorial completo 2^2 com um ponto central em duplicata, adotando como variáveis independentes a concentração de metanol em solução aquosa (20% v/v, 50% v/v e 80% v/v) e a temperatura (40 °C, 70 °C e 100 °C) usadas para a extração da amostra fresca. A variável dependente foi a CA avaliada pelos métodos *Folin-Ciocalteau*, FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*) e TEAC (*Trolox Equivalente Antioxidant Capacity*). O tempo de extração foi fixado em 30 minutos. As condições do planejamento de experimentos foram escolhidas com base em experimentos prévios do grupo de pesquisa e em dados relatados na literatura (VINSON et al., 2001). O perfil de compostos fenólicos também foi caracterizado nesses extratos.

Em aproximadamente 1 g de amostra fresca foram adicionados 10 mL de metanol em solução aquosa, a mistura foi homogeneizada e mantida em banho maria por 30 minutos (**Tabela 1**). Posteriormente, o conteúdo foi centrifugado (4000 x g, 4 °C, 10 min) e o sobrenadante transferido para um balão volumétrico de 10 mL e avolumado com o próprio metanol em solução aquosa referente a cada condição.

Os extratos foram utilizados para determinação da CA pelo método de *Folin-Ciocalteau* (SINGLETON, 1999), FRAP (BENZIE e STRAIN, 1996) e TEAC (RE et al., 1999).

Tabela 1. Desenho experimental fatorial completo 2² empregado no estudo.

Exmanimenta	Variáveis independentes					
Experimento	Metanol em solução aquosa (%)	Temperatura (°C)				
1	20	40				
3	20	100				
5 (C)	50	70				
4	80	100				
2	80	40				
6 (C)	50	70				

^{*}C = ponto central.

5.5. Avaliação da capacidade antioxidante

Foram utilizados três métodos para avaliar a CA nas amostras de PANC, sendo esses: *Folin-Ciocalteau*, FRAP e TEAC.

A análise de CA pelo método de *Folin-Ciocalteau* foi realizada de acordo com a metodologia de Singleton et al. (1999). Foram adicionados, em tubos de ensaio, 100 μL do extrato, 700 μL de água Milli-Q e 50 μL do reagente *Folin-Ciocalteau* aguardando de 30 segundos e não ultrapassando 8 minutos. Posteriormente foi adicionado 150 μL de solução aquosa de carbonato de sódio (Na₂CO₃) 20%. Após a homogeneização, a mistura foi mantida a 40 °C por 30 minutos e 300 μL foram adicionados em placa de 96 poços. A absorbância da solução foi medida a 765 nm, usando o espectrofotômetro de microplacas Anthos Zenyth 200, (Biochrom®, Cambridge, Reino Unido). A quantificação foi realizada pela curva padrão de ácido gálico e os resultados foram expressos em mg de equivalentes de ácido gálico (EAG) por 100 g de amostra, em base fresca. Cada extrato foi analisado em triplicata.

A CA pelo método de FRAP foi determinada de acordo com metodologia adaptada de Benzie & Strain (1996). As soluções estoque de tampão acetato 300 mM (pH 3,6), TPTZ 10 mM e cloreto de ferro 20 mM foram utilizadas para o preparo do reagente de FRAP, nas proporções de 10:1:1, respectivamente. O reagente foi mantido à temperatura de 37 °C até o momento de sua utilização. Foram pipetados 20 μL das diferentes concentrações do padrão e das amostras em uma placa de 96 poços, e adicionados 180 μL do reagente de FRAP. A placa

foi agitada e mantida a 37 °C durante 6 minutos, em seguida a leitura da absorbância foi realizada a 593 nm em espectrofotômetro de microplacas (Anthos Zenyth 200, Biochrom[®]). A quantificação foi realizada utilizando-se uma curva padrão de sulfato ferroso. Os resultados foram expressos em mmol de Fe⁺² por 100 g de amostra, em base fresca. Cada extrato foi analisado em triplicata.

Para o ensaio de TEAC a metodologia utilizada foi adaptada de Re et al. (1999). A solução estoque do radical 2,2'-azino-bis (ácido 3-etilbenzotiazolino-6-sulfônico) de diamônio (ABTS) foi preparada previamente ao seu uso, 12 a 16 h antes, através da reação entre o persulfato de potássio (K₂S₂O₈) e o ABTS. A solução estoque do radical ABTS foi diluída (1:50) de forma que a leitura da absorbância da solução, a 720 nm, permanecesse em 0,70 ± 0,02. Foram pipetados, na placa de 96 poços, 10 μL dos extratos juntamente com 190 μL da solução diluída do radical ABTS. Posteriormente, foi realizada a leitura da absorbância no espectrofotômetro de microplacas (Anthos Zenyth 200, Biochrom®). A leitura foi realizada a 720 nm. A quantificação foi realizada utilizando-se uma curva padrão de Trolox. Os resultados foram expressos em mmol de equivalentes de Trolox (ET) por 100 g de amostra, em base fresca. Cada extrato foi analisado em triplicata.

5.6. Determinação do perfil de compostos fenólicos

As extrações das PANC, de acordo com as condições determinadas no planejamento experimental, foram feitas em triplicata. Os extratos foram injetados no CLAE no mesmo dia da extração, para evitar degradação dos analitos presentes nas amostras. Previamente à injeção no sistema de cromatografia, os extratos foram filtrados (filtro PTFE hidrofóbico, 13 mm x 0,45 μm, Analítica, São Paulo, Brasil). O perfil de compostos fenólicos foi avaliado por cromatografia liquida de alta eficiência (CLAE-DAD). O sistema de cromatografia líquida (Shimadzu®, Japão) incluiu duas bombas (LC-20AT), injetor automático (SIL-20AHT), degaseificador (DGU-20A5), detector de arranjo de diodos (DAD) (SPD-M20A), espectrômetro de massas do tipo quadrupolo (LCMS-2020) e sistema controlador (CBM-20A), conectado a um computador equipado com Software Lab Solutions (Shimadzu Corporation®, versão 5.82, 2015). A separação cromatográfica dos analitos foi obtida utilizando-se uma coluna de CLAE de fase reversa C18 (5 μm, 250 mm × 4,6 mm, Kromasil®). A fase móvel consistiu em uma mistura de duas soluções: solução aquosa de ácido fórmico 0,1% e acetronitrila 1% (eluente A) e solução de acetonitrila 1% em metanol

(eluente B), com fluxo de 1,0 mL/ min e volume de injeção de 20 μL. Antes da injeção, a coluna foi equilibrada com 18,2% de B por 30 minutos. Após a injeção da amostra, a composição do solvente foi alterada para 20,2% de B em 1 min, 43,4% de B em 18 min, 85,9% em 23 min e mantida constante até 30 min. Entre as injeções, intervalos de 10 min foram usados para reequilibrar a coluna com 18,2% de B. O eluente foi monitorado na faixa de 190 a 600 nm (INADA et al., 2015).

Para confirmação dos analitos de interesse, os extratos foram analisados por CLAE-DAD acoplado ao espectrômetro de massas (CLAE-DAD-EM). O sistema de cromatografia foi o mesmo descrito acima e estava acoplado ao espectrômetro de massas LCMS-2020. O espectrômetro de massas foi operado no modo negativo para aquisição dos espectros de massa. Os íons foram monitorados através do espectro de aquisição com variação da razão massa/carga de 100 a 900. Previamente a análise pelo espectrômetro de massas, os extratos foram submetidos a limpeza da amostra por extração em fase sólida (SPE) com a utilização de cartucho de SPE C18 (STRATA- X, 200 mg/3 mL). Primeiramente, o cartucho foi condicionado com 3 mL de metanol, em seguida foi equilibrado com 3 mL de água Milli-Q. Após essa etapa 1 mL da amostra foi adicionado ao cartucho e após a aplicação da amostra foi realizada a eluição dos compostos de interesse utilizando 3 mL de metanol. Ao final, a amostra foi coletada em tubos de ensaio e o solvente evaporado em fluxo de nitrogênio. Antes das análises por CLAE-DAD-EM, o resíduo seco foi reconstituído com 0,5 mL de metanol.

A identificação dos compostos foi realizada pela comparação da massa molecular e espectro de massa (identificação tentativa) e com o auxílio de padrões comerciais (identificação positiva). A quantificação do teor de compostos fenólicos foi realizada com base em curva de calibração externa. Para os padrões comerciais não disponíveis, a identificação foi feita pela análise do espectro de massas e a quantificação foi realizada através da curva de calibração das respectivas formas glicosiladas (quercetina-3-*O*-glicosídeo, miricetina-3-*O*-glicosídeo, kaempferol-3-*O*-glicosídeo, cianidina-3-*O*-glicosídeo).

5.7. Análise estatística

A análise estatística descritiva dos dados (média, desvio-padrão e coeficiente de variação) foi realizada no *software* Excell. A matriz de planejamento de experimentos foi gerada e analisada utilizando o *software* Statistica versão 7.0 (StatSoft Inc., Tulsa, 2004). A comparação da composição centesimal e do efeito dos métodos de extração sobre os teores de

compostos fenólicos e capacidade antioxidante entre as amostras foi avaliada por one-way ANOVA, seguido de pós-teste de Tukey, utilizando o *software* Prism for Windows, versão 6.0 (GraphPad Software Inc, San Diego, 2009). O efeito do método de extração sobre os teores de compostos fenólicos e a capacidade antioxidante foi avaliado por one-way ANOVA, seguido de pós-teste de Tukey. Os resultados foram considerados significativos quando p < 0.05.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. Composição centesimal

O teor de umidade das PANC avaliadas variou de 85,9% (vinagreira roxa) a 94,1% (major gomes) e os teores de resíduo mineral fixo variaram de 17,1% (trapoeraba) a 26,4%, (major gomes) (**Tabela 2**). Todas as espécies de PANC apresentaram baixos valores de lipídios (0,3% a 1,6%). Para proteína, os valores variaram de 10,5% a 26,2%. Para as fibras alimentares, a espécie que apresentou o menor valor foi caruru (11,5%) e a espécie que apresentou o maior valor foi major gomes (31,5%). Os teores de carboidratos variaram de 14,9% (major gomes) a 45,6% (trapoeraba). Do ponto de vista nutricional, a espécie major gomes destacou-se pelos maiores teores de resíduo mineral fixo, lipídios, proteínas e fibras totais e pelo baixo valor calórico. Dessa forma, de acordo com Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 360, de 23 de dezembro de 2003, que dispõe sobre o regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados a espécie major gomes apresentou cerca de 5%, 35% e 3% da recomendação diária recomendada para carboidratos, proteínas e lipídios, respectivamente.

Apesar das PANC, de forma geral, serem consumidas na sua forma in natura, optouse por expressar os dados referentes às análises de composição centesimal em base seca (bs), para que haja uma equidade entre as espécies. Dessa forma, nenhuma espécie teve os seus valores superestimados ou subestimados, devido, respectivamente, ao menor ou maior teor de umidade. Este é um ponto que deve ser levado em consideração ao analisar os dados, uma vez que pode levar ao leitor a um entendimento errôneo, sobre os reais valores encontrados na planta in natura. Um exemplo pode ser observado com a espécie ora-pro-nóbis, que popularmente é considerada como fonte de proteína, inclusive sendo conhecida como "carne de pobre" (KINUPP e BARROS, 2008). Porém, de acordo com a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 54, de 07 de outubro de 2012, somente pode ser considerado alimento fonte de proteína aquele com teor maior que 6 g por porção e que atenda às quantidades de aminoácidos essenciais estabelecidas na mesma resolução. De acordo com a RDC nº 359, de 23 de dezembro de 2003, a porção estabelecida para verduras é de aproximadamente 30 kcal. Portanto, considerando a resolução, uma porção da folha fresca de ora-pro-nóbis contém 2,4 g de proteína, valor inferior ao estabelecido para ser considerada fonte de proteína. Em contrapartida, a espécie major gomes, para a qual não foram encontrados relatos que a descrevam como fonte de proteína, possui teor de proteínas/porção superior, quando comparada à ora-pro-nóbis e mais próximo ao estabelecido pela RDC – 4,8 g de proteína em uma porção de 30g. Dessa forma, ao se relatar o valor encontrado em uma espécie deve-se deixar claro se foram expressos em base fresca ou base seca. Do ponto de vista de recomendação nutricional tal fator também deve ser levado em consideração.

Tabela 2. Composição centesimal das plantas alimentícias não convencionais analisadas.

	Caruru		Major gomes		Ora-pro-nóbis		Taioba		Trapoeraba		Vinagreira roxa	
Espécies	Base	Base	Base	Base	Base	Base	Base	Base	Base	Base	Base	Base
	seca	fresca	seca	fresca	seca	fresca	seca	fresca	seca	fresca	seca	fresca
Umidade (%)	-	86,3°	-	94,1 ^a	-	91,8 ^b	-	86,4°	-	85,9°	-	86,8°
Resíduo mineral fixo (%)	18,3 ^b	2,6 ^a	26,4 ^a	1,5°	25,9 ^a	2,1 ^b	17,7 ^b	2,5 ^a	17,1 ^b	2,4 ^{a,b}	18,1 ^b	$2,4^{a,b}$
Lipídios (%)	0,7 ^{b,c}	$0,1^{b}$	1,4 ^a	$0,1^{b}$	0,5 ^{c,d}	0.0^{c}	1,6 ^a	0,2 ^a	0.8^{b}	$0,1^{b}$	$0,3^{d}$	$0,0^{c}$
Proteínas (%)	23,4 ^a	3,3ª	26,2ª	1,6 ^{c,d}	15,6 ^b	1,3 ^d	15,2 ^b	$2,1^{b}$	10,5°	1,5°	16,7 ^b	2,2 ^b
Carboidratos (%)	43,5	6,1	14,9	0,9	32,0	2,6	34,4	4,8	45,6	6,4	45,2	6,0
Fibras totais (%)	11,5 ^e	1,6°	31,5 ^a	1,8°	25,4°	2,1 ^b	27,5 ^b	3,9 ^a	26,1 ^{b,c}	$3,7^{a}$	17,1 ^d	2,4 ^b
Valor energético (kcal /100 g)	274	39	177	10	191	16	213	30	232	33	250	35

Resultados expressos em g/100 g como média. Coeficiente de variação menos que 10%. Diferentes letras sobrescritas na mesma linha indicam diferença significativa entre as médias entre os valores em base seca e entre os valores em base fresca (One-way ANOVA seguido por teste Tukey, p < 0.05).

Para as folhas das espécies de PANC analisadas, os dados encontrados na literatura, acerca de suas composições centesimais são poucos ou como no caso da trapoeraba (*C. erecta*), não foi encontrado nenhum relato sobre.

Para a espécie caruru, Sheela et al. (2004) relataram teores de umidade (91%), proteína (22%) e fibra alimentar (12,2%) similares aos encontrados no presente trabalho (**Tabela 2**). No entanto, o teor de lipídios (10%) é muito superior, e o de carboidratos (24,4%) inferior ao observado no presente trabalho. Em concordância com o presente trabalho, Viana et al. (2015) relataram os teores de proteína (25,6%), lipídios (1,9%) e resíduo mineral fixo (20,1%) similares ao do presente estudo, ao passo que o teor de fibra alimentar (40%) foi superior. Como observado, os teores de lipídios e fibra alimentar descritos na literatura variam bastante.

Para a espécie major gomes, foi encontrado apenas um estudo na literatura, no qual os autores relataram teores de carboidratos (12,4%), proteínas (18,8%) e fibras (12%) inferiores aos observados no presente trabalho (AJA et al., 2010).

Os valores obtidos nas análises para a espécie ora-pro-nóbis foram próximos aos dados de Takeiti et al. (2009) para umidade (89,5%), resíduo mineral fixo (16,1%), lipídios (4,1%), proteínas (28,4%) e fibras totais (39,2%), assim como os valores relatados por Souza (2014) de umidade (95,7%), resíduo mineral fixo (16%), proteínas (14,4%), fibras (8,1%), lipídios (2,5%) e carboidratos (59%). Os valores descritos na literatura foram bastante similares aos resultados encontrados no presente trabalho, com exceção dos lipídios que apresentaram um valor inferior no presente trabalho.

Foram relatados por Pinto et al. (2001) para a taioba os teores de umidade (89,7%), proteínas (27,1%), resíduo mineral fixo (14,7%) e fibra alimentar (15,2%), dos quais o teor de proteína é superior, e os demais teores são inferiores aos observados no presente trabalho.

Para a espécie trapoeraba não foi encontrado nenhum trabalho na literatura, que apresentasse os valores de composição centesimal, para que houvesse uma comparação descritiva dos dados. Dessa forma, até o momento, o presente trabalho é o primeiro a relatar a composição centesimal da espécie trapoeraba (*Commelina erecta*).

Enquanto, para a espécie vinagreira roxa, Viana (2013) analisou o teor de lipídios, proteínas e resíduo mineral fixo, tendo seus respectivos valores 4,6%, 12,3% e 7,7%. Entre esses, o valor de proteína foi o único próximo do encontrado no presente trabalho. O teor de lipídios foi cerca de 90% menor no presente trabalho, enquanto o valor de resíduo mineral fixo foi 2,3 vezes maior.

Diversos fatores influenciam as diferenças encontradas entre os dados da literatura e os resultados obtidos no presente trabalho, dentre os quais podem ser citados: local de plantio,

época de colheita, incidência solar, tipo de cultivo (orgânico ou tradicional), tipo de solo, entre outros (PALIOTO et al., 2015).

Ao comparar a composição centesimal das PANC avaliadas com a de outras espécies de hortaliças tradicionais comumente consumidas, tais como alface lisa (*Lactuca sativa* L.), couve manteiga (*Brassica oleracea* var. acephala) e espinafre (*Tetragonia expansa*) bem como com partes alimentícias não convencionais de outras plantas (**Tabela 3**), observa-se que todas as PANC estudadas apresentaram teores superiores de resíduo mineral fixo.

Quando comparados os valores de proteínas das PANC analisadas com as hortaliças convencionais e partes não convencionais, somente major gomes (26,2%) e caruru (23,4%) tiveram resultados próximos aos valores encontrados (**Tabela 3**). Esses resultados sugerem que essas PANC podem ser usadas como uma potencial alternativa de consumo de proteína vegetal frente às espécies tradicionais. Porém, são necessárias análises adicionais a respeito dos valores biológicos das proteínas dessas espécies, determinando-se, portanto, o perfil de aminoácidos encontrados nessas matrizes alimentares. Proteínas vegetais são consideradas como proteínas incompletas, uma vez que não possuem todos os aminoácidos essenciais em sua composição. Portanto, se faz necessário o incentivo ao aumento do consumo e diversificação de proteínas vegetais, de forma a garantir o aporte de todos os aminoácidos essenciais, além da redução do consumo de gordura saturada e colesterol, oriundos dos alimentos de origem animal, principais fontes de proteínas (HOFFMAN e FALVO, 2005).

Todas as PANC analisadas apresentaram teor de fibra alimentar similar ao das hortaliças convencionais, demonstrando novamente, o seu potencial no uso alimentar para aumentar a diversidade na alimentação da população. É importante salientar que esse aumento na diversidade de alimentos fonte de fibras, poderia contribuir para que se atinja o valor diário de referência para consumo de fibras (25 g; FAO/OMS, 2003) e, consequentemente, auxiliar na redução do risco de desenvolvimento de algumas DCNT como, doença arterial coronariana, hipertensão arterial, diabetes, algumas desordens gastrointestinais, entre outras (BERNAUD e RODRIGUES, 2013).

Tabela 3. Composição centesimal de hortaliças convencionais e partes não convencionais (folhas) encontradas na literatura.

Espécies	Alface lisa ^a	Couve manteiga ^a	Espinafre ^a	Couve-flor ^b	Beterraba ^b	Brócolis ^b	Cenourab
Umidade (%)	95	91	94	93	93	89	87
Resíduo mineral fixo $(\%)^1$	16,0 (0,8)	14,3 (1,3)	20,0 (1,2)	14,1 (1,0)	25,0 (1,7)	12,1 (1,3)	13,1 (1,7)
Lipídios (%) ¹	2,0 (0,1)	5,5 (0,5)	3,3 (0,2)	3,2 (0,2)	1,9 (0,1)	3,7 (0,4)	0,92 (0,1)
Proteínas (%) ¹	34,0 (1,7)	31,9 (2,9)	33,3 (2,0)	31,7 (2,2)	27,6 (1,9)	36,2 (3,9)	21,5 (2,8)
Carboidratos (%) ¹	48,0 (2,4)	47,3 (4,3)	43,3 (2,6)	36,5 (2,5)	35,1 (2,4)	36,4 (3,9)	52,7 (6,9)
Fibras totais (%) ¹	46,0 (2,3)	34,1 (3,1)	35,0 (2,1)	13,9 (1,0)	10,6 (0,7)	11,8 (1,3)	12,1 (1,6)
Valor energético (kcal /100 g) ²	17	33	16	20,9	18,3	34,6	40,0

¹Valores expressos em g/100 g, em base seca. ²Resultados expressos em base fresca. ^aResultados referentes à parte convencional da planta de acordo com Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – IBGE (2011). ^bResultados referentes à parte não convencional (folhas) da planta de acordo com Storck et al., 2013. *Valores apresentados entre parênteses referem-se aos resultados em base fresca.

6.2. Influência da condição de extração na capacidade antioxidante

Para as espécies caruru e trapoeraba, a CA avaliada pelos métodos FRAP, TEAC e Folin-Ciocalteau não foi influenciada pelas variáveis independentes (temperatura e concentração de metanol em solução aquosa). Por outro lado, para as espécies beldroega, major gomes e ora-pro-nóbis a CA avaliada pelo método Folin-Ciocalteau foi influenciada pelas variáveis independentes (Anexo 8). A variável temperatura influenciou positivamente na CA das espécies beldroega e ora-pro-nóbis: quanto maior a temperatura maior o valor da CA. Adicionalmente, para a espécie major gomes, a concentração de metanol da solução extratora influenciou positivamente a CA: quanto maior a concentração de metanol maior o valor da CA avaliada pelo método por Folin-Ciocalteau.

Ao avaliar a CA pelo método FRAP, observou-se que apenas para a espécie ora-pronóbis a variável independente temperatura influenciou positivamente na resposta (**Anexo 9**): quanto maior a temperatura maior o valor da CA. Para as outras espécies investigadas a CA avaliada pelo método FRAP não foi influenciada pelas variáveis independentes.

A CA avaliada pelo método de TEAC foi influenciada pelas variáveis independentes para as espécies beldroega, major gomes, ora-pro-nóbis, taioba e vinagreira roxa (**Anexo 10**). Para as espécies beldroega e major gomes a CA foi influenciada positivamente pela temperatura: quanto maior a temperatura maior o valor de CA. Adicionalmente, a interação das variáveis independentes utilizadas (temperatura e concentração de metanol em solução aquosa) influenciou negativamente na CA dessas espécies. Logo, em maiores temperaturas a diminuição da concentração de metanol em solução aquosa acarretou em menor valor de CA.

A CA das espécies ora-pro-nóbis e vinagreira roxa foi influenciada positivamente pela variável independente concentração de metanol em solução aquosa, então quanto maior a concentração de metanol na solução extratora, maiores foram os valores da CA. No caso da taioba houve influência positiva da combinação das variáveis independentes (temperatura e concentração de metanol em solução aquosa), ou seja, quanto maiores ou menores forem ambos os valores das variáveis independentes, maior foi a CA por TEAC.

Rizzi (2016) analisou a CA de folhas de *Moringa oleífera* pelos métodos DPPH, TEAC, FRAP e *Folin-Ciocalteau*. O autor utilizou um planejamento experimental 2³, tendo como variáveis independentes a temperatura (30 °C, 50 °C e 70 °C), a concentração de etanol em solução aquosa (30:70, 55:45 e 80:20 - etanol:água, %, *v/v*) e o tempo de extração (15 min, 30 min e 45 min). Para a CA avaliada pelos métodos FRAP, TEAC e *Folin-Ciocalteau*, apenas a temperatura e a interação da temperatura e do tempo de extração tiveram influência

positiva, ou seja, quanto maior a temperatura ou conforme aumentasse ou diminuísse na mesma proporção a temperatura com o tempo de extração, maiores os valores obtidos para CA. Ao avaliar a CA pelo método DPPH, a concentração de solução extratora, a temperatura e o tempo de extração tiveram influência positiva. Já a interação da concentração de solução extratora e do tempo de extração teve influência negativa, ou seja, em maiores concentrações de etanol na solução extratora a redução do tempo de extração gerou maiores valores de CA. Portanto, similar aos resultados encontrados no presente trabalho, observa-se que não houve uma única temperatura, concentração de etanol na solução extratora ou tempo de extração ideal para todos os ensaios de capacidade antioxidante que foram realizados.

Diferentes condições podem ser utilizadas para realizar a extração para posterior análise de compostos fenólicos em plantas. As principais variações incluem o tipo de solvente (hidrocarbonetos aromáticos, hidrocarbonetos alifáticos, álcoois, cetonas, ésteres, éteres, hidrocarbonetos halogenados e outros solventes orgânicos), a mistura de solventes, a aplicação ou não de calor, a presença ou não de agitação, entre outros. Independente da técnica aplicada, todas tem como objetivo comum: extrair os compostos alvo das amostras; aumentar a sensibilidade do ensaio e por consequência aumentar o teor dos compostos alvos extraídos; ajustar a técnica de forma a facilitar a adequada detecção e separação dos analitos; e fornecer reprodutibilidade do método independentemente do número de amostras a serem analisadas (AZMIR et al., 2013; ANGELO e JORGE, 2007).

O principal fator que leva à escolha de determinado solvente é a polaridade dos compostos que se almeja identificar, compostos que sejam mais hidrofílicos ou polares são extraídos de forma mais eficiente com utilização de solventes mais polares, enquanto compostos mais hidrofóbicos e apolares são melhores extraídos com solventes mais apolares. Portanto, as extrações podem ser realizadas com solventes de diferentes polaridades, como água (solvente mais polar) até hexano (solvente mais apolar) (AZMIR et al., 2013).

De uma maneira geral, devido a sua polaridade, o metanol é o solvente que apresenta melhor resposta para a extração de compostos bioativos, favorecendo a extração de compostos como antocianinas, terpenoides, saponinas, taninos e flavonoides (AZMIR et al., 2013). Solventes com polaridades extremas, ou muito apolares (hexano ou diclorometano) ou muito polares (água), não são considerados bons extratores. Porém, a água quando combinada com outro solvente, forma uma solução extratora de polaridade mediana, que favorece a extração de polifenóis (VIZZOTO e PEREIRA, 2011).

Ainda são escassos os estudos que avaliam a CA de PANC, o que acaba levando a uma dificuldade na escolha do solvente para realizar a extração das amostras. Devido à

variedade de analitos que podem ser extraídos com o uso do metanol e de estudos que sugerem a sua aplicação como extrator, sua utilização justifica-se para extração de compostos fenólicos de espécies cujo perfil ainda é desconhecido (AZIMIR et al., 2013). É importante que se conheça a matriz alimentar da planta a ser analisada para que se empregue o método de extração mais adequado. Como cada espécie analisada possui uma matriz alimentar diferente e por consequência, provavelmente, compostos bioativos diferentes, foram observadas diversas respostas para as combinações das variáveis independentes empregadas no estudo.

Como não foi possível definir uma única condição de extração que apresentasse melhores resultados para todas as diferentes matrizes alimentares, entre as PANC avaliadas, para todos os ensaios, optou-se por seguir aplicando todas as condições de extração estabelecidas no planejamento experimental, nas demais etapas do estudo.

6.3. Capacidade antioxidante

A CA avaliada pelos métodos *Folin-Ciocalteau*, FRAP e TEAC apresentou diferentes resultados de acordo com a condição de extração empregada, não apresentando o mesmo comportamento para todas as espécies, bem como para todos os métodos.

Folin-Ciocalteau

As espécies beldroega e ora-pro-nóbis apresentaram o mesmo perfil de resposta, no qual observou-se maior CA quando a extração foi realizada utilizando a temperatura de 100 °C, independente da concentração de metanol em solução aquosa. Para a espécie beldroega os menores valores de CA foram observados quando foi utilizada a temperatura de 40 °C (**Figura 21 A**). A espécie caruru apresentou maior CA nas condições mínimas do planejamento experimental quando combinadas, ou seja, concentração de metanol em solução aquosa 20:80 (metanol:água, %, *v/v*) e temperatura a 40 °C (**Figura 21 B**). Em contrapartida, a espécie major gomes apresentou a maior CA quando utilizados os valores máximos do planejamento experimental, ou seja, concentração de metanol em solução aquosa 80:20 (metanol:água) e temperatura a 100 °C (**Figura 21 C**). Assim como para a beldroega, para a espécie ora-pro-nóbis a condição de temperatura a 40 °C resultou na menor CA (**Figura 21 D**). Para a espécie taioba e trapoeraba a maior CA foi observada quando se empregaram as condições do ponto central do planejamento experimental (50:50, água:metanol; 70 °C) (**Figuras 21 E** e **F**). Porém, no caso da taioba esse valor não diferiu significativamente da

condição de metanol em solução aquosa 80:20 (metanol:água, %, v/v) a 40°C. A espécie vinagreira roxa apresentou o mesmo perfil de resposta da espécie major gomes, ou seja, quando utilizados os valores máximos do planejamento experimental foi observado maior CA (**Figura 21 G**).

FRAP

Para as espécies beldroega, major gomes, ora-pro-nóbis e vinagreira roxa o mesmo comportamento observado para a CA avaliada pelo método de Folin-Ciocalteau foi verificado pelo método FRAP. Enquanto para as demais espécies, a resposta foi diferente daquela observada para o método de Folin-Ciocalteau. Dessa forma, para beldroega a extração com concentração de metanol em solução aquosa 20:80 (metanol:água, %, v/v) a 100 °C, foi a que resultou em maior CA (Figura 22 A). A espécie caruru apresentou o mesmo padrão de resposta que a beldroega, sendo a concentração de metanol em solução aquosa 20:80 (metanol:água:) a 100 °C a condição de extração que propiciou o maior valor de CA pelo método FRAP (Figura 22 B). Para a espécie major gomes, a maior CA foi observada quando utilizados os valores máximos do planejamento experimental concomitantemente, sendo concentração de metanol em solução aquosa 80:20 (metanol:água, %, v/v) e temperatura de 100 °C (Figura 22 C). Para a espécie ora-pro-nóbis, a maior CA foi observada quando utilizada a temperatura no ponto máximo do planejamento experimental (100 °C) independente da concentração de metanol em solução aquosa (Figura 22 D). Para a espécie taioba, a condição de extração que favoreceu o maior valor de CA foi a combinação de metanol em solução aquosa 80:20 (metanol:água) a 100 °C (Figura 22 E). A espécie trapoeraba foi a única que a condição central do planejamento experimental, concentração de metanol em solução aquosa 50:50 (metanol:água) em temperatura de 70°C, propiciou o maior valor de CA não diferindo da condição de concentração solução aquosa 20:80 (metanol:água, %, v/v) a temperatura de 100 °C (**Figura 22 F**). Da mesma forma que na espécie major gomes, a vinagreira roxa, apresentou a maior CA quando utilizados os valores máximos do planejamento experimental, ou seja, concentração de metanol em solução aquosa 80:20 (metanol:água, %, v/v), e temperatura de 100 °C (**Figura 22 G**)

De maneira geral, a condição que favoreceu a menor CA nas espécies foi a concentração de metanol em solução aquosa 20:80 (metanol:água) em temperatura de 40 °C.

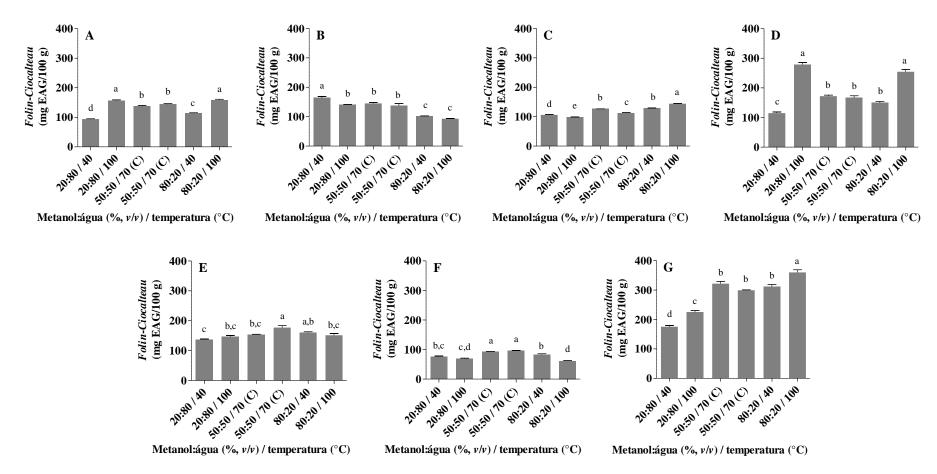


Figura 21. Capacidade antioxidante avaliada pelo método *Folin-Ciocalteau* nas diferentes espécies de PANC avaliadas. Beldroega (**A**), caruru (**B**), major gomes (**C**), ora-pro-nóbis (**D**), taioba (**E**), trapoeraba (**F**) e vinagreira roxa (**G**). Diferentes letras indicam diferença significativa entre as médias (One-way ANOVA, seguido de pós-teste de Tukey, p < 0.05). EAG: equivalentes de ácido gálico.

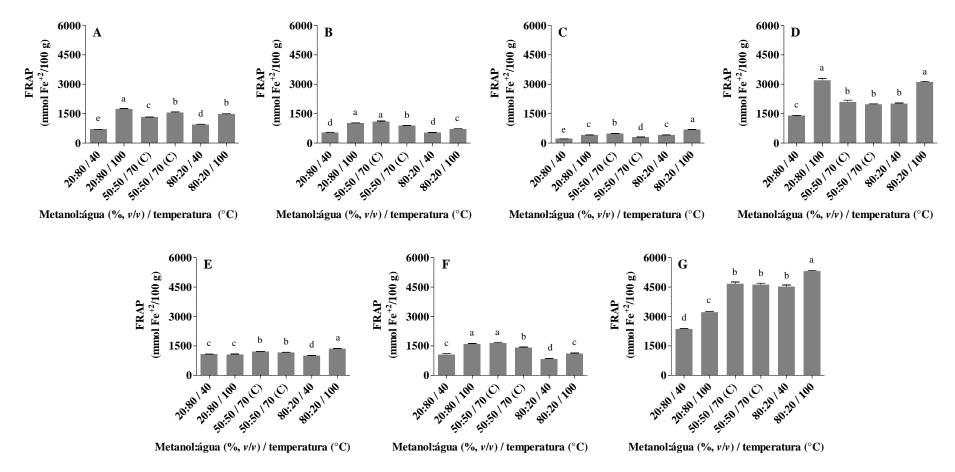


Figura 22. Capacidade antioxidante avaliada pelo método FRAP nas diferentes espécies de PANC avaliadas. Beldroega (**A**), caruru (**B**), major gomes (**C**), ora-pro-nóbis (**D**), taioba (**E**), trapoeraba (**F**) e vinagreira roxa (**G**). Diferentes letras indicam diferença significativa entre as médias (One-way ANOVA, seguido de pós-teste de Tukey, p < 0.05).

TEAC

As espécies beldroega e a vinagreira roxa apresentaram o mesmo comportamento para todos os ensaios de capacidade antioxidante (TEAC, *Folin-Ciocalteau* e FRAP) utilizados no presente estudo. As demais espécies apresentaram resposta diferente entre as condições de extração.

Para a espécie beldroega, maiores valores de CA por TEAC foram obtidos com a utilização da temperatura de 100°C, independente da concentração de metanol em solução aquosa (Figura 23 A). Para a espécie caruru, as condições que propiciaram os maiores valores de CA foram aquelas em que foram utilizadas concentração de metanol em solução aquosa 20:80 (metanol:água) a temperatura de 100 °C e a condição central do planejamento experimental (50:50, água:metanol; 70 °C) (Figura 23 B). Para a espécie major gomes, a condição que favoreceu a maior CA foi aquela em que se aplicou o valor máximo de temperatura (100°C) independentemente da concentração de metanol em solução aquosa (Figura 23 C). Para a ora-pro-nóbis, a concentração de metanol em solução aquosa 80:20 (metanol:água) à 100 °C, foi a condição que resultou em maior CA (Figura 23 D). Para a taioba, na análise por TEAC, não foi possível observar qual das combinações do planejamento experimental resultou em um maior valor de CA, uma vez que a única condição que deferiu significativamente foi o ponto central do planejamento experimental (Figura 23 E). A espécie trapoeraba, apresentou como melhor CA, um dos pontos centrais do planejamento experimental (50:50, água:metanol; 70 °C) (Figura 23 F). Para a vinagreira roxa, os maiores valores de CA foram observados quando empregada a condição de concentração de metanol em solução aquosa 80:20 (água:metanol), tanto a 100 °C, como a 40 °C (**Figura 23 G**).

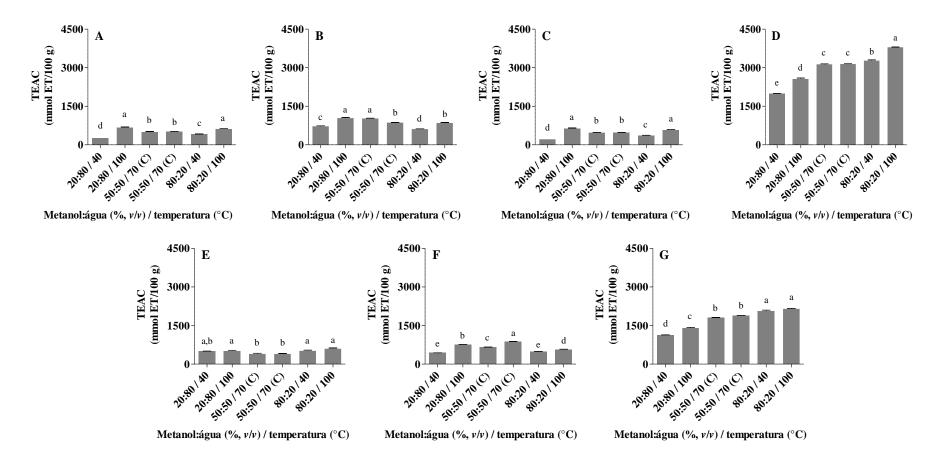


Figura 23. Capacidade antioxidante avaliada pelo método TEAC nas diferentes espécies de PANC avaliadas. Beldroega (**A**), caruru (**B**), major gomes (**C**), ora-pro-nóbis (**D**), taioba (**E**), trapoeraba (**F**) e vinagreira roxa (**G**). Diferentes letras indicam diferença significativa entre as médias (One-way ANOVA, seguido de pós-teste de Tukey, p < 0.05). ET: equivalentes de trolox.

O efeito de diferentes métodos de extração sobre a capacidade antioxidante também foi avaliada por Turkmen et al. (2006) em chá preto e chá mate. Os autores analisaram, pelo método de *Folin-Ciocalteau*, o efeito da capacidade antioxidante em chá preto e chá mate utilizando as soluções extratoras: água, soluções aquosas de acetona (50:50, 80:20 e 100:0 - acetona:água, %, v/v), dimetilformamida (50:50, 80:20 e 100:0 - DMF:água, %, v/v), etanol (50:50, 80:20 e 100:0 - etanol:água, %, v/v) e metanol (50:50, 80:20 e 100:0 - metanol:água, %, v/v) em diferentes concentrações. O resultado variou de 1,8 mg EAG/g (100% acetona) a 99 mg EAG/g (50:50, DMF:água, %, v/v) para o chá preto, enquanto para o chá mate variou de 2,6 mg EAG/g (100% acetona) a 120,4 mg EAG/g (50:50 - acetona:água, %, v/v). Para ambos os tipos de chás, os valores encontrados variaram com as diferentes concentrações de solventes utilizadas. Para o chá preto, as soluções extratoras que permitiram a obtenção dos maiores valores foram: 50% DMF > 80% DMF > 50% acetona > 80% acetona, enquanto para o chá mate foram: 50% acetona > 80% acetona > 80% DMF > 50% DMF. Assim foi possível observar, que houve um aumento da CA com aumento da polaridade dos solventes utilizados na extração.

A polaridade da solução extratora influencia o teor de compostos fenólicos extraídos, sendo que, cada grupo de compostos teria maior afinidade por determinado tipo de solução extratora. No caso de taninos condensáveis, há relatos de que a utilização de uma solução extratora 70:30 (acetona: água, %, v/v) é mais eficiente que acetona pura. Enquanto, para análise de compostos fenólicos totais, as soluções aquosas contendo 80% de metanol e 80% de etanol seriam mais eficientes do que apenas água.

Dessa forma, assim como no estudo de Turkmen et al. (2006), no presente estudo, os solventes com menores polaridades, permitiram a obtenção de uma maior CA para as espécies avaliadas no presente estudo. De modo geral, o metanol em solução aquosa 80:20 (metanol:água, %, v/v) também foi o que apresentou os melhores resultados de CA, enquanto o metanol em solução aquosa 20:80 (metanol:água, %, v/v) apresentou os menores teores. Os resultados sugerem que os compostos existentes nas amostras do presente estudo tendem a ser polares, e indicam que mudanças na polaridade da solução extratora afetam a CA do extrato.

Não foi possível determinar uma condição ótima de extração comum para todas as espécies de PANC estudadas, o que pode ser atribuído ao fato de que cada espécie possui um perfil de compostos bioativos específico. Entretanto, deve-se levar em consideração a forma de consumo dessas espécies, uma vez que, por exemplo, o caruru e a taioba devem ser submetidas a algum tipo de processamento térmico prévio, mesmo que em algumas das

análises as condições mínima de temperatura do planejamento experimental tenha favorecido o maior valor de CA, essa não será a mesma condição a ser utilizada pela população.

As espécies ora-pro-nóbis e vinagreira roxa foram as que apresentaram maiores valores de CA avaliada pelos métodos *Folin-Ciocalteau*, FRAP e TEAC, sendo sempre uma das duas a apresentar a maior capacidade antioxidante em todas as condições de extração.

Na Figura 24, são apresentados os resultados de CA avaliada pelo método de *Folin-Ciocalteau*. Quando comparadas as combinações do planejamento experimental que favoreceram a maior CA para cada espécie, na análise por *Folin-Ciocalteau*, a vinagreira roxa destacou-se apresentando a maior CA entre as espécies avaliadas, enquanto a espécie trapoeraba foi a que apresentou a menor CA.

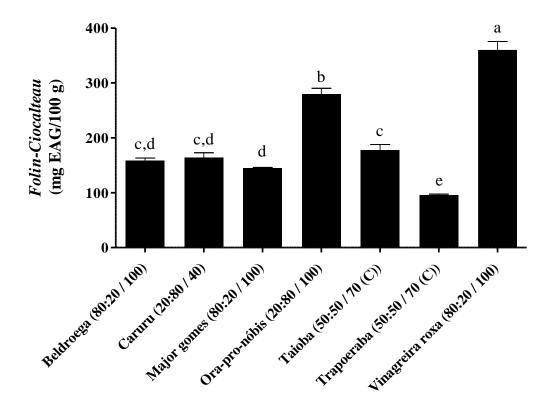


Figura 24. Capacidade antioxidante avaliada por *Folin-Ciocalteau*, na condição de extração (metanol:água - %, v/v / temperatura - °C) que resultou nos maiores valores para cada espécie de PANC. C = ponto central. Diferentes letras indicam diferença significativa entre as médias (One-way ANOVA, seguido de pós-teste de Tukey, p<0,05)

Arbos et al. (2010) analisaram a CA de hortaliças convencionais pelo método de *Folin-Ciocalteau*. Foram selecionadas as seguintes hortaliças: alface (*Lactuca sativa*), rúcula (*Eruca sativa*) e almeirão (*Cichorium intybus* L.). Para a obtenção do extrato para as análises foi utilizado metanol em solução aquosa 70:30 (metanol:água, % v/v). Os autores obtiveram os seguintes resultados: rúcula orgânica 126,84 \pm 4,46 mg EAG/100 g, alface orgânica 108,72

± 2,34 mg EAG/100 g e almeirão orgânico 92,15 ± 1,09 mg EAG/100 g. Os valores de CA encontrados por Arbos et al. para hortaliças convencionais, foram menores que os valores das PANC do presente estudo para a maioria das espécies, com exceção da trapoeraba que apresentou valor inferior de CA. Esses resultados indicam que a maioria das PANC, analisadas no presente estudo, apresentam valores de capacidade antioxidante superiores quando comparadas a hortaliças folhosas convencionais.

Na figura 25, são apresentados os resultados de CA avaliada pelo método de FRAP. Pode-se observar que o padrão de resposta para a espécie com maior valor deCA pelo método de *Folin-Ciocalteau* foi repetido para FRAP. Dessa forma, a vinagreira roxa foi a espécie que apresentou a maior CA, enquanto a major gomes foi a espécie que apresentou a menor CA, diferentemente do que foi observado pelo método de *Folin-Ciocalteau*.

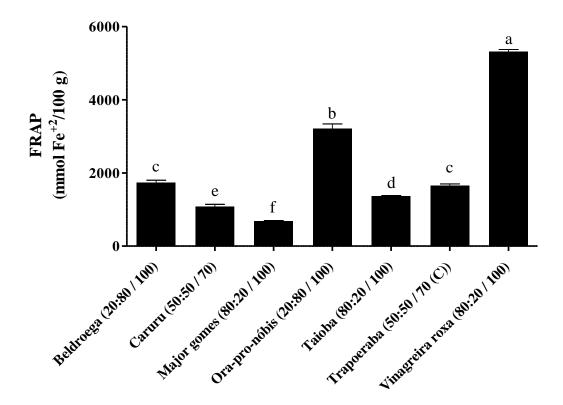


Figura 25. Capacidade antioxidante avaliada por FRAP, na condição de extração (metanol:água - %, v/v / temperatura - °C) que resultou nos maiores valores para cada espécie de PANC. C = ponto central. Diferentes letras indicam diferença significativa entre as médias (One-way ANOVA, seguido de pós-teste de Tukey, p<0,05)

Tiveron (2010) analisou a CA de legumes e verduras consumidos no Brasil. Para a obtenção do extrato utilizado nas análises, as amostras foram liofilizadas, trituradas e foi então retirado 1 g de amostra e homogeneizado com etanol 80:20 (etanol:água, % v/v). As

amostras de alface, agrião e espinafre foram as que demonstraram os melhores resultados de capacidade antioxidante por FRAP com os valores de: $45.000~\mu$ mol Fe⁺²/100 g, 27.000 μ mol Fe⁺²/100 g e 27.000 μ mol Fe⁺²/100 g, respectivamente. As amostras de aipo, alho-poró, cenoura, nabo e vagem apresentaram os menores valores, de acordo com os autores, com os valores de 1.000 μ mol Fe⁺²/100 g. Com exceção da major gomes, as demais espécies de PANC analisadas, apresentaram valores superiores de CA quando comparadas aos valores encontrados pelos autores para legumes.

Na figura 27, são apresentados os resultados de CA avaliada pelo método de TEAC. Diferentemente dos métodos anteriores (*Folin-Ciocalteau* e FRAP), a espécie que apresentou a maior CA foi a ora-pro-nóbis. Enquanto as espécies beldroega, major gomes e taioba não diferiram significativamente entre si, apresentando respectivamente os menores valores de CA.

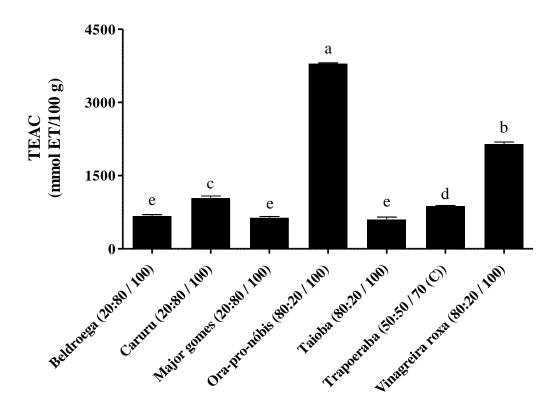


Figura 26. Capacidade antioxidante avaliada por TEAC, na condição de extração (metanol:água - %, v/v / temperatura - °C) que resultou nos maiores valores para cada espécie de PANC. C = ponto central. Diferentes letras indicam diferença significativa entre as médias (One-way ANOVA, seguido de pós-teste de Tukey, p<0,05)

Llorach et al. (2008) avaliaram a capacidade antioxidante e identificaram e quantificaram polifenóis de cinco variedades de alface (iceberg, romana, *continental*, *red oakleaf* e *lollorosso*) e uma espécie de endívia. A extração das amostras foi realizada com

solução composta por metanol:água:ácido fórmico (48:46:6, v/v/v). Os valores da CA pelo método TEAC variaram de 68,8 mg ET/100 g (iceberg) a 775,3 mg ET/100 g (*lollo rosso*). Os valores apresentados foram inferiores aos encontrados no presente estudo para as espécies ora-pro-nóbis, vinagreira roxa e caruru. Para as demais espécies de PANC, os valores se aproximaram aos das espécies avaliadas de alface e endívia. Portanto, os dados reforçam que as espécies de PANC estudadas apresentaram potenciais de CA similares ou superiores a espécies tradicionais, o que justifica a inclusão das mesmas na alimentação da população.

Deve-se levar em consideração que os métodos utilizados para avaliação de capacidade antioxidante (*Folin-Ciocalteau*, FRAP e TEAC) são métodos não específicos, que podem expressar não somente os compostos fenólicos nas amostras mas, também, de um grande número de substâncias redutoras, como aminas alifáticas terciárias, tampões biológicos contendo aminas terciárias, triptofano, hidroxilamina, hidrazina, certas purinas e outros agentes redutores orgânicos e inorgânicos (BORGES et al., 2011; ANGELO e JORGE, 2007; IKAWA et al., 2003).

Além da avaliação da capacidade antioxidante, a identificação e quantificação de compostos fenólicos presentes nas PANC, nas combinações de condições de extração, através da CLAE-DAD-MS é de suma importância, para que se possa avaliar o potencial funcional, e ainda de que forma irá potencialmente favorecer a população ao serem incluídas na alimentação.

6.4. Compostos fenólicos por CLAE-DAD-EM

A identificação de compostos fenólicos nas espécies beldroega e caruru não foi possível devido à escassez das espécies nos períodos de coleta. Enquanto, para as espécies taioba, trapoeraba e major gomes, não foi possível a identificação dos compostos fenólicos com os padrões analíticos do laboratório e por meio do espectrômetro de massas, mesmo após diversas tentativas de análise da razão massa/carga de compostos conhecidos na literatura.

A análise dos cromatogramas (**Anexos 11 e 12**) e dos espectros em UV dos compostos levou à identificação e quantificação dos compostos fenólicos presentes nas amostras, com posterior confirmação das moléculas por análise por espectrometria de massas, de acordo com sua razão massa/carga (m/z).

Foram identificados dois compostos fenólicos na ora-pro-nóbis, sendo um flavonol (quercetina-3-*O*-rutinosideo) e um ácido hidroxicinâmico (ácido cafeico). As diferentes condições de extração empregadas promoveram diferença significativa nos teores de

compostos fenólicos identificados (**Tabela 4**). O teor total de compostos fenólicos identificados variou de 15,3 mg/100 g a 36,6 mg/100 g, sendo a quercetina-3-*O*-rutinosídeo o composto majoritário (60% a 76% do teor total de compostos fenólicos) representando em média 69% do total de compostos fenólicos quantificados. Outros picos com maior intensidade que o ácido cafeico e menor intensidade que o pico da quercetina-3-*O*-rutinosídeo foram observados nos cromatogramas. Portanto, acredita-se que os resultados apresentados relacionados ao teor total de compostos fenólicos podem estar subestimados.

O maior teor para quercetina-3-*O*-rutinosídeo foi obtido utilizando a solução extratora 80:20 (metanol:água, % v/v) a 100 °C. Porém, para o ácido cafeico, somente o uso da solução extratora 50:50 (metanol:água, % v/v) a 70 °C apresentou diferença significativa das demais condições empregadas. Ainda, essa condição foi a que possibilitou menor extração do ácido cafeico e quercetina-3-*O*-rutinosídeo para ora-pro-nóbis (**Tabela 4**). Ao avaliar o teor total de compostos fenólicos pode-se observar que a condição que apresentou o maior resultado foi daquela com solução extratora 80:20 (metanol:água, % v/v) a 100 °C.

Tabela 4. Teor de compostos fenólicos (mg/100 g) em folhas de ora-pro-nóbis¹.

	Condições de extração metanol:água (%, v/v) / temperatura (°C)						
Composto (mg/100 g)							
	20:80	20:80	50:50	80:20	80:20		
	40 °C	100 °C	70 °C	40 °C	100 °C		
Ácido cafeico	$6,7\pm0,3^{a,b}$	8,6±1,1 ^a	6,1±0,5 ^b	8,6±0,0 ^a	8,6±0,1 ^a		
Quercetina-3-O-rutinosídeo	$12,7\pm1,1^{d}$	$22,4\pm0,8^{b}$	$9,2\pm0,3^{e}$	$18,4\pm0,2^{c}$	$28,0\pm1,0^{a}$		
Total de compostos fenólicos	19,5±1,4d	31,0±0,3b	15,3±0,2e	27,0±0,2°	36,6±1,1a		

¹Resultados expressos em base seca como média \pm DP, em triplicatas. Diferentes letras na mesma linha indicam diferença significativa entre as médias (One-way ANOVA seguido por teste Tukey, p<0,05).

Souza (2014) analisou amostras de folhas de ora-pro-nóbis provenientes das cidades de Ubá (MG), Campinas (SP), Mairiporã (SP) e Guiricema (MG), por meio de um planejamento experimental 2⁴, tendo como variáveis independentes a concentração de metanol em solução aquosa (0:100; 25:75; 50:50; 75:25; 100:0 - metanol:água, % v/v), concentração de HCl na solução extratora (0 mol/ L; 0,5mol/ L; 1,0 mol/ L; 1,5 mol/ L; 2,0 mol/ L), tempo de extração (30 min, 60 min, 90 min, 120 min e 150 min) e temperatura de extração (70 °C, 75 °C, 80 °C, 85 °C e 90 °C). Para o planejamento experimental, as diferentes amostras de ora-pro-nóbis foram homogeneizadas, com mesmas quantidades para

cada uma das amostras. O autor identificou, além do ácido cafeico, que também foi encontrado no presente estudo, outros compostos fenólicos nas amostras de ora-pro-nóbis, sendo esses os ácidos ferúlico, *p*-cumárico e seu derivado conjugado ácido clorogênico. Porém, não houve a identificação do composto quercetina-3-*O*-rutinosídeo, como observado no presente estudo. O teor total de compostos fenólicos identificados nas amostras variou de 13,6 mg/100 g a 106,5 mg/100 g, sendo o ácido clorogênico o composto fenólico majoritário (74% a 77%). No entanto, vale destacar que em duas amostras (Mairiporã e Guiricema) o mesmo não foi identificado. Souza (2014) ainda demonstrou a importância do local de coleta, uma vez que, entre suas amostras de folhas de ora-pro-nóbis houve diferença no perfil e no teor dos compostos fenólicos. Até o presente momento este foi o único trabalho encontrado na literatura, que avaliou o perfil de compostos fenólicos em ora-pro-nóbis. As diferenças observadas entre os resultados obtidos pelo autor e aqueles obtidos no presente estudo em relação ao perfil e teor de compostos fenólicos pode ser explicada por diversos fatores, dentre eles a metodologia de extração utilizada bem como o local de coleta da amostra e das condições de cultivo.

Pedriali (2005), ao avaliar a solubilidade da quercetina-3-*O*-rutinosídeo e seus derivados, observou que flavonoides glicosilados, em geral, tem uma menor solubilidade em água do que a sua respectiva forma aglicona. A escolha dos solventes para testar a solubilidade dos compostos avaliados foi determinada pela ordem decrescente de polaridade e pelos seus valores de constante dielétrica, uma vez que quanto maior for a sua carga, mais facilidade esse solvente terá de solvatar cargas que sejam opostas de dois compostos. Dessa forma, foram utilizados solventes de diferentes polaridades, desde água, passando por álcoois (metano e etanol) até alcanos (hexano e éter de petróleo). O autor observou que a quercetina-3-*O*-rutinosideo apresentou baixa solubilidade em água (0,125 g/L) e foi solúvel em algumas soluções extratoras como acetato de etila, DMF, piridina e metanol, enquanto foi insolúvel em acetonitrila. Sabe-se que a extração utilizando uma solução metanólica resulta em maiores rendimento para o composto quercetina-3-*O*-rutinosídeo, uma vez que é melhor solubilizada em metanol do que em água (PANIWNYK et al., 2001). Portanto, se justifica que no presente trabalho o maior teor de quercetina-3-*O*-rutinosídeo tenha sido encontrado quando se utilizou metanol em solução aquosa (80:20, metanol:água, %, v/v).

Rohn et al. (2007) analisaram a degradação térmica de quercetinas sob condições de torrefação a 180 °C em cebolas. Dentre os compostos analisados, foi observado que a quercetina-3-*O*-ramnosideo foi o monoglicosídeo que degradou mais rapidamente e em maior quantidade sendo o composto gerado, a quercetina. A quercetina-3-*O*-rutinosídeo apresentou

maior estabilidade comparada à quercetina-3-*O*-ramnosideo, quando aplicado o tratamento térmico. Portanto, a degradação do composto depende, não somente da temperatura aplicada, como da estrutura do glicosídeo. Dessa forma, a presença de maior teor de quercetina-3-*O*-rutinosídeo encontrado na condição de 100 °C, do presente estudo, pode ser oriundo da degradação de outras estruturas mais complexas, uma vez que o emprego de altas temperaturas pode levar a uma desglicolisação.

Para a espécie vinagreira roxa foram identificados seis compostos fenólicos, sendo três flavonóis (quercetina-3-*O*-sambubiosídeo, kaempferol-7-*O*-glucosídeo e miricetina-3-*O*-ramnosídeo), um ácido hidroxicinâmico (ácido cafeico) e duas antocianinas (delfinidina-3-*O*-sambubiosídeo e cianidina-3-*O*-sambubiosídeo) (**Tabela 5**). O total de compostos fenólicos identificados variou de 168,2 mg/100 g a 334,8 mg/100 g, sendo o ácido cafeico o composto majoritário representando de 28% a 57% do total dos compostos fenólicos quantificados.

A condição de extração de metanol em solução aquosa 50:50 (metanol:água, %, v/v) a 70 °C foi a que promoveu o maior teor de todos os compostos identificados na vinagreira roxa. O composto minoritário variou de acordo com as condições de extração utilizadas, sendo o kaempferol o composto minoritário em todas as condições, exceto na condição com metanol em solução aquosa 80:20 (metanol:água, %, v/v) com temperatura a 100 °C, onde os compostos minoritários foram as antocianinas.

Tabela 5. Teor de compostos fenólicos (mg/100 g) em folhas de vinagreira roxa¹.

Composto (mg/100 g)	Condições de extração metanol:água (%, v/v) / temperatura (°C)						
	20:80 40 °C	20:80 100 °C	50:50 70 °C	80:20 40 °C	80:20 100 °C		
Ácido cafeico	122,1±7,0 ^b	46,2±0,7°	165,6±5,3a	156,9±9,8°	113,6±1,8 ^b		
Quercetina-3- <i>O</i> -glicosídeo	26,8±0,1 ^{b,c}	25,7±0,3 ^{c,d}	31,8±2,3 ^a	27,3±1,6 ^b	23,1±0,3 ^d		
Miricetina-3- <i>O</i> -ramnosídeo	$22,5\pm0,4^{c}$	22,3±0,8°	$30,4\pm1,0^{a}$	$27,6\pm1,8^{b}$	22,0±0,3°		
Delfinidina-3- <i>O</i> -glicosídeo	$45,2\pm0,6^{b}$	$40,7\pm3,5^{c}$	$48,5\pm0,6^{a}$	$28,3\pm0,9^{d}$	$10,4\pm0,9^{e}$		
Cianidina-3- <i>O</i> -glicosídeo	$32,5\pm0,8^{a}$	$23,8\pm2,4^{c}$	$33,7\pm0,8^{a}$	$28,5\pm2,4^{b}$	$10,3\pm0,3^{d}$		
Kaempferol	$15,6\pm0,3^{c}$	$21,8\pm0,2^{b}$	$29,5\pm3,8^{a}$	$17,5\pm0,7^{b,c}$	$19,8\pm0,2^{b}$		
Total de compostos fenólicos	264,7±6,8°	168,2±1,9d	334,8±10,4ª	301,9±18,1 ^b	199,1±2,8e		

¹Resultados expressos em base seca como média \pm DP, em triplicatas. Diferentes letras na mesma linha indicam diferença significativa entre as médias (One-way ANOVA seguido por teste Tukey, p<0,05).

Um dos fatores que explica a redução do teor de antocianinas, na condição de extração com temperatura a 100 °C, quando comparadas à mesma condição de metanol em solução aquosa, é o fato de serem um grupo de compostos fenólicos termosensível e a elevação de temperatura pode influenciar na degradação (PATRAS, 2010; HAVLIKOVFIE MIKOVÁ, 1985). As antocianinas compõem um grupo de pigmentos que são mais solúveis em água, porém, em sua maioria, quando são utilizadas para análise de alimentos as soluções tem como base alcoóis, uma vez que as antocianinas solubilizam bem tanto em água quanto na maioria dos solventes orgânicos. A forma aglicona das antocianinas é mais solúvel em alcoóis do que a sua forma glicosídica, isso porque a sua estrutura confere uma característica mais hidrofóbica fazendo com que seja solúvel em solventes orgânicos (CORTEZ et al., 2017; KHOO et al., 2017; LOPES et al., 2007). Portanto, as condições de extração com metanol em solução aquosa 20:80 (metanol:água, %,v/v) favoreceram a extração desses compostos, quando comparadas, a condição de metanol em solução aquosa 80:20 (metanol:água, %,v/v) na mesma condição de temperatura.

Outra hipótese, quando observado o maior teor de extração das antocinaninas na condição central do planejamento experimental, é que a aplicação de temperaturas não muito altas poderá levar à inativação das enzimas polifenoloxidase e peroxidase, que são responsáveis pela degradação das antocianinas e outros polifenois. Conforme Terefe et al. (2010) tratamentos em temperatura de 70 °C por menos de cinco minutos seriam suficientes para inativar a peroxidase em espécies de morangos.

O kaempferol é um flavonoide que possui baixa solubilidade em água, sendo predominante lipofílico (TELANG et al., 2016). No presente estudo, a condição com metanol em solução aquosa 20:80 (metanol:água, %, v/v) a temperatura de 40 °C foi a que apresentou o menor teor de kaempferol, o que condiz com o fato de ele ser um composto com baixa solubilidade em água. Além da solubilidade, a temperatura também influencia no teor total dos compostos, pois altas temperaturas podem fazer com que um composto seja degradado ou ele pode ser combinado com outros componentes, formando assim novos compostos (MIEAN e MOHAMED, 2001). Quando utilizada a condição de temperatura a 100 °C, no presente estudo, o teor do kaempferol, não foi o menor. Portanto, é possível que o emprego da temperatura 100 °C tenha levado a formação do kaempferol a partir de outras estruturas mais complexas.

A miricetina-3-*O*-ramnosídeo pertence à classe dos flavonoides e é ligeiramente solúvel em água (SLÁMOVÁ et al., 2018; HUMAN METABOLOME DATABASE, 2019), que justifica os menores teores observados nas condições que empregaram metanol em

solução aquosa 20:80 (metanol:água, %, v/v). O teor de miricetina-3-O-ramnosídeo encontrado na condição metanol em solução aquosa (80:20, %, v/v) a 100 °C, não diferiu significativamente dos valores observados na condição mencionada anteriormente, o que pode estar relacionado com a possível degradação da miricetina-3-O-ramnosídeo com a elevada temperatura. Hoffmann-Ribani et al. (2009) observaram que o conteúdo de miricetina encontrado em sucos de pitanga, acerola e caju foram menores nos sucos concentrados, quando comparados com o suco da polpa ou o pasteurizado, sendo esses valores menores associados à degradação causada pela alta temperatura aplicada durante o tratamento térmico.

Apesar de não haver na literatura, até o presente momento, estudos que relatem o perfil de compostos fenólicos para a vinagreira roxa (Hibiscus acetosella), para a espécie Hibiscus sabdarifa, que é do mesmo gênero, relata-se cerca de 37 compostos fenólicos (BORRÁS-LINARES et al., 2015). Borras-Linares et al. (2015) avaliaram 25 extratos de Hibiscus sabdarifa, com diferenças na coloração de cálice da espécie, porém cultivadas nas mesmas condições no México. Foi utilizado etanol em solução aquosa 70:30 (etanol:água, % v/v) acidificado com ácido clorídrico (0,1%) para realizar a extração das amostras. Os autores relataram a presença do ácido cafeico, kaempferol, delfinidina-3-O-sambubiosídeo e cianidina-3-O-sambubiosídeo, mesmos compostos que foram identificados no presente trabalho. Cabe destacar que os autores identificaram tais compostos com auxílio de CLAE-DAD-ESI-TOF-EM levando em consideração a razão massa/carga descrita na literatura. Porém, a miricetina-3-O-ramnosídeo, detectada no presente estudo, não foi identificada no trabalho de Borras-Linares et al. (2015). Essas diferenças observadas para o perfil de compostos fenólicos entre os estudos podem não estar relacionadas apenas com diferenças de gêneros da espécie, mas também tem relação com o local, cultivos e métodos de extração utilizados nos estudos. O teor dos compostos fenólicos não foi descrito por Borras-Linares et al. (2015) no estudo.

CONCLUSÃO

As PANC avaliadas apresentaram potencial nutricional similar ou superior ao de hortaliças tradicionais comumente consumidas quando observados os teores de fibras, de resíduo mineral fixo e de proteínas. Adicionalmente, verificou-se que as PANC investigadas apresentaram maior capacidade antioxidante quando comparadas a hortaliças convencionais, sendo as espécies, vinagreira roxa e ora-pro-nóbis, as espécies que apresentaram os maiores valores.

Não foi possível observar uma condição de extração ideal em comum para todas as espécies de PANC estudadas, para avaliar a capacidade antioxidante, o que pode ser atribuído ao fato de que cada espécie possui um perfil específico de compostos bioativos. Além disso a disposição dos compostos presentes na matriz alimentar e a interação desses com outras moléculas também podem causar variações nos valores da capacidade antioxidante. De fato, a partir das análises por CLAE- DAD-EM foi possível observar as diferenças entre o perfil e o teor de compostos fenólicos das espécies. Portanto, é de fundamental importância a seleção de métodos analíticos adequados para avaliação do perfil de compostos bioativos de alimentos. O presente trabalho também evidenciou a importância da escolha do método de extração empregado para as análises.

Adicionalmente, os dados obtidos no presente trabalho reforçam a necessidade da realização de mais estudos que avaliem a composição química de PANC em diferentes regiões, para que se tenha um panorama mais amplo sobre os compostos presentes nessas amostras.

A avaliação da composição centesimal das plantas alimentícias não convencionais em conjunto com os resultados da capacidade antioxidante, avaliada pelos métodos *Folin-Ciocalteau*, FRAP e TEAC, bem como a investigação do perfil e teor de compostos fenólicos, reforça o potencial nutricional e de compostos bioativos dessas plantas.

REFERÊNCIAS

AJA, P. M. et al., 2010. "Phytochemical Composition of *Talinum triangulare* (Water Leaf) Leaves", **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 9, n. 6, pp. 527-530.

ALMEIDA, D., 2017, Estudo das Vias Metabólicas das Plantas na Síntese de Pigmentos Naturais. Dissertação, Faculdade de Ciências da Saúde/Universidade Fernando Pessoa, Porto, Portugal.

ANGELO, P. M. JORGE, N., 2007. "Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão", **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 66, n. 1, pp. 1-9.

ARBOS, K. A. et al., 2010. "Atividade antioxidante e teor de fenólicos totais em hortaliças orgânicas e convencionais", **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 2, pp. 501-506.

Association of Official Analytical Chemists, 2000. **Official methods of analysis**.17 ed. Gaithersburg, AOAC International.

AZMIR, J.et al., 2013. "Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: A review". **Journal of Food Engineering**, v. 117, p. 426-436.

BENZIE, I. F. F. e STRAIN, J. J., 1996. "The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of "Antioxidant Power": The FRAP Assay", **Analytical Biochemistry**, v. 239, n. 292, pp. 70–76.

BERNAUD, F. S. R. e RODRIGUES, T. C., 2013. "Fibra alimentar – Ingestão adequada e efeitos sobre a saúde do metabolismo", **Arquivo Brasileiro de Endocrinologia e Metabolismo**, v. 57, n. 6, pp. 397-405.

BORGES, L. L. et al., 2011. "Uma abordagem sobre métodos analíticos para determinação da atividade antioxidante em produtos naturais", **Enciclopédia biosfera**, v. 7, n. 12, pp. 1-20

BORRÁS-LINARES, I. et al., 2015. "Characterization of phenolic compounds, anthocyanidin, antioxidant and antimicrobial activity of 25 varieties of Mexican Roselle (Hibiscus sabdariffa)", **Industrial Crops and Products**, v. 69, pp. 385-394.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária- ANVISA. Resolução – **RDC Nº 54, de 07 de Outubro de 2012**. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre informação nutricional complementar. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 07 de outubro de 2012.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária- ANVISA. Resolução – **RDC Nº 359, de 23 de Dezembro de 2003**. Estabelece Regulamento Técnico de porções de alimentos embalados para fins de rotulagem nutricional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 de dezembro de 2003.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária- ANVISA. Resolução – **RDC Nº 360, de 23 de Dezembro de 2003**. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 de dezembro de 2003.

- BRASIL, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Manual de Hortaliças não Convencionais.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo Brasília, MAPA/ACS, 2013
- BRASIL, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Manual de Hortaliças não Convencionais. Da tradição ao Campo.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo Brasília, MAPA/ACS, 2013
- BRASIL, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Manual de Hortaliças não Convencionais.** Secretaria de Atenção à Saúde. Brasília DF. 2010. Disponível em: http://www.abcsem.com.br/docs/manual_hortalicas_web.pdf>. Acesso em: 18/11/2017.
- BRASIL, Ministério da Saúde. **Alimentos Regionais Brasileiros.** MAPA/ACS, Brasília DF. 2015. Disponível em: http://189.28.128.100/dab/docs/portaldab/publicacoes/livro_alimentos_regionais_brasileiros.pdf>. Acesso em: 18/11/2017.
- BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise de Situação de Saúde. **Plano de Ações Estratégicas para o Enfrentamento das Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT) no Brasil 2011-2022.** Brasília: Ministério da Saúde; 2011. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/plano_acoes_enfrent_dcnt_2011.pdf. Acesso em: 18/11/2017.
- BRASIL, Ministério da Saúde. **Vigilância das Doenças Crônicas Não Transmissíveis**. Brasília. 2014. Disponível em: < http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/o-ministerio/principal/leia-mais-o-ministerio/671-secretaria-svs/vigilancia-de-a-a-z/doencas-cronicas-nao-transmissiveis/14125-vigilancia-das-doencas-cronicas-nao-transmissiveis>. Acessado em: 18/11/2017.
- BRASILEIRO, B. G. et al., 2016. "Caracterização anatômica, composição química e atividade citotóxica de *Talinum triangulare* (Jacq.) Willd (Portulacaceae)", **Ciência e Natura**, v. 38, n. 2, pp. 665-674.
- CARDOSO, M. O. Hortaliças Não Convencionais da Amazônia. Embrapa/SPI, Brasília, DF. 1997.
- CARVALHO, E. F. e CORDEIRO, J. A. D., 1990. "Um método alternativo ε eficiente de propagação vegetativa de inhame (Colocasia esculegta (l.) Schott) e de taioba (Xanthosoma sagittifolium (l.) Schott)", **Acta amazônica**, v. 20, pp. 11-18
- COELHO, A. A. O. P. e ZAPPI, D. 2015 *Portulacaceae* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB20624. Acessado em: 10 de janeiro de 2019.
- CONG-CONG, X. et al., 2017. "Advances in extraction and analysis of phenolic compounds from plant materials", **Chinese Journal of Natural Medicines**, v. 15, n. 10, pp. 721-731.

CORDEIRO, F.F., 2014, *Panorama da Produção Orgânica e Uso de Sementes no Estado do Rio de Janeiro*. Dissertação, Pós-Graduação em Agricultura Orgânica/ Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Brasil.

CORTEZ, R. et al., 2017. "Natural Pigments: Stabilization Methods of Anthocyanins for Food Applications", **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 6, pp. 180-198.

DAI, J. e MUMPER, R. J., 2010. "Plant Phenolics: Extraction, Analysis and Their Antioxidant and Anticancer Properties", **Molecules**, v. 15, pp. 7313-7352.

EPAMIG, 2013. Hortaliças não convencionais: alternativa de diversificação de alimentos e de renda para agricultores familiares de Minas Gerais. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais. Minas Gerais. 24 p.

ESTEVES, G. L. et al., 2014. "Sinopse de *Hibiscus* L. (Malvoideae, Malvaceae) do Estado de São Paulo, Brasil: espécies nativas e cultivadas ornamentais", **Hoehnea**, v. 41, n. 4, pp. 529-539.

FAO, 2005. **Interacção do género, da agrobiodiversidade e dos conhecimentos locais ao serviço da segurança alimentar manual de formação.** Disponível em: http://www.fao.org/docrep/009/y5956p/y5956p00.htm . Acesso em: 18/11/2017.

FAO/OMS –Diet, **Nutrition and Prevention of Chronic Diseases**. WHO Technical Report Series 916 Geneva, 2003. Disponível em:

https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42665/WHO_TRS_916.pdf;jsessionid=7017 84703909316607ADEDCF264CCE8E?sequence=1. Acessado em: 15/01/2019

FONKENG, L. S., 2015. "Anti-Staphylococcus aureus activity of methanol extracts of 12 plants used in Cameroonian folk medicine", **BMC Research Notes**, v. 8, n. 710, pp. 1-6.

GUERRIERO, G. et al., 2018. "Production of Plant Secondary Metabolites: Examples, Tips and Suggestions for Biotechnologists", **Genes,** v. 9, n. 309, pp. 1-22.

HASSEMER, G., 2018. "Taxonomic and geographic notes on the neotropical Commelina (Commelinaceae)", **Journal of Plant Taxonomy and Geography**, pp. 1-31.

HAVLIKOVFIE, L. e MIKOVÁ, K., 1985. "Heat Stability of Anthocyanins", **Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und –Forschung**, v. 181, pp. 427-432

HOFFMAN, J. R. e FALVO, M. J., 2005. "Protein – which is best?", **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 3, pp. 118-130.

HOFFMANN-RIBANI, R. et al., 2009. "Flavonols in fresh and processed Brazilian fruits", **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 22, pp. 263-268.

HUMAN METABOLOME DATABASE. **Metabocard for Myricitrin (HMDB0034360)**. Disponível em: http://www.hmdb.ca/metabolites/HMDB0034360. Acesso em: 15 de janeiro de 2019.

- IDU, M. e ONYIBE, H. I., 2007. "Medicinal Plants od Edo State, Nigeria", **Journal of Medicinal Plants**, v. 1, n. 2, pp. 32-41.
- IKAWA, M. et al., 2003. "Utilization of Folin-Ciocalteu Phenol Reagent for the Detection of Certain Nitrogen Compounds", **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, n. 7, pp. 1811-1815.
- INADA, K. O. P. et al., 2015. "Screening of the chemical composition andoccurring antioxidants in jabuticaba (*Myrciaria jaboticaba*) and jussara (*Euterpe edulis*) fruits and their fractions", **Journal of Functional Foods**, v. 17, pp. 422-433.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa de Orçamentos Familiares POF 2008 2009.** Tabelas de Composição Nutricional dos Alimentos Consumidos no Brasil. 2011. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv50063.pdf>. Acesso em: 18/11/2017.
- KELEN, M.E.B. et al. **Plantas alimentícias não convencionais (PANCs)**: hortaliças espontâneas e nativas. 1. ed. Porto Alegre, 2015.
- KHOO, H. E. et al., 2017. "Anthocyanidins and anthocyanins: colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits", **Food & Nutrition Research**, v. 61, pp. 1-21.
- KINUPP, V. F. e BARROS, I. B. I., 2008. "Teores de proteína e minerais de espécies nativas, potenciais hortaliças e frutas", **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 4, pp. 846-857.
- KINUPP, V. F. **Plantas Alimentícias Não Convencionais da região metropolitana de Porto Alegre, RS.** Tese (Doutorado em Fitotecnia) Curso de Pós-graduação em Fitotecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.
- KINUPP, V.F; LORENZI, H. **Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) no Brasil**: Guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2014.
- KLAJN, V. M. et al., 2012. "Compostos antioxidantes em aveia", **Revista Brasileira de Agrociência**, v.18, n.4, pp. 292-303.
- LLORACH, R. et al., 2008. "Characterization of polyphenols and antioxidant properties of five lettuce varieties and escarole", **Food Chemistry**, v. 108, pp. 1028-1038.
- LOPES, T. J. et al., 2007. "Antocianinas: uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade.", **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 13, n. 3, pp. 291-297.
- MAIA, D. C, 2006, Estudo taxonômico dos gêneros Commelina. E dichorisandraj.c. mikan (Commelinaceae), no estado do Paraná, Brasil. Dissertação, Curso de Pós-graduação em botânica/Universidade do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.
- MANACH C. et al., 2004. "Polyphenols: food sources and bioavailability", **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 79, pp. 727-747.

- MARCHIORETTO, M. S., 2015. *Amaranthus* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB15409>. Acessado em: 15 de janeiro de 2019.
- MARRIOT, F. et al., 2008. "Converting Nitrogen into Protein—Beyond 6.25 and Jones' Factors", **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 48, pp. 177-184.
- MATIAS, M. L., 2012, *Modificações Estruturais de Compostos Polifenólicos Glicosilados e Modulação das suas Actividades Antioxidantes*. Dissertação, Faculdade de Farmácia/Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.
- MIEM, K. H. e MOHAMED, S. 2001. "Flavonoid (Myricetin, Quercetin, Kaempferol, Luteolin, and Apigenin) Content of Edible Tropical Plants", **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, n. 6, pp. 3106-3112.
- NASCIMENTO, K. S. et al., 2018. "Phenolic compounds, antioxidant capacity and physicochemical properties of Brazilian Apis mellifera honeys", **LWT Food Science and Technology**, v. 91, pp. 85-94.
- NGO, T. V. et al., 2017 "Impact of Different Extraction Solvents on Bioactive Compounds and Antioxidant Capacity from the Root of *Salacia chinensis*L.", **Journal of Food Quality**, v. 2017, pp. 1-8.
- OLIVEIRA, A. C. et al., 2009. "Fontes vegetais naturais de antioxidantes", **Química Nova**, v. 32, n. 3, pp. 689-702.
- OLIVEIRA, D. M. e BASTOS, D. H. M., 2011. "Biodisponibilidade de ácidos fenólicos", **Química Nova**, v. 34, n. 6, pp. 1051-1056.
- PALIOTO, G.F. et al., 2015. "Composição centesimal, compostos bioativos e atividade antioxidante de frutos de *Morinda citrifolia* Linn (noni) cultivados no Paraná", **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 17, n. 1, pp. 59-66.
- PANIWNYK, L.; BEAUFOY, E. e MASON, T. J., 2001. "The extraction of rutin from flowers buds of *Sophora japonica*". **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 8, pp. 299-301.
- PATRAS, A., 2010. "Effect of thermal processing on anthocyanin stability in foods; mechanisms and kinetics of degradation", **Trends in Food Science & Technology**, v. 21, pp. 3-11.
- PEDRIALI, C. A., 2005. Síntese química de derivados hidrossolúveis da rutina: determinação de suas propriedades físico-químicas e avaliação de suas atividades antioxidantes. Dissertação, Faculdade de Ciências Farmacêuticas/ Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- PELLEGRINI, M. O. de O. e FORZZA, R. C., 2017. "Synopsis of *Commelina* L. (Commelinaceae) in the state of Rio de Janeiro, reveals a new white-flowered species endemic to Brazil", **PhytoKeys**, v. 78, pp. 59-81.

- PINTO, N. A. V. D. et al., 2001. "Variabilidade da composição centesimal, vitamina c, ferro e cálcio de partes da folha de taioba (*Xanthosoma sagittifolium* Schott)", **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 7, n. 3, pp. 205-208.
- PINTO, N. C. C. e SCIO, E., 2014. "The Biological Activities and Chemical Composition of Pereskia Species (Cactaceae) A Review", **Plant Foods Human Nutrition**, v. 69, pp. 189–195.
- RANIERI, G. R. et al., 2017, **Guia prático sobre PANCs: plantas alimentícias não convencionais.** Instituto Kairós, 1. Ed. São Paulo: Instituto Kairós, 2017.
- RE, R., et al., 1999. "Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay". **Free Radical Biology& Medicine**, v. 26, n. 9–10, pp. 1231–1237.
- RIZZI, F. R., 2016, Otimização do processo de extração de compostos bioativos a partir das folhas de Moringa oleífera. Trabalho de Conclusão de Curso, Departamento de Química/Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil.
- ROCHA, D. C., RODELLA, R. A. e MARTINS D., 2007. "Caracterização morfológica de espécies de trapoeraba (*Commelina* spp.) utilizando a análise multivariada", **Planta Daninha**, v. 25, n. 4, pp. 671-678.
- ROHN, S. et al., 2007. "Thermal Degradation of Onion Quercetin Glucosides under Roasting Conditions", **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 55, n. 4, pp. 1568-1573.
- ROSS, I. A., 2003. Medicinal plants of the world: chemical constituents, traditional and modern medicinal. 2 ed. Encyclopedias. 2003.
- RUESGAS-RAMON, M., FIGUEROA-ESPINOZA, M. C. e DURAND, E., 2017. "Application of Deep Eutectic Solvents (DES) for Phenolic Compounds Extraction: Overview, Challenges, and Opportunities", **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 65, pp. 3591-3601.
- SHEELA, K. et al., 2004. "Proximate Composition of Underutilized Green Leafy Vegetables in Southern Karnataka", **Journal of Human Ecology**, v. 15, n. 3, pp. 227-229.
- SILVA, D.O. et al., 2017. Acute Toxicity and Cytotoxicity of Pereskia aculeata, a Highly Nutritious Cactaceae Plant. **Journal Of Medicinal Food**. v. 20, n. 4, pp. 1-7.
- SILVA, M. L. C. et al., 2010. "Phenolic compounds, carotenoids and antioxidant activity in plant products", **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 3, pp. 669-682.
- SINGLETON, V. et al., 1999. "Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteau reagent". **Methods in Enzymology**, v. 299, n. 1, p. 152–178.
- SIREROL, J. A. et al., 2016. "Role of Natural Stilbenes in the Prevention of Cancer". **O** xidative Medicine and Cellular Longevity, v. 2016, pp. 1-15.

- SLAMOVÁ, K. et al., 2018. "Sweet Flavonoids": Glycosidase-Catalyzed Modifications", **International Journal of Molecular Sciences**, v. 19, n. 2126, pp. 1-19.
- SOARES, S. E., 2002. "Ácidos fenólicos como antioxidantes." **Revista Nutrição**. Campinas, v. 15, n. 1, p. 71-81.
- SOUZA, L. F., 2014. Aspéctos fitotécnicos, bromatólogicos e componentes biativos de Pereskia aculeata, Pereskia grandifolia, e Anredera cordifolia. Dissertação, Faculdade de Agronomia/ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil.
- SOUZA, T. C. L., 2014. *Perfil de compostos fenólicos extraídos de folhas de ora-pro-nóbis* (pereskia aculeata miller). Dissertação, Faculdade de Engenharia de Alimentos/ Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, Brasil.
- SOUZA, L. et al., 2016. Pereskia aculeata Muller (Cactaceae) Leaves: Chemical Composition and Biological Activities. **International Journal of Molecular Sciences**. v. 17, n. 1478, pp. 1-12.
- SOUZA, V. A. et al., 2012. Atividade Antichagásica de Lignanas e Neolignanas. **Revista Virtual de Química**. v. 4, n. 3, PP. 197-207.
- STORCK et al., 2013. "Folhas, talos, cascas e sementes de vegetais: composição nutricional, aproveitamento na alimentação e análise sensorial de preparações". **Ciência Rural**, v. 43, n. 3, pp. 537-543.
- TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS / NEPA UNICAMP.- 4. ed. rev. e ampl.. -- Campinas: NEPA- UNICAMP, 2011. 161 p. Disponível em: http://www.cfn.org.br/wp-
- content/uploads/2017/03/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf>. Acessado em: 23 de dezembro de 2018.
- TAKEITI, C. Y. et al., 2009. "Nutritive evaluation of a non-conventional leafy vegetable (*Pereskia aculeata* Miller)". **International Journal of Food Sciences and Nutrition.** v. 60. n. S1. pp. 148-160.
- TELANG, D. R. et al., 2016. "Kaempferol-Phospholipid Complex: Formulation, and Evaluation of Improved Solubility, In Vivo Bioavailability, and Antioxidant Potential of Kaempferol", **Journal Excipients and Food Chemicals**, v. 7, n. 4, pp. 89-116.
- TEREFE, N. S. et al., 2010. "High pressure and thermal inactivation kinetics of polyphenol oxidase and peroxidase in strawberry puree", **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 11, pp. 52-60.
- TIVERON, A. P., 2010. Atividade antioxidante e composição fenólica de legumes e verduras consumidos no Brasil. Dissertação, Escola Superior de Agricultura "Luiz Queiroz"/Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- TURKMEN, N. et al., 2006. "Effects of extraction solvents on concentration and antioxidant activity of black and black mate tea polyphenols determined by ferrous tartrate and Folin—Ciocalteu methods", **Food Chemistry**, v. 99, pp. 835-841.

VERMERRIS, W., e NICHOLSON, R. (2006). *Phenolic Compound Biochemistry* (p. 283). Dordretch: Springer.

VIANA, M. M. S., 2013. *Potencial nutricional, antioxidante e atividade biológica de hortaliças não convencionais*. Dissertação, Pós-graduação em ciências agrárias/ Universidade Federal de São João Del Rei, Sete Alagoas, Brasil.

VIANA, M. M. S. et al., 2015. "Composição fitoquímica e potencial antioxidante de hortaliças não convencionais", **Horticultura Brasileira**, v. 33, pp. 504-509.

VILELA, T. C. et al., 2018. "Hibiscus acetosella extract protects against alkylating agent-induced DNA damage in mice". **Academia Brasileira de Ciências**, v. 90, n. 3, pp. 3165-3174.

VINSON, J.A., et al., 2001. "Phenol Antioxidant Quantity and Quality in Foods: Fruits". **Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, p. 5315–5321.

VIZZOTO, M. e PEREIRA, M. C., 2011. "Amora-preta (*Rubus* sp.): otimização do processo de extração para determinação de compostos fenólicos antioxidantes". **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 4, pp. 1209-1214.

WANG, L., 2002. "Mammalian phytoestrogens: enterodiol and enterolactone". **Journal of Chromatography**, v. 777, pp. 289-309.

WHO – World Health Organization. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Genebra: WHO Technical Report Series, 916, 2003.

ZAINAL-ABIDIN M. H. et al., 2017. "New horizons in the extraction of bioactive compounds using deep eutectic solvents: A review". **AnalyticaChimica Acta**. v. 979, pp. 1-23.

ZAREISEDEHIZADEH, S., TAN, C. e Koh, H., 2014. "A Review of Botanical Characteristics, Traditional Usage, Chemical Components, Pharmacological Activities, and Safety of *Pereskia bleo* (kunth) DC". **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine.** v. 2014, pp. 1-11.



Imagem botânica da espécie *Portulaca oleracea* extraída de Kew Herbarium Catalogue. Disponível em: http://apps.kew.org/herbcat/getImage.do?imageBarcode=K000100345. Acesso em: 09/04/2019.

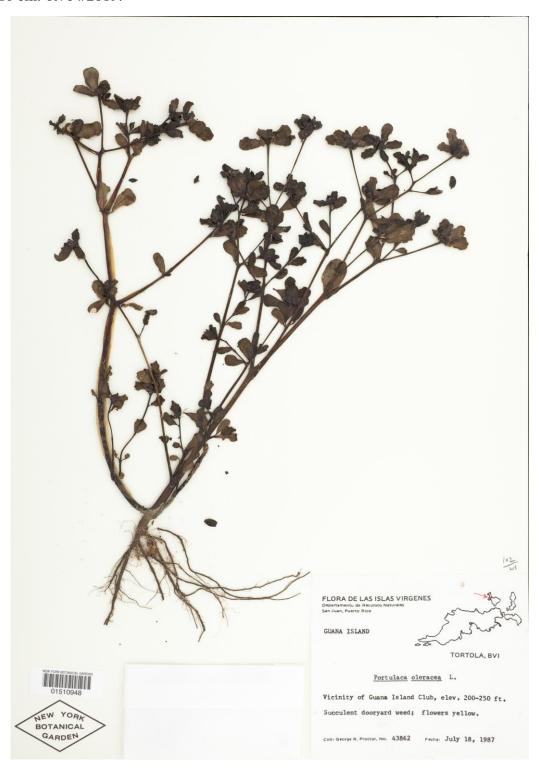


Imagem botânica da espécie *Amaranthus viridis* extraída de Kew Royal Botanic Gardens. Disponível em: http://apps.kew.org/herbcat/getImage.do?imageBarcode=K001207112. Acesso em: 09/04/2019.



Anexo 3

Imagem botânica da espécie *Talinum triangulare* extraída de Alabama Plant Atlas. Disponível em: http://floraofalabama.org/SpecimenDetails.aspx?PlantID=5546. Acesso em: 09/04/2019.



Imagem botânica da espécie *Portulaca oleracea* extraída de Kew Royal Botanic Gardens. Disponível em: http://apps.kew.org/herbcat/getImage.do?imageBarcode=K000100345. Acesso em: 09/04/2019.



Imagem botânica da espécie *Xanthosoma sagittiffolium* extraída de New York Botanical Garden.

Disponível
em:
http://sweetgum.nybg.org/science/vh/specimen_details.php?irn=2733725.

Acesso em:
09/04/2019.



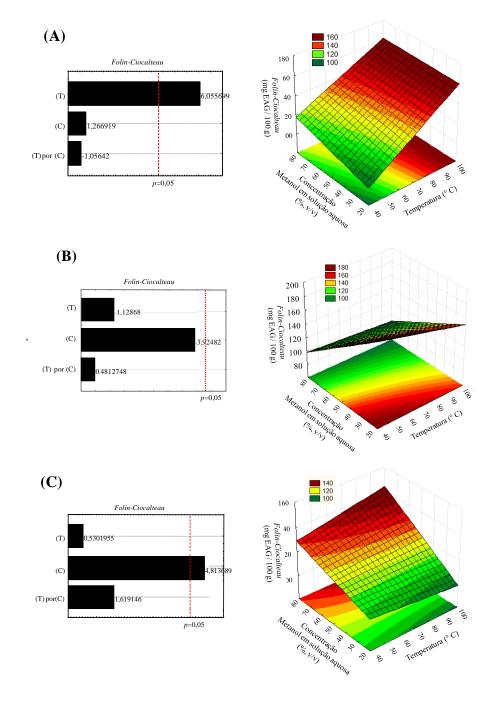
Imagem botânica da espécie *Commelina erecta* extraída de Kew Royal Botanic Gardens. Disponível em: http://apps.kew.org/herbcat/getImage.do?imageBarcode=K000501983. Acesso em: 09/04/2019.



Imagem botânica da espécie *Hibiscus acetosella* extraída de Kew Royal Botanic Gardens. Disponível em: http://apps.kew.org/herbcat/getImage.do?imageBarcode=K001218389. Acesso em: 09/04/2019.



Grafico de Pareto (a esquerda) e superfície de resposta (a direita) da capacidade antioxidante avaliada pelo método *Folin-Ciocalteau*. (T) = temperatura de extração; (C) = concentração de metanol em solução aquosa (%, v/v); (T) por (C) = interação entre a temperatura e a concentração de metanol em solução aquosa (%, v/v). Influência significativa quando os efeitos padronizados alcançam a linha pontilhada (p = 0.05). Beldroega (**A**), caruru (**B**), major gomes (**C**), ora-pro-nóbis (**D**), taioba (**E**), trapoeraba (**F**) e vinagreira roxa (**G**).



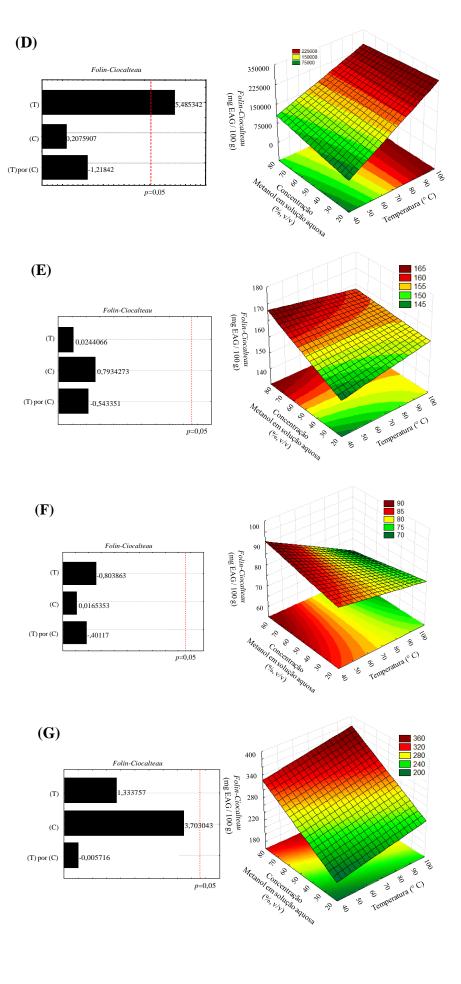
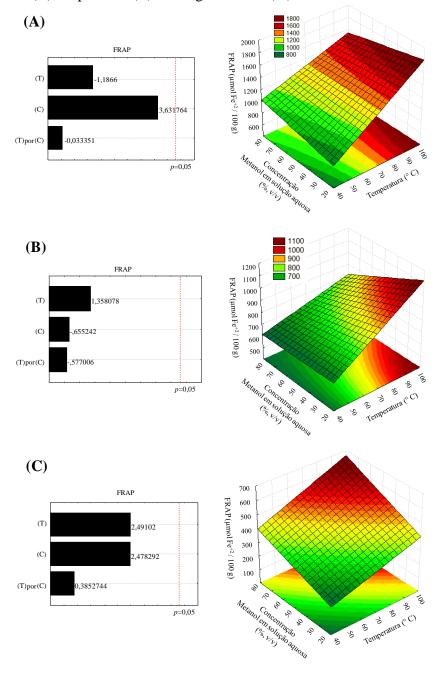


Grafico de Pareto (a esquerda) e superfície de resposta (a direita) da capacidade antioxidante avaliada pelo método FRAP. (T) = temperatura de extração; (C) = concentração de metanol em solução aquosa (%, v/v); (T) por (C) = interação entre a temperatura e a concentração de metanol em solução aquosa (%, v/v). Influência significativa quando os efeitos padronizados alcançam a linha pontilhada (p = 0.05). Beldroega (A), caruru (B), major gomes (C), ora-pronóbis (D), taioba (E), trapoeraba (F) e vinagreira roxa (G).



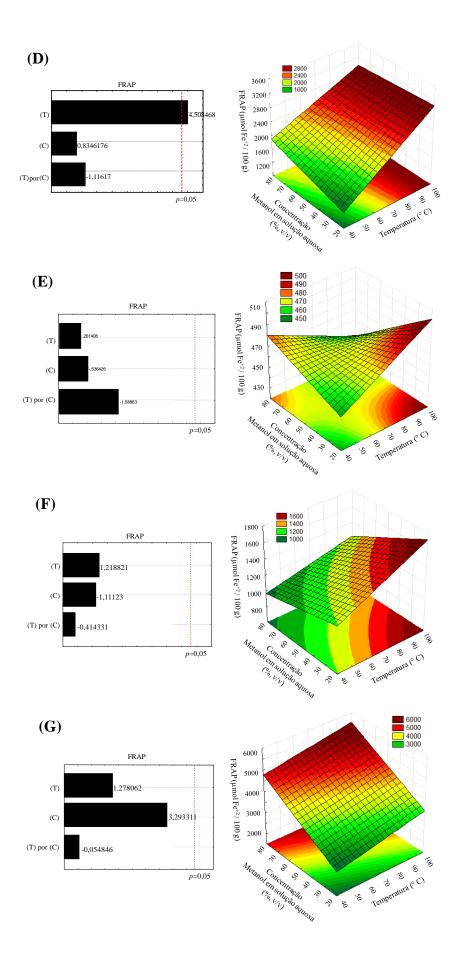
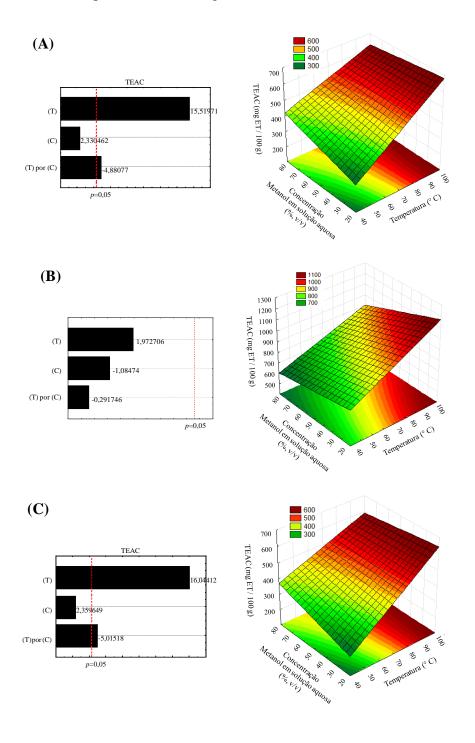
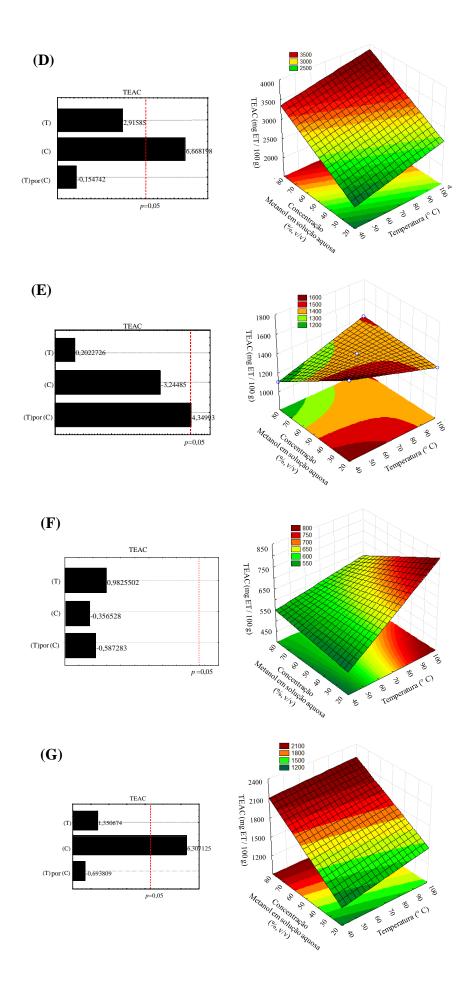


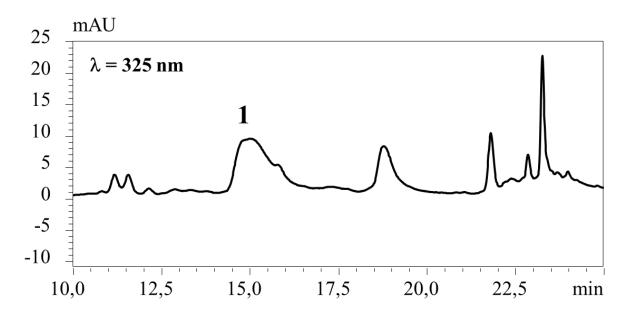
Grafico de Pareto (a esquerda) e superfície de resposta (a direita) da capacidade antioxidante avaliada pelo método TEAC. (T) = temperatura de extração; (C) = concentração de metanol em solução aquosa (%, v/v); (T) por (C) = interação entre a temperatura e a concentração de metanol em solução aquosa (%, v/v). Influência significativa quando os efeitos padronizados alcançam a linha pontilhada (p = 0.05). Beldroega (A), caruru (B), major gomes (C), ora-pronóbis (D), taioba (E), trapoeraba (F) e vinagreira roxa (G).

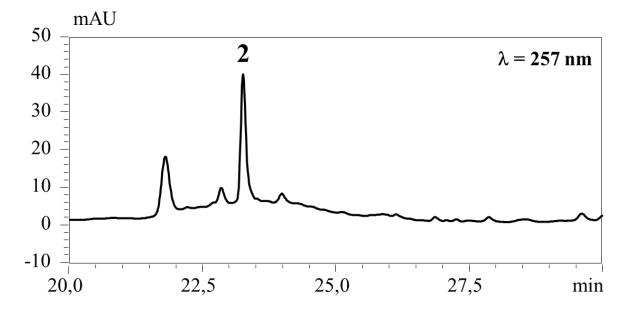


(Continua na próxima página)



Cromatograma do perfil de compostos fenólicos para ora-pro-nóbis na seguinte condição de extração: Metanol em solução aquosa (80:20) (metanol:água) a 100 °C. Compostos identificados: ácido cafeico (1) e quercetina-3-*O*-rutinosídeo (2).





Cromatograma do perfil de compostos fenólicos para vinagreira roxa na seguinte condição de extração: metanol em solução aquosa (50:50) (metanol:água) a 70 °C. Compostos identificados: ácido cafeico (1), quercetina-3-*O*-sambubiosideo (2), miricetina-3-*O*-ramnosídeo (3), kaempferol-7-*O*-glicosídeo (4),definidina-3-*O*-glicosídeo (5) e cianidina-3-*O*-glicosídeo (6).

