



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE – PPGCS**

SÔNIA DO SOCORRO DO CARMO OLIVEIRA

**DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DO ELEMENTO FERRO E DEMAIS
CONSTITUINTES INORGÂNICOS (Zn, Mg, Mn, Pb, Cu, Ni, Cr) NO SOLO, NA
FOLHA, CHÁ E TINTURA DA *Fridericia chica* (Bonpl.) L. G. Lohmann**

Macapá

2017

SÔNIA DO SOCORRO DO CARMO OLIVEIRA

**DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DO ELEMENTO FERRO E DEMAIS
CONSTITUINTES INORGÂNICOS (Zn, Mg, Mn, Pb, Cu, Ni, Cr) NO SOLO, NA
FOLHA, CHÁ E TINTURA DA *Fridericia chica* (Bonpl.) L. G. Lohmann**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal do Amapá, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde, na área de concentração Ensaio Biológicos.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Antônio de Medeiros

Macapá

2017

SÔNIA DO SOCORRO DO CARMO OLIVEIRA

**DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DO ELEMENTO FERRO E DEMAIS
CONSTITUINTES INORGÂNICOS (Zn, Mg, Mn, Pb, Cu, Ni, Cr) NO SOLO, NA
FOLHA, CHÁ E TINTURA DA *Fridericia chica* (Bonpl.) L. G. Lohmann**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal do Amapá, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde, na área de concentração Ensaio Biológicos.

Prof. Dr. Fernando Antônio de Medeiros
Universidade Federal do Amapá
Presidente

Prof. Dr. Fábio Oliveira
Universidade Federal do Amapá
Membro Externo

Profa. Dra. Alessandra Azevedo do Nascimento
Universidade Federal do Amapá
Membro Interno

Prof. Dr. Roberto Messias Bezerra
Universidade Federal do Amapá
Membro Interno

Macapá, 20 de setembro 2017

*Dedico esta obra a Deus por sua eterna
misericórdia para comigo, aos meus pais Oreste e Lucilda e ao meu esposo Antônio
Carlos Brasil.*

Eu sou capaz de aprender muitas coisas, no meu ritmo. O mais importante de tudo é que eu me sinto capaz.

Sônia Oliveira

AGRADECIMENTOS

A Deus, por guiar-me sempre pela vereda direita do caminho e por toda a sua misericórdia para comigo.

Ao meu esposo Antônio Carlos Brasil, pela paciência, companheirismo e por cada palavra de ânimo que me dedicou nesta etapa da minha vida.

À Universidade Federal do Amapá por me proporcionar realizar o curso de Pós-graduação em Ciências da Saúde.

Ao meu orientador Dr. Fernando Antônio de Medeiros.

Ao Laboratório de Absorção Atômica e Bioprospecção da Unifap, em especial ao professor Roberto Messias, onde pude realizar as minhas análises, assim como pelo carinho e ensinamento dispensados a mim.

À química Hina Lina Furtado, pela ajuda imprescindível nas análises de absorção atômica com chama, bem como a mestrandia Gabriela Oliveira pela amizade e colaboração também nas referidas análises.

Ao Dr. Alexandre Florentino pelo tratamento estatístico aos meus dados e por sua amizade.

À Técnica Adriana Maciel do Laboratório de Pesquisa em Fármacos da Unifap pela realização da MEV da minha planta, pelo incentivo e amizade.

Ao Dr. Antonio Ferreira de Oliveira (Anthony), Pós-doutorando da Unifap pela amizade e incentivo nesta etapa da minha vida acadêmica.

À Dra. Dayse Dantas e Dra. Alessandra Azevedo, professoras da Unifap, pelas contribuições valiosas, ainda, na etapa de qualificação do projeto de pesquisa.

Aos meus amigos do curso de Pós-graduação em Ciências da Saúde: Mylner, Tamyres, Eduardo, Sacid, Gabriela, Sérgio, Naldo, Danel, Zonia, Jemima, João, Tatiana, Raquel, Bruno, Edna, Gardênia, Cecília.

Aos meus amigos do curso de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas: Albenise, Jaderson, Ivagner, Patrício, Gabryele, Danielle, Uriel, Antônio, Danilo e Mário.

À família do seu Alex, que me forneceu a matéria vegetal, no distrito da Fazendinha.

Às farmacêuticas Cléia Lamarão e Leila Cristina Pires pelo incentivo e amizade.

Aos meus amigos do Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Amapá:

Núcleo de Plantas Medicinais e Produtos Naturais, Albenise Santana, Belmira Souza, Francineide Pena, Josué Sampaio, Maurício Correa, Rayana Rhoden, Débora, Maria Aparecida, Jonas, Francisco de Almeida e, em especial, a farmacêutica Mônica Luna;

Aos amigos da farmácia do IEPA, Elizamar, Gean Rafael, Lourdes, Patrícia e Diego;

Aos pesquisadores do Núcleo de Biodiversidade, Tony Santiago e Dr. Patrick Alcântara;

Ao Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos do IEPA, em especial a Anne da Silva e Antônio Carlos da Silva Júnior;

À Dra. Luciedi Tostes pela contribuição na descrição anatômica da folha da planta medicinal em estudo.

RESUMO

O uso de plantas medicinais é uma prática muito comum e bastante difundida em várias partes do mundo, para fins medicinais, tratamento, cura e prevenção de doenças. Além disso, as plantas são ricas em metais que podem ser benéficos ou não para a saúde. A *Fridericia chica* (Bonpl.) L. G. Lohmann, é uma Bignoniaceae com grande ocorrência na região amazônica, sendo popularmente conhecida como “pariri”, “cajuru”, “chica”, “cipó-pau” e “crejer”. A propriedade antianêmica desta espécie é relatada na medicina popular e descrita na literatura, porém pouca atenção tem sido dada para a compreensão de tal propriedade, bem como do seu conteúdo mineral. A anemia ferropriva afeta aproximadamente 2 bilhões de pessoas em todo o planeta, sendo no Brasil considerada um problema de saúde pública de grande magnitude. Este estudo teve como objetivo determinar a concentração dos constituintes inorgânicos (Fe, Zn, Mn, Mg, Pb, Cu, Ni e Cr), com enfoque ao elemento ferro, no solo, folha, chá e tintura da *F. chica*, provenientes do canteiro do Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá- IEPA e ambiente doméstico, no Distrito Fazendinha, nas estações chuvosa e seca da Região Amazônica. As análises das amostras foram realizadas por espectrometria de absorção atômica com chama, após o pré-tratamento das mesmas. No solo, a concentração média do ferro apresentou diferença estatística significativa ($p < 0,05$) entre os locais, principalmente a proveniente do ambiente IEPA que apresentou valor médio maior ($266,29 \text{ mg kg}^{-1}$) em relação ao valor médio ($248,30 \text{ mg kg}^{-1}$) do Distrito da Fazendinha. Na estação chuvosa, o ferro foi encontrado em maior concentração nas folhas secas do ambiente Fazendinha ($25,88 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$) quando comparado ao ambiente IEPA ($19,48 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$). Nas amostras analisadas de chá (folhas *in natura*), o magnésio foi o mineral majoritário, tanto para extração por decocção ($133,62 - 103,49 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$) quanto por infusão ($102,80 - 91,30 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$) nas duas estações amazônicas, com diferença estatística significativa ($p < 0,05$). A decocção das folhas, de um modo geral, foi o método mais eficiente na extração de quase todos os elementos (exceto para o ferro e Zn). Na tintura, o magnésio foi o mineral com a mais alta extração ($2,06 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$ IEPA e $2,04 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$ Fazendinha), na estação chuvosa. O metal ferro teve uma extração mais eficiente nas amostras de chá quando comparado com as amostras de tintura ($1,62 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$ IEPA e $1,46 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$ Fazendinha), na estação seca, principalmente o obtido por infusão ($5,65 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$) do

ambiente Fazendinha, apresentando significância estatística ($p < 0,05$). Portanto, esta espécie vegetal apresenta um teor considerável de ferro nas partes aéreas (folhas), sendo a sua concentração maior obtida dos extratos aquosos (chás) em relação aos hidroalcoólicos (tinturas), na estação seca. O magnésio foi o elemento majoritário, tanto na infusão, decocção e tintura. Em conjunto, estes resultados demonstram que há necessidade de aprimoramento no processo de extração do Fe para preparação de produtos fitoterápicos, além disso, tais extratos podem ser considerados como prováveis fontes de suplementação alimentar de nutrientes minerais na dieta humana, devido a função destes em muitos processos bioquímicos e fisiológicos.

Palavras-chave: *Friderichia chica*. Espectrometria de absorção atômica. Constituintes inorgânicos. Anemia ferropriva.

ABSTRACT

The use of medicinal plants is a very common practice and widespread in many parts of the world, for medical purposes, treatment, cure and prevention of diseases. In addition, the plants are rich in metals that can be beneficial to health or not. The *Fridericia chica* (Bonpl.) L. G. Lohmann is a Bignoniaceae, with great occurrence in the Amazon region, being popularly known as "pariri", "cajuru", "chica", "cipó-pau" e "crejer". The anti-anemic property of this species is reported on the popular medicine and described in the literature, but little attention has been given to the understanding of such property, as well as its mineral content. The iron deficiency anemia affects approximately two billion people in the whole planet, being in Brazil considered a public health problem of great magnitude. This study aimed to determine the concentration of the inorganic constituents (Fe, Zn, Mn, Mg, Pb, Cu, Ni, and Cr), with focus on the element iron, in soil, leaf, tea and tincture of *F. chica*, from the Institute of Scientific and Technological Research of the State of Amapá– IEPA and domestic environment, in the Fazendinha district, on the rainy and dry seasons of the amazon region. The analyzes of the samples were performed by flame atomic absorption spectrometry, after their pre-treatment. In the soil, mean iron concentration presented a significant statistical difference ($p < 0.05$) between the sites, mainly from the IEPA environment, which presented a higher average value ($266.29 \text{ mg kg}^{-1}$) than the mean value ($248.30 \text{ mg kg}^{-1}$) of the District Fazendinha. On the rainy season, the iron was found in the higher concentration in the dried leaves of Fazendinha's environment ($25.88 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$) when compared to IEPA'S environment ($19.48 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$). In the analyzed samples of tea (leaves *in natura*), the magnesium was the major mineral for both decoction ($133.62 - 103.49 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$) and infusion ($102.80 - 91.30 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$) in the two amazon stations, with significant statistical difference ($p < 0.05$). The decoction of leaves, in general, was the most efficient method in the extraction of almost all the elements (except for iron and Zn). In tincture, magnesium was the mineral with the highest extraction ($2.06 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$ IEPA and $2.04 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$ Fazendinha), in the rainy season. The iron metal had a more efficient extraction in the tea samples when compared to the tincture samples ($1.62 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$ IEPA and $1.46 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$ Fazendinha), in the dry season, especially that obtained by infusion ($5.65 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$) of Fazendinha, presenting statistical significance ($p < 0.05$). Therefore, this plant species presents a considerable content of iron in the aerial parts (leaves), being its greater concentration obtained from the aqueous extracts (teas) in relation to the hydroalcoholic ones (tinctures), in the dry season. The Magnesium was the major element in both infusion, decoction and tincture. In a set these results demonstrate that there is a need for improvement in the extraction process of Fe to prepare phytotherapeutic products, in addition, such extracts can be considered as probable sources of nutritional supplementation of mineral nutrients in the human diet, due to the function of these in many biochemical processes and physiological.

Keywords: *Friderichia chica*. Atomic absorption spectrometry. Inorganic constituents. Iron deficiency anemia.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fotografia das partes aéreas de <i>Fridericia chica</i> (Bonpl.) L. G. Lohmann.....	22
Figura 2 - Inflorescência da <i>Fridericia chica</i> (Bonpl.) L. G. Lohmann.....	23
Figura 3 - Estrutura química das principais Antocianidinas.....	24
Figura 4 - Estrutura química da 7,4'-di-hidroxi-5-metaxoxiflavona	25
Figura 5 - Estrutura química da Carajuruflavona.....	25
Figura 6 - Estrutura química da Luteolina.....	26
Figura 7 - Estrutura química do kaempferol.....	26
Figura 8 - Mecanismos de absorção do ferro em plantas.....	34
Figura 9 - Procedimentos de preparo de amostra para o método espectrometria atômica.....	42
Figura 10 - Amostra de folha de <i>F. chica</i> secas e pulverizadas (a) e da calcinação em forno mufla (b) para obtenção de cinzas.....	43
Figura 11 – Amostra da tintura de <i>F. chica</i> (a) e aquecimento em chapa elétrica (b) para obtenção de extrato seco.....	44
Figura 12 - Fotografia do Espectrômetro de absorção atômica com chama da Shimadzu, modelo AA-630.....	47
Figura 13 - Microscopia eletrônica de Varredura do corte transversal da nervura central e detalhe da epiderme adaxial da <i>Fridericia chica</i> (Bonpl.) L. G. Lohmann.....	58
Figura 14 - Microscopia eletrônica de Varredura do corte transversal do pecíolo e longitudinal do mesófilo da <i>Fridericia chica</i> (Bonpl.) L. G. Lohmann.....	59
Figura 15 - Microscopia eletrônica de Varredura do corte paradérmico da epiderme da <i>Fridericia chica</i> (Bonpl.) L. G. Lohmann.....	60

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	16
2.1 OBJETVO GERAL.....	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
3 REVISÃO DE LITERATURA	17
3.1 PLANTAS MEDICINAIS.....	17
3.2 ASPECTOS BOTÂNICOS DA <i>Fridericia chica</i>	20
3.2.1 Caracterização da família Bignoniaceae.....	20
3.2.2 Gênero <i>Fridericia</i> (= <i>Arrabidaea</i>).....	20
3.2.3 A espécie <i>Fridericia chica</i>	20
3.2.4 Descrição morfológica.....	22
3.2.5 Caracterização química.....	23
3.2.6 Atividades farmacológicas.....	27
3.3 ANEMIA FERROPRIVA.....	29
3.4 PLANTAS MEDICINAIS E OS MINERAIS.....	31
3.5 METAIS PESADOS NO SOLO.....	34
3.6 CONSTITUINTES MINERAIS NO HOMEM.....	36
3.7 ESPECTROMETRIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA.....	39
4 METODOLOGIA	40
4.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO.....	40
4.2 PARTE EXPERIMENTAL.....	40
4.2.1 Coleta do Material Vegetal.....	40
4.2.2 Confecção das Exsiccatas.....	40
4.2.3 Processamento da Planta.....	41
4.2.4 Obtenção da Tintura de <i>Friderichia chica</i>	41
4.2.5 Obtenção dos Chás de <i>Friderichia chica</i>	41
4.2.6 Pré-Tratamento das Amostras de Folha, Chá e Tintura para Determinação dos Minerais.....	42
4.2.7 Coleta das Amostras de Solo.....	45
4.2.7.1 Método de Abertura das Amostras de Solo.....	45
4.2.8 Determinação dos Elementos Inorgânicos.....	46
4.2.9 Determinação da Anatomia Foliar da <i>F. chica</i>	47
4.2.10 Análise Estatística.....	47
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
5.1 ANÁLISE DOS ELEMENTOS INORGÂNICOS NA FOLHA DE <i>F. chica</i> E SOLO DOS DOIS AMBIENTES DE ESTUDO, NA ESTAÇÃO CHUVOSA AMAZÔNICA.....	48
5.2 ANÁLISE DOS ELEMENTOS INORGÂNICOS NA FOLHA E TINTURA DE <i>F. chica</i> , DOS DOIS AMBIENTES DE ESTUDO, NAS DUAS ESTAÇÕES AMAZÔNICAS.....	50
5.3 CONCENTRAÇÃO DOS MINERAIS (Fe, Zn, Pb, Mn, Mg, Cu, Ni e Cr) EXTRAÍDO DAS FOLHAS DE <i>F. chica</i> POR INFUSÃO E DECOCCÃO.....	53
5.4 CONCENTRAÇÃO DE FERRO NA FOLHA, TINTURA E CHÁ DE <i>F.</i> <i>chica</i> DOS DOIS AMBIENTES DE ESTUDO, NO VERÃO AMAZÔNICO.....	56
5.5 ANATOMIA FOLIAR.....	57
6 CONCLUSÃO	61

7 PESPECTIVAS FUTURAS.....	63
REFERÊNCIAS	64

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é proprietário da maior biodiversidade do planeta, estimada em aproximadamente 20% do número total de espécies do mundo (ARAÚJO, 2010) e a Amazônia brasileira oferece um apreciável potencial de plantas com propriedades terapêuticas (MARTINS et al., 2009).

A *Fridericia chica* (Bonpl.) L. G. Lohmann, Bignoniaceae, que tem a *Arrabidaea chica* (Bonpl.) Verlot como sinonímia (THE PLANT LIST, 2016), possui distribuição ampla e contínua por todos os estados brasileiros (COSTA; BRITO; MELO, 2016). Popularmente, suas folhas são usadas para o tratamento de cólica intestinal, diarreia, leucorréia, leucemia, sangramento, além de ser uma espécie vegetal muito usada para o tratamento da anemia na região da Amazônia Brasileira (SIRAICHI et al., 2013),

A propriedade antianêmica desta espécie é relatada na medicina popular e descrita na literatura, porém pouca atenção tem sido dada para a compreensão de tal propriedade, assim como é pouco conhecido sobre o seu conteúdo mineral (MAGALHÃES et al., 2009).

A *F. chica* faz parte da Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS - RENISUS, a qual é constituída de 71 (setenta e uma) plantas medicinais com potencial de gerar produtos de interesse para o SUS e Ministério da Saúde (BRASIL, 2009). Além disso, a OMS tem aconselhado o uso racional de fitoterápicos, que são normalmente consumidos pela população local, devido principalmente ao seu baixo custo quando comparado a medicina moderna (MAGALHÃES, 2009).

A deficiência de ferro e a anemia associada a esta condição são problemas de saúde global e condições médicas comuns vistas na prática clínica diária (CAMASCHELLA, 2015). A anemia é um problema de saúde pública de grande magnitude no Brasil e dada a sua importância no mundo, diversos países tem realizado intervenções, visando reduzir a sua prevalência (BRASIL, 2014).

A Organização Mundial de Saúde estima que a prevalência da deficiência de ferro seja, em média, 2,5 vezes maior do que a prevalência da anemia observada (BRASIL, 2014). Vários fatores podem determinar a anemia, porém a principal causa é a deficiência de ferro, onde estima-se que 50% dos casos ocorram por esta condição (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2008).

No exterior e no Brasil são inúmeros os trabalhos encontrados na literatura sobre a determinação dos teores de constituintes inorgânicos em plantas medicinais, mas ainda são escassos os relatos concernentes à composição mineral de plantas medicinais da região amazônica (DINIZ, et al., 2013). Assim como, são limitados os estudos deste conteúdo e sua relação no tratamento da anemia, especialmente da causada pela deficiência de ferro (MAGALHÃES, 2009).

As plantas medicinais são utilizadas para diversas patologias que acometem o homem, sendo muitas vezes, o primeiro recurso terapêutico no tratamento de enfermidades (DINIZ et al.,2013). Os elementos traço ou oligoelementos desempenham um importante papel tanto no bem estar como na cura de várias doenças, sendo, o conhecimento das concentrações elementares necessário para possíveis interferências na ação terapêutica, bem como se o teor desses elementos é tóxico ao ser humano. Portanto, estudos a respeito dos seus constituintes inorgânicos são relevantes para ciência, além do que, as plantas podem ser fonte alternativa de oligoelementos, indispensáveis para a manutenção do metabolismo humano.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Determinar a concentração dos constituintes inorgânicos (Fe, Zn, Mn, Mg, Pb, Cu, Ni e Cr), com enfoque ao elemento ferro, no solo, na folha, chá e tintura de *Fridericia chica*, provenientes de duas localidades distintas e coletadas nas estações chuvosa e seca da região amazônica.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Quantificar a concentração dos constituintes inorgânicos (Fe, Zn, Mn, Mg, Pb, Cu, Ni e Cr) nas folha e tintura da *F. chica*, provenientes do Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá (IEPA) e do distrito da Fazendinha, coletadas nas estações chuvosa e seca da Região Amazônica;
- b) Mensurar a concentração dos analitos (Fe, Zn, Mn, Mg, Pb, Cu, Ni e Cr) nos chás das folhas *in natura* da *F. chica*, obtidos por infusão e decocção, provenientes dos dois ambientes de estudo, coletado na estação seca da Região Amazônica;
- c) Determinar a concentração dos constituintes inorgânicos (Fe, Zn, Mn, Mg, Pb, Cu, Ni e Cr), no solo dos dois ambientes de estudo, coletados na estação chuvosa da Região Amazônica;
- d) Comparar a concentração dos constituintes inorgânicos (Fe, Zn, Mn, Mg, Pb, Cu, Ni, Cr), com enfoque ao ferro, na folha, tintura e chá da *F. chica* na estação seca da Região Amazônica;
- d) Realizar a descrição da anatomia foliar da *F. chica*.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 PLANTAS MEDICINAIS

A organização Mundial de Saúde (OMS) define planta medicinal como sendo todo e qualquer vegetal que possui, em um ou mais órgãos, substâncias que podem ser utilizadas para fins terapêuticos ou que sejam precursoras de semissíntese químico-farmacêutica (LIMA; NASCIMENTO; SILVA, 2016). Segundo Brasil (2011) planta medicinal é uma espécie vegetal, cultivável ou não, utilizada com propósitos terapêuticos.

Fitoterapia é a terapêutica caracterizada pela utilização de plantas medicinais em suas diferentes preparações farmacêuticas, sem a utilização de substâncias ativas isoladas (CARVALHO, 2011). Fitoterápico é qualquer produto obtido de planta medicinal, ou de seus derivados, exceto substâncias isoladas, utilizado com fins profilático, curativo ou paliativo (BRASIL, 2011; CARVALHO; SILVEIRA, 2012). É forma de prática em saúde que vem crescendo nos últimos anos.

Desde os primórdios o homem busca na natureza formas de melhorar sua condição de vida, onde identificaram, primeiro, que as plantas poderiam ser utilizadas como alimentos, com o passar do tempo passaram a utilizá-las também para fins curativos, possibilitando benefícios ao organismo humano (FRANCO et al., 2011).

Há cerca de 3.000 a.C., os chineses já utilizavam e cultivavam ervas medicinais, que ainda hoje são usadas com eficácia tanto na medicina popular como por laboratórios de produtos farmacêuticos (ZUCCHI et al., 2013). Foi através da observação e experimentação, que as propriedades terapêuticas de determinadas plantas foram sendo propagadas e difundidas pelos povos primitivos, repassando este conhecimento de geração em geração, fazendo parte da cultura popular (TURROLA; NASCIMENTO, 2006).

A utilização de plantas medicinais é uma prática muito comum e bastante difundida em várias partes do mundo (DINIZ et al., 2013). O uso de plantas medicinais pela população mundial tem sido bastante significativo e segundo dados da OMS cerca de 80% da população mundial fez uso de algum tipo de planta na busca de alívio de alguma sintomatologia dolorosa ou desagradável (BRITO, 2012).

Nas últimas décadas tem-se observado um grande interesse pelo potencial terapêutico das plantas medicinais, de maneira que aproximadamente 30% das drogas prescritas no mundo são obtidas direta e indiretamente das plantas (BORGES et al., 2012).

No Brasil, o uso das plantas medicinais teve início com os povos tradicionais indígenas, sendo este conhecimento ampliado com a chegada dos africanos escravizados no período de colonização, juntamente com a contribuição dos botânicos que acompanhavam as tropas expedicionárias, que chegaram ao país (MAIA; BOOTH; PROQUE, 2015). O Brasil é o país com a maior biodiversidade de plantas do mundo, contando com um valor aproximado de mais de 20% do número total de espécies do planeta. Esta rica biodiversidade é acompanhada por uma longa aceitação de uso de plantas medicinais e conhecimento tradicional associado (ARAÚJO, 2010).

Leal et al. (2013) relatam que o alto custo das drogas manufaturadas, a insatisfação com a medicina tradicional e as dificuldades de acesso ao sistema público de saúde, são alguns fatores no Brasil responsáveis pelo aumento do uso de plantas medicinais.

A Amazônia possui uma flora bastante variada, onde a utilização de plantas medicinais é uma prática bastante antiga, herança de tribos indígenas que habitavam a região e repassaram as suas tradições, contribuindo para uso pela população no tratamento de doenças (DINIZ et al., 2013).

O uso de extratos vegetais está em foco, devido à crescente demanda por ingredientes naturais, os quais podem ser definidos como preparações concentradas, com diferentes consistências, obtidas a partir de matérias-primas vegetais secas, que foram submetidas ou não a tratamento prévio (moagem, inativação enzimática, etc.) e preparadas por processos envolvendo solventes. Estes têm fornecido base para medicamentos modernos, como a digoxina, proveniente da espécie *Digitalis purpúrea*, que é utilizada há mais de 200 anos na terapêutica da insuficiência cardíaca (BRITO, 2012).

No Brasil, políticas vem sendo publicadas visando estimular o uso racional de plantas medicinais e fitoterápicos (CARVALHO, 2011). Desde a década de 1970, segundo Carvalho; Silveira (2012) existe o arcabouço legal referente a plantas medicinais e fitoterápicos, porém as políticas específicas como a Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos (PNPMF) e a Política Nacional de Práticas

Integrativas e complementares (PNPIC) no Sistema Único de Saúde-SUS, foram publicadas somente em 2006, tendo como diretrizes, o incentivo à pesquisa para plantas medicinais e fitoterápicos, além de outras ações, priorizando a biodiversidade do país.

O Ministério da Saúde (MS) com intuito de fortalecer pesquisas com plantas medicinais nativas prioritárias e disponibilizar estas informações, publicou em fevereiro de 2009, a Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS, a qual é constituída de 71 espécies vegetais, dentre elas, compondo a lista encontra-se a *Arrabidaea chica* (BRASIL, 2009), que atualmente é aceita com a nomenclatura de *Fridericia chica* (Bonpl.) L. G. Lohmann (SOUZA; LORENZI, 2012). Para estas plantas serão priorizados pesquisas e investimentos, a fim de que as mesmas sejam utilizadas com segurança e eficácia nas suas diferentes formas de apresentação (CARVALHO, 2011).

As plantas medicinais representam uma importante fonte de produtos naturais biologicamente ativos (CARVALHO, 2011). O corpo humano requer uma série de minerais, a fim de manter a boa saúde e as plantas acumulam em suas diversas partes uma quantidade de minerais essenciais para a nutrição humana. Os elementos traço ou oligoelementos desempenham um papel muito importante na formação dos constituintes químicos ativos presentes nas plantas medicinais e estes são responsáveis pelas suas propriedades medicinais, assim como tóxicas (SUBRAMANIAN; SUBBRAMANIYAN; RAJ, 2012).

O foco principal das pesquisas para o desenvolvimento de fitoterápicos tem sido a caracterização do princípio ativo da planta, com a finalidade de comprovação das suas propriedades terapêuticas, entretanto poucos são os estudos que descrevem as concentrações de macro e micronutrientes presentes nas plantas e nos seus extratos vegetais (FRANICISONE, 2014).

O desenvolvimento tecnológico agregado ao interesse em se confirmar o conhecimento em medicina popular, permite com que as plantas medicinais tenham o seu valor terapêutico pesquisado mais intensamente pela ciência (RIBEIRO, 2011). Com isso tem-se verificado grande avanço científico envolvendo estudos químicos, alimentícios e farmacológicos, visando obter novos compostos com propriedades farmacêuticas (BORGES et al., 2012).

3.2 ASPECTOS BOTÂNICOS DA *Fridericia chica*

A nomenclatura aceita atualmente é *Fridericia chica* (Bonpl.) L. G. Lohmann, Bignoniaceae (Figura 1), sendo que *Arrabidaea chica* (Bonpl.) Verlot, passou a ser uma sinonímia. (SOUZA; LORENZI, 2012; THE PLANT LIST, 2016).

3.2.1 Caracterização da família Bignoniaceae

A Bignoniaceae é uma família pantropical e subtropical constituída de 82 gêneros e 827 espécies predominantemente neotropical, com raros representantes nas regiões temperadas (LOHMANN; ULLOA, 2007). No Brasil, encontra-se representada por 33 gêneros e 416 espécies amplamente distribuídas por todos os estados (LOHMANN a, 2015).

Esta família possui o Brasil e o Continente Africano como os dois grandes centros de sua distribuição geográfica, sendo o Brasil, provavelmente, a região, onde a família apresenta-se com o maior número de espécies, ocorrendo desde a Amazônia até o Rio Grande do Sul (ALVES, 2010), com grande ocorrência particularmente na região amazônica (RIBEIRO et al., 2012; SIRAICHI et al., 2013).

3.2.2 Gênero *Fridericia* (= *Arrabidaea*)

É o maior gênero da tribo Bignoniaceae, com ocorrência do sul do México até o Brasil central (RIBEIRO et al., 2012; SIRAICHI et al., 2013), possui taxonomia complexa, pois muitas das suas características são compartilhadas com a de espécies de outros gêneros (RIBEIRO, 2011). Em estudos feitos sobre a família Bignoniaceae no estado de São Paulo, identificou-se que o gênero *Fridericia* foi o mais representativo (RODRIGUES, 2012).

3.2.3 A espécie *Fridericia chica*

A *Fridericia chica* (Bonpl.) L. G. Lohmann (Figura 1), distribui-se por todos os estados brasileiros, enquadrando-se nos padrões Amazônico-cerrado-Caatinga-Atlântico-Paranaense, com distribuição ampla e contínua (COSTA; BRITO; MELO, 2016).

Foi classificada taxonomicamente, como pertencente a divisão Pteridophyta, classe Equisetopsida, ordem Lamiales, família Bignoniaceae, gênero *Friderichia* e espécie *Friderichia chica* (OLIVEIRA, 2013).

Encontram-se outras sinonímias tais como, *Adenocalymma portoricense* A. Stahl ex Bello; *Arrabidaea chica* (Bonpl.) Verlot, *Arrabidaea acutifolia* DC; *Arrabidaea cuprea* Pittier; *Arrabidaea larensis* Pittier; *Arrabidaea rosea* DC; *Bignonia chica* Bonpl.; *Bignonia cumprea* Cham.; *Bignonia rosea* DC; *Bignonia rubescens* S. Moore.; *Bignonia rufescens* DC; *Bignonia thyrsoides* DC; *Bignonia triphylla* Willd. ex DC; *Lundia chica* (Bonpl.) Seem.; *Temnocydia carajura* Mart. ex DC.; *Vasconcellia acutifolia* Mart. ex DC. (LOHMANN b, 2015).

É popularmente conhecida como “pariri” (ARAÚJO, 2010; MARTINS *et al.*, 2009; SILVA *et al.*, 2007), “cipó-cruz”, “cajuru”, “oajuru” (CARTÁGENES, 2009), “crajiru”, “chica”, “carajuru” (SERRA; PUHL; CORTEZ, 2007), “carapiranga”, “cipópau”, “crejer” (ALVES *et al.*, 2010; ARAÚJO, 2010), “guarajurupiranga”, “piranga”, “calajouru”, “karajura” e “krawiru” (ROCHA *et al.*, 2010).

Tem sido usada como agente anti-inflamatório e adstringente, assim como tem suas folhas utilizadas na medicina popular como remédio para cólica intestinal, diarreia, leucorréia, leucemia (RIBEIRO *et al.*, 2012; SIRAICHI *et al.*, 2013), icterícia, albuminúria, impingens, micoses, lavagens de ferimentos na pele (ALVES *et al.*, 2010), no controle da pressão arterial, inflamação uterina (BEHRENS; TELLIS; CHAGAS, 2012), sangramento e anemia (MAGALHÃES *et al.*, 2009; SIRAICHI *et al.*, 2013).

Figura 1- Fotografia das partes aéreas de *Fridericia chica* (Bonpl.) L. G. Lohmann



Fonte: Autora, 2016

3.2.4 Descrição morfológica

A *Fridericia chica* (Bonpl.) L. G. Lohmann é uma liana, ramos cilíndricos, glabros, lenticelados. Folhas opostas, compostas, 2-3-foliolada, com gavinha simples. Lâmina foliar, folíolos oval-lanceolados, ápice acuminado, base obtusa a subcordada, glabros, subcoriáceos, margem do folíolo lisa, as nervuras secundárias decrescem suavemente em direção a base. Pecíolo (4,0cm). Pseudoestípulas ausentes. Inflorescência (Figura 2) tirsóide piramidal terminal, brácteas e bractéolas minutas, decíduas. Flores vistosas, com cálice tubular campanulado, minuciosamente denteado, subtomentoso e corola rosa, glabra, campanular infundibuliforme. Fruto com cápsula septífraga, linear, achatada, glabra. Sementes aladas, corpo castanho, asas amareladas (RODRIGUES, 2012).

Figura 2- Inflorescência da *Fridericia chica* (Bonpl.) L. G. Lohmann



Fonte: Behrens; Tellis; Chagas, 2012

3.2.5 Caracterização química

As plantas da família Bignoniaceae são caracterizadas quimicamente pela presença de flavonóides, terpenóides, lignana, quinonas, principalmente naftoquinonas e compostos aromáticos, tais como cinamoil, benzoíla e derivados de acetofenona (WARASHINA; NAGATANI; NORO, 2006).

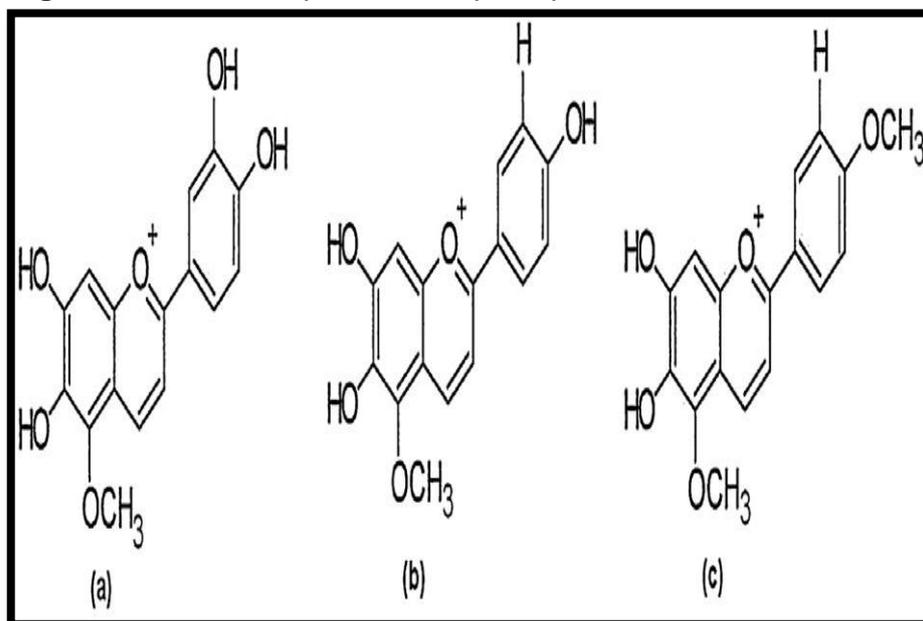
Os compostos fenólicos são metabólitos secundários de plantas, sendo essenciais para seu crescimento e reprodução, que se formam em condições de estresse como, infecções, ferimentos, radiações UV, dentre outros (PANIZZA; VEIGA; ALMEIDA, 2012). São classificados, em relação a sua estrutura química, como não flavonoides (estilbenos, ácidos fenólicos e álcoois fenólicos) e flavonoides (flavonóis, flavanonas, flavonas, catequinas, isoflavonóides e antocianidinas). Os flavonóides constituem a maior classe de compostos fenólicos vegetais (SANTOS, 2015).

A espécie vegetal em estudo caracteriza-se pela ocorrência de 3-desoxiantocianidinas (PAULA, 2014; SCHIOZER, 2012), sendo que foram identificados também outros fenólicos, antraquinonas, esteróides, triterpenos, saponinas (BEHRENS; TELLIS; CHAGAS, 2012).

Nas suas folhas foi relatada a presença das principais antocianidinas (Figura 3), (a) 6,7,3',4'-tetra-hidroxi-5-metoxiflavílio, (b) 6,7,4'-tri-hidroxi-5-metoxiflavílio, conhecido como carajurona e a carajurina (c) 6,7-di-hidroxi-5,4'-dimetoxiflavílio, que é o principal pigmento (PAULA et al., 2014; PAULA et al., 2013; TAFFARELLO et al., 2013). Além de fitoesteróis, taninos, flavonoides identificados como 7,4'-di-hidroxi-5-metoxiflavona (Figura 4) e 6,7,3',4'-tetra-hidroxi-5-metoxiflavona (carajuruflavona) (Figura 5) (TAFFARELLO et al., 2013) e 3',4',5,7-tetra-hidroxi-flavona (luteolina), que é uma flavona presente nos extratos em concentrações baixas quando comparada a outros flavonoides (Figura 6) (PAULA et al., 2014).

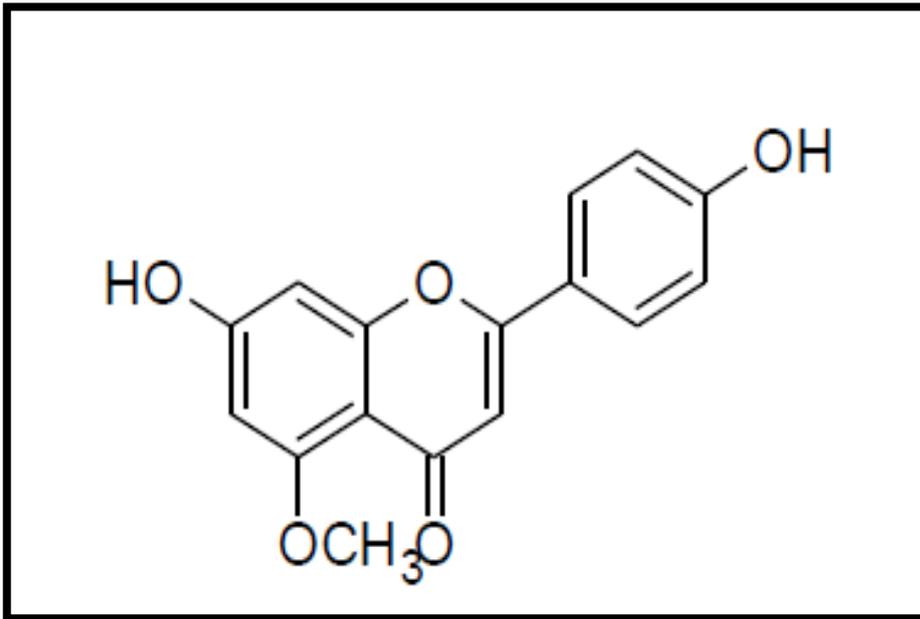
Amaral e colaboradores (2012) realizaram o isolamento, caracterização da luteolina, além das atividades farmacológicas antimicrobiana, diurética e antioxidante.

Figura 3- Estrutura química das principais Antocianidinas



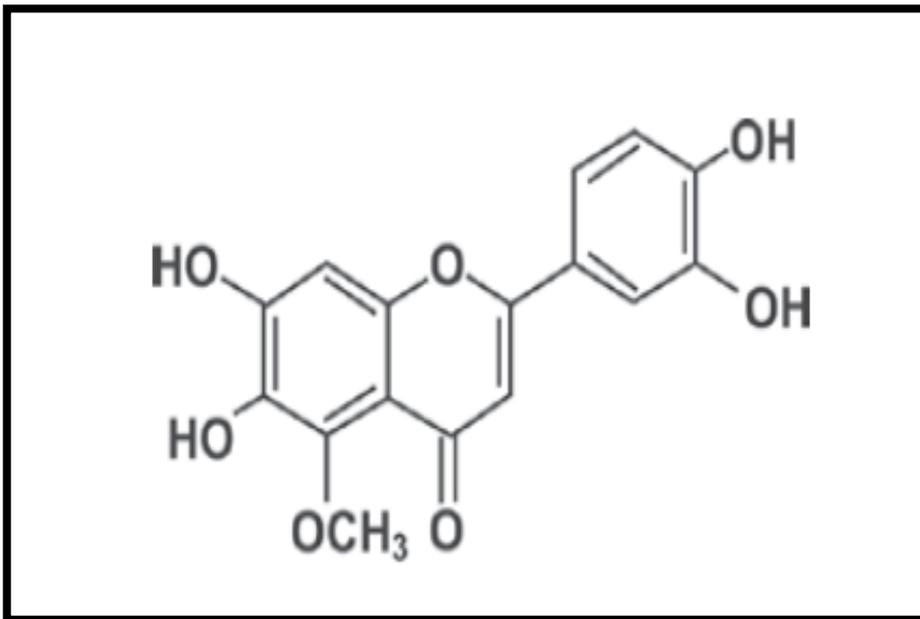
Fonte Paula, et al., 2013

Figura 4- Estrutura química da 7,4'-di-hidroxi-5-metaxoxiflavona



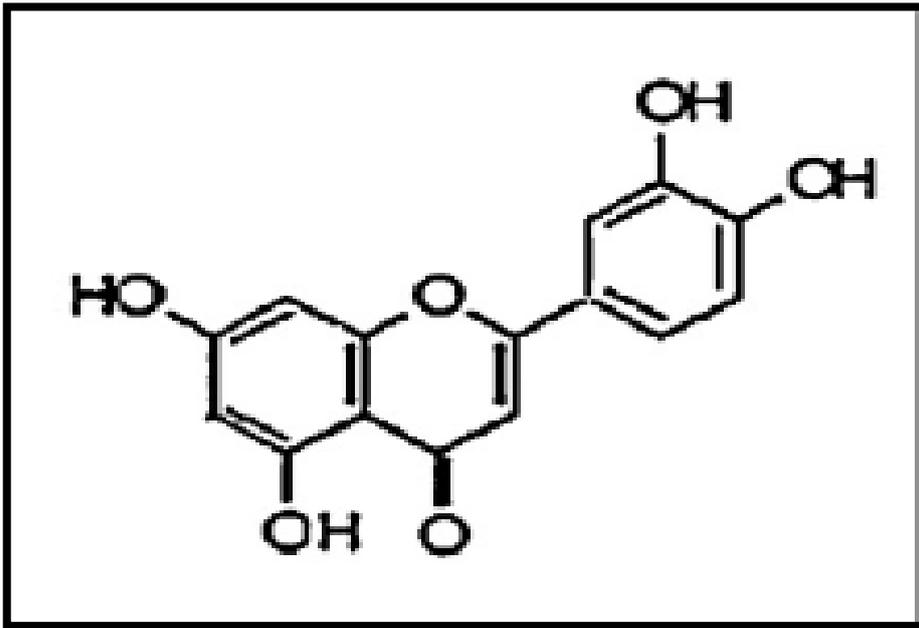
Fonte: Sousa, 2013

Figura 5- Estrutura química da Carajuruflavona



Fonte: Behrens; Tellis; Chagas, 2012

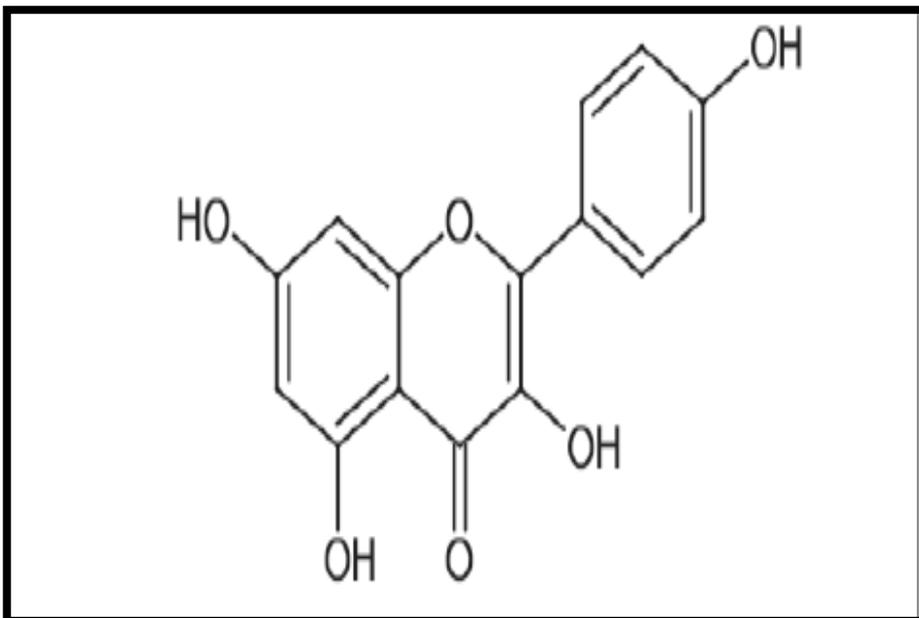
Figura 6- Estrutura química da Luteolina



Fonte: Paula, et al., 2014

Dentre os flavonóis, o kaempferol (Figura 7), foi também isolado das folhas de *A. chica* por Barbosa et al (2008).

Figura 7- Estrutura química do kaempferol



Fonte: Behrens; Tellis; Chagas, 2012

As folhas também apresentaram ferro assimilável e cianocobalamina (CARTÁGENES, 2009), além da presença de cálcio, fósforo, manganês, cobre e zinco (MAGALHÃES et al., 2009).

Na tintura, a prospecção química, indicou a presença das classes químicas como açúcar redutor, antocianidinas, antocianinas, antraquinonas, esteroides, triterpenóides, fenóis, flavanonóis, flavonóis, flavanonas, saponinas, taninos catéquicos (ALVES et al., 2010).

3.2.6 Atividades farmacológicas

Os princípios ativos dos vegetais são moléculas oriundas do metabolismo secundário das plantas, constituindo-se em muitos casos em respostas aos mecanismos de interação da planta com ambiente (BRITO, 2012). Estes estão presentes em todas as partes ou em partes específicas das plantas (MARTINS et al., 2000). São glicosídeos, alcaloides (alcoóis, aldeídos, cetonas, éters, ésteres, lactonas), compostos fenólicos e polifenólicos (flavonas, tanino e cumarinas), terpenoides (mono e sesquiterpenos e esteroides), saponinas, mucilagens, flavonoides, dentre outros (BRITO, 2012).

As naftoquinonas ocorrem em muitas espécies da família Bignoniaceae e podem ser responsáveis por diferentes atividades biológicas, incluindo anticâncer, anti-inflamatórias, antivirais, antimicrobianas, antifúngicas, antimalárica e antiparasitária (RIBEIRO, 2011).

Os compostos fenólicos apresentam propriedades biológicas como antialérgica, antiarteriogênica, anti-inflamatória, antimicrobiana, antitrombótica, cardioprotetiva, vasodilatadora, porém tem como principal efeito a capacidade antioxidante, que está diretamente relacionada a sua estrutura química, podendo estabilizar radicais livres (BALASUNDRAN; SUNDRAN; SAMMAN, 2006; PAULA, 2013).

Várias propriedades terapêuticas são atribuídas a esta espécie vegetal, sendo que vários de seus extratos mostraram atividade anti-inflamatória, antimicrobiana e antioxidante, além de serem efetivos como agentes anticancerígenos (ALVES et al. 2010; PAULA et al. 2014; SANTOS, 2015), dentre outras propriedades confirmadas em diversos estudos.

Oliveira et al. (2009) estudaram o efeito do extrato aquoso de folhas de *A. chica* sobre a atividade inflamatória induzida pelas toxinas dos venenos de serpentes de espécies amazônicas, demonstrando que este extrato possui substâncias químicas inibitórias do processo inflamatório, quando administrados pelas vias subcutâneas (10,6 g/kg) e via intraperitoneal (2,5 g/kg), não apresentando efeito por via oral.

Höfling et al. (2010) comprovaram a atividade antifúngica, *in vitro*, do extrato diclorometano das folhas de *A. chica* contra linhagens do gênero *Candida*. Entretanto, eles relatam que alguns compostos como taninos, antocianinas e flavonóides encontrados nesta espécie são conhecidos por terem propriedades antimicrobianas. A atividade antimicrobiana foi demonstrada também nos estudos realizados, *in vitro*, do extrato hidroetanólico das folhas de *A. chica*, podendo ser usado para infecções relacionadas a *Helicobacter pylori* e *Enterococcus faecalis* (MAFIOLETI, 2013).

A atividade antioxidante do extrato etanólico das folhas e suas frações (hexano, diclorometano, acetato de etila e n-butanol) nas concentrações 5, 10, 25, 50, 125 e 150 µg/mL foi avaliada mediante a capacidade sequestrante do radical livre DPPH (2,2-difenil-1-picrilidrazila). Os resultados demonstraram que a fração diclorometano, com alta concentração de luteolina, foi a mais ativa (AMARAL et al., 2012). Taffarello et al. (2013) também observaram a atividade antioxidante do extrato bruto das folhas desta espécie, através do ensaio com DPPH, com aumento desta atividade para os extratos das folhas tratados previamente com xilanases, indicando o favorecimento de tal atividade pela presença de antocianidinas, já que após o processo de fermentação da planta ocorreu a liberação das agliconas, aumentando a atividade antioxidante.

A atividade antitumor e imunomoduladora dos extratos aquoso e etanólico das folhas desta espécie são atribuídas a presença de flavonoides, tal como o kaempferol (RIBEIRO et al., 2012).

Estudos com o extrato bruto de *A. chica* *in vivo* demonstraram sua capacidade cicatrizante, induzindo aumento da produção de fibroblasto e estimulando a síntese de colágeno *in vivo* e *in vitro* (TAFFARELLO et al., 2013). A aplicação tópica do extrato liofilizado desta espécie vegetal, em lesão de tendão calcâneo de ratos, também confirmou esta ação (ARO, 2012; ARO et al., 2013).

O efeito anti-hipertensivo e vaso-relaxante do extrato etanólico a 70% (v/v) das folhas desta espécie (10-500 µg/mL) foram demonstrados em testes *in vitro* conduzidos em modelos de artérias mesentéricas de ratos Wistar (CARTÁGENES, 2009). Os resultados sugerem que este efeito deve ser mediado por uma via independente de endotélio, que parece estar ligado ao bloqueio de influxo de cálcio (Ca^{+2}) na membrana citoplasmática com atividade sobre os receptores de rianodina. Os estudos *in vivo*, para comprovação da atividade anti-hipertensiva do extrato etanólico a 70% (v/v) das folhas desta espécie, foram realizados em ratos Wistar espontaneamente hipertensos, onde a atividade estudada deveu-se a diminuição da resistência vascular periférica, com provável envolvimento de influxo de cálcio (Ca^{+2}), através dos canais de L operadores por voltagem (BEHRENS; TELLIS; CHAGAS, 2012).

Cartágenes (2009) relata que as folhas da *Arrabidaea chica* Verlot apresentam em sua composição química ferro assimilável e cianocobalamina, que são fatores nutricionais importantes para eritropoiese, fato que justifica sua utilização tradicional como antianêmico e que, provavelmente é o responsável pelo aumento na concentração da hemoglobina detectada no seu estudo.

3.3 ANEMIA FERROPRIVA

O ferro é um mineral essencial para a sobrevivência dos organismos vivos, sendo requerido em uma variedade de funções biológicas, incluindo o transporte de oxigênio, transporte de elétrons e síntese de DNA (LACHAT, 2010), bem como nas enzimas envolvidas no processo de respiração celular (SAKAMOTO, 2003).

Aproximadamente 70% do ferro total presente no corpo está contido nas moléculas de hemoglobina presentes nos eritrócitos circulantes, 10 % está na mioglobina, citocromos ou enzimas que contém ferro e os 20% restantes é armazenado como ferritina e hemossiderina nos hepatócitos e macrófagos do sistema reticuloendotelial (LACHAT, 2010).

Magalhães et al. (2009), afirma que a anemia é comum em todo o mundo e tem duas causas principais: nutricional (especialmente devido a deficiência de micronutrientes) e infecciosa (malária, por exemplo). Afim de prevenir a anemia por deficiência de micronutrientes, algumas medidas têm sido recomendadas, incluindo o uso de alimentos ricos em elementos- traço.

A deficiência de ferro é a mais comum e difundida desordem nutricional no mundo, é um problema de saúde pública, tanto em países industrializados como não industrializados (LOBO et al. 2011). A anemia por deficiência de ferro (anemia ferropriva) decorre principalmente da ingestão de dietas não balanceadas ou da baixa biodisponibilidade do ferro ingerido (SAKAMOTO, 2003).

De acordo com Brasil (2014) a patologia é definida por baixos níveis de hemoglobina circulante no sangue e se evidencia pela redução quantitativa e qualitativa das células vermelhas, podendo ser determinada por diversos fatores, contudo a principal causa é a deficiência de ferro, estimando-se que 50% dos casos são consequências dessa deficiência.

A anemia ferropriva afeta um número estimado de 1 a 2 bilhões de pessoas em todo o planeta (LACHAT, 2010). No Brasil, é considerado um problema de saúde pública de grande magnitude (VIEIRA; FERREIRA, 2010), sendo as crianças em idade pré-escolar as mais afetadas, com uma prevalência de 47,4%, seguido das mulheres não grávidas, 30,2% e os homens apresentam as menores prevalências, estimadas em 12,7% (BRASIL, 2014).

Estudos conduzidos em crianças nos últimos 20 anos mostram que a prevalência de anemia em alguns estados brasileiros alcança índice de 70% na faixa etária de 6 a 12 meses de idade (COCATO et al., 2007). A Pesquisa Nacional de Demografia e Saúde - PNDS 2006 avaliou pela primeira vez, a prevalência de anemia em crianças e observou que 20,9% das crianças de 0 a 59 meses apresentam anemia (BRASIL, 2009).

Na região norte os resultados do Inquérito Nacional de Saúde e Nutrição dos povos indígenas, que foi publicado em 2009, demonstrou a presença de anemia em 51,2% das crianças na faixa etária de 6 (seis) a 59 (cinquenta e nove) meses e estes dados quando comparados com os da PNDS- 2006 revelam que a prevalência chega a ser quase seis vezes maior (66% versus 10,4%) (BRASIL, 2014).

No município de Macapá, dados fornecidos pela Secretaria Municipal de Saúde, através da divisão de Vigilância Epidemiológica, revelam que no ano de 2013 foram atendidos um total de 4.604 casos de anemia em 18 unidades básicas de saúde da zona urbana das 20 existentes, sendo que apenas dois estabelecimentos de saúde ficaram sem prestar nenhuma informação (SEMSA, 2013).

A deficiência de ferro tem sido relatada por diminuir o desempenho cognitivo, por atrasar o desenvolvimento mental e motor em crianças, além da diminuição da produtividade em indivíduos em todos os ciclos vitais (BRASIL, 2014). Na gravidez, a anemia ferropriva grave é associada ao aumento do risco de parto prematuro, baixo peso neonatal e aumento da mortalidade do recém-nascido e materna (CAMASCHELLA, 2015).

3.4 PLANTAS MEDICINAIS E OS MINERAIS

As plantas possuem a capacidade de acumular metais essenciais para seu crescimento e desenvolvimento provenientes do solo ou da água (LEAL et al., 2012), os quais são deslocados através do córtex e cilindro central até as partes aéreas. As partes aéreas das plantas também possuem a capacidade de absorver água e nutrientes do meio externo, apesar de adaptadas para realizar a fotossíntese (FRANICISCONI, 2014).

Os Micronutrientes são elementos sem os quais as plantas não vivem e que são exigidos em quantidades menores que os macronutrientes (MALAVOLTA et al., 2006). As plantas requerem para sua reprodução e crescimento concentrações muito baixas de micronutrientes, as quais dentro dos seus tecidos e órgãos têm a mesma importância dos macronutrientes para a sua nutrição (KIRKBY; HÖLMHELD, 2007).

Dentre os metais pesados existentes (densidade > 5g/cm³), mais de 20 (vinte) são conhecidos por fazerem parte do ciclo de vida dos seres vivos e por constituírem micronutrientes essenciais às plantas e aos animais, tais como Cr, Cu, Fe, Mn, Ni e Zn (KABATA-PENDIA, 2011).

Quanto à sua função biológica, os metais possuem essencialidade (Fe, Mn, Ni, Cu e Zn) e benefício (Co) comprovados para as plantas, assim como os macronutrientes essenciais (Mg, por exemplo) (MALAVOLTA et al., 2016; SANTOS et al., 2016). Segundo Kabata-Pendias (2011) elementos traços essenciais para as plantas são aqueles que não podem ser substituídos por outros nos seus papéis bioquímicos específicos e que têm uma influência direta sobre o organismo, de modo que não pode crescer e nem completar alguns ciclos metabólicos.

Os micronutrientes agem como constituintes de paredes celulares (B), das membranas celulares (B, Zn), de enzimas (Fe, Cu, Mn, Cl), como ativadores de

enzimas (Mn, Zn) e na fotossíntese (Fe, Cu, Mn, Cl), além de estarem envolvidos na fase reprodutiva do crescimento das plantas (Cu, Mn, Zn, B) e na resistência (Mn, Zn, Mo) das mesmas contra estresses bióticos e abióticos, incluindo pragas e doenças (KIRKBY; HÖLMHELD, 2007).

Os sintomas mais comuns de deficiência de micronutrientes em plantas sensíveis são: clorose e necrose principalmente de folhas jovens, murchamento, melanismo: marrom, violeta, vermelho e deformação das folhas (KABATA-PENDIAS, 2011).

Magnésio

É um macronutriente secundário (SANTOS et al., 2016), cuja absorção na solução do solo ocorre na forma Mg^{+2} , que é um cátion bastante móvel. Tem como papel mais conhecido nas plantas a sua presença na clorofila, como átomo central, além de ser essencial para a absorção de fósforo e de atuar na estabilização dos ribossomas para a síntese protéica (DUCAT, 2009; MALAVOLTA, 2008).

Manganês

Desempenha funções importantes na vida da planta, como a ativação de enzimas, participação na reação de fotólise da água, evolução do oxigênio no sistema fotossintético, formação da clorofila, formação, multiplicação e funcionamento dos cloroplastos e metabolismo do nitrogênio (MELARATO et al., 2002). A sua disponibilidade no solo como nutriente de plantas e de outros organismos depende de seu estado de oxidação e a forma disponível é a reduzida Mn^{2+} (NAVA et al., 2012).

Zinco

Componente estrutural de muitas proteínas, além de ser indispensável para o crescimento das plantas (ALEXANDRE et al., 2012). Atua no metabolismo de carboidrato, ácido nucléico e lipídeo (KABATA-PENDIAS, 2011). A deficiência deste micronutriente ocasiona retardo e redução no crescimento, clorose internerval, devido a sua participação na formação da clorofila, necrose no meristema apical da

raiz, já a toxidez está relacionada tanto com diminuição da matéria seca da parte aérea como da biomassa radicular e inibição do crescimento (ALEXANDRE et al., 2012).

Cobre

Acumula-se nas raízes e possui mobilidade restrita, dependendo do teor nos tecidos. Participa na síntese de enzimas, indiretamente da fixação simbiótica do N, no aumento da resistência a doenças e da fotossíntese. O zinco compete com o cobre pelos mesmos sítios do carregador de absorção (KERBAUY, 2004).

Níquel

É importante no metabolismo do N como componente metálico da enzima urease e atua na resistência a doenças, no caso ferrugens (MARSCHNER, 2012; MALAVOLTA, 2008). É um elemento conhecido para ser como essencial para alguns grupos ou espécies, cuja essencialidade geral precisa de confirmação (KABATA-PENDIAS, 2011), entretanto Silva; Camilotti (2014), afirmam que o níquel é essencial para as plantas.

Ferro

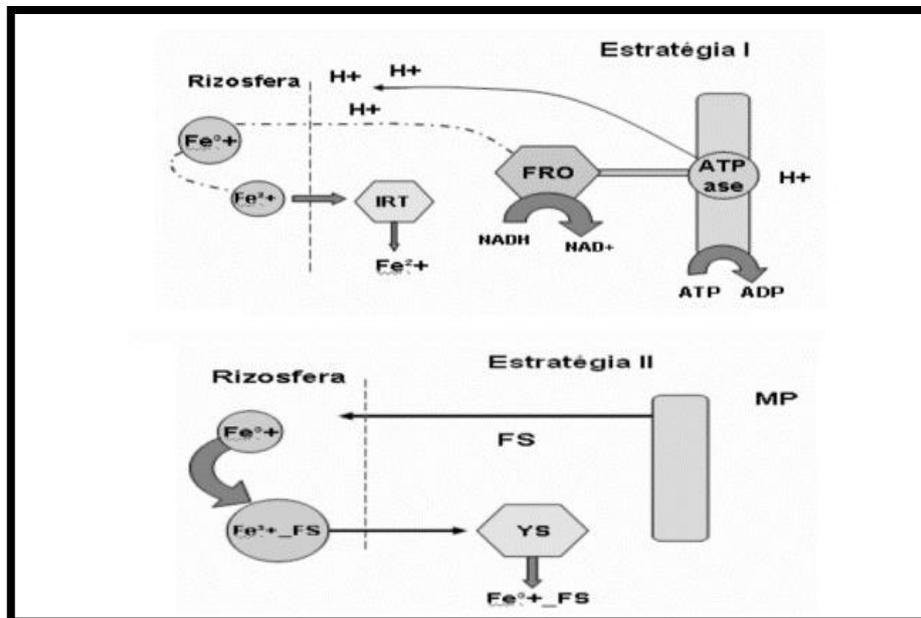
A forma absorvível pelas plantas é a Fe^{2+} . Este elemento está relacionado a diversas atividades metabólicas em plantas, participando da formação de algumas enzimas, como catalase, peroxidase, citocromo oxidase e xantina oxidase, além de ser indispensável nos processos de respiração (ALEXANDRE et al., 2012; MALAVOLTA, 2008). Participa de reações de oxi-redução e de transferência de elétrons através do ciclismo entre Fe^{2+} e Fe^{3+} , atua na fixação de N_2 , no armazenamento de energia (NADP). Atua indiretamente na síntese da clorofila e de proteínas, crescimento do meristema da ponta da raiz, controle da síntese de alanina (MALAVOLTA, 2008). Concentrações elevadas de Mn, Cu ou Zn podem inibir competitivamente a absorção do Fe (KERBAUY, 2004).

O Ferro encontra-se pouco disponível na maioria dos solos (MARSCHNER; CROWLEY; RENGEL, 2011) para tanto as plantas desenvolveram duas estratégias

para a sua absorção, a fim de driblar a deficiência deste mineral nos solos. As estratégias I (redução) e II (quelatão) estão descritas na Figura 8. A estratégia I é típica de dicotiledôneas e monocotiledôneas não gramináceas, que consiste na redução de Fe^{3+} em Fe^{2+} através da acidificação da rizosfera, causada pela extrusão de prótons H^+ -ATPases de membrana plasmática (MARSCHNER, 2012).

Na estratégia II, os fitossideróforos (compostos com alta afinidade pelo ferro) são secretados para a rizosfera, onde se unem ao Fe^{3+} formando um complexo quelato (Fe^{3+} -FS). Este complexo é transportado para o interior da célula por transportadores específicos conhecidos como Yellow Stripe (YS) (ALEXANDRE et al., 2012; MARSCHNER, 2012).

Figura 8 - Mecanismos de absorção do ferro em plantas



Fonte: Alexandre et al., 2012

FRO- Enzima específica ferro quelato-reductase; IRT- Transportador específico de ferro Iron Regulated Transporter; MP- Membrana plasmática; FS- Fitossideróforos; Fe^{3+} -FS- Complexo quelato; YS- Transportador específico Yellow Stripe.

3.5 METAIS PESADOS NO SOLO

O solo é o principal reservatório de metais pesados, termo utilizado para elementos com densidade superior 5g/cm^3 e número atômico maior que 20 (MARTINS, 2011). Os elementos-traço são aqueles que estão em baixas concentrações no solo, geralmente com concentração inferior a 1000 mg kg ,

entretanto, alguns elementos que são traços em materiais biológicos, não o são no solo, como o ferro, por exemplo (KABATA-PENDIAS, 2011).

Os metais pesados podem estar presentes no solo como componentes naturais ou como resultado das atividades antropogênicas (LIMA et al., 2013). Devido a industrialização e o rápido crescimento populacional a produção de rejeitos antrópicos, biossólidos e agroquímicos tem aumentado o risco de contaminação do solo (ALEXANDRE, et al. 2012). Este aumento progressivo da presença dos metais no ambiente, principalmente em resposta as atividades do homem, é responsável por vários impactos ao ecossistema e a saúde humana (ALVES et al. 2008). Kabata-Pendias (2011) afirma que a matéria orgânica, o pH, o conteúdo e tipo da argila influenciam no acúmulo destes elementos no solo.

O solo é um fator relevante na absorção de metais e de crescimento, uma vez que consiste na mistura de matérias minerais e orgânicas, que são fundamentais para o crescimento (MALAVOLTA et al, 2006). Os metais podem ser transferidos para a cadeia alimentar, através das plantas, que os acumulam em todos os seus tecidos (FRANCO, 2011), porém as vias de exposição dos metais-traço ao homem são as mais diversas, portanto, além das plantas, solos, águas, se constituem nas principais vias de exposição humana (MARTINS, 2011).

Em concentrações tóxicas no solo os metais ficam acessíveis para as raízes das plantas, dessa forma prejudicam tanto as plantas como os organismos vivos, por serem altamente reativos e bioacumuláveis, ou seja, os organismos são incapazes de eliminá-los quimicamente, permanecendo retidos no ecossistema (ALEXANDRE et al., 2012; OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2011).

Em um ecossistema equilibrado os elementos-traço são evidenciados em concentrações distintas para cada compartimento, sendo que variações acentuadas nos teores destes demonstram algum desequilíbrio ambiental ou mudanças no material parental (SANTOS et al., 2016).

Os principais metais pesados no solo são o cádmio (Cd), cobre (Cu), chumbo (Pb), zinco (Zn), cromo (Cr), níquel (Ni), bário (Ba), argônio (Ar), cobalto (Co), Mercúrio (Hg) e Antimônio (Sb), sendo alguns destes elementos com funções fisiológicas essenciais nos seres vivos e outros sem funções biológicas conhecidas (ALEXANDRE et al., 2012; OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2011).

Ainda não existem valores orientadores estabelecidos legalmente para todos os estados, sendo assim os valores de prevenção considerados são os encontrados

na resolução 420/2009 do CONAMA, que foi alterada para resolução nº 460/2013. Os valores para as substâncias inorgânicas são 72 mg/kg de Pb total, 60 mg/kg de Cu total, 75 mg/kg de Cr total, 30 mg/kg de Ni total e 300 mg/kg de Zn total. Contudo, não estão descritos nesta resolução os valores de prevenção para os elementos Fe e Mn (BRASIL, 2013).

3.6 CONSTITUINTES MINERAIS NO HOMEM

A composição das ervas medicinais tem despertado grande interesse dos estudiosos, principalmente quanto aos teores dos constituintes inorgânicos, uma vez que plantas podem ser utilizadas como fonte alternativa de minerais necessários para a manutenção da saúde humana (DINIZ et al., 2013).

Os minerais essenciais têm papel vital no funcionamento do organismo humano (PEDRO et al., 2016), pois participam de inúmeros processos metabólicos, atuam em reações bioquímicas e são componentes ou ativadores de algumas enzimas específicas (KRÓL, 2012).

Os minerais Cr, Co, Cu, Mn, Mg, Se e Zn são essenciais à saúde por atuarem em importantes vias metabólicas, participando de atividades relacionadas à síntese de proteínas, vitaminas e controle do metabolismo de diversas enzimas, que atuam nos processos de síntese e degradação, necessárias à vida humana (AMARANTE; GERMANO; LUCAS, 2011). Diniz et al. (2013) referem que os constituintes inorgânicos estão também envolvidos em na mineralização óssea, secreções de hormônios, proteção de células e lipídeos.

Magnésio

Desempenha um papel importante na estrutura e função do corpo humano, além de estar envolvido em numerosas reações metabólicas (ZHANG, 2014), além, de auxiliar na contração muscular, formação de osso, dentes e ativação de enzimas (PEDRO et al., 2016).

Ferro

É o elemento traço de maior importância e abundância no organismo humano (PEDRO et al., 2016), participante da formação de hemoglobina, mioglobina, citocromo, assim como desempenhando um papel primordial no transporte de oxigênio e respiração celular. A sua deficiência pode provocar anemia (FRANCO, et al., 2011; MOURA, 2013).

Zinco

Participa de numerosos processos metabólicos e fisiológicos (ZHANG et al., 2014), como ativador importante de reações catalisadas por enzimas, desempenhando papel importante para a reprodução e crescimento corpóreo (PEDRO et al., 2016). Além disso, o zinco atua na cicatrização de ferimentos, ativação de reações catalisadas por enzimas antioxidantes, nas funções imunológicas (MARTINS et al., 2009), mobilização hepática da vitamina A e apresenta um papel importante no desenvolvimento e regulação do apetite (DINIZ, et al., 2013).

Manganês

É um ativador essencial em diversas reações metabólicas catalisadas por enzimas, sendo importante para a reprodução, crescimento, atua como catalisador na síntese de cartilagens, além de ser essencial para o metabolismo do colesterol (PEDRO et al., 2016; DINIZ et al., 2013; MOURA, 2013).

Níquel

É um co-fator para algumas enzimas, participa do metabolismo da metionina, vitamina B₁₂ e a toxicidade leva a anemia e redução do crescimento (MENEZES, 2014). Não é um micronutriente essencial para o organismo humano.

Cobre

É necessário para o transporte de ferro, está envolvido na síntese de tecido conjuntivo e na proteção antioxidante (DINIZ et al. 2013), além de atuar como componente de inúmeras enzimas participantes do processo de produção de energia, na produção de melanina (PEDRO et al., 2016), de contribuir para a manutenção do sistema nervoso central e atividade cardiovascular (MARTINS et al., 2009). Em concentrações baixas pode provocar anemia hipocrômica e microcítica (SUBRAMANIAN; SUBBRAMANIYAN; RAJ, 2012).

Cromo

Existe no meio ambiente principalmente na sua forma hexavalente (VI) e trivalente (III). Do cromo trivalente consumido, menos de 2% é absorvido, sendo esta forma a essencial ao organismo humano. Ele atua aumentando a efetividade da insulina, facilitando a entrada de glicose no interior da célula. O cromo (VI) é mais tóxico que o (III), porém a exposição prolongada ao (III) pode levar a alergias na pele e câncer em seres humanos (DUCAT, 2009; FRANCO et al., 2011).

Chumbo

Não possui nenhuma função biológica conhecida, porém em níveis elevados pode causar disfunções graves ao organismo, tais como, problemas reprodutivos, encefalopatias, problemas neurofísicos, problemas renais, hipertensão, anemia e inibição da síntese do heme (MENEZES, 2014). Ele inibe a enzima que catalisa uma etapa essencial na produção de hemoglobina, causando anemia crônica (FRANCO et al., 2011).

Portanto, além dos componentes bioativos, os constituintes inorgânicos das plantas também desempenham papel importante no funcionamento do organismo humano, desde que afastados os riscos de uma eventual toxicidade provocada por algum elemento.

3.7 ESPECTROMETRIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA

A espectrometria de absorção atômica é utilizada para a determinação de diversos elementos da tabela periódica, sendo a absorção atômica com chama uma das quatro técnicas existentes (BRASIL, 2010). É considerada uma técnica analítica bem sucedida, simples e com baixo custo de operação, sendo uma das mais utilizadas na determinação de elementos em baixas concentrações, em amostras líquidas, sólidas, em suspensão, e até mesmo gasosas, podendo estar associada a sistemas de análise em fluxo e permitir estudo de especiação (AMORIM et al., 2008).

A concentração do analito por absorção atômica é determinada quando a radiação de uma fonte de comprimento de onda específico, de acordo com o elemento analisado, incide sobre o vapor atômico, e uma vez que a fonte de radiação externa for de frequência apropriada, poderá ser absorvida pelos átomos do analito e promove-los a estados excitados. Mede-se a intensidade da radiação emitida pelos átomos excitados, sendo estes excitados por uma chama, normalmente uma mistura de ar/acetileno (BRASIL, 2010; SKOOG et al., 2005).

O sistema consiste de uma câmara de pré-mistura, onde o combustível e o oxidante são misturados, e do queimador, o qual recebe a mistura combustível-oxidante (BRASIL, 2010). A solução é introduzida através de um nebulizador, que é responsável pela conversão da amostra em um fino aerossol (gotículas extremamente pequenas), o qual é conduzido até a chama (SKOOG et al., 2005). A quantidade de energia que pode ser fornecida pela chama para dissociação e atomização da mostra é proporcional à temperatura (BRASIL, 2010).

O queimador é alimentado pelos gases onde ocorrerão processos como: a evaporação do solvente (dessolvatação), a vaporização e dissociação da molécula em seus átomos constituintes. Quanto menor a gotícula maior a velocidade com que estes processos ocorrem e assim é possível garantir a presença do átomo no caminho da radiação (SKOOG et al., 2005).

4 METODOLOGIA

A etapa experimental deste estudo foi conduzida no Laboratório de Absorção Atômica e Bioprospecção Química da Universidade Federal do Amapá.

4.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO

Trata-se de um estudo experimental, quali-quantitativo, não clínico.

4.2 PARTE EXPERIMENTAL

4.2.1 Coleta do Material Vegetal

As folhas de *F. chica* foram coletadas do canteiro do Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá (latitude 0° 1' 44,21"N longitude 51° 4' 2,71"W), situado no município de Macapá, bem como em ambiente doméstico, no Distrito da Fazendinha (latitude 0° 2' 54,21"S longitude 51° 6' 49,04"W). Os dois ambientes de estudo foram selecionados, em virtude de os mesmos abastecerem o laboratório de produção do IEPA com matéria prima vegetal necessárias para a produção da tintura, especificamente partes aéreas da planta.

A coleta do material vegetal ocorreu durante as estações chuvosa e seca, nos meses de janeiro e agosto de 2016, respectivamente. Na região Amazônica as duas principais estações, chuvosa e seca, correspondem aos períodos de dezembro a maio e junho a novembro, respectivamente (SCHIOZER et al., 2012).

4.2.2 Confeção das Exsiccatas

O material botânico coletado para a confecção de exsiccatas, foi processado conforme as técnicas usuais para coleta e de acordo com Fidalgo & Bononi (1984), sendo posteriormente encaminhado ao Herbário Amapaense HAMAB, localizado no IEPA para identificação e depósito, o qual recebeu o nº 001, OLIVEIRA, SSC, 14/07/2016. O HAMAB participa da Rede Brasileira de Herbários, e dispõe de Biólogos, credenciados ao Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGEN),

órgão ligado ao Ministério do Meio Ambiente (MMA), como fiel depositária para o Amapá.

4.2.3 Processamento da Planta

O material vegetal, partes aéreas, coletado nas estações chuvosa e seca, foi conduzido ao laboratório de fitoterápicos do IEPA onde passou por processo de seleção e limpeza, em seguida foram secas em estufa de ar circulante, modelo 330, a uma temperatura de 40°C por 24h, sendo posteriormente triturados manualmente, dentro de saco plástico.

4.2.4 Obtenção da Tintura de *Friderichia chica*

A tintura obtida a partir das folhas de *F. chica*, coletada em ambos ambientes de estudo e nas estações chuvosa e seca, foi preparada seguindo o procedimento preconizado na Farmacopeia Brasileira 5ª edição, método este também usado na preparação do produto comercializado na Farmácia do IEPA.

A obtenção da tintura deu-se pelo método de maceração dinâmica, utilizando como líquido extrator uma mistura hidroalcolica 70/30 (v/v) de álcool de cereais e água destilada. Para tanto utilizou-se uma proporção de 200g da droga vegetal seco e triturado (pó) para a obtenção de 1.000 mL de tintura. A mistura permaneceu em maceração por um período de 10 (dez) dias, sob agitação diária com auxílio de um bastão de vidro. Durante todo o processo o material foi mantido ao abrigo da luz e a temperatura ambiente. Transcorrido esse período, a mistura foi filtrada com auxílio de papel de filtro para obtenção da tintura.

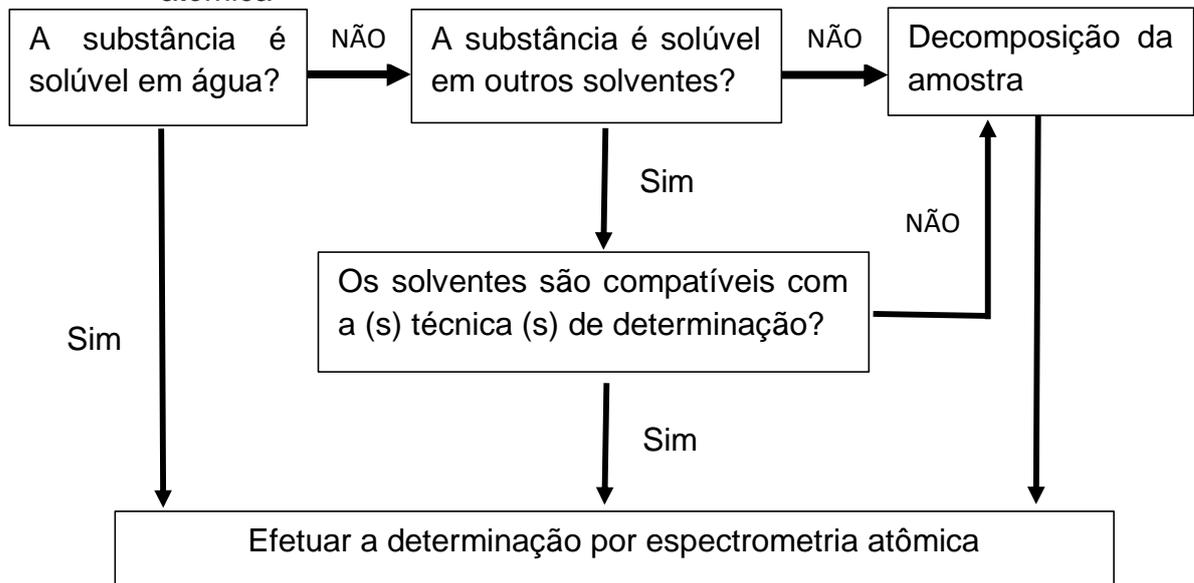
4.2.5 Obtenção dos Chás de *Friderichia chica*

As folhas *in natura* foram coletadas dos dois ambientes de estudo no mês de agosto de 2016. Os chás foram preparados sob as formas de decocção e infusão, seguindo as técnicas preconizadas, com adaptações, em estudos realizados por Moura (2013) e Magalhães et al. (2009).

4.2.6 Pré-Tratamento das Amostras de Folha, Chá e Tintura para Determinação dos Minerais

Os diferentes procedimentos de preparo das amostras foram adaptados da metodologia preconizada por Brasil (2010), conforme Figura 9.

Figura 9 - Procedimentos de preparo de amostra para o método espectrometria atômica



Fonte: Brasil, 2010

a) Preparo das amostras das folhas para obtenção das cinzas

Utilizou-se 10 g de folhas pulverizadas, com auxílio de gral e pistilo de porcelana, para obtenção de um material fino e homogêneo, que foram carbonizadas em bico de Bunsen até completa liberação de fumos (25 min) e posteriormente, estas foram calcinadas em forno mufla por 4h à 600°C, até completa decomposição de toda matéria orgânica e formação das cinzas (Figura 10).

Figura 10 - Amostra de folhas de *F. chica* secas e pulverizadas (a) e da calcinação em forno mufla (b) para obtenção de cinzas



Fonte: Autora, 2016

b) Preparo das amostras da tintura para obtenção das cinzas

Amostras de 50 mL de tintura foram concentradas em cápsulas de porcelana, por aquecimento convencional, em placa aquecedora (marca Marconi, modelo TE 085) por 2 horas (Figura 11) e posteriormente calcinadas por 6h em forno mufla (600°C), até completa eliminação da matéria orgânica.

Figura 11 - Amostra da tintura de *F. chica* (a) e aquecimento em chapa elétrica (b) para obtenção de extrato seco



Fonte: Autora, 2016

c) Preparo das amostras de chás para determinação dos minerais

Para preparação da decocção foram utilizadas amostras de 10g de folhas *in natura* em 400 mL de água destilada, aquecida até ebulição por 20 minutos, em seguida as soluções extrativas foram filtradas em papel de filtro quantitativo.

Para a preparação das infusões, as mesmas massas de folhas *in natura* (10g) foram pesadas e, em seguida, foram adicionados 400 mL de água destilada fervente. As infusões foram deixadas em repouso, tampadas com vidro de relógio, até atingirem a temperatura ambiente, sendo então, filtradas em papel de filtro quantitativo.

As medidas de massa foram feitas em uma balança analítica marca Bioprecisa, modelo FA2104N. As amostras de chás foram levadas para leitura direta no equipamento, ou seja, sem a adição de ácidos.

d) Preparo das amostras das cinzas para quantificação dos minerais

As cinzas obtidas das diversas amostras foliares e tinturas foram solubilizadas em uma solução de ácido clorídrico (marca Vetec, teor de 36,46%) numa proporção

de 1:1 (v/v), filtradas em papel de filtro, recolhidas em balões volumétricos de 50 mL e completados seu volume com água destilada.

Os brancos analíticos foram preparados pelo mesmo procedimento sem adição da amostra.

4.2.7 Coleta das Amostras de Solo

As amostras de solo foram coletadas das camadas 0-20 cm de profundidade (PELOZATO, et al., 2011), no mês de maio de 2016, do canteiro do IEPA (latitude 0° 1' 44,21"N longitude 51° 4' 2,71"W), bem como do ambiente doméstico, no Distrito da Fazendinha (latitude 0° 2' 54,21"S longitude 51° 6' 49,04"W), sendo transferidas para sacos plásticos com a devida identificação.

A escolha do período de coleta da amostra de solo na estação chuvosa foi meramente por já ter ocorrido a coleta do material vegetal na estação seca e somente depois decidiu-se fazer a coleta de solo. No entanto, como será dado continuidade a este estudo, realizar-se-á a coleta do material no verão amazônico.

4.2.7.1 Método de Abertura das Amostras de Solo

Após a coleta, as amostras foram secas em estufa a 50° C, por um período de 24 horas, posteriormente foram homogeneizadas e passadas em peneira de 2,0 mm de abertura de malha. O método utilizado na abertura de amostras para análises do teor de metais pesados foi a digestão com Água Régia (HCl+HNO₃ numa proporção de 3:1), sendo utilizadas 10g de solo, adaptado da metodologia de Pelozato et al., 2011.

O balão foi conectado a um condensador de refluxo, deixando-se a mistura em ebulição branda por duas horas, em chapa de aquecimento termostaticada. Após resfriamento das amostras, adicionou-se água destilada, sendo em seguida filtradas em papel de filtro.

Os brancos analíticos foram preparados pelo mesmo procedimento sem adição da amostra.

4.2.8 Determinação dos Elementos Inorgânicos

A análise elementar foi determinada nos digeridos por espectrômetro de absorção atômica com chama (Shimadzu, modelo AA-630), utilizando a mistura de ar/acetileno como gás oxidante e combustível, respectivamente (Figura 12). Como fonte de radiação foram usadas lâmpadas de catodo oco (Hamamatsu Photonics K.K, Japão) para Fe, Zn, Mn, Mg, Pb, Cr, Ni e Cu.

As curvas analíticas foram preparadas a partir de soluções estoques de 1000 mg/L, as quais foram diluídas nas concentrações referentes à curva de cada elemento. Os parâmetros instrumentais utilizados na determinação dos elementos inorgânicos estão ilustrados no Quadro 01.

Quadro 01 - Parâmetros instrumentais utilizados na determinação dos elementos inorgânicos das folhas, chás e tinturas de *F. chica* por FAAS

Analito	Comprimento de onda (nm)	Corrente da lâmpada (mA)	Resolução espectral (nm)
Mg	285,2	8	0,5
Fe	248,3	12	0,2
Zn	213,9	10	0,5
Mn	279,5	10	0,2
Cu	324,8	6	0,5
Pb	217,0	12	0,5
Cr	357,9	10	0,5
Ni	232,0	12	0,2

Todas as leituras foram feitas em triplicata e acompanhadas de um branco analítico.

Figura 12- Fotografia do Espectrômetro de absorção atômica com chama da Shimadzu, modelo AA-6300



Fonte: Autora, 2016

4.2.9 Determinação da Anatomia Foliar da *F. chica*

A análise foi executada em material *in natura* e as secções anatômicas foram realizadas à mão livre com auxílio de um bisturi, sendo então a análise da superfície foliar (folha e pecíolo) realizada por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV), pela técnica Adriana Maciel do Laboratório de Pesquisa em Fármacos da Unifap. A visualização e a captura de imagens da MEV foram realizadas em aparelho Hitachi, modelo TM 3030 Plus.

4.2.10 Análise Estatística

Os resultados obtidos neste estudo foram expressos como média \pm desvio padrão. A fim de se verificar as diferenças entre as concentrações médias dos constituintes inorgânicos das amostras, foram aplicados os testes estatísticos t de Student e a análise de variância (ANOVA) one-way, seguida do teste Tukey. Os pressupostos de normalidade e homogeneidade foram avaliados pelo teste de Shapiro-Wilk e Bartlett, respectivamente. As diferenças entre as médias foram consideradas significantes quando o valor obtido para p foi menor que 0,05 ($p < 0,05$). Toda a análise estatística foi realizada utilizando o software R Core (2015).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ANÁLISE DOS ELEMENTOS INORGÂNICOS NA FOLHA DE *F. chica* E SOLO DOS DOIS AMBIENTES DE ESTUDO, NA ESTAÇÃO CHUVOSA AMAZÔNICA

Os resultados obtidos da análise foliar e do solo para os metais (Fe, Zn, Pb, Mn, Mg, Cu, Ni e Cr) nos dois pontos de coleta, estão demonstrados na Tabela 01.

O elemento ferro nas amostras de solo (266,29 mg kg⁻¹ IEPA e 248,30 mg kg⁻¹ Distrito da Fazendinha), apareceu em concentrações mais expressivas quando comparado aos demais elementos inorgânicos, com diferença significativa (p<0,05) entre as mesmas, assim como observado na concentração foliar (25,88 µg g⁻¹ Distrito da Fazendinha e 19,48 µg g⁻¹ IEPA).

Tabela 01 - Concentrações médias e respectivos desvios padrões dos elementos inorgânicos obtidos da folha de *F. chica* (µg g⁻¹) e do solo (mg kg⁻¹) na camada 0-20 cm de profundidade, dos dois ambientes de estudo, na estação chuvosa amazônica, 2016.

ANALITO	LOCAL	FOLHA	SOLO
		Estação chuvosa	Estação chuvosa
Ferro	Fazendinha	25,88 ± 0,07***	248,30 ± 0,83
	IEPA	19,48 ± 0,17	266,29 ± 2,03***
Zinco	Fazendinha	0,22 ± 0,00	7,36 ± 0,39
	IEPA	0,26 ± 0,00*	7,86 ± 5,14 ^{NS}
Chumbo^{NA}	Fazendinha	0	0
	IEPA	0	2,66 ± 0,309
Manganês	Fazendinha	7,66 ± 0,27**	3,68 ± 0,05
	IEPA	3,72 ± 0,02	13,92 ± 0,08**
Magnésio	Fazendinha	4,12 ± 0,01	3,68 ± 0,08
	IEPA	4,14 ± 0,00 ^{NS}	8,86 ± 0,27**
Cobre	Fazendinha	0,86 ± 0,03	0,27 ± 0,08
	IEPA	3,65 ± 0,03***	0,58 ± 0,04**
Níquel	Fazendinha	3,31 ± 0,45	0,66 ± 0,14 ^{NS}
	IEPA	3,47 ± 0,55 ^{NS}	0,56 ± 0,04
Cromo^{NA}	Fazendinha	0	0
	IEPA	0	0,34 ± 0,05

Fonte: Autora, 2016.

Análise por colunas: * Significativo a 5% ou p < 0,05; ** Significativo a 1% ou p < 0,01; *** Significativo a 100% ou p < 0,001; NA – Não foi analisado; NS – Não apresentou significância estatística.

No caso específico do elemento ferro é possível observar que não ocorreu uma relação direta do seu teor médio nas plantas em relação ao solo, o que pode estar relacionado a idade das plantas no ambiente Iepa. No entanto, os resultados mostram que houve uma diferença estatística significativa ($p < 0,05$) entre a concentração média de ferro foliar da Fazendinha e Iepa, assim como para o manganês ($p < 0,05$), na estação chuvosa.

Além disso, também é possível evidenciar que a *F. chica* apresenta uma concentração foliar média considerável do Mg em ambos os ambientes de estudo, que não diferiram entre si estatisticamente.

As concentrações foliares encontrados neste estudo para Cu e Ni estão dentro da faixa de normalidade, 5,0-30 e 0,1-5,0 mg Kg⁻¹, respectivamente (KABATA-PENDIAS, 2000).

Nas amostras de solo, os micronutrientes zinco e níquel, não apresentaram diferenças estatísticas significativas ($p > 0,05$) entre as concentrações nos ambientes de coleta. Os valores médios das concentrações dos elementos manganês, magnésio e cobre apresentaram significância estatística ($p < 0,05$), principalmente na amostra do IEPA (13,92, 8,86 e 0.58 mg kg⁻¹, respectivamente).

Ainda não existem valores orientadores estabelecidos legalmente para todos os estados brasileiros, sendo assim os valores de prevenção considerados são os encontrados na resolução 420/2009 do CONAMA, que foi alterada para resolução nº 460/2013. Os valores encontrados nas amostras de solo dos ambientes estudados estão bem abaixo dos valores estabelecidos pela resolução, já que os valores para as substâncias inorgânicas são 72 mg kg⁻¹ de Pb total, 60 mg kg⁻¹ de Cu total, 75 mg kg⁻¹ de Cr total, 30 mg kg⁻¹ de Ni total e 300 mg kg⁻¹ de Zn total. Contudo, não estão descritos nesta resolução os valores de prevenção para os elementos Fe e Mn (BRASIL, 2013). Kabata-Pendias (2011) afirma que o teor do Mn nos solos mundiais varia de 411 a 550 mg kg⁻¹.

Apesar de Fe e Mn, não fazerem parte da lista de elementos exigidos para solo, tais elementos foram estudados devido a sua importante correlação com os demais metais, bem como para dirimir dúvidas quanto a toxicidade dos mesmos.

Pelozato et al. (2011) determinaram os teores de Zn e Cu em solos catarinenses utilizando o método de extração Água Régia, obtendo teores médios de 42 mg kg⁻¹ de Cu e 10 mg kg⁻¹.

Almeida Júnior et al. (2016), afirmaram que devido a extensão territorial brasileira e a heterogeneidade do solo é essencial o background das concentrações natural dos metais pesados em uma escala regional, a fim de se estabelecer limites para a distinção entre concentrações naturais e as derivadas da contaminação antrópica.

Portanto, é importante a padronização de valores norteadores para cada estado brasileiro ou para cada tipo de solo, sendo importante o conhecimento dos valores totais de metais nos solos regionais, bem como a padronização do método de extração.

5.2 ANÁLISE DOS ELEMENTOS INORGÂNICOS NA FOLHA E TINTURA DE *F. chica* DOS DOIS AMBIENTES DE ESTUDO, NAS DUAS ESTAÇÕES AMAZÔNICAS

Os resultados obtidos da análise foliar e da tintura para os metais (Fe, Zn, Pb, Mn, Mg, Cu, Ni e Cr) nos dois pontos de coleta, estão representados na Tabela 02. Dentre os elementos pesquisados nas amostras foliares, o ferro aparece em destaque dos demais, com concentrações médias na estação chuvosa de 25,88 e 19,48 $\mu\text{g g}^{-1}$, assim como na estação seca de 19,35 e 13,99 $\mu\text{g g}^{-1}$ para amostras da Fazendinha e IEPA, respectivamente. O elemento magnésio foi o que apresentou maior concentração na tintura (2,06 $\mu\text{g g}^{-1}$ IEPA E 2,04 $\mu\text{g g}^{-1}$ Fazendinha), durante o período chuvoso, sem apresentar diferença estatística significativa ($p > 0,05$) entre os ambientes.

Quando comparadas as concentrações médias do segundo elemento, neste caso o manganês, as concentrações de ferro foram entre três e quatro vezes superiores à deste. Estes dados corroboram com os estudos científicos que afirmam que esta espécie apresenta uma concentração elevada de ferro nas folhas (DINIZ, et al. 2013; SANTANA, et al., 2011; MAGALHÃES, 2009; MARTINS et al., 2009).

Concernente ao fato da concentração foliar apresentar-se maior nas amostras do Distrito da Fazendinha quando comparado as amostras do IEPA, sugere-se que esteja relacionado a constatação de que as plantas analisadas no primeiro ambiente são mais jovens que as encontradas no segundo ambiente, adicionado ao fator solo, que apresentou neste estudo a concentração maior do elemento ferro. A absorção de nutrientes pela planta pode variar conforme a idade e o local (CORRÊA et al.,

2011), tais aspectos são algumas das justificativas para a variação dos analitos entre ervas da mesma espécie (JIN et al., 2008).

Tabela 02 - Concentrações médias ($\mu\text{g g}^{-1}$) e respectivos desvios padrões dos analitos obtidos da folha seca e tintura de *F. chica*, dos dois ambientes de estudo, nas duas estações amazônicas, 2016.

ANALITO	LOCAL	FOLHA		TINTURA	
		Estação chuvosa	Estação seca	Estação chuvosa	Estação seca
Ferro	Fazendinha	25,88 ± 0,07***	19,35 ± 0,08**	1,42 ± 0,01***	1,46 ± 0,03
	IEPA	19,48 ± 0,17	13,99 ± 0,15	1,24 ± 0,03	1,62 ± 0,02**
Zinco	Fazendinha	0,22 ± 0,00	0,04 ± 0,02	0,44 ± 0,02**	0
	IEPA	0,26 ± 0,00*	0,05 ± 0,01 ^{NS}	0,11 ± 0,00	0
Chumbo^{NA}	Fazendinha	0	0	0	0
	IEPA	0	0	0	0
Manganês	Fazendinha	7,66 ± 0,27**	8,84 ± 0,02***	0,79 ± 0,00**	0,14 ± 0,00
	IEPA	3,72 ± 0,03	3,42 ± 0,03	0,49 ± 0,09	0,21 ± 0,00*
Magnésio	Fazendinha	4,12 ± 0,01	1,25 ± 0,18 ^{NS}	2,04 ± 0,00	0,61 ± 0,07 ^{NS}
	IEPA	4,14 ± 0,00 ^{NS}	1,19 ± 0,00	2,06 ± 0,01 ^{NS}	0,56 ± 0,06
Cobre	Fazendinha	0,86 ± 0,03	0	0,65 ± 0,00**	0
	IEPA	3,65 ± 0,03***	0	0,22 ± 0,00	1,26 ± 0,50 ^{NA}
Níquel	Fazendinha	3,31 ± 0,46 ^{NS}	0,12 ± 0,00 ^{NS}	0,04 ± 0,00	0,02 ± 0,01 ^{NS}
	IEPA	3,47 ± 0,55 ^{NS}	0,11 ± 0,02	1,31 ± 0,11***	0,02 ± 0,01 ^{NS}
Cromo^{NA}	Fazendinha	0	0	0	0
	IEPA	0	0	0	0

Fonte: Autora, 2016.

Análise por coluna: * Significativo a 5% ou $p < 0,05$; ** Significativo a 1% ou $p < 0,01$; *** Significativo a 100% ou $p < 0,001$; NA – Não foi analisado; NS – Não apresentou significância estatística.

Quanto aos melhores resultados encontrados na estação chuvosa (exceto para o Mn), estes podem estar relacionado ao fato de que no período chuvoso ocorre a maior disponibilidade de minerais no solo, devido a solubilidade dos mesmos (KIRKBY; RÖMHELD, 2007).

Estes dados corroboram com o que é preconizado na legislação vigente RDC ANVISA N. 97, de 1º de agosto de 2016, que altera a RDC N° 24, de 14 de junho de 2011 e suas alterações (BRASIL, 2016), em que afirma que toda matéria prima vegetal utilizada para produção de fitoterápicos necessita de controle de qualidade de todo processo de produção, afim de garantir um produto final, fitoterápico, de uso

seguro e eficaz. Dentre as diferentes etapas envolvidas no controle de processo de produção, incluído o monitorado da matéria prima, tanto quanto ao seu ambiente como a sua sazonalidade, assegurando assim que seus marcadores químicos, neste caso, as concentrações de ferro, seja encontrada durante todos os períodos e locais coletados.

Analisando outros metais, o manganês é o segundo elemento mais concentrado na folha. Na estação seca o teor médio do manganês foliar ($8,84 \mu\text{g g}^{-1}$) do Distrito da Fazendinha apresentou-se maior em comparação com a concentração das amostras do IEPA ($3,42 \mu\text{g g}^{-1}$), assim como, na estação chuvosa, a concentração média foi maior no Distrito da Fazendinha ($7,66 \mu\text{g g}^{-1}$) em relação ao IEPA ($3,72 \mu\text{g g}^{-1}$), com diferença significativa ($p > 0,05$). A maior concentração do manganês na estação seca, diferentemente de todos os demais elementos analisados, segundo Kirkby e Römheld (2007) pode estar justificado pelo fato deste mineral quando incorporado ou imobilizando nas folhas das plantas não pode ser mais translocado. Além do que, este elemento mantém uma fraca interação com a matriz, fato que não ocorre com os demais elementos (PEREIRA, 2010).

Na estação chuvosa, possivelmente a solubilização deste mineral pode está atrapalhando sua absorção pela planta, uma vez que o manganês tem alta solubilidade na água e sofre o processo de lixiviação, diminuindo assim sua disponibilidade para planta, o que justifica a sua maior concentração na estação seca, uma vez que na ausência de precipitações pluviométricas não ocorre a sua remoção das folhas.

Os resultados encontrados para a maioria dos analitos podem estar ligados ao já discutido anteriormente, ou seja, as amostras da Fazendinha por serem de plantas mais jovens, proporcionam um aumento desses elementos, e demonstrando a importância da seleção das plantas em relação a idade correta para coleta e corrobora quanto a necessidade do acompanhamento de todos os fatores que possam interferir para produção de um fitoterápico de qualidade.

Em relação ao magnésio, a concentração deste mineral foi maior na estação chuvosa tanto foliar ($4,14 \mu\text{g g}^{-1}$) como na tintura ($2,06 \mu\text{g g}^{-1}$) no IEPA, bem como na Fazendinha ($4,12$ e $2,04 \mu\text{g g}^{-1}$ respectivamente). Segundo Epstein e Bloom (2004) o teor de referência para o magnésio nas plantas é $2,0 \mu\text{g g}^{-1}$. Este macronutriente, é imprescindível para a formação de ossos, dentes e tecidos (MARTINS et al., 2008), sendo que a concentração média do mineral manteve

constância tanto na folha como na tintura, quando comparados aos demais elementos.

O mineral níquel apresentou concentrações médias maiores no ambiente IEPA durante a estação chuvosa, tanto nas folhas ($3,47 \mu\text{g g}^{-1}$) como na tintura ($1,31 \mu\text{g g}^{-1}$) quando comparado a estação seca.

O metal Pb não foi detectado nas folhas e tinturas estudadas, indicando que não há contaminação com este elemento, que é de extrema importância, pois o mesmo é considerado tóxico em pequenas quantidades.

O elevado teor de nutrientes nas folhas pode ser justificado pelo fato de que neste local se encontram o maior número de células vivas, associadas ao processo de transpiração e fotossíntese, pois nas folhas são onde ocorre a maior atividade metabólica. A concentração de nutrientes foliares varia também conforme a sazonalidade, idade da folha, luz disponível, lixiviação e do tipo de solo, principalmente incluindo as suas propriedades químicas e físicas (KABATA-PENDIAS, 2011; POHL et al., 2016; MARSCHNER, 1986; SOBRADO; MEDINA, 1980).

5.3 CONCENTRAÇÃO DOS MINERAIS (Fe, Zn, Pb, Mn, Mg, Cu, Ni e Cr) EXTRAÍDO DA FOLHA *F. chica* POR INFUSÃO E DECOCÇÃO

As concentrações de Fe, Zn, Pb, Mn, Mg, Cu, Ni e Cr pesquisadas nas amostras de chá das folhas *in natura* de *F. chica* estão demonstradas na Tabela 03. Os resultados médios obtidos indicaram que o magnésio foi o mineral majoritário, tanto para extração por decocção ($133,61 \mu\text{g g}^{-1}$ IEPA e $103,49 \mu\text{g g}^{-1}$ Fazendinha) quanto por infusão ($102,79 \mu\text{g g}^{-1}$ IEPA e $91,30 \mu\text{g g}^{-1}$ Fazendinha), apresentando diferença estatística significativa ($p < 0,05$) nas amostras por decocção em relação a infusão.

Segundo Padovani et al. (2006), a recomendação diária do magnésio para adulto homem e mulher é de 400 e 310 mg/dia, respectivamente. Tais achados, quanto a concentração deste mineral, que exerce um papel importante no metabolismo humano, sugerem que tais preparações tradicionais com esta espécie vegetal podem auxiliar na sua carência orgânica, quando introduzidas na dieta alimentar.

Os resultados encontrados neste estudo divergem dos encontrados por Magalhães et al. (2009) cuja melhor obtenção foi para o manganês em tais preparações de chás de folhas *in natura*. Além disso, em estudo realizado por Martins et al. (2009) o magnésio foi o elemento melhor extraído em chás por infusão.

Tabela 03 - Concentrações médias ($\mu\text{g g}^{-1}$) e respectivos desvios padrões dos analitos obtidos por decocção e infusão das folhas *in natura* de *F. chica*, dos dois ambientes de estudo, na estação seca amazônica, 2016.

ANALITO	LOCAL	VALORES MÉDIOS E DESVIOS PADRÕES ($\mu\text{g g}^{-1}$)	
		Decocção	Infusão
Ferro	Fazendinha	0,69 \pm 0,24	5,65 \pm 0,29***
	IEPA	5,51 \pm 1,87 ^{NS}	3,49 \pm 0,59
Zinco^{NA}	Fazendinha	1,36 \pm 0,53	1,75 \pm 0,45 ^{NS}
	IEPA	0	0
Chumbo	Fazendinha	6,69 \pm 2,05 ^{NS}	2,32 \pm 1,64
	IEPA	7,57 \pm 0,82**	1,16 \pm 0,00
Manganês	Fazendinha	2,51 \pm 0,05	3,43 \pm 0,34*
	IEPA	4,43 \pm 0,10***	3,43 \pm 0,04
Magnésio	Fazendinha	103,49 \pm 1,34***	91,30 \pm 1,21
	IEPA	133,62 \pm 0,60*	102,80 \pm 0,50
Cobre	Fazendinha	0,51 \pm 0,14 ^{NS}	0,51 \pm 0,44 ^{NS}
	IEPA ^{NS}	1,23 \pm 0,43 ^{NS}	0,99 \pm 0,14
Níquel	Fazendinha	4,39 \pm 0,62*	2,19 \pm 0,16
	IEPA	2,52 \pm 0,22	2,74 \pm 0,62 ^{NS}
Cromo^{NA}	Fazendinha	0	0
	IEPA	0	0

Fonte: Autora, 2016.

Análise entre as colunas: * Significativo a 5% ou $p < 0,05$; ** Significativo a 1% ou $p < 0,01$; *** Significativo a 1000% ou $p < 0,001$; NA – Não foi analisado; NS – Não apresentou significância estatística.

A concentração média do ferro extraído dos chás, por infusão e decocção, provenientes do distrito da Fazendinha foi de 5,65 e 0,69 $\mu\text{g g}^{-1}$, respectivamente, apresentando diferença estatística significativa ($p < 0,05$). Ao passo que para as

amostras de origem do IEPA, a concentração de ferro extraído por processo de infusão foi de $3,49 \mu\text{g g}^{-1}$ e por decocção foi $5,51 \mu\text{g g}^{-1}$, cuja diferença estatística não foi significativa ($p > 0,05$) entre os métodos de extração.

A infusão das folhas foi o método que melhor extraiu o elemento ferro, divergindo dos resultados encontrados em Magalhães et al. (2009).

A decocção das folhas, de um modo geral, foi o método que melhor extraiu os elementos (exceto para o ferro e zinco), divergindo dos resultados encontrados em Magalhães et al. (2009). Pohl et al. (2016) em seu estudo realizado sobre a análise elementar de chás de ervas medicinais nos últimos quinze anos, afirmaram que em geral as mais altas concentrações de elementos são observadas nos chás por decocção em relação a infusão.

O resultado desta pesquisa demonstra que a extração de ferro e de cobre nos chás obtidos tanto por decocção como infusão apresentou teores baixos, semelhantes aos encontrados nos estudos conduzidos por Magalhães *et al.* (2009) e Diniz *et al.* (2013). Além disso, Magalhães *et al.* (2009) afirmam que teor mineral destas preparações tradicionais (especialmente de Fe e Cu) é relativamente baixo para sugerir o seu uso no tratamento da anemia por deficiência de ferro. Em seu estudo, Moura (2011) também afirma que o chá da espécie vegetal tem baixo nível de ferro para suprir a deficiência deste mineral nos quadros de anemia ferropriva.

Pohl et al. (2016), referem que as baixas taxas de extração de Cu e Fe está relacionada ao fato destes elementos estarem mais fortemente ligados ou imobilizados à matriz orgânica da planta medicinal.

Os elementos manganês e zinco não apresentaram concentrações tóxicas ao organismo humano, uma vez, que suas concentrações não extrapolaram o limite máximo tolerável de ingestão (UL- *Tolerable Upper Intake Level*) de 11 mg dia^{-1} e 45 mg dia^{-1} , respectivamente, ou seja, o nível máximo da ingestão crônica diária total de um nutriente ou componente alimentar improvável de causar riscos ou efeitos adversos nos membros mais sensíveis de uma população saudável (WHO, 2006).

O chumbo é um elemento não essencial para o organismo humano, sendo considerado tóxico em pequena quantidade (FRANCO et al., 2011), portanto não sendo interessante sua presença nas preparações tradicionais, assim como para o metal níquel, cuja UL para adultos é $1,0 \text{ mg dia}^{-1}$ (PADOVANI et al., 2006). No Brasil, de acordo com a Portaria nº 685 de 1998 do Ministério da Saúde (BRASIL, 1998) os limites máximos de tolerância para chumbo em alimentos é de $0,05$ a 2 mg kg^{-1} .

Campos e Lima Verde Filho (1996) propuseram uma faixa considerada de “normalidade” para os teores de chumbo de 5 a 10 $\mu\text{g g}^{-1}$.

5.4 CONCENTRAÇÃO DE FERRO NA FOLHA, TINTURA E CHÁ DE *F. chica* DOS DOIS AMBIENTES DE ESTUDO, NO VERÃO AMAZÔNICO

Na Tabela 03 são apresentados os resultados da análise de variância das concentrações médias de ferro encontrados na folha, tintura e chá (infusão e decocção), do material vegetal coletado na estação seca (verão amazônico) dos dois ambientes de estudo. O teor de ferro foliar foi significativo pelo teste Tukey ($p < 0,05$) em relação ao extraído pelos métodos aquoso e hidroalcolico.

A concentração de ferro presente nos métodos tradicionais, chás por infusão e decocção, foi mais expressiva em relação a tintura, sendo significativo ($p < 0,05$), principalmente, no chá por infusão em relação a tintura do ambiente Fazendinha.

Tabela 03- Concentrações médias de ferro ($\mu\text{g g}^{-1}$) e respectivos desvios padrões obtidos da folha seca, chá por infusão e decocção (folha *in natura*) e tintura de *F. chica* no verão amazônico, em 2016

Analito	Local	Valores médios e desvios padrão ($\mu\text{g g}^{-1}$)			
		Folha	Decocção	Infusão	Tintura
Ferro	Fazendinha	19,35 \pm 0,08 ^{a**}	0,69 \pm 0,24 ^{bNS}	5,65 \pm 0,29 ^{c*}	1,46 \pm 0,03 ^{dNS}
	IEPA	13,99 \pm 0,15	5,51 \pm 1,87 ^{bNS}	3,49 \pm 0,59 ^{cNS}	1,62 \pm 0,02 ^{dNS}

Fonte: Autora, 2016.

a Análise comparativa das folhas, entre ambientes; b: Análise comparativa entre decocção e tintura; c: Análise comparativa entre infusão e tintura; d: Análise comparativa entre as tinturas : * Significativo a 5% ou $p < 0,05$; ** Significativo a 1% ou $p < 0,01$; *** Significativo a 1000% ou $p < 0,001$; NS – Não apresentou significância estatística.

Comparando-se as concentrações do ferro por grama de folhas e tinturas, observa-se uma relação de 9,18 e 7,85 vezes superiores nas folhas para materiais vegetais de origem da Fazendinha e IEPA, respectivamente. A concentração de ferro na tintura, entre os ambientes, não apresentou diferença estatística significativa ($p > 0,05$) e estes valores relativamente próximos, indicam que não houve diferença considerada no processo de extração quando usado material de diferentes origens. Porém este dado deixa muito claro que o método de preparação da tintura, através de maceração hidroalcolica (70/30), não é um método adequado para extração do ferro das folhas dessa espécie, uma vez que se teve uma perda de aproximadamente oito vezes o ferro encontrado nas folhas.

De acordo com Brasil (2005), a ingestão diária de ferro recomendada para adultos homem é de 8 mg/dia e para mulher 18 mg/dia, enquanto a Recommended Dietary Allowances (RDA) indica 14 mg/dia para adulto de 19-30 anos (PADOVANI et al., 2006). Analisando as recomendações diárias no Brasil, para homens seria necessário tomar aproximadamente 5,7 gramas da tintura por dia, considerando o material de origem da Fazendinha, que foi o de maior concentração, e para as mulheres 12,8 gramas de tintura por dia, também levando em conta o material de origem da Fazendinha.

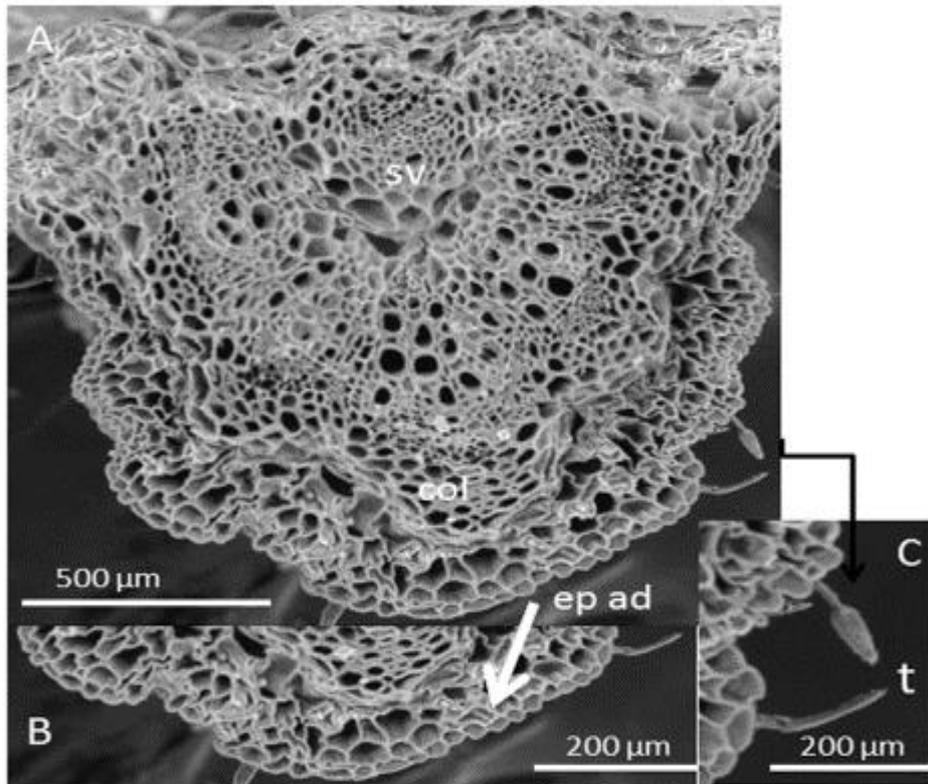
Portanto, estes achados mostram a importância do estudo de desenvolvimento de métodos adequados de extração, levando sempre em conta o que se pretende obter, ou seja, as propriedades dos constituintes que se pretende extrair.

5.5 ANATOMIA FOLIAR

Nas Figuras 13, 14 e 15 encontram-se descritas as estruturas anatômicas da Microscopia eletrônica de varredura- MEV da *Fridericia chica* (Bonpl.) L. G. Lohmann, pág. 58, 59, 60, respectivamente.

A maioria das estruturas anatômicas descritas se assemelham aos encontrados nos estudos de Puhl, et al. (2007) e Alves et al. (2010), sendo este tipo de estudo importante para o controle de qualidade da matéria-prima obtida de *F. chica* utilizada para produção de fitoterápico.

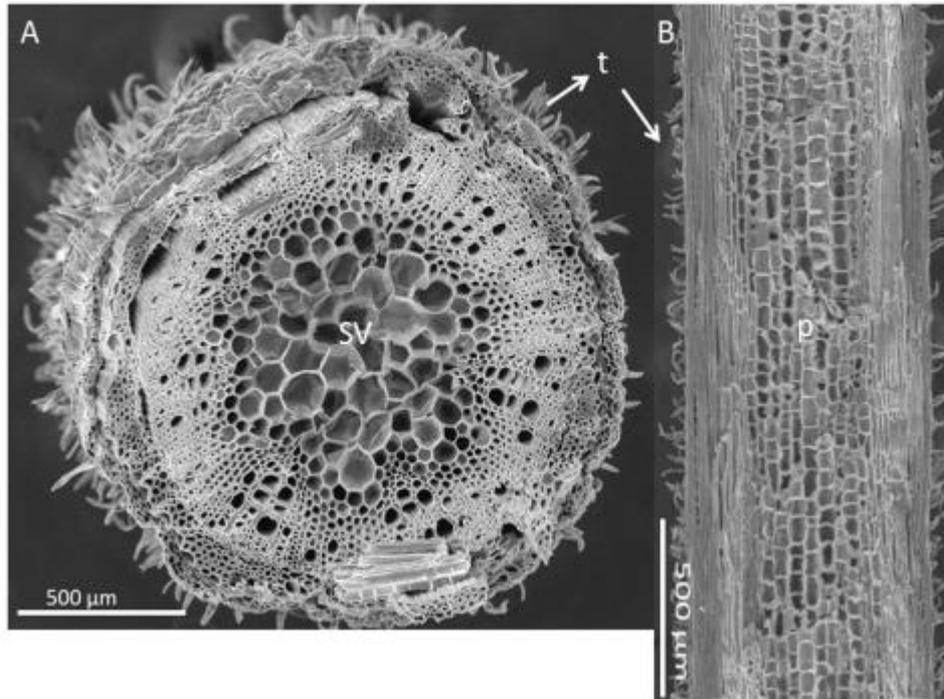
Figura 13- Microscopia eletrônica de Varredura do corte transversal da nervura central e detalhe da epiderme adaxial da *Fridericia chica* (Bonpl.) L. G. Lohmann



Fonte: Autora, 2016.

No corte transversal da nervura central (A), evidencia-se o sistema vascular (sv) e colênquima angular (col). Na imagem B tem-se detalhe da epiderme adaxial (ep ad) e na C, evidenciam-se detalhes do tricomas (t), na epiderme adaxial.

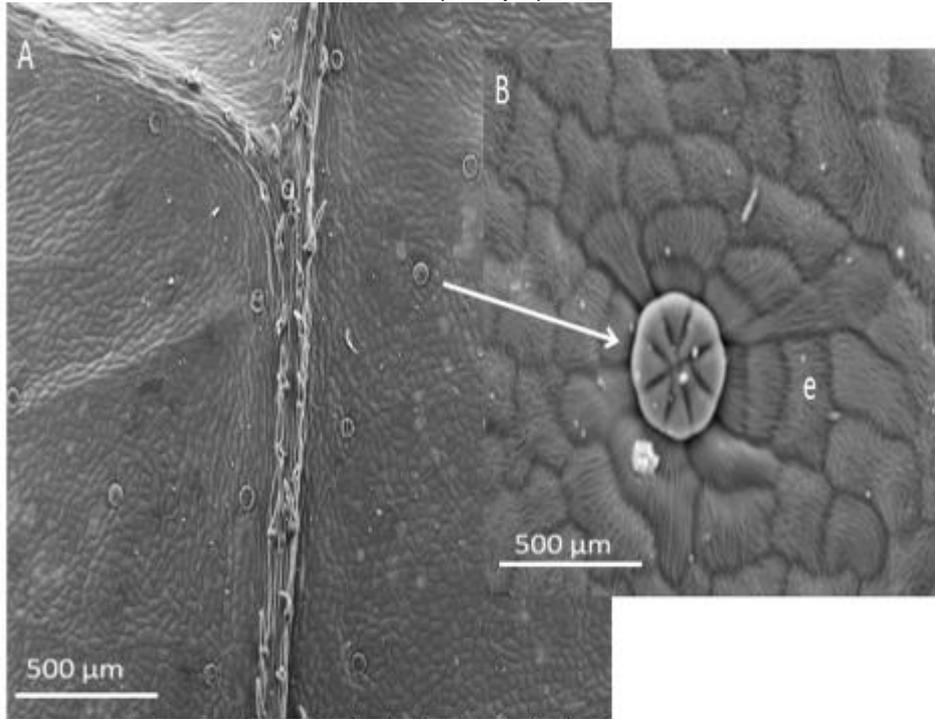
Figura 14- Microscopia eletrônica de Varredura do corte transversal do pecíolo e longitudinal do mesófilo da *Fridericia chica* (Bonpl.) L. G. Lohmann



Fonte: Autora, 2016.

Na imagem A, tem-se o corte transversal do pecíolo, evidenciando-se tricomas (t) e sistema vascular (sv). No corte B, tem-se um corte longitudinal do mesófilo, evidenciando tricomas (t) nas epidermes e parênquima (p).

Figura 15- Microscopia eletrônica de Varredura do corte paradérmico da epiderme da *Fridericia chica* (Bonpl.) L. G. Lohmann



Fonte: Autora, 2016.

Nas imagens A e B, têm-se o corte paradérmico da epiderme, evidenciando detalhe de um tricoma em forma de roseta e as estriações (e).

6 CONCLUSÃO

A espécie *F. chica* não apresentou uma concentração de ferro nas partes aéreas (folhas) acima dos limites críticos estabelecidos, que de acordo com Kabata Pendias e Pendias (1984) as concentrações críticas de Fe em plantas estão na faixa de 12-40 mg kg⁻¹, uma vez que as concentrações encontradas neste estudo nas folhas foram de 12,94, 9,67 µg g⁻¹ (Fazendinha) e 9,74, 6,99 µg g⁻¹ (IEPA) nas estações chuvosa e seca, respectivamente.

A correlação entre solo e folha sugere que este tem influência na determinação da concentração de ferro na planta. Entretanto, há a necessidade de se estabelecer a padronização de valores norteadores para cada estado brasileiro ou para cada tipo de solo, sendo importante o conhecimento dos valores totais de metais nos solos regionais, bem como a padronização do método de extração.

A estação chuvosa demonstrou uma maior concentração foliar de ferro (25,89 µg g⁻¹ Fazendinha e 19,48 µg g⁻¹ IEPA), ratificando a importância que a qualidade da matéria-prima vegetal tem no papel central para obtenção de produtos que mantenham constância na sua composição e propriedades terapêuticas.

A tintura não apresentou concentração de ferro suficiente para corrigir a deficiência deste mineral no organismo humano, além disso, este derivado vegetal apresentou uma concentração menor deste mineral quando comparado a sua quantificação nos chás, principalmente por infusão.

As concentrações de ferro na tintura encontram-se abaixo quando comparado aos valores de necessidades diárias recomendados para adultos (BRASIL, 2005; PADOVANI et al, 2006) para correção da deficiência de Fe na terapêutica da anemia ferropiva.

Os chás apresentaram o metal magnésio em concentração majoritária quando comparado aos demais minerais, o que é de grande valia, dada a importância do mesmo na estrutura e função do corpo, sendo assim, sugere-se que tais preparações tradicionais com esta espécie vegetal podem auxiliar na carência orgânica deste mineral, quando introduzidas na dieta alimentar.

Não foi detectado neste estudo quantidades significativas de metais tóxicos como Pb e Ni nas tinturas. Portanto, os procedimentos utilizados para a obtenção dos extratos hidroalcoólicos (tinturas) foram satisfatórios quanto a não extração de

tais elementos, porém o mesmo não foi observado nos preparados das folhas *in natura* para o elemento chumbo.

A concentração de minerais obtidos pela extração aquosa (decoção e infusão) e hidroalcolica (tintura), especificamente do ferro, demonstram que apenas o consumo de chás, assim como das tinturas não são suficientes para suprir a deficiência deste mineral nos quadros de anemia ferropriva. Entretanto, os extratos de *F. chica* podem ser considerados como prováveis fontes de suplementação alimentar de nutrientes minerais na dieta humana, devido a função destes em muitos processos bioquímicos e fisiológicos.

Há necessidade de aprimoramento no processo de extração do Fe para preparação de produtos fitoterápicos, visto que concentração de tal elemento na tintura encontra-se muito baixa em relação a concentração de ferro nas folhas.

A descrição da anatomia foliar de *F. chica* corrobora para mais um parâmetro no controle de qualidade da matéria prima vegetal.

7 PESPECTIVAS FUTURAS

Dar continuidade ao estudo, determinando o melhor método de extração do elemento ferro foliar da *F. chica*;

Adequar a concentração do elemento ferro, a partir deste estudo, para a realização do estudo não-clínico, em modelos animais de ratos.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDRE, J. R. et al. Zinco e ferro: de micronutrientes a contaminantes do solo. **Natureza on Line**, v. 10, n.1, p. 23-28, 2012. Disponível em <<http://www.naturezaonline.com.br/natureza/conteudo/pdf/05AlexandreJRetal023028.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2017.
- ALMEIDA JÚNIOR, A. B. et al. Background and reference values of metals in soils from Paraíba state, Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 40, p. 01-13, 2016.
- ALVES, J. C. et al. Absorção e distribuição de chumbo em plantas de vetiver, jureminha e algaroba. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 32, p. 1329-1336, 2008. Disponível em < <http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v32n3/a40v32n3.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2017.
- ALVES, M. S. M. et al. Análise farmacognóstica das folhas de *Arrabidaea chica* (Humb. & Bonpl.) B. Verlt, Bignoniaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 20, n.2, p. 215-221, 2010. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/rbfar/v20n2/a13v20n2.pdf>>. Acesso em: 13 nov. 2016.
- AMARAL, R. R. et al. Biological activities of *Arrabidaea chica* (Bonpl.) B. Verlt. leaves. **Latin American Journal Pharmacy**, v. 31, n. 3, p. 451-455, 2012. Disponível em < https://www.researchgate.net/profile/Caio_Fernandes4/publication/274836479_Biological_Activities_of_Arrabidaea_chica_Bonpl_B_Verl_Leaves/links/552afd9d0cf29b22c9c18d66/Biological-Activities-of-Arrabidaea-chica-Bonpl-B-Verl-Leaves.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2017.
- AMARANTE, C. B.; GERMANO, C. M.; LUCAS, C. A. Determinação dos micronutrientes Cu, Fe, Zn e Mn em plantas alimentícias consumidas na comunidade Rio Urubueua de Fátima, Abaetetuba, PA. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 12, p. 01-12, 2011. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2011a/agrarias/determinacao%20dos%20micronutrientes.pdf>>. Acesso em: 08 mar. 2016.
- ARAÚJO, N. R. R. **Avaliação *in vitro* da atividade antimicrobiana de extratos vegetais sobre microorganismos relacionados à lesão de mucosite oral**. 2010. 100 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2010. Disponível em: < <http://www.ufpa.br/ppgcf/arquivos/dissertacoes/dissertao%20nbia%20arajo.pdf> >. Acesso em: 13 maio 2016.

ARO, A. A. **Efeitos do extrato de *Aloe vera* e *Arrabidaea chica* sobre a cicatrização do tendão calcâneo de ratos após transecção parcial**. 2012. 191 f. Tese de doutorado (Programa de Pós-Graduação em Biologia Celular e Estrutural) - Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2012. Disponível em <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?view=000878222>>. Acesso em: 13 fev. 2017

ARO, A. A. et al. Effect of the *Arrabidaea chica* extract on collagen fiber organization during healing of partially transected tendon. **Life Sciences**, v. 92, p. 799-807, 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0024320513001161>>. Acesso em: 20 mar. 2017.

BALASUNDRAN, N.; SUNDRAN, K.; SAMMAN, S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: antioxidant activity, occurrence, and potential uses. **Food Chemistry**, v. 99, n. 1, p. 191-203, 2006.

BARBOSA, W. L. R. et al. *Arrabidaea chica* (HBK) Verlot: phytochemical approach, antifungal and trypanocidal activities. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.18, n. 4, p. 544-548, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbfar/v18n4/v18n4a08.pdf>>. Acesso em: 13 nov. 2016.

BEHRENS, M. D.; TELLIS, C. J. M.; CHAGAS, M.S. Monografia: *Arrabidaea chica* (Humb. & Bonpl.) B. Verlot (Bignoniaceae). **Revista Fitos**, v. 7, n. 4, p. 236-244, 2012. Disponível em: <<http://www.revistafitos.far.fiocruz.br/index.php/revista-fitos/article/view/165/163>>. Acesso em: 13 nov. 2016.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Farmacopeia brasileira**. 5. ed. Brasília: Anvisa, 2010.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Formulário de Fitoterápicos da Farmacopeia brasileira**. 1ª edição Brasília: Anvisa, 2011. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/farmacopeiabrasileira/conteúdo/FormulariodeFitoterapicosdaFarmacopeiaBrasileira.pdf>>. Acesso em 03 mar. 2016.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 269, de 22 setembro de 2005** - Regulamento Técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. Brasília: Anvisa, 2005.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 97, de 01 de agosto de 2016** – Dispõe sobre o registro de medicamentos específicos. Brasília: Anvisa, 2016.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 420, de 30 de dezembro de 2013**. Brasília: Conama, 2013. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res09/res42009.pdf>>. Acesso em 18 maio 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Pesquisa nacional de demografia e saúde da criança e da mulher-PNDS 2006: dimensões do processo reprodutivo e da saúde da criança**. Brasília: Centro Brasileiro de Análise e Planejamento, 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia de evidências**: fortificação da alimentação infantil com micronutrientes (vitaminas e minerais) em pó. Brasília: Ministério da saúde, 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 685, de 27 de agosto de 1998. Princípios gerais para o estabelecimento de níveis máximos de contaminantes químicos em alimentos. Brasília: Ministério da saúde, 1998.

BRASIL. Secretaria de Ciências e Tecnologia e Insumos Estratégicos. **Relação Nacional de Plantas Mediciniais de Interesse ao SUS (RENISUS)**. Brasília: Departamento de Assistência Farmacêutica e Insumos Estratégicos, 2009.

BORGES, A. M. et al. Determinação de óleos essenciais de alfavaca (*Ocimum gratissimum* L.), oregano (*Origanum vulgare* L.) e tomilho (*Thymus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.14, n. 4, p. 656-665, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbpm/v14n4/13.pdf>>. Acesso em: 15 dezembro. 2016

BRITO, A. U. **Produção de biomassa aérea, teor e rendimento de extrato das folhas de cajuru [*Arrabidaea chica* (Bonpl.) B. Verl.] em função de adubação orgânica em Manaus, AM**. 2012. 83 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical) - Universidade Federal do Amazonas, Amazonas, 2012.

CAMASCHELLA, C. Iron deficiency-anemia. The New England Journal of Medicine, v. 372, p. 1832 -1843, 2015. Disponível em: <[http://www.periodicos-capes.gov-br.ez7.periodicos.capes.gov.br](http://www.periodicos-capes.gov.br.ez7.periodicos.capes.gov.br)>. Acesso em: 25 de ago. 2015.

CAMPOS, R. C.; LIMAVERDE FILHO, A. M. Avaliação do conteúdo de metais em plantas de uso na medicina popular e em seus extratos aquosos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 16, p. 184-187, 1996

CARDOSO, M. A. Evolução da malária por *Plasmodium berghei* em ratos jovens alimentados com rações com diferentes teores de ferro. **Revista de Patologia Tropical**, v. 30, n. 1, p. 43-60, 2001.

CARTÁGENES, M. S. S. **Investigação dos efeitos tóxicos e anti-hipertensivo da *Arrabidaea chica* Verlot (Bignoniaceae)**. 2009. 147 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos) - Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 2009. Disponível em: <<http://tede.biblioteca.ufpb.br/bitstream/tede/6828/1/arquivototal.pdf>>. Acesso em: 20 de ago. 2015.

CARVALHO, A. C. B. **Plantas medicinais e fitoterápicos: Regulamentação sanitária e proposta de modelo de monografia para espécies oficializadas no Brasil**. 2011. 318 f. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde) - Universidade Federal de Brasília, Distrito Federal, 2011. Disponível em <http://www.repositorio.bce.unb.br/bitstream/10482/872002/2011_Anacec%c3%ADliaBezerraCarvalho.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2015.

CARVALHO, A. C. B.; SILVEIRA, D. A. Tradicionalidade nas legislações de fitoterápicos. In: PANIZZA, S.T; VEIGA, R. S; ALMEIDA, M. C. **Uso tradicional de plantas medicinais e fitoterápicos**. São Luís, MA: CONBRAFITO, 2012.

CORRÊA, R. S et al. O comportamento nutricional de algumas espécies nativas em Santa Tereza. In: SCHUMACHER, M. V.; LONGHI, S. J.; BRUN, E. J.; KILCA, R. V. (Orgs.) **A floresta Estacional Subtropical: Caracterização e Ecologia no Rebordo do Planalto Meridional**. Santa Maria-RS, p.320, 2011.

COSTA, S. W.; BRITO, I. J. N.; MELO, J. I. M. Padrões de distribuição geográfica das espécies paraibanas da tribo Bignonieae (Bignoniaceae). In: I Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências, 2016, Campina Grande. **Anais I Conapesc**, 2016. v.1. Disponível em: <http://editorarealize.com.br/revistas/conapesc/trabalhos/TRABALHO_EV058_MD4_S_A94_ID495_17052016153755.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2017.

CUNNIFF, P. **Official methods of analysis of AOAC International**. In: Association of Official Analytical Chemists International, 16. ed. Washington, DC, p. 58-63, 1995.

DINIZ, V. W. B et al. Classificação multivariada de ervas medicinais da região amazônica e suas infusões de acordo com sua composição mineral. **Química nova**, v. 36, n. 2, p.257–261, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v36n2/v36n2a10.pdf>>. Acesso em: 15 maio. 2015.

DUCAT, G. **Avaliação da correlação de íons metálicos e compostos fenólicos em plantas medicinais**. 2009. 111 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Química Aplicada) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Paraná, 2009. Disponível em

<<http://tede.unicentro.br:8080/jspui/bitstream/tede/329/1/Giseli%20Ducat.pdf>>.
Acesso em: 18 mar. 2017.

EPSTEIN, E.; BLOOM, E. J. Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas. 16. ed. Londrina, 2004.

FIDALGO, O.; BONONI, V. L. R. Técnicas de coleta, preservação e herborização do material botânico. São Paulo: Instituto de Botânica, 1984.

FIGUEIRA, G. M. et al. A set of microsatellite markers for *Arrabidaea chica* (Bignoniaceae), a medicinal liana from the neotropics. **American Journal of Botany**, p.63-64, 2010. Disponível em:
<<http://www.amjbot.org/content/97/7/e63.full.pdf+html>>. Acesso em: 15 maio 2015.

FRANCO, M. J. et al. Determinação de metais em plantas medicinais comercializadas na região de Umuarama-PR. **Arquivo Ciências Saúde UNIPAR**, v. 15, n. 2, p. 121-127, 2011. Disponível em:
<<http://www.revistas.unipar.br/index.php/saude/article/viewFile/3706/2406>>. Acesso em: 15 maio 2015.

FRANICISONE, L. S. Determinação dos constituintes inorgânicos em plantas medicinais e seus extratos. 2014. 144 f. Dissertação de mestrado (Programa de Pós-Graduação em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear-Aplicações). Instituto de Pesquisas energéticas e nucleares. São Paulo, 2014.

HÖFLING, J. F. et al. Antimicrobial potential of same plant extracts against *Candida* species. **Brazilian Journal of Biology**, v. 70, n. 4, p. 1065-1068, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/bjb/v70n4/a22v70n4.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2017.

JIN, C.W et al. Factores determining copper concentration in tea leaves produced at Yuyao Country, China. **Food and Chemical Toxicology**, v. 46, p. 2054, 2008.

YAMASHITA, C. I. Estudo sobre os constituintes inorgânicos presentes em diferentes espécies da planta medicinal do gênero *Casearia* coletada em regiões distintas da Mata Atlântica. 2006. 128 f. Dissertação de mestrado (Programa de Pós-Graduação em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear). Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. São Paulo, 2006. Disponível em <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85131/tde-05062007-152847/publico/CelinalzumiYamashita.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

KABATA-PENDIAS, A. **Trace elements in soils and plants**. 3. ed. Boca Raton: CRC Press, 2000. 413 p.

KABATA-PENDIAS, A. **Trace elements in soils and plants**. 4. ed. Boca Raton: CRC Press, 2011. 505 p. Disponível em: <
[http://www.petronet.ir/documents/10180/2323242/Trace Elements in Soils and Plants](http://www.petronet.ir/documents/10180/2323242/Trace%20Elements%20in%20Soils%20and%20Plants)>. Acesso em: 20 abr. 2017.

KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. **Trace elements in soils and plants**. Boca Raton: CRC, p. 315, 1984.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.

KIRKBY, E. A; RÖMHELD, V. Micronutrientes na fisiologia de plantas: funções, absorção e mobilidade. **International Plant Nutrition Institute**, n.118, p.01- 24, 2007.

KRÓL, J. et al. Content of selected essential and potentially toxic trace elements in milk of cows maintained in eastern Poland. **Journal of Elementology**, v.17, n. 4, p. 597-608, 2012. Disponível em:
<<http://agro.icm.edu.pl/agro/element/bwmeta1.element.agro-23a9e86a-d502-44c6-9861-acf13e717a38/c/597-608.pdf>>. Acesso em: 24 mar. 2017.

LACHAT, D. **Análise ultraestrutural do nervo óptico de ratos wistar hípidos ou com anemia ferropriva neonatal**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mendonça Filho”, 2010. Disponível em: <
<http://hdl.handle.net/11449/101101>>. Acesso em: 15 maio. 2015.

LEAL, A. S. et al. Determination of metals in medicinal plants highly consumed in Brazil. **Brazilian Journal Pharmaceutical Sciences**, v. 49, n. 3, p. 559-607, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/bjps/v49n3/v49n3a22.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2016.

LÉSNIEWICZ, A.; JAWORSKA, K & ZYRNICKI, W. “Macro- and micronutrients and their bioavailability in polish herbal medicaments”. *Food Chemistry*, v. 99, p. 670, 2006.

LIMA, F. S. Bioconcentração de chumbo e micronutrientes em hortaliças cultivadas em solo contaminado. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.44, n. 2, p. 234-241, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rca/v44n2/v44n2a04.pdf>>. Acesso em: 23 mar. 2017.

LIMA, I. E. O.; NASCIMENTO, L. A. M.; SILVA, M. S. Comercialização de plantas medicinais no município de Arapiraca-AL. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.18, n. 2, p. 462-472, 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbpm/v18n2/1516-0572-rbpm-18-2-0462.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2017.

LOBO, A. R. et al. Iron bioavailability from ferric pyrophosphate in rats fed with fructan-containing yacon (*Smallanthus sonchifolius*) flour. **Food Chemistry**, v. 126, p. 885–891, 2011.

LOHMANN, L. G. (a). **Bignoniaceae**. In: Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB112305>>. Acesso em: 22 mar. 2017.

LOHMANN, L. G. (b). **Bignoniaceae**. In: Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB113356>>. Acesso em: 24 març. 2017.

LOHMANN, L. G; ULLOA, C. U. **Bignoniaceae**. In: iPlants prototype checklist. , 2007. Disponível em: < <http://www.iplants.org>>. Acesso em: 18 dez. 2015.

MAFIOLETI, L. et al, Evaluation of the toxicity and antimicrobial activity of hydroethanolic extract of *Arrabidaea chica* (Humb. & Bompl.) B. Verl. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 150, p. 576–582, 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378874113006417>>. Acesso em: 20 mar. 2017.

MAGALHÃES, I. R. et al, Determination of Cu, Fe, Mn, and Zn in the Leaves and Tea of *Arrabidaea chica* (Humb. & Bompl.) Verl. **Biol Trace Elem Res**, v. 132, p.239–246, 2009.

MAIA, E. S.; BOOTH, M.C.; PROQUE, D. R. R. O uso de plantas medicinais na cidade de Oeiras do Pará: uma prática agroecológica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 9. 2015. **Cadernos de Agroecologia**, v. 10, n. 3, 2015.

MALAVOLTA, E. et al. Micronutrientes e metais pesados- essencialidade e toxidez. In: PATERNIANI, E. **Ciência, agricultura e sociedade**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006.

MALAVOLTA, E. O futuro da nutrição de plantas tendo em vista aspectos agrônômicos, econômicos e ambientais. **International Plant Nutritional Institute-Brasil**. São Paulo: INPI, p. 01-10, 2008. Disponível em <[https://www.ipni.net/ppiweb/brazil.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/d20fb44d85259bf7032572530062870e/\\$FILE/Page1-10-121.pdf](https://www.ipni.net/ppiweb/brazil.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/d20fb44d85259bf7032572530062870e/$FILE/Page1-10-121.pdf)>. Acesso em: 13 mar. 2017.

MARSCHENER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London, Academic Press 1986 & Harcourt Brace & Company, Publishers, p. 889, 1986.

MARSCHENER, P. Marschener' mineral nutrition of higher plants. 3. ed. London: Elsevier Ltd., 2012.

MARSCHENER, P.; CROWLEY, D.; RENGEL, Z. Rhizosphere interactions between microorganisms and plants govern iron and phosphorus acquisition along the root axis e model and research methods. **Soil, Biology & Biochemistry**, v. 43, p. 883-894, 2011. Disponível em <>. Acesso em: 18 abr. 2017.

MARTINS, A. S. et al. Avaliação de minerais em plantas medicinais amazônicas. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 19, n. 2B, p. 621-625, 2009. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/rbfar/v19n2b/a20v192b.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2016.

MARTINS, C. A. S. et al. A dinâmica de metais-traço no solo. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 17, n. 3-4, p. 383-391, 2011.

MARTINS, E. R. et al. **Plantas medicinais**. Viçosa-Minas Gerais: UFV, 2000.

MELARATO, M. et al. Manganês e potencial fisiológico de sementes de soja. *Ciência Rural*, v. 32, n. 6, p. 1069-1071, 2002. Disponível em <<http://www.scielo.br/cr/n32v6/12757.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2017.

MENEZES, F. J. S. **Teores de metais pesados na região do entorno do lago de Sobradinho- BA**. 2014. 96 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Bahia, 2014. Disponível em <>. Acesso em: 18 maio. 2016.

MOURA, P. H. B. **Estudo etnobotânico lantas medicinais e caracterização dos constituintes minerais de chás medicinais utilizados pela comunidade Rio Urubueua de Fátima, Abaitetuba- PA, Brasil**. 2013. 89 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais) - Universidade do Estado do Pará, Pará, 2013. Disponível em

<http://www4.uepa.br/paginas/pcambientais/dissertacao_patriacia_moura_ppgca_uepa_2011.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2016.

NAVA, I. A. et al. Efeitos da fertilização foliar com manganês em soja transgênica cultivada no inverno manejada com glifosato. **Recursos Rurais**, n. 8, p. 5-11, 2012. Disponível em <<http://www.usc.es/revistas/index.php/rr/article/view/786/763>>. Acesso em: 13 mar. 2017.

OLIVEIRA, D. M. C. **Triagem de cinco espécies de plantas medicinais usadas na Amazônia através da análise de secreção de histamina**. 2013. 105 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Neurociências e Biologia Celular) - Universidade Federal do Pará, Pará, 2013. Disponível em <<http://www.repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/5370/1/TeseTriagemCincoEspecies.pdf>>. Acesso em: 08 abr. 2017.

OLIVEIRA, D. P. C. et al. Atividade anti-inflamatória do extrato aquoso de *Arrabidaea chica* (Humb. & Bompl.) B. Verl sobre o edema induzido por venenos de serpentes Amazônicas. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 19, n. 2B, p. 643-649, 2009. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/rbfar/v19n2b/a24v192b.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2016.

OLIVEIRA, I. P.; OLIVEIRA, L. C. Metais pesados. **Revista Eletrônica Faculdade de Iporá**, v. 1, p. 59-86, 2011.

PANIZZA, S.T.; VEIGA, R. S.; ALMEIDA, M. C. **Uso tradicional de plantas medicinais e fitoterápicos**. São Luís, MA: CONBRAFITO, 2012.

PAULA, J. T. et al. Extraction of anthocyanins from *Arrabidaea chica* in fixed bed using CO₂ and CO₂/ethanol/water mixtures as solvents. **The Journal of Supercritical Fluids**, n. 81, p. 33-41, 2013. Disponível em <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0896844613001514>>. Acesso em: 22 mar. 2017.

PAULA, J. T. et al. Extraction of anthocyanins and luteolin from *Arrabidaea chica* by sequential extraction in fixed bed using supercritical CO₂, ethanol and water as solvents. **The Journal of Supercritical Fluids**, n. 86, p. 100-107, 2014. Disponível em <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S089684461300404X>>. Acesso em: 29 mar. 2017.

PAULA, J. T. **Obtenção de extratos de folhas de *Arrabidaea chica* (Humb. Bompl.) Verlot por extração fracionada em leito fixo a alta pressão usando dióxido de carbono supercrítico, etanol e água como solventes**. 2013. 129 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2013. Disponível em

<<http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/256372/1/Paula%2C%20Julia%20Teixeira%20de%20M.pdf>>. Acesso em: 22 mar. 2017.

PADOVANI, R. M. et al. Dietary reference intakes: aplicabilidade das tabelas em estudos nutricionais. **Revista Nutrição** v.19, n. 6, p. 741-760, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rn/v19n6/09.pdf>>. Acesso em: 30 maio. 2017.

PEDRO, F. G. G. et al. Composição centesimal e mineral de plantas medicinais comercializadas no mercado do Porto de Cuiabá, Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.18, n. 1, supl. I. p. 297-306, 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbpm/v18n1s1/1516-0572-rbpm-18-1-s1-0297.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2017.

PELOZATO, M. et al. Comparação entre métodos de extração de cádmio, cobre e zinco de solos catarinenses derivados de basalto e granite-migmatito. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.10, n. 1, p. 54-61, 2011. Disponível em: <http://rca.cav.udesc.br/rca_2011_1/7pelozato.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2016.

PEREIRA, R. M. **Determinação de constituintes inorgânicos em amostras de ervas e raízes medicinais por espectrometria de absorção atômica com chama**. 2010. 82 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Química: química analítica) - Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Exatas, Minas Gerais, 2010.

POHL, P. et al. The determination of elements in herbal teas and medicinal plant formulations and their tisanes. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, p. 01-10, 2016. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0731708516300425?via%3Dihub>>. Acesso em: 26 maio 2015.

PUHL, M. C. M. N. et al. Morfoanatomia das folhas e dos caules jovens de *Arrabidaea chica* (Humb. & Bompl.) B. Verlot. (Bignoniaceae). **Latin American Journal Pharmacy**, v. 26, n. 2, p. 224-229, 2007. Disponível em: <<http://www.latamjpharm.org/trabajos/26/2/LAJOP26219IP49XK3712.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2015.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
RIBEIRO, J. F. A. **Investigação fitoquímica biomonitorada da tintura 70°GL de *Arrabidaea chica* Humb. & Bompl. Verlot**. 2011. 77 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Federal do Pará, Pará, 2011.

RIBEIRO, A. F. C. et al. Effect of *Arrabidaea chica* extracts on the Ehrlich solid tumor development. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 22, n.2, p. 364-373, 2012. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/rbfar/v22n2/aop21911.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2015.

ROCHA, T. T. et al. Propagação vegetativa de pariri (*Arrabidaea chica*). In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA, 14, 2010, Belém. Disponível em <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/29090/1/TAINARROCHA.pdf>>. Acesso em: 15 maio. 2015.

RODRIGUES, M. C. **Bignoniáceas de dezoito fragmentos florestais remanescentes no noroeste paulista, Brasil**. 2012. 129 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, São Paulo, 2012.

SANTANA, L.K.L. et al. Diferenciação histológica e composição de cinzas totais e insolúveis das variedades de *Arrabidaea chica* Verlot **Revista Igapó- Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Amazonas**, v. 5.2, n.1, p. 17-26, 2011. Disponível em <<http://200.129.168.183/ojs/index.php/igapo/article/view/181/149>>. Acesso em: 14 jun. 2017.

SANTOS, R. P. **Extração, caracterização e avaliação bioativa do extrato de *Arrabidaea chica* Humb. & Bompl. Verlot**. 2015. 89 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte, 2015. Disponível em <<http://www.repositorio.ufrn.br:8080/jspui/bitstream/123456789/20164/1/RogérioPitangaSantos DISSERT.pdf>>. Acesso em: 13 fev. 2017.

SANTOS, I. O. et al. Avaliação geoquímica da variabilidade das concentrações de molibdênio distribuídas em um perfil pedológico na bacia do rio Tatuoca, Ibojuca-Pernambuco. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 09, n.1, p. 237-249, 2016. Disponível em <<http://www.revista.ufpe.br/rbqfe/index.php/revista/article/download/1385/912>>. Acesso em: 07 mar. 2017.

SAKAMOTO, L. M. **Estudo comparativo da biodisponibilidade do ferro administrado por via oral, nas formas de complexo ferro-peptídeo e sulfato ferroso, em indivíduos sadios**, 2003. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/17/17138/tde-15072003-122244/en.php>>. Acesso em: 19 nov. 2014.

SCHIOZER, A. L. et al. Electrospray ionization mass spectrometry fingerprinting of extracts of the leaves of *Arrabidaea chica*. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 23, n. 3, p. 409-414, 2012. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/jbchs/v23n3/a06v23n3.pdf>>. Acesso em: 29 fev. 2016.

SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE DE MACAPÁ. **Consolidado das principais morbidades atendidas nas UBS da zona urbana do município de Macapá-GLOBAL/2013**. Macapá: Divisão de vigilância epidemiológica, 2013.

SERRA, L. Z.; PUHL, M. C.; CORTEZ, D. A. G. Extração de flavonóides das folhas de *Arrabidaea chica*. **Arquivos do Mudi**, v. 11, n. 11, p. 149, 2007.

SILVA, A. R. B.; CAMILOTTI, F. Risks of heavy metals contamination of soil-plant system by land application of sewage sludge: a review with data from Brazil, 2014. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/111043/1/Capitulo-Livro-2014-03-E.pdf>>. Acesso em: 23 maio. 2017.

SILVA JUNIOR, M. L. et al. Crescimento, composição mineral e sintomas de deficiências de pariri cultivado sob omissão de micronutrientes. **Revista de Ciência Agrária**, Belém v. 48, p. 85-97, 2007.

SIRAICHI, J.T.G. et al. Antioxidant capacity of the leaf extract obtained from *Arrabidaea chica* cultivated in Southern Brazil. **Journal Plos One**, v.8, p.01-10, 2013. Disponível em: <<http://www.plosone.org>>. Acesso em: 15 maio 2015.

SKOOG, D. A. et al. Fundamentos de química analítica. 8 ed. Thomson, p. 797-821, 2005.

SOBRADO, M. A.; MEDINA, E. 1980. General morphology, anatomical structure, and nutrient content of sclerophyllous leaves of the "bana" vegetation of Amazonas. **Oecologia**, v. 45, p 341-345.

SOUSA, I. M. O. **Avaliação da estabilidade do extrato seco e formulações de base semi-sólidas, contendo *Arrabidaea chica* Verlot, para uso em cicatrização**. 2013. 123 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Biociências e Tecnologia de produtos Bioativos) - Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2013. Disponível em <http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/317644/1/Sousa,%20Iza%20Mariana%20de%20Oliveira_M.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2016.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III. 3ª edição. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora LTDA, 2012.

SOUZA, M. C.; LOCATELLI, C. Avaliação da toxicidade da associação de ácido ascórbico/ sulfato ferroso em ratos tratados subcronicamente. **Revista Ágora**: revista de divulgação científica, v. 16, n. 2 (A), p. 455-468, 2009. Disponível em: <<http://www.periodicos.unc.br/index.php/agora/article/view/135/213>>. Acesso em: 29 ago. 2015.

SUBRAMANIAN, R.; SUBBRAMANIYAN, P.; RAJ, V. Determination of some minerals and trace elements in two tropical medicinal plants. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, p. 555-558, 2012. Disponível em: <<http://link.periodicos.capes.gov.br/ez7.periodicos.capes.gov.br>>. Acesso em: 08 mar. 2016.

TAFARELLO, D. et al. Atividade de extratos de *Arrabidaea chica* (Humb. & Bonpl.) Verlot obtidos por processos biotecnológicos sobre a proliferação de fibroblastos e células tumorais humanas. **Química Nova**, v. 36, n. 3, p. 431-436, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v36n3/a14v36n3.pdf>> Acesso em: 29 maio. 2016.

THE PLANT LIST. *Friderichia chica* (Bonpl.) L. G. Lohmann. 2016. Disponível em: <<http://www.theplantlist.org/tpl1.1/record/kew-317403>>. Acesso em: 19 jul. 2016.

TUROLLA, M. S. R.; NASCIMENTO, E. S. Informações toxicológicas de alguns fitoterápicos utilizados no Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 23, n. 3, p. 289-306, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcf/v42n2/a15v42n2.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2016.

VIEIRA, R. C. S.; FERREIRA, H. S. Prevalência de anemia em crianças brasileiras, segundo diferentes cenários epidemiológicos. **Revista de Nutrição**, v. 42, n. 2, p. 433-444, 2010.

WARASHINA, T; NAGATANI, Y; NORO, T. Constituents from the bark of *Tabebuia impetiginosa*. **Chemical and Pharmaceutical Bulletin**, v. 56, 2006.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Worldwide prevalence of anemia 1993-2005**. Geneva: WHO, 2008.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guidelines on food fortification with micronutrients**. WHO/FAO, 2006. Disponível em: <

http://www.who.int/nutrition/publications/guide_food_fortification_micronutrients.pdf>.
Acesso em: 18 set. 2017.

ZHANG, Y. et al. Study on simultaneous determination of potassium, sodium, phosphorous, sulfúur, iron, manganese, copper, zinc, calcium, magnesium, in tea infusion by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry. **Chemical Rapid Communications**, v. 2, n. 2, p. 41-47, 2014. Disponível em: <<http://researchpub.org/journal/crc/number/vol2-no2/vol2-no2-4.pdf>>. Acesso em: 29 fev. 2016.

ZUCCHI, M. R. et al. Levantamento etnobotânico de plantas medicinais na cidade de Ipameri-GO. **Revista Brasileira de Plantas Medicinai**s, v.15, n. 2, p. 273-279, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbpm/v15n2/16.pdf>>. Acesso em: 15 dezembro. 2016