



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE BAURU - FACULDADE DE CIÊNCIAS

MÔNICA REGINA VIEIRA LEITE

**O GÊNERO *Bauhinia* L. NA REGIÃO DE BAURU E SEUS
METABÓLITOS SECUNDÁRIOS:
CONTRIBUIÇÕES PARA ESTUDOS DE PLANTAS MEDICINAIS**

BAURU – SP

2017



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE BAURU - FACULDADE DE CIÊNCIAS

MÔNICA REGINA VIEIRA LEITE

**O GÊNERO *Bauhinia* L. NA REGIÃO DE BAURU E SEUS
METABÓLITOS SECUNDÁRIOS:
CONTRIBUIÇÕES PARA ESTUDOS DE PLANTAS MEDICINAIS**

Orientador: Prof. Dr. Luiz Leonardo Saldanha

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito para a obtenção
do grau de Licenciada em Química
Ambiental pela Faculdade de Ciências da
Universidade Estadual Paulista “Júlio de
Mesquita Filho” – Campus de Bauru.

BAURU - SP

2017

Leite, Mônica Regina Vieira.

O gênero *Bauhinia* L. na região de Bauru e seus metabólitos secundários: contribuições para estudos de plantas medicinais / Mônica Regina Vieira Leite, 2017
56 f. : il.

Orientador: Luiz Leonardo Saldanha

Monografia (Graduação)-Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2017

1. *Bauhinia*. 2. Bauru. 3. Cerrado. 4. Fitoterápicos. 5. Plantas medicinais - Meios auxiliares. I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências. II. Título.

MÔNICA REGINA VEIRA LEITE

**O GÊNERO *Bauhinia* L. NA REGIÃO DE BAURU E SEUS
METABÓLITOS SECUNDÁRIOS:**

CONTRIBUIÇÕES PARA ESTUDOS DE PLANTAS MEDICINAIS

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Luiz Leonardo Saldanha

UNESP/Bauru – Faculdade de Ciências – Departamento de Ciências Biológicas

Prof^a. Dra. Anne Ligia Dokkedal Bosqueiro

UNESP/Bauru – Faculdade de Ciências – Departamento de Ciências Biológicas

Prof^a. Dra. Inês Cechin

UNESP/Bauru – Faculdade de Ciências – Departamento de Ciências Biológicas

Bauru, 12 de Dezembro de 2017

Dedico esse trabalho aos meus pais Débora e José e aos meus tios Antonio e Ana, por todo amor, carinho e apoio durante todos esses anos. Se hoje estou escrevendo isso foi porque vocês me permitiram e me ajudaram a trilhar todo meu caminho, sempre estando presentes, me amando e apoiando. Vocês são referenciais de garra e honestidade que vou levar por toda a minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço,

Primeiramente a Deus, por ter me dado força e paciência para enfrentar todas as dificuldades na realização desse trabalho e durante toda a minha trajetória.

À toda minha família, em especial minha prima Cíntia, como sempre muito presente, que desde o início sempre me apoiou e me deu forças quando eu mais precisava, quando tudo parecia estar dando errado, todos estavam ali para me animar e dar coragem para seguir em frente.

Gostaria de agradecer seis pessoas que foram determinantes na minha vida e o que eu sou hoje, onde eu cheguei até agora, devo especialmente a eles. Obrigada Mãe, Pai, Lipe, Tia Mana, Tio Antonio e Milena por sempre estarem comigo, me apoiando e me ajudando, sabemos como esse final foi difícil e sem a ajuda e o amor de vocês não teria conseguido, muito obrigada mesmo por tudo, amo vocês.

A todos os integrantes que estiveram e que ainda estão presentes no Laboratório de Química de Produtos Naturais da Unesp de Bauru, que sempre me ajudaram e de alguma forma me ensinaram coisas novas. Um agradecimento especial ao grupo Lab 2.0, que não só estiveram comigo desde o início, me ensinando e me ajudando, como também foram os responsáveis pelas risadas, brincadeiras e as tardes mais divertidas, era muito mais prazeroso estudar e trabalhar no laboratório com vocês presentes.

Ao meu orientador, Luiz Leonardo Saldanha e à professora Anne Ligia Dokkedal Bosqueiro, por me receberem de braços abertos no laboratório e me ensinarem um pouco sobre esse fascinante mundo das plantas.

A todos os amigos de curso, especialmente e em ordem alfabética a Bárbara, o Martin e a Patrícia. Vocês foram muito marcantes e decisivos na minha história, muito obrigada por sempre estarem comigo e pela amizade de vocês.

Por fim, gostaria de agradecer à UNESP e todos os professores que tive durante o meu curso, cada um de vocês me influenciaram e me fizeram crescer e evoluir de alguma forma.

RESUMO

A história das plantas e dos seres humanos está conectada desde seus primórdios. Hoje, ainda mais! Após a domesticação das plantas, ambos criaram uma relação de interdependência, cabendo ao homem a tarefa de explorar a natureza de acordo com suas necessidades e da forma mais sustentável possível. O uso de plantas medicinais é algo que sempre esteve presente na sociedade, tanto na medicina popular quanto na medicina científica. Os estudos científicos referentes a tais plantas proporcionaram um avanço na produção de fitoterápicos, aprimoraram o conhecimento em relação às suas propriedades medicinais e as melhores condições naturais para explorá-las. Para o presente trabalho optou-se por uma revisão bibliográfica do gênero *Bauhinia* L. e suas contribuições na área farmacológica como objeto de pesquisa, dando foco nas espécies que ocorrem na região de Bauru. *Bauhinia* é composto por espécies com alto valor medicinal por possuir diversas classes de compostos como flavonoides, terpenoides, taninos, alcaloides e quinonas por exemplo. Estudos demonstraram atividades antioxidante, antimicrobiana, anti-inflamatória, hipoglicemiante, antitumoral, entre outras. Em Bauru, região onde ocorre a Floresta Estacional Semidecidual e Cerrado, já foram registradas três espécies de *Bauhinia*: *B. longifolia* (Bong.) Steud., *B. unguolata* L., *B. holophylla* (Bong.) Steud. Embora haja poucos trabalhos publicados, *B. longifolia* apresenta atividade antiviral e um alto potencial antioxidante, possui em sua constituição heterosídeos de flavonoides derivados de miricetina, kaempferol e quercetina. *Bauhinia unguolata*, utilizada popularmente no tratamento contra o diabetes, exerce atividade antimicrobiana e antioxidante, além de apresentar em sua constituição compostos exclusivos como quercetina-3-O-arabinofuranosídeo, harmano e eleagnina. Já *B. holophylla* é uma espécie que vem sendo cada vez mais estudada principalmente por causa de sua atividade hipoglicemiante, além disso, estudos comprovaram sua atividade biocida, antidiarreica e antiúlcera. Concluiu-se, portanto, que esse gênero exerce um papel muito importante na área medicinal e coloca o Cerrado da região de Bauru, por abrigar essas espécies, em posição de destaque para pesquisa, com grande potencial econômico e farmacológico.

Palavras-chave: *B. longifolia*; *B. unguolata*; *B. holophylla*; Cerrado; Fitoterápicos.

ABSTRACT

The history of plants and human beings has been connected since the beginning. Today, with the domestication of plants, both have created this relationship of interdependence, and man has the task of exploring nature according to his needs and in the most sustainable way possible. The use of medicinal plants is something that has always been present in society, both in the folk medicine and in the scientific medicine. Scientific studies of such plants have provided an advance in the development of herbal medicines, improved the knowledge regarding their medicinal properties and the best natural conditions to exploit them. For this paper, a bibliographical revision of the genus *Bauhinia* L. and its contributions in the pharmacological area as object of research, giving focus on the species that occur in the region of Bauru was chosen. *Bauhinia* is composed by species with very high medicinal value because it has several classes of compounds such as flavonoids, terpenoids, tannins, alkaloids and quinones, for example. Studies have demonstrated antioxidant, antimicrobial, anti-inflammatory, hypoglycemic, antitumoral activities, among others. In Bauru, a region of Semideciduous Seasonal Forest and Cerrado vegetation, three species of *Bauhinia* have already been recorded: *B. longifolia* (Bong.) Steud., *B. unguolata* L, *B. holophylla* (Bong.) Steud. Although there are few published papers, *B. longifolia*, has antiviral activity and a high antioxidant potential, it has in its constitution flavonoid glycoside derivatives from myricetin, kaempferol and quercetin. *Bauhinia unguolata*, popularly used in the treatment of diabetes, exerts antimicrobial and antioxidant activity, besides presenting exclusive compounds in its constitution, like quercetin-3-O-arabinofuranoside, harmaline and eleagnine. *Bauhinia holophylla* has been increasingly studied mainly because of its hypoglycemic activity; in addition, studies have proven its biocide, antidiarrheal and antiulcer activity. It was concluded, therefore, that this genus plays a very important role in the medicinal field and highlight the Cerrado area from Bauru, because it contains these species, in a prominent position as a research site, with great economic and pharmacological potential.

Palavras-chave: *B. longifolia*; *B. unguolata*; *B. holophylla*; Cerrado; Herbal medicines.

Sumário

INTRODUÇÃO	9
CAPÍTULO 1: O ESTUDO DAS PLANTAS MEDICINAIS	14
1.1. Metabólitos secundários ou especializados	17
1.1.1. Composto fenólicos.....	19
1.1.2. Terpenos.....	22
1.1.3. Alcaloides.....	23
1.1.4. Fatores de Influência	24
1.2. Importância Ambiental.....	26
CAPÍTULO 2: O GÊNERO <i>BAUHINIA</i>	27
CAPÍTULO 3: BIOMAS E OCORRÊNCIAS DE ESPÉCIES DE <i>BAUHINIA</i> NA REGIÃO DE BAURU	38
3.1. <i>Bauhinia longifolia</i>	41
3.2. <i>Bauhinia unguolata</i>	43
3.3. <i>Bauhinia holophylla</i>	44
CONCLUSÃO.....	47
REFERÊNCIAS	50

Introdução

INTRODUÇÃO

Embora não pareça, nos dias atuais homens e plantas estão histórica e geograficamente relacionados. Relações essas que se estreitam cada vez mais, seja pela utilidade, sejam pelos cuidados que se deve ter. Chega a ser, assim, uma relação de interdependência, uma vez que o homem não vive sem as plantas, direta e indiretamente, nem as plantas vivem sem o homem, principalmente depois de domesticadas, quando a sua existência e reprodução passam a depender da intervenção humana (HAVILAND et al., 2011).

Podemos conjecturar que a história das plantas se funde com a história humana, que a sobrevivência do homem sempre dependeu e continuará dependendo delas, seja como fonte de alimentação, de O₂, para fins estéticos, seja como fonte de substâncias medicinais usadas no tratamento dos mais variados tipos de doenças; fica a cargo do homem a sua exploração em conformidade com seus interesses e necessidades (ANTONIO et al. 2011).

No entanto, essa exploração já não acontece ou não poderia acontecer de forma espontânea, intuitiva, apolítica e irresponsável. Ao contrário e por isso, o homem vem recorrendo à ciência ou ao saber científico para explorá-las de forma mais eficiente, segura e eficaz. Isto é, está levando em consideração não apenas os fins, a utilidade, mas também, aspectos ambientais e éticos que estão ligados a essa temática (PAVAN-FRUEHAUF, 2000).

Um exemplo disso, ao nosso entender, é a recente valorização do uso de plantas medicinais, que têm despertado cada vez mais interesse pela produção de conhecimentos que possam orientar sua exploração e utilização para fins de tratamentos terapêuticos de forma consciente e responsável, ou seja, obtendo mais benefícios com menos danos possíveis (DA SILVA, 2012).

Embora nos últimos anos tenha acontecido um avanço científico muito alto sobre os estudos químicos e farmacológicos de plantas medicinais, que pode ser observado no aumento de trabalhos publicados na área e até mesmo na criação de periódicos específicos sobre produtos naturais (CECHINEL FILHO E YUNES, 1998), isso também impôs, de acordo com Li e Vederas (2009), desafios tecnológicos e científicos para as indústrias farmacêuticas para aprovação de novas drogas e na proteção de patentes para medicamentos importantes.

Segundo Cechinel Filho (2009), *Bauhinia* L. possui várias classes de compostos de interesse medicinal como terpenoides, esteroides, taninos, alcaloides e quinonas. Além desses, esse gênero é determinado principalmente pela presença de uma grande diversidade de flavonoides livres.

Embora a maior parte dos trabalhos que relaciona o gênero *Bauhinia* com atividades hipoglicemiantes utilize *Bauhinia forficata* Link em seus estudos e apresenta os flavonoides como principal composto ativo (DA SILVA & CECHINEL FILHO, 2002), Saldanha (2017) em seu estudo com *Bauhinia holophylla* (Bong.) Steud., presente na região de Bauru, demonstra, pela primeira vez, os cianoglicosídeos não-cianogênicos como compostos ativos responsáveis pela atividade hipoglicemiante da planta. Segundo seus resultados, o litospermosídeo possui atividade hipoglicemiante similar à metformina® (droga alopática utilizada atualmente no tratamento da *Diabetes mellitus*), em doses mais baixas.

Dos Santos et al. (2017), avaliaram pela primeira vez o potencial antioxidante da *Bauhinia longifolia* (Bong.) Steud., mostrando maiores índices de atividade antioxidante nas frações AcOEt e *n*-BuOH. Lacerda et al. (2016), verificaram o potencial modulador da espécie *Bauhinia unguolata* L. em associação a outros medicamentos já testados contra algumas espécies de bactérias e concluíram que o extrato juntamente com os fármacos potencializou o efeito destes, manifestando uma atividade antibacteriana significativa. Ambas as espécies ocorrem na região de Bauru.

Percebe-se nessas considerações que a relação do homem com as plantas pode ser estudada sob os mais diferentes ângulos ou perspectivas, mas para o desenvolvimento deste Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), delimitou-se a uma análise dos metabólitos secundários ou especializados presentes no gênero *Bauhinia*, principalmente nas que ocorrem na região de Bauru.

Bauru localiza-se na região noroeste do estado de São Paulo, onde ocorrem alguns tipos de vegetação do domínio do Cerrado, sendo eles a Floresta Estacional Semidecidual e cerrado. Diversas espécies vegetais já foram registradas nessa região, entre elas, *Bauhinia longifolia*, *Bauhinia unguolata*, *Bauhinia holophylla* (CAVASSAN, 2013; CAVASSAN, 2015; SEMMA, 2015).

De acordo com Coutinho et al. (2009), as regiões de Cerrado são caracterizadas por uma estação chuvosa (que acontece de outubro a março) e uma

estação seca (presente em abril a setembro), o que é considerado a principal limitação para a flora existente na região e uma grande influência na caracterização estrutural dessa vegetação.

Sabendo dos fatores naturais que influenciam a produção e o acúmulo dos metabólitos especializados, é importante fazer o reconhecimento da época em que a droga é coletada. Gobbo-Neto e Lopes (2007) entendem que a “época em que uma droga é coletada é um dos fatores de maior importância, visto que a quantidade e, às vezes, até mesmo a natureza dos constituintes ativos não é constante durante o ano”.

Algumas razões justificam social e cientificamente a escolha do gênero e da abordagem ecológica que deu origem a esse trabalho: uma delas é o reconhecimento, comprovado em pesquisas recentes, do seu uso em atividades farmacológicas (SALDANHA, 2017; PIERONI, 2013; LACERDA et al, 2016; HENRIQUES, 2013).

Outra razão é sua relevância social por oferecer esclarecimento científico à sociedade sobre as propriedades existentes de espécies desse gênero, muito utilizadas na medicina popular (FOGLIO et al, 2006; VEIGA JR. et al, 2005; DA SILVA & CECHINEL FILHO, 2002).

Justifica-se ainda, pela contribuição ambiental, uma vez que o trabalho evidencia a importância da escolha da melhor época de coleta e outros fatores naturais que influenciam quantitativa e qualitativamente o produto, promovendo dessa forma uma exploração mais sustentável das plantas medicinais e obtenção de melhorias na produção de fitoterápicos (GOBBO-NETO E LOPES, 2007).

Portanto, com a finalidade de proporcionar uma visão mais ecológica e dar subsídio para melhorias no uso de plantas medicinais, a pesquisa desenvolvida teve como objetivo principal analisar as contribuições do gênero *Bauhinia* na área farmacológica.

A fim de alcançar tal objetivo, achou-se necessário apresentar os seguintes objetivos específicos:

- a- Esclarecer a importância ambiental nos estudos de plantas medicinais.
- b- Averiguar a composição química dessas espécies.
- c- Verificar a relevância desses compostos químicos no tratamento de determinadas doenças

d- Relacionar o tipo de vegetação e as espécies de *Bauhinia* que ocorrem na região de Bauru.

Quanto aos procedimentos metodológicos é uma pesquisa bibliográfica, quer dizer, fundamentada em trabalhos desenvolvidos e que tiveram seus resultados publicados em revistas científicas com seletivo corpo editorial.

A pesquisa desenvolveu-se com a utilização de um plano de trabalho que orientou, primeiramente, a cuidadosa identificação e seleção dos textos que seriam utilizados, tais como: artigos de revistas especializadas, impressas e eletrônicas, livros, capítulos de livros, relatórios de pesquisas, monografias, dissertações e teses.

A escolha dos materiais teve trabalhos atuais como prioridade, a fim de trazer resultados mais recentes, completos e precisos, porém o uso de pesquisas que são referências da área não foi descartado, uma vez que são fundamentais para o estudo desse gênero.

O corpo do texto encontra-se estruturado em três capítulos: O primeiro capítulo traz um histórico sobre o estudo de plantas medicinais, evidenciando sua importância e interação com o homem. O segundo capítulo refere-se ao gênero *Bauhinia*, sua composição química e contribuições na área medicinal. Por último, terceiro capítulo, apresenta os biomas e as espécies de *Bauhinia* que ocorrem na região de Bauru.

Capítulo 1:

O Estudo das Plantas Medicinais

1 O ESTUDO DAS PLANTAS MEDICINAIS

Primeiramente, planta medicinal é toda planta que possui substâncias que possam ser utilizadas a fim de exercer alguma ação terapêutica. Os medicamentos produzidos a partir de uma formulação específica da planta medicinal são chamados fitoterápicos (VEIGA JR. et al, 2005).

O uso de produtos naturais é um fato presente na história da humanidade desde seus primórdios. Povos e civilizações já faziam uso de plantas para os mais variados fins, estéticos, religiosos ou de proteção. Utilizar as folhas ou ervas para tentar tratar algum ferimento ou doença, pode ter sido um dos primeiros passos para o emprego dos produtos naturais com fins medicinais (VIEGAS JR, BOLZANI E BARREIRO, 2006).

De acordo com Firmo et al. (2011), as civilizações Chinesas, Egípcias e Gregas são as responsáveis pelos primeiros registros sobre a utilização de plantas medicinais, datados com milhares de anos a.C. Uma coisa é certa, a relação, o convívio e conseqüentemente a troca de conhecimentos entre os mais variados grupos étnicos, contribuíram e permitiram de forma significativa o avanço de estudos mais aprofundados com produtos naturais (VIEGAS JR, BOLZANI E BARREIRO, 2006).

No começo, as plantas medicinais e os extratos vegetais eram os principais constituintes dos recursos terapêuticos, normalmente inseridos às Farmacopeias da época. Devido ao valor das plantas na área medicinal da época, a Química e a Medicina começaram a construir uma afinidade mais próxima e isso permitiu um maior desenvolvimento de seus campos específicos (VIEGAS JR, BOLZANI E BARREIRO, 2006; FIRMO. et al, 2011).

Os primeiros estudos sobre plantas com base científica começaram a ser realizados a partir do século XIX e, juntamente a estes estudos foi se dando o desenvolvimento da química orgânica. Devido a essas práticas, foi possível realizar o isolamento de compostos ativos de plantas de natureza medicinal (MONTANARI E BOLZANI, 2001).

Com os avanços tecnológicos, houve um aumento no desenvolvimento e aprimoramento de técnicas cromatográficas e espectroscópicas, permitindo um melhor isolamento e entendimento de estruturas moleculares complexas dos constituintes naturais, além de possibilitar a avaliação do seu potencial terapêutico

juntamente com a Farmacologia. Com isso, atualmente, é possível se observar um aumento significativo nas descobertas de novas moléculas, muitas delas apresentando um perfil farmacológico (CECHINEL FILHO E YUNES, 1998).

Pinto et al. (2002, p.50), afirmam que

[...]o mercado mundial de fitoterápicos movimenta cerca de US\$ 22 bilhões por ano e vem seduzindo a cada ano mais adeptos nos países desenvolvidos. Em 2000, o setor faturou US\$ 6,6 bilhões nos EUA e US\$ 8,5 bilhões na Europa, sendo a Alemanha, de longe, o maior mercado mundial de fitoterápicos.

Muitos estudos e tecnologias envolvem a produção de fitoterápicos. Mesmo após vários anos de evolução no ramo, as plantas medicinais ainda são bastante utilizadas na sociedade, principalmente em países subdesenvolvidos, que apresentam altos índices de pobreza. Segundo estimativas da Organização Mundial da Saúde (OMS), 80% da população desses países, faz uso de plantas medicinais como primeiro recurso no tratamento de doenças (PIORNEDO, 2010).

O grande uso de produtos naturais presente na cultura de grandes populações implica também, potencialmente, um sério problema de saúde pública. Muitos acabam fazendo uso de plantas considerando apenas o conhecimento popular, muitas vezes sem validação científica. Isso faz com que as pessoas fiquem expostas a uma possível toxicidade e seus efeitos adversos, a interação medicamentosa é algo comum que acontece (VEIGA JR. et al, 2005).

O interesse de minimizar os impactos do uso incorreto de plantas medicinais é uma das justificativas da importância de maiores estudos sobre produtos naturais. Nos últimos anos, houve um aumento significativo no interesse de substâncias oriundas de plantas, podendo ser observado no grande crescimento de publicações sobre essa temática em grandes revistas científicas de diversas áreas (FOGLIO et al, 2006).

Segundo Kingston (2011) e Piornedo (2010), entre 25 e 50% dos medicamentos presentes no mercado são oriundos de produtos naturais, que muitas vezes são usados também como matéria-prima de drogas semissintéticas, isso mostra a importância que os produtos naturais vêm tomando como fonte de substâncias biologicamente ativas.

Um fator importante em relação aos estudos de plantas é a abundância de espécies existentes na flora mundial, onde a maioria ainda é desconhecida pelos pesquisadores. De acordo com Cechinel Filho & Yunes (1998), entre 250-500 mil

espécies, apenas 5% têm sido estudadas fitoquimicamente e uma quantidade menor ainda avaliada sob os aspectos biológicos.

Portanto, a aceitação do uso de plantas medicinais, juntamente com seus extratos, se deve principalmente à sua disponibilidade na natureza, uma vez que isso não ocorre muitas vezes com outros medicamentos que dependem de matéria-prima e tecnologias específicas (SIMÕES & SCHENKEL, 2002).

Considerando esse aspecto o Brasil, por possuir uma enorme biodiversidade, se apresenta com grande oportunidade para desenvolver cada vez mais pesquisas a fim de promover descobertas e inovações em fitoterápicos.

1.1. Metabólitos secundários ou especializados

A partir do metabolismo primário, as plantas produzem uma enorme gama de metabólitos que, primeiramente, foram chamados de secundários, pois não estão relacionados diretamente ao desenvolvimento da planta. No entanto, atualmente sabe-se que esses metabólitos exercem um papel fundamental na adaptação e sobrevivência das plantas, portanto, acreditamos ser mais pertinente o uso do termo metabólitos especializados ao invés de secundários (ARIMURA E MAFFEI, 2017; CROTEAU; KUNTCHAN; LEWIS, 2000).

Os metabólitos especializados são substâncias produzidas pelas plantas, com baixo peso molecular e apresentam um papel ecofisiológico muito importante. Além de auxiliarem nos processos de adaptação ao meio ambiente, eles conferem mecanismos de defesa às plantas quando expostas a condições adversas (SEPÚLVEDA-JIMÉNEZ et al., 2003).

Novas estratégias terapêuticas vêm sendo elaboradas a partir de metabólitos especializados presentes em plantas medicinais. Estes podem agir de forma direta ou indireta no organismo, podendo impedir ou desencadear importantes processos de sinalização celular (FIRMO et al., 2011).

Milhares de estruturas de metabólitos especializados são conhecidas atualmente. Com base em sua estrutura química, eles são classificados em nitrogenados e não nitrogenados (Tabela 1). O primeiro compreende os alcaloides, aminoácidos não proteicos, aminas, glicosídeos cianogênicos e glucosinolatos. O segundo compreende os terpenoides, poliacetilenos, policetídeos, fenilpropanoides e flavonoides (WINK, 1999).

Tabela1. Número aproximado de metabólitos especializados.

Tipo de metabólito secundário	No.*
Nitrogenados	
Alcaloides	12000
Aminoácidos não proteicos	600
Aminas	100
Glicosídeos cianogênicos	100
Glucosinolatos	100
Não Nitrogenados	
Sesquiterpenos**	3000
Monoterpenos**	1000
Diterpenos**	1000
Triterpenos, esteroides, saponinas**	4000
Tetraterpenos**	350
Flavonoides	2000
Poliacetilenos	1000
Policetídeos	750
Fenilpropanoides	500

*Número aproximado de estruturas conhecidas

**Até o momento, número total excede 22000

Fonte: WINK, 1999.

Reações químicas como hidroxilação, metilação, epoxidação, malonilação, esterificação e glicosilação conferem a variedade estrutural existente dentro do mesmo grupo de metabólitos especializados que gera perfis metabólicos distintos entre espécies, entre os membros de uma população e entre os diferentes órgãos da planta (SEPÚLVEDA-JIMÉNEZ et al., 2003).

Os principais grupos de metabólitos especializados são os compostos fenólicos (flavonoides, taninos, cumarinas), terpenos e alcaloides.

1.1.1. Composto fenólicos

Os flavonoides são substâncias aromáticas, amplamente distribuídas nas plantas, que possuem 15 átomos de carbono (C₁₅) em sua estrutura geral. Eles apresentam uma estrutura constituída por dois anéis aromáticos (A, B) e um heterocíclico oxigenado(C) (Figura 1) (TOMCZAK E REICHERT, 2013).

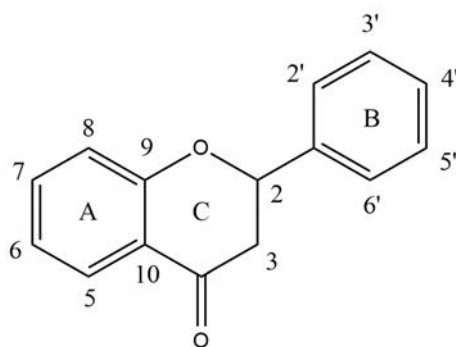


Figura 1. Estrutura geral de um flavonoide.

Fontes mais recentes afirmam que mais de 8.000 compostos, que fazem parte desse grupo, já foram identificados. Essa variação estrutural ocorre a partir das variadas combinações de grupos metila e hidroxila como substituintes no esqueleto básico da molécula. As classes de flavonoides como as antocianinas, flavonóis, flavonas, isoflavonas, flavononas e flavanas são determinadas a partir do estado de oxidação da cadeia heterocíclica do pirano (PEREIRA E CARDOSO, 2012).

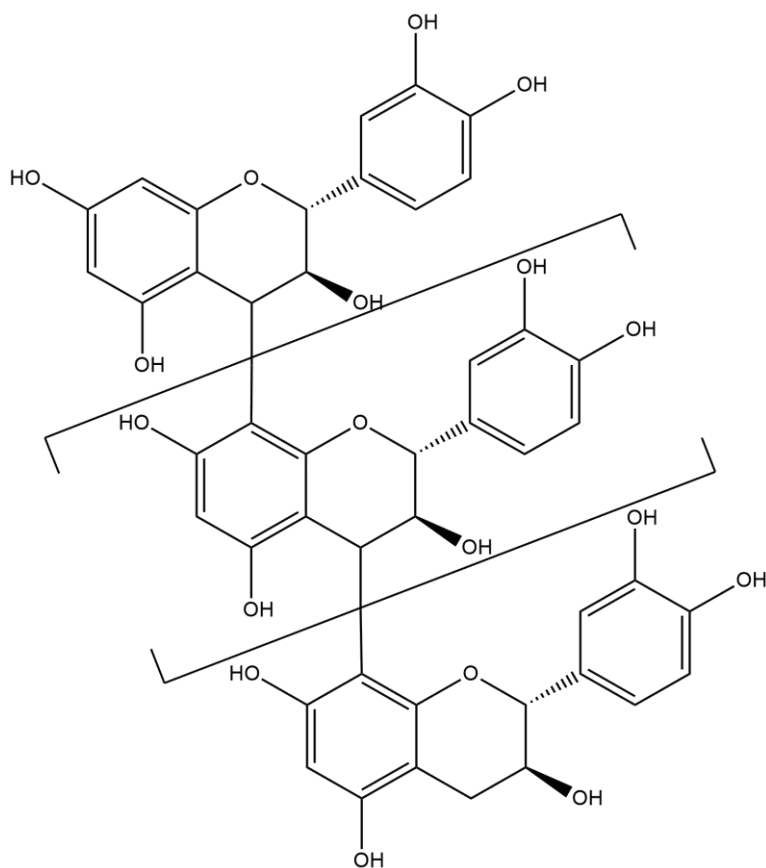
Os flavonoides são bem conhecidos por suas atividades farmacológicas, como antioxidante, antidiabética, anti-inflamatória, antitumoral, antimicrobiana e hipocolesterolemiantes (PEIXOTO SOBRINHO, 2008). Suas propriedades biológicas são dependentes do tamanho, natureza e posição dos substituintes e do número e da posição dos grupos hidroxílicos na molécula. Os flavonoides podem ser encontrados em folhas, flores, galhos, raízes e frutos e cada órgão vegetal determina diferentes estruturas e concentrações para essas substâncias (TOMCZAK E REICHERT, 2013).

Outra classe de compostos fenólicos são os taninos, que são compostos solúveis em água e que ao reagir com alcaloides, gelatina e outras proteínas, formam complexos insolúveis em água. Essa complexação é o elemento principal para suas propriedades como controle de insetos, fungos e bactérias, e seus usos

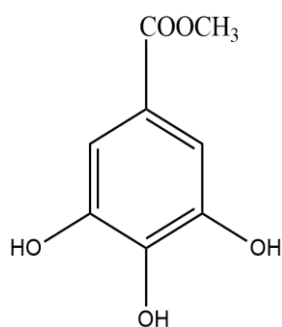
industriais. Eles exercem um papel muito importante na defesa vegetal ao conferir adstringência a vários frutos e produtos vegetais (TOMCZAK E REICHERT, 2013).

Os taninos podem ser classificados de acordo com a sua estrutura química em hidrossolúveis e condensados (Figura 2). O primeiro grupo consiste em ésteres de ácidos gálicos e ácidos elágicos glicosilados, formados a partir do chiquimato. O segundo grupo, encontrado em grande escala nas plantas, são polímeros de flavan-3-ol e/ou flavan- 3,4-diol, produtos do metabolismo do fenilpropanol (MONTEIRO et al., 2005).

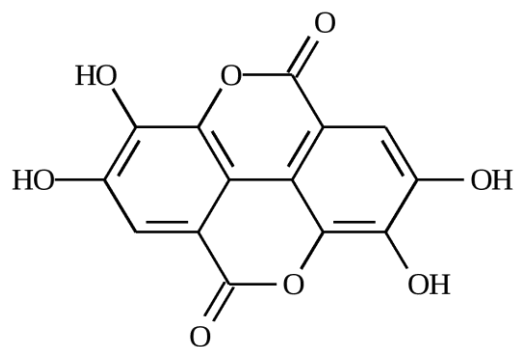
A catequina, embora seja um flavonoide, quando ligada a pelo menos outras duas moléculas de catequina, passa a ser considerada um tanino condensado, apresentando boa capacidade antioxidante por se tratar de um composto fenólico (UETA et al., 2014).



Tanino condensado da catequina



Galato de metila



Ácido Elágico

Figura 2. Estrutura molecular de taninos hidrossolúveis e condensados.

A complexação com íons metálicos (ferro, manganês, vanádio, cobre, alumínio, cálcio, entre outros), a atividade antioxidante e sequestradora de radicais livres e a habilidade de complexar com macromoléculas, tais como proteínas e polissacarídeos, são propriedades apontadas como interferentes dos possíveis mecanismos de ação dos taninos (PEREIRA E CARDOSO, 2012).

Variadas são as aplicações dos taninos na área medicinal. Eles podem atuar como antioxidantes, cicatrizantes, antidiarreico, anti-séptico, antimicrobiano, antifúngico e podem servir de antídoto em casos de intoxicações (MONTEIRO et al., 2005).

Outro tipo de metabólito especializado muito conhecido são as cumarinas, compostos que podem ser encontrados nos diversos tecidos das plantas e estão presentes em várias famílias de Angiospermas, como por exemplo Rutaceae e Asteraceae (RIBEIRO e KAPLAN, 2002).

As cumarinas estão entre os heterocíclicos de oxigênio mais conhecidos e estão presentes em vários produtos naturais. Desde o seu primeiro isolamento em 1820, mais de 1400 cumarinas já foram isoladas (AUDISIO et al., 2010).

As substituições no anel benzeno e no anel pirano (Figura 3) classificam as cumarinas em simples, furanocumarinas e piranocumarinas, cumarinas miscelâneas e com substituintes no anel pirona (BENZATTI, 2017).

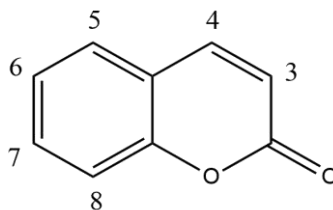


Figura 3. Estrutura geral de uma cumarina.

As cumarinas simples são provenientes da estrutura básica da cumarina e podem formar outras substâncias dependendo do tipo dos substituintes. As furanocumarinas possuem um anel furano de 5 membros conectados ao núcleo básico da cumarina. As cumarinas miscelâneas incluem as biscumarinas ou cumarinasdiméricas (dicumarol) e as isocumarinas. Já as cumarinas com substituintes no anel pirona possuem substituintes na posição C3 e C4 (BENZATTI, 2017).

As ligações dos radicais nos anéis da cumarina interferem em suas características farmacológicas, bioquímicas e aplicações terapêuticas (TOMCZAK E REICHERT, 2013). Elas apresentam atividades como anticoagulação, antibióticos, antipsoríase, anti-HIV e antitumoral (AUDISIO et al., 2010). Nas plantas elas agem como antioxidantes, inibidores de enzimas e precursores de substâncias tóxicas, além de estarem presentes nas ações de hormônios reguladores do crescimento, controle da respiração, fotossíntese e na defesa contra infecções (KOSTOVA, 2005).

1.1.2. Terpenos

Os terpenos e os terpenoides embora apresentem diferenças em suas estruturas quando comparados, possuem fórmula química geral $(C_5H_8)_n$, como pode ser visto na Figura 4. Os terpenos apresentam uma dupla ligação carbono-carbono e quando há presença de oxigênio em sua estrutura, passam a ser chamados de terpenoides. Os terpenoides apresentam funções químicas como: ácidos, álcoois, aldeídos, cetonas, éteres, fenóis ou epóxidos terpênicos (FELIPE E BICAS, 2017).

Representando a maior classe de produtos naturais, atualmente já foram isolados cerca de 30000 terpenos. De acordo com a quantidade de unidades de isopreno, os terpenos podem ser classificados em: hemiterpenos, monoterpenos, sesquiterpenos, diterpenos, triterpenos e tetraterpenos. Os terpenoides ocorrem na forma cíclica que são obtidas através de reações de oxiredução, hidratação e

isomerização, apresentando assim, uma grande diversidade estrutural (TOMZAC E REICHERT, 2013).

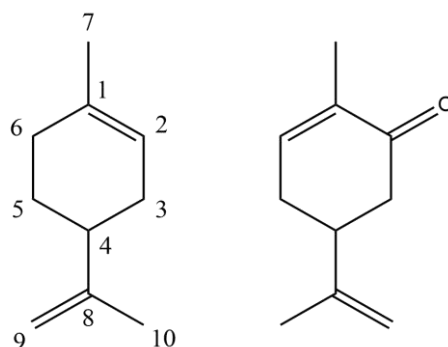


Figura 4. Estrutura do (R)- (+)-limoneno e Carvona respectivamente.

Os terpenos extraídos das plantas, são usados para as mais diferentes finalidades, sejam elas para fragrâncias e sabores, agentes farmacêuticos e até mesmo inseticidas. Além de apresentar um alto valor comercial, os terpenos exercem importantes funções biológicas nas plantas. Eles são essenciais para o crescimento e desenvolvimento da planta e serve de ferramenta para sua interação com o meio ambiente. Terpenos voláteis e não voláteis estão implicados na atração de polinizadores e predadores de herbívoros, na proteção contra o estresse foto-oxidativo, na medição da termotolerância e na defesa direta contra micróbios e insetos (THOLL, 2006).

1.1.3. Alcaloides

Os alcaloides são metabólitos especializados que exercem um caráter básico e que possuem em sua estrutura ao menos um nitrogênio básico, como pode ser observado na Figura 5. Eles são derivados de aminoácidos e podem ser divididos em alcaloides verdadeiros, protoalcaloides e pseudoalcaloides. O primeiro são substâncias que contêm um nitrogênio em anel heterocíclico, sendo derivadas de aminoácidos; o segundo são aminas simples, também derivadas de aminoácido, porém o nitrogênio não se encontra no anel heterocíclico; o terceiro não deriva de aminoácidos e são normalmente básicos (RODRIGUES JUNIOR, 2009).

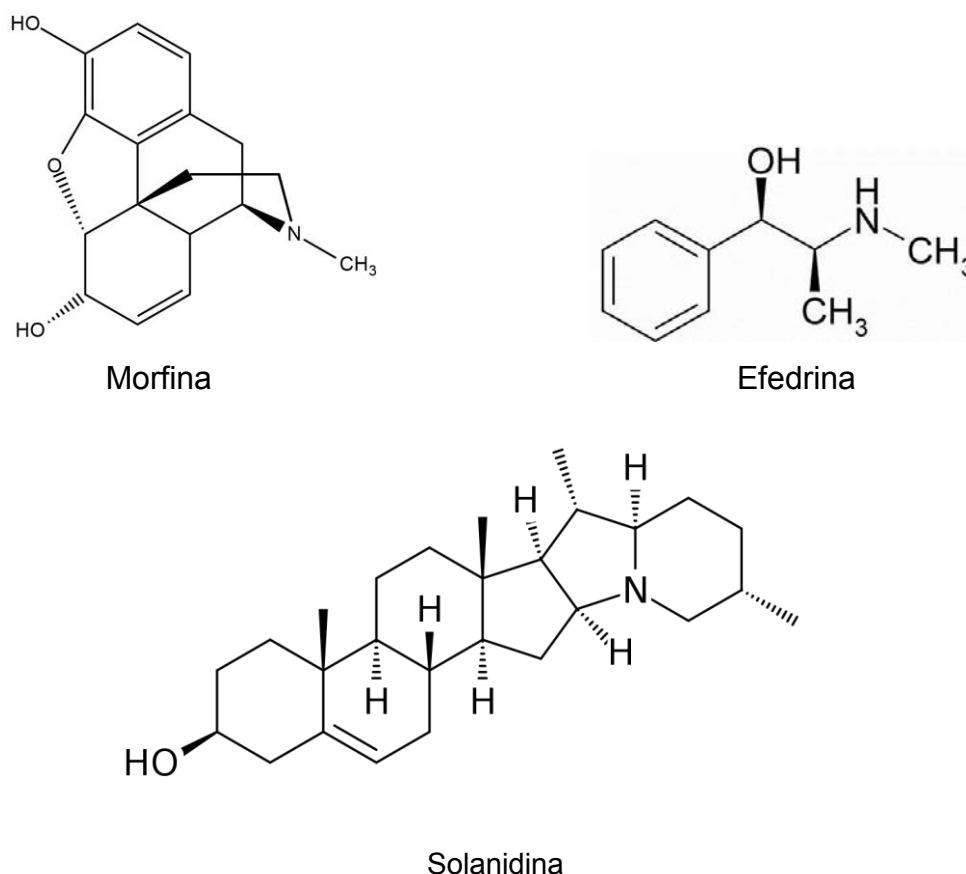


Figura 5. Estrutura de alcaloides verdadeiros (Morfina), protoalcaloides (Efedrina) e pseudoalcaloide (Solanidina).

Essa classe de metabólitos especializados confere um sabor amargo, afetando a palatabilidade, e pode ser tóxica para herbívoros. Eles possuem uma grande especificidade em relação à espécie vegetal e geralmente são efetivos em pequenas quantidades (como a cafeína ou nicotina, por exemplo) e podem ser produzidos em altas concentrações em algumas plantas (GUREVITCH, SCHEINER E FOX, 2009).

Os alcaloides apresentam variadas propriedades, como de proteção contra insetos, vírus, microrganismos e radiação UV para as plantas. Exercem atividade farmacológica como ação analgésica, anticancerígena, anticolinérgica, anti-hipertensiva, antimalárico, depressor cardíaco, diurético, entre outras (TOMZAC E REICHERT, 2013).

1.1.4. Fatores de Influência

Grande é a importância dos metabólitos especializados na natureza. Variadas são suas propriedades que vão de defesa das plantas a princípio ativo de milhares

de fármacos hoje produzidos. Porém, vários fatores podem interferir tanto na quantidade como na qualidade da produção de metabólitos especializados.

De acordo com a época, há variações sazonais no conteúdo de praticamente todas as classes de metabólitos especializados, como óleos essenciais, ácidos fenólicos, flavonoides, cumarinas, saponinas, alcaloides, taninos e glicosídeos cianogênicos. Essas variações podem ocorrer não somente de acordo com a sazonalidade, mas também durante o ciclo dia/noite. Já foram observadas, por exemplo, variações circadianas nas concentrações de óleos voláteis, iridoides, alcaloides, glucosinolatos, glicosídeos cianogênicos e tiocianatos (GOBBO-NETO E LOPES, 2007).

Segundo Gobbo-Neto e Lopes (2007, p. 377-378),

Observa-se que estresse nutricional usualmente resulta em aumento nas concentrações de metabólitos secundários, exceto no caso da deficiência de nitrogênio e enxofre, em que a produção de metabólitos secundários contendo estes elementos é diminuída.

Yao et al. (2005) dizem em seu trabalho que a duração do dia, a luz solar e/ou temperatura são condições ambientais que variam de acordo com as estações e isso promove variações sazonais nas espécies vegetais. Gobbo-Neto e Lopes (2007) explicam que as variações anuais, mensais e diárias na temperatura é um dos fatores que mais influenciam o desenvolvimento das plantas e isso interfere quantitativamente na produção de metabólitos especializados.

Outro fator de interferência é a disponibilidade hídrica. Peixoto Sobrinho (2008) conclui em sua pesquisa que “a constância na produção de substâncias ativas presentes nas plantas varia de acordo com fatores ambientais como altitude, pluviosidade e temperatura” e Monteiro et al. (2006) demonstra diferenças nas concentrações de taninos presentes nas estações secas e chuvosas nas cascas e folhas de determinadas espécies de plantas. Gobbo-Neto e Lopes (2007) dizem que fatores fisiológicos críticos podem ser alterados por estresse hídrico, promovendo alterações nos metabólitos especializados.

Muitos são os fatores que influenciam de forma significativa a produção de metabólitos especializados. Sabendo do impacto e papel dessas substâncias na sociedade e na natureza, é fundamental destacar a importância dos estudos desses fatores que podem proporcionar melhorias na coleta, na produção de fitoterápicos e

principalmente em questões ecológicas, pois esses estudos apontam para as condições e época mais favorável para se realizar as pesquisas.

1.2. Importância Ambiental

Assim como tem contribuído significativamente nas mais diversas áreas de atuação humana e apresentado solução a uma série de necessidades, a ciência, enquanto estudo das plantas medicinais, também é e tem sido muito importante para o meio ambiente.

Por exemplo, à medida que são desenvolvidos novos estudos acerca das plantas medicinais, aumentam a valorização das espécies e também o conhecimento sobre a melhor forma de se obtê-las.

Os compostos de interesse são encontrados nas mais variadas partes do corpo da planta, tendo conhecimento em qual parte se encontra o composto desejado, em que época do ano eles ocorrem com maior frequência, evita-se a coleta indiscriminada que pode levar ao extermínio de populações inteiras (GOBBO-NETO E LOPES, 2007).

A exploração desequilibrada de recursos naturais renováveis e não renováveis causam danos gravíssimos e permanentes ao meio ambiente (DA SILVA, 2012). Cabe à ciência pesquisar, encontrar soluções mais sustentáveis e auxiliar essa relação de interdependência do homem com a natureza.

Moreira et al. (2002), afirmam que além das pesquisas acerca dos usos terapêuticos dos vegetais, a medicina popular, difundida oralmente e passada de geração para geração também aparece como um reforço contra a ameaça de extinção de várias espécies, muitas delas ainda não conhecidas cientificamente.

Portanto, quando são feitos estudos sobre plantas medicinais, são envolvidos temas como meio ambiente, economia, saúde e qualidade de vida. Dessa forma, esses estudos proporcionam uma visão mais holística desse elo entre homem e natureza (DA SILVA, 2012).

Capítulo 2:

O Gênero *Bauhinia*

2 O GÊNERO *BAUHINIA*

Existem cerca de 300 espécies de *Bauhinia*, pertencentes à Fabaceae, podendo ser encontradas em regiões de clima tropical como África, Ásia e América do Sul (HENRIQUES, 2013); destas, aproximadamente 98 espécies são nativas do Brasil e distribuídas em três subgêneros e seis seções (RODRIGUES &VAZ, 2008). As espécies de *Bauhinia*, são popularmente conhecidas como “pata-de-vaca” ou “unha-de-boi”, por ter suas folhas com os dois folíolos fundidos parcialmente ou quase que totalmente (Figura 6); são muito utilizadas na medicina por possuir atividades antioxidante, antimicrobiana, anti-inflamatória, hipoglicemiante, antitumoral, entre outras (PAULA, 2014).



Figura 6. Exemplo de folhas do gênero *Bauhinia* (Fonte: SALDANHA, 2017).

Segundo Rondon (2006), é possível observar três padrões de distribuição geográfica do gênero *Bauhinia* com base na análise de 56 espécies, sendo eles correspondentes aos biomas da Floresta Amazônica, da Mata Atlântica e ao corredor seco formado pela Caatinga e Cerrado.

Cada vez mais o interesse pelo estudo de plantas do gênero *Bauhinia* vem crescendo no ramo medicinal e científico, devido ao seu uso na medicina popular no tratamento do diabetes. Pesquisas descrevem atividades hipoglicemiantes em diversas espécies como *B. cheilantha*, *B. purpurea*, *B. retusa*, *B. variegata*, *B. candicans*, *B. divaricata*, *B. monandra*, *B. megalandra* e principalmente *B. forficata*

(MAIA NETO, 2006). Tal interesse proporcionou o isolamento e a identificação de variados compostos muito importantes na área farmacológica como flavonoides, lactonas, terpenoides e triterpenos por exemplo (DA SILVA & CECHINEL FILHO, 2002), como pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2. Compostos presentes em algumas espécies do gênero *Bauhinia*.

ESPÉCIE	PARTE UTILIZADA	COMPOSTO	REFERÊNCIA
<i>B. candicans</i>*	Folhas	(1) trigonelina; (2) sitosterol-3-O- β -glucosídeo; (3) kampferol-3-O- β – rutinosídeo; (4) kampferol-3-O- β – rutinosídeo-7-O- β -ramnopiranosídeo (5) sitosterol; (6) campesterol; (7) estigmasterol; (8) colesterol; (9) estigmasta-3,5-dien-7-ona	IRIBARREN; POMILIO, 1983
	Flores	(1) 3-O-metyl-D-inositol (D-pinitol); (2) kampferol 3-O- β -rutinosídeo; (3) kampferol 3-O- β -rutinosídeo 7-O- β – ramnopiranosídeo.	IRIBARREN; POMILIO, 1983
	Partes Aéreas	(1) sitosterol 3-O- β –D – xiluronofuranosídeo.	IRIBARREN; POMILIO, 1985
	Partes Aéreas	(1) sitosterol 3-O- α –D – xiluronofuranosídeo.	IRIBARREN; POMILIO, 1987
	Folhas	(1) kampferol-3,7-O- α -L-diramnosídeo; (2) kampferol-3-O- β -D-glucopiranosil-(6 $\rightarrow$ 1)- β L-ramnopiranosil-7-O- α -L-ramnopiranosídeo; (3) quercetina-3,7-O- α -L-diramnosídeo; (4) quercetina-3-O- β -D-glucopiranosil-(6 $\rightarrow$ 1)- β -L-ramnopiranosil-7-O- α -L-ramnopiranosídeo.	FUENTES; ALARCÓN, 2006
<i>B. forficata</i>*	Folhas	(1) kaempferitrina.	SAYAGO et al., 2013

	Folhas	(2) β -sitosterol; (2) kampferol-3,7-diramnosídeo (kampferitrina).	SILVA et al., 2000
	Folhas	(1) kampferol-3-O-(glucose-ramnose-xilose); (2) kampferol-3-O-(glucose-ramnose).	PAULA et al., 2002
	Folhas	(1) kampferol-3,7-di-O- α -L-ramnopiranosil; (2) quercetina-3,7-di-O- α -L-ramnopiranosil; (3) kampferol-3-O-[α -L-ramnopiranosil-(1 $\rightarrow$ 6)- β -D-glucopiranosil]-7-O- α -L-ramnopiranosil; (4) quercetina-3-O-[α -L-ramnopiranosil-(1 $\rightarrow$ 6)- β -Dglucopiranosil]-7-O- α -L-ramnopiranosil.	PIZZOLATTI et al., 2003
	Flores	(1) 7-O- α -L-ramnopiranosil kampferol	PIZZOLATTI et al., 2003
	Folhas	(1) kampferol-3,7-O- α -diramnosídeo (kampferitrina)	DE SOUSA et al., 2004
	Folhas	(1) quercetina-3,7-O-diramnosídeo; (2) kampferol-3,7-O-diramnosídeo (kaempferitrina)	MENEZES et al., 2007
	Folhas	(1) quercetina-3-O-(2-ramnosil) rutinosídeo, (2) kampferol-3-O-(2-ramnosil) rutinosídeo, (3) quercetina-3-O-rutinosídeo, (4) kampferol-3-O-rutinosídeo.	SALGUEIRO et al., 2013
B. holophylla	Folhas	(1) Litospermosídeo (Grifonina); (2) Miricetina-O-hexosídeo; (3) Miricetina-O-pentosídeo; (4) Miricetina-3-O- α -L-rhamnopyranosídeo; (5) Quercetina-3-O- β -D-galactopiranosídeo; (6) Quercetina-3-O- β -D-xilopiranosídeo; (7) Quercetina-O-pentosídeo; (8) Quercetina-3-O- α -	PIERONI, 2013

		Larabinofuranosídeo; (9) Quercetina-3-O- α -L- rhamnopyranosídeo; (10) Kaempferol-Opentosídeo; (11) Luteolina-Odeoxihexose; (12) Quercetina; (13) Luteolina; (14) Isorhamnetina.	
B. longifolia*	Folhas	(1) quercetina; (2) guaijaverina (quercetina-3-O- α -arabinosídeo); (3) quercitrina (quercetina-3-O- α - ramnosídeo); (4) isoquercitrina (quercetina-3-O- β -glucosídeo); (5) hyperina (quercetina-3-O- β - galactosídeo).	DOS SANTOS et al., 2014a
B. megalandra*	Folhas	(1) quercetina; (2) kampferol (3) astilbina; (4) quercetina 3-O- α - ramnosídeo; (5) kampferol 3-O- α - ramnosídeo; (6) quercetina 3-O- α -arabinosídeo; (7) quercetina 3- O- α -(2''-galloyl) ramnosídeo, (8) kampferol 3-O- α -(2''galoil) ramnosídeo.	ESTRADA et al., 2005
	Folhas	(1) quercetina 3-O- α - (2''-galoil) ramnosídeo	GONZALEZ-MUJICA et al., 2005
	Folhas	(1) kampferol 3-O- α -ramnosídeo; (2) quercetina 3-O- α -ramnosídeo, (3) kampferol 3-O- α -(2''-galoil) ramnosídeo.	RODRÍGUEZ et al., 2010
B. monandra*	Folhas	(1) quercetina-3-O-rutinosídeo; (2) quercetina.	ADEROGBA; OGUNDAINI; ELOFF, 2006
		(1) quercetina-3,7-O-diramnosídeo.	MENEZES et al.,

	Folhas		2007
B. pentandra	Casca da Raíz	Riachina	FARIAS, 2016
B. rufescens*	Casca do caule	(1) 6-metoxi-7-metil-8- hidroxidibenzo[b,f]oxepin, (2) acetato de alfa-amirina; (3) beta- sitosterol 3-O-beta-D- xilopiranosídeo; (4) 4-(2'- Hidroxifenetil)-5-metoxi-2- metifenol; (5) menisdaurina; (6) sequoyitol.	MUHAMMAD, SIRAT, 2013b
B. scandens*		(1) 1-O-alkil glicerol	HAZRA; CHATTERJE E, 2008
B. unguolata*	Folhas	(1) harmano; (2) 3-O metil-D- pinitol; (3) quercetina; (4) quercetina-arabinofuranosídeo; (5) quercitrina; (6) eleagnina.	MAIA NETO et al., 2008
	Flores	(1) kaempferol; (2) kaempferol-3- galactosídeo; (3) kaempferol-3- rhamno-glucosídeo; (4) 3-hidroxi-5, 7, 4'- trimetoxi flavonol.	RAHMAN; BEGUM; 1966
B. variegata*	Casca da Raíz	(1) (2S)-5,7-dimetoxi- 3',4'-metilenedioxiflavanona; (2) 5,6-dihidro-1,7-dihidroxi-3,4- dimetoxi-2-metildibenzoxepina. (3) quercetina 7-metil eter (4) kampferol 7,4'- dimetileter 3-O-β-D – glucopiranosídeo (5) kampferol 3-O-β-D-glucopiranosídeo (1) N-fenil-2-naftalenoamina; (2) girinimbina; (3) mahanimbina. (1) 1,1,3a, 5-tetrametil-1,1a,2,3,3a, 11hexaidro-[3,2- a]carbazoleciclobuta[4,5]- ciclopenta[5,6]-pirano]; (2) β- Sitosterol; (3) fisciona; (4) friedelina; (5) estigmast-4-en-3-	REDDY et al., 2003 ZHAO et al., 2004a ZHAO et al., 2004b

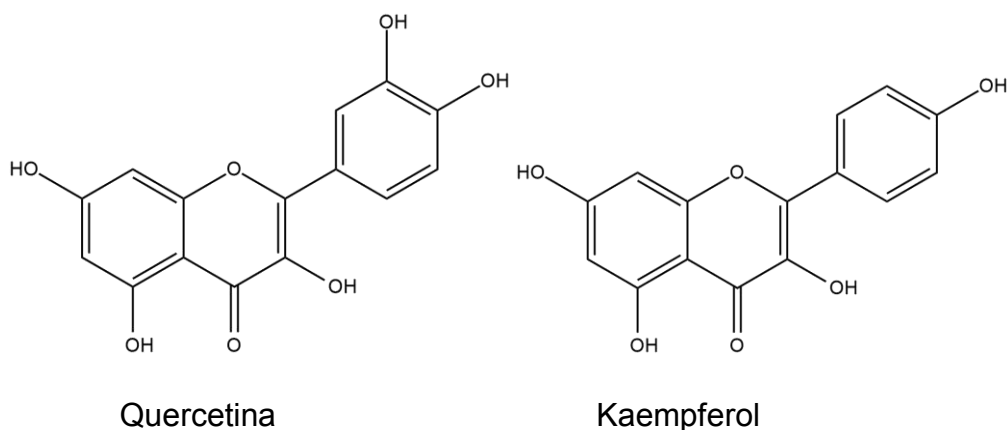
	ona; (6) estigmastan-3-ona; (7) (3 β)-3-Hidróxi-Stigmastan-6-ona; (8) (24S)-24,25-diidroxi-9,19-ciclanostan-3ona; (9) (24R)-24,25-Diidróxi-9,19-ciclanostan-3ona.	
Caule	(1) 2,7-dimetoxi-3-metil-9,10dihidrofenantreno-1,4-diona (bauhiniona); (2) ácido-3,4-diidroxi-benzóico.	ZHAO et al., 2005a
	(1) epicatecol (2) progalina A; (3) ester-etil-3,4-diidroxi-Benzóico; (4) squisandrisida.	ZHAO et al., 2005b
	(1) rutina; (2) daucosterol; (3) narcissina; (4) luteolina; (5) quercetina-3-metil; (6) quercetina-3-O- β -D-glucopiranosídeo.	EL-DONDAITY et al, 2005
	(1) astragalina; (2) Kampferol-3-O-ramnosídeo; (3) 1-(2-hidróxi-4,6-dimetóxfenil)-3-(1,3benzodioxol-5-il)-2-propen-1-ona.	MAHESWARA et al., 2006
	(1) 12,13-Heptatriacontanodiol; (2) 15-Dotetraconten-9-ol.	SINGH; PANDEY, 2006
	(1) bauhiniona.	ZHAO; CUI; SUN, 2007
Partes Aéreas não lenhosas	(1) kampferol; (2) ombuína; (3) kampferol 7,4 éter dimetil-3-O- β -D-glicopiranosídeo; (4) kampferol 3-O- β -D-glicopiranosídeo; (5) isorhamnetina 3-O- β -D-glicopiranosídeo; (6) hesperidina; (7) cafeatotriterpeno; (8) 3 β -trans-(3,4-dihidroxicinamoiloxi) urs-12en-28-óico.	RAO et al., 2008
Folhas	(1) quercetina; (2) quercetina-3,3'-dimetoxi; (3) quercetina-3,3',6-trimetoxi (4) ácido cafeico; (5) ácido ferulico; (6) quercetina 3-O- β -D-4C1-glucopiranosídeo; (7), quercetin 3-O- β -D-4C1galacturonopiranosídeo; (8), quercetina 3-O- α -L-1C4-ramnopiranosil- (1" $\rightarrow$ 2")-O- β -D-4C1-glucopiranosídeo; (9) ácido 23-hidroxi-3 α -[O- α -L-	MOHAMED; MAMMOUD; HAYEN, 2009

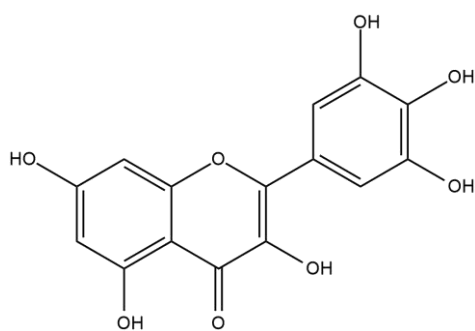
	1C4ramnopiranosil - (1"→4')-O-α-L-4C1arabinopiranosil-oxi]olean-12-en-28-oicoO-α-L1C4-ramnopranosil-(1""→4"")-O-β-D-4C1glucopiranosil-(1""→6"")-O-β-D-4C1- glucopiranosilester.	
Folhas	(1) α- amirina; (2) caprilato; (3) lupeol; (4) nor-α-amirina; (5) 3β, 28-di hidroxil olean-12-enil-palmitato.	SAHAA et al., 2011
Folhas	(1) D-pinitol (3-O-methyl D-chiroinositol).	DEWANGAN; VERMA; KESHARWANI, 2014

* Fonte: PAULA, 2014.

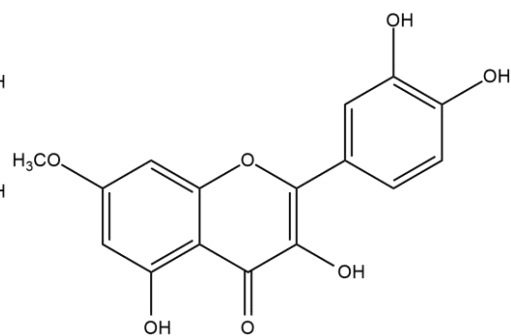
Foi possível observar que a parte da planta mais utilizada nos estudos são as folhas, isso se deve, provavelmente, por causa de sua disponibilidade em relação aos outros órgãos e também de uma maior facilidade para fazer a coleta.

Na Figura 7, pode-se observar as estruturas de alguns dos principais metabólitos especializados, a maioria citados na tabela anterior, que ainda não foram apresentados durante o trabalho.

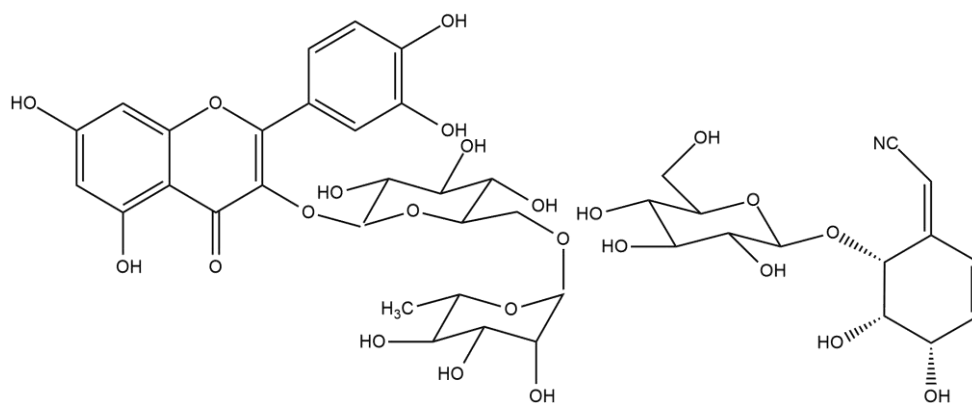




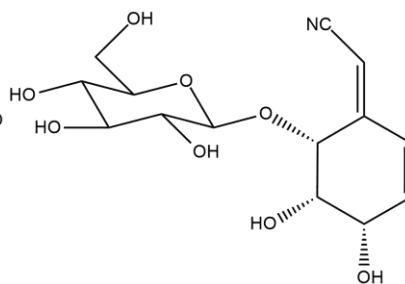
Miricetina



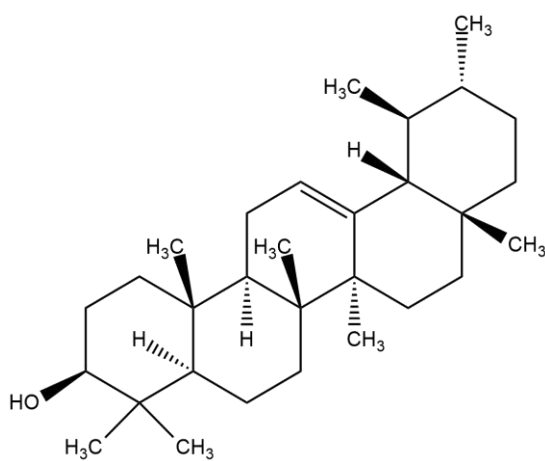
Rhamnetina



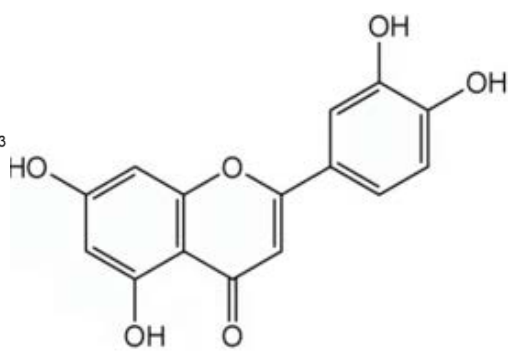
Rutina



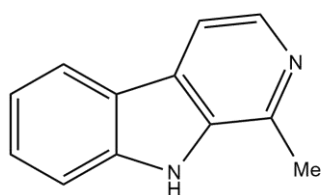
Riachin



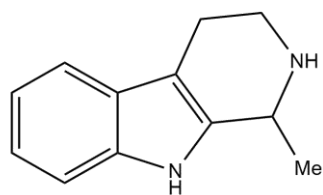
α-amirina



Luteolina



Harmano



Eleagnina

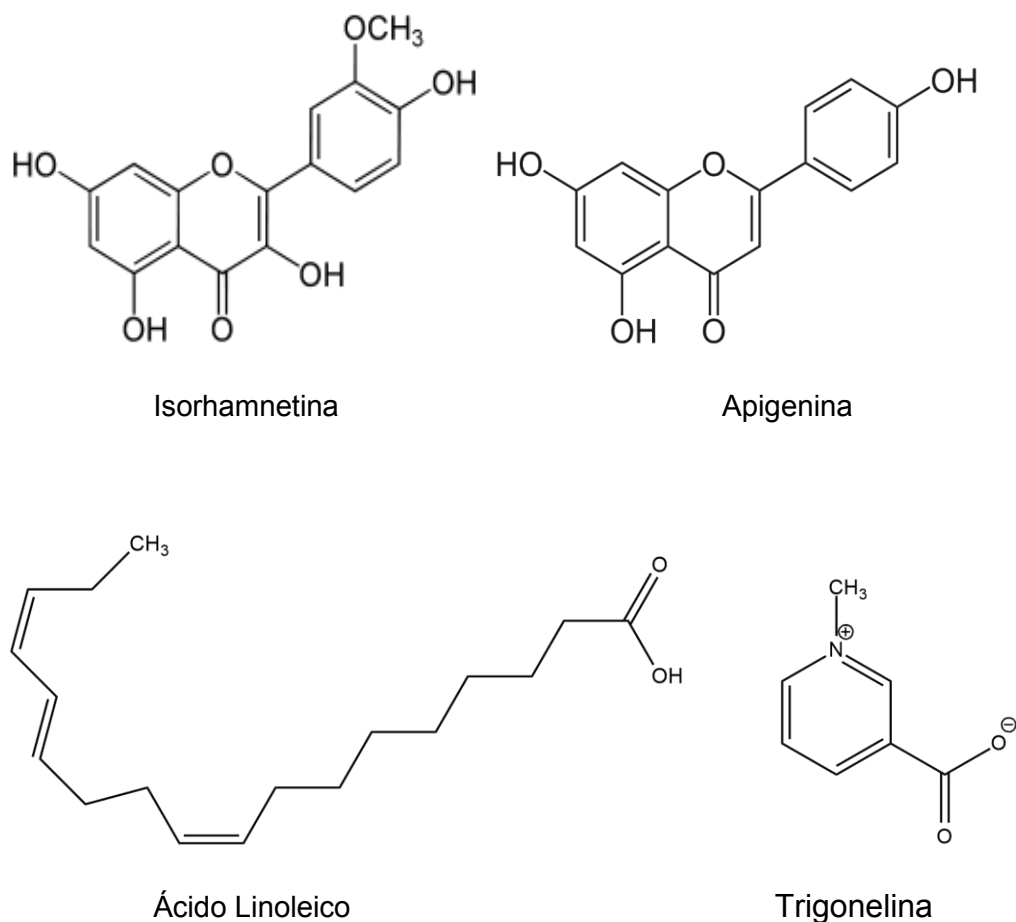


Figura 7. Estruturas moleculares de alguns compostos do gênero *Bauhinia*.

Bauhinia forficata é a principal espécie de *Bauhinia* utilizada no desenvolvimento de medicamentos naturais contra o diabetes, uma vez que estudos mostram que essa espécie possui atividades antioxidantes significativas (PEPATO et al., 2002; DA CUNHA et al., 2010). Após o isolamento do flavonoide kaempferol-3,7-O-(α)-dirhamnosídeo (kaempferitrina), que ocorre exclusivamente nas folhas, o interesse pela sua composição química aumentou (PIERONI, 2013).

Menezes et al. (2007), testaram em camundongos normoglicêmicos o extrato aquoso das folhas de *B. forficata* e conseguiram observar atividade hipoglicemiante do extrato na metodologia adotada. Oliveira e Lima (2017), através de talos e folhas da *B. forficata*, realizaram testes fitoquímicos e de potencial fungicida sobre o fungo *Candida albicans* e observaram que o extrato etanólico da planta inibiu o crescimento do fungo, comprovando sua ação antifúngica.

Outra espécie bem conhecida é a *Bauhinia variegata* (Linn), que possui propriedades terapêuticas como atividade anti-inflamatória, antibacteriana, anticancerígena, antidiabética, antitumoral, entre outras (DEWANGAN; VERMA;

KESHARWANI, 2014). Kumar et al. (2011), concluíram em seu trabalho que a fração butanólica da *B. variegata* resultou em uma redução significativa nos níveis de colesterol, triglicérides, LDL, VLDL e também aumentou o nível de HDL em ratos hiperlipidêmicos. Kulkarni e Garudi (2016) mostraram em seu trabalho que o extrato aquoso das folhas de *B. variegata* possui atividade antidiabética no diabetes do tipo I e II.

Dentre as diversas espécies de *Bauhinia*, algumas podem ser encontradas no Cerrado. Um exemplo disso é a *Bauhinia ungulata*, outra espécie que vem sendo estudada mais recentemente e que mostrou bons resultados, como diminuição dos níveis de glicose no sangue em ratos diabéticos, após várias injeções dos extratos aquoso e etanólico (MAIA NETO, 2006).

Bauhinia holophylla é outra espécie que vem sendo estudada atualmente a fim de se obter um maior conhecimento sobre sua constituição química e atividade farmacológica, embora já seja conhecida e utilizada na medicina popular (DA SILVA & CECHINEL FILHO, 2002).

Bauhinia longifolia também é uma espécie encontrada no Cerrado, porém possui poucos estudos em relação aos seus metabólitos especializados e seu potencial para desenvolvimento de novos fármacos (DOS SANTOS et al., 2017).

Sabendo da diversidade existente de espécies de *Bauhinia* e tendo conhecimento do seu amplo uso na medicina popular, são de suma importância os estudos que diferenciam tais espécies taxonomicamente, pois dessa forma é oferecido um conhecimento a mais de como diferenciar e identificar tais espécies e evitar, dessa forma, o uso indiscriminado pela população que pode confundir uma planta com outra.

Como foi discutido nesse capítulo, o gênero *Bauhinia* apresenta uma enorme importância e relevância no estudo de plantas medicinais, além de proporcionar uma fonte rica e variada de metabólitos especializados. Sabendo disso, o próximo capítulo abordará as espécies que ocorrem na região de Bauru, assim como pesquisas recentes em relação às suas propriedades fitoterápicas.

Capítulo 3:

Biomas e Ocorrência de Espécies de
***Bauhinia* na Região de Bauru**

3 BIOMAS E OCORRÊNCIA DE ESPÉCIES DE *BAUHINIA* NA REGIÃO DE BAURU

Bauru é uma cidade do interior do Estado de São Paulo que possui uma área de 673,488 km² com 364.562 habitantes aproximadamente. Está localizada sob as coordenadas 22° 18' 54" S 49° 03' 39" O (PREFEITURA MUNICIPAL DE BAURU, 2017).

Normalmente ocorrem chuvas tipicamente tropicais nessa região, que são escassas nas estações de outono e inverno e possuem maiores teores na primavera-verão. Além disso, Bauru possui máximas e mínimas temperaturas sazonais, respectivamente, de: a) verão (janeiro): 25,5°C e 23,6°C; b) outono (abril): 24,5°C e 21,6°C; c) inverno (julho): 20,2°C e 16,6°C; d) primavera (outubro): 24,5°C e 21,5°C (SEMMA, 2015).

No município de Bauru, ocorrem dois grandes fragmentos de vegetação: um de natureza florestal, sendo considerado Floresta Estacional Semidecidual; o outro, formado principalmente por vegetação de cerrado, apesar de apresentar fisionomia florestal, conhecido como cerradão ou savana florestada (CAVASSAN, 2013).

O Cerrado é considerado o segundo maior domínio da América do Sul, se estendendo da margem da Floresta Amazônica até os Estados de São Paulo e Paraná e ocupando, assim, cerca de 25% do território nacional. Além disso, há em sua flora mais de 12000 espécies das quais 4000 são endêmicas (ISHARA, 2010). O termo Cerrado pode ser usado geralmente para indicar o conjunto de ecossistemas que acontecem no Brasil Central como savanas, matas e campos. Essa região apresenta períodos chuvosos seguidos de períodos de seca, caracterizando o clima estacional (KLINK & MACHADO, 2005).

Segundo Coutinho (2006) o Cerrado é um complexo de biomas. Batalha (2011) classifica tais biomas em: campo tropical (podendo incluir o campo limpo), savana (podendo incluir o campo sujo, o campo cerrado e o cerrado sensu stricto) e floresta estacional (podendo incluir o cerradão). Tal classificação pode ser visualizada na Figura 8.

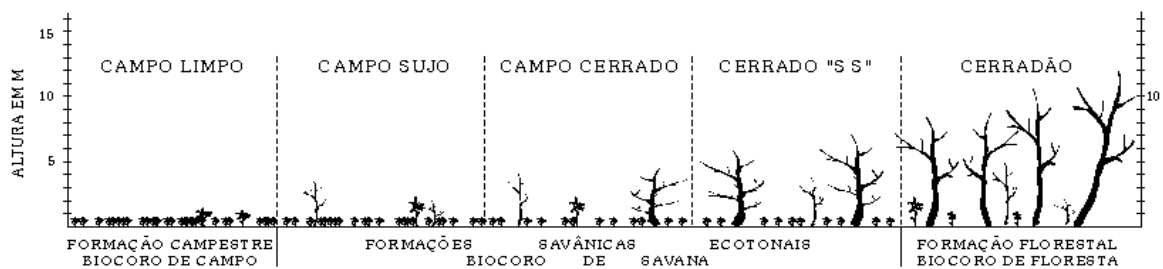


Figura 8. Representação gráfica, através de perfis de vegetação, do conceito “floresta-ecotono-campo” de cerrado (COUTINHO, 1978).

Em relação aos campos tropicais pode-se dizer que o estrato herbáceo é contínuo, possuindo pequenos arbustos em baixas densidades. Nas florestas estacionais as árvores de grande porte prevalecem e seus padrões de crescimento estão relacionados com as estações úmidas e secas alternantes. O mesmo ocorre nas savanas, onde o estrato herbáceo é quase contínuo devido à presença de alguns arbustos e árvores em densidades variáveis (BATALHA, 2011).

A floresta estacional, que é caracterizada por dois diferentes períodos climáticos marcantes (chuvas e secas), compreende dois ecossistemas: floresta estacional semidecidual e floresta estacional decidual, sendo que a primeira perde entre 20% e 50% das folhas das árvores do conjunto florestal na estação seca e a segunda perde acima de 50% (SEMA, 2010).

O Cerrado foi considerado um dos 25 “hotspots” de conservação global, pelo seu alto grau de espécies endêmicas e a grande destruição em um curto período de tempo. Foi feito um estudo, através de imagens do satélite MODIS do ano de 2002, onde mostra que 55% do Cerrado foram desmatados ou modificados pelo ser humano. Mesmo assim, o Cerrado ainda não possui leis voltadas à sua preservação (ISHARA, 2010; KLINK & MACHADO, 2005).

Atualmente, o Cerrado está presente em apenas 1% da área do Estado de São Paulo. Estudos apontam que apenas entre os anos de 1962 a 1992, houve uma redução de 87% nas áreas de Cerrado. Essa situação também ocorre em relação à cobertura florestal primitiva do Estado de São Paulo, que já chegou a recobrir 88% do território paulista e que foi reduzida a cerca de 13,4% (SEMMA, 2015).

Hoje, devido a essa redução, esses ecossistemas encontram-se gravemente fragmentados e concentrados principalmente nas poucas Unidades de Conservação

existentes e comportam a pequena parcela da biodiversidade original remanescente. (SEMMA, 2015).

A diversidade de ambientes encontrados no Cerrado implica diretamente na grande variedade de espécies de plantas e animais. Porém, a alta degradação dessa vegetação nos últimos tempos coloca em risco sua grande biodiversidade (MACHADO *et al.*, 2004).

Sendo assim, os estudos relacionados às plantas medicinais presentes nesse tipo de vegetação muito ameaçada e que vem sendo reduzida ao longo dos anos, se mostra como uma ferramenta na contribuição na preservação dessas áreas, uma vez que há muito interesse no uso de tais plantas no ramo medicinal.

Como foi discutido no trabalho, uma opção a ser estudada é o gênero *Bauhinia*, que segundo o site Flora do Brasil (2017a), possui uma ampla distribuição geográfica, tendo ocorrência confirmada no estado de São Paulo, além de apresentar o Cerrado e a Mata Atlântica como um de seus domínios fitogeográficos.

Diversas espécies vegetais foram registradas no município de Bauru, nas quais podemos citar: *Bauhinia longifolia*, *Bauhinia unguolata*, *Bauhinia holophylla* (CAVASSAN, 2015; SEMMA, 2015).

3.1. *Bauhinia longifolia*

Bauhinia longifolia é uma espécie nativa e não endêmica do Brasil que ocorre em várias partes do país, tendo no Sudeste ocorrência confirmada no Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo. Possui o Cerrado e a Mata Atlântica como domínio fitogeográfico e está presente em vários tipos de vegetação, entre eles, a Floresta Estacional Semidecidual (FLORA DO BRASIL, 2017b).

Dos Santos (2008) fez observações sobre as características morfológicas de *B. longifolia* e constatou que apresenta folhas bilobadas (Figura 9), frequentemente com 9 nervuras da base até o seu ápice.



Figura 9. Folha da *Bauhinia longifolia* (Fonte: DOS SANTOS, 2008; FIELD MUSEUM, 2017)

Salatino et al. (1999) encontraram compostos incomuns em *Bauhinia* como heterosídeos de flavonoides derivados de miricetina. Além disso, encontraram monoglicosídeos de kaempferol, quercetina e miricetina na composição de *Bauhinia longifolia*.

Os resultados do trabalho de Duarte-Almeida, Negri e Salatino (2004), mostraram a constituição do óleo volátil das folhas de *B. longifolia* que se resume em β -Cariofileno, Germacreno D, Bicclogermacreno, Spatuleno, Aromadendreno, Isospatuleno e γ -Cadineno.

Dos Santos et al. (2014), mostrou em seu trabalho, pela primeira vez, a atividade antiviral contra o arbovírus MAYV de determinados flavonoides de *B. longifolia*. Além de exercer atividade antiviral, Dos Santos, Barreto Junior e Kuster (2017), analisou um alto potencial antioxidante das frações AcOEt e BuOH das folhas de *B. longifolia* e observou atividade parecida com a exercida pela quercetina.

Apesar de haver diversos estudos sobre o gênero *Bauhinia*, poucos são os trabalhos publicados em relação à *B. longifolia* (DOS SANTOS; BARRETO JUNIOR; KUSTER, 2017). O fato de possuir algumas atividades terapêuticas comprovadas e ser encontrada em diversas partes do país, inclusive na região de Bauru, faz com que o interesse em maiores estudos sobre essa planta se intensifique.

3.2. *Bauhinia unguolata*

Bauhinia unguolata apresenta-se como arbusto ou árvoreta ou subarbusto com folhas bilobadas (Figura 10). É uma espécie nativa e não endêmica do Brasil, com alta amplitude de distribuição. Essa espécie ocorre por todo o país, tendo no Sudeste ocorrência confirmada em Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo. Seu domínio fitogeográfico se resume em Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica e habita em Floresta Estacional Semidecidual, Cerrado, Floresta de Terra Firme, entre outras. (FLORA DO BRASIL, 2017c; MAIA-NETO, 2006).



Figura 10. Folha da *B. unguolata* (Fonte: FLORA DO BRASIL, 2017)

Essa espécie é popularmente utilizada no tratamento do diabetes. Paula et al. (2014), realizaram ensaios com o extrato etanólico e frações das folhas de *B. unguolata* e concluíram que essa espécie pode ser uma fonte importante de antioxidantes naturais.

Maia Neto (2006), fez um estudo sobre os constituintes não voláteis das folhas de *B. unguolata* e teve como resultado o isolamento dos seguintes compostos: quercetina, quercetina-3-O-arabinofuranosídeo, quercetina-3-O-rhamnopiranosídeo (quercitrina), 3-o-metil-chiroinositol (D-pinitol), harmano e eleagnina. O segundo

composto foi o único flavonoide não identificado ainda em *Bauhinia* e os dois últimos, os alcaloides, foram identificados pela primeira vez também nesse gênero.

Medeiros et al. (2016), caracterizaram a composição do óleo essencial de *B. unguolata* e identificaram 18 compostos, os majoritários foram: β -cariofileno, óxido de cariofileno, α -humuleno, epi- γ -eudesmol, α -bisabolol, copaeno, nerolidol, óxido de α -bisabolol B, espatulenol. Além disso, o óleo essencial apresentou atividade antimicrobiana contra cinco espécies de bactérias, mostrando um grande potencial nos bioensaios.

Lacerda et al. (2016), mostraram que o extrato das folhas de *B. unguolata* possui atividade antibacteriana. O extrato apresenta uma acentuada atividade sinérgica em relação aos antibióticos usados na pesquisa (amicacina, gentamicina, imipenem e ciprofloxacino), aumentando o efeito desses medicamentos.

De Sousa et al. (2016), isolaram das raízes de *B. unguolata* cinco compostos, entre eles, um novo bibenzil, 3,5-dimethoxy-4-methyl-2'-hydroxybibenzyl. Além disso, isolaram do caule da planta 12 compostos conhecidos como glutinol, liquiritigenina, guibourtinidol, pacharina e naringenina. Eles também avaliaram a citotoxicidade do novo bibenzil isolado contra quatro linhas celulares de câncer humano.

3.3. *Bauhinia holophylla*

Bauhinia holophylla é uma espécie nativa e endêmica do Brasil (Flora do Brasil), ela ocorre nas formações de cerrado, campo cerrado, campo perturbado, cerradão e floresta estacional (RONDON, 2006). *Bauhinia holophylla* é uma espécie lenhosa, que possui porte arbustivo, com os folíolos parcialmente fundidos (Figura 11) e flores alvas (SALATINO, 1977). Tal espécie pode atingir de 1 a 5 m de altura quando adulta e é pertencente ao Cerrado brasileiro (BICALHO et al., 2005).



Figura 11. Folhas de *Bauhinia holophylla* (Fonte: PIERONI, 2013)

Segundo Henriques (2013), o extrato bruto de *B. holophylla* mostrou-se eficiente no tratamento de camundongos diabéticos, pois apresentou atividade hipolipidêmica e hipoglicemiante.

De acordo com o trabalho de Pieroni (2013), na fração *n*-BuOH do extrato EtOH 70% das folhas de *B. holophylla* foi possível isolar e identificar algumas substâncias como um glicosídeo cianogênico, uma lactona, um heterocarboneto linear, além de derivados de flavonoides.

Saldanha (2017) mostra em seu trabalho que o litospermosídeo (um cianoglicosídeo não-cianogênico) (Figura 12) é um dos principais compostos responsáveis pela atividade hipoglicemiante de *B. holophylla*, diferenciando-se das outras espécies de *Bauhinia*, onde os flavonoides é que são reconhecidos como os compostos ativos da planta. Esse composto apresentou atividade similar à metformina®, em doses mais baixas.

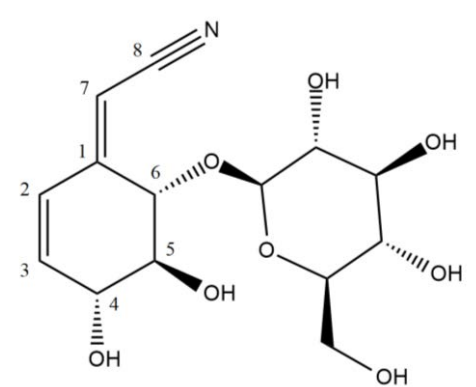


Figura 12. Estrutura do Litospermosídeo.

Da Rocha et al. (2016), fizeram o estudo da atividade biocida do extrato vegetal de *B. holophylla* e constataram que a planta foi capaz de inibir o crescimento dos micro-organismos isolados e inibiu o crescimento das bactérias *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*.

Rozza et al. (2015), apresentaram em seu trabalho evidências do potencial antidiarreico e antiúlcera da *B. holophylla*, amenizando o estresse oxidativo e os sintomas inflamatórios sem provocar efeitos adversos. Além disso, não apresentou sinais de toxicidade.

Através dessa revisão sobre as espécies de *Bauhinia* que ocorrem na região de Bauru, pode-se inferir que essa planta apresenta um grande potencial medicinal, com diversas atividades terapêuticas. A região de Bauru, por abrigar essas espécies, é uma área interessante de estudo e pode proporcionar pesquisas futuras.

Conclusão

CONCLUSÃO

Retomando a apresentação do tema e propósito desta pesquisa, conforme esclarecido na introdução, o desenvolvimento deste Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) delimitou-se a uma análise sobre as contribuições do gênero *Bauhinia* e de seus metabólitos especializados na área farmacológica, dando foco principalmente nas espécies que ocorrem na região de Bauru- São Paulo.

Juntamente com essas questões, o trabalho ocupou-se com a composição química dessas espécies, assim como a relevância de alguns desses compostos no tratamento de algumas doenças, revisando trabalhos recentes da área, a fim de proporcionar um conhecimento mais preciso e atual sobre as propriedades existentes em espécies desse gênero, muito utilizadas na medicina popular.

A Floresta Estacional Semidecidual e o Cerrado são os dois fragmentos de vegetação que ocorrem na região de Bauru. O primeiro é caracterizado por apresentar perda das folhas das árvores acima de 50% na estação seca e o segundo é um complexo de biomas.

Bauhinia, que possui uma ampla distribuição geográfica, é um gênero de planta muito utilizado tanto na medicina popular quanto na medicina científica; pesquisas já relataram suas atividades antioxidante, antimicrobiana, anti-inflamatória, hipoglicemiante, antitumoral, entre outras. Em Bauru, ocorrem três espécies desse gênero: *Bauhinia longifolia*, *Bauhinia unguolata*, *Bauhinia holophylla*.

Bauhinia longifolia, embora haja poucos trabalhos publicados, apresenta atividade antiviral e um alto potencial antioxidante, possui em sua constituição heterosídeos derivados de miricetina e monoglicosídeos de kaempferol e quercetina. *Bauhinia unguolata*, utilizada popularmente no tratamento contra o diabetes, exerce atividade antimicrobiana e antioxidante, além de apresentar em sua constituição compostos exclusivos como quercetina-3-O-arabinofuranosídeo, harmano e eleagnina. *Bauhinia holophylla* é uma espécie que vem sendo cada vez mais estudada principalmente por causa de sua atividade hipoglicemiante, além disso, estudos comprovaram sua atividade biocida, antidiarreico e antiúlcera.

A pesquisa também procurou esclarecer a importância ambiental nos estudos de plantas medicinais, se atentou também com a contribuição ambiental, uma vez que o trabalho evidencia a importância da escolha da melhor época de coleta e outros fatores naturais que influenciam quantitativa e qualitativamente a presença

dos produtos, promovendo dessa forma uma exploração mais sustentável das plantas medicinais e obtenção de melhorias na produção de fitoterápicos.

Os estudos sobre as plantas medicinais, que aumentam cada vez mais, promovem um maior interesse pelas espécies, o que pode gerar um olhar mais sustentável em relação à forma de se obtê-las. Além disso, quanto maior o conhecimento a respeito das espécies, como a parte do corpo da planta em que o composto de interesse é produzido, o melhor horário do dia ou o mês mais favorável para a produção dos metabólitos especializados, menor será a coleta indiscriminada.

Após essa revisão bibliográfica sobre o gênero *Bauhinia* e as espécies que ocorrem na região de Bauru, pode-se concluir que essa planta medicinal exerce um papel de destaque na medicina, apresentando atividades terapêuticas diversificadas e Bauru, que abriga espécies desse gênero de planta, se mostra como uma região de estudo de bastante interesse.

Essa importância enquanto área, campo ou objeto de estudo, alia-se à sua relevância farmacológica, ambiental, social, cultural e econômica, o que sugere maior interesse pelos estudos na área, isto é, que outras pesquisas sejam feitas a fim de proporcionar maior conhecimento e melhorias na produção de fitoterápicos.

Referências

REFERÊNCIAS

- ANTONIO, R. L.; SCALCO, N.; MEDEIROS, T. A.; SOARES NETO, J. A. R.; RODRIGUES, E. Smoke of Ethnobotanical Plants used in Healing Ceremonies in Brazilian Culture. In: RAI, M.; ACHARYA, D.; RIOS, J. L. **Ethnobotanical Plants: Revitalizing of Traditional Knowledge of Herbs**, CRC Press: Boca Raton, 2011.
- ARIMURA, G.-I.; MAFFEI, M. (Eds.) **Plant Specialized Metabolism: Genomics, Biochemistry, and Biological Functions**. CRC Press, 2017.
- AUDISIO, D.; MESSAOUDI, S.; BRION JD.; ALAMI, M. A simple synthesis of functionalized 3-Bromocoumarins by a One-Pot Three-Component reaction. **European Journal of Organic Chemistry**, v. 2010, n. 6, p. 1046-1051, 2010.
- BATALHA, M. A. O cerrado não é um bioma. **Biota Neotropica**, v. 11, n.1, p. 21-24, 2011.
- BENZATTI, F.P. **Estudo da interação de cumarinas e proteína envolvida na doença inflamatória intestinal por ressonância magnética nuclear**. 2017. 138 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 2017.
- BICALHO, G. O. D.; CARDOSO, M. G.; SILVA, V. F.; MUNIZ, F. R.; CASTRO, E. M.; GAVILANES, M. L. Estudo morfológico das folhas de *Bauhinia holophylla* Steud. **Caderno de Pesquisa Sér. Bio.**, Santa Cruz do Sul, v. 17, n. 1, p. 13-19, jan./jun . 2005.
- CAVASSAN, O. Bauru: Terra de Cerrado ou Floresta? **Ciência Geográfica**, v. 17, n. 1, p. 46-54, 2013.
- CAVASSAN, O.; WEISER, V. L. Vascular flora of the *cerrado* of Bauru-SP. **Biota Neotropica**, v. 15, n. 3, p. 1-14, 2015.
- CECHINEL FILHO, I; Chemical Composition and Biological Potential of Plants from the Genus *Bauhinia*. **Phytother. Res.** v. 23, p. 1347-1354, 2009.
- CECHINEL FILHO, V.; YUNES, R. A. Estratégias para a obtenção de compostos farmacologicamente ativos a partir de plantas medicinais: conceitos sobre modificação estrutural para otimização da atividade. **Química Nova**, São Paulo, v. 21, n. 1, p. 99-105, 1998.
- COUTINHO, I. D.; KATAOKA, V. M. F.; HONDA, N. K.; COELHO, R. G.; VIEIRA, M. C.; CARDOSO, C. A. L. Influência da variação sazonal nos teores de flavonoides e atividade antioxidante das folhas de *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg., Myrtaceae. **Revista Brasileira de Farmacologia**, v. 20, n. 3, p. 322-327, 2009.
- COUTINHO, L. M. O conceito de bioma. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 1, p. 13-23, 2006.

COUTINHO, L. M. O conceito de cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 1, p. 17-23, 1978.

CROTEAU, R.; KUTCHAN, T. M.; LEWIS, N. G. Natural Products (Secondary Metabolites). In: BUCHANAN, B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. (Eds.). **Biochemistry & Molecular Biology of Plants**, p. 1250-1318. American Society of Plant Physiologists, 2000.

DA CUNHA, A. M.; MENON, S.; MENON, R.; COUTO, A. G.; BÜRGER, C.; BIAVATTI, M. W. Hypoglycemic activity of dried extracts of *Bauhinia forficata* Link. **Phytomedicine**, v. 17, p. 37-41, 2010.

DA ROCHA, R. G.; CARDOSO, C. R. P.; DE CARVALHO, M. R.; FAUSTINO, P. A. S.; MADALENO, L. L.; FRIGIERI, M. C. Atividade biocida de *Bauhinia holophylla* e *Machaerium hirtum*. **Ciência & Tecnologia**, v. 8, n. especial, 2016.

DA SILVA, K. L.; CECHINEL FILHO, V. Plantas do gênero *Bauhinia*: composição química e potencial farmacológico. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 449-454, 2002.

DA SILVA, M. R. A utilização do conhecimento de plantas medicinais como ferramenta para estimular a preservação ambiental. **Monografias Ambientais**, Santa Maria, v. 6, n. 6, p. 1354-1380, mar. 2012.

DE SOUSA, L. M.; CARVALHO, J. L.; SILVA, H. C.; LEMOS, T. L. G.; ARRIAGA, A. M. C.; BRAZ-FILHO, R.; MILITÃO, G. C. G.; SILVA, T. D. S.; RIBEIRO, P. R. V.; SANTIAGO, G. M. P. New cytotoxic Bibenzil and other constituents from *Bauhinia unguolata* L. (Fabaceae). **Chemistry & Biodiversity**, v. 13, n. 12, p. 1630-1635, dez. 2016.

DEWANGAN, P.; VERMA, A.; KESHAWARNI, D. Isolation of D-pinitol: a bioactive carbohydrate from the leaves of *Bauhinia variegata* L. **International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research**, v. 24, n. 1, p. 43-45, 2014.

DOS SANTOS, A. E. **Avaliação do potencial antioxidante e caracterização química das frações cromatográficas e extrato etanólico das folhas de *Bauhinia longifolia* (Bong.) Steudel**. 2008. 107 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras do Alto São Francisco, Luz, 2008.

DOS SANTOS, A. E.; BARRETO JUNIOR, C. B.; KUSTER, R. M. Flavonoides e atividade antioxidante das folhas de *Bauhinia longifolia* (Bong.) Steud. **Revista Virtual de Química**, v. 9, n. 3, p. 1303-1317, jun. 2017.

DOS SANTOS, A. E.; KUSTER, R. M.; YAMAMOTO, K. A.; SALLES, T. S.; CAMPOS, R.; MENESES, M. D. F.; SOARES, M. R.; FERREIRA, D. Quercetin and Quercetin 3-O-glycosides from *Bauhinia longifolia* (Bong.) Steud. show anti-Mayaro virus activity. **Parasites & Vectors**, v. 7, n. 130, 2014.

DUARTE-ALMEIDA, J. M.; NEGRI, G.; SALATINO, A.; Volatile oils in leaves of *Bauhinia* (Fabaceae Caesalpinioideae). **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 32, p. 747-753, 2004.

FELIPE, L. O.; BICAS, J. L. Terpenos, aromas e a química dos compostos naturais. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 39, n. 2, p. 120-130, 2017.

FIELD MUSEUM. 2017. **Neotropical Herbarium Specimens**. Disponível em: <<http://fm1.fieldmuseum.org/vrrc/?page=view&id=19900>>. Acesso em: 10 dez. 2017.

FIRMO, W. C. A.; MENEZES, V. J. M.; PASSOS, C. E. C.; DIAS, C. N.; ALVES, L. P. L.; DIAS, I. C. L.; SANTOS NETO, M.; OLEA, S. R. G. Contexto histórico, uso popular e concepção científica sobre plantas medicinais. **Cadernos de Pesquisas** (UFMA), São Luís, v. 18, n. especial, p. 90-95, dez. 2011.

FLORA DO BRASIL. 2017. **INCT** – Herbário Virtual da Flora e dos Fungos. Disponível em: <<http://reflora.cria.org.br/inct/exsiccatae/504147452f5354594c452f494e43542f4c414e472f70742f464f524d41542f70616765732f584d4c2f553131383035313531353733353239352f434f4c4c454354494f4e2f4e5942472f494e495449414c494d41474549442f38343532333832332f53484f572f>>. Acesso em: 10 dez. 2017.

FLORA DO BRASIL. 2017a. **Bauhinia** L. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/ConsultaPublicaUC/BemVindoConsultaPublicaConsultar.do?invalidatePageControlCounter=1&idsFilhosAlgas=%5B2%5D&idsFilhosFungos=%5B1%2C10%2C11%5D&lingua=&grupo=5&familia=null&genero=Bauhinia&especie=&autor=&nomeVernaculo=&nomeCompleto=&formaVida=null&substrato=null&ocorreBrasil=QUALQUER&ocorrencia=OCORRE&endemismo=TODO&origem=TODO®iao=QUALQUER&estado=QUALQUER&ilhaOceanica=32767&domFitogeograficos=QUALQUER&bacia=QUALQUER&vegetacao=TODO&mostAte=SUBESP_VAR&opcoesBusca=TODO_OS_NOMES&loginUsuario=Visitante&senhaUsuario=&contexto=consulta-publica>. Acesso em: 27 out. 2017.

FLORA DO BRASIL. 2017b. **Bauhinia longifolia (Bong.) Steud.** Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/ConsultaPublicaUC/BemVindoConsultaPublicaConsultar.do?invalidatePageControlCounter=1&idsFilhosAlgas=%5B2%5D&idsFilhosFungos=%5B1%2C10%2C11%5D&lingua=&grupo=5&familia=null&genero=Bauhinia&especie=&autor=&nomeVernaculo=&nomeCompleto=&formaVida=null&substrato=null&ocorreBrasil=QUALQUER&ocorrencia=OCORRE&endemismo=TODO&origem=TODO®iao=QUALQUER&estado=QUALQUER&ilhaOceanica=32767&domFitogeograficos=QUALQUER&bacia=QUALQUER&vegetacao=TODO&mostAte=SUBESP_VAR&opcoesBusca=TODO_OS_NOMES&loginUsuario=Visitante&senhaUsuario=&contexto=consulta-publica>. Acesso em: 27 out. 2017.

FLORA DO BRASIL. 2017c. **Bauhinia unguolata** L. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/ConsultaPublicaUC/BemVindoConsultaPublicaConsultar.do?invalidatePageControlCounter=1&idsFilhosAlgas=%5B2%5D&idsFilhosFungos=%5B1%2C10%2C11%5D&lingua=&grupo=5&familia=null&genero=Bauhinia&especie=&autor=&nomeVernaculo=&nomeCompleto=&formaVida=null&substrato=null&ocorreBrasil=QUALQUER&ocorrencia=OCORRE&endemismo=TODO&origem=TODO®iao=QUALQUER&estado=QUALQUER&ilhaOceanica=32767&domFitogeograficos=QUALQUER&bacia=QUALQUER&vegetacao=TODO&mostAte=SUBESP_VAR&opcoesBusca=TODO_OS_NOMES&loginUsuario=Visitante&senhaUsuario=&contexto=consulta-publica>. Acesso em: 27 out. 2017.

ubstrato=null&ocorreBrasil=QUALQUER&ocorrencia=OCORRE&endemismo=TODO S&origem=TODO S®iao=QUALQUER&estado=QUALQUER&ilhaOceanica=3276 7&domFitogeograficos=QUALQUER&bacia=QUALQUER&vegetacao=TODO S&most rarAte=SUBESP_VAR&opcoesBusca=TODO S_OS_NOMES&loginUsuario=Visitante &senhaUsuario=&contexto=consulta-publica>. Acesso em: 27 out. 2017.

FOGLIO, M. A.; QUEIROGA, C. L.; SOUSA, I. M. O.; RODRIGUES, R. A. F. Plantas medicinais como fonte de recursos terapêuticos: um modelo multidisciplinar. **MultiCiência: Construindo a História dos Produtos Naturais**, n. 7, out. 2006.

FRUEHAUF, S. **Plantas medicinais de Mata Atlântica**: manejo sustentado e amostragem, Annablume: São Paulo, 2000.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 374-381, 2007.

GUREVITCH, J.; SCHEINER, S. M.; FOX, G. A. Herbivoria e Interações Planta-Patógeno. In: GUREVITCH, J.; SCHEINER, S. M.; FOX, G. A. **Ecologia Vegetal**. 2 ed. Artmed: Porto Alegre, 2009.

HAVILAND, W, A. (et al). Princípios de Antropologia. Trad. de Elisete Paes e Lima. 2ª ed. São Paulo: Cengage Learning. 2011.

HENRIQUES, N. A. P. C. **Investigação dos mecanismos de ação hipoglicemiante do extrato bruto de *Bauhinia holophylla* em fígado e músculo esquelético de camundongos diabéticos tipo 1 induzidos por estreptozotocina**. 2017. 96 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2017.

ISHARA, K. L. **Aspectos florísticos e estruturais de três fisionomias de Cerrado no município de Pratânia, São Paulo**. 2010. 154 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2010.

KILNK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 147-155, jul. 2005.

KINGSTON, D. G. I. Modern natural products drug discovery and its relevance to biodiversity conservation. **Journal of Natural Products**, v. 74, n. 3, p. 496-511, 2011.

KOSTOVA, I. Synthetic and Natural Coumarins as Cytotoxic Agents. **Current Medicinal Chemistry: Anti-cancer Agents**, v. 5, p. 29-46, 2005.

KULKARNI, Y. A.; GARUD, M. S. *Bauhinia variegata* (Caesalpinaceae) leaf extract: an effective treatment option in type I and type II diabetes. **Biomedicine and Pharmacotherapy**, v. 83, p. 122-129, 2016.

KUMAR, D.; MAITHANI, A.; DHULIA, I. Effect and evaluation of antihyperlipidemic activity of fractions of total methanol extract of *Bauhinia variegata* (Linn.) leaves on

Triton WR-1339 (Tyloxapol) induced hyperlipidemic rats. **International Journal of Pharmacy and Science**, v. 2, n. 4, p. 493-497, 2011.

LACERDA, G. M.; MONTEIRO, A. B.; TINTINO, S. R.; DELMONDES, G. A.; FERNANDES, C. N.; LEMOS, I. C. S.; NASCIMENTO, E. P.; CARVALHO, T. B.; COUTINHO, H. D. M.; MENEZES, I. R. A.; KERNTOPF, M. R. Atividade moduladora sobre antibióticos pelo extrato aquoso das folhas de *Bauhinia unguolata* L. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v. 21, n. 3, p. 309-317, 2016.

LI, J. W.-H.; VEDERAS, J. C. Drug Discovery and Natural Products: End of an Era or an Endless Frontier? **Science**, v. 325, 2009.

MACHADO, R. B.; RAMOS NETO, M. B.; PEREIRA, P. G. P.; CALDAS, E. F.; GONÇALVES, D. A.; SANTOS, N. S.; TABOR, K.; STEININGER, M. Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. 2004. Relatório técnico não publicado. Conservação Internacional, Brasília, DF.

MAIA NETO, M. **Contribuição ao conhecimento químico de plantas do Nordeste do Brasil: *Bauhinia unguolata* L. (Leguminosae)**. 2006. 149 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

MEDEIROS, S. R. N. A.; MELO FILHO, A. A.; COSTA, H. N. R.; SILVA, F. S.; SANTOS, R. C.; TAKAHASHI, J. A.; FERRAS, V. P.; MELO, A. C. G. R.; RIBEIRO, P. R. E.; LARANJEIRA, A. G. A.; KAMEZAKI, A. K.; MARTINS, R. M. G.; PAULINO, F. S. Chemical profile, antimicrobial activity, toxicity on *Artemia salina* and anti-acetylcholinesterase enzyme essential oil from *Bauhinia unguolata* L. (Fabaceae) leaves. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 10, n. 29, p. 442-449, ago. 2016.

MENEZES, F. S.; MINTO, A. B. M.; RUELA, H. S.; KUSTER, R. M.; SHERIDAN, H.; FRANKISH, N. Hypoglycemic activity of two Brazilian *Bauhinia* species: *Bauhinia forficata* Link and *Bauhinia monandra* Kurz. **Revista Brasileira de Farmacologia**, v. 17, n. 1, p. 08-13, 2007.

MONTANARI, C. A.; BOLZANI, V. S. Planejamento racional de fármacos baseado em produtos naturais. **Química Nova**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 105-111, 2001.

MONTEIRO, J. M.; ALBUQUERQUE, U. P.; ARAÚJO, E. L.; AMORIM, E. L. C. Taninos: uma abordagem da Química à Ecologia. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 5, p. 892-896, 2005.

MONTEIRO, J. M.; ALBUQUERQUE, U. P.; LINS NETO, E. M. F.; ARAÚJO, E. L.; ALBUQUERQUE, M. M.; AMORIM, E. L. C. The effects of seasonal climate changes in the caatinga on tannin levels in *Myracrodruon urundeuva* (Engl.) Fr. All. And *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. **Revista Brasileira de Farmacologia**, v. 16, n. 3, p. 338-344, 2006.

MOREIRA, R. C. T.; COSTA, L. C. B.; COSTA, R. C. S.; ROCHA, E. A. Abordagem etnobotânica acerca do uso de plantas medicinais na Vila Cachoeira, Ilhéus, Bahia, Brasil. **Acta Farmacêutica Bonaerense**, v. 21, n. 3, p. 205-211, 2002.

OLIVEIRA, R. M.; LIMA, R. A. Prospecção fitoquímica do extrato etanólico de *Bauhinia forficata* L. e seu potencial candidato. **South American Journal of Basic Education**, v. 4, n. 1, p. 54-65, 2017.

PAULA, C. S. **Estudo fitoquímico e propriedades biológicas das folhas de *Bauhinia unguolata* L., Fabaceae**. 2014. 218 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

PAULA, C. S.; CANTELI, V. C. D.; HIROTA, B. C. K.; CAMPOS, R.; OLIVEIRA, V. B.; SILVA, C. B.; SILVA, G. M.; MIGUEL, O. G.; MIGUEL, M. D. Potencial antioxidante *in vitro* das folhas da *Bauhinia unguolata* L. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 35, n. 2, p. 217-222, 2014.

PAVAN-FRUEHAUF, S. O estudo das plantas medicinais brasileiras. In: PAVAN-PEIXOTO SOBRINHO, T. J. S. **Influência da sazonalidade climática e de parâmetros laboratoriais sobre o teor de flavonoides em *Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steudel**. 2008. 59 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.

PEPATO, M.T.; KELLER, E.H.; BAVIERA, A.M.; KETTELHUT, I. C.; VENDRAMINI, R. C.; BRUNETTI, I.L. Anti-diabetic activity of *Bauhinia forficata* decoction in Streptozotocin-diabetic rats. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 81, n. , p. 191-197, 2002.

PEREIRA, R. J.; CARDOSO, M. G. Metabólitos secundários vegetais e benefícios antioxidantes. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, Gurupi, v. 3, n. 4, p. 146-152, 2012.

PIERONI, L. G. **Constituintes químicos e atividades antioxidante e alelopática de *Bauhinia holophylla* (Bong.) Steud**. 2013. 183 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2013.

PINTO A. C.; SILVA, D. H. S.; BOLZANI, V. S.; LOPES, N. P.; EPIFANIO, R. A. Produtos Naturais: atualidade, desafios e perspectivas. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, Supl. 1, p. 45-61, 2002.

PIORNEDO, R. R. **A atividade anti-inflamatória de *Gochnatia polymorphas* sp. *Floccosa* em camundongos**. 2010. 71 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BAURU. Turista > Dados Geográficos > **Conheça Bauru**. Disponível em: <<http://www.bauru.sp.gov.br/bauru.aspx?m=2>>. Acesso em: 27 out. 2017.

RIBEIRO, C. V. C.; KAPLAN, M. A. C. Tendências evolutivas de famílias produtoras de cumarinas em Angiospermae. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 533-538, 2002.

RODRIGUES JUNIOR, M. T. **Síntese e atividade citotóxica, leishmanicida e sobre o sistema nervoso central de compostos β - carbonílicos.** 2009. 240 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

RODRIGUES, A. C. L. N.; VAZ, A. M. S. F. *Bauhinia albicans* e *B. affinis*: espécies ameaçadas de extinção no Estado do Rio de Janeiro. **Revista do Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, v.59, n. 3, p. 449-454, 2008.

RONDON, J. N. **Autoecologia de *Bauhinia holophylla* Steud. (Leguminosae-Caesalpinioideae), na Reserva Biológica e Estação Experimental de Moji Guaçu, SP.** 2006. 69 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

ROZZA, A. L.; CESAR, D. A. S.; PIERONI, L. G.; SALDANHA, L. L.; DOKKEDAL, A. L.; DE-FARIA, F. M.; SOUZA-BRITO, A. R. M.; VILEGAS, W.; TAKAHIRA, R. K.; SALATINO, A. Química da folha de *Bauhinia holophylla* (Bongard) Steudel. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, v. 5, p. 43-52, 2015.

SALATINO, A. Química da folha de *Bauhinia holophylla* (Bongard) Steudel. **Bol. Botânica. Univ. S. Paulo**, v. 5, p. 43-52, 1977.

SALATINO, A.; BLATT, C. T. T.; DOS SANTOS, D. Y. A. C.; VAZ, A. M. S. F. Foliar flavonoids of nine species of *Bauhinia*. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 17-20, abr. 1999.

SALDANHA, L. L. **Plantas Medicinais:** isolamento bioguiado de princípios ativos e variações de perfil químico do Cerrado brasileiro baseado em metabolômica. 2017. 121 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2017.

SEMA – SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS (Paraná). **Floresta Estacional Semidecidual** – Série Ecossistemas Paranaenses. Volume 5. Curitiba, 2010. Disponível em: <http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/cobf/V5_Floresta_Estacional_Semidecidual.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2017.

SEMMA – SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE (Bauru). **Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica e do Cerrado.** Bauru, 2015. 71 p. Disponível em: <http://www.bauru.sp.gov.br/arquivos2/arquivos_site/sec_meioambiente/plano_mata_atlantica.pdf>. Acesso em: 27 out. 2017.

SEPÚLVEDA-JIMÉNEZ, G.; PORTA-DUCOING, H.; ROCHA-SOSA, M. La participación de los Metabolitos Secundarios em la Defensa de las Plantas. **Revista Mexicana de Fitopatología**, Texcoco, v. 21, n. 3, p. 355-363, 2003.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P. A pesquisa e a produção brasileira de medicamentos a partir de plantas medicinais: a necessária interação da indústria com a academia. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 12, n. 1, p. 35-40, 2002.

THOLL, D. Terpene synthases and the regulation, diversity and biological role of terpene metabolism. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 9, n. 3, p. 297-304, 2006.

TOMCZAK, M.; REICHERT, S. **Estudos fitoquímicos adicionais com as folhas e cascas de *Aleurites moluccana* L. WILLD (Euphorbiaceae)**. 2013. 84 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2013.

UETA, B.; DURÃES, C.; ILÁRIO, C.; ASDORIAN, G.; KOROYVA, P.; UEDA, S.; MASUNARI, A. Atividade antioxidante da catequina e análise comparativa com as vitaminas A e C. In: SIMPÓSIO DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS, 3, 2014, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Centro Universitário São Camilo, out. 2014.

VEIGA JR, V.F.; PINTO, A. C.; MACIEL, M. A. M. Plantas medicinais: cura segura? **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 3, p. 519-528, 2005.

VIEGAS JR, C.; BOLZANI, V. S.; BARREIRO, E. J. Os produtos naturais e a química medicinal moderna. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 326-337, 2006.

WINK, M. Introduction: biochemistry, role and biotechnology of secondary metabolites. In: WINK, M. (Ed.). **Biochemistry of Plant Secondary Metabolism**. Sheffield: Sheffield Academic Press, 1999.

YAO, L.; CAFFIN, N.; D'ARCY, B.; JIANG, Y.; SHI, J.; SINGANUSONG, R.; LIU, X.; DATTA, N.; KAKUDA, Y.; XU, Y. Seasonal variations of phenolic compounds in Australia-grown tea (*Camellia sinensis*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 16, p. 6477-6483, ago. 2005.