



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
DEPARTAMENTO DE APOIO À PESQUISA  
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

---

**Estudo da Composição Inorgânica da *Arrabidaea*  
*Chica* (HBK) Verlot Cultivada em Solo  
Contaminado por Metais Pesados**

---

*Bolsista: Marcela Lemos Gomes de Castro, CNPq*

Manaus

2009



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
DEPARTAMENTO DE APOIO À PESQUISA  
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

## Relatório Final

PIB-E-066-2008

---

**Estudo da Composição Inorgânica da *Arrabidaea***

***Chica* (HBK) Verlot Cultivada em Solo**

**Contaminado por Metais Pesados**

---

*Bolsista: Marcela Lemos Gomes de Castro, CNPq*

*Orientador: Prof. Dr. Genilson Pereira Santana*

Manaus

2009

# Resumo

O comércio de plantas medicinais e produtos fitoterápicos expandiram rapidamente em todas as partes do mundo, principalmente entre a população de países pobres e emergentes. Fato que pode ser explicado pelo baixo efeito colateral, disponibilidade e acessibilidade desses fitoterápicos. Entretanto, a qualidade desses medicamentos é questionável devido à falta de legislação e critérios rigorosos na produção desses produtos desde o início do processo até a sua disponibilidade no mercado consumidor. Portanto, o presente trabalho propõe determinar a composição inorgânica da *Arrabidaea chica* (HBK) Verlot, Ecotipo 1, que é uma planta medicinal muito utilizada pela população de Manaus para o tratamento de inflamação, feridas, trato intestinal, etc. Desta forma, estabelecer quais os efeitos do seu cultivo em solos contaminados por Pb, Ni, Cd, Cr, Co, Cu bem como de seu chá após a infusão. Na primeira etapa da pesquisa as plantas foram cultivadas em casa de vegetação durante quatro meses e contaminadas com os seguintes metais pesados: Ni 0,5, 1,0, 1,5, 2,0 e 3,0 mg Kg<sup>-1</sup> e Pb 0,5, 1,0, 2,0, 3,0 e 5,0 mg Kg<sup>-1</sup>. Na segunda etapa da pesquisa as mudas foram contaminadas com os seguintes metais: Cd 0,5, 1,0, 1,5, 2,0 e 3,0 mg Kg<sup>-1</sup> e Cr 20,0, 40,0, 60,0, 80,0 e 100,0 mg Kg<sup>-1</sup>. Enfim, na terceira etapa da pesquisa as mudas foram contaminadas com os seguintes metais: Co 0,5, 1,0,

1,5, 2,0 e 3,0 mg  $kg^{-1}$  e Cu 0,5, 1,0, 2,0, 3,0 e 5,0 mg  $^{-1}$ . Após três meses de cultivo, as mudas foram coletadas, divididas em folha, raiz e caule. Partes da planta foram digeridas com ácido perclórico e ácido nítrico a 120° C durante 2 horas. Em seguida submetidas a análises químicas por espectrometria de absorção atômica em chama (FAAS) nas folhas e nos chás de *A. chica*. Os resultados obtidos serão tratados pela análise de variância usando o teste de Tukey para verificar o efeito de cada metal sobre as folhas e chás.

# Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Objetivos</b>	<b>10</b>
2.1	Geral . . . . .	10
2.2	Específicos . . . . .	10
<b>3</b>	<b>Revisão Bibliográfica</b>	<b>12</b>
3.1	Propriedades Fitoterápicas de <i>A. chica</i> . . . . .	12
3.2	Metais em Plantas Medicinais . . . . .	19
3.3	Toxicidade dos Metais . . . . .	25
<b>4</b>	<b>Materiais e Métodos</b>	<b>27</b>

4.0.1	pH em Água . . . . .	27
4.0.2	pH em $CaCl_2$ . . . . .	28
4.0.3	Determinação de Ca, Mg e Al . . . . .	28
4.0.4	Determinação de P, K, Na e Micronutrientes . . . . .	29
4.0.5	Micronutrientes (Zn, Cu, Fe e Mn) . . . . .	29
4.0.6	Acidez Potencial ( $H^+ + Al^{3+}$ ) . . . . .	30
4.0.7	Matéria Orgânica (MO) . . . . .	30
4.1	Contaminação do solo . . . . .	31
4.1.1	Análise de metais pesados nos solos . . . . .	32
4.1.2	Análise de metais pesados nas folhas e chás . . . . .	32
4.2	Teste de Tukey . . . . .	33
<b>5</b>	<b>Resultados</b>	<b>34</b>
<b>6</b>	<b>Conclusão</b>	<b>37</b>
<b>7</b>	<b>Referências Bibliográficas</b>	<b>38</b>



# Lista de Figuras

3.1	Estrutura da flavona (CARAJURUFLAVONA) identificada por Takemura et al. (1995) . . . . .	16
3.2	Estruturas isoladas de 1–4 antocianidinas. Adaptado de Zorn et al. (2001). . . . .	17
3.3	Estrutura química da Thevetiaflavona. Fonte: Takemura et al. (1995) . . . . .	18
3.4	Resultado de uma pesquisa da OMS sobre a legislação de controle do uso de plantas medicinais . . . . .	26
4.1	Balde de poliestireno usado para o plantio . . . . .	31
5.1	Mudas de <i>A. chica</i> cultivada em casa de vegetação . . . . .	35

# Lista de Tabelas

3.1	Concentrações ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) de metais presentes em três espécies de plantas medicinais . . . . .	20
3.2	Distribuição das concentrações ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) de metais pesados em caules de plantas medicinais . . . . .	21
3.3	Distribuição das concentrações ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) de metais pesados em frutos de plantas medicinais . . . . .	22
3.4	Distribuição das concentrações ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) de metais pesados em folhas de plantas medicinais . . . . .	22
3.5	Concentrações totais de metais considerados excessivos do ponto de vista de fitotoxidez . . . . .	23
3.6	Sintomatologia da toxidez por alguns metais pesados . . . . .	24
5.1	Medidas (cm) das mudas após três meses de cultivo . . . . .	36

# Capítulo 1

## Introdução

Historicamente os fitoterápicos têm sido uma alternativa na terapêutica de várias patologias, o que resultou e, ainda resulta no desenvolvimento de novas drogas, bem como a identificação de compostos químicos cada vez mais eficiente no combate de diversas doenças, como diarréias, anemia, leucemia etc. Por outro lado, o ato do consumo indiscriminado de fitoterápicos, que ainda não tiveram sua identificação química definida e farmacognóstica, vem preocupando vários especialistas.

Para reduzir os riscos de contaminação e produto fora das especificações, a farmacopéia brasileira exige a realização de um controle de qualidade que seja seguro e eficaz para os fitoterápicos. Entretanto, muitos parâmetros de identificação e pureza de grande número de drogas vegetais ainda não foram bem definidos, o que acaba gerando uma série de adulterações e problemas de qualidade dos fitoterápicos (OLIVEIRA et al., 2003).

Os fitoterápicos são utilizados na maioria das vezes sem uma avaliação, por exemplo, da quantidade de metais presentes nos chás. Dependendo do tipo de planta ela pode apresentar alta capacidade de absorver metais. Devido a essa capacidade muitas plantas são usadas como fitorremediadoras de metais pesados. De outro modo, o processo de absorção de metais em plantas medicinais, confere ao chá e mesmo ao extrato altas concentrações de metais pesados.

Dentre as drogas vegetais muito utilizadas como matéria-prima de fitoterápicos tem-se *Arrabidaea chica* (HBK) Verlot conhecida popularmente como crajiru. Segundo Castro e Lima (1989) essa planta é usada como agente adstringente e antiinflamatório na preparação de remédios para cólicas intestinais, diarreias sanguinolentas, leucorreia, anemia e leucemia pela população Amazônica. A *A. chica* é encontrada em três ecotipos, cuja diferença básica é a largura de suas folhas. Em Manaus, não existe nenhum critério de cultivo para essa planta. Assim, a *A. chica* é encontrada nas margens de igarapés contaminados, como igarapé do Quarenta, em fundos de quintais misturadas ao lixo etc. É necessário, portanto, estabelecer qual é a capacidade dessa planta, bem como, quanto desses elementos estão contidos nos respectivos chás após a infusão.

Assim, no presente projeto é proposto o estudo em casa de vegetação sobre a capacidade de absorção de metais pesados do ecotipo 1, variedade da *A. chica* que é utilizada cotidianamente pela população de Manaus, para estabelecer o quanto de metal adicionado ao solo é transferido para a planta e conseqüentemente o chá.

# Capítulo 2

## Objetivos

### 2.1 Geral

Elaborar parâmetros que sirvam de suporte para o controle de qualidade da *A. chica*, de modo que as influências de áreas impactadas por metais pesados sejam bem avaliadas.

### 2.2 Específicos

1. Cultivar a *A. chica* em casa de vegetação utilizando solos contaminados artificialmente por Co e Cu;
2. Determinar a concentração de Fe, Cu, Mn, Cr, Co, Ca, Mg, Zn, Na e K e verificar o efeito da contaminação por Co e Cu sobre as folhas da *A. chica* e respectivos chás;

3. Estabelecer qual é a capacidade máxima da *A. chica* de absorver os metais Co e Cu.

# Capítulo 3

## Revisão Bibliográfica

### 3.1 Propriedades Fitoterápicas de *A. chica*

Planta de nome comum crajiru, carajirú, carajurú, cipó-pau, cipo-cruz, guaajurú, guarajurú-piranga, parirí (Brasil: Amazonas); chica, piranga, piranga, bija, cabalito (Colômbia); curi, curi-huasca, cudio (Colômbia: Siona, Ingano, Huitoto); nea-curi, makuri, koo-ri (Equador: Siona); taii (Equador: Ashuar-Jivaro); puca panga, barqui (Peru); barqui (Venezuela) (PIO CORRÊA, 1984; SIAMAZÔNIA, 2003; PLANTAMED,2005).

Trepadeira de ramos cilíndricos e glabros enquanto jovens, depois tetrágonos, lenticelado-verrucosos e estriados; folhas pecioladas, compostos de dois ou três folíolos com um cirrho intermédio simples e terminal; folíolos peciolulados, oblongos, oblongo-lanceolados ou ovado-lanceolados, raramente ovados e quase sempre curto-agudo-acuminado, obtusos

na base, glabros nas duas páginas, coriáceos, reticulado-venesosos, discolorados ou concolorados; cálice densamente pulverulento; flores campanulado-infundibiliformes, róseas ou violáceas ou púrpureo-bracacentas com face branca, aveludadas, dispostas em panícula terminal piramidal, frouxa, até 22 cm de comprimento; fruto de cápsula linear, alongada, aguda dos dois lados e com uma nervura média saliente nas valvas, glabra, castanho-ferrugínea; sementes ovóides (PIO CORRÊA, 1984).

É uma Liana lenhosa, que possui tronco quadrangular, acinzentado; ramos cinza-claros, estriados; folíolos glabros, com glândulas esparças, e que ao secar tornam-se vermelha, suas folhas. É encontrada e/ou cultivada em campinarana vertente, platô e em capoeiras, distribuiu-se na América Central até a Argentina (RIBEIRO et al., 1999).

Costa e Lima (1989) citados por Takemura et al. (1995) relatam a ocorrência do gênero *A. chica* na América Tropical, do sul do México ao Brasil central. Embora *A. chica* f. *cuprea* tenha ocorrência limitada no sul do Brasil, Paraguai e nordeste da Argentina, *A. chica* é muito comum na região Amazônica, onde tem sido largamente usada como agente adstringente e antiinflamatório na preparação de remédios para cólicas intestinais, diarréias sanguinolentas, leucorréia, anemia e leucemia.

De suas folhas secas, por maceração, pode ser obtida uma tinta de cor vermelha, insolúvel em água, porém solúvel em álcool e óleo. Os índios da Amazônia misturavam essa tinta com o óleo de andiroba e utilizavam essa mistura para pintarem o corpo e o rosto, antes de entrarem no mato. Acredita-se que fosse para afugentar os insetos do seu corpo. Essa tinta e as folhas das plantas são usadas como remédio contra as disenterias e no tratamento das impingens, esta última de aplicação local externa, sendo



também considerado afrodisíaco (RODRIGUES, 1989). Apesar de sua larga distribuição geográfica, sua exportação industrial e conseqüente exportação, só foi feita pelo porto de Manaus, nos tempos coloniais e mesmo há uns 20 anos ou pouco mais (PIO CORRÊA, 1984).

Mell (1922) *apud* Santos(1997) descreve a utilização do cajuru no interior da Amazônia como corante para algodão, tendo sido exportado em pequena escala no início do século, como corante vermelho americano, proveniente de fermentação das folhas, seguida de ebulição. Além de ser utilizado como corante de corpo e utensílios.

Teran (1997) citado por Kalil Filho et al. (2000) destaca suas propriedades terapêuticas para enfermidade da pele (impingem, fêridas, úlceras), propriedades adstringentes, contra cólica intestinal, diarréia com sangue, piodermite, corrimento vaginal. O autor descreve, ainda, que há relatos de grande efeito contra o câncer de boca, de útero, leucemia e como antiinflamatório. Por sua vez, Xangai (2005) acrescenta que a *A. chica* é utilizada popularmente para fazer lavagem vaginal e banho de assento tanto para homens quanto para mulheres, para aliviar e até resolver problemas de infecção.

Os Tikunas e os Makunas preparam uma infusão das folhas de cajuru para realizar lavagens oculares em caso de conjutivite especialmente em crianças. As mulheres Ashuar-Jívaro mastigam as folhas de cajuru para enegrecer os dentes. Em Iquitos *A. chica* é cultivada para aproveitar suas qualidades como antiinflamatório e por seus efeitos benéficos sobre a enfermidades da pele (SIAMAZÔNIA, 2005; RAIN TREE HEALTH, 2005)

Chapman et al. (1927) citado por Takemura et al. (1995) e Alcerito et al. (2002) identificaram e nomearam um corante vermelho, constituinte do crajiru, como 3-desoxiantocina, carajurina. Já Harbone (1967) e Scogin (1980) também citados propõem que a ocorrência desse raro pigmento em Bigniniaceae é provavelmente restrita a espécie *A. chica*.

Essa planta possui composição química como a presença de ácido anísico, alcalóides, bixina, carajurina, carajurone (pigmentos flavônicos), cianocobalamina, cumarinas, 3-deoxiantocianidina, ferro assimilável, flavonóides, genipina, pseudoindicadores, quinonas, saponinas, taninos, triterpenos (PLANTAMED, 2005; SIAMAZÔNIA, 2005).

A literatura destaca a *A. chica* como estimulante eficaz da hematopoiese, por possuir em sua composição ferro assimilável e cianocobalamina (AABI MAPINGUARI, 1999; PLANTAS MEDICINAIS DE USO POPULAR, 1999), fato este rebatido por Arakian et al. (1999) que em seu estudo, usando parâmetros de biodisponibilidade do ferro, concluiu que o ferro contido no crajiru não é biodisponível.

Em seus estudos, Santos (1997) e Andrade (1997) identificaram através de reações características a presença de flavonóides, saponinas e taninos; entretanto, testes para alcalóides e antraquinonas foram negativos.

Ponniah e Seshadri (1953) citados por Zorn et al. (2001) descrevem que a coloração vermelha das folhas de *A. chica* é devida ao composto 3-desoxiantocianidina, nomeado pelos autores de Carajurina (6,7-dihidroxi-5,4'-dimetoxi-flavium). Este composto é facilmente transformado no seu correspondente o cloreto de carajuridina, que é o causador de manchas na pele de tom vermelho brilhante.

Takemura et al. (1995) identificou uma nova flavona nas folhas de *A. chica*: a 6,7,3',4'-tetrahydroxi-5-metoxiflavona (Figura 3.1), chamada carajuflavona, cuja estrutura sendo estabelecida por análise espectroscópica ( $^1\text{H}$ -RMN,  $^{13}\text{C}$ -RMN e UV-VIS).

Figura 3.1: Estrutura da flavona (CARAJURUFLAVONA) identificada por Takemura et al. (1995)

Llabres et al. (2002) também encontraram duas novas 3-deoxiantocianidinas, são elas 6,7,3',4'-tetrahydroxi-5-metoxiflavilium e 6,7,4'-trihydroxi-5-metoxiflavilium (carajurona). Estes compostos foram isolados e identificados nas folhas de uma *A. chica* nativa da América Tropical. Para elucidação das estruturas foi usada a  $^1\text{H}$ -RMN,  $^{13}\text{C}$ -RMN e HPLC-MS, juntamente com a difração de raios X de mono cristal (LLABRES et al., 2002).

Zorn et al. (2001) isolaram quatro tipos de 3-desoxiantocianidinas da *A. chica*, que foram identificadas por HPLC. As principais características desses compostos é que o número 1 e 2 possuem coloração amarelo alaranjado, enquanto que o 3 e a 4 coloração vermelha (Figura 3.2).

Figura 3.2: Estruturas isoladas de 1–4 antocianidinas. Adaptado de Zorn et al. (2001).

Um estudo prévio das folhas de *A. chica*, denominada de carajurú, reporta a presença de antocianidinas, flavonóides, taninos e fitosteróis em adição a 7,4'-hidroxi-5-metaflavona (thevetiaflavona), mostrada na Figura 3.3 (TAKEMURA et al., 1995).

Alguns testes farmacológicos realizados com extrato aquoso de *A. chica* evidenciam que a  $DL_{50}$  em camundongos, ultrapassa os 2 kg/i.p. e 6 kg/v.o. Testes de toxicidade crônica, indicam que a infusão é bem tolerada pelos animais que não apresentam nenhum sinal ou sintoma anormal ou alterações histopatológicas nos órgãos examinados ao fim de 120 dias de administração contínua (OLIVEIRA, 1996).

Figura 3.3: Estrutura química da Thevetiaflavona. Fonte: Takemura et al. (1995)

Sampaio et al. (1998) citado por Ishikawa (2003) descreveu que o extrato aquoso de folhas secas desta espécie, testado no modelo de plerisia induzida por zimosan e na ativação *in vivo* de linfócitos em camundongos, apresenta atividade imunofarmacológica. O extrato foi capaz, ainda, de inibir a produção de óxido nítrico por macrófagos estimulados *in vivo*. Da mesma forma, foi eficaz na liberação de IFN- $\gamma$  (81,34%) por esplenócitos estimulados *in vitro* com Concanavalina A. A administração i.v. do extrato causou um aumento da expressão do CD4/CD8. Esses resultados confirmam a atividade antiinflamatória descrita no uso popular e sugerem também atividade imunoreguladora para esta espécie.

Andlauer et al. (1999) e He (2000), utilizando CLAE/UV, identificaram ainda nos extratos metanólicos das variedades a presença de compostos fenólicos, supostamente flavonóides (ANDLAUER et al., 1999 e HE, 2000).

Mendes et al. (2002) *apud* Ishikawa (2003) também descreve, em seu estudo clínico preliminar a ação cicatrizante e antiinflamatória da *A. chica*. Para tanto foi utilizada uma formulação creme elaborada a partir do extrato glicerinoalcoólico das folhas de *A. chica*, incorporado à base dermocosmética monoesterato de glicerina, na concentração

de 2% de extrato. Os testes foram realizados em escoriações e queimaduras de 1º e 2º graus, em pacientes atendidos em um Centro de Saúde de Manaus em duas fases. A fase I teve por objetivo avaliar a hipersensibilidade cutânea em voluntários sadios com o uso tópico do creme três aplicações ao dia durante cinco dias. Após o uso, não ocorreu qualquer tipo de alteração física na área testada e regiões adjacentes. Na fase II foram avaliadas atividades antiinflamatória e cicatrizante do creme de *A. chica* em voluntários portadores de escoriações e queimaduras de 1º e 2º graus.

Lima et al. (1995) *apud* Andrade (1997) realizaram estudos químicos e microbiológicos da *A. chica*, com a finalidade de isolar seus princípios ativos e ação antimicrobiana. sendo obtidos dois extratos: um com ciclohexano e outro com acetato de etila. O segundo extrato revelou que o mesmo possui para diversas espécies de *Cândida* e *Mycobacterium* e para representantes dos fungos filamentosos e bactérias gram-positivas.

## 3.2 Metais em Plantas Mediciniais

A identificação e quantificação dos metais pesados em plantas medicinais é importante, além de fazer parte do controle de qualidade das indústrias farmacêuticas. Uma das principais razões para esse controle é determinar se as concentrações de metais não estão excedendo os níveis tolerados pelo organismo. Entretanto, as concentrações desses elementos variam de planta para planta. Nookabkaew et al. (2006), estudando algumas espécies de plantas medicinais, observaram que a quantidade de metais variam de acordo com a espécie de planta medicinal (Tabela 3.1). Abou-Arab e Abou Donia (2000), estudando 20 diferentes tipos de plantas medicinais, observaram que a concentração dos

metais pesados Pb, Cd, Cr, Ni, Sn, Zn, Mn, Cu e Fe variou em relação a utilização da planta. Foram encontrados valores diferenciados para caule (Tabela 3.2), frutos (Tabela 3.3) e folhas (Tabela 3.4), e que em alguns casos excederam os níveis permissíveis.

Tabela 3.1: Concentrações ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) de metais presentes em três espécies de plantas medicinais

Metal	<i>G. pentaphyllum</i>		<i>C. sinensis</i>		<i>M. alba</i>	
	Mín.- Máx.	Média	Mín.- Máx.	Média	Mín.- Máx.	Média
Mg	1756 - 7739	5178	783,6 - 2549	2017	3078 - 5188	4243
Al	204,0 - 6130	2014	564,4 - 2740	1179	33,00 - 463,6	180,3
Ca	5583 - 34070	20460	1384 - 6550	4473	15286 - 25182	21048
V	0,207 - 7,721	2,029	0,081 - 0,536	0,226	0,060 - 0,732	0,273
Cr	0,434 - 12,42	2,892	0,205 - 10,54	1.476	0,250 - 1,419	0,790
Mn	43,42 - 259,4	136,6	229,4 - 1512	813,6	75,27 - 352,7	155,6
Fe	125,5 - 2321	791,4	20,91 - 318,3	167,1	89,46 - 408,2	200,0
Co	0,079 - 1,061	0,392	0,119 - 0,765	0,294	0,041 - 0,239	0,095
Ni	0,530 - 6,600	2,349	2,281 - 9,194	5,633	0,368 - 2,171	0,960
Cu	5,141 - 15,48	9,146	3,075 - 22,42	15,20	5,724 - 11,09	8,074
Zn	25,43 - 61,95	46,26	10,13 - 55,40	32,17	19,16 - 34,42	28,46
As	0,070 - 0,750	0,349	0,010 - 0,238	0,088	0,041 - 0,449	0,170
Se	0,00 - 0,069	0,032	0,014 - 0,508	0,096	0,037 - 0,276	0,114
Sr	8,128 - 212,1	96,79	1,534 - 24,23	11,91	21,70 - 138,1	72,18
Cd	0,021 - 4,772	1,270	0,002 - 0,100	0,035	0,001 - 0,022	0,008
Sb	0,008 - 0,102	0,028	0,002 - 0,076	0,022	0,00 - 0,011	0,001
Ba	4,322 - 168,2	81,88	3,042 - 50,70	22,74	5,439 - 180,6	74,32
Hg	0,00 - 0,041	0,005	<i>nd</i>	<i>nd</i>	0,00 - 0,032	0,002
Pb	0,361 - 64,40	9,312	0,060 - 53,89	3,930	0,118 - 1,185	0,401

FONTE: Nookabkaew et al. (2006)

*nd* = não detectado, Máx. = valor máximo de concentração encontrado na planta, Min. = valor mínimo.

Tabela 3.2: Distribuição das concentrações ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) de metais pesados em caules de plantas medicinais

Planta	Pb	Cd	Cr	Ni	Sn	Zn	Mn	Cu	Fe
<i>Geranium</i>	11,4±4,6	1,06±0,24	16,2±3,8	1,1±0,6	0,03±0,01	12,1±6,1	26,4±8,1	4,8±2,1	516±31
<i>Basil</i>	4,45±1,48	1,26±0,64	8,75±2,44	2,85±1,85	0,02±0,006	35,5±4,1	57,9±9,5	6,8±1,5	671±20
<i>Marjoram</i>	14,4±4,5	2,05±1,09	25,25±6,49	2,15±0,99	0,04±0,01	10,59±2,49	28±2,5	3,95±1,94	671±24
<i>Peppermint</i>	5,1±1,9	1,35±0,66	12,88±4,19	0,96±0,14	0,05±0,02	11,14±3,19	78,9±6,9	2,11±0,99	620±21
<i>Spearmint</i>	5,8±1,6	1,9±0,9	19,75±3,66	1,45±0,49	0,06±0,02	18,9±3,4	88,9±14,8	9,8±1,4	1046±33
<i>Mallow</i>	1,14±0,88	1,06±0,41	3±0,99	0,61±0,26	0,01±0,006	11,6±1,4	22,4±4,1	10,9±2,4	512±11
<i>Dill</i>	1,49±0,94	1,90±0,64	9,25±1,49	1,59±0,69	0,06±0,02	11,55±2,49	77±11	2,1±0,8	848±21
<i>Celery</i>	1,13±0,22	2,44±0,94	2,47±0,96	0,64±0,22	0,02±0,01	23±6,4	28,8±5	8,5±1,5	297±20
<i>Parsley</i>	2,59±0,98	1,95±0,48	9±1	1,93±0,64	0,03±0,01	13,40±1,98	26,75±2,96	11±3,4	764±21
<i>Cumin</i>	1,7±0,6	1,68±0,2	21,88±3,2	0,74±0,20	0,07±0,02	28,9±4	26,6±2,9	2,16±0,96	301±21
<i>Tea</i>	3,45±1,9	<i>nd</i>	9,75±0,9	1,9±0,3	0,1±0,06	8±1	343±20	1,8±0,6	145±33

FONTE: Abou-Arab e Abou Donia (2000)

*nd* = não detectado



Tabela 3.3: Distribuição das concentrações ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) de metais pesados em frutos de plantas medicinais

Metal	<i>Caraway</i>	<i>Anise</i>	<i>Fennel</i>	<i>Coriander</i>	<i>Dill</i>	<i>Black Pepper</i>
Pb	6,40±1,10	1,60±0,40	1,80±0,40	4,33±1,25	1,64±0,55	0,10±0,60
Cd	1,36±0,89	2,40±0,60	2,20±1,96	1,69±0,32	1,70±0,70	1,16±0,55
Cr	20,5±11,9	21,0±1,40	20,5±4,20	33,75±8,68	22,0±4,74	11,19±1,16
Ni	1,30±0,09	<i>nd</i>	<i>nd</i>	0,71±0,13	<i>nd</i>	<i>nd</i>
Sn	0,09±0,06	<i>nd</i>	<i>nd</i>	0,05±0,02	<i>nd</i>	<i>nd</i>
Zn	26,2±2,44	62,5±6,20	68,8±4,46	10,69±3,53	63,50±12,0	35,0±3,20
Mn	23,0±4,10	36,0±4,50	31,8±3,68	9,88±2,68	23,3±4,6	35,0±6,35
Cu	8,45±6,10	11,4±1,10	11,1±6,30	2,78±0,78	10,7±1,23	8,4±2,18
Fe	190±8,40	101,6±11,36	114±8,00	161±23,0	289±21,0	27,0±4,14

FONTE: Abou-Arab e Abou Donia (2000)

*nd* = não detectado

Tabela 3.4: Distribuição das concentrações ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) de metais pesados em folhas de plantas medicinais

Metal	<i>Chamomile</i>	<i>Karkade</i>	<i>Saffron</i>
Pb	6,19±1,88	0,50±0,10	1,10±0,50
Cd	1,30±0,60	1,34±0,30	1,20±0,60
Cr	21,60±8,10	17,83±1,88	17,0±3,90
Ni	2,78±0,88	1,50±0,90	<i>nd</i>
Sn	0,08±0,02	0,06±0,02	<i>nd</i>
Zn	24,70±6,80	9,25±1,33	24,40±2,98
Mn	53,0±14,0	289±30,30	43,60±4,40
Cu	8,88±1,38	<i>nd</i>	11,30±2,40
Fe	825±14,0	<i>nd</i>	247±7,00

FONTE: Abou-Arab e Abou Donia et al. (2000)

*nd* = não detectado

Diferenças da concentração de metais pesados em plantas depende também do local onde são cultivadas. As espécies vegetais, de modo geral, apresentam grande variação quanto à absorção de metais pesados (HEART *et al.*, 1998) As raízes, geralmente, constituem o principal órgão da planta envolvido na absorção e, portanto, quase sempre, as maiores concentrações de metais pesados são, também, encontradas nesta parte da planta

(GRANT *et al.*, 1998).A Tabela 5.1 apresenta as concentrações totais de elementos considerados excessivos do ponto de vista de fitotoxidez. Os números se referem a teores totais e não aos disponíveis.

Tabela 3.5: Concentrações totais de metais considerados excessivos do ponto de vista de fitotoxidez

Elemento	Teores (mg kg <sup>-1</sup> )
Ag	2
As	15 - 50
B	25 - 100
Be	10
Br	10 - 20
Cd	3 - 8
Co	25 - 50
Cr	75 - 100
Cu	60 - 125
F	200 - 1000
Hg	0,3 - 5
Mn	1500 - 3000
Mo	2 - 10
Ni	100
Pb	100 - 400
Sb	5 - 10
Se	5 - 10
Sn	50
Ti	1
V	50 - 100
Zn	70 - 400

FONTE: Kabata-Pendias e Pendias (1985)

A Tabela 3.5 resume o efeito dos metais pesados em excesso nas plantas. É importante conhecer a capacidade de absorção, acúmulo e distribuição de metais pesados e o comportamento das plantas, quando contaminadas pelos mesmos, a fim de se garantir o uso medicinal.

Tabela 3.6: Sintomatologia da toxidez por alguns metais pesados

Elemento	Sintomas
Cd	Folhas com margens pardas; clorose; pecíolos e nervuras avermelhadas
Co	Clorose nas folhas novas; extremidades e margens esbranquiçadas; extremidades das raízes danificadas
Cr	Clorose nas folhas novas; raízes pouco desenvolvidas
Cu	Folhas inicialmente verde escuras; depois clorose em manchas aquosas e podem ficar quase negras.
Fe	Folhas verdes escuras; redução no crescimento da parte aérea e raízes; folhas avermelhadas
Mn	Amarelecimento ou cor parda nas folhas; raízes pouco desenvolvidas
Pb	Folhas verde escuras, murchamento das folhas mais velhas; parte aérea pouco desenvolvida
Zn	Clorose e bronzeamento das folhas mais novas, atraso no crescimento; raízes semelhantes à arame farpado
Ni	Clorose intervenal das folhas ou cor verde cinza; raízes pardas e curtas

FONTE: Malavolta (1980 e 1994)

### 3.3 Toxicidade dos Metais

O benefício ou malefício de uma planta medicinal depende dos princípios ativos de seus extratos e a presença de metais como Co, Cr, Cu, Fe, Mg, K, Zn e etc tem papel importante na ação do fitoterápico produzido. Considerando a complexidade destas drogas e suas inerentes variações biológicas, torna-se necessário avaliar sua segurança, eficácia e qualidade. Hooker (1987), por exemplo, afirma que Cr, Mg e Zn exerce uma presença ativa no metabolismo de colesterol bem como de doenças do coração. A presença de Cr e Mn nas plantas é correlacionada às prioridades terapêuticas contra diabetes e doenças cardiovasculares (PERRY, 1972). Deficiência ou excesso de Cu, Mn, Cr, Mg e K pode causar desordem em vários órgãos. (AHMED RALIMAN, QADIRUDDIN e BADOR, 1994). Estes elementos são responsáveis também por tomar parte do sistema neural participando no sistema de transmissão de impulso nervoso, além de estarem constituindo moléculas biológicas, desta vez, sendo cofatores de várias enzimas (MAYER e VYKLICKY, 1989).

Existe um consenso na literatura que os metais podem reagir diretamente como DNA. Uma quantidade grande de centros nucleofílicos dos ácidos nucleicos possuem alta afinidade pelos metais. Destacando a interação cruzada que ocorre entre o DNA e  $Cu^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Co^{2+}$  e  $Mn^{2+}$ . acredita-se que essas interações são responsáveis por uma série de modificações na base nitrogenada do DNA, o que tem como principal problema o surgimento de câncer (MAIGA et al., 2005)

Para saber qual a real situação da regulamentação para o controle e uso de plantas medicinais a Organização Mundial de Saúde (OMS) realizou uma pesquisa em 92 países,

cujos resultados são apresentados na Figura 3.4, com o objetivo de saber se os mesmos possuem leis ou regulamentos para medicina tradicional.

Figura 3.4: Resultado de uma pesquisa da OMS sobre a legislação de controle do uso de plantas medicinais

No Brasil não existe atualmente nenhuma política nacional em medicina tradicional, porém o Ministério da Saúde está elaborando proposta para regulamentar o uso de medicina natural e complementar, o qual inclui fitoterápicos, acupuntura e homeopatia. O que existe atualmente é a Resolução RDC 48/2004, sendo esta é a quarta versão, que foi criada em 1967 no qual regulamenta medicamentos cujos princípios ativos são exclusivamente derivados de drogas vegetais. Entretanto essa resolução não possui como objetivo registros ou cadastros de plantas medicinais e suas partes. Esta situação merece atenção, pois há mais de 1000 espécies de plantas medicinais registradas porém nenhuma está incluída na lista de drogas essenciais. Também não se conhece a dinâmica dos metais pesados no ambiente, e os solos brasileiros, sendo a maioria ácidos, facilita a mobilidade dos mesmos. Por esta razão se faz necessário o controle de qualidade de plantas medicinais.

# Capítulo 4

## Materiais e Métodos

As amostras de Latossolo Amarelo superficial<sup>1</sup> não-contaminado foram secas ao ar, destorroadas, peneirada em malha de 2 mm (TFSA). Uma fração deste solo foi usada para as seguintes análises físicas e químicas segundo recomendação da EMBRAPA 1997 e 1999: pH em água e  $CaCl_2$ , concentração de Ca, Mg, Al, P, K, Na e micronutrientes, alumínio trocável, sódio trocável, acidez ( $H^+$  e  $Al^{3+}$ ) e matéria orgânica.

### 4.0.1 pH em Água

10,0 g de TFSA foi transferida para um copo de plástico juntamente com 25 mL de água deionizada, que foi agitada, em seguida, com bastão de vidro e deixada em repouso por um hora. Posteriormente, a mistura foi agitada novamente com bastão de vidro,

---

<sup>1</sup>Denominado normalmente de terriço

sendo então efetuada a leitura do valor de pH (EMBRAPA, 1999).

#### **4.0.2 pH em $CaCl_2$**

Colocou-se 10,0 g de TFSA em copo de plástico de 80 mL juntamente com 25 mL de solução de  $CaCl_2$  0,01 mol  $L^{-1}$ . Em seguida, agitou-se a mistura com bastão de vidro e deixando-a em repouso por 15 minutos. Agitou-se novamente a mistura com agitador de mesa com hélice por 5 minutos. Após a decantação da suspensão, foi efetuada a leitura do valor de pH em  $CaCl_2$  0,01 mol  $L^{-1}$  (EMBRAPA, 1999).

#### **4.0.3 Determinação de Ca, Mg e Al**

Cerca de 10,0 g de TFSA foi transferida para erlenmeyer de 125 mL com 100 mL de solução de KCl 1,0  $L^{-1}$ . A mistura foi agitada, em seguida, por 5 minutos em agitador horizontal circular, sendo deixada para decantar durante por 24 horas, após os montículos formados no fundo dos erlenmeyers serem desfeitos. A concentração de Ca, Mg foi realizada por espectrometria de absorção atômica de chama (FAAS), obedecendo ao seguinte procedimento:

- Retirada de cerca de 0,1 mL do extrato para erlenmeyer de 20 mL e adição de 4,9 mL de solução de lantânio 1 g  $L^{-1}$ .
- Medida de FAAS no comprimento de onda 422,7 nm em chama de ar-acetelino.

Para a determinação do Al o restante do extrato foi filtrado para um erlenmeyer de 125 mL, juntamente com três gotas de azul de bromotimol  $1 \text{ g L}^{-1}$ , seguida de titulação com solução de NaOH  $0,025 \text{ mol L}^{-1}$ .

#### **4.0.4 Determinação de P, K, Na e Micronutrientes**

Cerca de 10,0 g de TFSA foi transferida para erlenmeyer de 125 mL juntamente com 100 mL de solução extratora duplo-ácida ( $\text{HCl } 0,05 \text{ mol L}^{-1} + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ } 0,0125 \text{ mol L}^{-1}$ ). A mistura foi agitada, emtão, por cinco minutos em agitador horizontal circular e deixada para decantar 24 horas. A partir daí, 5 mL deste extrato foi transferidos para erlenmeyer de 125 mL, bem como 10 mL de solução ácida de molibdato de amônio diluída e 30 mg de ácido ascórbico em pó. A mistura foi agitada, em seguida, de um a dois minutos no agitador horizontal circular e deixada em repouso para o desenvolvimento da cor azul por uma hora. As medidas de fósforo foram efetuadas em espectrofotômetro de ultravioleta-visível no comprimento de onda de 660 nm.

No restante do extrato foram realizadas as medidas de K e Na por fotometria de chama.

#### **4.0.5 Micronutrientes (Zn, Cu, Fe e Mn)**

Colocou-se 5,0 g de TFSA em erlenmeyer de 125 mL. Adicionou-se 25 mL da solução extratora duplo-ácida. Agitou-se a mistura em agitador horizontal circular usando velocidade de 120 rpm, durante 5 minutos. Então, os micronutrientes Zn, Cu, Fe e Mn foram de-



terminados por FAAS, após extração com quelante do ácido dietilenotriaminopentacético a  $\text{pH} = 7,3$ . Os comprimentos de onda utilizados foram 213,9, 324,7, 248,3 e 279,5 nm, para Zn, Cu, Fe e Mn, respectivamente.

#### 4.0.6 Acidez Potencial ( $H^+ + Al^{3+}$ )

Colocou-se 5  $\text{cm}^3$  de TFSA em erlenmeyer de 125 mL. Adicionou-se 75 mL de solução de acetato de cálcio 0,5  $\text{mol L}^{-1}$   $\text{pH} 7,1-7,2$ , seguida de algumas agitação durante 6 horas. Após 24 horas de decantação, 25 mL deste extrato e três gotas de fenolftaleína a 10  $\text{g L}^{-1}$  foi transferidas para béquer de 100 mL. Em seguida, a mistura titulada com solução de NaOH 0,025  $\text{mol L}^{-1}$ .

#### 4.0.7 Matéria Orgânica (MO)

Cerca de 0,5 g de TFSA passada em peneira de 80 mesh foi transferida para erlenmeyer de 250 mL, juntamente com 10 mL da solução de  $K_2CO_3$  0,2  $\text{mol L}^{-1}$ . A mistura foi aquecida em placa aquecedora até a fervura branda por cinco minutos e, em seguida, deixada para resfriar. Após o resfriamento, juntou-se 80 mL de água deionizada, 1 mL de ácido ortofosfórico e três gotas difenilamina a 10  $\text{g L}^{-1}$ . Neste ponto, efetuou-se a titulação com solução de sulfato ferroso amoniacal 0,05  $\text{mol L}^{-1}$ .

## 4.1 Contaminação do solo

Para o cultivo das mudas de plantas, 44 baldes de poliestireno com capacidade 5 L foram adaptados (Figura 4.1), para que não houvessem perda dos metais pesados usados como contaminantes do solo. Em cada balde foram colocados cerca de 2,0 kg de TFSA, sendo, então, dispostos em casas de vegetação. Após 48 horas, mudas de *A. chica* ecotipo I, com cerca de 15 cm, foram plantadas nos baldes; ou seja, uma muda em cada balde.

Figura 4.1: Balde de poliestireno usado para o plantio

Após um mês de cultivo das mudas de *A. chica* no solo não-contaminado iniciou-se o processo de contaminação por Ni (0,5, 1,0, 1,5, 2,0 e 3,0 mg  $kg^{-1}$ ) e Pb (0,5, 1,0, 2,0, 3,0 e 5,0 mg  $kg^{-1}$ ), na primeira etapa da pesquisa, por Cd (0,5, 1,0, 1,5, 2,0 e 3,0 mg  $kg^{-1}$ ) e Cr (20,0, 40,0, 60,0, 80,0 e 100,0 mg  $kg^{-1}$ ), na segunda etapa da pesquisa e por Co

(0,5, 1,0, 1,5, 2,0 e 3,0 mg  $kg^{-1}$ ) e Cu 0,5, 1,0, 2,0, 3,0 e 5,0 mg  $^{-1}$  na terceira etapa da pesquisa. As concentrações escolhidas foram baseadas em resultados encontrados na literatura (ABOU-ARAB e ABOU DONIA, 2000 e NOOKABKAEW et al.,2006). Para cada concentração existia uma triplicada, cujos baldes escolhidos na casa de vegetação foi de forma casualizada para garantir a aleatoriedade do experimento. Durante três meses de cultivo em solo contaminado, os solos e as plantas foram coletadas para realização das análises químicas. Particularmente no caso das plantas chás foram produzidos via infusão e utilizados para as análises químicas.

#### **4.1.1 Análise de metais pesados nos solos**

Foram pesados 5,00 g de solo e colocados em tubos de ensaio de 50 mL, completando o volume com ácido clorídrico a 0,05 mol  $L^{-1}$ . Os tubos foram colocados em mesa agitadora, por 20 minutos. Após este período, colocados em repouso. Posteriormente, as amostras foram filtradas à vácuo em meio ácido utilizando filtro Millipore, e as concentrações de Ni e Pb determinadas por FAAS no comprimentos de onda 232,0 e 270,0 nm.

#### **4.1.2 Análise de metais pesados nas folhas e chás**

Foi pesado 0,250 g de matéria seca da amostra de planta e colocados em recipiente de Teflon, submetidos a tratamento com ácido fluorídrico por 24 horas. Após este período, as amostras foram filtradas e colocados em tubos de ensaio, acrescentou-se então 7,5

mL de uma mistura de  $HNO_3$  destilado e  $HClO_4$  (4:1), os tubos foram colocados em bloco digestor, a  $100\text{ }^\circ C$ , por 2 horas. Após este período, as amostras foram filtradas e transferidas para balão volumétrico de 50 mL, completando-se o volume com água deionizada. Posteriormente as concentrações de Ni e Pb medidas por FAAS da mesma forma citadas acima.

## 4.2 Teste de Tukey

Para o teste de análise de variância de Tukey, que é baseado na amplitude total estudentizada ("studentized range", em inglês), será utilizado para verificar os contraste entre as médias dos dados obtidos em cada tratamento. Este teste tem com vantagem o fato de ser exato e de uso muito simples quando o número de repetições é o mesmo para todos os tratamentos.

# Capítulo 5

## Resultados

As 44 (quarenta e quatro) mudas de *A. chica* foram adquiridas junto a Embrapa e plantadas, em solo não contaminado, nos baldes de poliestireno em casa de vegetação, conforme mostra a Figura 5.1. Após um mês de cultivo os solos foram contaminados com os seguintes metais pesados: Ni 0,5, 1,0, 1,5, 2,0 e 3,0 mg kg<sup>-1</sup> e Pb: 0,5, 1,0, 2,0, 3,0 e 5,0 mg kg<sup>-1</sup>. Ao final de cada mês as folhas foram coletadas, secas a 60°C e armazenadas para análises. Após três meses de cultivo as mudas foram medidas (Tabela 5.1), coletadas, juntamente com raiz, caule e folhas para digestão com ácido perclórico e ácido nítrico a 120°C e submetidos a análise em espectrometria de absorção atômica em chama (FAAS).

Os resultados parciais mostram, conforme a Tabela 5.1, que as mudas tiveram um crescimento máximo na concentração de 2,0 mg kg<sup>-1</sup> em ambos os contaminantes. Entretanto houve um decaimento no crescimento das mudas que possuíam concentrações superiores a 2,0 mg kg<sup>-1</sup>.

Na segunda fase do projeto as mudas encontram-se em estágio de desenvolvimento para posterior contaminação das mesmas dos metais Cd e Cr nas respectivas concentrações.

Figura 5.1: Mudas de *A. chica* cultivada em casa de vegetação

Tabela 5.1: Medidas (cm) das mudas após três meses de cultivo

Metal	Concentração contaminante (mg Kg <sup>-1</sup> )	Mínimo	Máximo	Média
Pb	0,5	28,0	58,5	43,3
	1,0	33,0	72,0	69,0
	2,0	53,0	95,0	74,0
	3,0	25,0	80,0	52,5
	5,0	36,0	58,0	47,0
Ni	0,5	25,0	67,0	46,0
	1,0	47,0	82,0	64,5
	1,5	29,5	102,0	65,8
	2,0	76,0	122,0	99,0
	3,0	33,0	114,0	73,5
	Branco	32,0	59,0	45,5
Cd	0,5	15,0	43,0	34,0
	1,0	28,0	52,0	41,0
	1,5	60,0	39,0	50,5
	2,0	29,0	51,0	42,0
	3,0	13,0	31,0	21,6
Cr	20,0	15,0	41,0	24,0
	40,0	19,0	43,0	29,75
	60,0	12,0	40,0	28,0
	80,0	36,0	77,0	40,25
	100,0	29,0	83,0	42,25
	Branco	12,0	20,0	16,3
Co	0,5	14,2	48,5	24,0
	1,0	25,0	55,0	29,75
	1,5	32,0	41,2	28,0
	2,0	37,0	84,0	40,25
	3,0	18,0	29,0	42,25
Cu	0,5	18,0	39,0	28,0
	1,0	15,0	46,0	34,00
	2,0	18,0	75,0	58,0
	3,0	29,0	62,0	41,0
	5,0	20,0	38,0	26,0
	Branco	10,0	34,0	28,0

## Capítulo 6

### Conclusão

Para as análises de espectrometria de absorção atômica as amostras estão em processo de tratamento. Sendo assim espera-se encontrar a quantidade de metal absorvida pela planta e estabelecer qual capacidade máxima de absorção dos metais estudados.



# Capítulo 7

## Referências Bibliográficas

AABI MAPINGUARI. **Tabela de plantas e seu uso habitual**. Disponível em: <<http://aabi.canal13.com.br>> Acesso em 30 nov. 1999.

ABOU-ARAB, A. A. K.; DONIA, M. A. A. Heavy metals in Egyptian spices and medicinal plants and the effect of processing on the their levels. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48 p. 2300-2304, 2000.

ALCERITO, T.; BARBO, F. E.; NEGRI, G.; SANTOS, D. Y. A. C.; MEDA, C. I.; YOUNG, M. C. M.; CHAVEZ, D.; BLATT, C. T. T. **Foliar epicutular wax of *Arrabidaea brachypoda*: flavonoids and antifungal activity**. *Biochemical Systematics and Ecology*. v. 30, p. 677-683, 2002.

ANDLAUER, W.; MARTENA, M. J.; FURST P. Determination of selected phytochemicals by reversed-phase high-performance liquid chromatography combined with ultraviolet and mass spectroetric detection. **Journal of Cromatography A**. v. 849, n. 2, p. 341-348, 1999.

ANDRADE, J. S. C. S. **Estudo de plantas da Amzônia ocidental com aplicação em dermatologia**. Relatório final. Manaus: Programa RHAE-CNPq, 1997.

AZEVEDO, F. A.; CHASIN, A. A. M. **Metais: gerenciamento da toxicidade**. São Paulo: Atheneu, 2003. 554 p.

CHAPMAN, E.; PERKIN, A. G.; ROBINSON, R. CCCCII. The colouring matters of carajuruna. **Journal of the Chemical Society**, p. 3015-3041, 1927.

CHIZZOLA, R.; MICHITSH, H.; FRANZ, C. Monitoring of metallic micronutrients and heavy metals in herbs, spices and medicinal plants from Austria. **Original Paper**, v. 216, p. 407-411, 2003.

CASTRO, P. R. C.; LIMA, E. A. (1989) **Brazilian-Sino Symposium on Chemistry and Pharmacology of Natural Products**. Rio de Janeiro, Brasil.

EMBRAPA. Biodiversidade - Conservação e Manejo. Brasília, 1994. 23p.

EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, 1997. 370p.

FARIAS, A. de A. **Análise cromatográfica comparativa dos extratos brutos das variedades de cajuru - *Arrabidaea chica* Verlot**. Relatório Final. Manaus: PIBIC, 2003.

GOMEZ R. M.; CERUTTI, S.; OLSINA, R. A.; SILVA, M. F.; MARTÍNEZ, L. D. Metal content monitoring in *Hypericum* pharmaceutical derivatives by atomic absorption and emission spectrometry. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v. 34, p. 569-676, 2004.

GRANT, C. A.; BUCKLEY, W. T.; BAILEY, L. D.; SELLES, F. Cadmium sensitivity inducing structural responses in *Salvinia molesta* Mitchell. **Canadian Journal of Plant Science**, HARBONE, J. B. Comparative biochemistry of the flavonoides - VI. Flavonoid patterns in the Gesneriaceae. **Phytochemistry**, v. 6, p. 1643-1651, 1967.

HE, X. G. On line identification of phytochemical constituents in botanical extracts by combined high-performance liquid chromatographic-diode array detection-mass spectrometric techniques. **Journal of Chromatography A**, v. 880, p. 203-232, 2000.

HART, J.J.; WELCH, R. M.; NORVELL, W.A.; SULLIVAN, L. A.; KOCHIAN, L.V. Characterization of cadmium binding, uptake and translocation in intact seedlings of bread and durum wheat cultivars. **Plant Physiology**, 116: 1413-142, 1998.

KABATA-PENDIAS, A. H. PENDIAS. **Trace elements in soils and plants**. CRC Press. Inc Boca Raton, 1985. 315 p.

KALIL FILHO, A. N.; KALIL, G. C.; LUZ, A. I. R. **Conservação de germosplasma de plantas aromáticas e medicianais da Amazônia Brasileira para o uso humano**. Comunicado Técnico Emprapa, Ministério da Agricultura e de Abastecimento, v. 50, p. 1-4, 2000.

LIMA, C. S. A.; OLIVEIRA, A. T.; CHIAPPETA, A. A.; SENA, K. X. F. R. LIMA, C. S. A. **Primeiras obserações sobre o fracionamento e purificação dos princípios ativos da *Arrabidaea chica Bur.*** Resumos. Congresso Brasileiro de Química, 35, Salvador: ABQ, 1995.

LLABRES, D. B. et al. New 3-deoxyanthocyanidins from leaves of *Arrabidaea chica* **Phytochemical Analyses.**, v. 13, n. 2, p. 114-119, 2002.

MAIGA, Ababacar. DIALLO, D. BYE, R, PAULSEN, B. S. Determination of etermination of some toxic and essential metal ions in medical and edible plants from mali. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v. 53, p. 2316-2321, 2005.

MELL, C. D. et al. Interesting sources of natural dyestuffs. **Textile Colorist**, v. 44, p. 321-325, 1922.

MENDES, A. G. R.; SERAFIM, F. G.; ROLAND, I. A.; COSTA, P. C.; BORRAS, M. R. L. **Avaliação da atividade cicatrizante da *Arrabidaea chica Verlot* em pacientes com escoriações e pequenas queimaduras, atendidos em Centro de Saúde de Manaus, Am.** In. Congresso Brasileiro de Farmacologia e Terapêutica Experimental, 2002, Àguas de Lindóia, Resumos, 2002.

NAITHANI, V.; KAKKAR, P. Effect of ecological variation on heavy metal content of some medical plants used as herbal tea ingredients in India. **Bulletin Environmental Contamination and Toxicology**, v. 76, p. 285-292, 2006.

NOOKABKAEW, S.; NUCHANART R.; SATAYAVIVAD J. Determination of Trace Elements in herbal tea products and Their infusions Consumed in Thailand. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, p. 6939-6944, 2006.

OLIVEIRA, K. P.; OLIVEIRA, F.; TOBIAS, M.; MARQUES, L. C. Controle de qualidade de drogas vejetais de farmácias de manipulação de Maringá. **Revista Brasileira de Ciências Framcêuticas.**, v. 39, supl. 1, 2003.

PIO CORRÊA, M. **Dicionário das Plantas úteis do Brasil**. Ministério da Agricultura. v. II. Brasília: IBDF, 1984, p. 31-32.

PLANTAMED. *Arrabidaea chica* Verlot. Disponível em < <http://www.platamed.com.br> > Acesso em 07 de jul. 2005.

PONNIAH, L.; SESHADRI, T. R. **Nuclear oxidation in flavones and related compounds**. Proceedings of the Indian Academy of Science A, v. 38, p. 77-83, 1953.

RAINTREE HEALTH. Disponível em: <<http://www.raintree-health.co.uk>> Acesso em 07 jul. 2005.

RIBEIRO, J. E. L. S. et al. **Flora da Reserva Ducke**: Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Ocidental. Manaus: INPA, 1999.

RODRIGUES, R. M. **A Flora da Amazônia**. Belém: CEJUP, 1989.

SAMPAIO, A. L. F.; CARVALHO, M. V., ROSAS, E. C.; BORRAS, M. L.; GUIMARÃES, A. C.; SIANI, A. C.; HENRIQUE, M. G. M. O. **Avaliação da atividade antiinflamatória do extrato aquoso de *Arrabidaea chica* Verlot (Bignoniaceae)**. Resumo: XII Resumo Anual da Federação de Sociedade de Biologia Experimental, Caxambu - MG, 1998, 110p.

SANTOS, M. A. dos. **Experimento patogênico com *Arrabidaea chica* Verlot, crajiru**. Relatório Final. Manaus: RHAE, 1997.

SCOGIN, R. Antiocianinas of the Bignoniaceae. **Biochemical Systematics and ecology**, v. 8, p. 273-276, 1980.

SIAMAZONIA. Disponível em: <<http://www.Siamazonia.org.pe>> Acesso em 07 jul.2005.

SOARES, C. R. F. S.; ACCIOLY, A. M. A.; MARQUES, T. C. L. L. S. M.; SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S. Acúmulo e distribuição de metais pesados nas raízes, caule e folhas de mudas de árvores em solo contaminado por rejeitos de indústrias de zinco. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 13, n. 3, p. 302-315, 2001.

TAKEMURA, O. S.; NOZAWA, Y.; IINUMA, M.; TOSA, H.; MIGUEL, O. G.; MOREIRA, E. A. A Flavone from Leaves of *Arrabidaea chica* f. cuprea. **Phytochemistry**, v. 38, n. 5, p. 1299-1300, 1995.

TERAN, E. **Processos extrativos e estrutura química do princípio ativo.** In: Jornada Paulista de Plantas Mediciniais, 3; Encontro Racine de Fitoterapia e Fitocosmética, 1., 1997, Campinas. São Paulo: Racine Qualificação e Acessoria S/C Ltda., p. 1-33, 1997.

XANGAI, J. **Moradores do Primavera criam hortas e jardins para melhorar a saúde.** In: Jardins da saúde: Fonte de Vida. Disponível em : <http://www2uol.com.br/pagina20/16072004/especial.htm>. Acesso em: 28 mai. 2005.

ZORN, B.; GARCIA-PINERES, A. J.; CASTRO, V.; MURILO, R.; MORA, G.; MERFORT, I. 3-desoxyanthocynidins from *Arrabidaea chica*. **Phytochemistry**, v. 56, p. 831-835, 2001.