



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE

GABRIELA EUSTÁQUIO LACERDA

**COMPOSIÇÃO QUÍMICA, FITOQUÍMICA E DOSAGEM DE
METAIS PESADOS DAS CASCAS DAS FOLHAS SECAS E DO GEL
LIOFILIZADO DE *Aloe vera* CULTIVADAS EM HORTAS
COMUNITÁRIAS DA CIDADE DE PALMAS, TOCANTINS**

PALMAS – TO
2016

GABRIELA EUSTÁQUIO LACERDA

**COMPOSIÇÃO QUÍMICA, FITOQUÍMICA E DOSAGEM DE
METAIS PESADOS DAS CASCAS DAS FOLHAS SECAS E DO GEL
LIOFILIZADO DE *Aloe vera* CULTIVADAS EM HORTAS
COMUNITÁRIAS DA CIDADE DE PALMAS, TOCANTINS**

Dissertação apresentada ao Mestrado
Profissional em Ciências da Saúde da
Universidade Federal do Tocantins para a
obtenção do título de Mestre.

Orientador: Dr. Guilherme Nobre Lima do
Nascimento

PALMAS – TO
2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

- L131c Lacerda, Gabriela Eustáquio.
Composição química, fitoquímica e dosagem de metais pesados das cascas das folhas secas e do gel liofilizado de Aloe vera cultivadas em hortas comunitárias da cidade de Palmas, Tocantins. . / Gabriela Eustáquio Lacerda. – Palmas, TO, 2016.
51 f.
- Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Pós-Graduação (Mestrado) em Ciências da Saúde, 2016.
Orientador: Guilherme Nobre Lima do Nascimento
1. Aloe vera. 2. Composição química. 3. Fitoquímicos. 4. Metais pesados.
I. Título

CDD 610

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

GABRIELA EUSTÁQUIO LACERDA

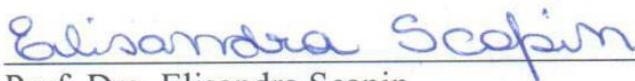
**COMPOSIÇÃO QUÍMICA, FITOQUÍMICA E DOSAGEM DE
METAIS PESADOS DAS CASCAS DAS FOLHAS SECAS E DO GEL
LIOFILIZADO DE *Aloe vera* CULTIVADAS EM HORTAS
COMUNITÁRIAS DA CIDADE DE PALMAS, TOCANTINS**

Dissertação apresentada ao Mestrado
Profissional em Ciências da Saúde da
Universidade Federal do Tocantins para a
obtenção do título de Mestre.

Aprovada em: 19 / 12 / 16.



Prof. Dr. Guilherme Nobre Lima do Nascimento
Orientador
Instituição: Universidade Federal do Tocantins



Prof. Dra. Elisandra Scapim
Examinadora Externa
Instituição: Universidade Federal do Tocantins



Prof. Dra. Renata Junqueira Pereira
Examinadora Interna
Instituição: Universidade Federal do Tocantins

Dedicatória

Dedico este trabalho especialmente aos meus pais, Rômulo e Elisabete, ao meu esposo Halison, e as minhas irmãs, Giulia e Giovana, por estarem sempre ao meu lado, pelo apoio, dedicação, compreensão e paciência de todos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por conduzir a minha caminhada, amparar nos momentos difíceis e me dar força interior para superar.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Guilherme Nobre Lima do Nascimento, por acreditar nesse projeto, por todos os seus ensinamentos, orientação e paciência.

A coordenação do curso de Pós-Graduação em Ciências da Saúde juntamente com seu corpo docente, pelas disciplinas ministradas e contribuição para a minha formação profissional

À minha família pelo apoio e estímulo incansável nas horas mais difíceis, sendo o meu porto seguro.

À minha amiga Julliany Dias, pela amizade e companheirismo gerado ao longo do desenvolvimento dessa caminhada, transpondo as análises e as intermináveis coletas.

Aos colegas de LABIC, Robson dos Santos, Diego Barbara, Deny Alves, em especial a Kallyana Moraes pelas boas contribuições e ao Ilsamar Mendes pelo auxílio com as programações no HPLC.

Ao Professor Dr. Tarso da Costa Alvim por permitir a realização de parte dos experimentos no laboratório que está sob sua coordenação e entender a necessidade da minha ausência em alguns períodos.

Aos colegas de LACIBS que sempre foram encorajadores, em especial aos colegas Rodolfo Castilho e Geshica Soares no auxílio das coletas;

Aos membros do LAMBIO, em especial Xu Cheng, Morgana, Marcela, Prof. Juliana e as técnicas Márcia e Cris.

Aos colegas de trabalho, em especial Douglas Martins e Jhonatha Barros, pela contribuição direta para realização deste trabalho.

Ao professor Tiago Dias, pelas considerações pertinentes e esclarecedoras.

A todos os colegas do Mestrado em Ciência da Saúde pelos momentos agradáveis de convivência;

A todos que participaram de forma direta ou indireta nesses dois anos de mestrado me apoiando e incentivando para realização desse sonho.

A todos meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

O consumo de plantas com finalidade terapêutica apresenta-se como fonte inesgotável na produção de medicamentos. Metabólitos produzidos, principalmente os metabólitos secundários, vêm se tornando uma fonte de moléculas potencialmente úteis para os seres humanos, com grande interesse nos setores alimentícios, farmacológicos e de cosméticos. Logo a análise de composição química de plantas, é importante, haja vista o grande interesse quanto à identificação das atividades biológicas presentes. A *Aloe vera*, popularmente conhecida como babosa, pertencente à família das Liliáceas. Apresenta mais de 75 componentes com potencial ação farmacêutica, sendo as moléculas ativas distribuídas tanto no gel quanto na casca da folha. Assim este trabalho teve como objetivo. Realizar análises de composição química, triagem fitoquímica e avaliar a presença de metais pesados em babosa (*Aloe vera*) cultivada em hortas comunitárias na cidade de Palmas. Coletaram-se folhas adultas em sete hortas comunitárias. Após retirada do conteúdo mucilaginoso para liofilização, as cascas das folhas foram submetidas à secagem em estufa de circulação. A composição centesimal, umidade (determinador de umidade), carboidratos (método por diferença), lipídeos (método de Soxhlet, IAL, 2008), cinzas, proteína bruta, e fibra bruta foram realizados segundo método AOAC (2005), determinação de minerais por espectrofotometria de absorção atômica, pesquisa fitoquímica segundo Matos (1997), análise fitoquímica por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE). E determinação de metais pesados seguiu metodologia proposta pela Embrapa (2009). O teor de umidade teve variância entre 07,06 a 10,62% enquanto as porcentagens médias de cinzas, proteína bruta, lipídeos e fibra bruta foram de 13,62 a 32,63, 5,58 a 7,47, 0,58 a 2,04, 16,22 a 16,49% respectivamente. A análise fitoquímica permitiu identificar ácido gálico, catequina, galocatequina, ácido elágico, naringina, miricetina, quercetina e kaempferol. Tais compostos são dispostos na literatura como potenciais benéficos a saúde humana. Não foi detectado presença de metal pesado nas amostras analisadas. A investigação deste trabalho forneceu uma parcela de informações sobre a composição química, composto bioativo e contaminantes por metal pesado para plantas de *Aloe vera* cultivadas em hortas comunitárias na cidade de Palmas – TO. Serão necessárias novas investigações ao longo do ano para que se avalie como a sazonalidade pode interferir no teor de tais compostos.

Palavras-chaves: *Aloe vera*, composição química, fitoquímica, metais pesados.

ABSTRACT

The consumption of plants with therapeutic purpose presents itself as an inexhaustible source in the production of medicines. Metabolites produced, mainly secondary metabolites, have become a source of potentially useful molecules for humans, with great interest in the food, pharmacological and cosmetic sectors. Therefore the analysis of chemical composition of plants is important, given the great interest in identifying the biological activities present. Aloe vera, popularly known as aloe, belonging to the Liliaceae family. It presents more than 75 components with potential pharmaceutical action, the active molecules being distributed both in the gel and in the bark of the leaf. So this work had as objective. Carry out analyzes of chemical composition, phytochemical screening and evaluate the presence of heavy metals in aloe (Aloe vera) grown in community gardens in the city of Palmas. Adult leaves were collected in seven community gardens. After removal of the mucilaginous contents for lyophilization, the leaf husks were submitted to drying in a circulation oven. The centesimal composition, moisture (moisture determinant), carbohydrates (method by difference), lipids (Soxhlet method, IAL, 2008), ashes, crude protein and crude fiber were performed according to AOAC (2005) method, Spectrophotometry of atomic absorption, phytochemical research according to Matos (1997), phytochemical analysis by high performance liquid chromatography (HPLC). And determination of heavy metals followed the methodology proposed by Embrapa (2009). The moisture content had a variance between 07.06 and 10.62%, while the mean percentages of ash, crude protein, lipids and crude fiber were 13.62 to 32.63, 5.58 to 7.47, 0.58 To 2.04, 16.22 to 16.49% respectively. The phytochemical analysis allowed the identification of gallic acid, catechin, galocatechin, ellagic acid, naringin, myricetin, quercetin and kaempferol. Such compounds are arranged in the literature as potential beneficial to human health. No presence of heavy metal was detected in the analyzed samples. The investigation of this work provided a piece of information on the chemical composition, bioactive compound and heavy metal contaminates for Aloe vera plants grown in community gardens in the city of Palmas - TO. Further research will be needed throughout the year to assess how seasonality can interfere with the content of such compounds.

Key words: Aloe vera, chemical composition, phytochemical, heavy metals.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Folhas e flores da Babosa (Aloe vera).....	16
Figura 2 . Estrutura da a) Barbaloína e b) Isobarbaloína	19
Figura 3 - Coleta das folhas - corte transversal da base	23
Figura 4 - Extratos alcoólicos do gel liofilizado e das cascas das folhas respectivamente	25
Figura 5 - Teores de macronutrientes.....	31
Figura 6 - Teores de micronutrientes	32
Figura 7 - Cromatograma do extrato das cascas das folhas de Aloe vera, obtido na separação por CLAE/UV-VIS a 280nm.	37
Figura 8 - Cromatograma do extrato do gel liofilizado de Aloe vera, obtido na separação por CLAE/UV-VIS a 280 nm.	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Composição centesimal das amostras de gel e de cascas das folhas de Aloe vera.	28
Tabela 2 - Teores de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S expresso em g 100g ⁻¹) e de micronutrientes (Na, Cu, Fe, Mn, Zn, Co, Mo e B expressos em mg kg ⁻¹) das amostras de gel e de cascas das plantas de Aloe vera.....	30
Tabela 3- Necessidades diárias de alguns minerais recomendadas para adultos pela WHO e ANVISA.....	32
Tabela 4 - Classes de fitoquímicos presentes nos diferentes extratos de gel (1G, 2G e 3G) * e de cascas das plantas de Aloe vera (1F, 2F e 3F) *.....	35
Tabela 5 - Principais compostos metabólitos identificados por CLAE nos extratos do gel liofilizado e das cascas das folhas secas de Aloe vera. Tempo de retenção em minutos e quantificação em micrograma de composto por miligrama de extrato (µg/mg)	38
Tabela 6 - Teores de Metais pesados (mg/kg) das amostras de gel e de cascas das plantas de Aloe vera.....	40

LISTRAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

LACIBS	Laboratório de Ciências Básicas e da Saúde
HUTO	Herbário da Universidade do Tocantins
ppm	Partes por milhão
N	Nitrogênio
P	Fósforo
K	Potássio
Ca	Cálcio
Mg	Magnésio
S	Enxofre
Zn	Zinco
Cu	Cobre
Fe	Ferro
Mn	Manganês
Na	Sódio
Co	Cobalto
Mo	Molibdênio
B	Boro
Ltda	Limitada
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
m/v	Massa/volume
HPLC	High performance liquid chromatography
CLAE	Cromatografia Líquida de Alta Eficiência
µl	Microlitro
mm	Milímetro
µm	Micrometro
v/v/v	Volume/volume/volume
min	Minuto
ml	Mililitro
nm	Nanómetro
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
WHO	World Health Organization (em português: Organização Mundial da Saúde)
SNC	Sistema Nervoso Central
µg	Micrograma
OMS	Organização Mundial da Saúde

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DA LITERATURA	16
2.1 <i>Aloe vera</i>	16
2.2 Família Liliaceae	17
2.3 Descrição do Gênero <i>Aloe</i>	17
2.4 Descrição da espécie <i>Aloe vera</i>	17
2.4.1 Distribuição geográfica no Brasil	18
2.5 Composição química	18
2.6 Aspectos gerais sobre metais pesados e minerais	19
2.6.1 Contaminação em plantas medicinais	20
3 OBJETIVO	22
3.1 Objetivo Geral	22
3.2 Objetivos específicos	22
4 METODOLOGIA	23
4.1 Coleta do material vegetal	23
4.2 Preparo do material vegetal	23
4.2.1 Preparo do conteúdo mucilaginoso	24
4.2.2 Preparo do conteúdo das cascas das folhas	24
4.3 Análises de composição centesimal	24
4.4 Determinação de Minerais	25
4.5 Pesquisa fitoquímica	25
4.5.1 Preparo dos extratos	25
4.5.2 Métodos Qualitativos de Detecção de Metabólitos Secundários – Pesquisa fitoquímica	26
4.5.3 Método Quantitativo de Detecção de Compostos Fenólicos – Perfil cromatográfico	26
4.6 Dosagem de Metais Pesados	27
4.7 A análise estatística	27
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5.1 Análises de composição centesimal	28
5.2 Determinação de Minerais	30
5.3 Pesquisa Fitoquímica	34
4.5.1 Métodos Qualitativos de Detecção de Metabólitos Secundários – Pesquisa fitoquímica	34
4.5.2 Método Quantitativo de Detecção de Compostos Fenólicos – Perfil Cromatográfico	37
5.4 Dosagem de Metais pesados	40

6 CONCLUSÃO	42
REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

O uso de plantas com finalidade terapêutica, principalmente nos cuidados primários da saúde ou tratamento de doenças é uma fonte inesgotável de medicamentos (SILVA et al., 2015). Prática antiga que continua em expansão com grande importância histórica, principalmente para as comunidades tradicionais, mas que vem crescendo em interesse também para a população que busca cada vez mais formas complementares de terapia (SIMÃO, 2013).

O resgate da medicina tradicional advém da necessidade de descoberta de novas moléculas ativas, pois o arsenal farmacológico ainda é insuficiente para a cura de diferentes patologias entre outros motivos. Contudo, é importante ressaltar que há uma gama de publicações a respeito, que gera respaldo científico e fornece aos profissionais da saúde maior segurança para a indicação de uso das plantas medicinais (ANVISA, 2015; MAIA-FILHO et al., 2011; WHO, 2004).

Concomitante ao consagrado uso popular, a necessidade de pesquisas é contínua, visto que as plantas podem apresentar diferentes proporções nos níveis de metabólitos primários e secundários presentes em sua constituição cuja produção depende dos fatores intrínsecos e extrínsecos à planta. Denominam-se metabólitos primários os compostos essenciais para a manutenção da vida da planta, já os secundários são os compostos responsáveis pela defesa e atratividade, os quais não necessariamente se fazem presentes em todos os vegetais (PERES, 2011). Diante disto, tais metabólitos vêm se tornando uma fonte de moléculas potencialmente úteis para os seres humanos, com grande interesse nos setores alimentícios, farmacológicos e cosméticos. Sua síntese é influenciada por diversos fatores, a exemplo cita-se a forma de manejo da plantação, sazonalidade, índice pluviométrico, bem como disposição de radiação ultravioleta e a presença de nutrientes no solo (CHAVES, 2012).

Logo a análise de composição química de plantas, principalmente daquelas cujo uso popular é disseminado, é importante, visto o grande interesse quanto à identificação das atividades biológicas presentes (LIMA et al., 2013). O método de caracterização fitoquímica tem grande valia nesse processo. De acordo com Simões e colaboradores (2007) a triagem permite avaliar a presença ou identificar constituintes químicos da espécie vegetal, identificando grupos de compostos fitoquímicos presentes, que norteiam suas

possíveis ações como, por exemplo, atividade antioxidante, atividade cicatrizante entre outras.

As plantas medicinais apresentam uma grande importância para química e para a medicina, uma vez que estudos permitem que inúmeras substâncias ativas sejam conhecidas e introduzidas na terapêutica (PEREIRA; CARDOSO, 2012). A planta é um ser vivo que está passível das influências do ambiente, que podem afetar de diferentes formas seu metabolismo. O transporte de substâncias do solo para a planta, como água, sais minerais, nutrientes, pode também carrear elementos não benéficos (FREIRE, 2005).

A investigação de substâncias que podem causar danos ao usuário também se faz necessária, deste modo a determinação e a dosagem de metais pesados e de minerais é essencial. Existem minerais com funções essenciais que atuam como construtores no meio intracelular, como exemplo podemos citar o sódio, potássio e magnésio. Entretanto, a acumulação de metais, advindos do solo, irrigação ou fertilizantes, pelas plantas pode constituir um fator de risco para a saúde de quem utiliza (FREITAS; SANTOS; MOREIRA, 2013).

Segundo Assis e colaboradores (2015), cerca de 91,9 % da população brasileira fez uso de alguma planta medicinal nos últimos anos. Este é um hábito antigo herdado dos povos indígenas e continuado com a colonização portuguesa através da importação de ervas e especiarias da Índia, China e países orientais. Tal hábito tem aumentado o consumo, principalmente pela crença de ser um medicamento mais “saudável”. Contudo, a maioria das plantas medicinais ainda não apresentam um controle de qualidade adequado, podendo apresentar sérios riscos de contaminação para seus consumidores (SANTOS et al., 2013).

Dentre as plantas medicinais utilizadas pela população brasileira, encontra-se a *Aloe vera*, popularmente conhecida como babosa, pertencente à família das Liliáceas. A planta possui folhas de disposição alternada e simples, grossas, alongadas e acuminadas. As bordas são envoltas de fortes dentes espinhosos triangulares curtos e espaçados. As folhas são estratificadas em duas partes principais, uma externa composta pela casca verde, constituída de epiderme, parênquima clorofiliano e feixes vasculares, e outra que forma o tecido interior de aspecto mucilaginoso e incolor, espesso, denominado de polpa ou gel da folha (LORENZI; MATOS, 2008; OLIVEIRA, 2007; PALHARIN et al, 2008; RAMOS; PIMENTEL, 2011).

A planta possui mais de 75 componentes com potencial ação farmacêutica, sendo as moléculas ativas distribuídas tanto no gel quanto na casca da folha. (FOSTER; HUNTER; SAMMAN, 2011; SILVA et al., 2013; TOMASIN, 2014). Possui conhecidamente ação cicatrizante, em lesões de pele como queimaduras, ação antibacteriana, antifúngica, antivirótica, laxativa, imunomoduladora e antitumoral. Apresenta também ação antioxidante e boa ação em diabéticos por conter fitoesteróis em seu extrato (FOSTER; HUNTER; SAMMAN, 2011; RAKSHA; POOJA; BABU, 2014). Silva et al. (2013), apresentam que a *Aloe vera* tem sido usada como planta medicinal tanto com uso interno quanto externo, e é encontrada também em diversos cosméticos e produtos de higiene pessoal.

Assim, informações sobre as características químicas, fitoquímicas e teor de metais pesados, são necessários como forma de avaliar a planta medicinal que está sendo consumida.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 *Aloe vera*

Conhecida popularmente como babosa, babosa-verdadeira, aloe-de-barbados, aloe-de-curaçau, erva babosa ou caranguatá de jardim, apresenta suas folhas longas e pontiagudas. Planta de caule curto e raízes longas, sendo de fácil cultivo em clima quente e seco, não sendo exigente com relação ao solo. (MARTINS, 2010). Suas propriedades curativas são conhecidas e descritas a milhares de anos. Os egípcios se referiam a ela como “a planta da imortalidade” (JOSEPH e RAJ, 2010). Tradicionalmente usada em feridas e queimaduras para aliviar o prurido e o inchaço, com atividades anti-inflamatórias e antibacterianas, com crescente aumento do seu uso para controle da diabetes, como antioxidante, e também nos tratamentos de herpes e psoríase (CARDOSO et al., 2008; RAKSHA; POOJA; BABU, 2014).

As folhas de *Aloe vera* são grossas, manchadas, carnudas com presença de dentes espinhosos nas margens (**Figura 1**). Contém em seu interior, uma polpa, um líquido claro e viscoso, denominado gel, o qual ocupa a maior parte do volume de sua folha (ARO, 2012; SILVA et al., 2013). Constitui-se em sua maior parte de água, cerca de 96 a 98 %, sendo o restante da composição atribuída a moléculas complexas de carboidratos, enzimas, proteínas, aminoácidos, vitaminas, minerais entre outras (LIMA, 2010).

Figura 1- Folhas e flores da Babosa (*Aloe vera*).



Fonte: Arquivo pessoal

Suas flores (**Figura 1**) apresentam-se na forma de pedúnculo ereto, com cachos de 0,3 a 0,45 cm de comprimento com flores amareladas. É uma planta com metabolismo

ácido e seus tecidos funcionam como reservatórios de água possibilitando sobrevivência em climas secos com pouca oferta hídrica (OLIVEIRA, 2007).

2.2 Família Liliaceae

Inclui plantas terrestres, perenes ou anuais, herbáceas. Engloba a maioria das monocotiledôneas petaloides com seis estames. Temos assim uma família com cerca de 280 gêneros e 4.000 espécies. Como principais características, ervas ou arbustos, bulbos suculentos, haste de inflorescência folhosas, flores com cerca de 10 cm de comprimento, ascendentes, horizontais, declinadas ou pendentes, hermafroditas, solitárias. Fruto na forma de cápsula (DUTILH, 2005; MARTIUS, 1847).

Esta família, originária da Ásia, apresenta plantas cultivadas no mundo inteiro desde a antiguidade (DUTILH, 2005).

2.3 Descrição do Gênero *Aloe*

O gênero *Aloe*, apresenta mais de 500 espécies diferentes e catalogadas, porém apenas uma parte delas são consideradas medicinalmente importantes e são exploradas pelas indústrias (OLIVEIRA, 2007; SILVA et al., 2013). As plantas do gênero *Aloe* são popularmente utilizadas por suas apresentar propriedades cicatrizantes, bactericidas, hidratantes, laxantes bem como antifúngicas e anti-inflamatórias (CARDOSO et al., 2010).

Seus princípios medicinais identificados até o momento são atribuídos aos compostos fenólicos e polissacarídeos, destacando as aloínas (barbaloína e isobarbaloína) dentre os compostos fenólicos (OLIVEIRA, 2007).

2.4 Descrição da espécie *Aloe vera*

Também referida como *Aloe barbadensis* Miller, compreende uma dentre as mais de 420 espécies do gênero *Aloe*. Com sua origem descrita no Sudão e posterior entrada no mediterrâneo para então difusão para outras áreas com clima tropical (GULIA et al., 2010; TOMASIN, 2014).

A *Aloe vera* tem sido estudada em tratamentos cutâneos externos, porém o seu uso interno é também já bastante difundido (TOMASIN, 2010). Amplamente estudada e por

isso sendo considerada uma das mais biologicamente ativas, com mais de 75 componentes com potencial ação farmacêutica. Moléculas ativas distribuídas tanto no gel quanto na casca da folha. (FOSTER; HUNTER; SAMMAN, 2011; SILVA et al., 2013; TOMASIN, 2014).

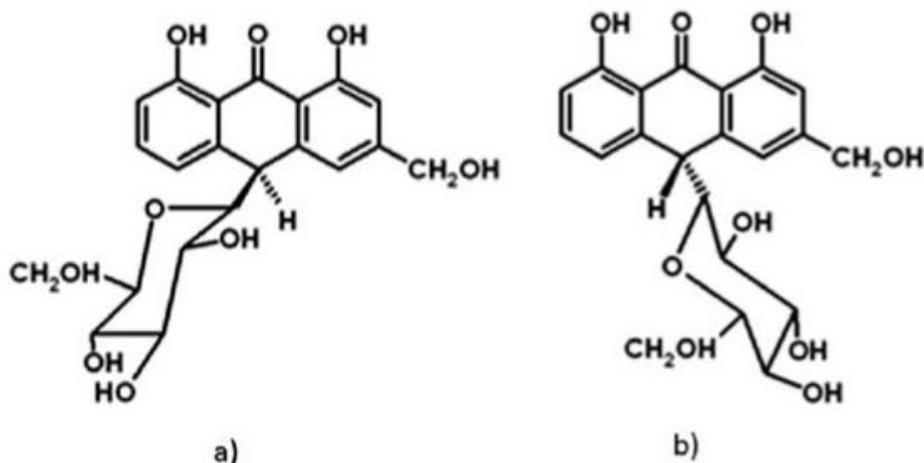
2.4.1 Distribuição geográfica no Brasil

Observa-se a presença de plantas de *Aloe vera* distribuídas em diversas partes do país segundo vários levantamentos etnobotânicos realizados. No Brasil, há presença das plantas, em estados da região Sul, como Paraná e Rio Grande do Sul (VENDRUSCOLO; MENTZ, 2006), na região Sudeste como o estado de Minas Gerais (FERREIRA; LOURENÇO; BALIZA, 2014), região Centro-oeste, abrangendo os estados de Mato Grosso (SOUZA; PASA, 2013), Goiás (ZUCCHI et al., 2013), região Nordeste trabalhos citam os estados de Pernambuco (CABRAL; MACIEL, 2011), Rio Grande do Norte (FREITAS et al., 2012) e por fim na Região Norte, com citações de uso nos estados de Rondônia (LIMA; MAGALHAES; SANTOS, 2011), Pará e Tocantins (RIBEIRO; GONÇALVES; BESSA, 2013).

2.5 Composição química

A folha de *Aloe vera* pode ser dividida em três partes principais, o látex, de cor amarelada e odor forte, as cascas das folhas, e o gel mucilaginoso. Todas as partes da planta apresentam substâncias possíveis de utilidade farmacêutica. Domingues-Fernandez et al., (2012) apresenta uma tabela com mais de 20 compostos com atividades benéficas, dentre os quais podemos citar antraquinonas, vitaminas, minerais, carboidratos, enzimas, lipídeos, compostos orgânicos, aminoácidos. A casca juntamente com o exsudato apresenta em sua maior parte componentes fenólicos como as antraquinonas (ARO, 2012). Dentre os constituintes químicos mais citados, podemos expor os compostos fenólicos, os principais grupos encontrados são as cromonas e antraquinonas (barbaloina e isobarbaloina) (**Figura 2**).

Figura 2. Estrutura da a) Barbaloína e b) Isobarbaloína



Fonte: URBINA; NOVA; URIBE, 2011.

O gel é constituído principalmente de água e carboidratos complexos, ácidos e sais orgânicos, bem como enzimas, saponinas, polifenóis, vitaminas e diversos minerais (DOMINGUES-FERNANDEZ et al., 2012; MARTINS, 2010).

Diversos minerais e constituintes potencialmente ativos estão presentes nas folhas de *Aloe vera*, como exemplo o fosfato de cálcio, potássio, ferro, sódio, manganês, cromo, zinco, substâncias antibióticas, ligninas, saponinas, ácido salicílico e aminoácidos (ARO, 2012; MARTINS, 2010).

Segundo dispõem Akev e colaboradores (2007), os componentes presentes na *Aloe vera* pode não apresentar efeito desejado caso as frações estejam separadas, alegando que o efeito ocorre devido ao sinergismo dos diferentes compostos presentes. Fato também confirmado por Oliveira (2007) quando dispõe que o poder efetivo da planta se deve a sua complexa composição dos constituintes químicos de natureza fenólica e aos polissacarídeos presentes na polpa.

2.6 Aspectos gerais sobre metais pesados e minerais

O termo usado como metal pesado tem seu significado associado à elementos prejudiciais e à poluição, porém neste grupo se enquadra diversos elementos, metais, semi-metais e não metais. Alguns elementos são essenciais para as plantas, como exemplo temos o zinco, cobre, manganês, cobalto, enxofre e molibdênio, porém para o consumo humano devem ser observadas as proporções ideais, para que não ocorra nenhuma bioacumulação

ou que gere prejuízos. Também tem-se elementos prejudiciais e dispensáveis como chumbo e cádmio (ASSIS et al., 2015; FREIRE, 2005).

O elemento essencial deve participar de uma molécula ou do metabolismo da planta e caso esse elemento seja privado a planta sofrerá e irá apresentar anormalidade quanto ao seu crescimento e desenvolvimento (OLIVEIRA, 2007). Essencialmente, os metais pesados e os minerais se dividem em macronutrientes (exemplo: enxofre, magnésio, cálcio, potássio, fósforo e nitrogênio) e micronutrientes (exemplo: molibdênio, cloro, boro, níquel, cobre, zinco, manganês e ferro).

Segundo Almeida e colaboradores (2002) um grande número de elementos minerais são essenciais para a nutrição humana e de outros animais. Alguns desses elementos são encontrados em valores baixos no corpo humano, sendo necessária sua ingestão nas quantidades corretas para a manutenção do metabolismo do corpo (SAIDELLES et al., 2010).

A quantificação de metais em plantas medicinais é uma análise essencial dentro do controle de qualidade da planta, garantindo pureza e segurança no seu uso (NEMA et al., 2014).

2.6.1 Contaminação em plantas medicinais

Os níveis de contaminação são muito variáveis não sendo possível afirmar o risco de toxidez por metal pesado advindo do consumo de plantas medicinais. Tal risco dependerá da forma de processamento e uso final da planta (FREIRE, 2005). Em geral o uso de plantas pela indústria farmacêutica exige que sejam feitos testes de toxicidade antes do produto ser comercializável. Porém, a forma popular de uso, tais como infusões e alcoolaturas, bem como o hábito de automedicação, representam um sério risco de contaminação e ingestão de metais pesados e outras toxinas que possam estar presentes na planta utilizada.

Uma das formas mais comuns de se contaminar uma planta é ainda no período de cultivo com o uso de pesticidas e até mesmo de fertilizantes minerais (OLIVEIRA, 2007). Entretanto, a poluição atmosférica, teor de umidade, pH, material particulado expelido pelos automóveis, bem como outros fatores, tais como: climatológicos, contaminação microbiológica advinda da manipulação, armazenamento ou exposição, também contribuem para uma possível presença de metais pesados nas plantas, sejam eles tóxicos

ou mesmo o excesso dos minerais essenciais. Esses contaminantes podem ser acumular em todos os tecidos da planta, podendo transferi-los para a cadeia alimentar causando efeitos nocivos na saúde animal e humana (GONÇALVES et al., 2013).

3 OBJETIVO

3.1 Objetivo Geral

Realizar análises de composição química, triagem fitoquímica e avaliar a presença de metais pesados em babosa (*Aloe vera*) cultivada em hortas comunitárias na cidade de Palmas.

3.2 Objetivos específicos

- Determinar a composição química nas amostras de casca das folhas secas e amostras de gel das plantas de Babosa (*Aloe vera*) coletadas.
- Realizar a triagem fitoquímica nas amostras de casca das folhas secas e amostras de gel das plantas de Babosa (*Aloe vera*) coletadas.
- Avaliar a presença de metais pesados nas amostras de casca das folhas secas e amostras de gel das plantas de Babosa (*Aloe vera*) coletadas.

4 METODOLOGIA

4.1 Coleta do material vegetal

As coletas das folhas de *Aloe vera* foram realizadas nas hortas comunitárias do Plano Diretor do Município de Palmas – Tocantins, no mês de outubro de 2015. Foram estudadas as folhas de *Aloe vera* nas hortas das quadras: 303 Norte ($10^{\circ}10'5''S$ $48^{\circ}20'26''O$), 307 Norte ($10^{\circ}9'52''S$ $48^{\circ}21'12''O$), 405 Norte ($10^{\circ}9'48''S$ $48^{\circ}20'44''O$), 407 Norte ($10^{\circ}9'32''S$ $48^{\circ}21'7''O$), 605 Norte ($10^{\circ}8'56''S$ $48^{\circ}20'1''O$), 1006 Sul ($10^{\circ}14'49''S$ $48^{\circ}19'16''O$), 1106 Sul ($10^{\circ}15'15''S$ $48^{\circ}19'16''O$). Foram coletadas folhas maduras de *Aloe vera* por meio de um corte transversal (**Figura 3**) na base das folhas e acondicionadas na posição vertical, para propiciar a drenagem do látex até o seu transporte para o laboratório.

Figura 3 - Coleta das folhas - corte transversal da base



Fonte: Arquivo pessoal

4.2 Preparo do material vegetal

As folhas coletadas foram tratadas no Laboratório de Ciências Básicas (LACIBS) da Universidade Federal do Tocantins (UFT) e uma amostra encaminhada ao Herbário da Fundação Universidade do Tocantins (HUTO) para identificação taxonômica.

O material vegetal fresco foi pesado e submetido ao procedimento de lavagem em água corrente e sanitização, com uma solução de hipoclorito de sódio, a 200 ppm de cloro

ativo, por quinze minutos. (SANTOS et al., 2012). Após esses procedimentos as folhas foram enxaguadas com água destilada. Assim pode-se iniciar o processo de filetagem para obtenção das partes da folha, cascas e conteúdo mucilaginoso, seguindo etapas descritas no manual técnico de processamento preliminar de *Aloe vera* (DIAS; LACERDA, 2016).

4.2.1 Preparo do conteúdo mucilaginoso

A mucilagem obtida foi congelada em ultrafreezer – 80 °C da marca Thermo Scientific® sendo em seguida, levada para aparelho liofilizador da marca Terroni® Interprise I, no Laboratório de Microbiologia e Biotecnologia Ambiental da Universidade Federal do Tocantins (UFT), para retirada da água. As amostras liofilizadas foram armazenadas em dessecador até o momento das análises.

4.2.2 Preparo do conteúdo das cascas das folhas

As cascas das folhas foram secas em estufa com circulação e renovação de ar, modelo TE-394/4 da marca Tecnal, com temperatura de 55 °C (NEMA et al., 2014). Após estarem secas e quebradiças, foram moídas com auxílio de um moinho de facas e acondicionadas em frascos hermeticamente fechados até o momento das análises.

4.3 Análises de composição centesimal

As análises de composição centesimal foram realizadas nas cascas das folhas secas e no gel liofilizado, em triplicatas, para cada análise. Foram realizadas análises de determinação de lipídeos pelo método de “Soxhlet” (IAL, 2008), determinação da proteína bruta, teor de cinzas e determinação de fibra bruta, todas segundo a metodologia descrita por AOAC (2005). Para a determinação de umidade foi utilizado um determinador, por infravermelho, da marca Top Ray - Moisture Analyser, Bel Engineering®, que apresenta resultados expressos diretamente em % de umidade. Os teores de carboidratos foram determinados por diferença, entre 100 % e a soma das demais porcentagens das frações da composição (cinzas, lipídeos, fibra bruta, proteína bruta e umidade).

4.4 Determinação de Minerais

A análise de macro e micronutrientes determinou o teor dos seguintes minerais: nitrogênio (N); Fósforo (P); Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Enxofre (S), Zinco (Zn), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Sódio (Na), Cobalto (Co), Molibdênio (Mo) e Boro (B). Foram realizadas pelo Laboratório SOLOCRIA Laboratório Agropecuário Ltda, localizado em Goiânia-GO, seguindo os métodos de análises químicas descritos no Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes, produzido pela Embrapa (2009).

4.5 Pesquisa fitoquímica

4.5.1 Preparo dos extratos

Os extratos das cascas das folhas secas e do gel liofilizado de *Aloe vera* foram preparados de três formas diferentes, com o intuito verificar a capacidade de extração dos compostos bioativos. Para o primeiro extrato denominado 1F (casca das folhas) e 1G (gel liofilizado), foi preparado um extrato etanólico segundo proposto por Matos (1997), com adaptações (**Figura 4**). O segundo extrato também hidroetanólico, denominado 2F (casca das folhas) e 2G (gel liofilizado), e o extrato aquoso, denominado 3F (casca das folhas) e 3G (gel liofilizado) foram preparados segundo proposto por Miranda e colaboradores (2013), utilizando o material seco, com os respectivos solventes, etanol 70 % e água destilada, respectivamente a 10 % (m/v) e colocados em agitação em banho ultrassônico, da marca Unique[®] Maxiclean1600 UltraSonic Clean, durante uma hora. Em seguida foram filtrados à vácuo. E armazenados em geladeira, em frascos âmbar para posteriores análises.

Figura 4 - Extratos alcoólicos do gel liofilizado e das cascas das folhas respectivamente



Fonte: Arquivo pessoal

4.5.2 Métodos Qualitativos de Detecção de Metabólitos Secundários – Pesquisa fitoquímica

A triagem fitoquímica foi realizada segundo a metodologia proposta por Matos (1997), que são métodos qualitativos para detecção de metabólitos secundários, todas as análises ocorreram no Laboratório de Ciências Básicas e da Saúde (LACIBS), do Curso de Nutrição, da Universidade Federal do Tocantins.

Os grupos de substâncias vegetais foram detectados através das reações que resultaram em desenvolvimento de coloração e/ou formação de precipitado característico. Os testes realizados foram: ácidos orgânicos, alcalóides, antraquinonas, azulenos, catequinas, derivados de cumarina, glicosídeos cardioativos, flavonóides, esteróides e triterpenóides, saponinas espumídicas, sesquiterpenlactonas e outras lactonas e taninos.

4.5.3 Método Quantitativo de Detecção de Compostos Fenólicos – Perfil cromatográfico

O perfil cromatográfico de compostos fenólicos foi realizado no Laboratório de Instrumentação Científica (LABIC), do Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Tocantins, segundo metodologia proposta por Oliveira et al. (2015). Para a análise foi utilizado de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência – CLAE (Shimadzu, Tokyo, Japão), composto por cromatógrafo (LC-10 Avp series), equipado com bomba (LC-10AD) acoplada ao degaseificador de fase móvel (DGU-14A), forno (CTO-10A), detector UV-Visível (SPD-10A), injetor manual (loop de 20 µl) e integrador conectado a um computador com software Shimadzu Class - VP. Os extratos preparados anteriormente foram filtrados utilizando filtro de seringa, com membrana de PVDF, diâmetro de 13 mm, poro de 0,22 µm, marca Analítica.

A separação cromatográfica dos compostos foi realizada utilizando uma coluna de fase reversa Phenomenex Luna C18 5 µ (2) (250 x 4,6 mm) e pré coluna Phenomenex C18 (4 x 3,0 mm) preenchida com material semelhante a coluna principal. A eluição ocorreu em um sistema de gradiente com duas fases móveis (A e B). **A:** ácido fosfórico 0,1 % em água ultrapura (produzida por equipamento Millipore®); **B:** ácido fosfórico 0,1 % em água ultrapura/acetonitrila/metanol (54:35:11 v/v/v). A programação do gradiente foi: 0 a 0,01 min, 0 % de B; 0,01 a 5 min, 0 % de B; 5 a 10 min, 30 % de B; 10 a 20 min 40 % de B; 20 a 29 min, 40 % de B; 29 a 30 min 50 % de B; 30 a 50 min 100 % de B; 50 a 80 min 100 %

de B. O fluxo foi de 1 mL/min, temperatura: 22° C, detecção UV a 280 nm. Identificou-se os compostos pela comparação entre o tempo de retenção das amostras e padrões autênticos.

Como compostos fenólicos de referência, foram utilizados, ácido gálico (Vetec®), (+)-catequina, epigallocatequina-3-galato, rutina, ácido elágico, naringina, miricetina, morina, quercetina, (+/-)- naringenina, kaempferol (Sigma®).

4.6 Dosagem de Metais Pesados

Para a dosagem de metal pesado foi realizada determinação por espectrofotômetro de absorção atômica, para os elementos (Pb), (Cd), (Cr) e (Ni). As concentrações de metais foram realizadas pelo Laboratório SOLOCRIA Laboratório Agropecuário Ltda, localizado em Goiânia-GO, determinadas de acordo com as metodologias preconizadas pela Embrapa (2009). A amostra seca triturada foi digerida com solução nitro-perclórica (ácido nítrico e ácido perclórico na proporção de 1:4) até sua completa dissolução. O extrato resultante foi diluído para que fosse feita a leitura em espectrofotômetro de absorção atômica, sendo o aparelho calibrado com os padrões. O resultado foi obtido em mg/kg de material.

4.7 A análise estatística

Os dados obtidos foram agrupados em tabelas e analisados por meio de estatística descritiva, médias e desvios padrão das amostras. Foi utilizado o programa GraphPad Prism versão 6.0.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análises de composição centesimal

Os resultados encontrados na análise de composição, para lipídeos, proteínas, cinzas, fibra bruta, umidade e carboidratos presentes nas porções liofilizadas do gel de *Aloe vera* e das cascas das folhas foram caracterizados e são apresentados na **Tabela 1**.

Tabela 1- Composição centesimal das amostras de gel e de cascas das folhas de *Aloe vera*.

Análises	Gel liofilizado*	Casca das folhas*
Lipídeos	00,58 ± 0,19	02,04 ± 0,31
Proteínas	05,58 ± 0,65	07,47 ± 0,15
Cinzas	32,63 ± 1,75	13,62 ± 0,96
Fibra bruta	16,22 ± 0,21	16,49 ± 1,26
Umidade	10,62 ± 0,39	07,06 ± 0,46
Carboidratos	34,37 ± 1,52	53,32 ± 0,65

* Teores médios percentuais ± desvio padrão da média, valores determinados em matéria seca

Os teores de lipídeos e proteínas podem ser considerados baixos, principalmente para o gel liofilizado. Os lipídeos apresentaram a menor fração em relação a matéria seca, com porcentagens de 0,58 e 2,04 para o gel liofilizado e para as cascas das folhas, valor ligeiramente abaixo dos encontrados por Femenia et al. (1999) que teve em suas amostras variações de 2,71 a 5,13 %, assim como Gulia et al. (2010), que encontraram valores de 2,05 ± 0,05 % e Ahmed e Hussain (2013) que encontraram valores de 2,91 ± 0,09 %. Os lipídeos são compostos químicos que desempenham importantes funções celulares, elementos estruturais nas membranas biológicas na forma de fosfolipídios e esteróis, transportadores de elétrons, agentes emulsificantes, síntese de hormônios entre outros (POZZATTI et al., 2011).

Os valores de proteína apresentaram-se como a segunda menor fração, variando de 5,58 % para o gel e 7,47 % para a casca das folhas. Resultados que se assemelham com os explorados por Femenia et al. (1999), Gulia et al. (2010) e Ahmed e Hussain (2013) que obtiveram valores de 6,33 a 8,92%, 4,64 ± 0,10 % e 6,86 ± 0,06 % respectivamente. As proteínas atuam preferencialmente nos mecanismos de transporte, permitindo a passagem de substâncias para dentro e fora das células (CUNHA et al., 2009).

Entretanto, quanto à análise de cinzas, o gel liofilizado apresentou os maiores índices, com valor de 32,63 % da matéria seca, contra 13,62 % determinado na casca das folhas. Essa variação pode indicar as diferenças nos conteúdos minerais entre as amostras (HIRSCH et al., 2012). Os valores encontrados na casca das folhas são semelhantes aos reportados por Femenia et al. (1999), Gulia et al. (2010) e Ahmed e Hussain (2013) que apresentaram 13,46 a 23,61 %, $15,48 \pm 0,02$ %, $16,88 \pm 0,04$ %, enquanto que o valor para o gel liofilizado foi superior aos demonstrados pelos mesmos autores.

Quanto a análise para o teor de fibra bruta, foi obtido um valor um pouco maior nas cascas das folhas, $16,49 \pm 1,26$ %, enquanto o gel liofilizado apresentou $16,22 \pm 0,21$ %. Tais valores ficaram abaixo quando comparados com autores Femenia et al. (1999) e Ahmed e Hussain (2013), 62,34 e 35,47 % para o gel e cascas das folhas, e 73,35 % para as folhas inteiras de *Aloe vera*, respectivamente. A fibra bruta é considerada como material não digerido pelo organismo, sendo insolúvel em ambiente ácido e básico em condições específicas. As fibras apesar de não apresentarem valor nutritivo, exercem função importante no organismo humano, melhorando o trânsito intestinal e diminuindo o risco de doenças coronarianas (LOPES et al., 2014). Moretto (2008) nomeia como fibra alimentar e dispõe como uma fração complexa, constituídas principalmente de ligninas e polissacarídeos originários da parede celular

Os valores de umidade, ficaram entre 10,62 e 7,06 % para gel liofilizado e para a cascas das folhas respectivamente, esses valores foram mensurados em matéria seca. Devido a isso, apresentaram-se diferentes dos valores de umidade encontrados por outros autores, que variaram de 95 a 98 % de umidade para a folha inteira de *Aloe vera* (AHMED; HUSSAIN, 2013; FEMENIA et al., 1999; SILVA et al., 2013). Tais valores estão de acordo com os valores máximos descritos na Farmacopéia Brasileira (Brasil, 2010) de 12% para o extrato seco de *Aloe vera*, indicando que as amostras estão em condições adequadas para o controle de microrganismos e possível degradação química causadas pelo excesso de umidade. Esse valor de umidade corresponde à perda em peso, não somente de água, mas também de outras substâncias que se volatilizam (LEITÃO, 2008). Tal análise apresenta importância econômica, principalmente para indústrias alimentícias, pois o conteúdo aquoso não agrega valor financeiro ao produto, e pode inclusive ser fator de deterioração do alimento (AHMED; HUSSAIN, 2013).

Os teores de carboidratos foram de 34,37 % para o gel liofilizado e de 53,32 % para as cascas das folhas. Tais valores foram inferiores ao encontrado por Femenia et al. (1999).

Valores assim podem ser explicados devido a presença de outros compostos incorporados como carboidratos, como o caso das ligninas. Os carboidratos são fontes importantes para obtenção de energia, contribuindo para melhorar atributos como estabilidade das emulsões, sabores, texturas, estabilidade de compostos, entre outros (AHMED; HUSSAIN, 2013).

5.2 Determinação de Minerais

Os nutrientes minerais, são elementos essenciais para as plantas, com funções específicas e geralmente são classificados em dois grupos, os macronutrientes e os micronutrientes. Essa classificação está relacionado à concentração desses minerais segundo o crescimento da planta (KIRKBY; RÖMHELD, 2007). Os teores de macro e micronutrientes estão apresentados na **Tabela 2**.

Tabela 2 - Teores de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S expresso em g 100g⁻¹) e de micronutrientes (Na, Cu, Fe, Mn, Zn, Co, Mo e B expressos em mg kg⁻¹) das amostras de gel e de cascas das plantas de *Aloe vera*.

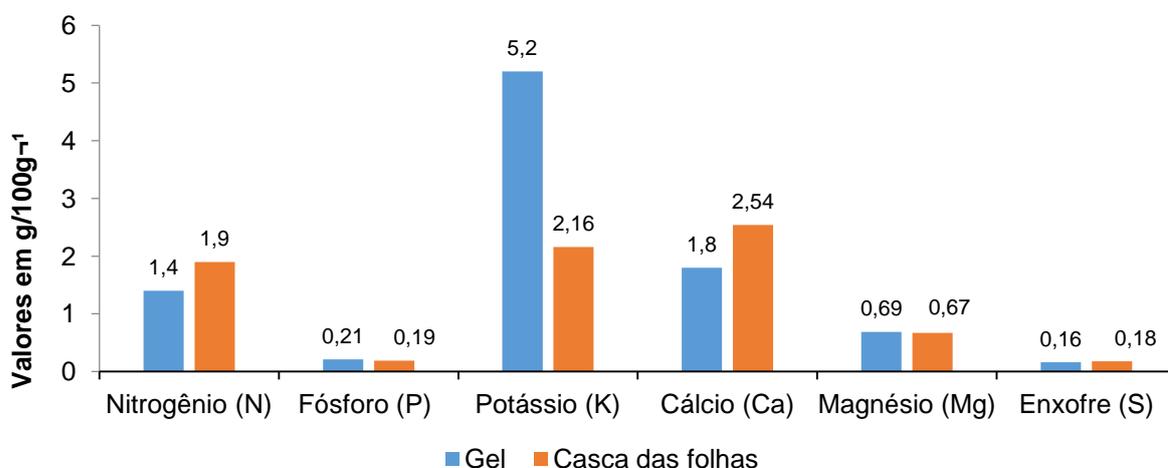
	Gel liofilizado	Casca das plantas
Nitrogênio	1,40	1,90
Fósforo	0,21	0,19
Potássio	5,20	2,16
Cálcio	1,80	2,54
Magnésio	0,69	0,67
Enxofre	0,16	0,18
Sódio	100,00	120,00
Cobre	4,00	5,00
Ferro	68,00	128,00
Manganês	214,00	125,00
Zinco	85,00	55,00
Cobalto	0,15	0,14
Molibdênio	0,58	0,60
Boro	45,00	21,00

Dentro dos teores de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) podemos destacar os maiores valores para o potássio, em destaque no gel liofilizado, como mostra a **Figura. 5**. O potássio, associado ao sódio, é responsável por regularizar o funcionamento do sistema muscular e batimentos cardíacos no organismo humano (ALMEIDA et al., 2002).

Os maiores valores para cálcio foram encontrados nas cascas das folhas, e os maiores valores de magnésio e potássio foram encontrados no gel liofilizado, tais resultados foram maiores do que os encontrados por Monteiro (2013) que apresentou como

sendo os nutrientes em maiores percentagens. A presença de cálcio é importante por sua capacidade de formar ligações com as cadeias de pectina, influenciando nas características de textura e porosidade dos tecidos vegetais (FEMENIA et al.,1999). O magnésio desenvolve papel na ativação de enzimas envolvidas na respiração, fotossíntese e na síntese de DNA e RNA. O potássio atua na manutenção da turgescência celular, transporte e armazenamento de carboidratos entre outras funções (CUNHA et al., 2009).

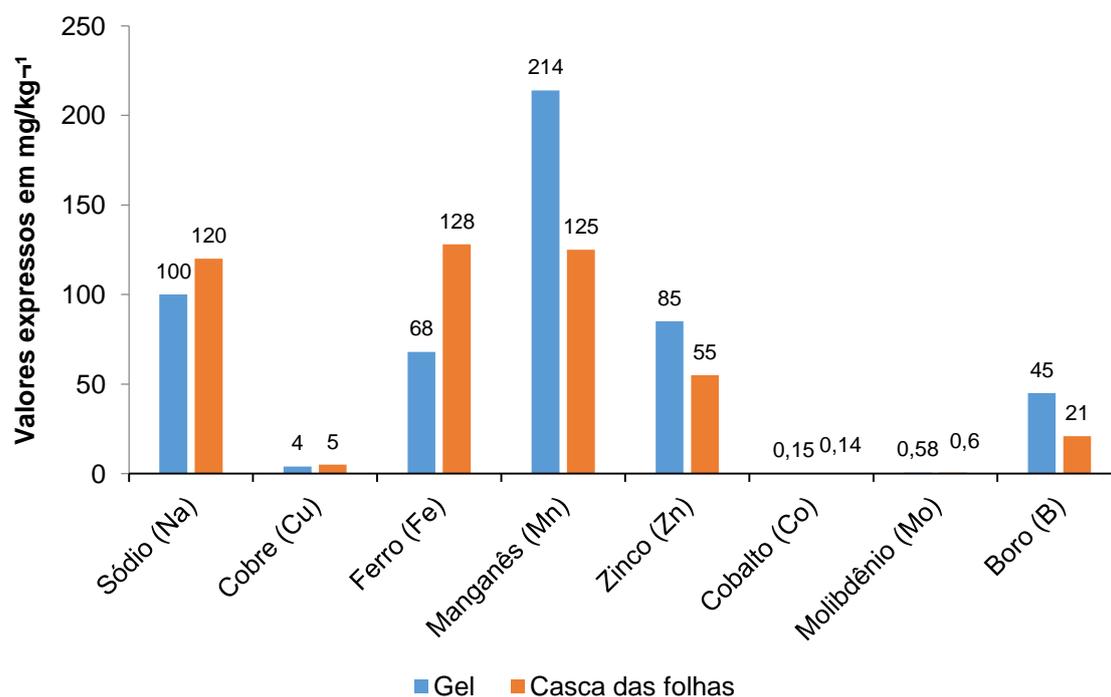
Figura 5 - Teores de macronutrientes



O teor de nitrogênio geralmente sofre diversas variações principalmente pelo uso de fertilizantes contendo esse composto (KIRKBY; RÖMHELD, 2007). A quantidade de nitrogênio determinada foi maior na amostra das cascas das folhas. Esse composto é essencial para a síntese de proteínas, ácidos nucleicos e demais constituintes celulares como as membranas, o que torna esse mineral muito importante principalmente no processo de crescimento radicular das plantas (CUNHA et al., 2009).

O crescente interesse por parte de especialistas em se determinar os micronutrientes provem principalmente da sua importância para a saúde das plantas, seres humanos e animais (KIRKBY; RÖMHELD, 2007).

Dentre os micronutrientes (Na, Cu, Fe, Mn, Zn, Co, Mo e B) podemos destacar os altos valores de Na, Fe e Mn, que podem ser melhor visualizados na **Figura 6**, que corroboram com os resultados encontrados por Nema et al. (2014) em amostras de *Aloe vera* e Almeida et al. (2002) em amostras de mastruço (*Chenopodium ambrosioides* L.) e hortelã (*Mentha x vilosa* Huds).

Figura 6 - Teores de micronutrientes

O micronutriente Na apresenta como função biológica principal, atuar na regulação osmótica. Tais valores para Fe e Mn, podem ser considerados altos quando comparados aos valores das necessidades diárias recomendadas pela WHO (1996) e ANVISA (BRASIL,2005) (Tabela 3).

Tabela 3- Necessidades diárias de alguns minerais recomendadas para adultos pela WHO (2004) e ANVISA (2005).

Elemento	WHO (mg)	ANVISA (mg)
Fósforo (P)	--	700
Cálcio (Ca)	400 – 500	1000
Magnésio (Mg)	300	260
Cobre (Cu)	--	900*
Ferro (Fe)	10 ^(H) , 20 ^(M)	14
Manganês (Mn)	2 – 3	2,3
Zinco (Zn)	10 – 15	7,0
Molibdênio (Mo)	--	45*

* unidade de medida em micrograma; (H) recomendado para homem; (M) recomendado para mulher

Fonte: BERTOL;ALMEIDA; ALMEIDA, 2015.

O ferro constitui um dos elementos mais importantes para o organismo humano, sendo responsável na circulação de carrear o oxigênio. Bem como o manganês que está presente em diversas atividades enzimáticas. O cobre, apesar de não apresentar alto teor é

muito importante para o funcionamento do organismo humano visto que está presente em diversas enzimas (NEMA et al., 2014; SARACOGLUA; TUZENB; SOYLAKC, 2009). Segundo Assis et al. (2015), os solos apresentam teores de ferro e manganês em altas concentrações, logo, espera-se que sejam detectados em altos teores nas plantas.

O zinco, apesar de ser um elemento importante que participa no metabolismo de proteínas e ácidos nucleicos. Deve ser consumido com cuidado, pois o seu excesso pode ser tóxico. A maior parte desses efeitos maléficados do zinco está relacionado com suas combinações com outros metais, principalmente cádmio e mercúrio (SANTIAGO et al., 2011). Apesar das amostras do gel liofilizado e das cascas das folhas de *Aloe vera* terem apresentado valores baixos de Co, este elemento segundo Kirkby e Römheld (2007) é essencial para a fixação de nitrogênio em leguminosas e não leguminosas fixadoras de nitrogênio.

O segundo menor valor de micronutriente apresentado foi de Mo. Kirkby e Römheld (2007) apresentam que este é um dos elementos com menores concentrações nas plantas. Porém, sua quantidade ínfima já é suficiente para suprir a necessidade da planta. Esse composto faz parte da constituição de importantes enzimas. Está envolvido também com a síntese de proteínas (CUNHA et al., 2009).

O elemento B, presente em concentrações altas nas duas amostras, apresenta como propriedade diminuir a perda de cálcio e assimilar sua distribuição. Sendo uma possível ação da *Aloe vera* nos tratamentos de osteoporose (MONTEIRO, 2013). Segundo Cunha et al. (2009) o boro também atua nos processos fisiológicos de formação e estabilização da parede celular.

Os elementos de Na, Fe, Mn, Zn e B foram os minerais predominantes. Na amostra de gel liofilizado os minerais Mn, Na, Zn, Fe e B com maiores concentrações, enquanto que nas amostras das cascas das folhas foram Mn, Fe, Na, Zn e B, na sequência de maior concentração para menor. Tais elementos possuem aplicações como nutrientes ou atuam no metabolismo humano. Podendo ser utilizada como fonte para suprir algumas necessidades essenciais (SAIDELLES et al., 2010).

Foster e colaboradores (2011) apresentam a presença de minerais como Ca, Mg, K, Zn, Na, Mn, P e Cu disponíveis na composição química da planta de *Aloe vera*, dado que também foi encontrado em nosso estudo. Apresentam também a presença de outros compostos que não foram avaliados como cloro (DOMÍNGUEZ-FERNÁNDEZ et al., 2012).

Poucos estudos procuram observar a ação da sazonalidade sobre o potencial de atividade e sobre a composição química. Em um trabalho realizado no Japão com *Aloe arborescens* foi observado a variação mensal da composição química para as concentrações de barbalóina, isobarbalóina e aloína quanto se estava em período com temperaturas mais elevadas (BEPPU et al., 2004). No trabalho de Cardoso et al. (2010) é observado teores mais elevados de quinonas produzidos nas épocas do ano com maiores médias de temperatura na cidade de São Paulo.

As diferenças observadas entre os dados obtidos e os valores encontrados na literatura, podem ser decorrentes a diversos fatores como, impactos ambientais locais, propriedades do solo utilizado, radiação, temperatura, umidade, ventos, como a própria característica da planta, como ponto de coleta, maturação das folhas e condições de extração e armazenamento do seu material (PALIOTO et al., 2015).

5.3 Pesquisa Fitoquímica

O intuito da pesquisa fitoquímica foi evidenciar prováveis substâncias ativas presentes na espécie analisada (SOUZA; VIEIRA; LIMA, 2011).

5.3.1 Métodos Qualitativos de Detecção de Metabólitos Secundários – Pesquisa fitoquímica

Os resultados obtidos nos testes de triagem fitoquímica, por meio dos métodos qualitativos, apresentados na **Tabela 4**. Por meio das análises realizadas identificaram-se as seguintes classes: azulenos, esteroides e triterpenóides, cumarinas, saponinas e alcaloides na espécie *Aloe vera*.

Tabela 4 - Classes de fitoquímicos presentes nos diferentes extratos de gel (1G, 2G e 3G) * e de cascas das plantas de *Aloe vera* (1F, 2F e 3F) *

Classe dos Fitoquímicos	1G	2G	3G	1F	2F	3F
Ácidos orgânicos	-	-	-	-	-	-
Catequinas						
Flavonóides	-	-	-	-	-	-
Taninos	-	-	-	-	-	-
Glicosídeos cardioativos	-	-	-	-	-	-
Sesquiterpenos e lactonas	-	-	-	-	-	-
Antraquinonas	-	-	-	-	-	-
Carotenóides	-	-	-	-	-	-
Azulenos	-	-	-	+	-	-
Esteroides e triterpenóides	-	-	-	+	+	+
Cumarinas	+	+	+	+	+	+
Saponinas	+	+	-	+	+	+
Alcalóides	-	-	-	+	-	+

(+ e - indicam presença ou ausência do fitoquímico, respectivamente). * 1G (Gel liofilizado + álcool 99,5 %), 2G (Gel liofilizado + álcool 70 %), 3G (Gel Liofilizado + água destilada); 1F (Folhas secas + álcool 99,5 %); 2F (Folhas secas + álcool 70 %); 3F (Folhas secas + água destilada).

A triagem fitoquímica realizada através dos testes qualitativos, verificou a presença ou ausência dos compostos proveniente do metabolismo secundário da planta, nas amostras de gel liofilizado e nas cascas das folhas da *Aloe vera* (SIMÕES et al., 2007).

Não foi detectada a presença de ácidos orgânicos, catequinas, flavonóides, taninos, glicosídeos cardioativos, sesquiterpenos e lactonas, antraquinonas e carotenóides em nenhum dos seis extratos diferentes.

A presença de azulenos foi detectada apenas no extrato 1F (Folhas secas + etanol 99,5 %). Esteroides e triterpenos foram detectados nos extratos 1F, 2F e 3F, ou seja, em todos os extratos provenientes das cascas de folhas secas. Os esteroides apresentam diversas ações farmacológicas como atividade anti-inflamatória e analgésica (RODRIGUES et al., 2010, SILVA et al., 2015). Como exemplo seu uso pode ser empregado por indústrias farmacêuticas na síntese de fármacos esteroidais semi-sintéticos.

As cumarinas foram detectadas em todos os extratos. Sua biogênese pode ser induzida por uma deficiência nutricional ou em resposta a um estresse biótico ou abiótico. Cumarinas simples apresentam odor característico, sendo usada por muitos anos como aromatizante em alimentos, porém atualmente seu uso é proibido (SIMÕES et al., 2007).

Saponinas não foram detectadas no extrato 3G (Gel Liofilizado + água destilada), apresentando sua presença nos demais extratos. São compostos que apresentam propriedades tensoativas. Apresentam comportamento anfifílico e uma capacidade de formar complexos com esteróides, proteínas e fosfolipídios de membrana, destacando

como propriedade biológica sua ação sobre as membranas celulares alterando a permeabilidade e causando destruição, indicando também uma característica tóxica (RODRIGUES et al., 2010; SIMÕES et al., 2007).

Os alcalóides foram detectados nos extratos 1F (Folhas secas + etanol 99,5%) e 3F (Folhas secas + água destilada). Tais compostos podem ser encontrados em todas as partes da planta, porém, haverá um acúmulo preferencial em um ou mais órgãos da planta. Devido sua toxicidade e amargor, a presença de alcalóides nas plantas atua como um mecanismo de defesa contra insetos. Diversos alcalóides já são utilizados como matéria prima na síntese de fármacos por apresentar uma gama vasta de atividades biológicas, entre as quais podemos citar atividade diurética, anestésica, amebicida, estimulante do SNC, antiviral, antitumoral, antitussígeno. Apesar de todos benefícios, plantas com presença de alcalóides devem ser consideradas tóxicas (RODRIGUES et al., 2010; SIMÕES et al., 2007).

Mariappan e Shanthi (2012), também encontraram em seu trabalho, em extratos etanólicos, a presença de saponinas e terpenoides nas folhas e esteroides no gel, porém, houve a detecção de flavonoides, taninos e glicosídeos nas folhas, compostos não detectados neste estudo.

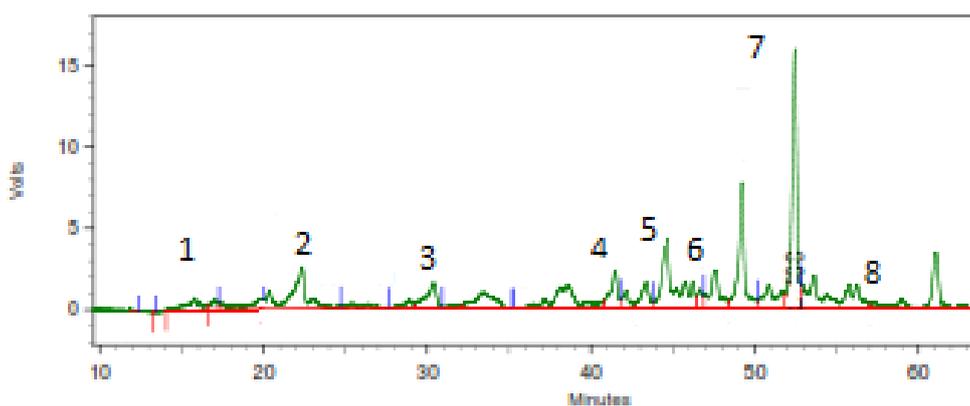
Extratos aquosos e etanólicos de *Aloe vera* foram submetidos à determinação de fenólicos totais, flavonoides e taninos por Lima et al. (2013). Onde também não foram detectados a presença de flavonoides e taninos nos extratos. A ausência de taninos pode ser justificada pela parte da planta utilizada nos estudos, não sendo comum a presença desses compostos em folhas e partes aéreas, apresentando mais em frutos e sementes (LIMA et al., 2013).

Apesar da existência de controle genético, diversos fatores como manejo e clima, podem interferir na quantidade dos metabólitos secundários o que pode gerar diferenças nas ações farmacológicas das espécies vegetais. Tais fatores podem ser o motivo para achados negativos na triagem fitoquímica em relação a determinados grupos de metabólitos, assim como variações climáticas e sazonais, o que reforça a importância dos estudos de prospecção química nas mais diversas localidades (RIBEIRO; SILVA; CASTRO, 2010; RODRIGUES et al., 2010).

5.3.2 Método Quantitativo de Detecção de Compostos Fenólicos – Perfil Cromatográfico

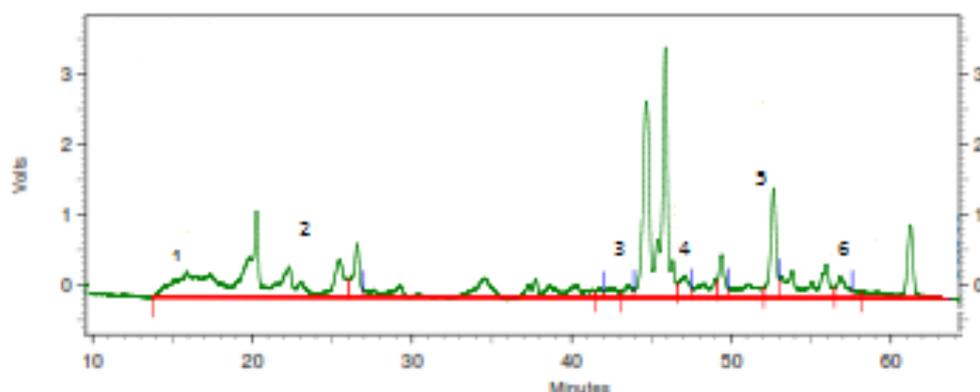
Os extratos do gel liofilizado e das cascas das folhas apresentaram uma composição complexa, com vários picos em diferentes tempos de retenção na análise por CLAE. O perfil cromatográfico obtido para os extratos do gel liofilizado e das cascas das folhas, pode ser observados nas **Figura 7** e **Figura 8**. A análise permitiu identificar cerca de seis compostos no extrato do gel liofilizado e oito compostos no extrato das cascas das folhas, todos por comparação com o tempo de retenção da amostra com os padrões autênticos. Tendo o composto epigalocatequina-3-galato e ácido elágico, identificado apenas no extrato das cascas das folhas, como pode ser observado na **Tabela 5**.

Figura 7 - Cromatograma do extrato das cascas das folhas de Aloe vera, obtido na separação por CLAE/UV-VIS a 280nm.



Pico 1: ácido gálico; 2: catequina; 3:epgalocatequina galato; 4: ácido elágico; 5:naringina; 6: miricetina; 7: quercetina; 8: kaempferol.

Figura 8 - Cromatograma do extrato do gel liofilizado de *Aloe vera*, obtido na separação por CLAE/UV-VIS a 280 nm.



Pico 1: ácido gálico; 2: catequina; 3: naringina; 4: miricetina; 5: quercetina; 8: kaempferol.

Tabela 5 - Principais compostos metabólitos identificados por CLAE nos extratos do gel liofilizado e das cascas das folhas secas de *Aloe vera*. Tempo de retenção em minutos e quantificação em micrograma de composto por miligrama de extrato ($\mu\text{g}/\text{mg}$)

Composto	Tempo de retenção (min)	Gel liofilizado	Casca das folhas
Ácido gálico	16,5	0,229	0,008
Catequina	24,3	0,730	0,257
Epigallocatequina-3-galato	29,8	-	1,657
Ácido elágico	41,5	-	0,162
Naringina	43,4	0,160	0,101
Miricetina	46,8	0,446	0,057
Quercetina	52,2	1,193	0,919
Kaempferol	57,1	0,044	0,027

(-) não detectado.

Dentre as classes de compostos fenólicos, foi evidenciado a presença de ácido elágico para os extratos das cascas das folhas, para esse composto. Os estudos têm demonstrado sua capacidade em prevenir estresses oxidativos, inibição do crescimento de bactérias patogênicas, atividade anti-ulcerativa, potencial antiaterogênico dentre outras (ISMAIL; SESTILI; AKHTAR, 2012; SOARES et al., 2014).

Também dentro da classe dos constituintes fenólicos, em comparação entre os tempos de retenção dos picos das amostras com os picos dos padrões autênticos permitiu identificar epigallocatequina-3-galato e (+)-catequina em todos os extratos e o ácido gálico no extrato do gel liofilizado. Para a classe de flavonóides foram identificados

cromatograficamente nos extratos do gel liofilizado e das cascas das folhas: naringina, miricetina, quercetina e kaempferol.

Os compostos identificados exercem diferentes papéis, tanto na prevenção como no tratamento de diversas patologias. A presença de catequinas foi maior no extrato do gel liofilizado. A detecção de epigallocatequina-3-galato foi exclusiva no extrato das cascas das folhas e apresentando como maior composto detectado na casca das folhas. As catequinas são polifenóis responsáveis por controlar e prevenir certas doenças (CASTRO et al., 2013). Johnson, Bryant e Huntley (2012) apresentam que esses dois compostos possuem capacidade antioxidantes e antibacterianos (RODRIGUES et al., 2010).

O ácido gálico é descrito na literatura no tratamento da microalbuminúria e citotoxicidade contra uma variedade de tumores celulares. Barbosa (2010) apresenta duas funções como anti-melanogênico e agente antioxidante, propondo que estas duas funções fazem do ácido gálico um composto eficiente para a saúde da pele.

O composto naringina participa da classe de flavonóides. Uma classe de composto que apresenta como característica serem bons sequestradores de radicais livres e prevenir o estresse oxidativo *in vivo* (ALAM et al., 2014). A naringina é moderadamente solúvel em água, bem como apresenta sabor amargo peculiar. Além disso, é considerada um potente agente antioxidante, anti-mutagênico, antibacteriano e antifúngico (ALAM et al., 2014; ITURRIAGA et al., 2014).

A miricetina é um flavonóide abundante em diversas plantas medicinais (JAHAN et al., 2013). Foi identificado em maior quantidade no extrato do gel liofilizado. Sultana, Anwar e Przybylsk (2007) atribuem a miricetina as propriedades antialérgica, antimicrobiana, antitrombótica, antioxidante, cardioprotetora, vasodilatadora e anti-inflamatória.

Dentre os compostos identificados no extrato do gel liofilizado, a quercetina foi encontrada em maior quantidade. Procházková, Boušová e Wilhelmová (2011), relataram ação da quercetina em prevenir lesão oxidativa induzida na membrana de eritrócitos devido sua capacidade de se quelar o ferro.

O kaempferol foi o metabólito com menor concentração detectado em ambos os extratos testados. Bhalla e Chauhan (2015), atribuem a este composto atividade antioxidante e anti-dislipidêmica.

Martins et al. (2013) atribui aos compostos de quercetina e kaempferol uma grande importância biológica, com atividades antivirais, antimicrobianos, anti-inflamatórios.

Em trabalho desenvolvido por Bhalla e Chauhan (2015), com intuito de identificar compostos em *Aloe vera* que combatam a dislipidemia, foi identificado através de metodologia por CLAE os compostos quercetina e kaempferol.

Além de possibilitar o conhecimento de substâncias que possam ser princípio ativo de novos fármacos, o uso de plantas medicinais apresenta vantagens ambientais, visto que são produtos biodegradáveis e com suprimento autossustentável por conta da diversidade da flora. Sendo assim Souza, Vieira e Lima (2011), afirmam que a caracterização fitoquímica contribui para a promoção de atividades sustentáveis de preservação e cultivo de espécies medicinais.

5.4 Dosagem de Metais pesados

Com relação à dosagem de metais pesados tóxicos, Ramos (2006) e Gonçalves et al., (2013) afirmam que a biodisponibilidade desses elementos-traços podem variar de acordo com o elemento estudado, tipo de solo, adubação empregada com fertilizantes minerais ou orgânicos e poluentes próximos aos locais de manejo. Isto pode explicar o fato de não terem sido detectadas concentrações desses metais nas amostras como se pode observar na **Tabela 6**.

A presença de chumbo no organismo, mesmo que em pequenas quantidades podem afetar o organismo, pois se acumula no sangue, migrando para os tecidos e depositando-se nos ossos, dificultando a capacidade de o organismo absorver Ca, Mg e Zn. O cádmio é um agente cancerígeno, mutagênico e teratogênico (SANTIAGO et al., 2011).

Tabela 6 - Teores de Metais pesados (mg/kg) das amostras de gel e de cascas das plantas de *Aloe vera*.

	Gel liofilizado	Casca das plantas
Chumbo	0,01	0,01
Cádmio	0,01	0,01
Cromo	0,01	0,01
Níquel	0,01	0,01

Os resultados detectados para a presença de metais pesados nas amostras testadas encontram-se próximos a zero. Os baixos valores podem ser explicados pelo limite de detecção da técnica utilizada. Ou podem ser atribuídos as condições de cultivo da planta.

Em estudo realizado por Nema et al., (2014) o teor de chumbo foi detectado dentro dos limites permitidos.

Segundo a portaria nº 685 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (BRASIL, 1998), que versa sobre os limites máximo de contaminantes químicos em alimentos, é tolerável o índice de 0,1 a 2,0 mg/kg para o teor de chumbo nos alimentos dispostos na portaria e limite máximo de 1,0 mg/kg de cádmio para alimentos tipo peixes e produtos da pesca, enquanto a Organização Mundial de Saúde (OMS) considera como limite máximo de Pb permitido de 10 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ (WHO, 1996).

Em virtude das hortas comunitárias nas quais foram realizadas coletas, ficarem dispostas próximas de avenidas e quadras residenciais, os resultados de metais obtidos nas análises ficaram abaixo do esperado, visto que poderiam haver metais provenientes principalmente do acúmulo de substâncias oriundos da poluição, seja através dos veículos ou pela população. Além disso, Gratão e colaboradores (2015) trazem em seu estudo, realizado com as mesmas hortas comunitárias utilizadas neste trabalho, o uso de defensivos agrícolas por 97 % dos indivíduos beneficiários, e que em 60 % delas, não apresenta acesso à rede de esgoto. Fatos que pode comprometer a qualidade do solo e por consequência a qualidade das plantas cultivadas.

Freire (2005), ainda acrescenta que a adubação química pode introduzir metais pesados no solo em quantidades consideráveis, agravando a situação e contaminando as plantas em consequência.

De acordo com os resultados obtidos neste estudo, observa-se que a *Aloe vera*, é rica fonte de micronutrientes essenciais como Na, Mg e K, como apresenta também compostos fitoquímicos ativos, capazes de desempenhar diversas atividades biológicas como reduzir radicais livres em problemas relacionados ao envelhecimento, doenças cardiovasculares (DOMÍNGUEZ-FERNÁNDEZ, 2012; MIRANDA et al. 2009).

6 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo demonstram um resumo da composição química e fitoquímica das cascas das folhas e do gel liofilizado de *Aloe vera*, cultivadas nas hortas comunitárias da cidade de Palmas – Tocantins.

Os fitoquímicos encontrados na pesquisa fitoquímica foram azulenos, esteróides e triterpenóides e alcaloides, apenas nas cascas das folhas, e compostos de cumarinas e saponinas encontrados nos extratos do gel liofilizados e na casca das folhas.

O perfil cromatográfico permitiu identificar cerca de seis compostos fenólicos no extrato do gel liofilizado e oito compostos no extrato das cascas das folhas, por comparação com o tempo de retenção da amostra com os padrões autênticos, sendo ácido gálico, catequina, naringina, miricetina, quercetina, kampeferol, identificado em ambas partes da planta. E epigalocatequina 3- galato e ácido elágico detectados apenas no extrato das cascas das folhas.

Devem também ser realizados estudos para confirmar a atividade destes compostos testados separadamente e a possibilidade de interferência ou contribuição quando os compostos são encontrados em conjunto, em amostras de extratos.

Com base nos resultados encontrados, foi observado que os materiais vegetais recolhidos nas hortas comunitárias do Plano Diretor da cidade de Palmas - TO apresentam baixíssimos valores de metais pesados, considerando-os seguros para uso e aplicação terapêutica.

Deve ser destacada a importância de realização de maiores estudos para avaliar por completo a composição química, fitoquímica e presença de contaminantes para assegurar a eficácia e segurança do uso para a população que faz uso dessa planta.

REFERÊNCIAS

AHMED, M.; HUSSAIN, F.. Chemical composition and biochemical activity of *Aloe vera* (*Aloe barbadensis* Miller) leaves. **IJCBS**, 3, P.29-33, 2013.

AKEV N, TURKAY G, CAN A, GUREL A, YILDIZ F, YARDIBI H, EKIZ EE AND UZUN H. Tumour Preventive Effect of Aloe vera Leaf Pulp Lectin (Aloctin I) on Ehrlich ascites Tumours in Mice. **Phytother. Res.** 21, 1070–1075, 2007.

ALAM, M.A.; SUBHAN, N.; RAHMAN, M.M.; UDDIN, S.J.; REZA, H.M.; SARKER, S.D.. Effect of Citrus Flavonoids, Naringin and Naringenin, on Metabolic Syndrome and Their Mechanisms of Action. **American Society for Nutrition**. Adv. Nutr. 5: 404–417, 2014.

ALMEIDA, M.M.B.; LOPES, M.F.G.; NOGUEIRA, C.M.D.; MAGALHAES, C.E.C.; MORAIS, N.M.T.. Determinação de nutrientes minerais em plantas medicinais. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 22(1): 94-97, jan.-abr.,2002.

ANVISA. **Fitoterápicos**. Disponível na internet via <http://www.anvisa.gov.br/medicamentos/fitoterapicos/poster_fitoterapicos.pdf> Acesso em 29/03/2015.

ARO, A.A.. **Efeito dos extratos de Aloe vera e Arrabidaea chica sobre a cicatrização do tendão calcâneo de ratos após transecção parcial**. Campinas, 2012. Originalmente apresentada como tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas, 2012.

ASSIS, A.F.S.; ANASTÁCIO, F.M.O.; SILVA, M.D.B.; AMARANTE, C.B.; NEVES, P.A.P.F.G.. Determinação do teor de metais em chás de plantas medicinais. **Enciclopédia Biosfra**. Centro Científico Conhecer – Goiânia, v.11 n.21; p.3396, 2015.

ASSOCIATION OFF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of Association of Official Agricultural Chemists**.17th ed. Washington, 1410 p, 2005.

BEPPU, H.; KAWAI, K.; SHIMPO, K. CHIHARA, T. ; TAMAI, I.;IDA, C.; UEDA M.;KUZUYA, H. Studies on the components of *Aloe arborescens* from Japan-monthly variation and differences dua part and position of the leaf. **Biochem Syst Ecol.** 32:783-795. 2004.

BERTOL, A.; ALMEIDA, S. M. Z.; ALMEIDA, L. P. de. Determinação de minerais em algumas plantas medicinais utilizadas em Xanxerê – Oeste catarinense. **Unoesc & Ciência – ACBS Joaçaba**. v.6, n.1, p. 53-53, jan/jun.2015.

BHALLA, A.; CHAUHAN, U.K.. Identification of Antihyperlipidemic components in Aloe vera through reverse phase HPLC. **J. Biol. Sci. Med.** 1 (1): 21-27, (2015).

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Farmacopéia Brasileira. 5. ed., v. 2. Brasília: ANVISA, 2010. 904 p.

BRASIL.Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitárias. Portaria nº 685 de 28 de Agosto de 1998. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 28 ago.1998. p.28.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. Aprova Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. DOU. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, DF, Brasília, 2005.

CABRAL, G.A.L.; MACIEL, J.R..Levantamento etnobotânico da coleção de plantas medicinais do Jardim Botânico do Recife, PE. Botânico do Recife, PE. **Natureza** on line 9 (3): 146-151.

CARDOSO, F.L.; MURAKAMI, C. MAYWORM, M.A.S.; MARQUES, L.M.. Análise sazonal do potencial antimicrobiano e teores de flavonoides e quininas de extratos foliares de *Aloe arborescens* Mill., Xanthorrhoeaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. 20(1): 35-40, Jan./Mar. 2010.

CASTRO, V.D. et al. Análise dos efeitos da epigalocatequina-3-galato (EGCG) de *Camellia sinensis* (chá verde) em modelo de hepatotoxicidade química experimental induzida pela Dietilnitrosamina (DEN). **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 215-228, jul./dez. 2013.

CHAVES, T;P.. **Variação Sazonal na Produção de Metabólitos Secundários e na Atividade Antimicrobiana de Espécies Vegetais do Semiárido Brasileiro**. Dissertação. Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande – PB, 2012.

CUNHA, A.C.M.C.M.; PAIVA, H.N.; XAVIER, A.; OTONI, W.C.. Papel da nutrição mineral na formação de raízes adventícias em plantas lenhosas. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n.58,p.35-47, jan./jun. 2009.

DIAS, J. L.; LACERDA, G. E. **Manual Técnico de Processamento Preliminar da Aloe vera**. 1 ed. Palmas-TO: J. L. Dias, 2016.

DOMÍNGUEZ-FERNÁNDEZ, R.N.; ARZATE-VÁZQUEZ, I.; CHANONA-PÉREZ, J.J.; WELTI-CHANES, J.S.; ALVARADO-GONZÁLEZ, J.S.; CALDERÓN-DOMÍNGUEZ, G.; GARIBAY-FEBLES, V.; GUTIÉRREZ-LÓPEZ, G.F.. El gel de Aloe vera: estructura, composición química, procesamiento, actividad biológica e importancia en la industria farmacéutica y alimentaria. **Rev. Mex. Ing. Quím** vol.11 no.1 México abr. 2012.

DUTILH, J.H.A. (coord.). Liliaceae s.l. In: Wanderley, M.G.L., Shepherd, G.J., Melhem, T.S., Martins, S.E., Kirizawa, M., Giuliatti, A.M. (eds.) Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo. **Instituto de Botânica**, São Paulo, vol. 4, pp: 237-260. 2005. Parte integrante da Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo, vol. 4. ISBN 85-7523-055-7 (online)

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Solos/Embrapa Informática Agropecuária/Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia. 2009. 627p.

FEMENIA, A.; SÁNCHEZ, E.S.; SIMAL, S.; ROSSELLÓ, C.. Compositional features of polysaccharides from *Aloe vera* (*Aloe barbadensis* Miller) plant tissues. **Carbohydrate Polymers**. V.39, p. 109-117, 1999.

FERREIRA, F.M.C.; LOURENÇO, F.J.C.; BALIZA, D.P.. Levantamento etnobotânico de plantas medicinais na comunidade quilombola Carreiros, Mercês – Minas Gerais. **Revista Verde** (Pombal - PB - Brasil), v 9, n. 3 , p. 205- 212, jul-set, 2014

FOSTER, M.; HUNTER, D; SAMMAN, S. *Evaluation of the Nutritional and Metabolic Effects of Aloe vera*. **Herbal Medicine: Biomolecular and Clinical Aspects** 2nd edition. 2011. [On line] <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK92765/?report=reader>. Acesso em 02/12/2016.

FREIRE, M.F.I.. Metais Pesados e Plantas Mediciniais. **Revista Científica eletrônica de agronomia**. Ano Iv, Número 08, Dezembro De 2005.

FREITAS, A.V.L.; COELHO, M.F.B.; MAIA, S.S.S.; AZEVEDO, R.A.B.. Plantas medicinais: um estudo etnobotânico nos quintais do Sítio Cruz, São Miguel, Rio Grande do Norte, **Brasil. R. bras. Bioci.**, Porto Alegre, v. 10, n. 1, p. 48-59, jan./mar. 2012

FREITAS, V. S.; RODRIGUES, R.A.F.; GASPI, F. O. G. Propriedades farmacológicas da *Aloe vera* (L.) Burm. f. **Rev. Bras. Pl. Med.** 16 (2), 299-307, 2014.

FREITAS, N.M.; SANTOS, A.M.C.M.; MOREIRA, L.R.M.O.. AVALIAÇÃO FITOQUÍMICA E DETERMINAÇÃO DE MINERAIS em amostras de *Hibiscus sabdariffa* L (vinagreira). **Cad. Pesq.**, São Luís, v. 20, n. 3, set./dez. 2013.

GONÇALVES Jr, A.C.; NACKE, H.; COELHO, G.F.; SCHWANTES, D.; CARVALHO, E. A.; MORAES, A.J.. Teores de nutrientes e metais em *Hyssopus officinalis* cultivado em solo argiloso com fertilização orgânica e mineral. **Científica**. Jaboticabal, v.41, n.2, p. 251-261, 2013.

GRATÃO, L.H. A.; RONDELLI, G. P. H.; SILVA, P. V.S.; SOUZA, G. S.; SCHOTT, E.; MOREIRA, R. A. M.; NASCIMENTO, G. N. L.. Análise Situacional das Hortas Comunitárias do Município de Palmas, Tocantins, Brasil: Uma Visão Etnofarmacológica. **Revista Cereus**. UnirG, Gurupi, TO, Brasil, v. 7, n. 2, Maio/Agost. 2015.

GULIA, A.; SHARMA, H.K.; SARKAR, B.C.; UPADHYAY, A.; SHITANDI, A.. Changes in physico-chemical and functional properties during convective drying of aloe vera (*Aloe barbadensis*) leaves. **Food and Bioproducts Processing**. v 88, p.161-164, 2010.

HIRSCH, G.E.; FACCO, E.M.P.; RODRIGUES, D.B.; VIZZOTTO, M.; EMANUELLI, T.. Caracterização físico-química de variedades de amora-preta da região sul do Brasil. **Ciência Rural, Santa Maria**, v.42, n.5, p.942-947, mai, 2012

IAL. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos**. 1ª ed. São Paulo: IAL, 2008. 1020p.

ISMAIL T, SESTILI P, AKHTAR S. Pomegranate peel and fruit extracts: A review of potential anti-inflammatory and antiinfective effects. **J Ethnopharmacol**. 143(2):397-405, 2012.

ITURRIAGA, L.; IDOIA OLABARRIETA, I.; CASTELLAN, A.; GARDRAT, C.; VÉRONIQUE, C. Active naringin-chitosan films: Impact of UV irradiation. **Carbohydrate Polymers**. V. 110, i. 22, P. 374–381, Sep. 2014.

JAHAN, N.; RAHMAN, K.U.; ALI, S.; ASI, M. R.. Phenolic Acid And Flavonol Contents Of Gemmo-Modified And Native Extracts Of Some Indigenous Medicinal Plants. **Pak. J. Bot.** 45(5):1515-1519, 2013.

JOHNSON, R.; BRYANT, S.; HUNTLEY, A. L. Green tea and green tea catechin extracts: An overview of the clinical evidence. **Maturitas**. v. 73, i. 4, p. 280–287, dec. 2012.

JOSEPH, B.; RAJ, S.J. Pharmacognostic and Phytochemical properties of Aloe vera linn – an overview. **International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research**. Bangalore, v. 4, n. 2, p. 106-110, 2010.

KIRKBY, E.A.; RÖMHELD, V. Micronutrientes Na Fisiologia De Plantas: Micronutrientes Na Fisiologia De Plantas: Funções, Absorção E Mobilidade. **Encarte Do Informações Agrônomicas** Nº 118 – JUNHO/2007.

LEITÃO, A. M. **Caracterização morfológica e físico-química de frutos e sementes de *astrocaryum aculeatum meyer* (arecaceae), de uma floresta secundária**. 2008. 104 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Programa Integrado de Pós- Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do convênio Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia e Universidade Federal do Amazonas, 2008

LIMA A.C.R.; BRUSSAARD L.; TOTOLA M.R.; HOOGMOED W.B.; GOEDE R.G.M.. A functional evaluation of three indicator sets for assessing soil quality. **Appl Soil Ecol.**;64:194-200, 2013.

LIMA, R.M.F. Extração e purificação do princípio ativo da *Aloe barbadensis* Miller. In: Faculdades Integradas Asmec. **Anais**. Ouro Fino/MG.2010.

LIMA, R.A.; MAGALHÃES, S.A.; SANTOS, M.R.A.. Levantamento Etnobotânico De Plantas Mediciniais Utilizadas Na Cidade De Vilhena, Rondônia. **Revista Pesquisa & Criação** - Volume 10, Número 2, Julho/Dezembro de 2011: 165-179.

LIMA, W.Q.F; PEREIRA,T.C.D.; PEREIRA, M.G.M.; BRITO, N.J.N.; ZAMPIERON, R.G.; SILVA, G.A.. Avaliação fitoquímica e antioxidante de plantas medicinais do Norte do Mato Grosso. **Research Gate**, Janeiro, 2013.

LOPES, L.H.; DALLA ROSA, A.; CAMINO FELTES, M.M.; DORS, G.C.. Determinação de fibra bruta em diferentes matrizes alimentares. Mostra Nacional de Iniciação Científica e Tecnológica Interdisciplinar. Araquari – SC, 2014.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. .A. **Plantas medicinais no Brasil** – Nativas e exóticas. 2.ed. São Paulo: Instituto Plantarum, 2008; 244p.

MAIA-FILHO, A.L.M.; SILVA,V.S.; BARROS,T.L.; COSTA, C.L.S.; MAIA, E.P.V.D.; ARAÚJO, K.S.; SANTOS, I.M.S.P.; VILLAVERDE, A.G.J.B.; CARVALHO, F.A.S.; CARVALHO, R.A.. Efeito do gel da babosa (*Aloe barbadensis* Mill.) associado ao ultrassom em processo inflamatório agudo. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v.13, n.2, p.146-150, 2011.

MARIAPPAN, V.; SHANTHI, G.. Antimicrobial na phytochemical analysis of *Aloe vera* L. International Research Journal of Pharmacy, **IRJP**, 3 (10), 2012.

MARTINS, J. M. **Uso da babosa (Aloe vera) na reparação de feridas abertas provocadas cirurgicamente em cães**. Originalmente apresentada como monografia. Universidade Federal de Campina Grande. 2010.

MARTIUS, C.F.P. Liliaceae. In: C.F.P. Martius & A.G. Eichler (eds.). **Flora brasiliensis**. F. Fleisher, Lipsiae, Rio de Janeiro, Vol. III, Part I, Fasc. 8 Coluna 133 - 134 Publicado em 01-Jun-1847.

MATOS, F. J. Abreu. **Introdução à Fitoquímica Experimental**. Fortaleza, Edições UFC, 1997.

MIRANDA, M., MAUREIRA, H., RODRIGUEZ, K. Y VEGA, A.. Influência da temperatura sobre a cinética de secagem, as propriedades físico-químicas, e a capacidade antioxidante do Aloe vera (*Aloe barbadensis* gel de Miller). **Journal of Food Engineering** 91, 297-304, (2009).

MIRANDA, G.S.; SANTANA, G.S.; MACHADO B.B.; COELHO, F.P.; CARVALHO, C.A. Atividade antibacteriana *in vitro* de quatro espécies vegetais em diferentes graduações alcoólicas. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v.15, n.1, p.104-111, 2013.

MONTEIRO, T. F.E.V. **Avaliação do efeito da fertilização no crescimento e na mucilagem de *Aloe vera barbadensis* Miller em ambiente de estufa e de campo.** Dissertação. Mestrado em produção de plantas aromáticas e medicinais. Instituto Politécnico de Santarém. Escola Superior Agrária de Santarém. Maio 2013.

MORETTO, E. et al. **Introdução à Ciências de Alimentos.** Florianópolis: Editora da UFSC, 2008.

NEMA, N. K.; MAITY, N.; SARKAR, B. K.; MUKHERJEE, P. K.. Determination of trace and heavy metals in some commonly used medicinal herbs in Ayurveda. **Toxicology and Industrial Health.** Vol. 30(10) 964–968, 2014.

OLIVEIRA, E. T. **Micropropagação e Acompanhamento Bioquímico, Fisiológico e Nutricional da babosa (*Aloe vera* (L.) Burm. f) cultivada extra vitro em doses de nitrogênio.** Tese (Doutorado em Ciências) – Programa de Pós Graduação em Ciências. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

OLIVEIRA, D.M. et al. Antibacterial mode of action of the hidroethanolic extract of *Leonotis nepetifolia* (L.) R. Br. involves bacterial membrane perturbations. **Journal of Ethnopharmacology.** 172, p.356-363,2015.

PALHARIN, L. H. D. C.; NETO, E. F.; LOPES, M.P. C.; ASCÊNCIO, F.; BOSQUÊ, G. G. Efeitos fitoterápicos e homeopáticos da babosa. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v. VII, n.14, 2008.

PALIOTO, G. F.; SILVA, C. F. G.; MENDES, M. P.; ALMEIDA, V. V.; ROCHA, C. L. M. S. C.; TONIN, L. T. D.. Composição centesimal, compostos bioativos e atividade antioxidante de frutos de *Morinda citrifolia* Linn (noni) cultivados no Paraná. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, 17(1), 59-66, (2015).

PERES, L.E.P. **Metabolismo secundário.** Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, p.1-26. 2004. Disponível em: <http://docentes.esalq.usp.br/lazaropp/FisioVegGradBio/MetSec.pdf>. Acesso em: 25 out. 2016.

PEREIRA, R. J.; CARDOSO, M. G.. Metabólitos secundários vegetais e benefícios antioxidantes. **J. Biotec. Biodivers.** v. 3, N.4: pp. 146-152, Nov. 2012.

POZZATTI, R.R.; MACHADO, H.L.; CALDAS, L.A.; LARENTIS, A.L.; HERBST, M.H.; ALMEIDA, R.V.; RIBEIRO, M.G.L.. **Investigação de conceitos relativos a lipídeos presentes entre estudantes da Universidade Federal Fluminense.** Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2011.

PROCHAZKOVA, D.; BOUSOVA, L.; WILHEMNOVA, N.. Antioxidant and Prooxidant Properties of Flavonoids. **Fitoterapia** 82: 513-523, 2011.

RAKSHA, B.; POOJA, S.; BABU, S.. Bioactive compounds and medicinal properties of *Aloe vera* L.: An update. **Journal of Plant Sciences**, 2(3): 102-107, 2014.

RAMOS, M.C. Metals in vineyard soils of the Penedès area (NE Spain) after compost application. **Journal of Environmental Management** 78: 209-215, 2006.

RAMOS, A. P.; PIMENTEL, L. C. Ação da Babosa no reparo tecidual e cicatrização. **Brazilian Journal of Health.** v. 2, n. 1, p. 40-48, 2011.

RIBEIRO, A.O.; SILVA, A.F.; CASTRO, A.H.F.. Identificação de espécies da família Asteraceae, revisão sobre usos e triagem fitoquímica do gênero *Eremanthus* da Reserva Boqueirão, Ingaí-MG. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v.12, n.4, p.456-465, 2010.

RIBEIRO, L. U.; GONÇALVES, G.R.; BESSA, N.G.F.. Plantas Medicinais E Conduta Terapêutica de Idosos Atendidos Em Unidade Básica de Saúde do Município de Gurupi – Tocantins. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**, ano 11, nº 37, jul/set 2013.

RODRIGUES, K. A.F.; DIAS, C.N.; FLORÊNCIO, J.C.; VILANOVA, C.M.; GONÇALVES, J.R.S.; COUTINHO-MORAES, D.F.. Prospecção Fitoquímica E Atividade Moluscicida De Folhas De *Momordica charantia* L*. **Cad. Pesq.**, São Luís, v. 17, n. 2, maio/ago. 2010.

SAIDELLES, A.P.F.; KIRCHNER, R.M.; SANTOS, N.R.Z.; FLORES, E.M.M.; BARTZ, F..R.. Análise de metais em amostras comerciais de erva-mate do sul do Brasil. **Alim. Nutri.** Araraquara, v.21, n.2, p. 259-265, abr./jun., 2010.

SANTIAGO, D.M.; TEIXEIRA, G.C.B.; SOUZA, R.R.; GOULART, A.T. Teores de cádmio, chumbo e zinco em plantas medicinais cultivadas em solos contaminados. **PERQUIRERE Revista do Núcleo Interdisciplinar de Pesquisa e Extensão.** Patos de Minas: UNIPAM, n. 8, vol. 1, pp. 195- 202, jul. 2011.

SANTOS HS, MURATORI MCS, MARQUES ALA, ALVES VC, CARDOSO Filho FC, COSTA APR, et al. Avaliação da eficácia da água sanitária na sanitização de alfaces (*Lactuca sativa*). **Rev Inst Adolfo Lutz.** 71(1):56-60, São Paulo, 2012.

SANTOS, R. L.; NOBRE, M. S. de C.; GUIMARÃES, G. P; DANTAS, T. B.; VIEIRA, K. V. M.; Felismino, D. de C.; Dantas, I. C. Contaminação fúngica de plantas medicinais utilizadas em chás. **Rev Ciênc Farm Básica Apl.**, v. 34, n. 2, p. 289 – 293, 2013.

SARACOGLUA, S.; TUZENB, M.; SOYLAKC, M.. Evaluation of trace element contents of dried apricot samples from Turkey. **Jounal of Hazardous Materials** 167:647-652, 2009.

SILVA,C.G.; MARINHO,M.G.V.; LUCENA,M.F.A.; COSTA,J.G.M. Levantamento etnobotânico de plantas medicinais em área de Caatinga na comunidade do Sítio Nazaré, município de Milagres, Ceará, Brasil. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Campinas, v.17, n.1, p.133-142, 2015.

SILVA, S.S.; POPA, E.G.; GOMES, M.E; CERQUEIRA, M.; MARQUES, A.P.; CARIDADE, S.G.; TEIXEIRA, P.; SOUSA, C.; MANO, J.F.; REIS, R.L.. An investigation of the potential application of chitosan/aloe-based membranes for regenerative medicine. **Acta Biomaterialia** (2013). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.actbio.2013.02.027> . Acesso em: nov.2016.

SIMÃO, A. A.. **Composição química, eficácia e toxicidade de plantas medicinais utilizadas no tratamento da obesidade**. Lavras: UFLA, 2013. Tese (Doutorado).

SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R..(Organizadores). **Farmacognosia da planta ao medicamento**. 6ª ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS; Florianópolis:Editora da UFSC, 2007.

SOARES, I. M.; BASTOS, E. G. B.; PEIXOTO SOBRINHO, T. J. da S.; ALVIM, T. da C.; SILVEIRA, M. A. da; AGUIAR, R. W. de A.; ASCÊNCIO, S. D. Conteúdo fenólico e atividade antioxidante de diferentes cultivares de *Ipomoea batatas* (L.) Lam. obtidas por melhoramento genético para produção industrial de etanol. **Rev Ciênc Farm Básica Apl.**, v. 35, n. 3, p. 479-488, 2014.

SOUZA, M.D.; PASA, M.C.. Levantamento Etnobotânico De Plantas Mediciniais Em Uma Área Rural Na Região De Rondonópolis, Mato Grosso. **Biodiversidade** - V.12, N1, pág. 138-145, 2013.

SOUZA, M. S. B.; VIEIRA, L. M.; LIMA, A.Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de resíduos de polpas de frutas tropicais. **Brazilian Journal Food Technology**, Campinas, v. 14, n. 3, p. 202-210, 2011.

SULTANA, B.; ANWAR, F.; PRZYBYLSKI, R.. Antioxidante activity of phenolic components present in barks of *Azadirachta indica*, *Terminalia arjuna*, *Acacia nilótica*, and *Eugenia jambolana* Lam. Trees. **Food Chemistry**. 104, p.1106-1114, 2007.

TOMASIN, R. **Efeitos Terapêuticos do Homogeneizado de Aloe Vera e Mel Sobre o Crescimento e Atividade Celular do Carcinossarcoma de Walker 256**. Campinas, 2010. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, 2010.

TOMASIN, R. **Estudo da evolução tumoral, caquexia e metástase em diferentes modelos animais in vivo e in vitro**. Campinas, SP, 2014. Originalmente apresentada como tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas, 2014.

URBINA, L. A. L.; NOVA, C. M.; URIBE, L. D.M.. Estabilización Del Gel De Aloe Barbadensis Miller Y Disminución De Su Concentración Por Adsorción En Columna Con Carbón Activado. **REVISTA ION**, [S.l.], v. 24, n. 1, ago. 2011. ISSN 2145-8480. Disponível em: <<http://revistas.uis.edu.co/index.php/revistaion/article/view/2078/3866>>. Acesso em: nov. 2016.

VENDRUSCOLO, G. S.; MENTZ, L. A. Levantamento etnobotânico das plantas utilizadas como medicinais por moradores do bairro Ponta Grossa, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, **Brasil*.IHERINGIA, Sér. Bot.**, Porto Alegre, v. 61, n. 1-2, p. 83-103, jan./dez. 2006.

ZUCCHI, M.R.; OLIVEIRA JÚNIOR, V.F.; GUSSONI, M.A.; SILVA, M.B.; SILVA, F.C.; MARQUES, N.E.. Levantamento etnobotânico de plantas medicinais na cidade de Ipameri – GO. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Campinas, v.15, n.2, p.273-279, 2013.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **WHO Trace elements in human nutrition and health**. 343p, Geneva, 1996.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **WHO Guidelines on safety monitoring of herbal medicines in pharmacovigilance systems**. Geneva, 2004.