



Tillandsia recurvata L. (Bromeliaceae): aspectos farmacognósticos

Alex Lucena de Vasconcelos¹; Alan Lucena de Vasconcelos¹; Eulália Azevedo Ximenes¹; Karina Perrelli Randau^{1*}

¹ Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil.

RESUMO

A cobertura superior das florestas tropicais, formada pelas copas das árvores, constitui um ambiente de extrema diversidade vegetal. Contribuindo com a grande riqueza dessas florestas encontram-se as espécies botânicas epífitas, cuja importância pode ser observada do ponto de vista ecológico, faunístico, etnobotânico e até mesmo farmacológico. Dentre as espécies adaptadas à vida epífita podemos citar as bromeliáceas, que compõem uma das famílias mais representativas dessa flora com elevada variabilidade genética. *Tillandsia recurvata* é uma espécie epífita cosmopolita, nativa, adaptada a habitats áridos, utilizada para o tratamento de diversas doenças, mas pouco se tem publicado a respeito das comprovações científicas de suas propriedades. O presente trabalho revisa os aspectos etnofarmacológicos, atividades biológicas e compostos químicos relacionados à espécie em questão, pertencente à Bromeliaceae. A partir do levantamento de dados realizado, observa-se que esta se trata de uma espécie de conhecido uso popular no tratamento de diferentes distúrbios, com alguns estudos farmacológicos que comprovam suas propriedades terapêuticas. Do ponto de vista químico observa-se a presença de terpenos, flavonoides e derivados cinâmicos em sua constituição, em que alguns compostos isolados ilustram a potencialidade desta espécie como fonte de biomoléculas de interesse. Todos estes aspectos considerados nesta revisão contribuem para o conhecimento a respeito da importância biológica e o potencial terapêutico acerca dos metabólitos desta promissora espécie.

Palavras-chave: Epífitas medicinais. Bromélias. *Tillandsia recurvata* L. Bromeliaceae.

INTRODUÇÃO

As florestas tropicais são caracterizadas por apresentarem um elevado grau de diversidade biológica, sendo consideradas como um dos mais complexos sistemas do planeta que guarda um elevado número de espécies endêmicas (Whitmore, 1998).

O estrato superior das florestas tropicais também pode ser considerado como uma verdadeira fonte de biodiversidade, pois nesse ambiente de copa pode ser encontrada uma infinidade de espécies epífitas, que usam os seus hospedeiros como suporte para o seu desenvolvimento alternativo longe do solo. Com um total de 29.000 espécies catalogadas, elas contribuem com a imensa diversidade vegetal observada, uma vez que, representam de 8 a 10% do total de plantas vasculares conhecidas e colaboram com 25 a 50% da riqueza vegetal das florestas tropicais (Gentry, 1987; Benzing, 1990, 2000).

Estas espécies desempenham um importante papel na composição vegetal destes ecossistemas e apresentam elevado grau de endemismo e adaptação a estes ambientes, sendo diretamente influenciadas pelo clima e nível de distúrbio antrópico, que determinam a sua distribuição nos ambientes que as compõem (Benzing, 1990; Bonnet, 2007). Apresentam grande importância para os animais que vivem nesse ambiente, seja como alimento (frutos, néctar e pólen), água ou mesmo material para a construção de ninhos, possibilitando assim uma maior variabilidade da fauna (Benzing 1990). Além disso, também exercem grande influência sobre o ciclo hidrológico e de nutrientes no interior das florestas, funcionando como uma zona de captura e posterior incorporação destes materiais para uso por outros vegetais (Nadkarni, 1985). Os representantes das bromélias constituem um grupo de plantas particularmente adaptado à vida epífita.

A FAMÍLIA

Bromeliaceae, considerada como uma das mais representativas da flora neotropical abrange 57 gêneros e cerca de 3000 espécies, em que 40% deste total podem ser encontrados no Brasil. Uma grande variedade de hábitos também pode ser observada entre elas, diferenciando-se espécies epífitas, terrestres, ou mesmo rupícolas, o que faz dessa família uma das mais adaptáveis do mundo (Benzing, 2000; Luther & Sieff, 2006; Tabarelli, 2002). A primeira descrição data do século XVII, relatada pelo padre francês Charles Plumier, em que o novo conjunto de espécies descoberto foi batizado de bromélias em homenagem ao botânico sueco Olaf Bromel (Benzing, 1980).

Atualmente, segundo critérios filogenéticos do sistema APG II (2003), pode ser classificada como a maior família de monocotiledôneas angiospermas, pertencente à ordem Poales. Apresenta uma ampla distribuição pela zona neotropical, indo desde o sul dos Estados Unidos até o sul do

Autor correspondente: Karina Perrelli Randau - Universidade Federal de Pernambuco - e-mail: krandaui@hotmail.com

Chile e ocupa diferentes *habitats*. No Brasil, ocorre desde as florestas úmidas do sul até as caatingas do Nordeste, onde possui frequência elevada e marcante (Smith 1934, Tabarelli, 2002). De um modo geral as bromeliáceas são conhecidas no Brasil pelo nome indígena de caraguatá, craguatá ou gravatá, que em tupi-guarani refere-se ao caráter de resistência do vegetal, porém com frutos comestíveis. No Nordeste, por sua vez, são conhecidas popularmente como macambira (Joly, 2002). De acordo com a taxonomia tradicional, ela pode ser dividida em três subfamílias: Pitcairnioideae, Tillandsioideae e Bromelioideae, diferenciando-se entre si pelo hábito de crescimento, características de tricoma, tipo de fruto e semente e posição do ovário (Smith & Downs 1974, 1977, 1979).

As bromeliáceas são notáveis por sua diversidade ecológica e pelo alto poder de adaptação a diferentes *habitats*, podendo ser encontradas em ambientes desérticos, quentes e secos, e até mesmo em florestas úmidas e regiões montanhosas frias (Benzing, 2000). De forma geral, as espécies epífitas podem ser definidas como aquelas que utilizam o seu hospedeiro botânico, ou forófito, apenas como suporte mecânico a fim de conseguir melhores condições de sobrevivência. Além de espécies vegetais serem usadas como suporte, outros tipos de fulcro podem ser usados, tais como formações rochosas, telhados ou até mesmo linhas de transmissão elétrica (Benzing, 1990, 2000; Puente & Bashan, 1994).

De acordo com Linder (2005), as plantas adaptadas ao epifitismo encontradas nessa família evoluíram inicialmente das Poales ancestrais, que cresciam em substratos úmidos e pobres em nutrientes. De todos os representantes desta ordem apenas metade das Bromeliaceae e poucas Rapateaceae conseguiram escapar da competição com outras plantas e sobreviver aos locais temporariamente alagados, fixando-se sobre árvores e rochas e desenvolvendo, paralelamente, uma série de adaptações que possibilitavam sua sobrevivência durante curtos períodos de estresse hídrico, podendo assim habitar o interior das matas úmidas (Benzing, 2000). A partir daí, passaram a ocupar o estrato superior das florestas, cuja atmosfera, com maior disponibilidade de água e nutrientes, favoreceu o desligamento dessas plantas do solo.

O GÊNERO

A partir do levantamento histórico da etimologia do gênero *Tillandsia*, sabe-se que para nomear esse grupo de plantas com características tão específicas, Carl Linnaeus decidiu homenagear o seu professor finlandês Elias Tillands. Este tinha adotado esse codinome para mostrar o seu apego a terra e sua extrema aversão à água, por sofrer de enjoos em viagens marítimas, preferindo percorrer longas distâncias por terra firme ao invés de viajar em um navio. Lembrando-se disso, Linnaeus achou essa comparação apropriada, uma vez que os exemplares deste gênero pareciam preferir a vida longe da água como verdadeiras plantas aéreas, e desta forma passou a chamar esse gênero de *Tillandsia* (Smith, 1951).

Estudos posteriores e mais detalhados mostraram como as espécies que constituem este gênero são capazes de sobreviver aos mais diferentes ambientes com tão pouca água. As adaptações determinantes para essa evolução

consistiram na redução estrutural e funcional das raízes e na especialização dos tricomas foliares, que se tornaram capazes de absorver o vapor de água condensado e assim suprir parcial ou totalmente a função absorptiva das raízes (Gilmartin 1972; Benzing, 1973, 1978; Benz, 2006).

Poucas informações têm sido publicadas na literatura científica a respeito do metabolismo nutricional deste gênero. Os seus integrantes possuem forma de crescimento altamente especializada, pois apresentam a superfície foliar repleta de escamas epidérmicas foliares (tricomas modificados). Enquanto que os minerais necessários são provenientes da poeira que os alcança, de insetos que ficam presos no emaranhado de suas estruturas foliares, através de relações mutualistas do tipo mirmecofilia (Waldemar, 2003) ou mesmo do lavado foliar que escorre pela copa das árvores.

APLICAÇÕES E USOS DE MEMBROS DA FAMÍLIA

Além do elevado número de espécies e da alta adaptabilidade das bromeliáceas, seus representantes também têm chamado atenção por suas diferentes utilizações, estando associados à história de diferentes etnias e utilizados como fonte de alimento, com finalidades terapêuticas ou mesmo místicas, por muitas culturas tradicionais neotropicais. Algumas espécies são úteis para a extração de fibras, como *Aechmea magdalenae*, *Puya chilensis*, *Bromelia laciniosa*, *Tillandsia usneoides*, usadas para a fabricação de redes, cordas, barbantes e até mesmo linha de pesca pelos nativos. Outras espécies de *Puya* e *Tillandsia* são utilizadas ainda como combustível para queima de fogueiras nos Andes e desertos costeiros Peruanos e Equatorianos ou mesmo usados como cercas vivas para demarcação de território. Outros representantes são utilizados como fonte de alimento na ração animal, como é o caso de *Aechmea tessmannii*, *Puya sodiroana*, *Pepinia pulchella* e *Tillandsia recurvata*. Na alimentação humana destaca-se *Ananas comosus*, apreciado no mundo todo por seu sabor e aroma característicos. Destaca-se na medicina popular por suas propriedades como estomáquico, carminativo, diurético e anti-inflamatório, sendo também indicado para problemas das vias respiratórias e para neurastenia (Lorenzi, 2002; Bennet, 2000).

Comunidades de espécies epífitas têm sido utilizadas no monitoramento das condições atmosféricas. Por apresentarem um metabolismo intimamente atmosférico, pois não possuem o solo como substrato, os representantes dessa família, como *Tillandsia recurvata*, têm a capacidade de fixar e acumular nutrientes dispersos na atmosfera. Consequentemente, óxido de nitrogênio, dióxido de enxofre, monóxido de carbono e outros poluentes presentes no ar também acabam sendo absorvidos durante o metabolismo da planta. Por esta razão essas espécies são consideradas como bioindicadores, cuja avaliação do conteúdo de seus tecidos reflete a contaminação atmosférica (Graciano, 2003; Pignata, 2002, Aspiazu et al., 2007).

A ESPÉCIE

Dentro desse gênero, pode-se encontrar *Tillandsia recurvata* como exemplo de epífita extremamente adaptada aos diferentes fatores de estresse que incidem sobre ela,

como radiação solar, aporte hídrico e mesmo a escassez de nutrientes. Além das adaptações citadas, alguns estudos também apontam para uma possível associação com microrganismos como forma de suprir a falta de alguns nutrientes, que não possuem contato direto com o solo, tais como *Pseudomonas stutzeri*, *Pseudomonas oryzo-habitans*, *Rahnella aquatilis* e *Erwinia* spp.

Localizados na superfície vegetal, essa microbiota possui a capacidade de fixar o nitrogênio do ar, sendo estes os responsáveis por suprir parte das necessidades desse mineral para a planta, compondo a filosfera dessa espécie (Puente & Bashan, 1994; Brighigna, 1992, Abril, 2005). A capacidade que possuem de sobreviver a condições de elevado estresse baseia-se em fatores morfofisiológicos modificados ao longo do tempo. Espécies como esta, possuem raízes adventícias reduzidas (ou mesmo ausentes), desprovidas da capacidade absorptiva, apresentando unicamente a função de aderência ao substrato, permitindo assim uma elevada independência do solo e grande adaptabilidade a ambientes extremos (Manetti, Delaporte & Laverde Jr, 2009).

Muitas espécies de bromélias também têm sido alvo de pesquisas devido ao seu elevado potencial farmacológico. Dentre as espécies representantes do gênero *Tillandsia*, pode-se destacar *T. recurvata*, que também pode ser identificada por outras sinonímias como *Diaphoranthema recurvata* Beer, *Diaphoranthema uniflora* Beer, *Tillandsia bartrami* Ell. Scketch, *Tillandsia uniflora* HBK. Popularmente é conhecida como *small ball moss* ou *bunch moss*, nos Estados Unidos; *barba de úcar*, em Cuba; *clavel del aire* ou *flor del aire*, na Argentina e no Uruguai; sendo conhecida no Brasil como ninho, salambaia, samambaia de bola, barba de velho ou barba de bode pequeno (Correa, 1978; Albuquerque, 2007).

Na Argentina, ela é usada tradicionalmente no tratamento de hemorroidas. Em Curaçao, Caribe, o decocto de suas folhas é considerado como emenagogo e útil no tratamento de problemas da vesícula biliar (Morton, 1981). No Uruguai, as partes aéreas são empregadas como antiespasmódico e útil no tratamento de infecções oculares (Paz, 1995). No Equador, é usada no tratamento de distúrbios da vesícula hepática, tosse, febre, dor de cabeça e dores no peito (Manetti, Delaporte & Laverde Jr, 2009). Além disso, Lowe (2010) evidenciou o potencial farmacológico dessa espécie, através de algumas atividades biológicas como antitumoral e anti-inflamatória, comprovando cientificamente as suas propriedades.

DISTRIBUIÇÃO

De um modo geral, *Tillandsia recurvata* L. apresenta ampla distribuição em toda América tropical, podendo ser encontrada desde o Sul da América do Norte, na América Central (nas zonas chuvosas que fazem limite entre o golfo do México e as zonas semiáridas do sul da Baixa Califórnia, além do Caribe) e América do Sul (Smith & Downs 1977; Puente & Bashan, 1994;). No Brasil, apesar de ser uma planta nativa, não se trata de uma espécie endêmica, uma vez que não ocorre em todas as regiões. Encontra-se, principalmente, na costa do país apresentando como domínios fitogeográficos os biomas de caatinga, cerrado e mata atlântica, distribuindo-se pela região nordeste entre sete estados (Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Bahia, Alagoas, Sergipe), em todo o sudeste (Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Rio de Janeiro) e nos três estados da região sul (Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul) (Forzza, 2010), conforme Figura 1.

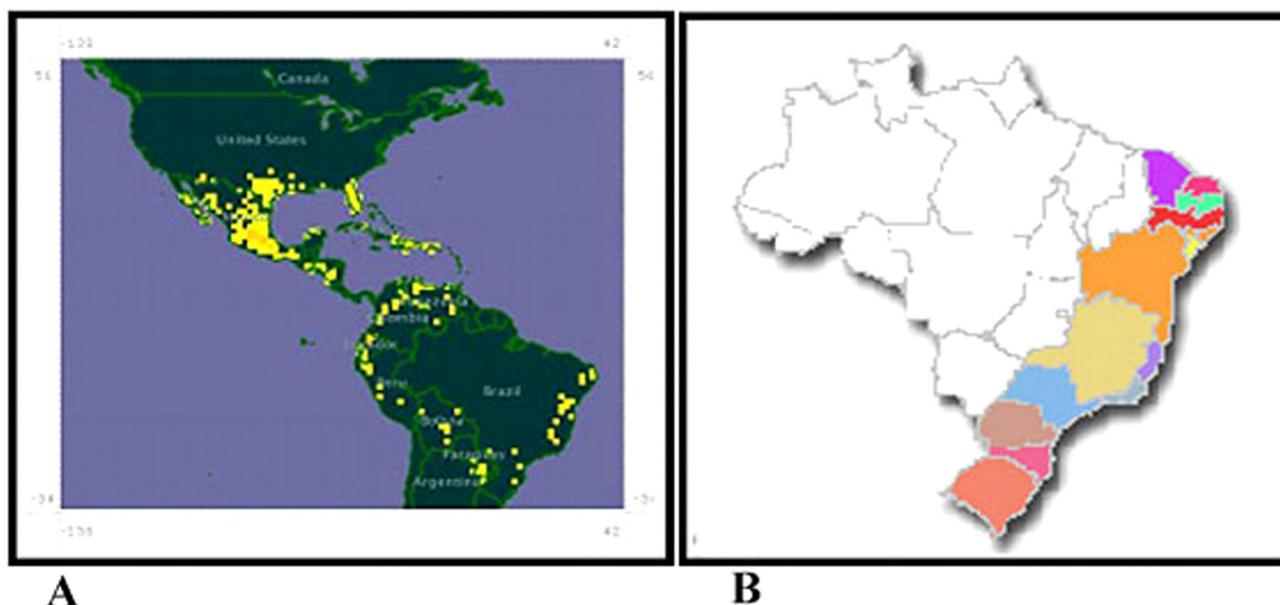


Figura 1 - Distribuição geográfica de *Tillandsia recurvata* L. na América Latina (A) e no Brasil (B).

Fonte: GBIF, 2010; Forzza, 2010.

CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA

Estudos arqueológicos indicam que o epifitismo vascular existe desde, pelo menos, o período carbonífero e, para muitas das espécies atuais, esses padrões antigos ainda persistem. Mais que um estilo de vida, essas estratégias ecológicas e morfológicas permitiram que muitas espécies pudessem sobreviver no *habitat* das copas das florestas (Bennet, 2000).

Sendo assim, *Tillandsia recurvata* (Fig. 2) pode ser caracterizada como uma epífita de 8 a 12 cm de altura, de caule inconspícuo e raízes rígidas. Folhas dísticas, fortemente cinéreas, recurvadas, lâmina com 4,3 a 5 cm de comprimento, aciculada, cinérea, ápice agudo, bainha com 4 a 5,5 × 3 a 4 mm, levemente distinta, membranácea.

Escapo ereto, 3,5 a 8,5 cm de comprimento, bracteado. Inflorescência em espiga simples, excedendo as folhas, 1 a 1,5 cm de comprimento, brácteas florais com 7,5 a 8 × 3 a 3,5 mm, vináceas a cinéreas, elíptico-lanceoladas, ápice agudo, menor que as sépalas. Sépalas subconatas na base, 2 × 7,5 cm, elípticas, carenadas, glabras, ápice acuminado. Pétalas com 9 × 1,2 mm, linear, ápice rotundo, lilases; estames inclusos, com 4,5 mm comprimento, soldados na base do ovário; filetes cilíndricos; ovárica. 3 mm de comprimento, subcilíndrico; estilete 0,8 a 1 mm de comprimento, cônico; estigma simples-ereto. Cápsula com 2,3-2,6 cm comprimento, valvas retas na deiscência; sementes 2 mm comprimento, apêndices 1,8 a 2 cm de comprimento, plumosos (Pontes & Agra, 2006).



Figura 2 - *Tillandsia recurvata* in situ.

Foto: Julia de Souza, Alex Lucena, 2010

Diversas espécies do gênero são caracterizadas pela relação de epifitismo com o seu hospedeiro, porém, diferentemente de outras espécies, essa se trata de um tipo bem particular. As suas raízes vivem por período curto de tempo e não possuem estruturas anatômicas capazes de reter a água absorvida, como ocorre com as orquídeas epífitas, por exemplo. O papel de captação de água é desempenhado por seus tricomas especializados em forma de escama presentes em grande número recobrendo toda a superfície foliar, podendo-se dizer que alcançaram o mais alto grau de evolução morfológica e funcional. Na constituição dessas estruturas podem-se diferenciar dois grupos celulares característicos, o escudo e as alas (ou asas), que servem como interface entre a planta e o ambiente (Papini, 2010; Vasconcelos 2012). Associado a essa adaptação extremamente necessária para sua sobrevivência em ambientes com recursos hídricos escassos, encontra-se outro importante fator na manutenção de um estado hídrico favorável: a via do Metabolismo Ácido das Crassuláceas (CAM). Trata-se de uma via fotossintética especializada através da qual a planta minimiza a evaporação de água pelo fechamento dos estômatos durante o dia e abertura durante a noite, permitindo, assim, a entrada de gás carbônico e uma reduzida perda de água (ISCAM, 2003).

FITOQUÍMICA DA FAMÍLIA BROMELIACEAE E DO GÊNERO *TILLANDSIA*

Muitos dos representantes da família Bromeliaceae têm sido alvo de estudos químicos, permitindo o isolamento e identificação de muitos compostos até então desconhecidos. Um bom exemplo é *Ananas comosus*, considerado uma das espécies mais estudadas quimicamente desta família, em função do seu alto valor comercial, consumido em várias partes do mundo. A partir de extração aquosa do seu caule e frutos imaturos, foi possível o isolamento da bromelina, uma enzima proteolítica da classe das hidrolases que apresenta diversas atividades *in vivo* como antiedematosa, anti-inflamatória, antitrombótica e antifibrinolítica (Maurer, 2001). No gênero *Tillandsia*, apesar dos escassos estudos existentes, diferentes classes de metabólitos secundários foram relatadas, como flavonoides, terpenos, saponinas e derivados de ácidos cinâmicos.

Visando facilitar a visualização da distribuição desses compostos no âmbito da família e gênero, os percentuais relativos a essas substâncias estão representados nas figuras 3 e 4. Dentre os compostos encontrados, observam-se como substâncias majoritárias diferentes tipos de flavonoides,

além de terpenos e esteroides, fenilpropanoides (como o ácido cinâmico e seus derivados), e outros compostos fenólicos (Manetti, Delaporte & Laverde Jr, 2009; Vasconcelos, 2012).

TERPENOS

Diversos tipos de compostos terpênicos podem ser encontrados dentre os representantes desta família,

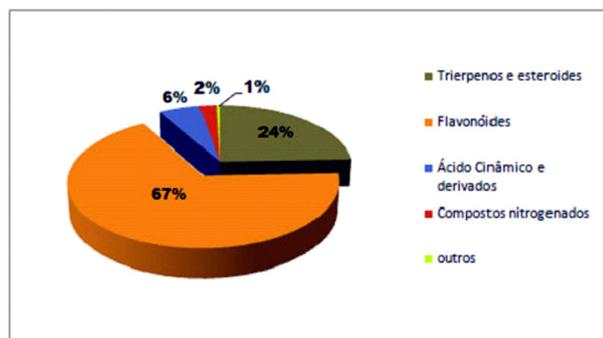


Figura 3 - Representação gráfica da constituição química em Bromeliaceae.

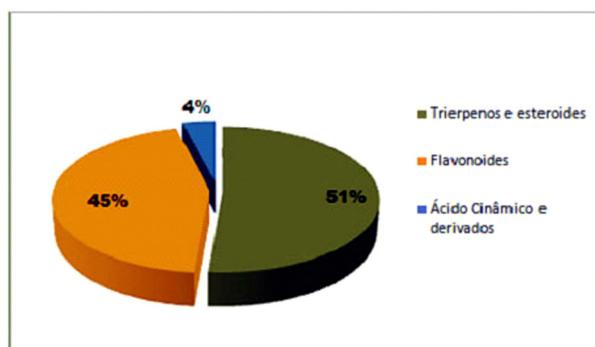


Figura 4 - Representação gráfica dos principais constituintes químicos do gênero *Tillandsia*.

como cicloartanos, lanostanos, labdanos, derivados do arborinol e friedelina. A incidência dessas substâncias é mais proeminente no gênero *Tillandsia*, onde 51% do total de terpenos isolados estão distribuídos (Fig. 2) (Manetti, Delaporte & Laverde Jr., 2009).

Uma grande variedade de cicloartanos pode ser identificada nesse gênero, como os hidroperoxicicloartanos identificados em *Tillandsia recurvata* e *T. usneoides* (Cabrera, 1995,1997) (Quadro 1). O processo de hidroperoxidação desses cicloartanos pode ser atribuído a uma foto-oxidação natural do cicloartenol, fenômeno responsável pela biogênese de alguns cicloartanos (Herz, 1985). Esse processo pode ser explicado pelas condições adversas a que estas espécies estão expostas, por serem espécies epífitas, como a alta exposição solar e a baixa umidade. Assim, essas substâncias poderiam ser consideradas como parte do sistema de defesa dessas plantas (Manetti, Delaporte & Laverde Jr, 2009; Cabrera, 1995).

Assim, diferentes espécies deste gênero confirmam a presença destes compostos, como em *T. usneoides*, *T. streptocarpa* e *T. fasciculata*, onde diferentes

tipos de cicloartanos foram isolados e caracterizados estruturalmente (Cabrera, 1997; Delaporte et al., 2004; Cantillo-Ciau et al., 2001). Muitos destes compostos apresentam significativa importância terapêutica, em que as atividades antimicrobianas e citotóxicas são atribuídas a diferentes substâncias desta classe (Gutierrez-Lugo et al., 2002; Wong, 2012).

FLAVONOIDES

Estes compostos podem ser considerados como um dos grupos fenólicos mais diversificados e ubíquos do reino vegetal, pois apresentam ampla distribuição na natureza e estão relacionados a diversas funções biológicas, sendo muitos deles descritos na família Bromeliaceae (Zunazzi, 2007; Rocha, 2010). Apresentam-se como compostos majoritários e, segundo Benzing (2000), flavonóides, flavonol e flavonas podem ser encontrados nas folhas de *Tillandsia*. Em uma pesquisa realizada por Manetti, Delaporte & Laverde Jr (2009), foram identificados nas espécies analisadas deste gênero flavonóides (3%), flavanonas (4%), flavonas (34%), flavonóis (33%) e antocianinas (26%).

Além de desempenharem importante papel para a adaptação da planta, muitos deles também apresentam variadas atividades farmacológicas como antitumoral, antimicrobiana e antioxidante, podendo inclusive ser considerados como potenciais marcadores quimiotaxonômicos (Ward et al., 1981; Harbone, 2000; Zunazzi, 2007).

Apesar de diferentes classes de flavonóides estarem presentes nesta família, os compostos mais notáveis são aqueles que apresentam um padrão de substituição no carbono seis, por hidroxilação ou metoxilação, sendo este tipo de configuração única, indicando que esta família ocupa uma posição à parte em relação a outras famílias de monocotiledôneas (Williams, 1978). Frequentemente, a ocorrência de um padrão de substituição específico, para determinado metabólito, é indicativo de um avanço filogenético.

Dessa forma, o padrão de substituição nos carbonos seis ou oito (por um radical hidróxi ou metóxi) para os flavonóides caracteriza-os como grupos quimicamente avançados, resultantes de uma etapa biossintética extra para sua formação, fazendo com que, dentre as três subfamílias que compõem Bromeliaceae, Tillandsioideae seja vista como a quimicamente evoluída dentro desta família (Manetti, Delaporte & Laverde Jr., 2009). Dentre os compostos deste tipo, pôde-se obter através de uma extração clorofórmica realizada em *Tillandsia recurvata* uma substância oleosa e amarelada, a partir da qual, através de tratamentos cromatográficos, constatou-se ser uma flavanona (Quadro 1). De acordo com métodos espectrométricos foi possível identificar a substância isolada como 5,3'-Dihidroxi-6,7,8,4'-tetrametoxiflavanona, até então não descrita para esta espécie (Queiroga, 2004).

Apesar das poucas pesquisas existentes sobre estes compostos neste gênero, alguns autores confirmam a presença de flavononas em diferentes espécies de *Tillandsia*, como *T. usneoides*, *T. utriculata* e *T. purpúrea* (Scotty & Mabry, 1977; Ulubelen & Mabry, 1982; Arslanian & Stermitz, 1986). Recentemente, Delaporte e colaboradores

(2004) comprovaram este resultado, obtendo através de processos cromatográficos 5 mg de quercetina a partir do extrato de acetato de etila em *Tillandsia streptocarpa*.

ÁCIDOS CINÂMICOS E DERIVADOS

A síntese de fenilpropanoides pelo vegetal pode sofrer um incremento diante de diferentes situações, como defesa contra herbívoros, ataque de microrganismos ou mesmo invasão por outras espécies (Gálvez, Cordero & Ayuso, 2006). Esse grupo de metabólitos encontra-se amplamente distribuído no reino vegetal sob a forma esterificada fazendo parte da parede celular, tendo como principais representantes os ácidos *p*-cumárico, cafeico, ferúlico e sinápico (Carvalho, 2003).

Os ácidos hidroxicinâmicos e seus ésteres são bastante comuns em todo o reino vegetal, sendo encontrados em quase todos os tecidos vegetais. Contudo, o 1,2- e 1,3 - diglicerídeo fenilpropenato, derivado do ácido cinâmico, são raros, restritos a apenas algumas espécies, como *T. recurvata*. Assim, Queiroga et al. (2004) obtiveram a partir da extração clorofórmica das partes aéreas desta espécie, e posteriores tratamentos cromatográficos, um éster do ácido cinâmico na forma de um pó branco amorfo, quimicamente denominado 1,3-di-O-cinamoilglicerol. Além desta substância também foi confirmada a presença do éster etílico do ácido cafeico, como verificado no quadro a seguir.

CLASSE DE METABÓLITO	COMPOSTOS/ REFERÊNCIA	ESTRUTURAS
Terpeno	25-hidroperoxicicloart-23-en-3β-ol (Cabrera, 1995)	
Terpeno	24- hidroperoxicicloart-25-en-3β-ol (Cabrera, 1995)	
Terpeno	Cicloartanona (Cabrera, 1995)	
Terpeno	Cicloartenona (Cabrera, 1995)	
Terpeno	24-metilenocicloartanona (Cabrera, 1995)	

Terpeno	Cicloartanol (Cabrera, 1995)	
Terpeno	Cicloartenol (Cabrera, 1995)	
Terpeno	24-metilenocicloartanol (Cabrera, 1995)	
Terpeno	24-etilcolest-4-en-3-ona (Cabrera, 1995)	
Terpeno	Ácido Siálico (Lowe, 2010)	
Flavonóide	5,3'-Dihidroxi-6,7,8,4'-tetrametoxiflavanona (Queiroga, 2004)	
Derivado Cinâmico	1,3-di-O-cinamoilglicerol (Queiroga, 2004)	
Derivado Cinâmico	Éster etílico do ácido cafeico (Queiroga, 2004)	

A partir de pesquisas realizadas por Benzing (2000), foi possível confirmar a presença de ácido *p*-cumárico, ferúlico e sinápico na hipoderme das folhas de *Tillandsia purpurea* e *Tillandsia usneoides*. A presença de derivados cinâmicos e de fenilpropanoides também pôde ser confirmada nos estudos realizados por Vasconcelos (2012) com partes aeras de *T. recurvata*. Apesar da presença de diglicerídios naturais dos ácidos hidroxicinâmicos e seus ésteres ser rara, Delaporte et al. (2004) comprovaram a

presença em *Tillandsia streptocarpa* de quatro derivados do ácido 1,3-O-dicinamoilglicerol, sendo este também descrito anteriormente em *Tillandsia recurvata* (Queiroga et al., 2004).

Muitos destes compostos apresentam também atividades terapêuticas importantes. Huang e colaboradores (1997) relatam a ação de alguns fenilpropanoides como os ácidos cafeico, ferúlico, clorogênico e curcumina em ensaios *in vivo* sobre tumores de pele impedindo a proliferação celular. Esses mesmos derivados cinâmicos juntamente com o ácido gálico apresentaram ação sobre tumores de língua em camundongos, demonstrando o potencial citotóxico dessas substâncias (Tanaka et al., 1993).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As epífitas contribuem largamente com a imensa diversidade vegetal encontrada no dossel das florestas tropicais. Sua importância pode ser observada do ponto de vista ecológico, faunístico, popular e farmacológico. Muitas dessas espécies adaptadas à vida epifítica podem ser encontradas em Bromeliaceae, considerada uma família amplamente distribuída e com alta variabilidade genética. O gênero *Tillandsia* é formado por representantes que apresentam uma organização estrutural e química altamente especializada, podendo sobreviver aos mais diferentes tipos de ambientes extremos. Dessa forma, *Tillandsia recurvata* é uma epífita cosmopolita adaptada a um clima de *habitats* áridos, onde algumas modificações morfometabólicas ao longo de sua evolução permitiram que sobrevivesse com a mínima quantidade de água dispersa na atmosfera sob a forma de vapor.

Esta espécie apresenta uma ampla distribuição em toda América tropical, sendo encontrada em toda costa do país nos ecossistemas de caatinga, cerrado e mata atlântica, apresentando um grande potencial terapêutico, verificado empiricamente na medicina popular americana. Apesar de ser amplamente utilizada tradicionalmente, pouco se tem publicado a respeito da comprovação científica de suas atividades. Algumas pesquisas, porém, evidenciam o potencial farmacológico desta espécie em algumas atividades como antitumoral, anti-inflamatória e antimicrobiana, atribuídas à presença de compostos fenólicos e terpenícos em sua composição, corroborando o uso popular.

De modo geral, a diversidade de metabólitos e as atividades biológicas observadas em Bromeliaceae justificariam o interesse no estudo de espécies desta família. Do ponto de vista químico, embora algumas substâncias tenham sido isoladas em *Tillandsia recurvata*, os estudos existentes na área não correlacionam à estrutura química com a resposta biológica que as mesmas exercem. Diante da escassez de estudos científicos que informem a importância biológica e o potencial terapêutico acerca dos metabólitos desta espécie, é importante a realização de trabalhos acerca desta espécie, conhecida do ponto de vista etnobotânico, porém pouco explorada farmacologicamente.

ABSTRACT

Tillandsia recurvata L. (Bromeliaceae): a pharmacognostic study

The canopy of tropical forests, formed by the crowns of trees, constitutes a habitat of extreme plant diversity. Contributing to the great richness of these forests are epiphytes, which are of outstanding importance from the ecological, faunal, ethnobotanical and even pharmacological standpoints. Among the species adapted to the epiphytic life (growing on other plants) are the bromeliads, one of the most representative families of that flora, possessing high genetic variability. *Tillandsia recurvata* is a cosmopolitan epiphyte adapted to arid habitats, traditionally used to treat various diseases, though little has been published on scientific evidence for its properties. This paper reviews its ethnopharmacology and the biological activities and chemical compounds related to this member of the Bromeliaceae. According to the data collected, this species is known for its popular use in the treatment of various disorders, with some pharmacological studies that demonstrate its therapeutic properties. From the chemical point of view, terpenes, flavonoids and cinnamic acid derivatives are found in its constitution and some of the compounds isolated illustrate the potential of this species as a source of interesting biomolecules. All these features reviewed here contribute to what is known about the biological importance and therapeutic potential of metabolites from this promising species.

Keywords: Medicinal epiphyte. Bromeliads. *Tillandsia recurvata* L. Bromeliaceae.

REFERÊNCIAS

Abril AB, Torres PA, Bucher EH. The importance of phyllosphere microbial populations in nitrogen cycling in the Chaco semi-arid woodland. *J Trop Ecol*. 2005;21(1):103-107.

Albuquerque UP, Medeiros PM, Almeida AL, Monteiro JM, Neto EMLF, Melo JG, Santos JP. Medicinal plants of the caatinga (semi-arid) vegetation of NE Brazil: A quantitative approach. *J Ethnopharmacol*. 2007;114(3):325-54.

Angiosperm Phylogeny Group - APG . An update of the Angiosperm Phylogeny Group Classification for the Orders and Families of Flowering plants: APG II. *Bot J Linn Soc*. 2003; 141(4): 399-436.

Arslianian RL, Stermitz FR. 3-methoxy-5-hydroxyflavonols from *tillandsia purpurea*. *J Nat Prod*. 1986;49(6):1177-78. DOI: 10.1021/np50048a062.

Aspiazu J, Cervantes L, Ramírez J, López J, Ramos R, Muñoz R, Villaseñor P. Temporal and spatial trends studied by lichen analysis: atmospheric deposition of trace elements in Mexico. *Rev Mex Fis*. 2007;53(supl. 3):87-96.

- Bennet, BC. Ethnobotany of Bromeliaceae. In: Benzing DH, ed. Bromeliaceae: Profile of an adaptative radiation. Cambridge: Cambridge University; 2000.
- Benz BW, Martin CE. Foliar trichomes, boundary layers, and gas exchange in 12 species of epiphytic *Tillandsia* (Bromeliaceae). J Plant Physiol. 2006;163(6):648-56.
- Benzing DH, Seeman J, Renfrow A. The foliar epidermis in Tillandsioideae (Bromeliaceae) and its role in habitat selection. Amer J Bot. 1978;65(3):359-65.
- Benzing DH, ed. Bromeliaceae: Profile of an adaptative radiation. Cambridge: Cambridge University; 2000.
- Benzing DH. The monocotyledons: their evolution and comparative biology. I. Mineral nutrition and related phenomena in Bromeliaceae and Orchidaceae. Q Rev Bio. 1973;48(2):277-90.
- Benzing DH. Vascular Epiphytes. Cambridge: Cambridge University Press; 1990.
- Benzing DH. The Biology of Bromeliads. Eureka: Mad River Press; 1980.
- Bonnet A, Curcio GR, Galvão F. Epifíticas vasculares e suas relações com fatores ambientais no rio Tibagi, Paraná, Brasil. In: Anais do 8. Congresso de Ecologia do Brasil; 2007 Set. 23-28; Caxambu. Caxambu: Sociedade de Ecologia do Brasil; 2007.
- Brighigna L, Montaini P, Favilli F, Trejo AC. Role of The Nitrogen-Fixing Bacterial Microflora in The Epiphytism of *Tillandsia* (Bromeliaceae). Am J Bot. 1992;79(7):723-27.
- Cabrera GM, Seldes AM. Hydroperoxycycloartanes from *Tillandsia recurvata*. J Nat Prod. 1995;58(12):1920-4.
- Cabrera GM, Seldes AM. Short side-chain cycloartanes from *Tillandsia usneoides*. Phytochemistry. 1997;45(5):1019-21.
- Cantillo-Ciau Z, Brito-Loeza W, Quijano L. Triterpenoids from *Tillandsia fasciculata*. J Nat Prod. 2001;64(7):953-5.
- Carvalho JCT, Gosmann G, Schenkel EP. Compostos Fenólicos Simples e Heterosídicos. In: Simões CMO, Schenkel EP, Gosmann G, Mello JCP, Mentz LA, Petrovick PR. Farmacognosia: da planta ao medicamento. 5 ed. Florianópolis: EdUFSC; 2003.
- Correa MP. Dicionário das Plantas Úteis do Brasil e das Exóticas Cultivadas. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional; 1978. Vol 6.
- Delaporte RH, Sarragiotto MH, Takemura OS, Sánchez GM, Filho BPD, Nakamura CV. Evaluation of the antioedematogenic, free radical scavenging and antimicrobial activities of aerial parts of *Tillandsia streptocarpa* Baker – Bromeliaceae. J Ethnopharmacology. 2004;95(2-3):229-23.
- Forzza RC, Costa A, Siqueira Filho JA, Martinelli G. Bromeliaceae [Internet]. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2010 [citado 2010 out 01]. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB006399>
- Gálvez M, Cordero CM, Ayuso MJ. Pharmacological activities of phenylpropanoids glycosides. Stud Nat Prod Chem. 2006;33:675- 718.
- GBIF - Global Biodiversity Facility. Species: *Tillandsia recurvata* L [Internet]. 2011 [citado 2010 out. 13]. Disponível em: <http://www.gbif.org/>.
- Gentry AH, Dodson C. Contribution to Nontrees to Species Richness of a Tropical Rain Forests. Biotropica. 1987;19:149-56.
- Gilmartin AJ. Trichomes of some equadorian Bromeliaceae. Morris Arboretum Bulletin. 1972;23(2):19-23.
- Graciano CL, Fernández V, Caldiz DO. *Tillandsia recurvata* L. as a bioindicator of sulfur atmospheric pollution. Ecol Austral. 2003;13:3-14.
- Gutierrez-Lugo MT, Singh MP, Maiese WM, Timmermann BN. New Antimicrobial Cycloartane Triterpenes from *Acalypha communis*. J Nat Prod. 2002;65(6):872-75.
- Harborne JB, Williams CA. Advances in flavonoid research since 1992. Phytochemistry. 2000;55(6):481-504.
- Herz W, Watanabe K, Kulanthaivel P, Blount JF. Cycloartanes from *Lindheimeria Texana*. Phytochemistry. 1985;24(11):2645-54.
- Huang MT. et al. Effects of tea, decaffeinated tea, and caffeine on UVB light induced complete carcinogenesis in SKH- 1 mice: demonstration of caffeine as a biologically important constituent of tea. Cancer Res. 1997;57(13):2623-9.
- ISCAM - The International Society of Crassulacean Acid Metabolism. Protocol for demonstration of Crassulacean Acid Metabolism - Induction in the facultative halophyte *Mesembryanthemum crystallinum* [Internet]. 2003. [citado 2010 out. 04]. Disponível em: <http://www.ag.unr.edu/cam/education.htm>
- Joly, AB. Botânica: Introdução à Taxonomia Vegetal. 13 ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional; 2002.
- Linder PL, Rudall PJ. Evolutionary History of Poales. Annu Rev Ecol Evol Syst. 2005;36:107-124.
- Lorenzi H. Plantas Medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum; 2002.
- Lowe H. Anti-Tumor and Anti-Inflammatory Extracts of Plant Biomass and Their Uses. Edited by Patent US. Jamaica; 2010:1-14. US 7,713,556 B2.
- Luther HE, Sieff E. An Alphabetical List of Bromeliad Binomials. 10th ed. Orlando, Fla: Bromeliad Society International; 2006.
- Manetti LM, Delaporte RH, Laverde Jr A. Metabólitos Secundários da Família Bromeliaceae. Quim Nova. 2009;32(7):1885-97.
- Maurer HR. Bromelain: biochemistry, pharmacology and medical use. Cell Mol Life Sci. 2001;58(9):1234-45.

- Morton JF. Atlas of Medicinal Plants of Middle America: Bahamas to Yucatan. Springfield: Charles C. Thomas Publisher; 1981.
- Nadkarni NM. Epiphyte biomass and nutrient capital of a neotropical elfin forest. *Biotropica*. 1985;16(4):249-56.
- Papini A, Tani G, Falco PD, Brighigna L. The ultrastructure of the development of *Tillandsia* (Bromeliaceae) trichome. *Flora*. 2010;205(2):94-100.
- Paz EA, Cerdeiras MP, Fernandez J, Ferreira F, Moyna P, Soubes M, Vazquez A, Vero S, Zunino L. Screening of Uruguayan medicinal plants for antimicrobial activity. *J Ethnopharmacol*. 1995;45(1):67-70.
- Pignata ML, Gudiñoa GL, Wannaz ED, Plá RR, González CM, Carreras HA, Orellana L. Atmospheric quality and distribution of heavy metals in Argentina employing *Tillandsia capillaris* as a biomonitor. *Environ Pollut*. 2002;120(1):59-68.
- Pontes RAS, Agra MF. Flora da Paraíba, Brasil: *Tillandsia* L. (Bromeliaceae). *Rodriguésia*. 2006;57(1):47-61.
- Puente ME, Bashan Y. The desert epiphyte *Tillandsia recurvata* harbours the nitrogen-fixing bacterium *Pseudomonas stutzeri*. *Can J Bot*. 1994;72(3):406-408. DOI: 10.1139/b94-054.
- Queiroga MA, Andrade LM, Florêncio KC, Agra MF, Silva MS, Filho JMB, Cunha EVL. Chemical constituents from *Tillandsia recurvata*. *Fitoterapia*. 2004;75(3-4):423-5.
- Rocha FD, Yano M, Cunha MR, Gabriel FT, Cordeiro RSB, Menezes FS, Kaplan MAC. Brazilian Bromeliaceae species: isolation of arylpropanoid acid derivatives and antiradical potential. *Braz J Pharmacogn*. 2010;20(2):240-5.
- Scott D, Mabry TJ. 3,6,3',5'- Tetrametroxy-5,7,4'-trihydroxyflavone from *Tillandsia usneoides*. *Phytochemistry*. 1977;16(7):1114-5.
- Smith LB. Geographical Evidences on the Lines of Evolution in the Bromeliaceae. *Bot Jahrb*. 1934;66:446-68.
- Smith LB, Downs RJ. Pitcairnioideae (Bromeliaceae). *Flora Neotropica*. 1974;14(1):16-62.
- Smith LB, Downs RJ. Bromelioideae (Bromeliaceae). *Flora Neotropica*. 1979;14(1):1493-2142.
- Smith LB, Downs RJ. Tillandsioideae (Bromeliaceae). *Flora Neotropica*. 1977;14(1): 663-1492.
- Smith LB. The Seasick *Tillandsia*. *Brom Soc Int J*. 1951;1(4).
- Tabarelli M, Silva JMC, orgs. Diagnóstico da Biodiversidade de Pernambuco. Apresentação Cláudio Marinho. Recife: Editora Massangana; 2002. Vol. 2.
- Tanaka T, et al. Inhibition of 4- nitroquinoline-1-oxide-induced rat tongue carcinogenesis by the naturally occurring plant phenolicscaffaic, ellagic, chlorogenic and ferulic acids. *Carcinogenesis*. 1993;14:1321-2.
- Ulubelen A, Mabry TJ. Flavonoids of *Tillandsia utriculata* L. (Bromeliaceae). *Rev Lat Am Quím*. 1982;13(35).
- Vasconcelos AL. Aspectos Farmacognósticos e Atividade Antibacteriana de *Tillandsia recurvata* L. (Bromeliaceae) [Dissertação]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco; 2012.
- Waldemar CC, Irgang BE. A Ocorrência do Mutualismo Facultativo entre *Dyckia maritima* Backer (Bromeliaceae) e o Cupim *Cortaritermes silvestrii* (Holmgren), Nasutitermitinae, em Afloramentos Rochosos no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, RS. *Acta Bot Bras*. 2003;17(1):37-48.
- Ward FE, Garling DL, Buckler RT, Lawler DM, Cummings DP. Antimicrobial 3-methyleflavanones. *J Med Chem*. 1981;24(9):1073-7.
- Whitmore TC. An introduction to Tropical Rain Forest. New York: Oxford University Press; 1998.
- Williams CA. The systematic implications of the complexity of leaf flavonoids in the bromeliaceae. Original Research Article. *Phytochemistry*. 1978;17(4):729-34.
- Wong YH, Kadir HA, Ling SK. Bioassay-Guided Isolation of Cytotoxic Cycloartane Triterpenoid Glycosides from the Traditionally Used Medicinal Plant *Leea indica*. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2012;2012:164689. DOI: 10.1155/2012/164689.
- Zuanazzi JAS, Montanha JA. Flavonoides. In: Simões CMO, Schenkel EP, Gosmann G, Mello JCP, Mentz LA, Petrovick PR. *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. 6 ed. Porto Alegre/Florianópolis: UFRGS/UFSC; 2007.

Recebido em 17 de julho de 2012

Aceito para publicação em 03 de outubro de 2012

