

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA
PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE E DESENVOLVIMENTO NA REGIÃO CENTRO-
OESTE

NAYARA VIEIRA DE LIMA

DETERMINAÇÃO TOTAL DE MACRO E MICROELEMENTOS NUTRICIONAIS
DOS FRUTOS DA *Campomanesia adamantium* (Cambess): PLANTA DO
CERRADO BRASILEIRO

CAMPO GRANDE

2018

NAYARA VIEIRA DE LIMA

DETERMINAÇÃO TOTAL DE MACRO E MICROELEMENTOS NUTRICIONAIS
DOS FRUTOS DA *Campomanesia Adamantium* (Cambess): PLANTA DO
CERRADO BRASILEIRO

Dissertação de Mestrado apresentada
ao Programa de Pós-Graduação em
Saúde e Desenvolvimentos na Região
Centro-Oeste, da Universidade Federal
de Mato Grosso do Sul, como parte dos
requisitos para a obtenção do título de
Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Valter Aragão do
Nascimento.

Coorientadora: Rita de Cássia
Avellaneda Guimarães.

CAMPO GRANDE

2018

DEDICATÓRIA

À nossa doce e linda Ana Beatriz (in memória),
criança pura e encantadora,
que partiu sem pecados,
findando sua dor e nos ensinando sobre fé.
Crendo em Deus, nos reencontraremos na Glória do nosso Senhor.

Ao meu marido e melhor amigo Gustavo,
pela força para encararmos as perdas e os desafios,
pela forma amorosa de acreditar no meu melhor e,
por doar-se todos os dias por nós.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida, saúde e por moldar-me todos os dias para que eu seja alguém melhor;

Aos meus pais pelos ensinamentos de amor, honestidade, responsabilidade, e pelo incentivo para a conclusão desta etapa.

Às minhas preciosas irmãs Nayane e Tamiris por sempre caminharem comigo, dando-me forças para a conclusão, não só deste, mas de todos os desafios que decidi assumir.

Ao Programa de Pós-Graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste pelo acolhimento e oportunidade de realizar este projeto.

Ao meu orientador Professor Dr. Valter Aragão do Nascimento, pelos ensinamentos e orientação de qualidade ao longo dos últimos dois anos, sempre disposto a sanar dúvidas e direcionar seus alunos. Meus sinceros agradecimentos por todo investimento de tempo e estudos para elaboração deste trabalho.

À professora Dra Rita de Cássia Avellaneda Guimarães por acreditar e incentivar meu ingresso no mestrado.

À Daniela Granja Arakaki pela imensa ajuda em todas as etapas da pesquisa, pela paciência para ensinar e grande responsabilidade ao contribuir. Minha enorme admiração e gratidão por seu trabalho.

Aos técnicos de laboratório pelo acolhimento e trabalho investido em cada experimento.

A todos que participaram e contribuíram de forma direta ou indireta para a realização deste projeto.

RESUMO

Frutos de *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg, comumente chamados de guavira são utilizados como alimentos por populações indígenas e urbanas na cidade do Campo Grande, no Mato Grosso do Sul, Brasil. Frutos, folhas e raiz são utilizados na medicina popular no tratamento de diarreia, vômito, infecções, diabetes, etc. Entretanto, estudos sobre a sua composição mineral são escassos. A pesquisa teve como objetivo determinar a composição total de macro e microelementos nutricionais dos frutos da *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg. As análises de macro e microelementos na casca, polpa, sementes e fruto integral de guavira foram quantificados por ICP OES após digestão com micro-ondas. Os conteúdos da guavira foram comparados com a Ingestão Dietética Recomendada (RDA), Ingestão Adequada (AI) e Limite Superior Tolerável de Ingestão (UL) para crianças, adolescentes, adultos e gestantes. A concentração de macro e microelementos obtidas da casca diminui na seguinte ordem: K> P> Ca> Na> Si> Mn> Fe> Cr> Zn> Cu> Mo> Co. A concentração na polpa do fruto diminui como segue: K> P> Ca> Na> Si> Zn> Fe> Mn> Cr> Cu> Mo> Co. Por outro lado, a concentração de elementos nas sementes foram: K> P> Ca> Na> Fe> Si> Mn> Zn> Cu> Cr> Mo> Ni> Co. A concentração de fósforo, ferro, cobre, cromo e molibdênio se destaca na fruta quando relacionada aos valores da ingestão dietética recomendada. Os dados obtidos neste estudo servirão como uma ferramenta para decidir a dosagem preparada a partir desta planta com medicamentos e nutritivos propósitos.

Palavras-chave: Frutas, Minerais, ICP OES, Criança, Adolescente, Adulto.

ABSTRACT

Fruits of *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg, commonly known as "guavira" are used as food by indigenous and urban populations in the city of Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brazil. Fruits, leaves and root are used in folk medicine in the treatment of diarrhea, vomiting, infections, diabetes etc. However, comprehensive studies on their mineral composition are scarce. The objective of the research was to determine the total composition of macro and microelements of the fruits of *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg. The analysis of macro and microelements in the peel, pulp, seeds and guavira integral fruit were quantified by ICP OES after digestion with microwaves. The contents of the elements in the parts of the guavira, were compared to the Recommended Dietary Allowance (RDA), values Adequate Intake (AI) and tolerable upper intake levels (ULs) for children, adolescents, adults and pregnant women. The concentration of macro-elements in the peel, pulp and seeds decreases in the order: K> P> Ca> Na> Si> Mn> Fe> Cr> Zn> Cu> Mo> Co and P > K > Ca > Mg > Na. As well as the concentration of microelements in the peel, pulp and seeds also decreases in the order: K> P> Ca> Na> Si> Zn> Fe> Mn> Cr> Cu> Mo> Co and K> P> Ca> Na> Fe> Si> Mn> Zn> Cu> Cr> Mo> Ni> Co. The concentration of Phosphorus, Iron, Copper, Chromium and Molybdenum stand out in the fruit when related to the values of Recommended Dietary Intake. The data obtained in this study would serve as a tool for deciding the dosage of prepared from this plant with medicinal and nutritional purposes.

Key words: Fruits, Minerals, ICP OES, Child, Teenager, Adult.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Localização geográfica do Cerrado Brasileiro.....	14
Figura 2	<i>Campomanesia adamantium</i> (Cambess.) O. Berg.....	16
Figura 3	Mercado Municipal de Campo Grande. Comercialização da <i>Campomanesia adamantium</i>	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Tipos de valores diários de referência para ingestão de minerais.....	22
Tabela 2	Condições de funcionamento para o sistema de digestão com micro-ondas.....	43
Tabela 3	Parâmetros operacionais da determinação de elementos pelo ICP OES.....	44
Tabela 4	Conteúdo mineral de casca, polpa e semente de <i>Campomanesia adamantium</i> (Cambess.) O. Berg.....	46
Tabela 5	Concentração mineral da casca, polpa e semente de <i>Campomanesia adamantium</i> (Cambess.) O. Berg e determinação dos valores de RDA/AI e UL /para adultos.....	51
Tabela 6	Conteúdo de macromineral em <i>Campomanesia adamantium</i> (Cambess.) O. Berg (mg/100g) e valores de ingestão diária de referência (mg/dia).....	58
Tabela 7	Conteúdo de micromineral em <i>Campomanesia adamantium</i> (Cambess.) O. Berg (µg/100g) e valores de ingestão diária de referência (µg/dia).....	64

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AI	Adequate Intake (Ingestão Adequada)
Anvisa	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ATP	Trifosfato de Adenosina
DNA	Ácido Desoxirribonucléico
DRI	Dietary Reference Intakes (Ingestão diária Recomendada)
DRIs	Dietary Reference Intakes
EAR	Estimated Average Requirement
EFSA	Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos
EGVM	Expert Group on Vitamins and Minerals
FAO	Food and Agriculture Organization
FDA	Food and Drug Administration
ICP EOS	Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry (Espectrômetria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado)
IDR	Ingestão Dietética de Referência
LOD	Limite de Detecção
MnSOD	Manganês Superóxido Dismutase
OMS	Organização Mundial de Saúde
PIB	Produto Interno Bruto
RDA	Recommended Dietary Allowance (Dose diária recomendada)
RNA	Ácido Ribonucleico
T3	Tri-iodotironina
T4	Tiroxina
UL	Tolerable Upper intake levels (limite superior tolerável de maior ingestão)
USDA	United States Department of Agriculture
WHO	World Health Organization

LISTA DE SIMBOLOS

Al	Alumínio
Ca	Cálcio
Co	Cobalto
Cr	Cromo
Cu	Cobre
Fe	Ferro
K	Potássio
Mn	Manganês
Mo	Molibdênio
Na	Sódio
Ni	Níquel
P	Fósforo
Si	Silício
Zn	Zinco

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 Aspectos gerais.....	14
2.2 Guavira.....	15
2.3 Minerais: Macro e microelementos.....	19
2.3.1 Aspectos gerais.....	19
2.3.2 Ingestão Dietética de Referência - IDR (Dietary Reference Intakes)....	20
2.3.3 Sódio.....	23
2.3.4 Potássio.....	24
2.3.5 Cálcio.....	25
2.3.6 Fósforo.....	27
2.3.7 Ferro.....	28
2.3.8 Manganês.....	30
2.3.9 Zinco.....	32
2.3.10 Cobalto.....	33
2.3.11 Cobre.....	34
2.3.12 Cromo.....	36
2.3.13 Molibdênio.....	37
2.3.14 Silício.....	38
2.3.15 Níquel.....	40
3 OBJETIVOS.....	41
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	42
4.1 Tipo de estudo.....	42
4.2 Coleta e preparo das amostras.....	42
4.3 Digestão e análise elementar das amostras.....	43
4.4 Critérios comparativos.....	45
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
5.1 Publicação 1- Investigação de componentes da <i>Campomanesia adamantium</i> (Cambess.) O. Berg: Fruto do Cerrado Brasileiro.....	46
5.2 Publicação 2 - Primeiro Estudo sobre determinação total de elementos nutricionais no fruto de <i>Campomanesia adamantium</i>	

(Cambess): Planta brasileira do Cerrado.....	51
5.3 Publicação 3 - Determinação de macro e microelementos em toda fruta de <i>Campomanesia adamantium</i> (Cambess.) O. Berg e avaliação do seu potencial nutricional para crianças, adolescentes e gestantes.....	57
5.3.1 Sódio.....	57
5.3.2 Potássio.....	59
5.3.3 Cálcio.....	59
5.3.4 Fósforo.....	60
5.3.5 Ferro.....	60
5.3.6 Zinco.....	61
5.3.7 Manganês.....	62
5.3.8 Silício.....	62
5.3.9 Níquel.....	65
5.3.10 Cobre.....	65
5.3.11 Cobalto.....	66
5.3.12 Molibdênio.....	66
5.3.13 Cromo.....	67
6 CONCLUSÕES.....	69
REFERÊNCIAS.....	71

1 INTRODUÇÃO

Os minerais, também conhecidos como macro e microelementos, são compostos inorgânicos, responsáveis pelas funções vitais no desenvolvimento do organismo e atuando em diversos sistemas fisiológicos. São nutrientes essenciais, uma vez que, não podem ser sintetizados pelo organismo humano e, portanto, devem ser ingeridos em forma de alimentos (BECKER et al., 2014; VIEIRA, 2014).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) publicou em 2005 a Resolução da Diretoria Colegiada 269, onde determina a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de minerais, que define as quantidades recomendadas para atender as necessidades diárias de pessoas saudáveis, bem como o limite de ingestão. Esses valores são baseados na *Recommended Dietary Allowances* (RDA) e *Tolerable Upper Intake Level* (UL) de 1989 (ANVISA, 2005).

O conhecimento da concentração de minerais é fundamental para o controle da qualidade e a segurança dos alimentos, bem como para a avaliação e adequação da ingestão destes nutrientes pela população (BECKER et al. 2014).

Frutas são exemplos de importantes fontes de nutrientes essenciais, entre eles, os minerais. Diante desta problemática nacional, faz-se necessário a realização de pesquisas envolvendo frutos típicos de várias regiões do Brasil (FRANCO, 2004).

Muitas espécies nativas do Cerrado brasileiro oferecem frutas que possuem concentrações elevadas de nutrientes, além de características sensoriais únicas (ASSUMPÇÃO, 2013). A *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg (Myrtaceae), conhecida popularmente como guavira, é muito apreciada pelas populações da região do Cerrado e do Pantanal sul-matogrossense.

O gênero *Campomanesia* sp. destaca-se como um recurso nativo da região e com seu potencial econômico pode ser utilizada como opção de cultivo, principalmente em propriedades rurais de base familiar, devido à sua fácil implantação, propriedades nutricionais dos frutos e valor dos produtos agregados obtidos da produção (SANTOS et al., 2009).

No mês de novembro de 2017 entrou em vigor a Lei estadual de nº. 5082,

que reconhece a guavira como fruto símbolo de Mato Grosso do Sul. A ideia central é a valorização do fruto, reforçando o ponto de vista econômico, gerando renda, fortalecendo o turismo e consequentemente conservando a guavira (MATO GROSSO DO SUL, 2017).

As folhas, raiz e casca do fruto da *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg são usadas na medicina popular, em forma de chás, para tratar inflamação, reumatismo, gripe, desarranjos estomacais, infecções do trato urinário, episódios de diarreia e vômito. Estas características mostram que a espécie pode atuar como um tratamento alternativo para o controle de doenças de caráter infeccioso ou inflamatório (LORENZI et al., 2006; PIVA, 2002; RODRIGUES; CARVALHO, 2001).

De acordo com informações da literatura brasileira, não existem estudos publicados sobre a análise de minerais de *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg na região Centro-Oeste, assim como em cidades próximas a Campo Grande, capital do Estado de Mato Grosso do Sul, local onde o fruto é muito popular e apreciado.

Diante do exposto, este trabalho propõe a determinação da concentração de elementos em casca, polpa e sementes de guavira, assim como o fruto integral, através da técnica de espectroscopia ICP OES, e comparação dos resultados obtidos com os valores de Ingestão Diária Recomendada (RDA/AI e UL) para crianças, adolescentes, adultos e gestantes.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos gerais

O Cerrado brasileiro é o segundo maior bioma em extensão do país, com cerca de 2 milhões de km² em área (17,5%) e abriga um contingente populacional de 28 milhões de pessoas (17%) (OJIMA; MARTINE, 2012). O bioma é localizado predominantemente na porção central do Brasil, incide sobre os estados Bahia, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Piauí, São Paulo e Tocantins, além do Distrito Federal (SANO et al., 2009).



Figura 1 - Localização geográfica do Cerrado Brasileiro.

Fonte: SANO et al., 2009.

O Cerrado tem um ecossistema muito rico, possui uma elevada diversidade de *habitats* e um elevado volume de espécies. O número de plantas excede o da maioria das floras do mundo: ervas conhecidas, arbustos e árvores ultrapassam as 7000 espécies e 44% de sua flora é endêmica, por isso é considerado a savana tropical mais rica do mundo (KLINK; MACHADO, 2005).

Dentre as espécies vegetais estão os frutos do Cerrado, frutíferas de grande potencial agrícola, consumidos e apreciados pela população local. São muito utilizados para o consumo *in natura* ou como matéria-prima de produtos como doces, geleias, sucos e licores, tornando-se então fonte de renda para

famílias que se favorecem com o eco-turismo na região de Cerrado (SILVA et al., 2001). As espécies frutíferas se desenvolvem em solos pobres em nutrientes, porém, suas folhas e frutos apresentam altos teores de elementos minerais, indicando serem bastante eficientes na extração de nutrientes do solo (ANDERSEN; ANDERSEN, 1988).

Estes frutos estão adaptados aos solos locais e praticamente não necessitam de insumos químicos, apresentando baixo custo de implantação e manutenção. Além de serem usadas na formação de pomares domésticos e comerciais, os frutos nativos do Cerrado podem ser utilizadas com sucesso na recuperação de áreas desmatadas ou degradadas; no plantio de integração lavoura-pecuária-florestas; no enriquecimento da flora; no plantio em parques e jardins; no plantio em áreas acidentadas, para controle de erosão e no plantio de áreas de proteção ambiental (PEREIRA et al., 2009; SILVA et al., 2001). Além destas características citadas, muitas espécies fazem parte da flora apícola do cerrado e suas folhas e cascas são empregadas na medicina popular para tratamento de várias enfermidades que acometem a população que habitam esta região (SILVA et al., 2001).

Frutos do Cerrado analisados por Rocha et al. (2013) demonstraram possuir características físico-químicas, nutritivas e funcionais que possibilitam sua utilização na indústria de alimentos. A caracterização física e química de frutas nativas contribui para agregar valor e potencializar seu uso comercial e industrial, bem como para a conservação deste bioma (ALVES et al., 2013).

2.2 *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg - Guavira

Os frutos do Cerrado brasileiro possuem sabores acentuados e elevados teores de fibras, vitaminas, sais minerais e antioxidantes. Representam um mercado emergente e potencial a ser explorado, principalmente pelos pequenos agricultores inseridos em programas de agricultura familiar e agroecologia (VIEIRA et al., 2010). Muitas espécies nativas do Cerrado oferecem frutas que possuem concentrações elevadas de nutrientes, além de suas características sensoriais únicas (ASSUMPÇÃO, 2013).

Dentre o grupo de frutos do cerrado, a *Campomanesia* sp. é muito

conhecida e aceita pela população local. No Mato Grosso do Sul, as principais espécies são *Campomanesia pubescens* (DC.) O. Berg, *Campomanesia aromática* (Aubl.) Griseb., *Campomanesia sessiliflora* (O. Berg) Mattos e *Campomanesia adamantium* (Cambess) O. Berg (DAMASCENO JÚNIOR; SOUZA, 2010).

A espécie *Campomanesia adamantium* também conhecida como guavira, gabioba, guabiroba-do-campo, guabiroba-do-cerrado, gabioba-do-mato, guabiroba-lisa ou guabiroba-branca, possui arbustos que podem atingir até 2 m de altura, muito ramificados e com ramos delgados (DURIGAN *et al.*, 2004).

A espécie é encontrada em populações agrupadas e apresenta frutificação anual. Após o plantio, começa a produzir frutos a partir de um a dois anos, sendo observada produtividade de 30 a 100 frutos por planta (SILVA *et al.*, 2001).

Os frutos apresentam característica globosa, de coloração que varia do verde escuro ao verde claro e amarelo (Figura 2), e exalam aroma cítrico, agradável ao olfato (DURIGAN *et al.*, 2004). Seu tamanho é, em média, 1,6 cm de diâmetro, 1,4 cm de comprimento. As sementes, 3 a 7 por fruto, apresentam, em média, 0,5 cm de largura, 0,4 cm de comprimento (PEREIRA; RIBEIRO; DOS REIS, 2014). As flores, alvas e abundantes nos meses de setembro a outubro, frutificam de novembro a janeiro (DAMASCENO JÚNIOR; SOUZA, 2010; LORENZI *et al.*, 2006). A *Campoanesia adamantium* pertence à família Myrtaceae, atualmente estimada com 142 gêneros e 5500 espécies distribuídas pelo mundo.



Figura 2 – *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg.
Fonte: Gustavo Nunes.

No Brasil, a Mata Atlântica e o Cerrado abrigam por volta de 24 gêneros e 986 espécies dessa família (PROENÇA et al., 2014). Alguns estudos mostram que espécies da família Myrtaceae possuem altos teores de compostos bioativos e grande atividade antioxidante, ação responsável pela prevenção de diversas doenças. Essas características podem servir como incentivo para a comercialização dessas plantas (CUNHA et al., 2016).

Muito apreciado pela população local, os frutos da guavira possuem característica adocicada e saborosa, podem ser consumidos *in natura*, ou para o desenvolvimento de diversos produtos como sucos, doces, geleias, sorvetes, picolés, conservas e licores (ÁVIDOS; FERREIRA, 2003; DAMASCENO JÚNIOR; SOUZA, 2010).

Comercializada nas margens de rodovias e em feiras da região com boas opções de preços, a guavira alcança grande aceitação popular, com existência de mercado potencial e emergente. Essa domesticação das espécies nativas para o cultivo em lavouras comerciais torna-se muito importante para o fornecimento de matéria-prima para a agroindústria, alimentação saudável para a população, e também conduz a um menor risco de extinção das espécies (ÁVIDOS; FERREIRA, 2003).

A popularidade da fruta tem despertado o interesse de pesquisadores a respeito de suas propriedades nutricionais e medicinais. Amplamente encontrada em regiões típicas de cerrado, cujos solos são ácidos e pobres em elementos inorgânicos, a *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg apresenta composição nutricional mais rica que espécie do mesmo gênero encontrada em floresta úmida da Mata Atlântica. O fruto também é uma boa fonte de vitamina C para a população da região (VALILLO et al., 2006). A fruta possui elevados teores de sólidos solúveis, acidez titulável, fenóis totais e atividade antioxidante, que podem ser favorecidos com a refrigeração (CAMPOS et al., 2012).

Estudos experimentais com o uso da guavira mostraram as características medicinais da fruta, apresentando ação anti-inflamatória, antidiarreica e antisséptica, utilizada contra reumatismo e obesidade (RODRIGUES; CARVALHO, 2001). O extrato de acetato de etilo dos frutos de *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg atingiu resultados positivos contra o microorganismo *Mycobacterium tuberculosis* em células *in vitro* (PAVAN et al.,

2009).

Segundo Fernandes et al. (2015) os frutos apresentam atividade antiproliferativa e apoptótica em células de carcinoma de próstata humana PC-3, efeito hepatoprotetor.

Torres (1979) afirmava sobre as características antissépticas da casca dos frutos da espécie, recomendando o uso da mesma para lavagem de feridas, úlceras, infecções, gangrenas e picada de animais.

Lescano et al. (2016) analisaram o potencial do extrato metanólico da casca de *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg e identificaram compostos fenólicos, caracterizados pela capacidade antioxidante, protegendo o organismo contra o estresse oxidativo na hipersecreção intestinal, comprovando o potencial antidiarreico do fruto. Além disso, os pesquisadores investigaram os efeitos do extrato metanólico do fruto em células cancerígenas. O extrato foi capaz de inibir o crescimento de células de cólon humano após o tratamento de 24, 48 e 72 horas.

Souza et al. (2016) administraram o extrato hidroalcoólico da casca de guavira em ratos e concluíram este não tem toxicidade, tendo em vista que não houve mortalidade ou sinais clínicos característicos de intoxicação após a administração de dose de 2000 mg/kg. Em adição as análises realizadas, foi avaliada a capacidade anti-inflamatória do extrato, que foi positiva, promovendo uma redução no vazamento celular, levando à consequente redução de mediadores pró-inflamatórios. A administração do extrato da casca (100 mg/kg, diariamente durante 15 dias) também foi capaz de atenuar as respostas comportamentais dolorosas, ou seja, uma característica anti-hiperalgésica e antidepressiva.

Folhas e raízes da guavira também são muito utilizadas pela medicina popular regional para tratar diversos problemas de saúde. As folhas da *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg possuem propriedades medicinais, podendo ser utilizadas no tratamento da gripe e seus frutos atuam na recomposição da microbiota intestinal (Lorenzi et al., 2006). Também são utilizadas na medicina popular para desarranjos estomacais e infecções do trato urinário (PIVA, 2002), devido à característica antisséptica dessas vias (RODRIGUES; CARVALHO, 2001). A infusão das folhas de guavira é utilizada

como depurativa, purificadora, para diminuir o colesterol sanguíneo (BIAVATTI et al., 2004), para reverter infecções da garganta, vômitos e diarreia (MICHEL et al., 2013).

Na medicina tradicional regional, a raiz de *Campomanesia adamantium* O. Berg é utilizada para efeito antidiabético e para diminuir a peroxidação lipídica e o nível sérico lipídico, melhorando os fatores de risco para o desenvolvimento de doenças cardiometabólicas (ESPINDOLA et al., 2016).

2.3 Minerais: Macro e microelementos

2.3.1 Aspectos gerais

Os minerais são compostos inorgânicos, responsáveis pelas funções vitais no desenvolvimento do organismo, atuam em diversos sistemas fisiológicos, compõem os tecidos corpóreos, regulam o metabolismo, são ativadores e reguladores de enzimas, controlam os impulsos nervosos e o balanço ácido-base do organismo, também atuam na coagulação do sangue, síntese de hormônios e transporte de oxigênio. São nutrientes essenciais, uma vez que, não podem ser sintetizados pelo organismo humano e, portanto, devem ser ingeridos em forma de alimentos (CAMPOS, 2011; BECKER et al., 2014).

Os minerais são classificados em macroelementos, quando as necessidades diárias são iguais ou maiores que 100 mg/dia, neste grupo estão o cálcio, fósforo, magnésio, sódio, potássio, cloro e enxofre. Os microelementos são aqueles que as necessidades diárias são menores que 100 mg, como é o caso do ferro, zinco, iodo, selênio, manganês, flúor, molibdênio, cobre, cromo, cobalto e boro, elementos como estanho, níquel, vanádio e silício ainda podem ser chamados de ultratraço, por serem necessários em quantidades muito baixas (μg) no organismo humano (MAHAN et al., 2013).

As plantas necessitam de grandes concentrações de macroelementos para o seu desenvolvimento, enquanto a necessidade de micronutrientes é menor, dessa forma, o acúmulo dos minerais segue essa mesma proporção. Os macronutrientes ocorrem em concentrações de 10 a 5.000 vezes superior à dos micronutrientes (FAQUIN, 2005).

O conhecimento sobre o papel dos elementos no organismo humano é

recente, cerca de menos de 100 anos. Embora os minerais estejam presentes em pequena quantidade no organismo humano, desempenham papéis muito importantes para a saúde do homem. O acúmulo ou a deficiência dos minerais pode resultar em desordens no metabolismo (PRASHANTH et al., 2015), como por exemplo o retardo do crescimento e o desenvolvimento cognitivo, prejuízo do funcionamento imunológico e aumento dos riscos de doenças não transmissíveis, incluindo doenças esqueléticas, cardiovasculares e metabólicas. Cerca de 2 bilhões de pessoas ao redor do mundo correm risco de apresentarem uma ou mais deficiências de micronutrientes. Estima-se que a deficiência de Fe e Zn reduza o Produto Interno Bruto (PIB) dos países em desenvolvimento em 2 a 5% (KUMSSA et al., 2015)

Segundo Becker et al. (2014), conhecer a concentração de minerais é fundamental para o controle da qualidade e a segurança dos alimentos, bem como para a avaliação e adequação da ingestão destes nutrientes pela população.

2.3.2 Ingestão Dietética de Referência - IDR (Dietary Reference Intakes)

Em 1997, o US Institute of Medicine e Health Canadá foram responsáveis pela publicação das *Dietary Reference Intake* (DRIs), gerando conceitos inovadores e importantes sobre as recomendações nutricionais de macro e micronutrientes para a população, com o intuito de melhorar a qualidade de vida das pessoas saudáveis. A partir das recomendações de Ingestão Dietética de Referência (IDR) é possível averiguar os valores das necessidades diárias de cada nutriente para indivíduos de todas as faixas etárias, e assim dietas podem ser averiguadas quanto ao fornecimento de nutrientes ou componentes dietéticos suficientes para satisfazer os requisitos de populações saudáveis sem serem excessivas, reduzindo o risco de doenças crônicas (OTTEN; HELLWIG; MEYERS, 2006).

A necessidade dos nutrientes é estabelecida com base no peso corporal e estatura de homens e mulheres. Esses valores para grupos de indivíduos com mais de 19 anos de idade são baseados em medianas obtidas na população norte-americana pela terceira *National Health and Nutrition Examination Survey*, de

1988 a 1994. As recomendações possibilitam as definições de recomendações nutricionais para grande parte da população, mesmo que os valores de estatura e peso não sejam ideais para todas as pessoas (MAHAN et al., 2013).

Há um cuidado com as recomendações para cada grupo, considerando sexo e idade, devido às necessidades individualizadas de acordo com faixa etária, desenvolvimento sexual e estado reprodutivo das mulheres. As recomendações nutricionais são divididas em 5 grupos: crianças, homens, mulheres, gestantes e nutrízes. Cada grupo definido sugere valores para faixas etárias específicas, de acordo com suas características (INSTITUTE OF MEDICINE E HEALTH CANADÁ, 1997).

A Ingestão Dietética de Referência envolve quatro tipos de valores diários como referência para cada nutriente, são eles: Ingestão Dietética Recomendada, Ingestão Adequada, Limite Superior Tolerável de Ingestão e Necessidade média estimada (Tabela 1). No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) utiliza o valor recomendado pela IDR como referência para ingestão de nutrientes diariamente (ANVISA, 2005). A legislação brasileira segue a tendência mundial no que se refere à qualidade e segurança dos alimentos, estabelecendo a cooperação internacional.

Os valores de RDA e AI devem ser utilizados como meta de ingestão, uma vez que se o consumo estiver acima da RDA há maior probabilidade da necessidade do nutriente ser atendida. As referências para EAR e UL são adequadas para avaliação das quantidades de minerais de dietas, considerando que uma ingestão habitual dos nutrientes abaixo da EAR apresenta maior possibilidade de inadequação desses nutrientes e, acima do UL, maiores chances de risco de desenvolver efeitos adversos (PADOVANI et al., 2006).

Tabela 1 - Tipos de valores diários de referência para ingestão de minerais.

Ingestão Dietética Recomendada (Recommended Dietary Allowance - RDA):	Valor médio de ingestão diária de nutrientes estimada para atender as necessidades de aproximadamente 97,5% de uma população saudável. Garantem o atendimento das necessidades de cada indivíduo. Meta de ingestão nutricional para evitar carências.
Necessidade média estimada (Estimated Average Requirement - EAR)	Valor médio de ingestão diária de um nutriente para atender as necessidades de 50% da população saudável. Avaliação e planejamento do consumo de grupos populacionais
Ingestão Adequada (Adequate intake - AI)	Média de ingestão diária de um nutriente cujo estudos disponíveis não permitiram o estabelecimento de um valor de RDA e EAR, porém a observação de consumo e dados experimentais possibilitou recomendá-lo.
Limite Superior Tolerável de Ingestão (Tolerable Upper Intake Level - UL)	Nível máximo tolerável de ingestão de um nutriente, sem trazer riscos de efeitos adversos à saúde do indivíduo. A determinação dos valores de UL surgiu frente à preocupação quanto ao uso inadequado de suplementos nutricionais. Não deve ser usado como valor de referência para recomendação.

Fonte: PHILIPPI, 2014.

2.3.3 Sódio (Na)

O sódio é um metal alcalino da família 1A. É considerado um eletrólito, o principal cátion do líquido extracelular. Cerca de 35% a 40% do sódio corporal total está localizado no esqueleto (MAHAN et al., 2013). Porém, é encontrado em todos os fluidos corporais. O corpo humano adulto contém cerca de 100 gramas de sódio (Na⁺) (KUMAR et al., 2017).

No organismo humano, o sódio age com outros eletrólitos, como o potássio, para regular a pressão osmótica e manter o equilíbrio hídrico (COZZOLINO; COMINETTI, 2013). A manutenção dos níveis séricos de sódio é vital, porque a hiponatremia grave pode resultar em convulsões, coma e morte. O mineral é prontamente reabsorvido no intestino e transportado para os rins, onde é filtrado e volta para o sangue para que as concentrações corporais sejam mantidas. Cerca de 90% a 95% da perda corporal de sódio se dá pela urina, enquanto o restante é excretado nas fezes e suor (MAHAN et al., 2013).

A necessidade de sódio (AI) para crianças de 1 a 3 anos de idade é de 1000 mg/dia, 1200 mg/dia para 4 a 8 anos, 1500 mg/dia para indivíduos de 9 a 50 anos e gestantes, 1300 mg/dia para homens e mulheres de 51 a 70 anos e 1200 mg/dia para idosos com idade superior a 70 anos (INSTITUTE OF MEDICINE (US) PANEL ON DIETARY REFERENCE INTAKES FOR ELECTROLYTES; WATER, 2005).

O sódio é encontrado naturalmente nos alimentos, tais como leite, carne, marisco, em condimentos como molho de soja, e em alimentos processados que geralmente possuem grandes quantidades do mineral, como pães, biscoitos, carnes e lanches. Além destes, o sal de mesa (cloreto de sódio) pode ser uma fonte de sódio (ABURTO et al., 2013).

O consumo reduzido de sódio diminui a pressão arterial, pois o sódio é um nutriente essencial, necessário para a manutenção do volume do plasma, equilíbrio ácido-base, a transmissão de impulsos nervosos, e a função celular normal, assim, o baixo consumo pode prejudicar as funções citadas (ABURTO et al., 2013).

A ingestão excessiva de sódio está associada a um aumento da pressão arterial, que é uma das principais causas de doenças cardiovasculares. Estima-se

que 62% dos acidentes vasculares cerebrais e 49% das doenças coronarianas são causados por pressão arterial elevada. O excesso de consumo de sódio também tem sido associado a inúmeros outros efeitos negativos para a saúde, incluindo o câncer gástrico, diminuição da densidade mineral óssea e, possivelmente, obesidade (LIEM; MIREMADI; KEAST, 2011).

2.3.4 Potássio (K)

O potássio é um metal alcalino, pertencente à família 1A. No corpo humano adulto, a quantidade existente de potássio (K^+) é de 140 gramas. Assim como o sódio, o potássio é um importante eletrólito, um dos principais fluidos corporais. O mineral participa do compartimento intracelular e, sua concentração é muito bem controlada, assim, junto ao magnésio, neutraliza o excesso de carga negativa no interior das células (SILVA; MURA, 2016).

O potássio está envolvido na manutenção do equilíbrio hídrico normal, equilíbrio osmótico e no equilíbrio ácido-base, na promoção do crescimento celular, e no músculo está relacionado à massa muscular e armazenamento de glicogênio. Junto ao cálcio, participa da regulação da atividade neuromuscular, em conjunto com o sódio, o potássio determina os potenciais de membrana nos nervos e nos músculos, além disso, o elemento é componente da bomba de sódio/potássio ATPase (MAHAN et al., 2013).

O potássio é um nutriente prontamente absorvido e sua excreção é feita por urina, fezes e pelo suor. Por ser amplamente encontrado em alimentos naturais, como frutas, verduras, legumes, carnes e grupo do leite, a deficiência de potássio (hipocalemia) é rara, mas pode acontecer em decorrência de perdas associadas a vômitos e diarreia, sem a devida reposição (PHILIPPI, 2015).

A necessidade de potássio para crianças de 1 a 3 anos é de 3000mg/dia, para 4 a 8 anos é de 3800 mg/dia, 4500 mg/dia na adolescência (9 a 13 anos) e 4700 mg/dia para todas as faixas etárias a partir dos 14 anos, tanto homens quanto mulheres (INSTITUTE OF MEDICINE (US) PANEL ON DIETARY REFERENCE INTAKES FOR ELECTROLYTES; WATER, 2005).

Estudos epidemiológicos têm mostrado que a deficiência de potássio e, os altos níveis de sódio na alimentação, comum em dietas modernas, são

responsáveis por um aumento na pressão arterial e na sensibilidade ao sal (KUMAR et al., 2017; TERKER et al., 2015).

Evidências sugerem que baixas concentrações de potássio sérico estão associadas com diabetes incidente e aumento do risco de diabetes em pessoas com hipertensão. Um estudo de Meisinger et al. (2013) mostrou a associação entre o baixo nível de potássio sérico e o pré-diabetes em adultos hipertensos.

De acordo com Mahan et al. (2013), tanto hipocalcemia quanto a hipercalemia (altos níveis séricos) podem gerar implicações cardíacas devastadoras. Philippi (2015) afirma que a hipercalemia ocorre principalmente em casos de pacientes com nefropatias e na incapacidade de excreção.

2.3.5 Cálcio (Ca)

O cálcio está localizado no grupo 2A da tabela periódica, classificado como metal alcalinoterroso. Dentre os metais, é o mais abundante no organismo humano, corresponde a 1,5 a 2% da massa corporal. Aproximadamente 99% do cálcio corporal (Ca^{++}) está estocado em ossos e dentes, onde é seu principal constituinte, enquanto o 1% restante está localizado no sangue, fluidos extracelulares e dentro das células de todos os tecidos, onde tem papel central nas funções celulares como transmissor de sinais do meio extracelular para o intracelular ou como ativador ou estabilizador de proteínas funcionais envolvidas nessas atividades (COZZOLINO; COMINETTI, 2013; MAHAN et al., 2013), além disso, esse mineral participa ativamente na contração muscular, mitose e coagulação sanguínea (MILLER et al., 2001).

A manutenção dos estoques de cálcio ocorre por meio da ingestão alimentar e da absorção de aproximadamente 30% deste. Os maiores responsáveis pela absorção do mineral são o intestino, responsável pela absorção proveniente da alimentação e os rins, que realizam a absorção tubular renal (COZZOLINO; COMINETTI, 2013).

As necessidades diárias de cálcio variam de acordo sexo e idade. A RDA de cálcio para crianças de 1 a 3 anos é de 700 mg/dia; 1000mg para crianças de 4 a 8 anos; 1300 mg/dia para adolescentes de ambos os sexos de 9 a 18 anos; 1000 mg/dia para homens de 19 a 70 anos e 1200 mg/dia para idosos do sexo

masculino com idade superior a 70 anos. Para mulheres a recomendação é de 1300 mg/dia para faixa etária de 9 a 18 anos e gestantes de 14 a 18 anos. Mulheres com idade entre 19 e 50 anos necessitam de 1000 mg de cálcio diariamente, o mesmo que gestantes nessa mesma faixa etária. Mulheres com idade superior a 50 anos necessitam de 1200 mg/dia (INSTITUTE OF MEDICINE (US) STANDING COMMITTEE ON THE SCIENTIFIC EVALUATION OF DIETARY REFERENCE INTAKES et al., 1997).

Inicialmente a ingestão inadequada de cálcio dietético não produz sintomas óbvios, isso porque os níveis sanguíneos circulantes de cálcio são rigorosamente regulados. A hipocalcemia resulta principalmente de problemas ou tratamentos médicos, como insuficiência renal, remoção cirúrgica do estômago e uso de medicamentos como diuréticos. Sintomas de hipocalcemia incluem dormência e formigamento nos dedos, câimbras musculares, convulsões, letargia, falta de apetite e ritmos cardíacos anormais (WEAVER; HEANEY, 2006).

A ingestão inadequada de cálcio em longo prazo provoca osteopenia que, se não tratada, pode levar à osteoporose. O risco de fraturas ósseas também aumenta, especialmente em indivíduos mais idosos. A deficiência de cálcio também pode causar raquitismo, embora seja mais comumente associada à deficiência de vitamina D (DEL VALLE et al., 2011). Em populações onde a ingestão de cálcio é baixa, a suplementação de cálcio como parte do pré-natal é recomendada para a prevenção da pré-eclâmpsia em mulheres grávidas, particularmente entre aquelas com maior risco de hipertensão (WHO, 2013).

Heaney (2006) afirma que o consumo de cálcio pode prevenir doenças como a osteoporose, hipertensão arterial, obesidade e câncer de cólon. Heaney e Rafferty (2009) destacaram que altas ingestões dietéticas de cálcio associam-se à prevalência diminuída de sobrepeso e obesidade. Esse efeito pode estar relacionado com a supressão de PTH e 1,25 hidroxivitamina D, que resulta na inibição de lipogênese e no aumento da lipólise. Outra resposta pode ser a excreção de gordura fecal aumentada, devido à formação de sabão. O estudo de Sergeev e Song (2014) obteve resultado semelhante, ao mostrar que camundongos obesos submetidos à dieta com elevado teor de cálcio apresentaram apoptose no tecido adiposo.

2.3.6 Fósforo (P)

O fósforo é um elemento da classe não metal, localizado na família 5A da tabela periódica. No organismo humano, o fósforo é encontrado principalmente na forma de fosfatos (PO_4^{3-}) e apenas uma pequena porção está em forma livre. Cerca de 85% do fósforo no organismo está contido no tecido ósseo, 14% nos músculos esqueléticos e tecidos moles e 1% nos fluídos corporais (COZZOLINO; COMINETTI, 2013).

O fósforo proveniente da alimentação apresenta-se nas formas orgânicas e inorgânicas. A porção orgânica é hidrolisada por fosfatases intestinais até o fósforo inorgânico. A taxa de absorção varia de 55 a 90%, variando de acordo com a idade e o estado nutricional do indivíduo. Sua absorção é rápida, aproximadamente 1 hora após a ingestão da refeição (COZZOLINO; COMINETTI, 2013; MAHAN et al., 2013).

Em forma de fosfato, o fósforo tem papel muito importante em várias funções do corpo, como a produção de ácido desoxirribonucléico (DNA), ácido ribonucleico (RNA) e trifosfato de adenosina (ATP), principal forma de energia celular. O mineral também está presente na membrana celular através dos fosfolipídios, nas reações de fosforilação-desfosforilação, na reação tampão –para controle do pH do corpo, mantendo um balanço ácido-básico dentro de limites estreitos-, e combinado ao cálcio é capaz de formar a hidroxiapatita, molécula orgânica que compõe ossos e dentes (SILVA; MURA, 2016).

A necessidade de fósforo para crianças de 1 a 3 aos é de 460 mg/dia e 500 mg/dia para 4 a 8 anos, para adolescentes de 9 a 18 anos recomenda-se 1250 mg do mineral por dia. A partir dos 19 anos de idade o indivíduo deve ter 700 mg de fósforo incluso em sua dieta diariamente (INSTITUTE OF MEDICINE (US) STANDING COMMITTEE ON THE SCIENTIFIC EVALUATION OF DIETARY REFERENCE INTAKES et al., 1997)

A deficiência de fosfato é rara. Pode se desenvolver em indivíduos que utilizam fármacos conhecidos como ligantes de fosfato para doenças renais ou em idosos por baixas ingestões em geral. A depleção de fósforo reflete em suas funções no organismo: síntese diminuída de ATP e moléculas de fosfato orgânico, anormalidades neurais, musculares, esqueléticas, hematológicas, renais e outras (MAHAN et al., 2013).

Alimentos industrializados recebem acréscimos de fósforo como sais inorgânicos de fosfato ou como parte de moléculas orgânicas para que seu tempo de prateleira seja aumentado e sua aparência melhorada. Assim, pessoas que fazem uso rotineiro desses produtos recebem quantidades extras de fosfatos minerais (ANDERSON, 2013). A toxicidade consequente de um consumo crônico de fósforo e baixo de cálcio pode elevar a concentração do Hormônio da Paratireóide (PTH), o que por sua vez contribui para que haja um *turnover* ósseo, reduzindo a massa e a densidade e aumentando a fragilidade dos ossos (MAHAN et al., 2013).

2.3.7 Ferro (Fe)

O ferro pertence à família 8B da tabela periódica. O elemento foi reconhecido como nutriente essencial há mais de um século e a carência nutricional de ferro ainda é mais comum no mundo. O corpo adulto contém ferro em duas formas principais: ferro funcional na hemoglobina, mioglobina e em enzimas, e o ferro armazenado na ferritina, na hemossiderina e na transferrina. Homens saudáveis possuem cerca de 3,6 g de ferro funcional total, enquanto as mulheres possuem por volta de 2,4 g (MAHAN et al., 2013).

O ferro adquirido através da dieta também é encontrado em duas formas: o ferro heme, ferroso (Fe^{2+}), de melhor absorção, provenientes da hemoglobina e da mioglobina de alimentos de origem animal (carnes vermelhas, frango e peixe); e o ferro não-heme, férrico (Fe^{3+}), de menor absorção, porém maior concentração em tecidos vegetais (grãos, verduras, legumes, frutas e castanhas) (COZZOLINO; COMINETTI, 2013).

A absorção de ferro pode ocorrer em qualquer local do intestino delgado, mas é mais eficiente no duodeno. No intestino, o ferro atravessa uma camada de muco e se liga neste para alcançar a borda em escova do enterócito. O ferro no estado ferroso (Fe^{2+}) é mais solúvel do que o ferro na forma férrica (Fe^{3+}), portanto o Fe^{2+} atravessa a camada de muco mais rapidamente. Na borda em escova o mineral é ligado as proteínas ligantes de Fe, que transferem-no para dentro da célula (SILVA; MURA, 2016).

O ferro está envolvido em diversas funções importantes no organismo

humano. Ele participa da formação dos glóbulos vermelhos, no transporte de oxigênio e gás carbônico, na transferência de elétrons, em reações de oxidação-redução, na produção de energia celular, na proteção ao sistema imunológico, na conversão de caroteno em vitamina A, na síntese do colágeno, na formação de purinas, na remoção de lipídios do sangue, na detoxificação de drogas do fígado, na produção de anticorpos, na síntese da carnitina, na síntese de DNA e divisão celular, na síntese de tiroxina (T4) e tri-iodotironina (T3) (SILVA; MURA, 2016).

A RDA de ferro para crianças de 1 a 3 anos é de 7 mg/dia; 10 mg/dia para 4 a 8 anos e 8 mg/dia para 9 a 13 anos. Para adolescentes do sexo masculino com idade entre 14 e 18 anos a necessidade é de 11 mg/dia, e 8 mg/dia para homens a partir 19 anos de idade. A recomendação para o sexo feminino é de 15 mg/dia para 9 a 13 anos; 18 mg/dia para 19 a 50 anos, 8 mg/dia para mulheres com idade a partir de 51 anos e 27 mg/dia para gestantes (TRUMBO et al., 2001).

A deficiência de ferro ocorre quando as perdas de ferro ou as exigências excedem a absorção e muitas vezes é multifatorial. É crucial determinar as causas subjacentes da deficiência, em vez de apenas tratá-la com suplementação do mineral. Entre os fatores que podem causar deficiência de ferro estão as exigências fisiológicas aumentadas, por exemplo, durante a gravidez e o crescimento. Doenças gastrointestinais, como colite ulcerativa e doença de Crohn, ou até mesmo uma cirurgia bariátrica aumentam o risco de deficiência (BJØRKLUND et al., 2017).

Um acúmulo anormal de ferro pode acontecer em casos de transfusões sanguíneas frequentes, ou ingestão de grandes quantidades a longo prazo. A saturação de apoferritina tecidual, proteína que capta o ferro e permite sua absorção, é seguida pelo aparecimento de hemossiderina, que é similar à ferritina, porém com maior conteúdo de ferro e muito insolúvel. A hemossiderose é uma condição de armazenamento de ferro que se desenvolve em indivíduos que consomem quantidades muito elevadas de ferro ou com alterações genéticas que resultam em absorção excessiva do mineral. Quando a hemossiderose está associada ao dano tecidual, ela é chamada de hemocromatose. O ferro em excesso pode contribuir para geração de radicais livres, que atacam moléculas celulares, aumentando moléculas com potencial carcinogênico dentro das células (MAHAN et al., 2013).

2.3.8 Manganês (Mn)

O manganês é um metal de transição pertencente à família 7B, essencial para o funcionamento dos sistemas biológicos dos seres vivos. O conteúdo total de manganês no organismo é de 10 a 20 mg, com meia-vida biológica de três a dez semanas, sendo um pouco maior dos homens. Em uma refeição, cerca de 1,5% do manganês ingerido é absorvido ao longo do intestino delgado (COZZOLINO; COMINETTI, 2013).

Os seres humanos são facilmente expostos ao manganês do ar, do solo e das vias navegáveis devido à erosão natural, bem como a partir de fontes industriais artificiais. Contudo, a via primária de exposição humana ao elemento resulta da ingestão diária de alimentos. A variedade de suas fontes alimentares permite aos seres humanos obter facilmente níveis adequados do mineral. Grãos integrais, leguminosas, arroz e nozes contêm os mais altos níveis de manganês, mas o nutriente também pode ser encontrado em chocolate, chá, vegetais verdes e algumas frutas como blueberries (CHEN et al., 2015).

A forma absorvida pelo organismo é a Mn^{2+} , e pode estar presente em soluções neutras, metaloenzimas ou formando um complexo com enzimas. O Mn^{3+} é encontrado no plasma, tem o importante papel de ligar-se à transferrina e interagir com o ferro férrico (COZZOLINO; COMINETTI, 2013). O manganês está presente em todos os tecidos e é necessário para o metabolismo normal de aminoácidos, lipídios, proteínas e carboidratos. As famílias de enzimas dependentes incluem oxidoreductases, transferases, hidrolases, liases, isomerases e ligases. As metaloenzimas de manganês incluem arginase, glutamina sintetase, fosfoenolpiruvato decarboxilase e Manganês superóxido dismutase (MnSOD). O mineral está envolvido na função de numerosos sistemas de órgãos. É necessário para a função imune normal, regulação do açúcar no sangue e energia celular, reprodução, digestão, crescimento ósseo, e ajuda nos mecanismos de defesa contra os radicais livres, em conjunto com a vitamina K suporta a coagulação do sangue e hemostasia (ASCHNER; ASCHNER, 2005).

Os valores de AI determinados para manganês são de 1,2 mg/dia para crianças de 1 a 3 anos de idade e 1,5 mg/dia para 4 a 8 anos. A necessidade diária para o meninos de 9 a 13 anos é de 1,9 mg; 2,2 mg para 14 a 18 anos e 2,3 mg/dia para homens com idade a partir dos 19 anos. Para meninas de 9 a 18

anos a recomendação é de 1,6 mg/dia e 1,8 mg/dia para mulheres a partir dos 19 anos. A necessidade de manganês para gestantes, independente da idade, é de 2 mg/dia (TRUMBO et al., 2001).

Nas décadas de 80 e 90 autores buscavam analisar as consequências de dietas pobres em manganês fornecidas para homens e mulheres (FRIEDMAN ET AL., 1987; PENLAND E JOHNSON, 1993). Os homens submetidos a esse experimento desenvolveram erupção eritematosa em suas costas, enquanto as mulheres que consumiam menos de 1 mg de manganês ao dia tiveram o humor alterado e aumento da dor durante a fase pré-menstrual.

A deficiência de manganês em seres humanos é extremamente rara, pois suas fontes alimentares são comuns e variadas, entretanto algumas doenças parecem estar relacionadas com distúrbios de seu metabolismo. Concentrações reduzidas do mineral já foram encontradas em indivíduos com síndrome de Down, doenças nas articulações, epilepsia e osteoporose, além disso, a deficiência desse nutriente pode ser um possível fator etiológico para a má formação congênita e erros inatos de metabolismo. Devido à estreita ligação de manganês ao funcionamento de enzimas, seu déficit de manganês resulta em alterações bioquímicas e defeitos estruturais em ossos e cartilagens, também nota-se anormalidades no metabolismo de carboidratos, diminuição da tolerância à glicose, alterações no metabolismo lipídico e na síntese e na ação da insulina (COZZOLINO; COMINETTI, 2013).

A toxicidade por manganês desenvolveu-se em mineradores, por meio de absorção do mineral através de via respiratória. O excesso do elemento se acumula no fígado e no sistema nervoso central, gerando sintomas muito semelhantes aos da doença de Parkinson (MAHAN et al., 2013), o manganismo. Os pacientes com manganismo apresentam sintomas como bradicinésia e rigidez, redução da velocidade de resposta, irritabilidade, alterações de humor (CHEN et al., 2015).

2.3.9 Zinco (Zn)

O zinco é classificado como um metal de transição e pertence à família 2B da tabela periódica, possui um único estado de oxidação, Zn^{2+} . É o terceiro elemento mais abundante no meio intracelular, é encontrado no citossol, em vesículas, organelas e no núcleo. Sua geometria de coordenação flexível o torna ideal para o centro ativo de enzimas, agindo como um catalizador de reações (SILVA; MURA, 2016).

O zinco é um dos minerais de maior importância para o organismo humano, está distribuído em todos os tecidos corpóreos, fluidos e secreções, sendo 80% em ossos, músculos, fígado e pele, e menos de 0,5% estão no sangue. Fluidos extracelulares representam o mais importante compartimento corporal de zinco para o metabolismo. O zinco participa do metabolismo de macronutrientes e ácidos nucleicos, tem função na transcrição gênica, integridade das membranas, defesa antioxidante, imunidade, manutenção do apetite, da cicatrização e da visão noturna (COZZOLINO; COMINETTI, 2013).

O zinco também participa da regulação da síntese da metalotioneína, proteína de baixo peso molecular, importante na defesa contra radicais livres, o que evidencia o papel desse mineral como antioxidante. Além disso, o zinco atua na redução da produção de citocinas pró-inflamatórias, dessa forma, também funciona como um anti-inflamatório. Assim, esse mineral pode ter papel antioxidante e anti-inflamatório em doenças crônicas (KLOTZ et al., 2003; PRASAD et al., 2009; MARREIRO, 2013).

O zinco é absorvido ao longo de toda a extensão do intestino delgado. A absorção de Zn mediada por carreador predomina em baixos níveis de Zn na dieta. A extrusão do Zn para fora do enterócito, através da membrana basolateral, é provavelmente dependente de carreador e de ATP (ATPase específica para Zn). Em situações de baixo estado nutricional de Zn, a absorção transcelular predomina. Quando o estado nutricional de Zn está alto, a absorção é inibida. Essa inibição parece ser resultante da produção de metalotioneína, uma proteína ligante de Zn. Metalotioneína é uma proteína de baixo peso molecular (6,1kDa) encontrada no citossol e produzida em resposta a altos níveis de zinco e de cobre, assim como de metais pesados, como cádmio e mercúrio. Os altos níveis

de metalotioneína nos enterócitos têm ação de se ligar ao Zn e bloquear a sua absorção. O metal bloqueado é posteriormente eliminado do organismo pela descamação dos enterócitos no intestino (SILVA; MURA, 2016).

A RDA de zinco determina a necessidade de 3 mg/dia para crianças de 1 a 3 anos; 5 mg/dia para 4 a 8 anos; 8 mg/dia para 9 a 13 anos; para indivíduos do sexo masculino a recomendação é de 11 mg/dia a partir dos 14 anos de idade. Para meninas com idade entre 14 e 18 anos, a necessidade é de 9 mg/dia e partir dos 19 anos 8 mg/dia. Durante a gestação determina-se 12 mg/dia para mulheres de 14 a 18 anos e 11 mg/dia para 19 a 50 anos (TRUMBO et al., 2001).

Por outro lado, a deficiência de zinco pode resultar em baixa estatura, hipogonadismo, anemia leve, baixa concentração de zinco no plasma, hipogeusia (acuidade de paladar diminuída, cicatrização mais lenta, alopecia, lesões cutâneas e diminuição de respostas imunológicas. A toxicidade a partir do zinco adquirido através da alimentação é rara. A suplementação excessiva de zinco pode prejudicar a absorção de cobre (MAHAN et al., 2013).

2.3.10 Cobalto (Co)

O cobalto é um metal de transição da família 8B. Existe na forma de íons Co^{2+} e Co^{3+} . Um adulto contém cerca de 1,1 g desse micromineral no organismo e estima-se que a necessidade diária seja de 0,1 μg por dia (PRASHANTH et al, 2015). O mineral um cofator da vitamina B_{12} (KUMAR et al., 2017).

O cobalto pode compartilhar do mesmo mecanismo de transporte intestinal que o ferro, por isso sua absorção é maior em indivíduos com baixa ingestão deficiente de ferro, bem como pacientes com cirrose portal, sobrecarga de ferro e hemocromatose idiopática. O cobalto tem como principal via de excreção a urina, enquanto pequenas quantidades são eliminadas por meio das fezes, suor e cabelo (MAHAN et al., 2013).

De forma geral, os alimentos são fontes de cobalto, sendo consumido aproximadamente 11 μg do elemento por dia em dietas habituais, incluindo os alimentos fontes de vitamina B_{12} (carnes vermelhas, peixes, fígado, miúdos, frutos do mar, leite, ovos e carne de aves), onde encontra-se o cobalto na sua estrutura (U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES, 2004).

O mineral é armazenado nas hemácias, plasma, fígado, rim, baço e pâncreas. Além de componente importante da vitamina B₁₂, ele induz a eritropoietina e bloqueia a absorção de iodo pela tireóide. O cobalto desempenha um papel no metabolismo da metionina, onde controla a transferência de enzimas como a homocisteína metiltransferase (PRASHANTH et al, 2015).

O cobalto também tem sido utilizado como tratamento para anemia (0,16-1,0 mg de cobalto/kg de peso corporal), incluindo em mulheres grávidas, porque provoca a produção de hemácias. Em níveis de exposição muito elevados, o cobalto pode aumentar a produção de hemácias em pessoas saudáveis (U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES, 2004).

A deficiência de cobalto leva à fadiga, distúrbios digestivos e problemas neuromusculares, assim como à diminuição da disponibilidade da vitamina B₁₂, ocorrendo um aumento de muitos sintomas e problemas relacionados com deficiência de B₁₂, particularmente anemia perniciosa e danos nervosos (PRASHANTH et al, 2015).

Na oferta de dieta com teor elevada de cobalto inorgânico (livre de cobalamina) para animais, foi observado o excesso de produção de hemácias, hiperplasia de medula óssea, reticulocitose e aumento de volume sanguíneo (MAHAN et al., 2013)

2.3.11 Cobre (Cu)

O cobre é um metal de transição da família 1B. É estabelecido como nutriente essencial para saúde humana. O cobre apresenta quatro estados de oxidação (Cu^0 , Cu^{+1} , Cu^{+2} e Cu^{+3}) predominando nos sistemas biológicos como Cu^{+2} , chamado de íon cúprico. O íon cuproso (Cu^{+1}) é instável sendo facilmente oxidado a íon cúprico (LINDER et al., 1996). As concentrações de cobre são mais elevadas no fígado, no cérebro, no coração e nos rins, nos músculos a concentração de cobre é baixa, além disso, o elemento é constituinte sanguíneo (MAHAN et al., 2013).

O cobre está amplamente distribuído em produtos de origem animal, exceto o leite, que possui pequena quantidade do mineral. Os alimentos ricos

nesse nutriente são os mariscos, vísceras, carnes, chocolate, nozes, grãos de cereais e leguminosas (SILVA; MURA, 2016).

O elemento tem papel bioquímico primariamente catalítico como constituinte das cuproenzimas que atuam como oxidases, além de compor, também, algumas proteínas com importantes funções orgânicas. Considerando esses aspectos, entende-se porque todos os organismos necessitam de cobre para processos biológicos envolvidos na respiração, no transporte de ferro, na proteção contra estresse oxidativo, na formação óssea e de vasos sanguíneos, na coagulação sanguínea e no crescimento celular (COZZOLINO; COMINETTI, 2013).

A deficiência de cobre é classicamente associada a uma variedade de anormalidades hematológicas, incluindo anemias hipocrômicas e microcíticas, leucopenia, neutropenia e pancitopenia. As manifestações neurológicas e perda de visão também já foram relatadas como resultado da deficiência de cobre. A deficiência do mineral devido à ingestão dietética inadequada é rara. Sua absorção ocorre principalmente no intestino delgado proximal e requer ácido gástrico para a biodisponibilidade do cobre a partir de fontes alimentares. Vários relatórios mostram que a deficiência de cobre pode ocorrer devido à capacidade absorptiva reduzida após ressecção gástrica parcial ou completa, ressecções do intestino delgado ou cirurgia bariátrica, suplementação com zinco oral ou uso de cremes dentários com alto teor de zinco (o zinco compete com o cobre para absorção intestinal) (YARANDI et al., 2004).

As recomendações diárias de cobre são de 340 µg/dia para crianças de 1 a 3 anos; 440 µg/dia para 4 a 8 anos; 700 µg/dia para 9 a 13 anos; 890 µg/dia para 14 a 18 anos; 900 µg/dia para indivíduos a partir dos 19 anos de idade. Para gestantes a recomendação diária é de 1000 µg/dia (TRUMBO et al., 2001).

O excesso de suplementação e sais de cobre na agricultura podem levar à cirrose hepática à anormalidade na formação de eritrócitos (MAHAN et al., 2013).

2.3.12 Cromo (Cr)

O cromo é um metal de transição da família 6B, e se apresenta em valências que variam de +2 a +6. Assim, a atividade biológica, a absorção, a distribuição tecidual e a toxicidade desse metal são conferidas de acordo com seu estado de valência. A forma essencial ao organismo é a trivalente (Cr^{3+}) (COZZOLINO; COMINETTI, 2013).

As informações sobre os efeitos benéficos do cromo e seu uso na dieta são controversas. Segundo Eastmond et al. (2008) a absorção moderada de cromo trivalente (Cr^{3+}) através de suplementos dietéticos não apresenta risco. Katz e Salem (1992) afirmaram que o cromo hexavalente (Cr^{+6}), no entanto, é muito tóxico e mutagênico quando inalado. Os compostos de cromo hexavalente são mais tóxicos do que os compostos de cromo trivalentes quando ambos são administrados pela via oral.

O cromo é considerado um mineral-traço essencial que participa ativamente do metabolismo de carboidratos, principalmente co-atuando com a insulina, melhorando a tolerância à glicose. Contudo, por agir estimulando a sensibilidade à insulina, o cromo pode influenciar também no metabolismo protéico, promovendo maior estímulo da captação de aminoácidos e, conseqüentemente, aumentando a síntese protéica. Apesar de não ter sido identificada nenhuma enzima dependente de cromo, este mineral parece inibir a enzima hepática hidroximetilglutaril-CoA-redutase, diminuindo a concentração plasmática de colesterol, assim é atribuído ao cromo um efeito lipolítico (GOMES et al., 2005).

As necessidades diárias de cromo são de 11 $\mu\text{g}/\text{dia}$ para crianças com idade entre 1 e 3 anos e 15 $\mu\text{g}/\text{dia}$ para crianças de 4 a 8 anos. Para o sexo masculino as recomendações são de 25 $\mu\text{g}/\text{dia}$ para 9 a 13 anos; 35 $\mu\text{g}/\text{dia}$ para a faixa etária de 14 a 50 anos e 30 $\mu\text{g}/\text{dia}$ para homens com idade a partir dos 51 anos. Para o sexo feminino os valores de AI são de 21 $\mu\text{g}/\text{dia}$ para 9 a 13 anos, 24 $\mu\text{g}/\text{dia}$ para 14 a 18 anos, 25 $\mu\text{g}/\text{dia}$ para 19 a 50 anos e 20 $\mu\text{g}/\text{dia}$ para mulheres com idade a partir dos 51 anos. Gestantes com idade entre 14 e 18 anos necessitam de 29 $\mu\text{g}/\text{dia}$, e 30 $\mu\text{g}/\text{dia}$ para gestantes com idade a partir de 19 anos (TRUMBO et al., 2001).

Levedo de cerveja, ostras, fígado e batatas possuem um alto teor do mineral, enquanto frutos do mar, grãos integrais, queijos, frango, carnes e farelos possuem concentrações médias. A deficiência de cromo pode gerar resistência à insulina e algumas anormalidades lipídicas que podem ser revertidas pela suplementação do mineral. Alguns estudos epidemiológicos sugerem baixas concentrações de cromo em pacientes diabéticos (MAHAN et al., 2013).

Poucos casos de intoxicação por excesso de cromo foram reportados. Por outro lado, o cromo hexavalente (Cr^{6+}) é um agente carcinogênico e mutagênico, sendo que a inalação deste pode causar câncer nos pulmões, sendo então classificado como agente carcinogênico (SILVA, 2016).

2.3.13 Molibdênio (Mo)

O molibdênio é um elemento traço, do grupo dos metais de transição, pertencente à família 6B. O mineral possui cinco estados de valência (+2, +3, +4, +5 e +6), sendo mais comuns o Mo^{4+} e o Mo^{6+} . Para seu transporte e armazenamento em tecidos, o molibdênio encontra-se geralmente ligado a proteínas. As maiores concentrações do mineral foram encontradas no fígado, rins e suprarenal, enquanto as menores, na pele, esôfago, traquéia, aorta, útero e bexiga (COZZOLINO; COMINETTI, 2013).

Nos seres humanos, este elemento traço essencial funciona como um cofator para três enzimas que desempenham um papel integral no metabolismo: xantina oxidase, aldeído oxidase e sulfito oxidase, enzimas catalisadoras das reações de oxirredução. Estudos anteriores da saúde humana também mostraram que o molibdênio tem o potencial de alterar os níveis de testosterona sérica (LEWIS; JOHNS; MEEKER, 2016; MAHAN et al., 2013)

Molibdênio é um elemento de ocorrência natural encontrado em baixos níveis em vários alimentos, como leguminosas, folhas, grãos e carnes, também está presente em suplementos nutricionais e tem importantes aplicações industriais (LEWIS; JOHNS; MEEKER, 2016).

A RDA para molibdênio é de 17 $\mu\text{g}/\text{dia}$ para crianças de 1 a 3 anos, 22 $\mu\text{g}/\text{dia}$ para 4 a 8 anos; 34 $\mu\text{g}/\text{dia}$ para indivíduos entre 9 e 13 anos, 43 $\mu\text{g}/\text{dia}$

para 14 a 18 anos, 45 µg/dia para adultos a partir dos 19 anos e 50 µg/dia para gestantes de qualquer idade (TRUMBO et al., 2001).

Embora a deficiência de molibdênio seja rara em seres humanos, níveis insuficientes ou inexistentes das enzimas contendo o mineral têm sido associados com câncer de boca e esofágico, convulsões, retardo mental e morte precoce (KUMAR et al., 2017; SCHWARZ; BELAIDI, 2013).

O excesso de absorção de molibdênio demonstrou produzir deformidades ósseas e está associado a uma síndrome semelhante à gota, porém, não existe um biomarcador adequado para avaliar de forma precisa (KUMAR et al., 2017, MAHAN et al., 2013)

2.3.14 Silício (Si)

O Silício é amplamente distribuído na natureza, é classificado como um não-metal da família 4A, e considerado um elemento ultratraço, por ser encontrado em quantidades muito baixas no organismo humano, além disso, sua essencialidade ainda é incerta. A primeira evidência de sua importância biológica foi obtida a partir de experimentos de cultura óssea in vitro, em que foi estabelecido um papel fisiológico para este oligoelemento nos processos de calcificação óssea (BISSE, 2005; NIELSON, 2008).

Antigos estudos experimentais com animais mostraram que o silício parece atuar na formação óssea e produção de mucopolissacarídeos, glicosaminoglicanos e colágeno de tecidos conectivos, além disso, notou-se que as concentrações do mineral aumentavam concomitantemente com as de cálcio, sugerindo assim que o silício está associado ao cálcio no estágio inicial da calcificação (CARLISLE, 1970).

O silício é capaz de combinar com outros elementos e gerar novos compostos. Uma alimentação normal é composta por ácido ortossilícico [Si(OH)₄], silicatos e sílica polimérica não hidrolisada, a qual é insolúvel no trato gastrointestinal. Esta é quebrada em espécies monoméricas mais solúveis e absorvíveis, como o ácido ortossilícico, fonte mais biodisponível (COZZOLINO; COMINETTI, 2013).

O silício ainda parece ter relação com vasos sanguíneos e aterosclerose, visto que as paredes dos vasos possuem glicosaminoglicanos e colágeno, que podem ser afetados na falta do mineral. Outra relação do mineral é com o alumínio, prevenindo intoxicações através da capacidade de se ligar ao íon Al^{3+} reduzindo sua biodisponibilidade e evitando o acúmulo de alumínio no cérebro (COZZOLINO; COMINETTI, 2013), que parece estar relacionado com a doença de Alzheimer (DOMINGO et al., 2011).

Os alimentos vegetais são as melhores fontes de silício, porque retiram e acumulam o mineral vindo do solo, esse se incorpora como um fornecedor de resistência estrutural e rigidez à planta. Tais plantas, denominadas "acumuladores de Silício", são geralmente as monocotiledôneas, como cereais e arroz. As maiores fontes de silício são cereais integrais, como farelo de arroz e trigo, cevada e aveia, bem como produtos derivados destes (JUGDAOHSINGH, 2007).

Ainda não foram relatadas as consequências da deficiência do mineral em humanos, visto que trata-se de um elemento ultratraço e portanto as necessidades do elemento são baixas, variando de 20 a 50 mg/dia para a população ocidental (JUGDAOHSINGH, 2007).

Não há relatos sobre a intoxicação de silício a partir do consumo de alimentos, a preocupação se dá apenas em casos do uso prolongado de altas doses de silicato contido em analgésicos e antiácidos (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2001).

2.3.15 Níquel (Ni)

O níquel é um metal de transição da família 8B. Participa da atividade de enzimas relacionadas ao ciclo de carbono, do oxigênio e do nitrogênio, assim, faz parte da utilização e formação de monóxido de carbono, dióxido de carbono, metano, amônia e oxigênio, também atua no sistema de defesa celular contra espécies reativas de oxigênio. Não há evidências científicas que comprovem a essencialidade do elemento em humanos, porém acredita-se que a flora intestinal seja beneficiada com a ingestão de níquel, visto que este participa como cofator de enzimas em bactérias. Sua forma divalente (Ni^{2+}) é capaz de complexar-se,

quelar-se ou ligar-se com substâncias como aminoácidos e proteínas (COZZOLINO; COMINETTI, 2013).

O elemento pode ainda ser um facilitador da absorção e do metabolismo do ferro e, ainda, interagir na via de conversão da homocisteína em metionina, mediada pela vitamina B12 e pelo ácido fólico. A absorção do níquel da dieta é de aproximadamente 10%. Portanto, a maioria do níquel ingerido é excretada nas fezes. Grande quantidade de níquel absorvido é excretada na urina, e uma menor porção é eliminada pelo suor e pela bile. A presença de certos alimentos, como leite, café, chá, suco de laranja e ácido ascórbico reduz a absorção de níquel da dieta. O níquel é transportado no sangue ligado principalmente à albumina. Apesar do mineral não se acumular na maioria dos órgãos e tecidos, as glândulas tireoide e adrenal apresentam concentrações relativamente altas (SILVA; MURA, 2016).

Destacam-se como fontes alimentares de níquel: cacau, chocolate, soja, farinha de aveia, nozes, amêndoas, leguminosas frescas e secas, também possuem teor do elemento as raízes e vegetais, farinha, grãos e pães (FLYVHOLM; NIELSEN; ANDERSEN, 1984).

Não há evidência de que os seres humanos tenham efeitos adversos associados à exposição ao níquel por meio de uma dieta normal. Os efeitos agudos da ingestão de grandes doses de sais solúveis de níquel incluem náuseas, dor abdominal, diarreia, vômitos e falta de ar. Em estudos com animais, os sintomas e sintomas de toxicidade sistêmica incluem letargia, ataxia, respiração irregular, hipotermia e salivação, bem como diminuição do ganho de peso corporal e reprodução prejudicada (OTTEN; HELLWIG; MEYERS, 2006).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Determinar os macroelementos e microelementos nutricionais dos frutos da *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg.

3.2 Objetivos específicos

Caracterizar os constituintes químicos casca, polpa e sementes de *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg através de espectroscopia de emissão óptica de plasma acoplada indutivamente (ICP OES).

Comparar os macrominerais e microminerais obtidos em casca, polpa e sementes de *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg com os limites de especificação dos valores de RDA/AI e UL de cada mineral para adultos.

Determinar e comparar o conteúdo mineral de fruto integral da *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg com os limites de especificação dos valores de RDA, AI e UL para crianças, adolescentes e gestantes.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Tipo de estudo

Trata-se de um estudo analítico e prospectivo.

4.2 Coleta e preparo das amostras

Os frutos de guavira foram coletados na cidade de Campo Grande, em dezembro de 2015, no período de safra. A espécie foi identificada por Arnildo Pott e depositada no herbário da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, com o cadastro de número 53.328.



Figura 3 – Mercado Municipal de Campo Grande. Comercialização da *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg.
Fonte: Gustavo Nunes.

Nos laboratórios de Metabolismo Mineral da Faculdade de Medicina (FAMED) e da Unidade de Tecnologia de Alimentos e Saúde Pública da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UTA-UFMS) os frutos foram lavados com água ultrapura, higienizados com água sanitária (150 ppm), secados ao natural e congelados em freezer até o momento da análise.

Para as análises, as amostras de casca, polpa e sementes foram separadas com o auxílio de utensílios de plástico, maceradas em gral e pistilo de porcelana e pesadas em balança analítica. Foram utilizados 500 mg de cada amostra.

4.3 Digestão e análise elementar das amostras

Cada alíquota foi colocada em tubo DAP 60, próprio para digestão em forno micro-ondas, juntamente com 5 mL de ácido nítrico (HNO_3) a 65% e 3 ml de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) a 35%. Após a digestão, a solução foi reconstituída para volume final de 100 ml com água ultrapura. O sistema de micro-ondas utilizado para digestão das amostras foi da marca Speedwave® (Berghof, Alemanha). As condições da digestão realizada pelo aparelho são as mostradas pela Tabela 2.

Tabela 2 - Condições de funcionamento para o sistema de digestão com micro-ondas

Parâmetros	Estágio				
	1	2	3	4	5
Temperatura (°C)	145	190	50	50	50
Tempo de aquecimento (min)	2	5	1	0	0
Tempo de espera (min)	10	15	10	0	0
Potência (%)	80	90	0	0	0
Pressão (bar)	30	35	0	0	0

O conteúdo de macrominerais (Na, K, Ca, P) e microminerais (Fe, Si, Mo, Mn, Z, Cr, Cu e Cu) do fruto foi determinado com o uso de espectrômetro de emissão óptica indutivamente acoplado com plasma de argônio - ICP OES (Thermo Scientific - série iCAP 6000).

As concentrações dos diferentes elementos nas amostras foram determinadas utilizando as correspondentes curvas de calibração padrão obtidas usando uma solução multielementar padrão com 100 mg L⁻¹ de Co, Fe, Mn, Ni, Al, Cd, Cr, Mo e solução padrão com 1000 mg L⁻¹ de Cu, Zn. As condições do ICP OES foram otimizadas de acordo com a Tabela 3.

A metodologia foi adotada de acordo com os resultados experimentais de Mermet e Poussel (1995), onde o desempenho das medições realizadas em relação aos parâmetros de seletividade, estabilidade e o limite de detecção foram estimados a partir desses resultados experimentais, a fim de identificar os

melhores resultados gerados pelo ICP OES. Neste caso, os limites de detecção mais baixos podem ser obtidos com a configuração axial, bem como o menor desvio padrão relativo (TREVISAN et al., 2007).

Tabela 3 - Parâmetros operacionais da determinação de elementos pelo ICP OES

Elementos	Linha de emissão (nm)	Correlação
Na	589,592	0,7941
K	766,490	0,9136
Ca	396,847	0,9900
P	178,284	0,9900
Fe	259,940	0,8722
Zn	202,548	0,9959
Ni	231,604	0,9987
Cu	224,700	0,9970
Mn	259,373	0,9977
Co	228,616	0,9999
Mo	204,598	0,9985
Cr	267,716	0,9993
Si	212,412	0,9987

Quanto ao limite de detecção (LOD) no ICP OES, utilizou-se o conceito de concentração equivalente ao sinal de fundo (BEC) (THONSEN et al., 2003). As condições de operação empregadas para a determinação de ICP OES foram 1150 W de potência de RF, fluxo de plasma de 12 L min⁻¹, fluxo auxiliar de 0,5 L min⁻¹, taxa de nebulização min⁻¹ de 0,8 L e 1,5 mL de vazão de amostra de min⁻¹. A análise foi realizada no modo radial e axial dependendo do elemento e da matriz, enquanto a correção de fundo de 2 pontos e 3 repetições foram utilizadas

para medir o sinal analítico. As intensidades de emissão foram obtidas para as linhas mais sensíveis sem interferência espectral. O argônio com pureza de 99,996% foi fornecido pela empresa White Martins, Campo Grande, MS, Brasil.

4.4 Critérios comparativos

Inicialmente, o fruto foi caracterizado quanto aos minerais presentes em casca, polpa e semente e comparado a plantas medicinais de todo o mundo.

A concentração de micro e macrominerais das partes do fruto da guavira foi também comparada aos valores de RDA ou AI, quando necessário, e UL para adultos. Os valores minerais do fruto integral foram comparados às recomendações dietéticas para crianças, adolescentes e gestantes. As IDR são uma referência prática que ajudam a orientar os profissionais de saúde na sua tarefa diária de avaliar e planejar as necessidades nutricionais de indivíduos e grupos de pessoas, estimando a ingestão segura de nutrientes para promover a saúde e reduzir o risco de doenças crônicas (USDA, 2005).

Na ausência de dados estabelecidos sobre RDA ou AI, alguns valores para as concentrações de macroelementos e microelementos neste manuscrito são comparados com os limites permitidos estabelecidos pela Organização de Alimentos e Agricultura (FAO) e pela Organização Mundial de Saúde (OMS) ou com evidências de frutos publicados.

Adotou-se as reivindicações de conteúdo nutricional com base na *Food and Drug Administration* (FDA), que propõe que alimentos com 10-19% do valor diário por porção são uma "boa fonte de" minerais, enquanto alimentos que contêm 20% ou mais dos valores diários por porção são considerados "excelentes fontes" nutricionais do mineral em questão (FDA, 2015).

Os resultados das análises minerais foram expressos pela média de duas leituras de cada amostra $\pm$ desvio padrão.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Publicação 1- Investigação de componentes da *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg: Fruto do Cerrado Brasileiro

As concentrações de diferentes elementos minerais de casca, polpa e semente de frutos de guavira analisados estão listadas na Tabela 4. De acordo com as análises, a concentração de elementos na casca diminui na seguinte ordem: K> P> Ca> Na> Si> Mn> Fe> Cr> Zn> Cu> Mo> Co. A polpa do fruto diminui na seguinte ordem: K> P> Ca> Na> Si> Zn> Fe> Mn> Cr> Cu> Mo> Co. Os resultados atribuídos às sementes de frutos são: K> P> Ca> Na> Fe> Si> Mn> Zn> Cu> Cr> Mo> Ni> Co. Entre os vários elementos quantificados, K, Ca, Na e P estão presentes no em maior nível, pois tratam-se de macroelementos.

Tabela 4 - Conteúdo mineral de casca, polpa e semente de *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg

Elementos	Casca	Polpa	Semente
K (mg)	213,19 ± 6,007	227,99 ± 2,52	256,12 ± 1,282
P (mg)	37,35 ± 2,320	79,67 ± 5,682	403,45 ± 5,373
Ca (mg)	27,94 ± 0,267	20,55 ± 0,158	45,70 ± 3,515
Na (mg)	24,09 ± 0,376	22,68 ± 0,478	21,42 ± 0,045
Ni (µg)	ND	ND	17 ± 1,53
Si (µg)	1352,4 ± 3,9	1805,6 ± 125,41	1094,8 ± 30,0
Mn (mg)	0,41 ± 0,005	0,20 ± 0,013	0,75 ± 0,017
Fe (mg)	0,39 ± 0,011	0,31 ± 0,068	2,32 ± 0,053
Cr (µg)	146,8 ± 55,326	101,5 ± 2,75	80,2 ± 1,9
Zn (mg)	0,12 ± 0,001	0,33 ± 0,004	0,40 ± 0,005
Cu (µg)	127,8 ± 2,5	98,83 ± 21,583	118,6 ± 25,9
Mo (µg)	28,2 ± 0,1	18,16 ± 2,316	28,2 ± 5,71
Co (µg)	10,2 ± 0,10	7,71 ± 1,4	14,5 ± 1,68
Ni (µg)	ND	ND	17 ± 1,53

Nota: Valores fornecidos em média ± desvio padrão.

ND: Não Determinado.

O presente estudo demonstrou que, considerando os valores de IDR, a casca e polpa são ricas em molibdênio e cromo, enquanto as sementes ricas em fósforo, molibdênio, cromo e manganês, além de um bom teor de ferro. No entanto, este fruto não é uma boa fonte de outros elementos, como zinco, potássio, sódio e cálcio.

O intervalo de potássio variou entre 213,19 mg/100 g de casca, 227,99 mg/100 g na polpa e 256,12 mg/100 g nas sementes. Estes valores são baixos quando comparados com os teores de potássio em plantas medicinais como o *Anethum graveolens* (7347,6 mg/100 g) e o *Allium cepa* (8642,2 mg/100 g) (KHAN, et al., 2006).

Por outro lado, foram observadas concentrações mínimas de Ca na polpa (20,55 mg/100 g) e máximo em sementes (45,70 mg/100 g), que é inferior a 1334 mg/100 g em *Brassica campestris*, planta medicinal paquistanesa (JABEEN et al., 2010). De acordo com um estudo com vários medicamentos à base de plantas, o nível de UL de cálcio em ervas é de 2500 mg/dia. Para atletas que necessitam de suplementação de cálcio para melhora da densidade óssea, recomenda-se a acumulação de 1500 mg/dia em doses de pelo menos 500 mg de cada vez (AUSTIN; SEEBOHAR, 2011). Doses mais elevadas podem resultar em sintomas gastrointestinais adversos em algumas pessoas (WOLF, 2005). Assim, a fruta guavira não é uma boa fonte de potássio e cálcio.

O presente estudo indica que as sementes de guavira são ricas em fósforo (403,45 mg/100 g), apresentando uma concentração muito superior à *Sesbania bispinosa* (Jacq.), planta indiana usada como antitérmica, antiácida, antidiarreica e como indutora de fome. Esta apresentou uma concentração de fósforo nas sementes de 0,532 mg/100 g seguido por 0,292 mg/100 g nas folhas e 0,28 mg/100 g nas raízes (PARAB; VAIDY, 2016).

As concentrações de sódio para *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg foi de 24,09 mg/100 g na casca, 22,68 mg/100 g na polpa e 21,42 mg/100 g nas sementes. Na planta *Fleurya aestuans* Linn. (Urticaceae) da Nigéria, a concentração de sódio obtida foi de 1,22 mg/100 g. Em um estudo sobre plantas medicinais o conteúdo de Na variou de 0,06 mg/100 g em *Therbalia chebula* a 9037,5 mg/100 g em *Linum usitatissimum* (AZIZ et al., 2016). A dose diária recomendada de sódio é 1200-1500 mg/dia para adultos (CROOK, 2006).

Os teores de silício na casca de guavira, polpa e semente foram 1352,4; 1805,6 e 1094,8 µg/100 g, respectivamente. Não há diretrizes para estabelecer um nível permitido de silício em ervas medicinais. Não foram realizados estudos de privação de silício em seres humanos. Entretanto, o silício parece ter um papel benéfico na formação e saúde óssea (CARLISLE, 1972).

Estudos sobre plantas medicinais na Nigéria mostraram uma concentração de manganês de 0,0399 mg/100 g em *Fleurya aestuans* (*Urticaceae*) (OMOKEHIDE et al., 2013). O teor de manganês da guavira foi superior, variando entre 0,41 mg/100 g na casca, 0,20 mg/100 g na polpa e 0,75 mg/100g nas sementes da fruta. De acordo com a FAO/WHO, o limite permitido nas plantas alimentícias é de 0,2 mg/100 g. A partir desta comparação, nota-se que as concentrações de manganês em casca e semente dos frutos de guavira são um pouco superiores aos limites determinados pela FAO/WHO. No entanto, para o manganês em plantas medicinais, os limites ainda não foram estabelecidos pela WHO (2005).

A ingestão alimentar de manganês, de 0,8 a 20 mg por dia, é bem tolerada em indivíduos com saúde hepática adequada, haja vista que a excreção biliar do mineral pode eliminar 90% do deste, evitando acúmulo do elemento em tecidos corporais (FINLEY et al., 2003).

Os conteúdos de ferro foram 0,39, 0,31 e 2,32 mg/100 g para a casca de guavira, polpa e semente, respectivamente. As sementes de guavira são fonte de ferro. Os limites regulatórios da WHO/FAO (2005) ainda não foram estabelecidos para o ferro nas plantas medicinais. O limite estabelecido pela FAO/WHO (1984) em plantas alimentícias foi de 2 mg/100 g. A concentração de ferro encontrada em plantas medicinais do Paquistão variou de valores entre 18,16 mg/100 g e 679,68 mg/100 g (JABEEN et al., 2010). Os valores de ferro encontrados em espécies de plantas medicinais egípcias variaram de 2,69 a 104,62 mg/100 g (ABOU-ARAB; ABOU DONIA, 2000). O ferro é fundamental ao organismo humano para que diversas funções importantes aconteçam, dentre elas o fornecimento de oxigênio, produção de energia e a imunidade. Entretanto, dosagens altas do mineral estão associadas a sintomas de tonturas, náuseas e vômitos, diarreia, dor nas articulações e danos ao fígado. A toxicidade a partir desse elemento pode gerar efeitos adversos em várias funções metabólicas e

sistema cardiovascular (MARTIN; GRISWOLD, 2009).

Os teores de cromo foram 146,8, 101,5 e 80,2 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ para a casca, polpa e semente de guavira, respectivamente, podendo ser considerado um fruto riquíssimo deste elemento. No Paquistão, a concentração de cromo da planta *Convolvulus arvensis* foi de 120 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ (JABEEN et al., 2010). O limite permitido pela FAO/OMS (1984) em plantas alimentícias foi de 200 $\mu\text{g}/100\text{ g}$. O limite permitido de cromo para plantas é de 130 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ recomendado pela OMS. Após a comparação das pesquisas de dados acima, a concentração de cromo na casca de fruta foi registrada acima do limite permitido estabelecido pela OMS. Os efeitos benéficos do cromo suplementar em indivíduos com diabetes tipo 2 foram observados em níveis superiores ao limite superior da ingestão dietética diária segura e adequada estimada (ANDERSON et al., 1997).

Na Índia, a planta *Withania somnifera* conhecida comumente como ginseng indiano tem concentração de zinco inferior à guavira (2,06 $\text{mg}/100\text{ g}$). Em nosso trabalho, os valores para casca, polpa e semente foram 0,12 $\text{mg}/100\text{ g}$, 0,33 $\text{mg}/100\text{g}$ e 0,40 $\text{mg}/100\text{g}$ respectivamente, dessa forma, pode-se afirmar que os frutos da guavira não são ricos em zinco, como algumas pessoas afirmam. Não há limites da concentração de zinco em plantas medicinais pela Organização Mundial da Saúde (OMS, 2005). No entanto, a concentração de zinco em guavira é menor do que outras plantas paquistanesas (JABEEN et al., 2010). A recomendação de zinco é benéfica no tratamento de várias doenças, como várias condições pró-inflamatórias e câncer (CONNELL, 1997).

Os teores de cobre foram 127,8 $\mu\text{g}/100\text{g}$, 98,83 $\mu\text{g}/100\text{g}$ e 118,6 $\mu\text{g}/100\text{g}$ para a casca, polpa e semente de guavira, respectivamente. Em nosso estudo, o teor de cobre da casca é o mais alto, enquanto o da polpa é o menor. Em um estudo recente na Sérvia, a concentração de cobre na planta *Foeniculum vulgare* foi mencionada como 154,2 $\mu\text{g}/100\text{g}$ (STANOJKOVIC-SEBIC et al., 2015). O limite permitido de cobre estabelecido pela *Food and Agriculture Organization/World Health Organization* (FAO/WHO) (1984) em plantas alimentícias é de 300 $\mu\text{g}/100\text{ g}$. O limite da WHO para o cobre em ervas medicinais ainda não foi estabelecido.

Os teores de molibdênio na casca de guavira, polpa e semente foram 28,2 $\mu\text{g}/100\text{g}$, 18,16 $\mu\text{g}/100\text{g}$ e 28,2 $\mu\text{g}/100\text{g}$, respectivamente. De acordo com OMS 2

μg de molibdênio por kg de peso corporal é a quantidade apropriada para gerar um equilíbrio do elemento ou o ligeiro equilíbrio positivo, garantindo parâmetros normais na saúde (WHO, 1973). Dietas representativas de vários países mostraram uma concentração média de molibdênio na dieta 0,23 mg/kg. Isso corresponde a uma ingestão diária de pelo menos 100 μg de molibdênio por dia para adultos. Os valores da ingestão dietética de Mo são escassos nos relatórios da literatura no Brasil e em outros países. Esta é uma informação importante e necessária para avaliar os riscos de sobrecarga do elemento para a saúde humana (PARR, 1987). Assim, o conhecimento dos níveis atuais de ingestão dietética de micronutrientes presentes na guavira consumida pelas populações indígenas e rurais é de primordial importância.

A concentração de níquel foi detectada apenas nas sementes do fruto. De acordo com a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (1984), o limite permitido em plantas alimentícias é de 1,63 $\mu\text{g/g}$. Até 2005, não havia limite permitido para o níquel pela OMS em plantas medicinais. Os achados científicos mostraram que o níquel é tóxico, como evidenciado pelo dano à membrana placentária causada por peroxidação lipídica. Neste caso, a mudança metabólica pode ser responsável por viabilidade placentária diminuída, permeabilidade alterada e potencial embriotoxicidade subsequente (LIN; CHEN, 1998).

5.2 Publicação 2 - Primeiro Estudo sobre determinação total de elementos nutricionais no fruto de *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg: Planta brasileira do Cerrado

O conteúdo mineral obtido em casca, polpa e sementes de *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg foi comparado com valores de RDA/AI e UL, como mostra a Tabela 5. Os resultados obtidos nesse estudo foram comparados com as estimativas baseadas nos limites regulatórios da OMS/FAO e estudos publicados envolvendo plantas medicinais quando disponíveis na literatura.

Tabela 5 - Concentração mineral da casca, polpa e semente de *Campomanesia adamantium* (Cambess) e determinação dos valores de RDA/AI e UL para adultos

Elementos	Casca	Polpa	Semente	RDA/AI*	UL
				mg/dia 19-50 anos	mg/dia 19-50 anos
Na (mg)	24,09 ± 0,376	22,68 ± 0,478	21,42 ± 0,045	1.500*	2.300
K (mg)	213,19 ± 6,007	227,99 ± 2,52	256,12 ± 1,282	4.700*	ND
Ca (mg)	27,94 ± 0,267	20,55 ± 0,158	45,70 ± 3,515	1.000*	2.500
P (mg)	37,35 ± 2,320	79,67 ± 5,682	403,45 ± 5,373	700	4.000
Fe (mg)	0,39 ± 0,011	0,31 ± 0,068	2,32 ± 0,053	13	45
Mn (mg)	0,41 ± 0,005	0,20 ± 0,013	0,75 ± 0,017	2,5*	11
Zn (mg)	0,12 ± 0,001	0,33 ± 0,004	0,40 ± 0,005	9,5	40

Elementos	Casca	Polpa	Semente	RDA/AI*	UL
				µg/dia 19-50 anos	µg/dia 19-50 anos
Ni (µg)	ND	ND	17 ± 1,53	ND	1000
Si (µg)	1352,4 ± 3,9	1805,6 ± 125,41	1094,8 ± 30,0	ND	ND
Co (µg)	10,2 ± 0,10	7,71 ± 1,4	14,5 ± 1,68	ND	ND
Cu (µg)	127,8 ± 2,5	98,83 ± 21,583	118,6 ± 25,9	900	10.000
Cr (µg)	146,8 ± 55,326	101,5 ± 2,75	80,2 ± 1,9	30	ND
Mo (µg)	28,2 ± 0,1	18,16 ± 2,316	28,2 ± 5,71	45	2.000

Nota: Valores fornecidos em média ± desvio padrão.

*: O valor para AI é apresentado onde não há referências RDA disponíveis.

ND: Não determinado.

No presente trabalho, a concentração de macromelementos na casca, polpa e sementes diminui na ordem: K> P> Ca> Na. Os microelementos presentes na casca diminuem na ordem: Si> Mn> Fe> Cr> Zn> Cu> Mo> Co, a polpa Si> Zn> Fe> Mn> Cr> Cu> Mo> Co, enquanto as sementes apresentam a seguinte ordem decrescente: Fe> Si> Mn> Zn> Cu> Cr> Mo> Co.

Considerando as porcentagens do teor mineral em relação às recomendações diárias, nossos estudos demonstraram que a semente de guavira é uma boa fonte de ferro e excelente fonte de manganês, molibdênio, cromo e fósforo, a casca mostrou-se boa fonte de manganês enquanto casca e polpa são excelentes fontes de molibdênio e cromo. Entretanto, a fruta não é boa fonte de outros elementos como sódio, zinco, potássio, cálcio e cobalto.

Na Tabela 5, uma maior concentração de sódio é encontrada na casca 24,09 mg/100 g, enquanto a polpa e as sementes são 22,68 mg/100 g e 21,42 mg/100 g. Considerando a ingestão adequada de sódio de 1.500 mg/dia, e o limite de ingestão de 2.300 mg/dia, esta fruta não é boa fonte de sódio. Assim, os resultados na Tabela 5 estão abaixo dos valores de AI e UL. No entanto, os resultados apresentados para a concentração de sódio são superiores aos obtidos em outras plantas, como a *Therbália chebula* 0,06 mg do mineral a cada porção de 100 gramas (AZIZ et al., 2016).

As concentrações de potássio na Tabela 5 foram 213,19 mg/100 g, 227,99 mg/100 g e 256,12 mg/100 g para casca, polpa e semente de guavira. Esses valores são baixos quando comparados com outras plantas medicinais como *Anethum graveolens* (3.693,96 mg/100g) e *Allium cepa* (4.321,13 mg/100 g) (KHAN et al., 2006). De acordo com os valores de AI (4.700 mg/dia), o fruto da guavira não é fonte de potássio. A quantidade referente ao UL para o potássio não é estabelecida, entretanto, vários ensaios avaliaram os efeitos da suplementação do elemento (SIANI et al., 1991).

Foram observadas concentrações mínimas de cálcio na polpa (20,55 mg/100 g) e máximo em sementes (45,70 mg/100 g), que é inferior a 1.334,3 mg/100 g em *Brassica campestris*, planta medicinal paquistanesa (JABEEN et al., 2010). O nível de ingestão superior tolerável relatado de cálcio é de 2.500 mg/dia. Por ter valores muito inferiores ao UL, a porção de guavira não causa toxicidade. A suplementação de cálcio foi recomendada para os atletas que podem exigir

suplementação para melhorar a densidade óssea. Neste caso, recomenda-se a dose diária de 1.500 mg (AUSTIN; SEEBOHAR, 2011). No entanto, doses mais elevadas causam risco de eventos gastrointestinais graves (WOLF, 2005). Segundo os valores de RDA, a ingestão adequada de cálcio para adultos é de 1000 mg por dia (necessidade de 1200 mg/dia para mulheres com idade superior a 50 anos) (INSTITUTE OF MEDICINE (US) STANDING COMMITTEE ON THE SCIENTIFIC EVALUATION OF DIETARY REFERENCE INTAKES et al., 1997). Com base nessa informação, a guavira não é considerada uma boa fonte de cálcio.

A RDA de fósforo estabelecida para adultos é de 700 miligramas por dia (Tabela 5). A partir desta informação, o presente estudo indica que as sementes da guavira são excelentes fontes de fósforo (403,45 mg/100 g). A *C. adamantium* tem maiores teores de fósforo do que plantas como a *Sesbania bispinosa* (Jacq.) da Índia. A menor concentração de fósforo foi encontrada nas sementes 0,532 mg/100 g, seguido das folhas 0,292 mg/100 g, e raízes 0,28 mg/100g (PARAB; VAIDYA, 2016). O nível de UL tolerável para o fósforo é de 4.000 mg/dia para adultos saudáveis. Neste caso, o conteúdo de fósforo obtido da fruta não causa toxicidade.

Na Tabela 5, os teores de ferro foram 0,39 mg/100g; 0,31 mg/100g e 2,32 mg/100 g para a casca, polpa e semente de guavira. Considerando a recomendação média desse elemento para adultos (13 mg/dia), as sementes da guavira são consideradas ricas em ferro. O conjunto limitado da FAO/WHO (1984) em plantas alimentícias foi de 2 mg/100g. A concentração de ferro encontrada em plantas medicinais paquistanesas variou de valores entre 18,16 e 679,68 mg/100g (JABEEN et al., 2010). No entanto, as concentrações de ferro apresentadas na Tabela 5 são menores que os valores toleráveis nível de ingestão superior (45 mg/dia), de modo que a concentração de ferro obtida na guavira não causa toxicidade.

A quantidade de zinco obtida nas sementes do fruto foi de 0,40 mg/100g, na casca e polpa analisadas variou entre 0,12 e 0,33 mg/100g. Não existem limites de concentração de zinco em plantas medicinais pela Organização Mundial da Saúde (WHO, 2005). A recomendação de ingestão de zinco para adultos é de uma média de 9,5 mg/dia entre homens e mulheres. Os frutos de guavira, não apresentam teor suficiente desse mineral para serem consideradas boa fonte de

zinco. A recomendação desse elemento é benéfica no tratamento de distúrbios, como condições pró-inflamatórias e câncer (CONNELL et al., 1997). Na Índia, a planta *Withania somnifera* conhecida comumente como ginseng indiano tem abaixo da concentração de zinco nas sementes 0,15 mg/100 g (GUPTA, 2013). As concentrações de zinco apresentadas na Tabela 5 são menores que os valores de UL (40 mg/dia), de modo que a concentração de zinco obtida na guavira não causa toxicidade.

Na Tabela 5, os teores de manganês foram 0,41, 0,20 e 0,75 mg/100 g para a casca, a polpa e a semente de guavira. De acordo com a FAO/WHO (1984), o limite permitido em plantas alimentícias foi de 0,2 mg/100g. As concentrações de manganês em frutos de guavira estão em perfeita harmonia com os limites da FAO/WHO. No entanto, para manganês em plantas medicinais, os limites ainda não foram estabelecidos pela WHO (2005). Considerando a média de ingestão adequada de manganês para homens e mulheres, 2,5 mg/dia, a guavira não é uma boa fonte do elemento. O nível de UL para o consumo de manganês em adultos é de 1000 µg/dia. Assim, os resultados de manganês (Tabela 5) estão abaixo dos valores de AI e UL.

O conteúdo de cobalto variou de 10,2 µg/100 g na casca, para 7,71 µg /100 g na polpa e 14,5 µg/100 g nas sementes. Os resultados em *Mentha piperita* mostraram 0,026 mg/100 g de cobalto em um estudo espanhol (RUBIO et al., 2012). Não foi estabelecido um valor seguro de RDA ou AI para esse mineral. O cobalto é importante para formação da vitamina B12 (CLYDESDALE; FRANCIS, 2012). O cobalto também não foi avaliado em relação às Diretrizes da OMS para a água potável. Até agora, o cobalto não foi avaliado por órgãos competentes para estabelecer um nível de UL. No entanto, alguns relatórios sugeriram que as ingestões agudas maiores que 30 mg de cobalto por dia podem causar erupções cutâneas e transtornos gastrointestinais em seres humanos (CARSON et al., 1986).

Os teores de cobre foram 127,8 µg/100 g, 98,83 µg/100 g e 118,6 µg/100 g para a casca de guavira, polpa e semente, respectivamente. O teor de cobre na casca superou a polpa e as sementes. A média de RDA de cobre estabelecida para adultos é de uma média de 900 µg/dia para ambos os sexos. Em um estudo recente na Sérvia, a concentração de cobre em *Foeniculum vulgare* foi

mencionada como 154,2 µg/100g (CARSON et al., 1986).

O limite admissível de cobre estabelecido pela FAO/WHO (1984) em plantas alimentícias é de 300 µg/100 g. O limite da OMS para Cobre em plantas medicinais é de 1000 µg/100g (WHO, 2005), porém vale destacar que porções de ervas medicinais costumam ter quantidade inferior a 100 gramas. A média UL de cobre em adultos de ambos os sexos é de 10.000 µg/dia. Assim, os resultados na Tabela 5 para Cobre estão abaixo dos valores AI e UL.

Os teores de molibdênio na casca de guavira, polpa e semente foram 28,2 µg/100 g; 18,16 µg/100 g e 28,2 µg/100 g, respectivamente (Tabela 5). A recomendação média de ingestão de molibdênio para adultos é de 45 µg/dia. Os resultados indicam que todas as partes do fruto são ricas em molibdênio. Em 1973, os especialistas da OMS sugeriram que 2 µg/kg de peso corporal seria adequado para manter parâmetros normais na saúde (WHO, 1973). Estudos sobre o consumo de frutas ou folhas que contenham molibdênio são escassos na literatura. Informações sobre o teor mineral de alimentos e plantas medicinais necessárias e muito importantes para avaliar riscos para a saúde humana devido à sua sobrecarga. Assim, o conhecimento dos níveis atuais de ingestão dietética de guavira pelas populações indígenas e rurais é de primordial importância.

O nível de UL de molibdênio em adultos é de 2000 µg/dia, dessa forma a porção de 100 gramas do fruto da *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg, além de excelente fonte em molibdênio, não é capaz de gerar efeitos adversos devido à presença deste mineral.

Na Tabela 5, os teores de cromo (Cr) foram 146,8 µg/100 g, 101,5 µg/100 g e 80,2 µg/100 g para a casca, polpa e semente de guavira. Considerando a ingestão adequada de cromo de 30 µg/dia (média entre homens e mulheres), todas as partes desta fruta são ricas em cromo. Em um trabalho feito com plantas paquistanesas os teores de cromo variaram entre 120 µg/100 g em *Convolvulus arvensis* (JABEEN et al., 2010). O limite permitido pela FAO/WHO (1984) em plantas alimentícias é de 200 µg/100 g. A OMS recomenda, para o consumo de plantas, um limite de ingestão de cromo de 130 µg/100g. Tomando esses parâmetros, a concentração de cromo na casca da guavira ultrapassou o limite permitido estabelecido pela OMS. Além disso, o nível de UL para o consumo de cromo em adultos ainda não foi estabelecido. Em indivíduos com diabetes tipo 2

foram observados os efeitos benéficos do cromo suplementar (ANDERSON et al., 1997).

De acordo com os dados da Tabela 5, a gama de silício (Si) variou com valores entre 1.352,4 µg/100g na casca, 1.805,6 µg/100g na polpa e 1.094,8 µg/100g nas sementes de guavira. Não há diretrizes para estabelecer um nível permitido de silício em plantas medicinais, os valores de RDA ou AI também não foram definidos. Para a maioria das populações ocidentais a ingestão de silício varia entre 20.000 e 50.000 µg/dia, enquanto em países como Índia e China foram os registros foram de 140.000 a 204.000 µg do mineral por dia (JUGDAOHSINGH, 2007). Não foram realizados estudos sobre privação de silício em seres humanos. No entanto, tem um papel benéfico na saúde óssea (CARLISLE, 1972).

5.3 Publicação 3 - Determinação de macro e microelementos em toda fruta de *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg e avaliação do seu potencial nutricional para crianças, adolescentes e mulheres grávidas

A concentração dos elementos determinados em todo o fruto de guavira coletado em Campo Grande - MS é mostrada nas Tabelas 6 e 7. Os teores de cada macroelementos no fruto integral diminui na ordem: K> P> Na> Ca. Além disso, a concentração de microelementos diminui na seguinte sequência: Fe> Si> Zn> Mn> Cu> Cr> Mo> Co> Ni. Os resultados e discussões sobre a concentração dos minerais obtidos na guavira são apresentados em mg/100 g (Tabela 6) e µg/100g (Tabela 7).

5.3.1 Sódio (Na)

Na Tabela 6, a concentração de sódio detectada em frutos de guavira foi de 26,24 mg/100 g, o que corresponde a 2,6-2,1% da ingestão recomendada para crianças (1.000-1.200 mg/dia de AI), e 1,7% da ingestão total para adolescentes e gestantes (1.500 mg/dia de AI). Considerando os valores de AI de sódio, a guavira não é considerada uma boa fonte desse elemento para crianças, adolescentes e mulheres grávidas. Os níveis de sódio da fruta (26,24 mg/100 g) estão abaixo dos valores de UL para consumo do elemento em crianças, adolescentes e mulheres grávidas: 1.500 mg/dia e 2.200-2.300 mg/100 g respectivamente. Portanto, isso não representa um risco de efeitos adversos para a saúde desses grupos. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (WHO, 2012a), o nível máximo recomendado de ingestão de sódio varia de 1.500 a 2.200 mg/dia em crianças e adolescentes. A concentração de sódio encontrada em nosso trabalho está abaixo dos valores estipulados pela WHO e DRIs.

5.3.2 Potássio (K)

De acordo com os dados da Tabela 6, o conteúdo de K foi de 252,60 mg/100 g, o que corresponde a 8,4% (3.000 mg/dia) e 6,6% (3.800 mg/dia) de AI para crianças de 1-3 e 4- 8 anos respectivamente, 5,6% (4.500 mg/dia) de AI para adolescentes de 9-13 anos e 5,3% (4.700 mg/dia) de AI para adolescentes de 14 a 19 anos e gestantes. A concentração de potássio em guavira, quando comparada o com as recomendações de AI, não é considerada uma boa fonte do elemento para crianças, adolescentes e gestantes. No entanto, a concentração é superior a 78 mg/100 g relatados para araçá-boi (*Eugenia stipitata* McVaughand) e 165,0 mg 100 g observados em pitanga (*Eugenia uniflora* L.), ambas da mesma família da guavira (LETERME et al., 2006). O UL para o potássio em crianças, adolescentes e mulheres grávidas não foi estabelecida. No entanto, de acordo com a Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos (EFSA), as estimativas do risco de efeitos adversos da ingestão de potássio de fontes alimentares (até 5-6 g/dia em adultos) são consideradas baixas para populações saudáveis (EFSA, 2006).

5.3.3 Cálcio (Ca)

A concentração de cálcio detectada em frutos de guavira foi de 21,56 mg/100 g (Tabela 6), que corresponde a 3% da RDA para crianças de 1 a 3 anos (700 mg/dia), 2,1% da RDA para crianças de 4 anos - 8 anos (1000 mg/dia), 1,6% da RDA para adolescentes (1.300 mg/dia) e 1,9% da RDA para gestantes (1.100 mg/dia), considerando o valor médio proposto entre as idades). A concentração de cálcio na *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg comparado aos valores de RDA demonstra que a fruta não é uma boa fonte de cálcio para crianças, adolescentes e gestantes. O nível de cálcio na Tabela 6 (21,56 mg/100 g) foi inferior aos valores de UL para crianças (2.500 mg/dia), adolescentes (3.000 mg/100 g) e gestante (2.666 mg/dia, considerando o valor médio proposto entre as idades). Portanto, isso não representa um risco de efeitos adversos para a saúde desses grupos. A OMS recomenda 1.500-2.000 mg de cálcio para mulheres grávidas para reduzir o risco de pré-eclâmpsia (WHO, 2013). A concentração de cálcio observada em frutos de guavira é inferior a 72,0 mg/100 g

na goiaba-do-mato (*Feijoa sellowiana* Berg), mas superior a 15,0 mg/100 g no jambo-vermelho (*Eugenia malaccensis* L.) (LETERME et al., 2006).

5.3.4 Fósforo (P)

Na Tabela 6, a concentração de fósforo detectada em frutos de guavira foi de 196,24 mg/100 g, o que corresponde a 42% da RDA para crianças de 1 a 3 anos (460 mg/dia), 39% da RDA para crianças de 4 a 8 anos (500 mg/dia), 15% da RDA para adolescentes (1.250 mg/dia) e 22% do valor médio de RDA para gestantes de várias idades (883 mg/dia). Considerando a concentração de fósforo na guavira diante dos valores de recomendação diária para cada fase da vida, pode-se afirmar que os frutos da *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg são uma excelente fonte de fósforo para crianças e gestantes e boa fonte de fósforo para adolescentes. Os valores de fósforo em frutos de guavira é superior a 12,4 mg/100 g em cambuci (*C. phaea*) (VALLILO et al., 2005), 5 mg/100 g de goiaba-do-mato (*F. sellowiana*) e 28,0 mg/100 g em pitanga (*E. uniflora*) (LETERME et al., 2006). O nível de fósforo determinado no presente estudo (196,24 mg/100 g) está abaixo do UL para fósforo em crianças (3.000 mg/dia), adolescentes (4.000 mg/100 g) e gestantes (3.500 mg/dia). Portanto, o consumo da porção da fruta não representa um risco de efeitos adversos, por excesso de fósforo, para a saúde de crianças, adolescentes e gestantes.

5.3.5 Ferro (Fe)

O teor de ferro observado em frutos de guavira foi de 2,56 mg/100 g (Tabela 6), o que corresponde a 36,5% das recomendações para crianças com idades entre 1 a 3 anos (7 mg/dia), 25% para crianças de 4 anos a 8 anos (10 mg/100 g), 32% para adolescentes com idades entre 9 e 13 anos (8 mg/dia), 19,6% para adolescentes de 14 a 18 anos e 9,4% das recomendações diárias para gestantes (27 mg/dia). Diante das recomendações do mineral para todas as idades em questão, a concentração de ferro nos frutos de guavira é considerada excelente fonte do elemento para crianças (1 a 8 anos de idade) e adolescentes

de 9 a 13 anos, além de ser uma boa fonte de ferro para adolescentes de 14 a 18 anos. Entretanto não se destaca como boa fonte do mineral para gestantes. A concentração de ferro em guavira é superior a 0,36 mg/100 g em cambuci (*C. phaea*) (VALLILO et al., 2005), 0,31 mg/100 g de goiaba vermelha (*P. guajava*) (PEREIRA et al., 2014) e 0,41 mg/100 g em kiwi (*A. chinensis*) (PHILIPPI, 2001). O nível de ferro na Tabela 6 (2,56 mg/100 g) está abaixo do valor de UL para o consumo de Fe em crianças (40 mg/dia), adolescentes (40-45 mg/100 g) e gestante (45 mg/dia). Portanto, o consumo da porção da fruta não representa um risco de efeitos adversos para a saúde dos grupos citados.

5.3.6 Zinco (Zn)

O teor de zinco em frutos de guavira foi de 0,24 mg/100 g (Tabela 6). A concentração desse elemento em frutos de guavira corresponde a 8% da RDA para crianças de 1 a 3 anos (3 mg/dia), 4,8% da RDA para crianças de 4 a 8 anos (5 mg/dia), 3% da RDA para adolescentes de 9 a 13 anos (8 mg/dia), 2,4% da RDA para adolescentes de 14 a 18 anos (10 mg/dia) e 2,1% da RDA para gestantes (11,3 mg/dia, considerando a média entre as idades). De acordo com os valores recomendado para consumo de zinco, considera-se que a guavira não se caracteriza como uma boa fonte do mineral para crianças, adolescentes e gestantes. Além disso, a concentração de zinco observada em frutos de guavira é inferior à concentração encontrada em cambuci (*C. phaea*), 0,35 mg/100 g (VALLILO et al., 2005), mas superior a 0,23 mg/100 g de zinco encontrado na goiaba-vermelha (*P. guajava*) (PEREIRA et al. 2014) e 0,1 mg/100 g em kiwi (*A. chinensis*) (PHILIPPI, 2001). Para todas as faixas etárias apresentadas na Tabela 6, o nível de zinco (0,24 mg/100 g) está abaixo da UL para a ingestão de ferro por crianças (7-12 mg/dia), adolescentes (23-34 mg/dia) e gestantes (38 mg/dia, considerando o valor médio proposto entre as idades). Portanto, é improvável que a ingestão da porção do fruto cause efeitos adversos.

5.3.7 Manganês (Mn)

Na Tabela 6, a concentração de manganês em frutos de guavira (0,14 mg/100 g) corresponde a 11% da AI para crianças de 1 a 3 anos (1,20 mg/dia), 9,3% da AI para crianças de 4-8 Anos (1,5 mg/dia), 8% da AI para adolescentes de 9-13 anos (1,75 mg/dia), 7,3% da AI para adolescentes com idade entre 14 e 18 anos (1,90 mg/dia) e 7% da AI para gestantes (2,0 mg/dia). De acordo com as recomendações de ingestão diária de manganês, pode-se afirmar que a porção de 100 g de guavira não é uma boa fonte do mineral para crianças, adolescentes e gestantes. Além disso, a concentração de manganês observada em frutos de guavira é semelhante aos valores encontrados no camu-camu (*Myrciaria dubia*), variando de 0,12 a 0,48 mg/100 g (FREITAS et al., 2016). Para todas as faixas etárias apresentadas na Tabela 6, os níveis de manganês (0,14 mg/100 g) foram inferiores aos valores de UL para crianças (2-3 mg/dia), adolescentes (6-9 mg/100 g) e gestantes (10,30 mg/dia, considerando o valor médio proposto entre as idades). Portanto, o consumo de uma porção de guavira não confere risco de efeitos adversos.

5.3.8 Silício (Si)

De acordo com os dados da Tabela 6, o conteúdo de silício encontrado em frutos de guavira foi de 1,98 mg/100 g. Os valores de RDA, AI e UL não foram estabelecidos para o consumo de silício por seres humanos. No entanto, alguns países como a Bélgica relataram uma ingestão média de 18,6 mg de silício por dia (ROBBERECHT et al., 2009). A ingestão britânica é estimada em 20-50 mg de silício por dia (BELLIA et al., 1994). Além disso, os dados britânicos estão no mesmo intervalo que a média estimada de ingestão de silício nos Estados Unidos, que são estimados em 30 e 33 mg diárias de silício por homens e 24 e 25 mg diárias de silício por mulheres (JUGDAOHSING et al., 2002). De acordo com uma série de estudos, o silício é benéfico para a saúde dos tecidos ósseo e conjuntivo (JUGDAOHSING, 2007). Na literatura (INADA et al., 2015; LETERME et al., 2006; PEREIRA et al., 2014; PHILIPPI, 2001; VALLILO et al., 2005), o conteúdo de silício não foi verificado em frutas como goiaba, kiwi, cambuci, jabuticaba, goiaba-

do-mato, pitanga, jambo-vermelho e araçá-boi. No entanto, o silício está presente em frutos de guavira.

Tabela 7 - Conteúdo de microelementos em *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg ($\mu\text{g}/100\text{g}$) e valores de ingestão diária de referência ($\mu\text{g}/\text{dia}$)

Elementos	<i>C. adamantium</i> $\mu\text{g}/100\text{g}$	Crianças 1-3 anos $\mu\text{g}/\text{dia}$		Crianças 4-8 anos $\mu\text{g}/\text{dia}$		Adolescentes 9-13 anos $\mu\text{g}/\text{dia}$		Adolescentes 14-18 anos $\mu\text{g}/\text{dia}$		Gestante <18 – 50 anos $\mu\text{g}/\text{dia}$	
Microelementos		RDA/AI*	UL	RDA/AI*	UL	RDA/AI*	UL	RDA/AI*	UL	RDA/AI*	UL
Ni	$4,2 \pm 0,1$	-	200	-	300	-	600	-	1.000	-	1.000
Cu	$113,00 \pm 1,8$	340	1.000	440	3.000	700	5.000	890	8.000	1.000	9.333
Co	$7,80 \pm 1,0$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mo	$30,20 \pm 0,4$	17	300	22	600	34	1.100	43	1.700	50	1.900
Cr	$113,20 \pm 0,6$	11*	-	15*	-	23*	-	29*	-	29,60*	-

*: O valor para AI é apresentado onde não há referências RDA disponíveis.

5.3.9 Níquel (Ni)

O teor de níquel em frutos de guavira foi de 4,2 µg/100 g (Tabela 6). Não há recomendação de ingestão diária de níquel para crianças, adolescentes e gestantes. A concentração de níquel em guavira é superior a 1,7 µg/100 g para cambuci (*C. phaea*) (VALLILO et al., 2005). De acordo com trabalhos anteriores, realizados com seres humanos, os efeitos adversos mais consistentemente reportados resultantes da exposição ao níquel são dermatite de contato e efeitos respiratórios (BRERA; NICOLINI, 2005). Para todas as faixas etárias apresentadas na Tabela 7, os níveis de níquel (4,2 µg/100 g) foram inferiores aos valores de UL para a ingestão de níquel por crianças (200-300 µg/dia), adolescentes (600-1.000 µg/dia) e gestantes (1.000 µg/dia). Portanto, o consumo de uma porção de frutas guavira não confere risco de efeitos adversos.

5.3.10 Cobre (Cu)

Na Tabela 7, a concentração de cobre em guavira (113,0 µg/100 g) corresponde a 33% da AI para crianças com idades entre 1 e 3 anos (340 µg/dia), 25% da AI para crianças de 4 a 8 anos (440 µg/100 g), 16% da AI para adolescentes de 9 a 13 anos (700 µg/dia), 12,6% da AI para adolescentes de 14 a 18 anos (890 µg/dia), e 11% da AI para gestantes (1.000 µg/dia). Considerando as recomendações de consumo diário propostas pela RDA, pode-se afirmar que os frutos de guavira são uma excelente fonte de cobre para crianças e uma boa fonte para adolescentes e gestantes. A concentração de cobre observada no fruto do guavira é inferior a 800 µg/100 g em jaboticaba (*M. jaboticaba*) (INADA et al., 2015).

O nível de cobre na Tabela 7 (113 µg/100 g) é inferior ao UL para cobre em crianças (1.000-3.000 µg/dia), adolescentes (5.000-8.000 µg/100 g) e gestantes (9.333 µg/dia, considerando o valor médio proposto entre as idades). Portanto, o consumo de uma porção de guavira não confere nenhum risco de efeitos adversos.

5.3.11 Cobalto (Co)

De acordo com os dados da Tabela 7, o conteúdo de cobalto presente na guavira foi de 7,80 µg/100 g. O valor de ingestão dietética recomendada de cobalto para cada faixa etária ainda não foi definido.

De acordo com os resultados calculados por Dabeka e McKenzie (1995) sobre o consumo de cobalto pela população canadense, os adolescentes com mais de 15 anos ingeriram cerca de 7,5 µg, e crianças de 3 a 14 anos ingeriram aproximadamente 7,3 µg do mineral por dia. A média de ingestão diária pelos homens foi de 12 µg e as mulheres da mesma faixa etária apresentaram média de 9,0 µg do elemento ao longo do dia. O limite superior tolerável de ingestão de cobalto para cada faixa etária ainda não foi definido. No entanto, sabe-se que altas doses do mineral pode causar vômitos, náuseas, danos ou problemas de coração ou alterações nas funções da tireóide (U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES, 2004). A quantidade de cobalto da guavira é superior aos valores estabelecidos por alguns dos trabalhos citados. Entretanto, sua concentração é inferior aos 30,0 µg/100 g relatados em jabuticaba (*M. jaboticaba*) (INADA et al., 2015), fruto da mesma família que a *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg.

Embora a US FDA não tenha desenvolvido uma ingestão diária aceitável de cobalto, a opinião científica da *European Food Safety Authority* sobre o uso de compostos de cobalto como aditivos na alimentação sugeriu uma ingestão segura de 600 µg do mineral por dia para efeitos não cancerígenos (EFSA, 2009). No entanto, grupo de especialistas do Reino Unido sobre vitaminas e minerais concluiu que uma suplementação de 1400 µg de cobalto por dia é incapaz de causar efeitos adversos à saúde em adultos (EGVM, 2003).

5.3.12 Molibdênio (Mo)

O conteúdo de molibdênio presente nos frutos de guavira foi de 30,20 µg/100 g (Tabela 7), o que corresponde a 177% da RDA para crianças de 1 a 3 anos (17 µg/dia), 137% da RDA para crianças de 4 a 8 anos (22 µg/100g), 88% da RDA para adolescentes de 9 a 13 anos (34 µg/dia), 70% da RDA para

adolescentes de 14 a 18 anos (43 µg/dia) e 60 % do RDA para gestantes (50 µg/dia). A partir da comparação da concentração de molibdênio em guavira com as recomendações da RDA, conclui-se que a guavira é uma excelente fonte do mineral para crianças, adolescentes e gestantes. Os níveis de molibdênio na Tabela 7 (30,20 µg/100 g) estão abaixo de seu UL para consumo por crianças (300-600 µg/dia), adolescentes (1.100-1.700 µg/100 g) e gestantes (1.900 µg/dia). Portanto, é pouco provável que cause efeitos adversos. Estudos sobre o consumo de frutas contendo molibdênio são escassos na literatura brasileira e em outros países.

A toxicidade de molibdênio está relacionada a baixas reservas de cobre. Pessoas que têm uma ingestão inadequada de cobre dietético ou alguma disfunção metabólica capaz de gerar deficiência desse mineral podem ter risco de toxicidade no molibdênio aumentada (VYSKOCIL et al., 1999). Não há relatos de toxicidade de molibdênio em crianças e adolescentes. Assim, é necessário avaliar os riscos para a saúde humana devido à sobrecarga. Em frutos como a goiaba vermelha (PEREIRA et al., 2014), kiwi (PHILIPPI, 2001), cambuci (VALLILO et al., 2005), jabuticaba (INADA et al., 2015), goiaba-do-mato (*Eugenia sellowiana*), pitanga (*Eugenia uniflora*), jambo-vermelho (*Eugenia malaccensis*) e araçá-boi (*Eugenia stipitata*) (LETERME et al., 2006), o molibdênio não foi verificado.

5.3.13 Cromo (Cr)

O teor de cromo observado em frutos de guavira foi de 113,20 µg/100 g (Tabela 7), o que corresponde a 1029% da AI para crianças de 1 a 3 anos (11 µg/dia), 754% da AI para crianças de 4 a 8 anos (15 µg/100 g), 492% da AI para adolescentes de 9 a 13 anos (23 µg/dia), 390% da AI para adolescentes de 14 a 18 anos (29 µg/dia) e 425% da AI para gestantes (29,6 µg/dia).

O valor proposto para mulheres grávidas referem-se à média das recomendações propostas para as faixas etárias de cada fase. Os valores de UL de cromo para a população ainda não foram estabelecidos.

O cromo desempenha um papel importante na síntese de colesterol, metabolismo de carboidratos, proteínas e perda de peso (SAEED et al., 2010). No entanto, existem alguns efeitos potenciais causados pelo excesso de cromo em

adultos, como problemas respiratórios, no estômago e intestino delgado, sistema reprodutor masculino e câncer (U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES, 2004). Não há estudos que tenham analisado os efeitos potenciais para a saúde da exposição ao cromo em crianças. As informações sobre os efeitos reprodutivos em seres humanos são limitadas, mas estudos em humanos e animais sugerem que o cromo causa efeitos reprodutivos adversos (SAEED et al., 2010). Não há dados suficientes para estabelecer um valor seguro de UL para a ingestão de cromo. Além disso, deve-se ter especial cuidado com a ingestão de grandes porções desta fruta, uma vez que não há limites estabelecidos pelo governo brasileiro para ingestão desta.

O limite tolerável estabelecido pela FAO/WHO (1984) para cromo em plantas alimentícias é de 200 $\mu\text{g}/100\text{ g}$, podendo existir risco de acúmulo do mineral em doses superiores a esta. Portanto, deve-se haver atenção às quantidades do fruto consumidas, evitando efeitos adversos em crianças, adolescentes e gestantes. Em relação a outras frutas, a concentração de cromo foi menor que a encontrada em outro tipo de guavira, a *Campomanesia xantocarpa* O. Berg, que apresentou 180 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ e goiaba amarela (*Psidium cattleianum* Sabine) 135 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ (PEREIRA et al., 2014). Considerando as recomendações de AI, afirma-se que a porção de guavira (100 g) é uma excelente fonte de cromo para crianças, adolescentes e gestantes.

6. CONCLUSÃO

Os constituintes detectados no fruto de *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg foram: sódio, potássio, cálcio, fósforo, ferro, manganês, zinco, silício, cobalto, cobre, cromo, níquel e molibdênio.

A semente do fruto apresentou ótimos valores de ferro, fósforo e manganês, podendo ser considerada fonte dos elementos. Potássio, zinco e cálcio estão presentes em quantidade maior nas sementes do que polpa e casca.

A casca acolhe a maior quantidade de cobre e sódio quando comparada ao teor desses elementos em polpa e semente.

O fruto integral é uma excelente fonte de fósforo para crianças entre 1 e 8 anos e gestantes, e boa fonte para adolescentes com idade entre 9 e 18 anos. Também é uma excelente fonte de ferro para crianças de 1-8 anos e adolescentes com idade entre 9 e 13 anos, é uma boa fonte para adolescentes de 14 a 18 anos de idade. Seu teor de cobre o faz do fruto uma excelente fonte do mineral para crianças de 1 a 8 anos e uma boa fonte para adolescentes de 9 a 18 anos e gestantes. Em relação às recomendações para manganês, o fruto inteiro é uma boa fonte para crianças de 1 a 3 anos.

Independente da idade discutida, os frutos de guavira são uma excelente fonte de molibdênio e cromo. Entretanto, todos os valores de concentração de macro e micronutrientes obtidos neste trabalho são de acordo com o limite permitido pela FAO/OMS ou com estudos publicados de plantas medicinais.

Para elementos como o cobalto e silício não há valores de AI, RDA e UL determinados, o que mostra que há lacunas quanto ao conhecimento dos níveis em que estes nutrientes podem ser ingeridos pela população. Além disso, não há valores de UL determinados para a concentração de cromo para nenhuma fase da vida.

Quanto ao níquel, o valor quantificado em sementes e fruto integral foi inferior ao limite tolerável para todas as faixas etárias citadas neste estudo.

É importante considerar que, para todas as faixas etárias apresentadas neste trabalho, as concentrações de sódio, cálcio, fósforo, ferro, zinco, cobre, manganês e molibdênio foram baixas em relação à UL. Não há risco de efeitos adversos. As concentrações de sódio, potássio, cálcio, zinco e manganês

encontradas nesse trabalho estão abaixo dos valores estipulados pela OMS e DRIs.

O conhecimento dos elementos químicos nas plantas tem interesse econômico e envolve um problema de saúde global. As lacunas no conhecimento sobre o nível de conteúdo da *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg foram concluídas neste trabalho. Os dados obtidos servem como ferramenta para decidir a dosagem preparada a partir desta planta com fins medicinais e nutricionais. Este estudo pode ser útil para determinar a porção adequada da fruta para crianças, adolescentes, adultos e gestantes, considerando conteúdos e concentrações elementares.

REFERÊNCIAS

- ABOU-ARAB, A. A. K.; ABOU DONIA, M. A. Heavy metals in egyptian spices and medicinal plants and the effect of processing on their levels. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, n. 6, p. 2300–2304, 2000.
- ABURTO, N.J.; ZIOLKOVSKA, A.; HOOPER, L.; ELLIOTT, P.; CAPPUCCIO, F.P.; MEERPOHL, J.J. Efeito da menor ingestão de sódio na saúde: revisão sistemática e metanálises. **BMJ**, v. 346, p. F1326, 2013.
- ALVES, A. M.; ALVES, M. S. O.; FERNANDES, T. O.; NAVES, R. V.; NAVES, M. M. V. Caracterização física e química, fenólicos totais e atividade antioxidante da polpa e resíduo de gabioba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 35, n. 3, set. 2013.
- ANDERSEN, O.; ANDERSEN, V. U. **As frutas silvestres brasileiras**. 2 ed. Rio de Janeiro: Globo Rural, 1988. 203 p.
- ANDERSON, J. J. B. Potential health concerns of dietary phosphorus: cancer, obesity, and hypertension. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1301, n. 1, p. 1-8, 2013.
- ANDERSON, R.A.; CHENG, N.; BRYDEN, N.A.; POLANSKY, M.M.; CHENG, N.; CHI, J.; FENG, J. Elevated intakes of supplemental chromium improve glucose and insulin variables in individuals with type 2 diabetes. **Diabetes**, v. 46, n. 11, p. 1786–1791, 1997.
- Anvisa. **Agência nacional de vigilância sanitária**. Regulamento Técnico Sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de Proteína, Vitaminas e Minerais, RDC n. 269, de 22 de setembro de 2005 6p. 2005. Disponível em: <<http://coffito.gov.br/nsite/wp-content/uploads/2016/08/resoluo-rdc-n-269-2005-ingesto-diria-recomendada-idr-de-protenas-vitaminas-e-minerais.pdf>>
- ASCHNER, J.L.; ASCHNER, M. Nutritional aspects of manganese homeostasis. **Molecular aspects of medicine**, v. 26, n. 4, p. 353-362, 2005.
- AUSTIN, K.; SEEBOHAR, B. **Performance nutrition: applying the science of nutrient timing**. Human Kinetics, 2011.
- ÁVIDOS, M. F. D.; FERREIRA, L. T. Frutos dos Cerrados: Preservação gera muitos frutos. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, v.3, n. 15, p. 36-41, 2000.
- CAMPOS, R. P.; HIANE, P. A.; RAMOS, M. I. L.; RAMOS FILHO, M. M.; MACEDO, M. L. R. Conservação e pós-colheita de guavira (*Campomanesia* sp). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 1, p. 41-49, 2012.

AZIZ, M.A.; ADNAN, M.; BEGUM, S.; AZIZULLAH, A., NAZIR, R.; IRAM, S. A review on the elemental contents of Pakistani medicinal plants: Implications for folk medicines. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 188, p. 177–192, 2016.

BECKER, M. M.; MENDES, T. M. F. F.; SOUZA JUNIOR, C. A. Teores de elementos minerais e caracterização física da Uva Isabel (*Vitislabrusca* L.) produzida em Boa Vista/RR. **Orbital -The Electronic Journal of Chemistry**, v. 6, n. 2, p. 82-86, 2014.

BELLIA, J. P.; BIRCHALL, J. D.; ROBERTS, N. B. Beer: a dietary source of silicon. **The Lancet**, v. 343, n. 8891, p. 235, 1994.

BIAVATTI, M. W.; FARIAS, C.; CURTIUS, F.; BRASIL, L. M.; HORT, S.; SCHUSTER, L.; LEITE S.N.; PRADO, S. R. T. Preliminary studies on *Campomanesia xanthocarpa* (Berg.) and *Cuphea carthagenensis* (Jacq.) JF Macbr. aqueous extract: weight control and biochemical parameters. **Journal of ethnopharmacology**, v. 93, n. 2, p. 385-389, 2004.

BISSÉ, E.; EPTING, T.; BEIL, A.; LINDINGER, G.; LANG, H.; WIELAND, H. Reference values for serum silicon in adults. **Analytical biochemistry**, v. 337, n. 1, p. 130-135, 2005.

BJØRKLUND G.; AASETH, J.; SKALNY, A. V.; SULIBURSKA, J.; SKALNAYA, M. G.; NIKONOROV, A. A.; TINKOV, A. A. Interactions of iron with manganese, zinc, chromium, and selenium as related to prophylaxis and treatment of iron deficiency. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology**, 2017.

BRER, S.; NICOLINI, A. Respiratory manifestations due to nickel. **Acta Otorhinolaryngologica Italica**, v. 25, n. 2, p. 113–115, 2005.

CARLISLE, E. M. Silicon: a possible factor in bone calcification. **Science**, v. 167, n. 3916, p. 279-280, 1970.

CARLISLE, E. M. Silicon: an essential element for the chick. **Science**, v. 178, n. 4061, p. 619-621, 1972.

CARSON, B. L.; ELLIS, H. V.; MCCANN, J. L. Toxicology and biological monitoring of metals in humans: Including feasibility and need. 1986.

CHEN, P.; CHAKRABORTY, S.; PERES, T. V.; BOWMAN, A. B.; ASCHNER, M. Manganese-induced neurotoxicity: from *C. elegans* to humans. **Toxicology research**, v. 4, n. 2, p. 191-202, 2015.

CLYDESDALE, F. M.; FRANCIS, F. J. **Food nutrition and health**. Springer Science & Business Media, 2012.

CROOK, M. **Clinical chemistry & metabolic medicine**. London: Hodder Arnold, 2

CROOK, M.A. **Clinical Chemistry and Metabolic Medicine**. 7th ed. London: Holder Arnold; 2006.

CONNELL P, YOUNG VM, TOBOREK M, COHEN DA, BARVE S, MCCLAIN CJ, HENNIG B. Zinc attenuates tumor necrosis factor-mediated activation of transcription factors in endothelial cells. **The Journal of the American College of Nutrition**, v. 16, p. 411–417, 1997.

COZZOLINO, S. M.; COMINETTI, C. **Bases bioquímicas e fisiológica da nutrição: nas diferentes fases da vida, na saúde e na doença**. Manole, 2013.

CUNHA, L. L. T.; LUCENA, E. M. P.; BONILLA, O. H. Thermal Requirements of Flowering to Fruiting of Species of Myrtaceae in Restinga Environment. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 3, p. 707-721, 2016.

DAMASCENO JÚNIOR, G.A.; SOUZA, P.R. **Sabores do Cerrado e Pantanal: receitas e boas práticas de utilização**. Campo Grande: UFMS, 2010.

DABEKA, R.W.; MCKENZIE, A.D. Survey of lead, cadmium, fluoride, nickel, and cobalt in food composites and estimation of dietary intakes of these elements by Canadians in 1986-1988. **Journal of AOAC International**, v. 78, n. 4, p. 897-909, 1995.

DEL VALLE, H. B.; YAKTINE, A. L.; TAYLOR, C. L.; ROSS, A. C.; (Eds.). **Dietary reference intakes for calcium and vitamin D**. National Academies Press, 2011.

DOMINGO, J. L.; GÓMEZ, M; COLOMINA, M. T. Oral silicon supplementation: an effective therapy for preventing oral aluminum absorption and retention in mammals. **Nutrition reviews**, v. 69, n. 1, p. 41-51, 2011.

DURIGAN, G.; BAITELLO, J. B.; FANCO, G. A. D. C.; SIQUEIRA, M. F. **Plantas do Cerrado: imagens de uma paisagem ameaçada**. São Paulo: Páginas & Letras, 2004.

EASTMOND, D. A.; MACGREGOR, J. T.; SLESINSKI, R. S. Trivalent chromium: assessing the genotoxic risk of an essential trace element and widely used human and animal nutritional supplement. **Critical reviews in toxicology**, v. 38, n. 3, p. 173-190, 2008.

ESPINDOLA, P. P. D. T.; ROCHA, P. D. S. D.; CAROLLO, C.A.; SCHMITZ, W.O.; PEREIRA, Z.V.; VIEIRA, M.D.C. et al. Antioxidant and Antihyperlipidemic Effects of Campomanesia adamantium O. Berg Root. **Oxidative medicine and cellular longevity**, v. 2016, 2016.

EFSA. European Food Safety Authority. 2006. Tolerable upper intake levels for vitamins and minerals. Parma, European Food Safety Authority. Disponível em: <http://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/efsa_rep/blobserver_assets/ndatolerableuil.pdf>

EFSA. European Food Safety Authority. 2009. Scientific opinion on the use of cobalt compounds as additives in animal nutrition. **EFSA Journal**, v. 7, p. 1–45.

EGVM. **Expert Group on Vitamins and Minerals**. Safe Upper Levels for Vitamins and Minerals. Food Standards Agency, London. 2003.

FAO/WHO. **Food and Agriculture Organization/World Health Organization**. Contaminants. In codex Alimentarius, Vol XVII, Ed.1 FAO/WHO Codex Commission, Rome, 1984.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. 2005. 186 f. Monografia (Especialização em Solos e Meio Ambiente) - Lavras: UFLA/FAEPE, Minas Gerais, 2005.

FERNANDES, T.O.; ÁVILA, R. I.; MOURA, S. S.; RIBEIRO, G.A.; NAVES, M. M. V.; VALADARES, M. C. *Campomanesia adamantium* (Myrtaceae) fruits protect HEPG2 cells against carbon tetrachloride-induced toxicity. **Toxicology Reports**, v. 2, p. 184-193, 2015.

FINLEY, B.L.; MONNOT, A.D; PAUSTENBACH, D.J.; GAFFNEY S.H. Derivation of a chronic oral reference dose for cobalt. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v. 64, n. 3, p. 491-503, 2012.

FINLEY, J. W.; PENLAND, J. G.; PETTIT, R. E.; DAVIS, C. D. Dietary manganese intake and type of lipid do not affect clinical or neuropsychological measures in healthy young women. **The Journal of nutrition**, v. 133, n. 9, p. 2849-2856, 2003.

FLYVHOLM, M. A.; NIELSEN, G. D.; ANDERSEN, A. Nickel content of food and estimation of dietary intake. **Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-Forschung A**, v. 179, n. 6, p. 427-431, 1984.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9 ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2004. 307 p.

FRIEDMAN, B.J.; FREELAND-GRAVES, J.H.; BALES, C.W.; BEHMARDI, F., SHOREY-KUTSCHKE, R.L.; WILLIS, R.A.; CROSBY, J.B.; TRICKETT, P.C.; HOUSTON, S.D. Manganese balance and clinical observations in young men fed a manganese-deficient diet. **The Journal of nutrition**, v. 117, n. 1, p. 133-143, 1987.

FREITAS C.A.B.; SILVA A.S.; ALVES C.N.; NASCIMENTO W.M.O.; LOPES A.S., LIMA M.O.; MÜLLER R.C.S. Characterization of the fruit pulp of Camu-Camu

(*Myrciaria dubia*) of seven different genotypes and their rankings using statistical methods PCA and HCA. **Journal of Brazilian Chemical Society**, v. 27, n. 10, p. 1838 – 1846, 2016.

GOMES, M. R.; ROGERO, M. M.; TIRAPEGUI, J. Considerações sobre cromo, insulina e exercício físico. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 11, n. 5, p. 262-266, 2005.

GUPTA J. Trace Metal Analysis in *Withania somnifera*. **Oriental Journal of Chemistry**, v. 29, n. 3, p. 1099-1101, 2013.

HEANEY, R. P. Calcium intake and disease prevention. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 50, n. 4, p. 685-693, 2006.

HEANEY, R. P.; RAFFERTY, K. Preponderance of the evidence: an example from the issue of calcium intake and body composition. **Nutrition reviews**, v. 67, n. 1, p. 32-39, 2009.

INADA, K.O.P.; OLIVEIRA, A.A.; REVORÊDO, T.B.; MARTINS, A.B.N.; LACERDA, E.C.Q.; FREIRE, A.S.; BRAZ, B.F. Screening of the chemical composition and occurring antioxidants in jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*) and jussara (*Euterpe edulis*) fruits and their fractions. **Journal of Functional Foods**, v. 17, p. 422 – 433, 2015.

INSTITUTE OF MEDICINE (US) STANDING COMMITTEE ON THE SCIENTIFIC EVALUATION OF DIETARY REFERENCE INTAKES et al. **Dietary reference intakes for calcium, phosphorus, magnesium, vitamin D, and fluoride**. National Academies Press (US), 1997.

INSTITUTE OF MEDICINE (US) PANEL ON DIETARY REFERENCE INTAKES FOR ELECTROLYTES; WATER. **DRI, dietary reference intakes for water, potassium, sodium, chloride, and sulfate**. National Academy Press, 2005.

JABEEN, S.; SHAH, M.T.; KHAN, S.; HAYAT, M.Q. Determination of major and trace elements in ten important folk therapeutic plants of Haripur basin, Pakistan. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 4, n. 7, p. 559–566, 2010.

JUGDAOHSINGH, R. Silicon and bone health. **The journal of nutrition, health & aging**, v. 11, n. 2, p. 99, 2007.

JUGDAOHSINGH, R. Silicon and bone health. **The journal of nutrition, health & aging**, v. 11, n. 2, p. 99-110, 2007.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. Conservation of the Brazilian cerrado. **Conservation biology**, v. 19, n. 3, p. 707-713, 2005.

- KATZ, S. A.; SALEM, H. The toxicology of chromium with respect to its chemical speciation: A review. **Journal of Applied Toxicology**, v. 13, n. 3, p. 217–224, 1992.
- KHAN, S. A.; AHMAD, I.; MOHAJIR, M. S. Evaluation of mineral contents of some edible medicinal plants. **Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 19, n. 2, p. 141-148, 2006.
- KUMAR, V.; SHUKLA, A. K.; SHARMA, P.; SINGH, R.; SEN, B.; SINGH, P. Role of micronutrient in health. **World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences**, v. 6, n. 3, p. 437-452, 2017.
- KUMSSA, D. B.; JOY, E. J.; ANDER, E. L.; WATTS, M. J.; YOUNG, S. D.; WALKER, S.; BROADLEY, M. R. Dietary calcium and zinc deficiency risks are decreasing but remain prevalent. **Scientific reports**, v. 5, p. 10974, 2015.
- LESCANO, C.H.; OLIVEIRA, I.P.; ZAMINELLI, T.; BALDIVIA, D.S.; SILVA, L.R.; NAPOLITANO, M.; SILVÉRIO, C.B.M.; LINCOPAN, N.; SANJINEZ-ARGANDOÑA E. J. *Campomanesia adamantium* Peel Extract in Antidiarrheal Activity: The Ability of Inhibition of Heat-Stable Enterotoxin by Polyphenols. **Plos One**, v. 11, n. 10, p. e0165208, 2016.
- LETERME, P.; BULDGEN, A.; ESTRADA, F.; LONDOÑO, A. M. Mineral content of tropical fruits and unconventional foods of the Andes and the rain forest of Colombia. **Food Chemistry**, v. 95, p. 644 – 652, 2006.
- LEWIS, R. C.; JOHNS, L. E.; MEEKER, J. D. Exploratory analysis of the potential relationship between urinary molybdenum and bone mineral density among adult men and women from NHANES 2007–2010. **Chemosphere**, v. 164, p. 677-682, 2016.
- LIEM, D. G.; MIREMADI, F.; KEAST, R. S. J. Redução do sódio nos alimentos: o efeito sobre o sabor. **Nutrients**, v. 3, n. 6, p. 694-711, 2011.
- LIN, C. Y. C. T. H. Nickel toxicity to human term placenta: in vitro study on lipid peroxidation. **Journal of Toxicology and Environmental Health Part A**, v. 54, n. 1, p. 37-47, 1998.
- LINDER, M. C.; HAZEGH-AZAM, M. Copper biochemistry and molecular biology, **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 63, p.797S-811S, 1996
- LORENZI, H. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas: de consumo in natura**. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2006.
- MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S.; RAYMOND, J. L. **Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia**. 13. ed. Elsevier, 2013.

MARTIN, Sabine; GRISWOLD, Wendy. Human health effects of heavy metals. **Environ Sci Technol Brief Cit**, v. 15, p. 1-6, 2009.

MATO GROSSO DO SUL. Lei n° 5.082, de 7 de novembro de 2017. Declara a guavira (*Campomanesia spp.*) como fruto símbolo do Estado de Mato Grosso do Sul, e dá outras providências. **Diário Oficial de Mato Grosso do Sul**, 8 nov. 2017. Disponível em:
<<http://www.spdo.ms.gov.br/diariodoe/Index/PaginaDocumento/44948/?Pagina=1>> .

MEISINGER, C.; STÖCKL, D.; RÜCKERT, I. M.; DÖRING, A.; THORAND, B.; HEIER, M.; HUTH, C.; BELCREDI, P.; KOWALL, B.; RATHMANN, W. Serum potassium is associated with prediabetes and newly diagnosed diabetes in hypertensive adults from the general population: the KORA F4-study. **Diabetologia**, v. 56, n. 3, p. 484-491, 2013.

MERMET, J. M.; POUSSEL, E. ICP emission spectrometers: 1995 analytical figures of merit. **Applied Spectroscopy**, v. 49, n. 10, p. 12A-18A, 1995.

Michel MC, Guimarães AG, Paula CA, Rezende SA, Sobral ME, Guimarães DA. Extracts from the leaves of *Campomanesia velutina* inhibits production of LPS/INF- γ induced inflammatory mediators in J774A. 1 cells and exerts anti-inflammatory and antinociceptive effects in vivo. *Revista Brasileira de Farmacognosia*. 2013; 23(6): 927-936. <
http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-695X2013000600927&script=sci_arttext&tlng=pt>

MICHEL, M.C.; GUIMARÃES, A. G.; PAULA, C. A.; REZENDE, S. A.; SOBRAL, M. E.; GUIMARÃES, D. A. Extracts from the leaves of *Campomanesia velutina* inhibits production of LPS/INF- γ induced inflammatory mediators in J774A. 1 cells and exerts anti-inflammatory and antinociceptive effects in vivo. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 23, n. 6, p. 927-936, 2013.

MILLER, G. D.; JARVIS, J. K.; MCBEAN, L. D. The importance of meeting calcium needs with foods. **Journal of the American College of nutrition**, v. 20, n. 2, p. 168S-185S, 2001.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Dietary reference intakes for Vitamin A. **Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc. The National Academies Press, Washington, DC**, 2001.

NIELSEN, F. H. Is boron nutritionally relevant?. **Nutrition reviews**, v. 66, n. 4, p. 183-191, 2008.

OJIMA, R.; MARTINE, G. Resgates sobre população e ambiente: breve análise da dinâmica demográfica e a urbanização nos biomas brasileiros. **Ideias - Revista do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da UNICAMP**, Campinas, SP, v. 3, n. 2, p. 55-70, 2012.

OMOKEHIDE, A.; LAJIDE, L.; HAMMED, O.; BABATUNDE, O. Trace elements and majors minerals evaluation in *Fluerya aestuans* Linn. (Urticaceae). **International Journal of Pharma Sciences**, v. 3, n. 5, p. 328–332, 2013.

OTTEN, J. J.; HELLWIG, J. P.; MEYERS, L. D. (Ed.). **Dietary reference intakes: the essential guide to nutrient requirements**. National Academies Press, 2006.

PADOVANI, R. M.; AMAYA-FARFÁN, J.; COLUGNATI, F. A. B.; DOMENE, S. M. A. Dietary reference intakes: aplicabilidade das tabelas em estudos nutricionais. **Revista de Nutrição**, v. 19, n. 6, p. 741-760, 2006.

PAVAN, F. R.; LEITE, C. Q. F.; COELHO, R. G.; COUTINHO, I. D.; HONDA, N. K.; CARDOSO, C. A. L.; VILEGAS, W.; LEITE, S. R. A.; SATO, D. N. Evaluation of anti-*Mycobacterium tuberculosis* activity of *Campomanesia adamantium* (Myrtaceae). **Química Nova**, v. 32, n. 5, p. 1222-1226, 2009.

PARAB, N.; VAIDYA, S. Determination of Some Trace Elements and Macro Minerals of *Sesbania bispinosa* (Jacq.) W. F. Wight. **International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Research**, v. 6, n. 2, p. 383-401, 2016.

PARR, R. M. An international collaborative research programme on minor and trace elements in total diets. In: Bratter P, Schramel P (Ed). **Trace element analytical chemistry in medicine and biology**. Berlin: Walter De Gruyter Inc; 1987. p. 157–165.

PENLAND, J. G.; JOHNSON, P. E. Dietary calcium and manganese effects on menstrual cycle symptoms. **American journal of obstetrics and gynecology**, v. 168, n. 5, p. 1417-1423, 1993.

PEREIRA, K. A. R.; RIBEIRO, M. S. L.; REIS, E. F. Seedling emergence of an array of *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg, under different conditions. **Biotemas**, v. 27, n. 4, p. 29-36, 2014.

PEREIRA, L. G. R.; VOLTOLINI, T. V.; MORAES, S. A.; ARAGÃO, A.; BRANDÃO, L.; CHIZZOTTI, M. Integração Lavoura Pecuária Floresta? ILPF-Sistema de Integração Fruticultura Pecuária. In: **Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso**. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO ANIMAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO, 2., 2009, Petrolina. Anais... Petrolina: Univasf: Embrapa Semi-Árido, 2009.

PRASHANTH, L.; KATTAPAGARI, K. K.; CHITTURI, R. T.; BADDAM, V. R. R.; PRASAD, L. K. A review on role of essential trace elements in health and disease. **Journal of Dr. NTR University of Health Sciences**, v. 4, n. 2, p. 75, 2015.

PHILIPPI, S. T. (Org.). **Pirâmide dos alimentos: fundamentos básicos da nutrição**. 2, ed. rev. Barueri, SP: Manole, 2014.

PHILIPPI, S.T. **Tabela de Composição de Alimentos: suporte para decisão profissional**. Anvisa, Brasília. 2001.

PROENÇA, C. E.; OLIVEIRA, M. I. U.; SOBRAL, M.; LANDIM, M. F. Novelty in Myrtaceae: contributions to the Flora of the State of Sergipe, Brazil. **Phytotaxa**, v. 173, n. 3, p. 217-225, 2014.

ROBBERECHT, H.; CAUWENBERGH, R.; VLASLAER V.; HERMANS, N. Dietary silicon intake in Belgium: Sources, availability from foods, and human serum levels. **Science of The Total Environment**, v. 407, n. 16, p: 4777-4782, 2009.

ROCHA, M. S.; FIGUEIREDO, R. W.; ARAÚJO, M. A. M.; MOREIRA-ARAÚJO, R. S. R. Caracterização físico-química e atividade antioxidante (*in vitro*) de frutos do cerrado Piauiense. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 4, 2013.

RODRIGUES, V. E. G.; CARVALHO, D. A. **Plantas medicinais no domínio dos cerrados**. Lavras: Ed. UFLA, 2001.

RUBIO, C.; LUCAS, J. R. D.; GUTIÉRREZ, A. J.; GLEZ-WELLER, D.; MARRERO, B. P.; CABALLERO, J.M.; REVERT, C.; HARDISSON, A. Evaluation of metal concentrations in mentha herbal teas (*Mentha piperita*, *Mentha pulegium* and *Mentha* species) by inductively coupled plasma spectrometry. **Journal of pharmaceutical and biomedical analysis**, v. 71, p. 11-17, 2012.

SAEED M.; KHAN H.; KHAN M.A.; KHAN F.; KHAN S.A.; MUHAMMAD N. Quantification of various metals and cytotoxic profile of aerial parts of *Polygonatum verticillatum*. **Pakistan Journal of Botany**, v. 42, n. 6, p. 3995-4002, 2010.

SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA, L. G.; BEZERRA, H. D. S. Mapeamento da cobertura vegetal natural e antrópica do bioma Cerrado por meio de imagens Landsat ETM+. **Anais do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. INPE, Natal, p. 1199-1206, 2009.

SERGEEV, I. N.; SONG, Q. High vitamin D and calcium intakes reduce diet-induced obesity in mice by increasing adipose tissue apoptosis. **Molecular nutrition & food research**, v. 58, n. 6, p. 1342-1348, 2014.

SCHWARZ, G., BELAIDI, A. A. Molybdenum in human health and disease. In: **Interrelations between Essential Metal Ions and Human Diseases**. Springer Netherlands, 2013. p. 415-450.

SIANI, A.; STRAZZULLO, P.; GIACCO, A.; PACIONI, D.; CELENTANO, E., MANCINI, M. Increasing the dietary Potassium intake reduces the need for antihypertensive medication. **Annals of internal medicine**, v. 115, n. 10, p. 753-759. 1991.

SILVA, D. B.; SILVA, J. A.; JUNQUEIRA, N. T. V.; ANDRADE, L. R. M. **Frutas do Cerrado**. Brasília: Embrapa Informação tecnológica, 2001. p. 178.

STANOJKOVIC-SEBIC, A.; PIVIC, R.; JOSIC, D.; DINIC, Z.; STANOJKOVIC, A. Heavy metals content in selected medicinal plants commonly used as components for herbal formulations. **Journal of Agricultural Sciences**, v. 21, p. 317–325, 2015.

SILVA, M. S. **Determinação de cádmio e cromo em amostras lipídicas por espectrometria de absorção atômica de alta resolução com fonte contínua e atomização em forno de grafite**. 2016. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2016.

SILVA, S. M. C. S.; MURA, J. **Tratado de alimentação, nutrição e dietoterapia**. 3. ed. Editora Payá, 2016.

SOUZA, J.C.; PICCINELLI, A.C.; AQUINO, D.F.S.; SOUZA, V.V.; SCHMITZ, W.O.; TRAESEL, G.K.; CARDOSO, C. A. L.; KASSUYA, C. A. L.; ARENA, A.C. Toxicological analysis and antihyperalgesic, antidepressant, and anti-inflammatory effects of *Campomanesia adamantium* fruit barks. **Nutritional neuroscience**, v. 20, n. 1, p. 23-31, 2017.

TERKER, A. S.; ZHANG, C.; MCCORMICK, J. A.; LAZELLE, R. A.; ZHANG, C.; MEERMEIER, N. P.; SILER D.A.; PARK, H.J.; FU, Y.; COHEN, D.M.; WANG, W.; YANG, C.; ELLISON, D.H.; WEINSTEIN, A. M. Potassium modulates electrolyte balance and blood pressure through effects on distal cell voltage and chloride. **Cell metabolism**, v. 21, n. 1, p. 39-50, 2015.

TRUMBO, P.; YATES, A. A.; SCHLICKER, S.; POOS, M. Dietary reference intakes: vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 101, n. 3, p. 294-301, 2001.

ULLAH, R.; KHADER, J.A.; HUSSAIN, I.; TALHA, N.M.A.; KHAN, N. Investigation of macro and micro-nutrients in selected medicinal plants. **African Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 6, n. 25, p. 1829-1832, 2012.

U.S. Department of Health and Human Services. **Toxicological profile for Cobalt**. Atlanta, US, 2004.

U.S. Department of Health and Human Services. **Toxicological profile for chromium**. Atlanta, US Department of Health and Human Services, 2012.

VALLILO, M.I.; GABERLOTTI, M.L.; OLIVEIRA, E.D.; LAMARDO, L.C.A. Physical and chemical characteristics of cambucizeiro's fruits (*Campomanesia phaea*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 2, p. 241-244, 2005.

VALLILO, M.I.; LAMARDO, L.C.A.; GABERLOTTI, M.L.; OLIVEIRA, E.D.; MORENO, P. R. H. Composição química dos frutos de *Campomanesia adamantium* (Cambessédes) O. Berg. **Ciência e tecnologia de alimentos**, v. 26, n. 4, p. 725-955, 2006.

VIEIRA, R. F.; AGOSTINI-COSTA, T.; SILVA, D. B.; FERREIRA, F. R.; SANO, S. M. **Frutas nativas da região Centro-Oeste do Brasil**. Embrapa Informação Tecnológica: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2010.

TORRES, D. G. **Boticas de la colonia y cosecha de hojas dispersas**. Asunción – Paraguay, 1979.

TREVISAN L.C., NÓBREGA J.A. Inductively coupled plasma optical emission spectrometry with axially viewed configuration: an overview of application. **Journal of the Brazilian chemical Society**, v. 18, n. 4, p. 678-690, 2007.

WEAVER, C.M.; HEANEY, R.P. Calcium. In: SHILS, M.E.; SHIKE, M.; ROSS, A.C.; CABALLERO, B.; COUSINS, R.J. **Modern Nutrition in Health and Disease**. 10th ed. Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins, 2006. p.194-210.

WOLFE, Sid M. **Worst pills, best pills: A consumer's guide to avoiding drug-induced death or illness**. Simon and Schuster, 2005.

World Health Organization (WHO). (2005). Quality Control Methods for Medicinal Plant Materials, Revised, Geneva Wong MK, Tan P, Wee.2005

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Guideline: **Calcium supplementation in pregnant women** (2013). Geneva, World Health Organization (WHO). Disponível em: <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/85120/1/9789241505376_eng.pdf>

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Guideline: **Calcium supplementation in pregnant women**, 2013. Geneva, World Health Organization (WHO). Disponível em: <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/85120/1/9789241505376_eng.pdf>

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Guideline: **Potassium intake for adults and children**. 2012b. Geneva, World Health Organization (WHO).

Disponível em:

<http://www.who.int/nutrition/publications/guidelines/potassium_intake_printversion.pdf>.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Guideline: **Sodium intake for adults and children**. 2012a. Geneva, World Health Organization (WHO).

[http://apps.who.int/iris/bitstream/](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/77985/1/9789241504836_eng.pdf?ua=1&ua=1)

[10665/77985/1/9789241504836_eng.pdf?ua=1&ua=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/77985/1/9789241504836_eng.pdf?ua=1&ua=1)

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Trace elements in human nutrition**.

Geneva: Macmillan/Ceuterick; 1973.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Quality Control Methods for Medicinal Plant Materials**, WHO, Geneva, Switzerland, 2005.

WORLD HEALTH ORGANIZATION: 1992. **Trace elements in human nutrition**.

Geneva. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-u5900m/u5900t05.htm>>

YARANDI, S. S.; GRIFFITH, D. P.; SHARMA, R.; MOHAN, A.; ZHAO, V. M.; ZIEGLER, T. R. Optic neuropathy, myelopathy, anemia, and neutropenia caused by acquired copper deficiency after gastric bypass surgery. **Journal of clinical gastroenterology**, v. 48, n. 10, p. 862-865, 2014.

ANEXOS

PUBLISHED BY

INTECH

open science | open minds

World's largest Science,
Technology & Medicine
Open Access book publisher



2,900+
OPEN ACCESS BOOKS



98,000+
INTERNATIONAL
AUTHORS AND EDITORS



92+ MILLION
DOWNLOADS



BOOKS
DELIVERED TO
151 COUNTRIES

AUTHORS AMONG
TOP 1%
MOST CITED SCIENTIST



12.2%
AUTHORS AND EDITORS
FROM TOP 500 UNIVERSITIES



Selection of our books indexed in the
Book Citation Index in Web of Science™
Core Collection (BKCI)

Chapter from the book *Active Ingredients from Aromatic and Medicinal Plants*
Downloaded from: <http://www.intechopen.com/books/active-ingredients-from-aromatic-and-medicinal-plants>

Interested in publishing with InTechOpen?
Contact us at book.department@intechopen.com

Investigation of *Campomanesia* Components: A Fruit of Brazilian Cerrado

Nayara Vieira de Lima, Daniela Granja Arakaki,
Paula F. Saldanha Tschinkel,
Anderson Fernandes da Silva,
Rita de Cássia Avellaneda Guimarães,
Priscila Aiko Hiane and
Valter Aragão do Nascimento

Additional information is available at the end of the chapter

<http://dx.doi.org/10.5772/111761>

Abstract

A survey of chemical composition of the fruit of *Campomanesia adamantium* used by rural and urban inhabitants of the cities of the Campo Grande, Mato Grosso do Sul State, Brazil, was carried out by inductively coupled plasma-optical emission spectroscopy (ICP-OES) aiming at the detection of minerals. Fifteen minerals were detected in the peel, pulp, and seeds of plant. The concentrations of elements K, Ca, Na, and P are found to be present at the major level in peel, pulp, and seeds of fruit. The zinc concentration is very low compared to other detected elements. The levels of some chemical elements in the fruit do not exceed the limits established by international legislation. Animal studies should be performed. The knowledge of the chemical elements in plants has economic interest, and involves global health problem.

Keywords: medicinal plants, guavira, inductively coupled plasma mass spectrometry

1. Introduction

Medicinal and aromatic plants are important source of natural wealth. It is estimated that there are about 350,000 species of existing plants. Therapeutic plants have been valued as a mode of

treatment of a variety of diseases and have played a very important role in the health. So, they serve as raw materials for manufacturing several traditional and modern medicines [1, 2].

The records of medicinal plants' use for treating diseases and ailments date back to centuries ago. However, currently, more than half of the world's population still uses plants for the development of new medicines. In countries such as China, Africa, India, and Brazil, the traditional medicine is still the support of health care, and most of the drugs and cures come from plants. The World Health Organization (WHO) estimated that 80% of people worldwide rely on herbal medicines partially for their primary health care [3]. As in other countries, in Brazil increasingly, medicinal plants are used by rural and urban inhabitants, especially for treating minor ailments.

The vegetation of Brazil is richly endowed with a wide variety of plants, some of which are yet to be fully exploited. Some of the plants are cultivated and used as food or drugs while a good number of others grow wild in the Brazilian Amazon Forest. In Brazil, an effort for documenting the traditional uses of medicinal plants in several Brazilian forests reported 117 medicinal plants used in the Brazilian Amazon [4]. With the exception of the Amazon, few studies on medicinal plants have been performed in other Brazilian areas such as the Pantanal and Cerrado.

Located in South America, the Brazilian Cerrado is located mainly in the Midwest region of Brazil. The Cerrado is the second largest biome in Brazil, behind only the Amazon Rainforest. The Cerrado is rich in traditional medicine. The Midwest region of Brazil, in Mato Grosso do Sul State, in the city of Campo Grande/MS, has several medicinal plants, the *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg and other plants species are part of the Cerrado vegetation of this city. The *C. adamantium* (Cambess.) O. Berg is also known popularly as gabirolba, guabirolba, or guavira. It is a fruit produced by gabirolbeira, a wild shrub that grows in the fields and pastures of Brazil's Cerrado that develops in hot tropical climate with low rainfall. This species belongs to the family Myrtaceae. The fruits are of round-shaped, with a soft pulp, and very smooth well-appreciated taste.

There are many varieties of guavira fruit in Brazil. The differences between guavira of a same variety are often greater than the differences between two different varieties. Some varieties of guavira have different characteristics among them, and they are not as great as those among the different varieties of oranges or mandarins. Sometimes, it is impossible to distinguish one variety from the other, since the difference among the fruit of the same plant is as great as that between the fruit of different varieties. The most common species are *C. xanthocarpa* (Mart.) O. Berg, *C. corymbosa* (Cambess.) O. Berg, *C. Cambessedeani* O. Berg, *C. adamantium* (Cambess.) O. Berg, and *C. pubescens* (Mart. ex DC.) O. Berg.

The reproduction of guavira relies largely on their interaction with animal pollinators and fruit and seed dispersers. These plants are found as deciduous shrub, with a height from 0.5 to 1.5 m; flowering is usually from September to October, the flowers are lily and plentiful. Fruiting occurs from November to January and the fruits generally range from 2 to 2.5 cm in diameter (**Figure 1**); however, the morphological variation from one species to another is evident.

The fruit has 90% sweet juicy pulp and is widely appreciated by the population of the Brazilian Cerrado region. They are mature when the fruit has turned from green to yellow (see **Figure 1**). These plants have a delicate epicarp, demanding care during transport when ripe. A quick processing or freezing is recommended. Refrigerated storage recommendations are at 25°C. In nature, the guavira has low caloric value, mainly due to the high moisture content and therefore a lower concentration of sugars, lipids, and proteins in their structure. The gabirola fruits have nutritional properties due to its high content of vitamin C, minerals, and phenolic compounds, which allows considering it as functional food [5–7]. In **Figure 1**, images represent different parts of the fruit of *C. adamantium* (Cambess.) O. Berg, popularly known as guavira, from Cerrado, Campo Grande-MS, Brazil: (a) fruits of guavira, (b) peel and pulp guavira, (c) magnified image of the fruit, and (d) seed guavira.

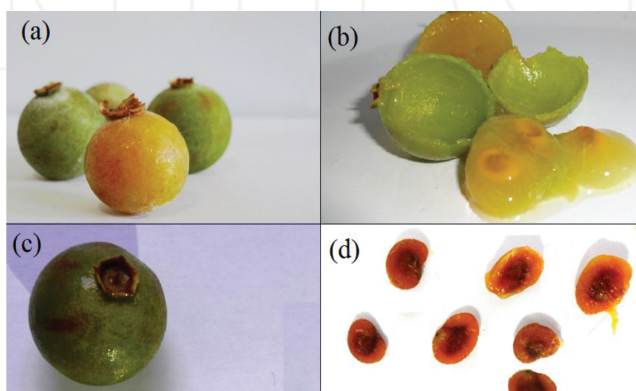


Figure 1. *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg fruits, popularly known as guavira, from Cerrado, Campo Grande-MS, Brazil: (a) fruit of guavira, (b) peel and pulp guavira, (c) magnified image of the fruit, and (d) guavira seeds.

Several studies have shown the importance of the plant *C. xanthocarpa* Berg. (Myrtaceae) as potential effect in reducing blood cholesterol levels. In Brazil, one clinical study with hypercholesterolemic people investigated the effects of plant *C. xanthocarpa* Berg. (Myrtaceae) on inflammatory processes, oxidative stress, endothelial dysfunction, and lipid biomarkers in hypercholesterolemic individuals. According to results, the treatment reduced the blood total cholesterol (TC) and low-density lipoprotein (LDL-C) levels, reduced the oxidative stress in hypercholesterolemic individuals, and improved the levels of nitric oxide (NOx) [8]. In this work, the authors state that their results are in accordance with a previous preclinical study conducted in mice, which showed that this plant was effective in preventing gastric ulcerations and did not produce toxic symptoms [9].

Other studies on these species properties showed the effects of the aqueous extracts of these plants in rats fed on a high calorie diet. Comparing the results from the experimental group with the results of the control group, the chronic treatment with the *C. xanthocarpa* aqueous extract induced a significant reduction in weight gain in the rat. Equally, biochemical analysis

showed that this treatment reduced glycemia. However, no effects on lipidic levels were observed [10]. On the other hand, one study with some species of plants used for weight loss purpose in Brazil and around the world showed that scientific data found are not sufficient to guarantee the efficacy and safety of these plants for treating obesity [11]. Consistent with the results aforementioned studies *Campomanesia* species are used in folk medicine as anti-inflammatory, antirheumatic, antidiarrheal, and hypocholesterolemic [12].

During several years, this plant is used in Brazilian folk medicine for ulcer treatment. Although there is no study in humans, the oral administration of the extract in animals proved to be effective in preventing gastric ulceration in rats and did not produce toxic symptoms [13]. The determination of groups as presence of flavonoids, saponins, and tannins has been related to antiulcer activity in other published work [14].

Studies *in vivo* evaluated the antinociceptive and anti-inflammatory activity of ethanolic extract from *C. velutina* leaves and its fractions, using male Swiss albino mice. The results of the present study demonstrated that *C. velutina* has anti-inflammatory and antinociceptive. However, the complete mechanisms of these actions remain to be elucidated [15].

Indigenous and rural populations used the leaves of *C. adamantium* (Cambess.) O. Berg and its fruits to treat inflammatory, obesity, diarrheal, and aseptic urinary tract problems. The infusion of the leaves is used for bladder problems, high blood pressure, throat infections, vomiting, indigestion, and cramps. The leaves are also used for the treatment of rheumatic diseases and as cholesterol reducers. *C. adamantium* (Myrtaceae) is an antioxidant fruit, and results showed the hepatoprotective effects of pulp or peel/seed hydroalcoholic extracts on injured liver-derived HepG2 cells by CCl₄. The results in part are associated with the presence of antioxidant compounds, especially flavonoids [16]. Researches and studies prove that the oleic and linoleic fatty acids obtained from the oil of the seeds from *C. xanthocarpa* Berg. showed amounts of bioactive compounds, and the results of fatty acid contents indicated a high degree of unsaturation. Oleic acid is included in the normal human diet as a part of animal fats and vegetable oils. It plays a key role in the synthesis of hormones [17]. Linoleic acid is found in many vegetable oils, including flaxseed oil, sunflower seed oil, and corn oil. In the traditional medicine in Brazil, the roots and leaves of *C. xanthocarpa* Berg. are used for antidiabetic effects [18].

The ingestion of such plants for medicinal purpose can have imperative side effects. Scientific surveys of these plants are necessary because many of them may have detrimental effects, such as acute or chronic toxicity, or their use may inhibit the adoption of the proper and effective treatment. Hence, with regard to the toxicological consideration of medicinal plants, the major hazard that may be associated with the use of plants is the presence of potentially toxic mineral elements such as the accumulative elements copper, lead, cadmium, mercury, arsenic, fluorine, selenium, molybdenum, and vanadium. Currently, an effort has been made by Brazilian researchers to review the elemental contents and efficacy of traditional herbal medications.

Some people believe that *C. adamantium* (Cambess.) O. Berg is rich in zinc, aluminum, potassium, calcium, phosphorus, and magnesium. In this context, each chemical element has its chemical properties, health effects, and would be associated with important applications in

the treatment of ailments. In the case of zinc because of its effect in the fight against infections. On the other hand the adverse effect of zinc deficiency increases the susceptibility of children to infectious diarrhea and contributes to malnutrition increases the susceptibility of children to infectious diarrhea, and contributes to zinc deficiency and malnutrition [19]. According to information popular, this species is rich in aluminum. So, *C. adamantium* is popularly used to treat ulcer disease in Mato Grosso do Sul State, in Midwest Brazil. It is logical that among the various categories of antiulcer drugs in the market, many contain aluminum. According to the elders who live in some farms, the fruit of guavira has potassium and helps maintain muscle force. In fact, several investigations have shown that the health benefits of potassium include relief from stroke, blood pressure, heart and kidney disorders, anxiety and stress, as well as enhanced muscle strength. However, there are no scientific data confirming the concentration of this element in the guavira fruit.

Knowledge of element concentrations in highly consumed plant samples is of interest. Especially of trace elements toxic as well as nontoxic in plants are very important medicinally. The diets of the world's population lack one or more essential mineral elements. This can be remedied through dietary diversification, mineral supplementation, food fortification, or increasing the concentrations and/or bioavailability of mineral elements in produce. Some medicinal plants are rich in minerals important to human. Until now, we know that each mineral has a role in human metabolism. For example, sodium is essential to humans. An adult person requires about 2.5–3.0 g per day [3]. Any extra sodium may contribute to high blood pressure. High blood pressure is a leading cause of cardiovascular disease. It accounts for two-thirds of all strokes and half of heart disease [20]. Sodium helps cells to transmit nerve signals and regulates water levels in tissues and blood. On the other hand, potassium has opposite effects on heart health, while high potassium intake can help relax blood vessels and excrete the sodium and decrease blood pressure. Our bodies need far more potassium than sodium each day [21].

Studies demonstrated that elements such as potassium, calcium, sodium, magnesium, manganese, and copper could reduce cardiovascular disease in human beings [22]. Low amount of phosphorus and calcium determined in the sample may still contribute to bone formation. Calcium plays a role in final common pathway mediating stimulus-contraction coupling in cardiac and smooth muscle [23]. Also, low potassium may still reduce the risk of stroke while low sodium content may add value in osmotic regulation of the body fluids and transmission of nerve impulse [24].

Calcium is the most abundant element in the human body. According to a study published [25], the amount of calcium that the body loses through urination increases with the amount of salt that is ingested. Other element as magnesium is abundant in intracellular fluid. Nevertheless, the mechanism involved in its regulation is still unknown. The potential uses of magnesium include the treatment of eclampsia, myocardial infarction, and arrhythmias [26]. Vegetables, nuts, seeds, and legumes are the best sources for magnesium. In contrast to the calcium and magnesium, quantities of manganese in mammalian tissue are scant. But at the same time, this mineral is essential for bone mineralization and metabolism [27]. Studies using plasma of

conscious horses increased superoxide capacity in a manner related to the dose of manganese [28].

Based on the above information, the present chapter includes a preliminary study of the detection of chemical composition of medicinal plant (*C. adamantium* (Cambess.) O. Berg) used by the rural and urban communities of Campo Grande city, Mato Grosso do Sul State, Brazil. This study is necessary because to date there have been no definitive studies on the chemical composition of *C. adamantium* (Cambess) O. Berg fruits in Mato Grosso Sul State, Brazil.

Nowadays, *C. adamantium* (Cambess.) O. Berg (Myrtaceae) is used in folk medicine to treat inflammation and rheumatism. This could be used as an alternative medicine for other disease control. The literature search reveals that few studies have been done on this plant by Brazilian researchers [29, 6]. For this reason, the aim of this work is to characterize the chemical constituents of this plant species native to the Brazil. Using one inductively coupled plasma-optical emission spectroscopy (ICP-OES), we performed measurements of the chemical concentration in the peel, pulp, and seeds of the fruit.

2. Experimental background

2.1. Research area

The *C. adamantium* (Cambess.) O. Berg (Myrtaceae) fruits were collected in Campo Grande city, Mato Grosso do Sul State, Brazil, in October 2015. Fruits of *C. adamantium* in various stages of ripening were collected from various plants. **Figure 2** shows the geographic coordinates of

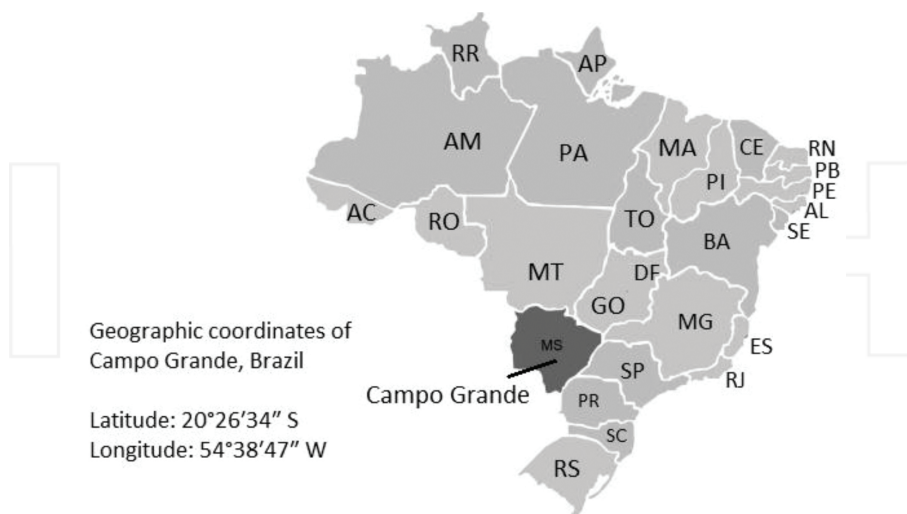


Figure 2. Geographic coordinates of Campo Grande, Mato Grosso do Sul State, Brazil.

Campo Grande, Mato Grosso do Sul State, Brazil, which is used in mapping and navigation, including GPS satellite navigation system (the global positioning system).

2.2. Elemental analysis by ICP-OES technique

All the samples of peel, pulp, and seeds of the fruit were weighed and digested in $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2$ mixture. Samples were prepared as follows: a mixture of 0.5 g sample plus 5.0 mL HNO_3 (65% Merck) and 3.0 mL H_2O_2 (35%, Merck Millipore) was processed in the microwave digestion system Speedwave®, Berghof, Germany. After digestion, samples were diluted to 100 mL using ultrapure water. The final acid concentration of the samples was quite high (4% HNO_3).

In the present paper, the concentration of the elements (K, Ca, Na, P, Mg, Fe, Si, Mo, Mn, Z, Cr, and Cu) was determined with the use of ICP-OES technique (Thermo Scientific—iCAP 6000 Series). The concentrations of the different elements in these samples were determined using the corresponding standard calibration curves obtained by using standard solutions of the elements of interest (Merck). Triplicate analyses were performed on each sample.

The specimen has been identified by Dr. Arnildo Pott and deposited (N° 53328) in herbarium of Federal University of Mato Grosso do Sul (UFMS)/Brazil.

3. Results and discussions

The concentrations of different mineral elements of seed, pulp, and peel of guavira fruit analyzed are listed in **Table 1**. In the present work, the concentration of elements in the peel decreases in the following order: $\text{K} > \text{Ca} > \text{Na} > \text{P} > \text{Mg} > \text{Fe} > \text{Si} > \text{Mo} > \text{Mn} > \text{Zn} > \text{Cr} > \text{Cu} > \text{Co}$. The pulp of the fruit decreases in the following order: $\text{K} > \text{P} > \text{Na} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{Si} > \text{Fe} > \text{Al} > \text{Mo} > \text{Zn} > \text{Mn} > \text{Cr} > \text{Cu} > \text{Co}$. The results attributed to seeds of fruit: $\text{P} > \text{K} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{Na} > \text{Fe} > \text{Al} > \text{Si} > \text{Zn} > \text{Mo} > \text{Cu} > \text{Mn} > \text{Cr} > \text{Cu} > \text{Co}$. Among the various elements, K, Ca, Na, and P are found to be present at the major level, and Cr, Cu, and Co are at minor level. Our studies demonstrated that the guavira seeds are rich in copper, iron, phosphorus, chromium, and molybdenum. However, this plant is not a good source of other elements such as nickel, zinc, potassium, magnesium, manganese, silicon, sodium, and calcium. The chemical characteristic of each chemical element obtained in this study will be described below.

Copper contents were 0.005, 0.0031, and 0.0326 mg/g for the guavira peel, pulp, and seed, respectively. In our study, the copper content of the seeds is the highest while that of the peel is the least. The present results indicate that seeds of guavira are a rich source of copper. In a recent study in Serbia, the concentration of copper in *Foeniculum vulgare* was mentioned as 0.001542 mg/g [30]. The permissible limit of copper set by Food and Agriculture Organization/World Health Organization (FAO/WHO) (1984) in edible plants is 0.003 mg/g. The WHO limit for copper in medicinal herbs has not been established yet. However, some countries had set limits for copper in medicinal plants at 20 and 0.150 mg/g, respectively [31].

Iron contents were 0.01453, 0.01089, and 0.05022 mg/g for the guavira peel, pulp, and seed, respectively. The seeds of guavira are a rich source of iron. The regulatory limits of the WHO/FAO (2005) have not been established yet for the iron in herbal medicines. The limit set by FAO/WHO (1984) in edible plants was 0.02 mg/g. The iron concentration found in Pakistani medicinal plants ranged with values between 0.18163 and 6.79688 mg/g [32]. Values of iron found in Egyptian species and medicinal plants ranged from 0.02696 to 1.046.25 mg/g [33]. Iron is necessary for several functions in the human body. However, iron toxicity has an adverse effect on various metabolic functions and cardiovascular system [34].

Elements	Peel (mg/g)	Pulp (mg/g)	Seeds (mg/g)
Cu	0.005	0.0031	0.0326
Zn	0.00118	0.00221	0.01063
Ca	0.2598	0.199	0.4608
K	2.0236	1.7515	2.5482
Na	0.2334	0.21566	0.0582
P	0.2332	0.5755	4.0652
Cd	ND	ND	ND
Fe	0.01453	0.01089	0.05022
Ni	ND	ND	0.00017
Mn	0.00269	0.00099	0.00237
Co	0.0001	0.00005	0.00013
Mg	0.15304	0.10371	0.1981
Al	ND	0.00597	0.02037
Cr	0.00101	0.00074	0.00084
Mo	0.00627	0.00434	0.00469
Si	0.01346	0.01182	0.01104
ND, non-detected.			

Table 1. Levels of inorganic elements in guavira fruit.

The present study indicates that the seeds of guavira are a rich source of phosphorus (4.0652 mg/g). In an Indian plant known as *Sesbania bispinosa* (Jacq.), the lowest concentration of phosphorus found in seeds was 0.00532 mg/g followed by the concentrations in leaves 0.00292 mg/g and in roots 0.0028 [35].

Chromium contents were 0.00101, 0.00074, and 0.00084 mg/g for the guavira peel, pulp, and seed, respectively. On the other hand in the Pakistan, the range of chromium varied between 0.0012 mg/g in *Convolvulus arvensis* and 0.02949 mg/g in *Cannabis sativa* [32]. The permissible limit set by FAO/WHO (1984) in edible plants was 0.00002 mg/g. The permissible limit of

chromium for plants is 0.00130 mg/g recommended by WHO. After comparison of researches of data above, the concentration of chromium in fruit peel was recorded above the permissible limit set by WHO. The beneficial effects of supplemental chromium in individuals with type 2 diabetes were observed at levels higher than the upper limit of the estimated safe and adequate daily dietary intake [36].

Molybdenum contents in the guavira peel, pulp, and seed were 0.00626, 0.00434 and 0.00469 mg/g, respectively. In 1973, the WHO experts suggested that 2 µg/kg of body weight would be appropriate to maintain normal parameters in health [37]. Representative diets of various countries showed an average concentration of molybdenum in diet 0.23 mg/kg; this corresponds to a daily intake of 100 µg of molybdenum per day for adults. The values of dietary intake of Mo are scarce in the literature reports in Brazil and other countries. This is important information required in assessing risks to human health due to their overburden. So, knowledge of the current levels of dietary intake of guavira by indigenous and rural populations is of primary importance [38].

The nickel concentration was detected by only seeds (0.00017 mg/g). According to the Food and Agriculture Organization of the United Nations (1984), the permissible limit in edible plants is 0.00163 mg/g. Until 2005, there is no permissible limit for nickel by WHO in medicinal plants. Scientific findings have shown that Ni is toxic as evidenced by lipid peroxidative damage to placental membrane; in this case, the metabolic change may be responsible for decreased placental viability, altered permeability, and potential subsequent embryotoxicity [39].

In India, the plant *Withania somnifera* known commonly as Indian ginseng has below concentration of zinc 0.0206 mg/g. In our work, in relation to guavira seeds, we obtained the amount of zinc 0.01063 mg/g. There are no limits of zinc concentration in medicinal plants by the World Health Organization (WHO, 2005). However, the zinc concentration in guavira is less than other Pakistani plants [32]. The guavira fruits are not rich in zinc, as some people claim. However, the recommendation of zinc is beneficial in the treatment of several disorders, such as several pro-inflammatory conditions and cancer [40].

The range of potassium varied between 2.023 mg/g in peel, 1.75 mg/g in pulp, and 2.54 mg/g in the seeds. These values are low when compared with other medicinal plants: *Rheum australe* (0.00622 mg/g) and *Anethum graveolens* (36.93961 mg/g). Potassium has been found in higher concentrations in *Allium cepa* (86.422 mg/g) [41]. On the other hand, minimum concentrations of Ca were observed in the pulp (0.199 mg/g) and maximum in seeds (0.4608 mg/g), which is less than 13.34 mg/g in *Brassica campestris*, Pakistani medicinal plant [32]. According to a study with several herbal medicaments, the reported tolerable upper intake level of calcium in herbs is 2500 mg/day. It has been suggested that for those athletes who may require calcium supplementation to improve bone density, building up to an intake of 1500 mg daily in doses of at least 500 mg at a time is recommended [42]; higher doses could result in adverse gastrointestinal symptoms in some people [43]. So, the guavira fruit is not a good source of potassium and calcium.

In this study, the concentration of magnesium obtained was 0.1981 mg/g. In some Pakistani medicinal plants, magnesium content ranged between 0.00333 mg/g in *Punica granatum* [44] to 2.24188 mg/g in *Convolvulus arvensis* [32]. There are no current data to establish a safe upper level for the magnesium intake.

The range of Mn varied between 0.00269 mg/g in peel and 0.00237 mg/g in seeds of guavira. According to FAO/WHO, the permissible limit set in edible plants was 0.002 mg/g [45]. Studies on medicinal plants in Nigeria obtained a concentration of manganese 0.000399 mg/g in *Fleurya aestuans* (Urticaceae). After this comparison, the concentrations of manganese in fruits of guavira are in perfect harmony with those limits of FAO/WHO. However, for manganese in medicinal plants limits have not yet been established by WHO (2005).

Silicon contents in the guavira peel, pulp, and seed were 0.01346, 0.01182 and 0.01104 mg/g, respectively. There are no guidelines to establish a permissible level of silicon in medicinal herbs. It is not certain that silicon is essential to all plants. No silicon deprivation studies have been conducted in humans. However, silicon appears to have a beneficial role in bone formation and in bone health [46].

The sodium concentrations for fruit studied ranged from 0.0582 mg/g (seed) to 0.2334 mg/g (peel). In the plant *F. aestuans* Linn. (Urticaceae) of Nigeria, the concentration of sodium obtained was 0.01225 mg/g. The minimum daily intake of sodium is 2.3 g.

In analyzed fruits, the sodium contents varied between 0.2598 mg/g (peel), 0.199 mg/g (pulp), and 0.4608 mg/g (seeds). In the reported plants [44], Na contents ranged from 0.0006 mg/g (*Therminalia chebula*) to 90.375 mg/g (*Linum usitatissimum*) [44]. The recommended daily allowance of sodium is 0.12–0.37 g/d for infants, 1.5–1.7 g/d for children, and 1.2–1.5 g/d for adults [47].

4. Conclusions

The results of the analysis showed that the guavira fruits are rich in mineral contents, especially potassium, calcium, sodium, and phosphorus.

The concentrations of elements K, Ca, Na, and P are found at the major level in peel, pulp, and seeds of fruit. The zinc concentration is very low compared to other detected elements.

The mineral composition results of the medicinal plants showed that these plants contain rich source of mineral elements; this result became so important when the usefulness of minerals such as Ca, Mg, P, K, and Na in body is considered. The knowledge of the current levels of dietary intake of guavira by indigenous and rural populations is of primary importance. The elemental analysis of the guavira showed significant variation among different elements. The analysis of Cr concentration showed the highest in peel and the lowest value was found in pulp. It was found that the highest amount of Mo was present in peel and pulp had the lowest value. The concentrations of chromium (Cr) and molybdenum (Mo) were reportedly found higher than the permissible levels.

Some minerals of guavira showed elemental contents above the permissible levels as recommended by the WHO.

Animal studies should be performed. The knowledge of the chemical elements in plants has economic interest and involves global health problem.

Author details

Nayara Vieira de Lima, Daniela Granja Arakaki, Paula F. Saldanha Tschinkel, Anderson Fernandes da Silva, Rita de Cássia Avellaneda Guimarães*, Priscila Aiko Hiane and Valter Aragão do Nascimento

*Address all correspondence to: rita.guimaraes@ufms.br

Post Graduation Program in Health and Development in the Middle West Region, Federal University of Mato Grosso do Sul—UFMS, Campo Grande, MS, Brazil

References

- [1] Pan SY, Litscher G, Gao SH, Zhou SF, Yu ZL, Chen HQ, Zhang SF, Tang MK, Sun JN, Ko KM. Historical perspective of traditional indigenous medical practices: the current renaissance and conservation of herbal resources. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2014; 2014: 20. DOI: 10.1155/2014/525340.
- [2] Falodun A. Herbal medicine in Africa-distribution, standardization and prospects. *Research Journal of Phytochemistry*. 2010; 4: 154–161. DOI: 10.3923/rjphyto.2010.154.161.
- [3] Di Stasi LC, Hiruma CA, Guimarães EM, Santos CM. Medicinal plants popularly used in Brazilian Amazon. *Fitoterapia*; 1994; 65: 529.
- [4] Soetan KO, Olaiya CO, Oyewole OE. The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants: A review. *African Journal of Food Science*. 2010; 4: 200–222.
- [5] Santos MS, Carneiro PIB, Wosiacki G, Petkowicz CLO, Carneiro EBB. Physicochemical characterization, extraction and analysis of pectins from fruit of *Campomanesia xanthocarpa* B. (Gabirola). *Ciências Agrárias*, 2009; 30: 101–106. DOI: 10.5433/1679-0359.2009v30n1p101.
- [6] Vallilo MI, Moreno PRH, Oliveira E, Lamardo LCA, Garbelotti ML. Chemical composition of *Campomanesia xanthocarpa* Berg-Myrtaceae Fruit, *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 2008; 28: 231–237. DOI: 10.1590/S0101-20612008000500035.

- [7] Vieira RF, Agostini-Costa TS, Silva DB, Ferreira FR, Sano SM. Frutas nativas da região Centro-Oeste. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006; 12–25.
- [8] Viecili PRN, Borges DO, Kirsten K, Malheiros J, Viecili E, Melo RD, Trevisan G, Silva MA, Bochi GV, Moresco RN, Klafke JZ. Effects of *Campomanesia xanthocarpa* on inflammatory processes, oxidative stress, endothelial dysfunction and lipid biomarkers in hypercholesterolemic individuals. *Atherosclerosis*. 2014; 234: 85–92. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2014.02.010.
- [9] Markman BE, Bacchi EM, Kato ET. Antiulcerogenic effects of *Campomanesia xanthocarpa*. *Journal of Ethnopharmacology*. 2004; 94: 55–57. DOI: 10.1016/j.jep.2004.04.025.
- [10] Biavatti MW, Farias C, Curtius F, Brasil LM, Hort S, Schuster L, Leite SN, Prado SRT. Preliminary studies on *Campomanesia xanthocarpa* (Berg.) and *Cuphea carthagenensis* (Jacq.) J.F. Macbr. aqueous extract: weight control and biochemical parameters. *Journal of Ethnopharmacology*. 2004; 93: 385–389. DOI: 10.1016/j.jep.2004.04.015.
- [11] Dickel ML, Rates SMK, Ritter MR. Plants popularly used for losing weight purposes in Porto Alegre, South Brazil. *Journal of Ethnopharmacology*. 2007; 109: 60–71. DOI: 10.1016/j.jep.2006.07.003.
- [12] Lorenzi H, Bacher L, Lacerda M, Sartori, S. Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo in natura). São Paulo: Plantarum; 2006. 640 p.
- [13] Markman BEO, Bacchi EM, Kato ETM. Antiulcerogenic effects of *Campomanesia xanthocarpa*. *Journal of Ethnopharmacology* 2004; 94: 55–57. DOI: 10.1016/j.jep.2004.04.025.
- [14] Hodek P, Trefil P, Stiborová M. Flavonoids-potent and versatile biologically active compounds interacting with cytochromes P450. *Chemico-Biological Interactions*. 2002; 139: 1–21. DOI: 10.1016/S0009-2797(01)00285-X.
- [15] Michel MCP, Guimarães AG, Paula AC, Rezende SA, Sobral MEG, Guimarães DAS. Extracts from the leaves of *Campomanesia velutina* inhibits production of LPS/INF- γ induced inflammatory mediators in J774A.1 cells and exerts anti-inflammatory and antinociceptive effects in vivo. *Revista Brasileira de Farmacognosia*. 2013; 23: 927–936. DOI: 10.1590/S0102-695X2013000600010.
- [16] Fernandes TO, Avila RI, Moura SS, Riberiro GA, Naves MMV. *Campomanesia adamantium* (Myrtaceae) fruits protect HEPG2 cells against carbon tetrachloride-induced toxicity, *Toxicology Reports*. 2015; 2: 184–193. DOI: 10.1016/j.toxrep.2014.11.018.
- [17] Santos MS, Miguel OG, Petkowicz CLO, Cândido LMB. Antioxidant and fatty acid profile of gabiroba seed (*Campomanesia xanthocarpa* Berg). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 2012; 32: 234–238. DOI: 10.1590/S0101-20612012005000045.
- [18] Vinagre AS, Rönnau ÂDRO, Pereira SF, Silveira LU, Wiilland EDF, Suyenaga ES. Anti-diabetic effects of *Campomanesia xanthocarpa* (Berg) leaf decoction. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2010; 46: 167–177. DOI: 10.1590/s1984-82502010000200002.

- [19] Bhutta ZA, Bird SM, Black RE, Brown KH, Gardner JM, Hidayat A, Khatun F, Martorell R, Ninh NX, Penny ME, Rosado JL, Roy SK, Ruel M, Sazawal S, Shankar A. Therapeutic effects of oral zinc in acute and persistent diarrhea in children in developing countries: pooled analysis of randomized controlled trials. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2000; 72: 1516–1522.
- [20] He FJ, MacGregor GA. A comprehensive review on salt and health and current experience of worldwide salt reduction programmes. *Journal of Human Hypertension*. 2009; 23: 363–384. DOI: 10.1038/jhh.2008.144.
- [21] Dietary Guidelines for Americans Scientific Advisory Committee. Report of the Dietary Guidelines Advisory Committee on the Dietary Guidelines for Americans, 2010, to the Secretary of Agriculture and the Secretary of Health and Human Service. 2010.
- [22] Anke M, Groppel B, Kronemann H, Bratter P, Schramel P, editors. Significance of newer essential trace elements (like Si, Ni, As, Li, V,) for the nutrition of man and animals. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. 1984; 3: 421.
- [23] Gielen M, Tiekink ERT, editors. Metallo therapeutic drugs and metal-based diagnostic agents: the use of metals in medicine. 2nd ed. Chichester: Wiley; 2008. 638 p.
- [24] Hassan LG, Usman BB, Kamba AS, Hassan SW. Nutritional compositions of vegetable spaghetti (*Hastala pasta*). *Nigeria Food Journal*. 2009; 27 (2). DOI: 10.4314/nifo.v27i2.47471.
- [25] Devine A, Criddle RA, Dick IM, Kerr DA, Prince RL. A longitudinal study of the effect of sodium and calcium intakes on regional bone density in postmenopausal women. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 1995; 62: 740–745.
- [26] Douglas K, Redman C. Magnesium. *British Medical Journal*. 1994; 309: 53–59.
- [27] Keen C, Ensunsa J, Clegg M. Metal Ions Bio, Syst., 37, 89–121, 2000; Environmental Protection Agency (EPA), Drinking Water Health Advisory for Manganese, US EPA, Washington, DC, 2004.
- [28] Singh R, Kooreman K, Babbs C. Potential use of simple manganese salts as antioxidant drugs in horses. *American Journal of Veterinary Research*. 1992; 53 (10): 1822–1829.
- [29] Ferreira LC, Grabe-Guimarães A, Paula CA, Michel MCP, Guimaraes RG, Rezende SA, Souza Filho JD, Guimaraes DAS. Anti-inflammatory and antinociceptive activities of *Campomanesia adamantium*. *Journal of Ethnopharmacology*. 2013; 145: 100–108. DOI: 10.1016/j.jep.2012.10.037.
- [30] Stanojkovic-Sebic A, Pivic R, Josic D, Dinic Z, Stanojkovic A. Heavy metals content in selected medicinal plants commonly used as components for herbal formulations. *Journal of Agricultural Sciences*. 2015; 21: 317–325.

- [31] Ulla R, Khader JA, Hussain I, AbdElsalam NM, Talha M, Khan N. Investigation of macro and micro-nutrients in selected medicinal plants. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 2012; 6 (25): 1829–1832. DOI: 10.5897/AJPP12.006.
- [32] Jabeen S, Shah MT, Khan S, Hayat MQ. Determination of major and trace elements in ten important folk therapeutic plants of Haripur basin, Pakistan. *Journal of Medicinal Plants Research*. 2010; 4 (7): 559–566. DOI: 10.5897/JMPR10.015.
- [33] Dghaim R, Khatib SA, Rasool H, Khan MA. Determination of heavy metals concentration in traditional herbs commonly consumed in the United Arab Emirates. *Journal of Environmental and Public Health*. 2015; 2015: 6. DOI: 10.1155/2015/973878.
- [34] Martin S, Griswold W. Human health effects of heavy metals. *Environmental Science and Technology Briefs for Citizens*. 2009; 15: 1–6.
- [35] Parab N, Vaidya S. Determination of some trace elements and macro minerals. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Research*. 2016; 6 (2): 383–401.
- [36] Anderson RA, Cheng N, Bryden NA, Polansky MM, Cheng N, Chi J, Feng J. Elevated intakes of supplemental chromium improve glucose and insulin variables in individuals with type 2 diabetes. *Diabetes*. 1997; 46 (11): 1786–1791. DOI: 10.2337/diab.46.11.1786.
- [37] World Health Organization. Trace elements in human nutrition. Geneva: Macmillan/Ceuterick; 1973.
- [38] Parr RM. An international collaborative research programme on minor and trace elements in total diets. In: Bratter P, Schramel P, editors. *Trace element analytical chemistry in medicine and biology*. Berlin: Walter De Gruyter Inc; 1987. p. 157–165.
- [39] Chen CY, Lin TH. Nickel toxicity to human term placenta: in vitro study on lipid peroxidation. *Journal of Toxicology and Environmental Health*. 1998; 54 (1): 37–47. DOI: 10.1080/009841098159015.
- [40] Connell P, Young VM, Toborek M, Cohen DA, Barve S, McClain CJ, Hennig B. Zinc attenuates tumor necrosis factor-mediated activation of transcription factors in endothelial cells. *The Journal of the American College of Nutrition*. 1997; 16: 411–417. DOI: 10.1080/07315724.1997.10718706.
- [41] Khan SA, Ahmad I, Mohajir MS. Evaluation of mineral contents of some edible medicinal plants. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2006; 19: 141–148.
- [42] Austin K, Seebohar B. *Performance Nutrition: Applying the Science of Nutrient Timing*. 1st ed. Champaign, IL: Human Kinetics; 2011. 200 p.
- [43] Wolf SM. *Worst Pills, Best Pills: A Consumer's Guide to Avoiding Drug-Induced Death or Illness*. Revised ed. New York, NY: Pocket Books; 2005. 913 p.

- [44] Aziz MA, Adnan M, Begum S, Azizullah A, Nazir R, Iram S. A review on the elemental contents of Pakistani medicinal plants: Implications for folk medicines. *Journal of Ethnopharmacology*. 2016; 188: 177–192. DOI: 10.1016/j.jep.2016.05.011.
- [45] Omokehide A, Lajide L, Hammed O, Babatunde O. Trace elements and majors minerals evaluation in *Fluerya aestuans* Linn. (Urticaceae). *International Journal of Pharma Sciences*. 2013; 3 (5): 328–332.
- [46] Carlisle EM. Silicon: an essential element for the chick. *Science*. 1972; 178: 619. DOI: 10.1126/science.178.4061.619.
- [47] Crook MA. *Clinical Chemistry and Metabolic Medicine*. 7th ed. London: Holder Arnold; 2006. 426 p.

First Comprehensive Study on Total Determination of Nutritional Elements in the Fruit of the *Campomanesia Adamantium* (Cambess.): Brazilian Cerrado Plant

ORIGINAL

Nayara Vieira de Lima¹, Daniela Granja Arakaki¹,
Paula Fabiana Saldanha Tschinkel¹,
Anderson Fernandes da Silva¹,

Rita de Cássia Avellaneda Guimarães¹, Priscila Aiko Hiane¹,
Marcos Antonio Ferreira Júnior², Valter Aragão do Nascimento¹

¹ Federal University of Mato Grosso do Sul, Campo Grande/MS, Brazil.

² Federal University of Rio Grande do Norte, Natal/RN, Brazil.

Contact information:

Valter Aragão do Nascimento.

Address: Federal University of Mato Grosso do Sul, FAMED. Faculty of Medicine, Unit 9, PO Box 549, University City, Campo Grande/MS, Brazil, CEP 79070-900.

✉ aragao60@hotmail.com

Abstract

Introduction: Fruits and leaves of *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg commonly called guavira are used in dietary or as a mode of treatment of variety of ailments in indigenous and urban populations in the city of the Campo Grande, State of Mato Grosso do Sul, Brazil. However, comprehensive studies on their mineral composition are scarce.

Objective: In the present study, evaluation of mineral contents (Na, K, Ca, Mg, P, Fe, Zn, Ni, Mn, Co, Cu, Mo, Cr, Si and Al) from peel, pulp and seeds of guavira was carried out.

Method: The peel, pulp and seeds of guavira were studied by ICP-OES with microwave digestion. The contents of the elements in the parts of the guavira, were compared to the Recommended Dietary Allowance (RDA), values Adequate Intake (AI) and tolerable upper intake levels (ULs).

Results: The results are considered in terms of the utility of the natural herbal medicaments as rich (Cu, P, Cr and Mo) or a source of minerals indispensable for proper functioning of the human organism. The concentration of elements in seeds, pulp and peel the guavira was compared with value of UL and does not cause toxicity. The concen-

tration of elements K, Ca, Na, P are found present at the major level in peel, pulp and seeds of fruit. The contents of Chromium (Cr) were reportedly found higher than the permissible levels as recommended by the WHO.

Conclusion: The lack of knowledge of the elemental constituents of several species of medicinal plants often poses human lives at risk, these elements can also be dangerous and toxic, and involves global health problem. The gaps in knowledge about the level of contents in the *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg was completed in this work. The data obtained would serve as a tool for deciding the dosage of prepared from this plant with medicinal and nutritional purposes.

Keywords

Medicinal Plants; Guavira;
Inductively Coupled Plasma
Mass Spectrometry.

Introduction

Medicinal plants are indispensable for human well being and provides all or a significant number of the remedies required in health care. Medicinal plants are used in treatment of complex diseases such as cancer [1], nutrition, flavoring, fragrances, cosmetics and other industrial purposes [2]. Several Brazilian Therapeutic plants and fruits are used as a mode of treatment of variety of ailments in indigenous and urban populations. Scientific researches have been made on traditional use of medicinal plants used in the Amazon [3-6], southern and northeast of Brazil [2-9]. However, the vegetation of Brazil has a lot of plants and tree species that are endemic. Most of these are little exploited. In general in the literature there are few reports on medicinal plants in the region Midwest Brazil, mainly involving the biome of pantanal and cerrado [3].

Campomanesia adamantium (Cambess.) O. Berg (Myrtaceae) is a bush that grows in the fields and pastures of Brazil's cerrado. This species belongs to the family Myrtaceae. Its fruits commonly called gabioba, guabioba or guavira. The fruits present

oval shape, the pulp was succulent, with flavor well-appreciated. Its fruits are very much consumed by natives and sold to the public at the street-traders' stalls. Its fruits are used by urban and rural population to make juice, ice cream and in alcoholic drinks [10].

In Campo Grande, State of Mato Grosso do Sul, in Midwest Brazil, according to popular information, *Campomanesia adamantium* and its fruits are rich in Aluminum, Zinc, Phosphorus and Magnesium. Indigenous, rural and urban populations believe that guavira is rich in Iron and combats anemia. In this context, each chemical element has its chemical properties, health effects, and are associated with important applications in the treatment of ailments. Indeed, fruits are important sources of many nutrients, including Potassium, fiber and vitamin C. However, there are no scientific data confirming the concentration of these elements in the seeds, pulp and peel of guavira.

In folk medicine the leaves of *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg and its fruits are used to treat urinary tract disease, inflammatory and obesity problems [11]. Preparation of the infusion of the leaves is used to control diarrhea,

bladder problems, throat infections and vomiting [12]. Also is used in folk medicine to treat inflammation and rheumatism [13], anti-inflammatory and antinociceptive activities [14]. The compound cardamonin isolated from leaves of this plant showed antiproliferative activity in the cell line in a bioactivity-guided study [15]. In previous studies *in vitro*, the fruit extracts of *C. adamantium* were evaluated against the microorganism *Mycobacterium tuberculosis* [16]. Moreover, studies in animals showed that the fruit extracts of *C. adamantium* has anti-inflammatory, antihyperalgesic, and anti-depressive properties in rodents without causing toxicity [17]. In the traditional medicine in Brazil, the root and leaves of *Campomanesia adamantium* O. Berg are used for antidiabetic effects. The roots for *C. adamantium* is used to lowering lipid peroxidation and lipid serum level, improving risk factors for cardiometabolic diseases development [18]. The essential oils obtained from the leaves and flowers from *Campomanesia adamantium* (Myrtaceae) in the flowering stage were analyzed. The constituent major in the leaf oil was limonene and in the flower oil was ledol [19]. Limonene shown gastroprotective action in animals [20], while ledol was associated to antileukaemic effects [21]. Despite the existence of various species of plants and fruits that are used in the treatment of leukemia [22], knowing the concentration of elements is essential. According with others studies, the fruits have antioxidant properties; results showed the hepatoprotective effects of pulp or peel/seed hydroalcoholic extracts on injured liver-derived HepG2 cells by CCl₄. Partially, the result are associated with the presence of antioxidant compounds as flavonoids [23].

As noted on the above-mentioned findings, different studies have shown that fruits, roots, leaves, peel and pulp of *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg (Myrtaceae) has medicinal properties but no elemental composition has been done. Minerals play a very important role in

the formation of the active chemical constituents present in medicinal plants. They are essential to human health and have a preventive role in combating diseases, even though they comprise only 4-6% of the human body. It is very important, to know the concentration of Macroelements (Sodium (Na), Potassium (K), Calcium (Ca), Magnesium (Mg), Phosphorus (P)) and microelements [Iron (Fe), Manganese (Mn), Zinc (Zi), Cobalt (Co), Copper (Cu), Chromium (Cr), Lead (Pb), Nickel (Ni), Cadmium (Cd), Aluminum (Al), Selenium (Se), Sulfur (S), Arsenium (Ar), Molybdenum (Mo) in medicinal plants to estimate their role as sources of these components in the human diet. The lack of knowledge of the elemental constituents of these medicinal plants often poses human lives at risk, these elements can also be dangerous and toxic.

In Brazil, the dose rate of medicinal plants is not well defined [24]. These precautions are indispensable when larger amounts of fruits, leaves or others parts of the plant are consumed in long-term. Thus, know the concentrations of minerals in medicinal plants are very important and need to be screened for their toxicity. There are no studies that performed the comparisons on chemical composition of seeds, pulp and peel of the fruit of *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg in Brazil with the international safety standards for the consumption of human beings.

The aim of present work was to compare the macroelements and micro-elements obtained in fruits of *Campomanesia adamantium* Cambess. O. Berg used as treatment of ailments and foods by indigenous and urban communities of the Campo Grande, State of Mato Grosso do Sul, Brazil, with the limit specification of RDA/AI and the total daily intake of these minerals. The macro and microelements content, after microwave digestion, was determined by inductively coupled plasma - optical emission spectroscopy (ICP-OES).

Method

Research area

Fruits of *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg were collected in December 2015 in the city of Campo Grande, State of Mato Grosso do Sul, Midwest region of Brazil. Fruits of the same ripening stage were collected from different plants. The **Figure 1** shows the Location of Campo Grande on a map of Brazil. It is located $-20^{\circ} 26' 34''$ S latitude and $-54^{\circ} 36' 47''$ W longitude and it is situated at elevation 592 meters above sea level.

In the **Figure 2**, there is one photo of fruit of the *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg (on the left of **Figure 2**), popularly known as guavira from Cerrado, Campo Grande-MS, Brazil, on the right, the different parts (a) fruit of guavira, (b) peel and pulp guavira, (c) seed guavira. The specimen was identified by Arnildo Pott and deposited (No 53328) in the herbarium of the Federal University of Mato Grosso do Sul (UFMS)/Brazil.

Elemental analysis by ICP-OES technique

The peel, pulp and seed were removed and kept separately. The dried samples were then ground with a manual grinder into powder and sieve to get very fine powder. It was then weighed and digested in

$\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2$ mixture. Samples were prepared as follows: processed with mixture of 0.5 g sample plus 5 mL HNO_3 (65% Merck) and 3 mL H_2O_2 (35%, Merck Millipore) in the microwave digestion system Speedwave®, Berghof, Germany. After digestion, samples were diluted to 100 mL with ultrapure water. Since the final acid concentration of the samples was quite high (4% HNO_3).

In the present paper, the concentration of the elements (K, Ca, Na, P, Mg, Fe, Si, Mo, Mn, Z, Cr, Cu, Al and Cu) was determined with the use of ICP-OES technique (Thermo Scientific – iCAP 6000 Series). The concentrations of the different elements in these samples were determined using the corresponding standard calibration curves obtained by using standard solutions of the elements of interest (Merck). Duplicate analyses were performed on each sample.

Comparative criteria

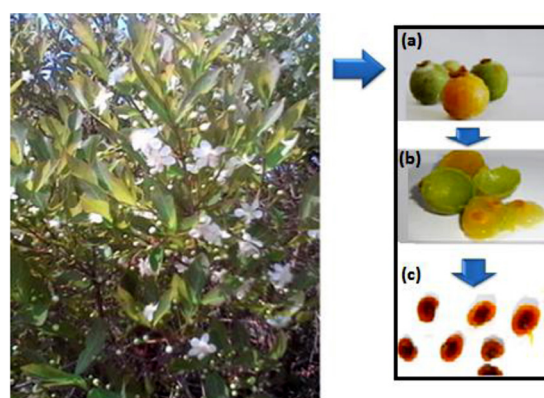
The contents obtained of the pulp, seeds and peel were compared with recommended values:

- Recommended Dietary Allowance (RDA): refer to the recommended average daily level of nutrients to meet the needs of nearly all healthy people in a particular age and gender group.

Figure 1: Geographic coordinates of Campo Grande, State of Mato Grosso do Sul, Midwest region of Brazil.



Figure 2: *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg, popularly known as guavira from Cerrado, Campo Grande-MS, Brazil.



a) fruit of guavira, b) peel and pulp guavira, c) seed guavira.

- Adequate Intake (AI): established when RDA is insufficient and is set at a level assumed to ensure nutritional adequacy. It is a recommended average daily nutrient intake level, based on experimentally derived intake levels or approximations of observed mean nutrient intake by a group (or groups) of apparently healthy people that are assumed to be adequate.
- Tolerable Upper Intake Level (UL): maximum daily intake of nutrients that do not pose a risk of adverse effects on health.

According to the recommended values, when the percentage of detected elements is greater than 15%, it is considered as a food source. However, when the concentration of elements detected is greater than 30%, it is considered as rich.

In the absence of established RDA or data on Adequate Intake (AI), some of values of concentration of macro and micro-nutrients obtained in this manuscript are compared with permissible limit set by FAO/WHO (Food and Agriculture Organization of the United Nations / World Health Organization) or with evidence of medicinal plants' results published.

Results and Discussion

The concentration of mineral in the seeds, pulp and peels guavira fruit obtained in this work and compared with the limit specification of RDA/AI and the total daily intake of these minerals are in the **Table 1**. The results obtained within the framework of this study were compared with the estimates based on the regulatory limits of the WHO/FAO and published studies involving medicinal plants when available in the literature. In the present work, the concentration of macro-elements in the peel, pulp and seeds decreases in the order: K > Ca > Na > P > Mg, K > P > Na > Ca > Mg and P > K > Ca > Mg > Na. As well as the concentration of micro elements in the peel, pulp and seeds also decreases in the order: Fe > Si > Mo > Mn > Zn > Cr >

Table 1. Elemental concentration (mg/100g) of peel, pulp and seeds compared to Recommended Dietary Allowances/Adequate Intake and values tolerable upper intake level (UL).

	Peel mg/100g	Pulp mg/100g	Seeds mg/100g	RDA/AI* mg/day (adults)	UL mg/ Day (adults)
Macro-elements					
Na	23.340	21.566	5.82	1,500*	2,300
K	202.36	175.15	254.82	4,700*	ND
Ca	25.980	19.900	46.080	1,000*	2,500
Mg	15.304	10.371	19.81	355	350 ¹
P	23.320	57.55	406.52	700	4,000
Micro-elements					
Fe	1.453	1.089	5.022	13	45
Zn	0.118	0.221	1.063	9.5	40
Ni	ND	ND	0.017	ND	1
Mn	0.269	0.099	0.237	2.5*	11
Co	0.01	0.005	0.013	ND	ND
Cu	0.05	0.031	0.326	0.9	10
Mo	0.627	0.434	0.469	0.045	2
Cr	0.101	0.074	0.084	0.030*	ND
Si	1.346	1.182	1.104	ND	ND
*No nutritional effect					
Al	ND	0.597	2.037	ND	87.50
*: The value for AI is presented where there are no RDA references available. 1: The UL for magnesium is determined by supplementation only and does not regard the ingestion from food or water. ND: Not determinable					

Cu > Co, Si > Fe > Al > Mo > Zn > Mn > Cr > Cu and Fe > Al > Si > Zn > Mo > Cu > Mn > Cr > Ni > Co. Among the various elements K, Ca, Na, P are found present at the major level, Cr, Cu and Co are at minor level. Our studies demonstrated that the guavira seeds are rich in Copper, Iron, Phosphorus, chromium and molybdenum. However, this plant is not good source of other elements as Nickel, Zinc, Potassium, Magnesium, Manganese, Silicon, Sodium and Calcium.

In **Table 1**, a higher concentration of Sodium is found in the peel 23.34 mg/100g, while for pulp

and seeds are 24.56 mg/100g and 5.82 mg/100g. Considering the Adequate Intake of Sodium of 1,500 mg/day, this fruit is not good source of Sodium. Moreover, the tolerable upper intake level (UL) for consuming of Sodium in adults is 2,300 mg/day. So, the results in **Table 1** are below the values Adequate Intake and tolerable upper intake level. However, the results presented in **Table 1** for Sodium concentration is higher than that obtained in other plants, such as the *Terminalia chebula*, with concentration of Sodium obtained of 0.06 mg/100g [25].

The concentrations of Potassium (K) in **Table 1** were 254.8 mg/100g, 202.3 mg/100g and 175.15 mg/100g for guavira seeds, peel and pulp. These values are low when compared with others medicinal plants as *Anethum graveolens* (3,693.961 mg/100g) and *Allium cepa* (4,321.13 mg/100g) [26]. The fruit of guavira is not a source of Potassium, when considering the Adequate Intake of Potassium of 4,700 mg/day. The tolerable upper intake levels (UL) are not established for Potassium. However, several trials have evaluated the effects of Potassium supplementation [27].

On the other hand, minimum concentrations of Calcium were observed in the pulp (19.90 mg/100g) and maximum in seeds (46.08 mg/100g), which is less than 1,334.3 mg/100g in *Brassica campestris*, Pakistani medicinal plant [28]. The reported tolerable upper intake level of Calcium is 2,500 mg/day. It is clear that the concentration of Calcium in seeds, pulp and peel the guavira is lower than UL and does not cause toxicity. Calcium supplementation has been recommended for athletes who may require supplementation to improve bone density. In this case recommended daily dose of 1,500 mg [29]. However, higher doses cause a risk of serious gastrointestinal adverse event [30]. Until recently, the recommended adequate intake of Calcium for adults is 1,000 mg per day [31]. Based upon this information, the guavira is not considered a good source of Calcium.

In this study, in **Table 1**, a higher concentration of Magnesium is found in the seeds 19.81 mg/100g, while for pulp and peels are 10.37 mg/100g and 15.30 mg/100g. This result is inside of the interval obtained by others papers published, for example, in some Pakistani medicinal plants, Magnesium content ranged between 0.373 mg/100g in *Punica granatum* [32] to 224.188 mg/100g in *Convolvulus arvensis* [28]. The Recommended Dietary Allowance (RDA) of Magnesium (Mg) for adults is established the mean intake of 355 mg/day. So, the guavira fruit is not a good source of Magnesium. There is not current data to establish a safe upper level for the Magnesium intake. The UL for Magnesium is determined by supplementation only (350 mg/day) and does not regard the ingestion from food or water. Thus after this comparing, the contents of Magnesium obtained of the fruit of guavira do not cause toxicity.

The RDA for daily Phosphorus in adults is established the mean intake of 700 milligrams per day (see **Table 1**). From this comparison, the present study indicates that seeds of the guavira are rich in Phosphorus (406.52 mg/100g). Guavira have higher contents of Phosphorus than certain plants. In the case of Indian plant known as *Sesbania bispinosa* (Jacq.), the lowest concentration of Phosphorus was found in seeds 0.532 mg/100g followed by the concentrations in leaves 0.292 mg/100g, in roots 0.28 mg/100g [32]. The tolerable upper intake level (UL) for Phosphorus is 4,000 mg/day for generally healthy adults. In this case specifically, the contents of Phosphorus obtained of the fruit not cause toxicity.

In **Table 1**, Iron contents were 1.453, 1.089 and 5.022 mg/100g for the guavira peel, pulp and seed. Recommended Dietary Allowance (RDA) of Iron for adults is established the mean intake of 13 mg/day. After comparison, the present study indicates that seeds of the guavira are rich in Iron. The regulatory limits of the WHO/FAO (2005) have not been established yet for the Iron in herbal medicines. The

limited set by FAO/WHO (1984) in edible plants was 2 mg/100g. The Iron concentration found in Pakistani medicinal plants ranged with values between 18.163 and 679.688 mg/100g [28]. However, the concentrations of Iron presented in the **Table 1** are minor than the values tolerable upper intake level (45 mg/day), so that, concentration of Iron obtained in guavira don't cause toxicity.

In our work, in relation to guavira seeds were obtained the amount of Zinc 1.063 mg/100g, in the peel and pulp analyzed ranged between 0.0118 and 0.221 mg/100g. There are no limits of Zinc concentration in medicinal plants by the World Health Organization (WHO-2005). Recommended Dietary Allowance (RDA) of Zinc for adults is established the mean intake of 9.5 mg/day. So, the guavira fruits are not rich in Zinc. However, the recommendation of Zinc is beneficial in the treatment of several disorders, such as several pro-inflammatory conditions and cancer [33]. In the Indian, the plant *Withania somnifera* known commonly as Indian ginseng has below concentration of Zinc in seeds 0.146 mg/100g [34]. The concentrations of Zinc presented in the **Table 1** are minor than the values tolerable upper intake level (40 mg/day), so that, concentration of Zinc obtained in guavira don't cause toxicity.

Nickel concentrations detected in the seeds of guavira were 0.017 mg/100g (**Table 1**). Recommended Dietary Allowance (RDA) is not established for Nickel. According to Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations (1984) the permissible limit in edible plants is 0.163 mg/100g. Until 2005, there are no limit permissible for Nickel by WHO in medicinal plants. Scientific findings have shown that Ni is toxic as evidenced by lipid peroxidative damage to placental membrane, in this case the metabolic change may be responsible for decreased placental viability, altered permeability, and potential subsequent embryotoxicity [36]. The concentration of Nickel presented in the **Table 1** are below of the values tolerable upper intake level (1 mg/day), for that reason, concentration of

Nickel obtained in seeds of guavira don't cause toxicity.

In **Table 1**, Manganese (Mn) contents were 0.269, 0.099 and 0.237 mg/100g for the guavira peel, pulp and seed. According to FAO/WHO the permissible limit set in edible plants was 0.2 mg/100g [35]. After this comparison, the concentrations of Manganese in fruits of guavira are in perfect harmony with those limits of FAO/WHO. However, for Manganese in medicinal plants limits not yet been established by WHO (2005). Considering the Adequate Intake of Manganese of 2.5 mg/day, this fruit is not good source of Manganese. The tolerable upper intake level (UL) for consuming of Manganese in adults is 11 mg/day. So, the results in **Table 1** for Manganese are below the values Adequate Intake and tolerable upper intake level.

The contents of Cobalt varied from 0.01 mg/100 g in the peel, to 0.005 mg/100 g in the pulp and 0.013 mg/100 g in the seeds. Results on *Mentha piperita* shown 0.026 mg/100 g of Cobalt in a Spanish study [36]. A safe Recommended Dietary Allowance (RDA) or Adequate Intake for Cobalt (Co) hasn't been set yet. The only role for Cobalt is a constituent of vitamin B12 [37]. Neither has Cobalt been assessed in relation to the WHO Guidelines for Drinking-water. Until now, Cobalt has not been evaluated by competent organs in order to establish a tolerable upper intake level. However, some reports have suggested that acute intakes following ingestion of > 30 mg Co/day may cause skin rashes and gastrointestinal upset in humans [38].

Copper (Cu) contents were 0.005 mg/100g, 0.0031 mg/100g, and 0.0326 mg/100g for the guavira peel, pulp and seed respectively. In our study, Copper content in peel and pulp are lesser than seeds. The Recommended Dietary Allowance (RDA) of Copper for adults is established the mean intake of 0.9 mg/day. The present results indicate that seeds of guavira are rich in copper. In a recent study in Serbia, the concentration of Copper in *Foeniculum vulgare* was mentioned as

0.1542 mg/100g [39]. The permissible limit of Copper set by FAO/WHO (1984) in edible plants is 0.3 mg/100g. The WHO limit for Copper in medicinal herbs has not been established yet. However, some countries had set limits for Copper in medicinal plants at 20 and 0.150 mg/g, respectively [40]. The tolerable upper intake level (UL) for consuming of Copper in adults is 10 mg/day. So, the results in **Table 1** for Copper are below the values Adequate Intake and tolerable upper intake level.

Molybdenum (Mo) contents in the guavira peel, pulp and seed were 0.626, 0.434 and 0.469 mg/100g respectively (see **Table 1**). The Recommended Dietary Allowance (RDA) of Molybdenum for adults is established the mean intake of 0.045 mg/day. The present results indicate that seeds, pulp and peel of guavira are rich in Molybdenum. In 1973, the WHO experts suggested that 2 µg/kg of body weight would be appropriate to maintain normal parameters in health [41]. In some countries the concentration of molybdenum in diet 0.23 mg/kg, this corresponds to a daily intake of 100 µg of molybdenum per day for adults. Studies on consumption fruits or leaves containing Molybdenum are scarce in the literature reports, and the values of dietary intake considering desirable (elements essential or beneficial to plants or animals) and undersirable (with intoxication risk) are yet incomplete. This is important information required in assessing risks to human health due to their overburden. So, knowledge of the current levels of dietary intake of guavira by Indigenous and rural populations are of primary importance [42]. The tolerable upper intake level (UL) for consuming of Molybdenum in adults is 2 mg/day. So, the results in **Table 1** for Molybdenum are below the values Adequate Intake and tolerable upper intake level.

In **Table 1**, Chromium (Cr) contents were 0.101, 0.074, and 0.084 mg/100g for the guavira peel, pulp and seed. Considering the Adequate Intake of Chromium of 0.030 mg/day, all parts of this

fruit is rich in Chromium. On others hand in the Pakistan, the range of Chromium varied between 0.12 mg/100g in *Convolvulus arvensis* and 2.949 mg/100g in *Cannabis sativa* [28]. The permissible limit set by FAO/WHO (1984) in edible plants was 0.002 mg/100g. The permissible limit of Chromium for plants is 0.130 mg/100g recommended by WHO. After cooperation, our results indicate that concentration of Chromium in fruit peel was well above the permissible limit set by WHO. Moreover, the tolerable upper intake level (UL) for consuming of Chromium in adult is not established yet. In individuals with type 2 diabetes were observed the beneficial effects of supplemental chromium [43].

According to data in **Table 1**, the range of Silicon (Si) varied with values between 1.346 mg/100g (peel), 1.182 mg/100g (pulp) and 1.104 mg/100g in guavira seeds. There are no guidelines to establish a permissible level of Silicon in herbs medicinal. A safe Recommended Dietary Allowance (RDA) or Adequate Intake for Silicon (Si) hasn't been set yet. The daily intake from the British diet has been estimated to 20-50 mg corresponds to 0.3-0.8 mg/kg body weight/day in a 60 kg person [44]. Since Silicon is not considered an essential element, most plants will grow normally without it. Studies on deprivation of Silicon in humans have not been conducted. However, its have a beneficial role in bone health [45].

In **Table 1** Aluminum (Al) contents were 0.567, and 2.037 mg/100g for the guavira pulp and seed. There are not Recommendation (RDA) and Adequate Intake for Aluminum (Al). According to FDA's 1993 Total Diet Study dietary exposure model and the 1987-1988 U.S. Department of Agriculture (USDA) Nationwide Food Consumption Survey, the authors estimated daily Aluminum intakes 0.12 mg Al/kg/day for adult males and females. [46]. However, excessive intake of Aluminum results in pathological aberrations such amnesia in young people. Aluminum is present in the brain of patients with

Alzheimer disease [47]. Aluminum has found numerous applications in modern pharmacology [48]. Clinical trials suggest that administration of medications containing Aluminum and citrate or beverages cause toxicity [49].

Conclusion

For the first time, the concentration of macro and micro-elements in seeds, pulp and peel in the *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg (Myrtaceae) were measured and compared with recommended values. Parts of the fruit as seeds only are rich in Phosphorus, Iron and Copper. However, peel, pulp and seeds area rich in Molybdenum and Chromium. All contents are below the values Adequate Intake (AI) and tolerable upper intake level (UL).

The analysis of Cr concentration showed higher in peel and the lowest value was found in pulp. It was found that highest amount of Mo was present in peel and pulp had the lowest value. The contents of Chromium (Cr) were reportedly found higher than the permissible levels as recommended by the WHO. However, others values of concentration of macro and micro-nutrients obtained in this work are according to permissible limit set by FAO/WHO or with studies published of medicinal plants.

The concentration of elements K, Ca, Na, P are higher in peel, pulp and seeds of fruit. The level of Zinc and Copper present in some parts of fruit is very low compared to other detected elements.

The mineral composition results of the guavira showed that their fruits are not source of mineral elements as Zn, Ca, K, Na, Ni, Mn, Co, Mg, Al and Si.

The gaps in knowledge about the level of contents in the *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg was completed in this work. The data obtained would serve as a tool for deciding the dosage of prepared from this plant with medicinal and nutritional purposes.

The knowledge of the chemical composition and medicinal properties of various plants has economic interest crop production and global health.

References

1. Monteiro LS, Bastos KX, Barbosa-Filho JM, Athayde-Filho PF, Diniz MFFM, Sobral MV. Medicinal Plants and Other Living Organisms with Antitumor Potential against Lung Cancer. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. 2014; 2014:1-15. <https://www.hindawi.com/journals/ecam/2014/604152/abs/>
2. Calixto, JB. Medicinal plants for Forest conservation and health care. Brazilian Journal of Medical and Biological Research. 2000; 33(2).
3. Di Stasi LC, Hiruma CA, Guimarães EM, Santos CM. Fitoterapia. 1994; 65: 529-540.
4. Kffuri CW, Lopes MA, Ming LC, Odonne G, Kinupp VF. Antimalarial plants used by indigenous people of the Upper Rio Negro in Amazonas, Brazil. Journal of Ethnopharmacology. 2016; 178: 188-198. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378874115302506>
5. Oliveira DR, Krettli AU, Aguiar ACC, Leitão GG, Vieira MN, Martins KS, et al. Ethnopharmacological evaluation of medicinal plants used against malaria by quilombola communities from Oriximiná, Brazil. Journal of Ethnopharmacology. 2015; 173: 424-434. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378874115300520>
6. Coelho-Ferreira M. Medicinal knowledge and plant utilization in an Amazonian coastal community of Marudá, Pará State (Brazil). Journal of Ethnopharmacology. 2009; 126: 159-175. <http://www.sciencedirect.com.ez51.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0378874109004292>
7. Trojan-Rodrigues M, Alves TLS, Soares GLG, Ritter MR. Plants used as antidiabetics in popular medicine in Rio Grande do Sul, southern Brazil. Journal of Ethnopharmacology. 2012; 139:155-163. <http://www.sciencedirect-com.ez51.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0378874111007732>
8. Saraiva ME, de Alencar Ulisses AVR, Ribeiro DA, de Oliveira LGS, de Macêdo DG, de Sousa FDFS, et al. Plant species as a therapeutic resource in areas of the savanna in the state of Pernambuco, Northeast Brazil. Journal of Ethnopharmacology, 2015; 171: 141-153. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378874115003669>
9. Agra MDF, Baracho GS, Nurit K, Basílio IJLD, Coelho VPM. Medicinal and poisonous diversity of the flora of "Cariri Paraibano", Brazil. Journal of Ethnopharmacology. 2007; 111(2): 383-395. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378874106006386>
10. Vallilo MI, Lamardo LCA, Gaberlotti ML, Oliveira ED, Moreno PRH. Composição química dos frutos de *Campomanesia adamantium* (Cambessédes) O. Berg. Ciência e Tecnologia de Alimentos. 2006; 26(4): 725-955. <http://www.scielo.br/pdf/cta/v26n4/14.pdf>

11. Rodrigues VEG, Carvalho DA. Plantas medicinais no domínio dos cerrados. Lavras: Ed. UFLA, 2001.
12. Michel MC, Guimarães AG, Paula CA, Rezende SA, Sobral ME, Guimarães DA. Extracts from the leaves of *Campomanesia velutina* inhibits production of LPS/INF- γ induced inflammatory mediators in J774A. 1 cells and exerts anti-inflammatory and antinociceptive effects in vivo. *Revista Brasileira de Farmacognosia*. 2013; 23(6): 927-936. http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-695X2013000600927&script=sci_arttext&tIng=pt
13. Lorenzi H. Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil. Nova Odessa, São Paulo: Ed. Plantarum, 1992.
14. Ferreira LC, Grabe-Guimaraes A, de Paula CA, Michel MCP, Guimaraes RG, Rezende SA, Souza Filho JD, Saude-Guimaraes DA. Anti-inflammatory and antinociceptive activities of *Campomanesia adamantium*. *Journal of Ethnopharmacology*. 2013; 145: 100-108. <http://www.sciencedirect.com.ez51.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0378874112007349>
15. Pascoal ACRF, Ehrenfried CA, Lopez BGC, Araujo TM, Pascoal VDB, Gilioli R, et al. Antiproliferative Activity and Induction of Apoptosis in PC-3 Cells by the Chalcone Cardamonin from *Campomanesia adamantium* (Myrtaceae) in a Bioactivity-Guided Study. *Molecules*. 2014; 19: 1843-1855. <http://www.mdpi.com/1420-3049/19/2/1843/htm>
16. Pavan FR, Leite QF, Coelho RG, Coutinho ID, Honda NK, Cardoso CAL, et al. Evaluation of anti-mycobacterium tuberculosis activity of *Campomanesia adamantium* (Myrtaceae). *Quimica Nova*. 2009; 32(5): 1222-1226. http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422009000500026&script=sci_arttext
17. de Souza JC, Piccinelli AC, Aquino DFS, de Souza VV, Schmitz WO, Traesel GK, Cardoso CAL, Kassuya CAL, Arena AC. Toxicological analysis and antihyperalgesic, antidepressant, and anti-inflammatory effects of *Campomanesia adamantium* fruit barks. *Nutritional Neuroscience*. 2016. <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1179/1476830514Y.0000000145?needAccess=true>
18. Espindola PPDT, Rocha PDSD, Carollo CA, Schmitz WO, Pereira ZV, Vieira MDC, et al. Antioxidant and Antihyperlipidemic Effects of *Campomanesia adamantium* O. Berg Root. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2016. <https://www.hindawi.com/journals/omcl/2016/7910340/abs/>
19. Coutinho ID, Poppi NR, Cardoso CL. Identification of the Volatile Compounds of Leaves and Flowers in Guavira (*Campomanesia adamantium* O. Berg.). *Journal of Essential Oil Research*. 2008; 20(5): 405-407.
20. Moraes TM, Kushima H, Moleiro FC, Santos RC, Rocha LRM, Marques MO, et al. Effects of limonene and essential oil from *Citrus aurantium* on gastric mucosa: role of prostaglandins and gastric mucus secretion. *Chemico-Biological Interactions*. 2009; 180(3): 499-505. <http://www.sciencedirect.com.ez51.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0009279709001677>
21. Nibret E, Wink M. Trypanocidal and antileukaemic effects of the essential oils of *Hagenia abyssinica*, *Leonotisocymifolia*, *Moringastenopetala*, and their main individual constituents. *Phytomedicine*. 2010; 17(12): 911-920. <http://www-science-direct-com.ez51.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0944711310000565>
22. Saedi, TA, Md Noor S, Ismail P, Othman F. The effects of herbs and fruits on leukaemia. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2014; 2014: 1-8. <https://www.hindawi.com/journals/ecam/2014/494136/abs/>
23. de Oliveira Fernandes T, de Ávila RI, de Moura SS, de Almeida Ribeiro G, Naves MMV, Valadares MC. *Campomanesia adamantium* (Myrtaceae) fruits protect HEPG2 cells against carbon tetrachloride-induced toxicity. *Toxicology Reports*, 2015; 2: 184-193. <http://www-sciencedirect-com.ez51.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S221475001400153X>
24. Carvalho ACB, Ramalho LS, de Oliveira Marques RF, Perfeito JPS. Regulation of herbal medicines in Brazil. *Journal of Ethnopharmacology*, 2014; 158: 503-506. <http://www-sciencedirect-com.ez51.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0378874114006138>
25. Aziz MA, Adnan M, Begum S, Azizullah A, Nazir R, Iram S. A review on the elemental contents of Pakistani medicinal plants: Implications for folk medicines. *Journal of Ethnopharmacology*. 2016; 188: 177-192. <http://www-sciencedirect-com.ez51.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0378874116302744>
26. Khan SA, Ahmad I, Mohajir MS. Evaluation of mineral contents of some edible medicinal plants. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2006; 19: 141-148. <http://www.pjps.pk/wp-content/uploads/pdfs /CD-PJPS-19-2-06/Paper-12.pdf>
27. Siani A, Strazzullo P, Giacco A, Pacioni D, Celentano E, Mancini M. Increasing the dietary Potassium intake reduces the need for antihypertensive medication. *Annals of internal medicine*, 1991;115(10): 753-759. <http://annals.org/article.aspx?articleid=705137>
28. Jabeen S, Shah MT, Khan S, Hayat MQ. Determination of major and trace elements in ten important folk therapeutic plants of Haripur basin, Pakistan. *Journal of Medicinal Plants Research*. 2010; 4(7): 559-566. <http://www.academicjournals.org/journal/JMPR/article-full-text-pdf/603FEB617201>
29. Austin K, Seebohar B. Performance Nutrition: Applying the Science of Nutrient Timing. 1st ed. Ed. Human Kinetics; 2011.
30. Wolf SM. Worst Pills, Best Pills: A Consumer's Guide to Avoiding Drug-Induced Death or Illness. Revised ed. New York: Pocket Books; 2005.
31. Crook MA. Clinical Chemistry and Metabolic Medicine. 7th ed. London: Ed. Holder Arnold; 2006.
32. Parab N, Vaidya S. Determination of Some Trace Elements and Macro Minerals of *Sesbania bispinosa* (Jacq.) W. F. Wight. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Research*. 2016; 6(2): 383-401. <http://ijppr.humanjournals.com/wp-content/uploads/2016/06/31.Neelam-Parab-Sharda-Vaidya.pdf>

33. Connell P, Young VM, Toborek M, Cohen DA, Barve S, McClain CJ, et al. Zinc attenuates tumor necrosis factor-mediated activation of transcription factors in endothelial cells. *Journal of the American College of Nutrition*. 1997; 16(5): 411-417. <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07315724.1997.10718706>
34. Gupta J. Trace Metal Analysis in *Withania somnifera*. *Oriental Journal of Chemistry*. 2013; 29(3): 1099-1101. <http://www.orientchem.org/vol29no3/trace-metal-analysis-in-withania-somnifera/>
35. Omokehide A, Lajide L, Hammed O, Babatunde O. Trace Elements and Majors Minerals Evaluation in *Flourya aestuans* Linn. (Urticaceae). *International Journal of Pharma Sciences*. 2013; 3 (5): 328-332. <http://ijps.aizeonpublishers.net/content/2013/5/ijps328-332.pdf>
36. Rubio C, Lucas JRD, Gutiérrez AJ, Glez-Weller D, Marrero BP, Caballero JM, et al. Evaluation of metal concentrations in mentha herbal teas (*Mentha piperita*, *Mentha pulegium* and *Mentha* species) by inductively coupled plasma spectrometry. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*. 2012; 71: 11-17. <http://www.sciencedirect.com.ez51.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0731708512004219>
37. Clydesdale FM, Francis FJ. *Food nutrition and health*. Springer Science & Business Media, 2012.
38. Carson BL, Ellis HV, McCann JL. *Toxicology and Biological Monitoring of Metals in Humans*. Chelsea, MI: Lewis Publishers, 1986.
39. Stanojkovic-Sebic A, Pivic R, Josic D, Dinic Z, Stanojkovic A. Heavy Metals Content in Selected Medicinal Plants Commonly Used as Components for Herbal Formulations. *Journal of Agricultural Sciences*. 2015; 21: 317-325.
40. Ullah R, Khader JA, Hussain I, Talha NMA, Khan N. Investigation of macro and micro-nutrients in selected medicinal plants. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 2012; 6(25): 1829-1832. <http://www.academicjournals.org/journal/AJPP/article-abstract/72160C631892>
41. World Health Organization: 1992. Trace elements in human nutrition. Geneva. <http://www.fao.org/3/a-u5900m/u5900t05.htm>
42. Bratter P, Schramel P, editors. *Trace element analytical chemistry in medicine and biology*. Berlin: Walter De Gruyter Inc; 1987. An international collaborative research programme on minor and trace elements in total diets; p. 157-165.
43. Anderson RA, Cheng N, Bryden NA, Polansky MM, Cheng N, Chi J, et al. Elevated intakes of supplemental chromium improve glucose and insulin variables in individuals with type 2 diabetes. *Diabetes*. 1997; 46(11): 1786-1791. <http://diabetes.diabetesjournals.org/content/46/11/1786.short>
44. Bellia JP, Newton K, Davenport A, Birchall JD, Roberts NB. Silicon and aluminium and their inter-relationship in serum and urine after renal transplantation. *European journal of clinical investigation*. 1994; 24(10): 703-710. <http://onlinelibrary-wiley-com.ez51.periodicos.capes.gov.br/doi/10.1111/j.1365-2362.1994.tb01064.x/abstract>
45. Carlisle EM. Silicon: an essential element for the chick. *Science*. 1972; 178: 619-621. <http://science-sciencemag-org.ez51.periodicos.capes.gov.br/content/178/4061/619>
46. US Department of Health and Human Services: 1999. Toxicological profile for Aluminum. Atlanta: US Department of Health and Human Services, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Public Health Service.
47. Exley C, Birchall JD. The cellular toxicity of aluminium. *Journal of theoretical biology*. 1992; 159(1): 83-98. <http://www.sciencedirect-com.ez51.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0022519305807696>
48. Gielen M, Tiekink ERT (Eds). *Metallotherapeutic Drugs & Metal-based Diagnostic Agents, The use of Metals in Medicine*. John Wiley & Sons; 2005. Chapter 4, Aluminium; p. 65-82.
49. Fairweather-Tait S, Hickson K, McGaw B, Reid M. Orange juice enhances aluminium absorption from antacid preparation. *European journal of clinical nutrition*. 1994; 48(1), 71-73. <http://europepmc.org/abstract/med/8200332>

Publish in International Archives of Medicine

International Archives of Medicine is an open access journal publishing articles encompassing all aspects of medical science and clinical practice. IAM is considered a megajournal with independent sections on all areas of medicine. IAM is a really international journal with authors and board members from all around the world. The journal is widely indexed and classified Q2 in category Medicine.



RESEARCH ARTICLE

DETERMINATION OF MACRO AND MICROELEMENTS IN WHOLE FRUIT OF *CAMPOMANESIA ADAMANTIUM* (CAMBESS.) O. BERG AND EVALUATION OF THEIR NUTRITIONAL POTENTIAL FOR CHILDREN, ADOLESCENTS AND PREGNANT WOMEN

¹Nayara Vieira de Lima, ¹Daniela Granja Arakaki, ¹Paula F. Saldanha Tschinkel,
¹Elaine Silva de Pádua Melo, ²Anderson Rodrigues Lima Caires, ¹Priscila Silva Figueiredo,
¹Rita de Cássia Avellaneda Guimarães, ¹Priscila Aiko Hiane and ¹Valter Aragão do Nascimento

¹Federal University of Mato Grosso do Sul, Campo Grande/MS, Brazil

²Optics and Photonics Group, Institute of Physics, Federal University of Mato Grosso do Sul,
549, Campo Grande, 79070900, Brazil

ARTICLE INFO

Article History:

Received 04th March, 2017

Received in revised form

29th April, 2017

Accepted 25th May, 2017

Published online 30th June, 2017

Key Words:

Minerals,
Cerrado,
Fruit; Plants.

ABSTRACT

The aim of studies was to determine the mineral content of *Campomanesia adamantium* (Myrtaceae) fruits popularly known as guavira and commonly used in the treatment of human diseases as well as food. Concentrations of minerals in samples were determined using induction coupled optical emission spectrometry and the results were compared to values of Dietary Reference Intakes for children, adolescents and pregnant women. The FDA Nutritional Content Claims was adopted in order to classify the mineral content in the fruit. Comparative results showed that guavira is an excellent source of phosphorus for children between 1 and 8 years and pregnant women, as well as a good source for adolescents between 9 and 18 years. Guavira fruits are an excellent source of iron for children and adolescents with ages between 1 and 13 years and a good source for adolescents 14–18 years old. It is an excellent source of copper for children aged 1–8 years and a good source for adolescents aged 9–18 years and pregnant women. The fruit is only a good source of manganese for children aged 1–3 years. Regardless of the age discussed, the whole fruit of guavira is an excellent source for molybdenum and chromium, although it accumulated chromium above the tolerable limit by FAO in edible plants.

Copyright©2017, Nayara Vieira de Lima et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

INTRODUCTION

Fruits have been and remain commonly recognized as a good source of vitamins and minerals which are important for human health. According to the FAO/WHO (Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization), a minimum of 400 g of fruit and vegetables per day is recommended for the prevention of chronic diseases and the alleviation of several micronutrient deficiencies, especially in less developed countries (FAO/WHO, 2004). An estimated 6.7 million deaths worldwide were attributed to inadequate fruit and vegetable consumption in 2010 (Lim-Lim, 2010). Guavira fruits are used by urban and rural population to make sweets, juices, popsicles, ice creams and liqueurs (Valillo et al., 2006). Recent studies have proved a curative effect in the treatment of diarrhea (Lescano et al., 2016) and an anti-

inflammatory action (Fernandes et al., 2015) by *C. adamantium*, while other studies have confirmed the potential value of *C. adamantium* root for lowering lipid peroxidation and lipid serum levels, improving risk factors for cardiometabolic diseases development (Espindola et al., 2016). Although several studies report the medicinal importance of fruits, roots and leaves of *C. adamantium* (Cambess.) O. Berg (Myrtaceae), information on mineral content and its values with respect to daily intake are still scarce in the literature. In 1997, the nutritional recommendations of orientation, known as Dietary Reference Intakes (DRIs), were published following a common effort between the US Institute of Medicine and Health Canada and contribute to improving the quality of life of healthy people. DRIs may be used to assess whether diets provide enough nutrients or dietary components to meet the requirements of healthy populations without being excessive and reduce the risk of chronic disease (USDA, 2005). DRIs encompass four types of nutrient reference values, including the Recommended Dietary Allowance (RDA), Adequate Intake (AI), Tolerable Upper Intake Level (UL), and Estimated

*Corresponding author: Nayara Vieira de Lima,
Federal University of Mato Grosso do Sul, Campo Grande/MS,
Brazil.

Average Requirement (EAR). The Brazilian Health Surveillance Agency (ANVISA) in Brazil uses the recommended value by DRI (ANVISA, 2005). The Brazilian legislation follows the world trend with regard to concerns over food quality and safety, establishing international cooperation. Minerals are inorganic substances present in several tissues in the human body such as blood, muscles, bones, hair and nervous cells (Hanif *et al.*, 2006), playing a central role in metabolism and in the maintenance of tissue function, which makes an adequate intake necessary to sustain body functions; however, the provision of excess supplements to individuals who do not need them, may be harmful (Shenkin *et al.*, 2006).

In our previous studies, the macro- and microelement concentrations in the peel, pulp and seeds of guavira fruits were determined and compared to the RDA, AI values and ULs for adults. In the peel, pulp and seeds of guavira, the content of chromium (Cr) was reportedly higher than the permissible levels recommended by the WHO (Lima *et al.*, 2017). There are no published studies that have quantified the concentration of macro- and microelements in the whole fruit of *C. adamantium* (Cambess.) O. Berg, or compared these values to the permissible amounts for ingestion and the potential risks of adverse effects in children, adolescents and pregnant women. Children have a higher metabolic rate, meaning that they are more susceptible to contaminants in food. Recent studies on the continued use of medicinal plants during pregnancy showed abortive, teratogenic and potential cytotoxic properties (Macías-Peacock *et al.*, 2009). On the other hand, some wild fruits are beneficial to health and have the potential to be developed into functional foods or pharmaceuticals to prevent and treat several chronic diseases (Li *et al.*, 2016). The aims of this study were to determine and compare for the first time the contents of the macro- and microelements in the whole fruit of the guavira with the specification limits of RDA, AI and UL values for children, adolescents and pregnant women. It is very important to know the concentration of minerals in medicinal plants and fruits to estimate their role as sources of components in the diet. The constituents of some species of medicinal plants or fruits can often pose a risk to indigenous and urban communities; these elements can be dangerous and toxic, particularly to children, adolescents and pregnant women when consumed in large quantities.

MATERIALS AND METHODS

Area of fruit collection

Fruits of *C. adamantium* (Cambess.) O. Berg of the same ripening stage, from different plants, were collected from farms near the city of Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Midwest region of Brazil in December 2016. Campo Grande is located -20°26'34''S latitude and -54°36'47''W longitude. This specimen of fruit was identified by Arnildo Pott and deposited (No 53328) in the herbarium of the Federal University of Mato Grosso do Sul (UFMS)/Brazil.

Sample Preparation by Microwave Digestion

All glassware and polyethylene bottles were soaked for 24 hours in 10% HNO₃, and cleaned by rinsing five times with ultrapure water (ELGA, Veolia Water Solutions & Technologies, USA). The fruit was accurately weighed on a

microanalytical balance and processed with a mixture of 0.5 g sample plus 5 mL nitric acid (HNO₃, 65% Merck) and 3 mL hydrogen peroxide (H₂O₂, 35%, Merck Millipore) in a microwave digestion system (Speedwave®, Berghof, Germany). The analysis conditions can be represented in real-time and documented in accordance with the customary quality standards (Table 1). After digestion, samples were diluted to 100 mL with ultrapure water, since the final acid concentration of the samples was quite high (4% HNO₃).

Table 1. Operating conditions for the microwave digestion system

Stage	1	2	3	4	5
Temperature/°C	145	190	50	50	50
Ramp time/min	2	5	1	0	0
Hold time/min	10	15	10	0	0
Power/%	80	90	0	0	0
Pressure (bar)	30	35	0	0	0

Elemental Analysis by ICP-OES Technique

The contents of macroelements and microelements (Na, K, Ca, P and Fe, Zn, Ni, Cu, Mn, Co, Mo, Cr, Si, Al, Cd) in fruit were measured by ICP-OES (Thermo Scientific – iCAP 6000 Series). The concentrations of the different elements in these samples were determined using the corresponding standard calibration curves obtained by using a standard multielementar solution with 100 mg L⁻¹ of Co, Fe, Mn, Ni, Al, Cd, Cr, Mo and standard solution with 1000 mg L⁻¹ of Cu, Zn (both from Aldrich®, Milwaukee, WI, USA). Conditions of ICP-OES were optimized according to Table 2. In our work, the methodology was adopted according to the experimental results of Mermet and Poussel (1995), where the performance of the measurements performed in relation to the parameters of selectivity, stability and limit of detection were estimated from those experimental results, in order to identify the best results generated by ICP-OES. In this case, lower limits of detection can be obtained with the axial configuration, as well as the lower relative standard deviation (RSD) (Trevisan *et al.* 2007). Regarding the limit of detection (LOD) in ICP-OES, the concept of concentration equivalent to the background signal (BEC) was used (Thonsen *et al.* 2003). The operating conditions employed for ICP-OES determination were 1150W RF power, 12 L min⁻¹ plasma flow, 0.5 L min⁻¹ auxiliary flow, 0.8 L min⁻¹ nebulizer flow, and 1.5 mL min⁻¹ sample uptake rate. Analysis was performed in both the radial and axial mode depending on the element and matrix, while 2-point background correction and 3 replicates were used to measure the analytical signal. The emission intensities were obtained for the most sensitive lines free of spectral interference. Argon with a 99.995% purity was supplied by White Martins, Campo Grande, MS, Brazil.

Comparative Criteria: Nutrient recommendations

The concentration of micro- and macroelements in the fruit of guavira was compared to the limit specification of the RDA, AI values and ULs for children, adolescents and pregnant women. The DRIs are a hands-on reference that help to guide health professionals in their day-to-day task of assessing and planning for the nutrient needs of individuals and groups of people, estimating nutrient intakes, without being excessive, and for other dietary components to promote health and reduce the risk of chronic disease (USDA, 2005).

In the absence of established data on RDA or AI, some values for the concentrations of macroelements and microelements in this manuscript are compared with the permissible limits set by the Food and Agriculture Organization (FAO) and the World Health Organization (WHO) or with evidence from published fruit results. This manuscript adopted the Nutrition Content Claims based on FDA, which proposes that foods with 10-19% of the daily value per portion are a "good source of" nutrition, while foods that contain 20% or more of the daily values per portion are considered "excellent sources of" nutrition (FDA, 2015).

Table 2. The operating parameters of determination of elements by ICP-OES

Element	Emission line (nm)	Correlation
Na	589.592	0.7941
K	766.490	0.9136
Ca	396.847	0.9900
P	178.284	0.9988
Fe	259.940	0.8722
Zn	202.548	0.9959
Ni	231.604	0.9987
Cu	224.700	0.9970
Mn	259.373	0.9977
Co	228.616	0.9999
Mo	204.598	0.9985
Cr	267.716	0.9993
Si	212.412	0.9987

RESULTS AND DISCUSSION

The concentration of the elements determined in the whole fruit of guavira collected in Campo Grande - MS are shown in Tables 3-4. In the present manuscript, the concentration of macroelements in the whole fruit decreases in the order: K > P > Na > Ca. Also, the concentration of microelements decreases in the following sequence: Fe > Si > Zn > Mn > Cu > Cr > Mo > Co > Ni. The results and discussions on the concentration of each element obtained in guavira in this manuscript are presented in mg/100 g and µg/100g, according to Tables 3-4.

Sodium (Na)

In Table 3, the concentration of Na detected in guavira fruits was 26.24 mg/100 g, which corresponds to 2.1–2.6% of the recommended intake for children (1,000–1,200 mg/day of AI), while this was 1.7% of the total intake for adolescents and pregnant woman (1,500 mg/day of AI). From the concentration of Na obtained in guavira fruits compared with those proposed by AI, it is concluded that this fruit is not considered a good source of sodium for children, adolescents and pregnant woman. Sodium levels in Table 3 (26.24 mg/100 g) were below the UL values for consuming sodium in children, adolescents and pregnant woman: 1,500 mg/day and 2,200–2,300 mg/100 g. Therefore, this does not represent a risk of adverse health effects for children, adolescents and pregnant woman. According to the World Health Organization (WHO, 2012a) the recommended maximum level of sodium intake of 2 g/day in adults should be adjusted downward based on the energy requirements of children relative to those of adults. The sodium concentration found in our work is below the values stipulated by the WHO and DRIs.

Potassium (K)

According to the data in Table 3, the content of K was 252.60 mg/100 g, which corresponds to 6.6% (3,000 mg/day) and 8.4% (3,800 mg/day) of AI for children aged 1-3 and 4-8

years, respectively, 5.6% (4,500 mg/day) of AI for adolescents aged 9-13 years and 5.3% (4,700 mg/day) of AI for adolescents aged 14-19 years and pregnant woman. The concentration of K in guavira fruits compared with those proposed by AI demonstrated that this fruit is not a good source of potassium for children, adolescents and pregnant woman. However, the concentration is higher than 78 mg/100 g reported for araza (*Eugenia stipitata* McVaughand), and 165.0 mg/100 g observed in Surinam cherry (*Eugenia uniflora* L.) (Leterme *et al.*, 2006). The UL for potassium in children, adolescents and pregnant women has not been established. However, according to the European Food Safety Authority (EFSA), the estimates of the risk of adverse effects from potassium intake from food sources (up to 5-6 g/day in adults) is considered to be low for healthy populations (EFSA, 2006). Potassium concentrations in guavira fruits are below the values recommended by the WHO for adults ≥16 years (3,510 mg/day) of age. This recommendation should be adjusted downward for children between 2 and 15 years of age (WHO, 2012b).

Calcium (Ca)

The concentration of calcium detected in guavira fruits was 21.15 mg/100 g (Table 3), which correspond to 3% of the RDA for children aged 1-3 years (700 mg/day), 2.1% of the RDA for children aged 4-8 years (1000 mg/day), 1.6% of the RDA for adolescents (1,300 mg/day) and 1.9% of the RDA for pregnant woman (1,100 mg/day, considering the mean value proposed among ages). Values of Ca concentration in guavira fruits compared with those proposed by RDA/AI demonstrated that this fruit is not a good source of calcium for children, adolescents and pregnant woman. The calcium level in Table 3 (21.15 mg/100 g) was below the UL values for the consumption of calcium in children (2,500 mg/day), adolescents (3,000 mg/100 g) and pregnant woman (2,666 mg/day, considering the mean value proposed among ages). Therefore, this does not represent a risk of adverse health effects for children, adolescents and pregnant woman. World Health Organization (WHO) recommends 1,500–2,000 mg calcium for pregnant women to reduce the risk of pre-eclampsia (WHO, 2013). The concentration of calcium observed in guavira fruits is lower than 72.0 mg/100 g in feijoa (*Feijoa sellowiana* Berg), but higher than 15.0 mg/100 g in Malaya apple (*Eugenia malaccensis* L.) (Leterme *et al.*, 2006).

Phosphorus (P)

In Table 3, the concentration of P detected in guavira fruits was 196.24 mg/100 g, which corresponds to 42% of the RDA for children aged 1-3 years (460 mg/day) and 39% of the RDA for children aged 4-8 years (500 mg/day), 15% of the RDA for adolescents (1,250 mg/day) and 22% of the RDA for pregnant woman (883 mg/day). In this comparison, the concentration of phosphorus in guavira fruits was compared with the RDA, and it was concluded that guavira fruits are an excellent source of P for children and pregnant woman. Also, this is a good source of phosphorus for adolescents. The phosphorus concentration observed in guavira fruits is greater than 12.4 mg/100 g in cambuci (*C. phaea*) (Vallilo *et al.*, 2005), 5 mg/100 g in feijoa (*F. sellowiana*), and 28.0 mg/100 g in Surinam cherry (*E. uniflora*) (Leterme *et al.*, 2006). The phosphorus level determined in the present study (196.24 mg/100 g) is below the UL for consuming P in children (3,000 mg/day), adolescents (4,000 mg/100 g) and pregnant woman (3,500 mg/day). Therefore, this does not represent a risk of adverse health effects for children, adolescents and pregnant women.

Table 3. Mineral content in *C. adamantium* (mg 100g⁻¹) and Daily Reference Intake values (mg/day)

Elements	<i>C. adamantium</i> mg 100g ⁻¹	Children 1-3 y mg/day		Children 4-8 y mg/day		Adolescents 9-13 y mg/day		Adolescents 14-18 y mg/day		Pregnancy <18 – 50 y mg/day	
Macroelements		RDA/AI*	UL	RDA/AI*	UL	RDA/AI*	UL	RDA/AI*	UL	RDA/AI*	UL
Na	26.24±0.070	1,000*	1,500	1,200*	1,900	1,500*	2,200	1,500*	2,300	1,500*	2,300
K	252.60±1.850	3,000*	-	3,800*	-	4,500*	-	4,700*	-	4,700*	-
Ca	21.56±0.040	700	2,500	1,000	2,500	1,300	3,000	1,300	3,000	1,100	2,666
P	196.24±0.850	460	3,000	500	3,000	1,250	4,000	1,250	4,000	883	3,500
Microelements		RDA/AI*	UL	RDA/AI*	UL	RDA/AI*	UL	RDA/AI*	UL	RDA/AI*	UL
Fe	2.56±0.016	7	40	10	40	8	40	13	45	27	45
Zn	0.24±0.0008	3	7	5	12	8	23	10	34	11.3	38
Mn	0.14±0.0002	1.20*	2	1.50*	3	1.75*	6	1.90*	9	2.00*	10.30
Si	1.98±0.039	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*: The value for AI is presented where there are no RDA references available. ND: Not determinable

Table 4. Microelements content in *C. adamantium* (µg 100g⁻¹) and Daily Reference Intake values (µg/day)

Elements	<i>C. adamantium</i> µg 100g ⁻¹	Children 1-3 y µg/day		Children 4-8 y µg/day		Adolescents 9-13 y µg/day		Adolescents 14-18 y µg/day		Pregnancy <18 – 50 y µg/day	
Microelements		RDA/AI*	UL	RDA/AI*	UL	RDA/AI*	UL	RDA/AI*	UL	RDA/AI*	UL
Ni	4.2±0.1	-	200	-	300	-	600	-	1,000	-	1,000
Cu	113.00±1.8	340	1,000	440	3,000	700	5,000	890	8,000	1,000	9,333
Co	7.80±1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mo	30.20±0.4	17	300	22	600	34	1,100	43	1,700	50	1,900
Cr	113.20±0.6	11*	-	15*	-	23*	-	29*	-	29.60*	-

*: The value for AI presented where there are no RDA references available.

Iron (Fe)

The content of iron observed in guavira fruits was 2.56 mg/100 g (Table 3), which corresponds to 36.5% of the RDA for children aged 1-3 years (7 mg/day), 25% of the RDA for children aged 4-8 years (10 mg/100 g), 32% of the RDA for adolescents aged 9-13 years (8 mg/day), 19.6% of the RDA for adolescents aged 14-18 years, and 9.4% of the RDA for pregnant woman (27 mg/day). The concentration of iron in guavira fruits compared with those proposed by the RDA demonstrated that guavira is an excellent source of Fe for children and adolescents aged 9-13 years, as well as a good source of Fe for adolescents aged 14-18 years, but that it is not a good source of Fe for pregnant woman. Iron concentration in guavira is higher than 0.36 mg/100 g in cambuci (*C. phaea*) (Vallilo *et al.* 2005), 0.31 mg/100 g in guava (*P. guajava*) (Pereira *et al.*, 2014) and 0.41 mg/100 g in kiwi (*A. chinensis*) (Philippi, 2001). The iron level in Table 3 (2.56 mg/100 g) is below the UL for the consumption of Fe in children (40 mg/day), adolescents (40-45 mg/100 g) and pregnant woman (45 mg/day). Therefore, this does not represent a risk of adverse health effects for children, adolescents and pregnant woman.

Zinc (Zn)

The content of zinc in guavira fruits was 0.24 mg/100 g (Table 3). The concentration of zinc in guavira fruits corresponds to 8% of the RDA for children aged 1-3 years (3 mg/day), 4.8% of the RDA for children aged 4-8 years (5 mg/100 g), 3% of the RDA for adolescents aged 9-13 years (8 mg/day), 2.4% of the RDA for adolescents aged 14-18 years (10 mg/day), and 2.1% of the RDA for pregnant woman (11.3 mg/day). From this comparison of the concentration of Zn in guavira fruits with those proposed by RDA, it is concluded that guavira fruits are not a good source of Zn for children, adolescents and pregnant woman. In addition, the concentration of zinc observed in guavira fruits is less than 0.35 mg/100 g in cambuci (*C. phaea*) (Vallilo *et al.*, 2005), but higher than 0.23 mg/100 g in guava (*P. guajava*) (Pereira *et al.* 2014), and 0.1 mg/100 g in kiwi (*A. chinensis*) (Philippi, 2001). For all age ranges presented in Table 3, the zinc level (0.24 mg/100 g) is below the UL for the consumption of Fe in children (7-12 mg/day), adolescents (23-34 mg/100 g) and pregnant woman (38 mg/day, considering the mean value proposed among ages). Therefore, this is unlikely to cause adverse effects.

Manganese (Mn)

In Table 3, the concentration of Mn in guavira fruits (0.14 mg/100 g) corresponds to 11% of the AI for children aged 1-3 years (1.20 mg/day), 9.3% of the AI for children aged 4-8 years (1.5 mg/100 g), 8% of the AI for adolescents aged 9-13 years (1.75 mg/day), 7.3% of the AI for adolescents aged 14-18 years (1.90 mg/day), and 7% of the AI for pregnant woman (2.0 mg/day). From this comparison of the concentration of Mn in guavira with those proposed by AI, it is concluded that guavira fruits are not a good source of Mn for children, adolescents and pregnant woman. In addition, the concentration of manganese observed in guavira fruits is similar to the values found in camu-camu (*Myrciaria dubia*) fruits, ranging from 0.12 to 0.48 mg/100 g (Freitas *et al.*, 2016). For all age ranges presented in Table 3, the Mn levels in Table 3 (0.14 mg/100 g) were below the UL values for the consumption of Mn in children (2-3 mg/day), adolescents (6-9 mg/100 g) and pregnant woman (10.30 mg/day, considering the mean value proposed among ages). Therefore, the consumption of one portion of guavira fruits does not confer a risk of adverse effects.

Silicon (Si)

According to data in Table 3, the silicon (Si) content found in guavira fruits was 1.98 mg/100 g. Safe RDA, AI and UL values were not established for silicon in humans. However, some countries like Belgium have reported a mean intake of 18.6 mg silicon/day (Robberecht *et al.*, 2009). The British intake is estimated to be 20-50 mg silicon/day (Bellia *et al.*, 1994). In addition, British data are in the same range as the mean estimated silicon intakes in the USA, which are estimated to be 30 and 33 mg silicon/day in men, and 24 and 25 mg silicon/day in women (Jugdaohsing *et al.*, 2002). According to a number of studies, silicon is beneficial to bone and connective tissue health (Jugdaohsing, 2007). In the literature (Inada *et al.*, 2015; Leterme *et al.*, 2006; Pereira *et al.*, 2014; Philippi, 2001; Vallilo *et al.*, 2005), silicon content was not verified in fruits such as guava, kiwi, cambuci, jaboticaba, feijoa, surinam cherry, malaya apple and araza. However, silicon is present in guavira fruits.

Nickel (Ni)

The content of Ni in guavira fruits was 4.2 µg/100 g (Table 4). There are no limits for nickel concentrations established by AI and RDA values for children, adolescents and pregnant woman. The concentration of Ni in guavira is higher than 1.7 µg/100 g for cambuci (*C. phaea*) (Vallilo *et al.*, 2005). According to previous works in humans, the most consistently reported adverse effects resulting from exposure to nickel are contact dermatitis and respiratory effects (Brera and Nicolini, 2005). For all age ranges presented in Table 4, the Ni levels in Table 4 (4.2 µg/100 g) were below the UL values for the consumption of Ni in children (200-300 µg/day), adolescents (600-1,000 µg/day) and pregnant woman (1,000 µg/day). Therefore, the consumption of one portion of guavira fruits does not confer a risk of adverse effects.

Copper (Cu)

In Table 4, the concentration of Cu in guavira fruits (113.0 µg/100 g) corresponds to 33% of the AI for children aged 1-3 years (340 µg/day), 25% of the AI for children aged 4-8 years (440 µg/100 g), 16% of the AI for adolescents aged 9-13 years

(700 µg/day), 12.6% of the AI for adolescents aged 14-18 years (890 µg /day). and 11% of the AI for pregnant woman (1,000 µg /day). From comparison of the concentration of Cu in guavira with those proposed by the RDA, it can be concluded that guavira fruits are an excellent source of Cu for children, and a good source of Cu for adolescents and pregnant woman. The concentration of copper observed in the fruit of guavira is less than 800.0 µg/100 g in jaboticaba (*M. jaboticaba*) (Inada *et al.*, 2015). The Cu level in Table 4 (113.0 mg/100 g) µg /100 g) was below the UL for the consumption of Cu in children (1,000-3,000 µg/day), adolescents (5,000-8,000 µg/100 g) and pregnant woman (9,333 µg/day, considering the mean value proposed among ages). Therefore, the consumption of one portion of guavira confers no risk of adverse effects.

Cobalt (Co)

According to data in Table 4, the content of Co was 7.80 µg/100 g in guavira fruits. A safe recommended dietary allowance or adequate intake for cobalt has not yet been set. According to the calculated results, it was found that adolescents over 15 years old ingested around 7.5 µg, and children aged 3 to 14 years ingested approximately 7.3 µg Co per day. The estimated average daily dietary intake of cobalt in Canadian males was 12 µg/day and woman of the same age group averaged 9.0 µg of Co per day (Dabeka and McKenzie, 1995). The limits have not yet been established for the cobalt UL for the studied populations. However, high-dose cobalt can cause vomiting, nausea, damage to the thyroid and heart problems (U.S. Department of Health and Human Services, 2004). The concentrations of cobalt obtained in the fruit of guavira fruits have higher values than those established by some of the works cited above. Also, these are lower than the 30.0 µg/100 g reported in jaboticaba (*M. jaboticaba*) (Inada *et al.*, 2015). Although the US FDA has not developed an acceptable daily intake for cobalt, scientific opinion of the European Food Safety Authority on the use of cobalt compounds as additives in animal nutrition has suggested a safe intake of 600 µg Co/day for non-carcinogenic effects (EFSA, 2009). However, others studies concluded that a lifetime oral dose of 2,100 µg Co/d should not pose a health hazard (Finley *et al.*, 2012).

Molybdenum (Mo)

The content of Mo observed in guavira fruits was 30.20 µg/100 g (Table 4), which corresponds to 177% of the RDA for children aged 1-3 years (17 µg/day), 137% of the RDA for children aged 4-8 years (22 µg/100g), 88% of the RDA for adolescents aged 9-13 years (34 µg /day), 70% of the RDA for adolescents aged 14-18 years (43 µg/day), and 60% of the RDA for pregnant woman (50 µg/day). From this comparison of the concentration of Mo in guavira with those proposed by the RDA, it is concluded that the guavira is an excellent source of Mo for children, adolescents and pregnant woman. Molybdenum levels in Table 4 (30.20 µg/100 g) were below the UL for consuming Mo in children (300-600 µg/day), adolescents (1,100-1,700 µg/100 g) and pregnant woman (1,900 µg/day). Therefore, it is unlikely to cause adverse effects. Studies of the consumption fruits containing molybdenum are scarce in the Brazilian literature and those of other countries. Molybdenum toxicity is related to low stores in the body and copper intake. People who have an inadequate intake of dietary copper or some dysfunction in their copper metabolism that makes them copper-deficient could be at greater risk of molybdenum

toxicity (Vyskocil *et al.*, 1999). There are no reports of molybdenum toxicity in children and adolescents. Thus, it is necessary to assess the risks to human health due to their overburden. In fruits such as guava (Pereira *et al.*, 2014), kiwi (Philippi, 2001), cambuci (Vallilo *et al.*, 2005), jabuticaba (Inada *et al.*, 2015), feijoa, Surinam cherry, Malaya apple and araza (Leterme *et al.*, 2006), molybdenum was not verified.

Chromium (Cr)

The content of Cr observed in guavira fruits was 113.20 µg/100 g (Table 4), which corresponds to 1,029% of the AI for children aged 1-3 years (11 µg/day), 754% of the AI for children aged 4-8 years (15 µg/100 g), 492% of the AI for adolescents aged 9-13 years (23 µg/day), 390% of the AI for adolescents aged 14-18 years (29 µg/day), and 425% of the AI for pregnant woman (29.6 µg/day). The values proposed from 9 – 18 years and for pregnant women refer to mean reference established by age. From this comparison if the concentration of Cr in guavira with those proposed by the AI, it is concluded that guavira fruits are an excellent source of Cr for children, adolescents and pregnant woman. The limits have not yet been established for the UL if chromium for these populations. Chromium plays an important role in the synthesis of cholesterol, the metabolism of carbohydrates and proteins and weight loss (Saeed *et al.*, 2010). However, there are some potential effects caused by chromium in adults, such as respiratory problems, stomach and small intestine, male reproductive system and cancer (U.S. Department of Health and Human Services, 2012). There are no studies that have looked at the potential health effects of chromium exposure on children. Information regarding reproductive effects in humans is limited, but studies in humans and animals suggest that chromium causes adverse reproductive effects (Saeed *et al.*, 2010). There are insufficient data to establish a safe upper limit for chromium intake. In addition, special care should be taken with respect to the ingestion of this fruit in large quantities, as there are no limits established by Brazilian government on intake of this fruit. The tolerable limit set by FAO (1984) for Cr in edible plants is 0.02 µg/g (FAO, 1984), with the present study showing that the fruit of guavira accumulates Cr above this limit; therefore, the consumption should be limited in order to not cause any adverse effects. In relation to other fruits, the concentration of chromium was lower than that found in *C. xantocarpa* O. Berg 180.0 µg/100 g and yellow guava (*Psidium cattleianum* Sabine) 135.0 µg/100 g (Pereira *et al.*, 2014).

Conclusions

New information on the concentration of macro- and microelements in the whole fruit of *C. adamantium* (guavira) were obtained and compared with the recommended values for children, adolescents and pregnant women. Considering the recommended daily intake, the comparative results showed that the fruit is an excellent source of phosphorus for children aged between 1 and 8 years and pregnant women, as well as a good source for adolescents aged between 9 and 18 years. Considering the amount of iron in the whole fruit, guavira is an excellent source for children aged 1-8 years and adolescents aged between 9 and 13, as well as a good source for adolescents aged 14-18 years old. Regarding the copper concentration, guavira is an excellent source for children aged 1-8 years and a good source for adolescents aged 9-18 years and pregnant women. In relation to the recommendations for manganese, the whole fruit is only a good source for children aged 1-3 years. Regardless of the age discussed, guavira fruits

are an excellent source of molybdenum and chromium. For elements such as nickel, cobalt, silicon and aluminum, the present study showed that there are gaps regarding knowledge of the levels in which nutrients can be ingested (AI, RDA and UL), especially for children, adolescents and pregnant women. Also, there are no values for the concentration of chromium for pregnant women. The concentrations of cobalt obtained in the whole fruit of guavira have higher values than those established by some of the published studies. The limits have not yet been established for chromium UL for children, adolescents and pregnant woman. However, the present study showed that the whole fruit of guavira fruits accumulates chromium above the tolerable limit set by FAO for chromium in edible plants. Finally, it is important to keep in mind that for all age ranges presented in this work, sodium, calcium, phosphorus, iron, zinc, nickel, copper, manganese, and molybdenum concentrations were low relative to UL; there is no risk of adverse effects. The sodium, potassium, calcium, zinc and manganese concentrations found in our work are below the values stipulated by the WHO and DRIs. The presence of calcium, iron and zinc indicate the ability of *C. adamantium* to maintain a healthy immune system in the body. This study could be helpful to determine the appropriate dosage to give children, adolescents and pregnant women considering elemental contents and concentrations and it also showed the safe level of minerals determined in the whole fruit of *C. adamantium*.

REFERENCES

- Anvisa, 2005. Regulamento Técnico Sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de Proteína, Vitaminas e Minerais, RDC n. 269, de 22 de setembro de 2005. <http://coffito.gov.br/nsite/wp-content/uploads/2016/08/resolucao-rdc-n-269-2005-ingestao-dia-recomendada-idr-de-protenas-vitaminas-e-minerais.pdf>
- Bellia J.P., Birchall J.D., Roberts N.B. 1995. Beer: a dietary source of silicon. *The Lancet*, 343(8891):235.
- Brera S., Nicolini A. 2005. Respiratory manifestations due to nickel. *Acta Otorhinolaryngologica Italica*, 25(2): 113–115.
- Dabeka R.W., McKenzie A.D. 1995. Survey of lead, cadmium, fluoride, nickel, and cobalt in food composites and estimation of dietary intakes of these elements by Canadians in 1986-1988. *Journal of AOAC International*, 78(4): 897-909.
- Espindola P.P.D.T., Rocha P.D.S.D., Carollo C.A., Schmitz W.O., Pereira Z.V., Vieira M.D.C., Santos E.L., Souza K.P. 2016. Antioxidant and Antihyperlipidemic Effects of *Campomanesia adamantium* O. Berg Root. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2016: 1-8.
- European Food Safety Authority. 2006. Tolerable upper intake levels for vitamins and minerals. Parma, European Food Safety Authority. http://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/efsa_rep/blobserver_assets/ndatolerableuil.pdf
- European Food Safety Authority. 2009. Scientific opinion on the use of cobalt compounds as additives in animal nutrition. *EFSA Journal*. 7: 1–45.
- Fda.org (Internet). Maryland: U.S Food & Drug Administration, (updated 2015 August 20; cited 2016 February 21) Available from: <http://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/GuidanceDocumentsRegulatoryInformation/LabelingNutrition/ucm064916.htm>
- Fernandes T.O., Ávila R.I., Moura S.S., Ribeiro G.A., Naves M.M.V., Valadares M.C. 2015. *Campomanesia adamantium* (Myrtaceae) fruits protect HEPG2 cells

- against carbon tetrachloride-induced toxicity. *Toxicology Reports*, 2: 184-193.
- Finley B.L., Monnot A.D., Paustenbach D.J., Gaffney S.H. 2012. Derivation of a chronic oral reference dose for cobalt. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 64(3): 491-503.
- Food and Agriculture Organization of United Nations – FAO; World Health Organization – WHO. 1984. Format of codex commodity standards. Codex alimentarius commission: procedural manual. www.fao.org/input/download/report/411/al85_15e.pdf
- Freitas C.A.B., Silva A.S., Alves C.N., Nascimento W.M.O., Lopes A.S., Lima M.O., Müller R.C.S. 2016. Characterization of the fruit pulp of Camu-Camu (*Myrciaria dubia*) of seven different genotypes and their rankings using statistical methods PCA and HCA. *Journal of Brazilian Chemical Society*. 27(10): 1838 – 1846.
- Godt J., Scheidig F., Grosse-Siestrup C., Esche V., Brandenburg P., Reich A. 2006. The toxicity of cadmium and resulting hazards for human health. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*. 1(1): 1 – 6.
- Guo J., Peng S., Tian M., Wang L., Chen B., Wu M., He G. 2015. Dietary exposure to aluminum from wheat flour and puffed products of residents in Shanghai, China. *Food Additives & Contaminants: Part A*. 32(12): 2018-2026.
- Hanif R., Iqbal Z., Iqbal M., Hanif S., Rasheed M. 2006. Use of vegetables as nutritional food: role in human health. *Journal of Agricultural and Biological Science*. 1(1): 18 – 22.
- Inada K.O.P., Oliveira A.A., Revorêdo T.B., Martins A.B.N., Lacerda E.C.Q., Freire A.S., Braz B.F. 2015. Screening of the chemical composition and occurring antioxidants in jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*) and jussara (*Euterpe edulis*) fruits and their fractions. *Journal of Functional Foods*. 17: 422 – 433.
- Jugdaohsingh R., Anderson S.H.C., Tucker K.L., Elliott H., Kiel D.P., Thompson R.P.H., Powell, J.J. 2002. Dietary silicon intake and absorption. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 75(5): 887-893.
- Jugdaohsingh, R. 2007. Silicon and bone health. *The journal of nutrition, health & aging*. 11(2): 99-110.
- Lescano C.H., Oliveira I.P., Zaminelli T., Baldivia D.S., Silva L.R., Napolitano M., Silvério C.B.M., Lincopan N., Sanjinez-Argandoña E.J. 2016. *Campomanesia adamantium* peel extract in antidiarrheal activity: The ability of inhibition of heat-stable enterotoxin by polyphenols. *Plos One*. 11(10): 1-15.
- Leterme, P., Buldgen, A., Estrada, F., Londoño, A.M. 2006. Mineral content of tropical fruits and unconventional foods of the Andes and the rain forest of Colombia. *Food Chemistry*. 95, 644 – 652.
- Li Y., Zhang J.J., Xu D.P., Zhou T., Zhou Y., Li S., Li H.B. 2016. Bioactivities and health benefits of wild fruits. *International Journal of Molecular Sciences*. 17(8): 1258.
- Lima N.V., Arakaki D.G., Tschinkel P.F.S., Silva A.F., Guimarães R.C.A., Hiane P.A., Ferreira Júnior M.A., Nascimento V.A. 2017. First comprehensive study on total determination of nutritional elements in the fruit the *Campomanesia adamantium* (Cambess): Brazilian Cerrado plant. *International Archives of Medicine*. 9(1): 1-11.
- Lim-Lim SS, Vos T, Flaxman AD, Danaei G, Shibuya K, Adair-Rohani HA *et al.* 2010. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study. *Lancet*. 2012; 380: 2224-60. [http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(12\)61766-8/abstract](http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(12)61766-8/abstract)
- Ma N., Liu Z.P., Yang D.J., Liang J., Zhu J.H., Xu H.B, Li F.Q., Li N. 2016. Risk assessment of dietary exposure to aluminum in the Chinese population. *Food Additives & Contaminants: Part A*. 33(10): 1557-1562.
- Macías-Peacock B, Pérez-Jackson L, Suárez-Crespo MF, Fong-Domínguez CO, Pupo-Perera E. 2009. Use of medicinal plants during pregnancy. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*. 47: 331-4.
- Mermet J.M., Poussel E. 1995. ICP Emission Spectrometers: 1995 Analytical Figures of Merit. *Applied Spectroscopy*. 49: 12A-18A.
- Pereira M.C., Boschetti W., Rampazzo R., Celso P.G., Hertz P.F., Rios A.O., Vizzotto M., Flores S.H. 2014. Mineral characterization of native fruits from the southern region of Brazil. *Food Science and Technology*. 34(2): 258-266.
- Philippi S.T. 2001. Tabela de Composição de Alimentos: suporte para decisão profissional. Anvisa, Brasília. 164 p.
- Robberecht H., Cauwenbergh R., Vlaslaer V., Hermans N. 2009. Dietary silicon intake in Belgium: Sources, availability from foods, and human serum levels. *Science of The Total Environment*. 407(16): 4777-4782.
- Saeed M., Khan H., Khan M.A., Khan F., Khan S.A., Muhammad N. 2010. Quantification of various metals and cytotoxic profile of aerial parts of *Polygonatum verticillatum*. *Pakistan Journal of Botany*. 42(6): 3995-4002.
- Shenkin A. 2006. The key role of micronutrients. *Clinical Nutrition*. 25(1): 1 – 13.
- Thonsen V., Schatzlein D., Mercurio D. 2003. Limits of detection in spectroscopy, *Spectroscopy*. 18: 112-114.
- Trevisan L.C., Nóbrega J.A. 2007. Inductively coupled plasma optical emission spectrometry with axially viewed configuration: an overview of application. *Journal of the Brazilian chemical Society*. 18(4): 678-690.
- U.S. Department of Health and Human Services. 2004. Toxicological profile for Cobalt. Atlanta, US.
- U.S. Department of Health and Human Services. 2012. Toxicological profile for chromium. Atlanta, US Department of Health and Human Services.
- United States Department of Agriculture. 2006. Dietary Reference Intakes: The Essential Guide to Nutrient Requirements, Washington, US., Otten J.J., Hellwig J.P., Meyers L.D., editors; The National Academies Press: Washington, US.
- Vallilo M.I., Gaberlotti M.L., Oliveira E.D., Lamardo L.C.A. 2005. Physicochemical characteristics of cambucizeiro's fruits (*Campomanesia phaea*). *Revista Brasileira de Fruticultura*. 27(2): 241-244.
- Vallilo M.I., Lamardo L.C.A., Gaberlotti M.L., Oliveira E.D., Moreno P.R.H. 2006. Chemical composition of *Campomanesia adamantium* (Cambessédes) O. Berg fruits. *Food Science and Technology*. 26(4): 725-955.
- Vyskocil A., Viau C. 1999. Assessment of molybdenum toxicity in humans. *Journal of Applied Toxicology*. 19(3): 185-192.
- World Health Organization (WHO). Fruit and vegetables for health: Report of a Joint FAO/WHO Workshop. 2004. http://www.who.int/dietphysicalactivity/publications/fruit_vegetables_report.pdf
- World Health Organization (WHO). Guideline: Calcium supplementation in pregnant women 2013. Geneva, World

Health Organization (WHO). http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/85120/1/9789241505376_eng.pdf

World Health Organization (WHO). Guideline: Potassium intake for adults and children. 2012b. Geneva, World Health Organization (WHO). http://www.who.int/nutrition/publications/guidelines/potassium_intake_printversion.pdf

World Health Organization (WHO). Guideline: Sodium intake for adults and children. 2012a. Geneva, World Health Organization (WHO). http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/77985/1/9789241504836_eng.pdf?ua=1&ua=1
