

Caracterização anatômica e fitoquímica de folhas e rizomas de *Hedychium coronarium* J. König (Zingiberaceae)

MARTINS, M.B.G.¹; CARAVANTE, A.L.C.¹; APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.²; SOARES, M.K.M.²; MOREIRA, R.R.D.³; SANTOS, L.E.³

¹ UNESP- Universidade Estadual Paulista, Praça Infante Dom Henrique, s/n, CEP: 11330-900, São Vicente-Brasil * bernadete@clp.unesp.br ² ESALQ- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Av. Pádua Dias, 11, CEP: 13400-970, Piracicaba-Brasil ³ UNESP- Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Departamento de Princípios Ativos Naturais e Toxicologia, Rodovia Araraquara - Jaú, Km 1, CEP: 14801-902, Araraquara-Brasil

RESUMO: Devido a grande potencialidade na utilização de *Hedychium coronarium*, na medicina popular e também como biorremediadora no tratamento de efluentes, objetivou-se uma diagnose dos órgãos, folha e rizoma, para elucidar resultados estruturais e fitoquímicos. A folha é anfiestomática, com predominância de estômatos na face abaxial. Em ambas as superfícies foliares há projeções de cera epicuticular sobre as paredes anticlinais das células epidérmicas. O mesofilo dorsiventral apresenta hipoderme multisseriada (3 camadas) em ambos os lados. O parênquima clorofiliano é diferenciado em paliádico (1-2 camadas) e lacunoso (4-5 camadas) com muitos espaços intercelulares e ocorrência de idioblastos cristalíferos. Na nervura central, o aerênquima ocorre em único arco na região abaxial. Os feixes vasculares distribuem-se aleatoriamente e são de diferentes tamanhos, pequenos, médios e grandes, envolvidos por fibras. Os feixes menores localizam-se no lado abaxial da nervura. A triagem fitoquímica das folhas mostrou a presença de saponinas e ausência de taninos, antraquinonas, alcalóides e flavonóides. Por meio de Cromatografia em Camada Delgada foram identificadas as presenças de cariofileno e mirceno no óleo essencial bruto obtido a partir das folhas de *H. coronarium*.

Palavras-chave: anatomia foliar, rizoma, lírio-do-brejo, Zingiberaceae

ABSTRACT: Anatomical and phytochemical characterization of leaves and rhizomes from *Hedychium coronarium* J. König (Zingiberaceae). Due to the great potentiality regarding the use of *Hedychium coronarium* in folk medicine and also as a bioremediator in effluent treatment, this study aimed to diagnose leaf and rhizome in order to elucidate structural and phytochemical results. *Hedychium coronarium* leaf is amphistomatal, with predominance of stomata on the abaxial surface. On both leaf surfaces, there are epicuticular wax projections over the anticlinal walls from epidermal cells. The dorsiventral mesophyll presents multiseriate (3 layers) hypoderm on both sides. The chlorophyllian parenchyma is differentiated into palisade (1-2 layers) and spongy (4-5 layers) with many intercellular spaces and some crystalliferous idioblasts. In the midrib, the aerenchyma occurs in a single arc on the abaxial surface. The vascular bundles are randomly distributed and present different sizes: small, medium and large, involved by fibers. The smallest bundles are found on the abaxial rib surface. The leaf phytochemical analysis showed the presence of saponins and lack of tannins, anthraquinones, alkaloids and flavonoids. Using thin-layer chromatography, the presence of caryophyllene and myrcene was detected in the crude essential oil obtained from *H. coronarium* leaves.

Key words: leaf anatomy, rhizome, white ginger lily, Zingiberaceae

INTRODUÇÃO

Hedychium coronarium J. König é monocotiledônea macrófita da família Zingiberaceae,

originária da Ásia Tropical e aclimatada nas Américas, principalmente no Brasil (Pio Correa, 1969; Lorenzi,

Recebido para publicação em 26/01/09

Aceito para publicação em 21/01/10

Souza, 2001). É comumente encontrada em regiões de brejo (Lorenzi & Souza, 2001; Couto & Cordeiro, 2005), e devido ao rápido crescimento e dispersão, é considerada planta daninha por agricultores e pesquisadores, substituindo a vegetação original (Lorenzi & Souza, 2001; Benini, 2003; Santos, 2005).

Conhecida popularmente como lírio-do-brejo, gengibre-branco ou lírio-borboleta (Facundo & Moreira, 2005; Santos et al., 2005), possui caule herbáceo cilíndrico avermelhado na base, folhas coriáceas, lanceoladas, com distribuição alternada e lígula. A inflorescência é em espiga, com brácteas imbricadas e flores brancas fortemente perfumadas, de corola branca e labelo com base amarelada que são produzidas quase que o ano todo (Jorge et al., 1998; Lorenzi & Souza, 2001; Santos et al., 2005). Os frutos são alaranjados e as sementes possuem o arilo avermelhado, mas a dispersão também pode ocorrer através de crescimento vegetativo por fragmentos de rizomas que caem na água (Santos et al., 2005).

O lírio-do-brejo é utilizado para diversos fins, desde ornamentação, pela beleza das flores; produção de papel, já que a haste contém de 43 a 48% de celulose (Martins, 1949; Pio Correa, 1969; Facundo & Moreira, 2005); alimentação (Martins, 1949; Pio Correa, 1969); limpeza de esgotos (Rodolfo & Lourdes, 1996; Guimarães et al., 2000; Almeida & Almeida, 2005) e medicinal.

Na medicina popular brasileira, o extrato de *Hedychium coronarium* é usado no tratamento de dores, ferimentos, infecções em geral, inflamações na garganta e reumatismo (Pio Correa, 1969; Facundo & Moreira, 2005). Segundo Bhandary et al. (1995), na Índia, o rizoma seco ou moído, mexido com leite de vaca, é potente no tratamento da diabetes; isso devido ao comprovado óleo hipoglicêmico encontrado na espécie de mesmo gênero, *Hedychium spicatum*, mas ainda não há estudos que mostrem o efeito de *H. coronarium* sobre diabéticos. De acordo com a medicina tradicional chinesa, os rizomas servem contra dores de cabeça, dores intensas, contusões e reumatismo (Morikawa, 2002).

O amido presente no rizoma da planta é usado na alimentação de animais de criação, e deste também se extrai a fécula que é utilizada para a confecção de doces e biscoitos (Martins, 1949; Pio Correa, 1969).

Experimentos comprovaram eficiência do extrato do rizoma, tanto seco quanto fresco, em atividade antimicrobiana contra *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans* e *Trichoderma* sp., sendo as duas últimas causadoras de dermatites (Joy et al., 2007); o óleo volátil tem ação anti-helmíntica (Oliveira et al., 1985). Extrato do caule obtido por decocção e infusão mostrou-se ativo para *Bacillus subtilis* e *Pseudomonas aeruginosa* (Duarte et al., 2002). As folhas

apresentaram potente efeito diurético e antihipertensivo (Ribeiro et al., 1986; Ribeiro, 1988). De acordo com Matsuda et al. (2002), *H. coronarium* possui a propriedade de inibir o aumento da permeabilidade vascular e produção de óxido nítrico em ratos. Já as flores, sob forma de infusão, também possuem efeito diurético e redutor da pressão arterial (Di Stasi & Hiruma, 2002).

Outra importante utilização da planta, mas que necessita maior estudo é o potencial em tratamento de efluentes, pois esta mostrou 99,58% de redução de coliformes totais (Almeida & Almeida, 2005) da água contaminada com microorganismos (Rodolfo & Lourdes, 1996; Guimarães et al., 2000; Almeida et al., 2007). Acredita-se que a presença de substâncias antibacterianas no rizoma tenha eficiência sobre os patógenos (Van Kaick, 2002; Almeida & Almeida, 2005).

Além de exsudar substâncias antimicrobianas, foi comprovado que do rizoma do lírio-do-brejo, há a liberação de um componente cercaricida sobre *Schistosoma mansoni* prejudicando a continuação do ciclo de vida do parasita (Warren & Peters, 1968).

Apesar de vários trabalhos de anatomia existentes sobre descrição histológica de órgãos vegetais, estudos nessa área ainda são muito escassos para elucidar interesses na aplicação econômica na área médica e farmacológica, como também correlacionar aspectos anatômicos com a filogenia, grupos químicos, quimiotaxonomia, adaptações ao meio ambiente, adaptando sua fisiologia para ambiente hostil, eficiência do órgão em defender-se de parasitas e/ou herbívoros (Voltan et al., 1992; Santiago et al., 2001).

A potencialidade na utilização para diversas finalidades de *Hedychium coronarium* J. König incentivou o estudo da caracterização anatômica foliar e do rizoma dessa espécie e a triagem fitoquímica para a identificação das principais classes de metabólitos secundários, visando contribuir para o conhecimento da caracterização da família Zingiberaceae. A escolha da espécie foi motivada por seu grande potencial de adaptação, alastrando-se como planta daninha de áreas de brejo. A escolha dos órgãos estudados foi determinada devido ao largo emprego na medicina popular, tanto das folhas, quanto do rizoma.

MATERIAL E MÉTODO

Os espécimes vegetais foram coletados na Estação Ecológica Juréia-Itatins em 15/03/2006 e identificados pelo Dr. Vinícius Castro Souza. As exsiccatas das plantas encontram-se no Herbário da Escola Superior de Agricultura - ESA/USP sendo registrada com o número ESA 93272.

Microscopia de luz

Para o estudo anatômico foram utilizadas folhas adultas (lâmina e nervura central) do terceiro ou quarto nó, e rizomas de cinco indivíduos coletados no período reprodutivo. As amostras foram fixadas em FAA 70 (1:1:8 formaldeído, ácido acético glacial e álcool etílico 70%), desidratadas em série etílica, infiltradas em resina plástica (Leica Historesin). Em micrótomo rotativo os blocos foram seccionados (5 - 10 mm de espessura) e as secções coradas com azul de toluidina (Sakai, 1973). As secções coradas foram montadas em resina sintética "Entellan".

Na preparação de lâminas semipermanentes foram utilizadas rizomas seccionados transversalmente a mão livre, clarificadas com solução comercial de hipoclorito de sódio a 20%, coradas com verde iodo e vermelho congo (Dop & Gautié, 1928) e montadas em gelatina glicerina.

Os testes histoquímicos foram feitos em amostras de rizoma cortados a mão livre. A presença de amido foi identificada pelo emprego de cloreto de zinco iodado (Strasburger, 1913), as substâncias lipofílicas foram evidenciadas pelo Sudan IV (Jensen, 1962) e as imagens foram obtidas através de captador de imagens.

Microscopia eletrônica de varredura

Paralelamente, foram preparadas amostras foliares para microscopia eletrônica de varredura. A amostra foi fixada em solução Karnovsky (Karnovsky, 1965) modificado, composta por paraformaldeído 4%, glutaraldeído 0,5%, em tampão cacodilato de sódio, pH 7,2; 0,1 M e água destilada. Após fixação, foram feitas 3 lavagens com cacodilato 0,05M, com duração de dez minutos cada, e em seguida uma pós fixação com tetróxido de ósmio (OsO_4) durante uma hora. Depois, o material foi desidratado com série de acetona 30, 50, 70, 90 e 100%, e levado à secagem até o ponto crítico. Este foi fixado a suporte através de adesivo condutor e metalizado (Danilatos, 1998). A análise foi realizada no microscópio eletrônico de varredura Zeiss modelo DSM 940 A.

Triagem fitoquímica das principais classes de metabólitos secundários

A triagem fitoquímica para caracterizar a presença das principais classes de metabólitos secundários presentes nas folhas de *Hedychium coronarium* foi realizada segundo metodologias propostas por Costa (1994). Foram realizadas várias reações químicas de caracterização (precipitação e coloração). Para Flavonóides as reações de Shinoda, Taubock, Pew, Cloreto Férrico, Cloreto de Alumínio; para Antraquinonas a reação de Reação de Borntrager; para Taninos as reações de gelatina, sais de Ferro, Acetato de chumbo; para Saponinas verificou-se a formação de espuma e para Alcalóides reações de precipitação com os reagentes

Dragendorff, Bouchardat, Mayer e Bertrand.

Obtenção do óleo essencial

O óleo essencial utilizado neste trabalho foi obtido pelo processo de Hidrodestilação utilizando-se o aparelho de Clevenger modificado (Wasicky, 1963).

Cromatografia em Camada Delgada

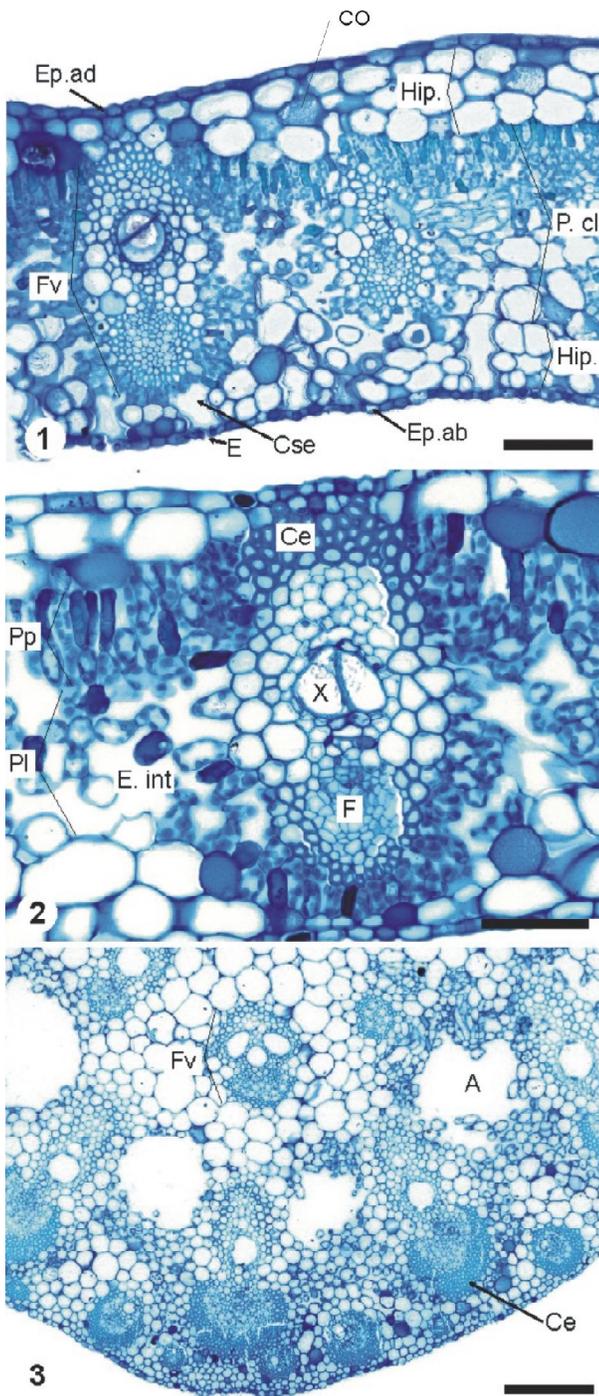
O perfil cromatográfico do óleo essencial bruto obtido a partir de folhas de *Hedychium coronarium*, foi avaliado através de Cromatografia em Camada Delgada Comparativa (CCDC). A fase móvel empregada na CCDC foi tolueno, acetato de etila na proporção 93:7, respectivamente, tendo como fase estacionária placas de alumínio (20 x 20 cm) e sílica gel GF254 (MERCK®). As amostras foram diluídas em tolueno na proporção 1:10 e os padrões na proporção 1:30 e desta diluição aplicou-se 10 µL. Os padrões utilizados foram cariofileno (R_f = 0,45, coloração rosa-avermelhado), cineol (R_f = 0,42, coloração azul) e mirceno (R_f = 0,80, coloração azul). O revelador químico empregado foi a Vanilina sulfúrica ácida, seguido de aquecimento a 110°C por 5-10 minutos (Wagner et al., 1984).

RESULTADO E DISCUSSÃO

A folha é anfiestomática com predominância de estômatos na face abaxial, apresentando grandes câmaras subestomáticas (Figura 1). Os estômatos são do tipo paracítico (Figuras 5 e 7) diferentemente do que ocorre nas espécies do gênero *Alpinia*, onde o estômato é tetracítico (Hussin et al., 2000). As paredes das células da epiderme em vista frontal são retas. Em ambas as superfícies foliares há projeções de cera epicuticular sobre as paredes anticlinais das células epidérmicas (Figuras 4 a 7) semelhantes às descritas por Bartholott & Theisen (1998) em *Pseudophoenix lediniana* (Palmae). Tomlinson (1962) descreve que é comum a presença de tricomas na lâmina de Zingiberaceae, entretanto não foram observados tricomas nesse estudo em *H. coronarium*.

O mesofilo de *H. coronarium* é dorsiventral e apresenta hipoderme trisseriada constituída de células volumosas em ambas as faces (Figura 1) confirmando as observações de Boeger et al. (2007). No entanto, Tomlinson (1969) observou no gênero *Hedychium* hipoderme unisseriada.

O parênquima paliádico possui uma a duas camadas de células seguidas de várias camadas de parênquima lacunoso (Figura 1). O mesofilo bem diferenciado também ocorre em *Zingiber officinale* Roscoe, pertencente à família (Fréitez & Casares, 2004). A ocorrência de cristais prismáticos dispostos em idioblastos no parênquima clorofiliano também é relatada no estudo de Oliveira et al. (1986), e em *Alpinia*



FIGURAS 1-3. Seções transversais do limbo foliar de *Hedychium coronarium*. 1. Mesofilo; 2. Detalhe do feixe vascular; 3. Nervura principal. Ed=Epiderme da face adaxial; Eb=Epiderme da face abaxial; Hd=Hipoderme, Pc=Parênquima clorofiliano; Es=Estômato; Cs=Câmara subestomática; Ae=Aerênquima, Fv=Feixe vascular; Fe=Fibras de esclerênquima; Xi=Xilema; Fl=Floema; Ei=Espaço intercelular, Pp=parênquima paliçádico, Pl=Parênquima lacunoso. Barras = 100 μ m (1), 60 μ m (2), 200 μ m (3).

zerumbet por Albuquerque & Neves (2004). Além disso, é descrita a presença de células oleíferas em Zingiberaceae por Tomlinson (1962) e Albuquerque & Neves (2004).

A nervura central de *Hedychium coronarium* é semelhante às nervuras centrais de outras Zingiberaceae já descritas (Figura 2). Os feixes vasculares são do tipo colateral envolvidos por fibras de esclerênquima (Figura 3). A disposição dos feixes vasculares difere de *Alpinia zerumbet*, pois esta se apresenta em três níveis: na face adaxial existem feixes de pequeno porte; feixes de médio porte no nível mediano; e feixes de grande porte na porção abaxial (Albuquerque & Neves, 2004). Em *Hedychium coronarium* observou-se feixes de pequeno porte nos três níveis (Figura 3).

Cada feixe apresenta duas calotas de fibras, uma externa ao xilema e outra externa ao floema. Os feixes de maior porte apresentam extensão de bainha esclerenquimática que, em alguns casos, atinge a epiderme nas duas faces (Figura 3), confirmando as observações de Boeger et al. (2007).

O aerênquima está disposto em único arco abaxial (Tomlinson, 1962) como em *Alpinia zerumbet* (Pers.) Burt & Smith (Albuquerque & Neves, 2004).

O rizoma de *Hedychium coronarium* (Figura 8-16) em secção transversal possui gemas protegidas por catafilos (Figura 9) e é revestido pelo súber estratificado (Figura 10). Essas características foram observadas em *Costus spiralis* por Oliveira et al. (1986) onde foi relatada a presença de um conjunto de células suberosas protegendo a região externa do rizoma.

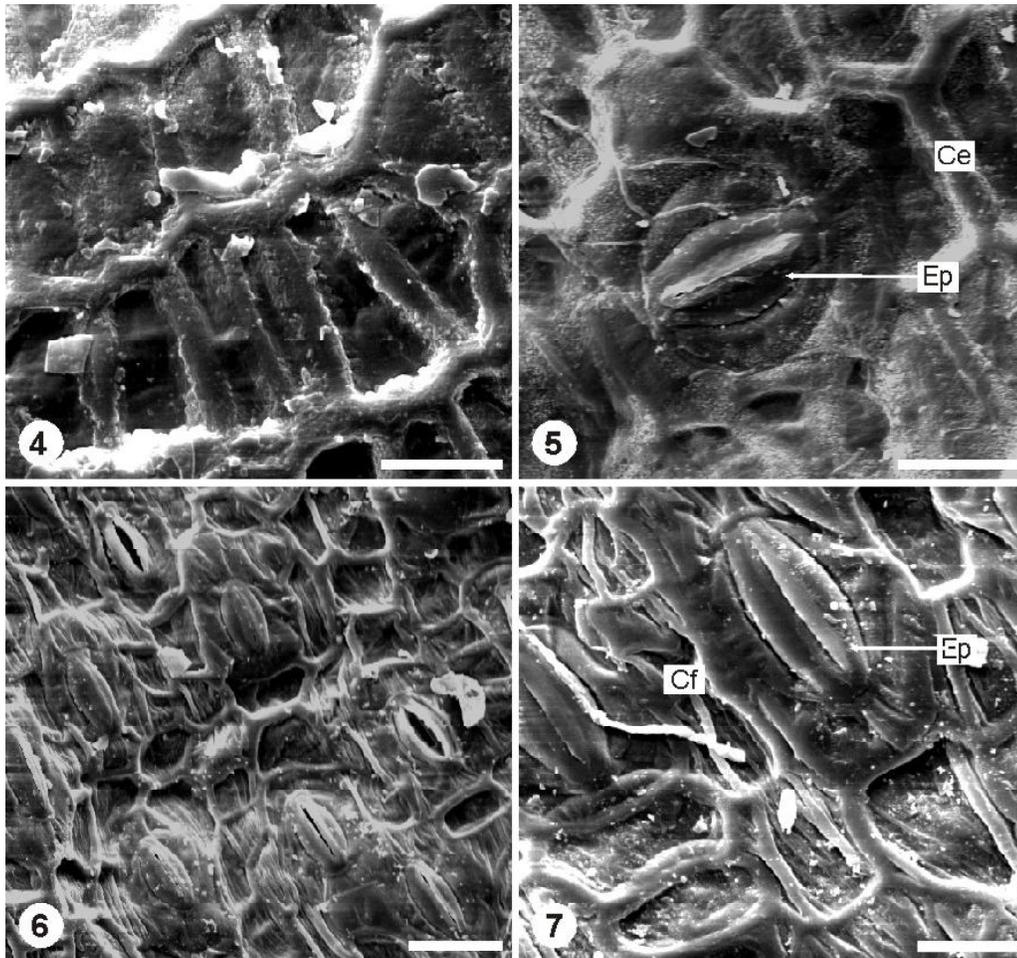
No rizoma, o córtex é bastante amplo e formado por células parenquimáticas aproximadamente isodiamétricas, entre as quais ocorrem células oleíferas (Figura 11).

A presença de células oleíferas em Zingiberaceae já foi observada por Tomlinson (1962, 1969), onde o autor relata a distribuição abundante no parênquima de todos os órgãos.

Ainda na região do córtex é comum a ocorrência de traços foliares (Figura 12). Para Zimmermann & Tomlinson (1972) é comum em muitas monocotiledôneas a ocorrência de vários traços foliares que conectam as folhas ao caule. Além disso, as últimas camadas do córtex (cerca de 20) caracterizam-se pelos amplos espaços intercelulares do aerênquima (Figura 8).

A delimitação morfológica entre as regiões cortical e vascular é nítida, possuindo endoderme com estrias de Caspary conspicuas (Figuras 13 e 14). Em *Canna edulis* (Alonso & Moraes - Dalaqua, 2004; Van Fleet, 1942), e em *Alpinia speciosa* L. (Bell, 1980) já havia sido observada a existência de endoderme nos rizomas.

O cilindro vascular é um atactostele de feixes colaterais (Figura 8) concordando com as observações



FIGURAS 4-7. Eletron-micrografia de varredura da superfície foliar de *Hedychium coronarium*. **4-5.** Epiderme da face adaxial; **6-7.** Epiderme da face abaxial. Ce=Cera epicuticular; Ep=Estômato paracítico; Cf=Cera em forma de filete. Barras = 20 μm (4; 6; 7), 40 μm (5).

feitas por Oliveira (1986) em *Costus spiralis*, Menezes et al. (2005) em *Cyperus papyrus* L., Prata et al. (2007) em *Bulbostylis* Kunth (Cyperaceae) e em outras monocotiledôneas.

Há acúmulo de amido no parênquima, em especial, nas primeiras camadas do cilindro vascular (Figuras 15 e 16). Segundo Tomlinson (1969), amido em Zingiberaceae é abundante no rizoma, sendo que os grãos de amido são quase sempre simples e frequentemente achatados como acontece em *Hedychium*.

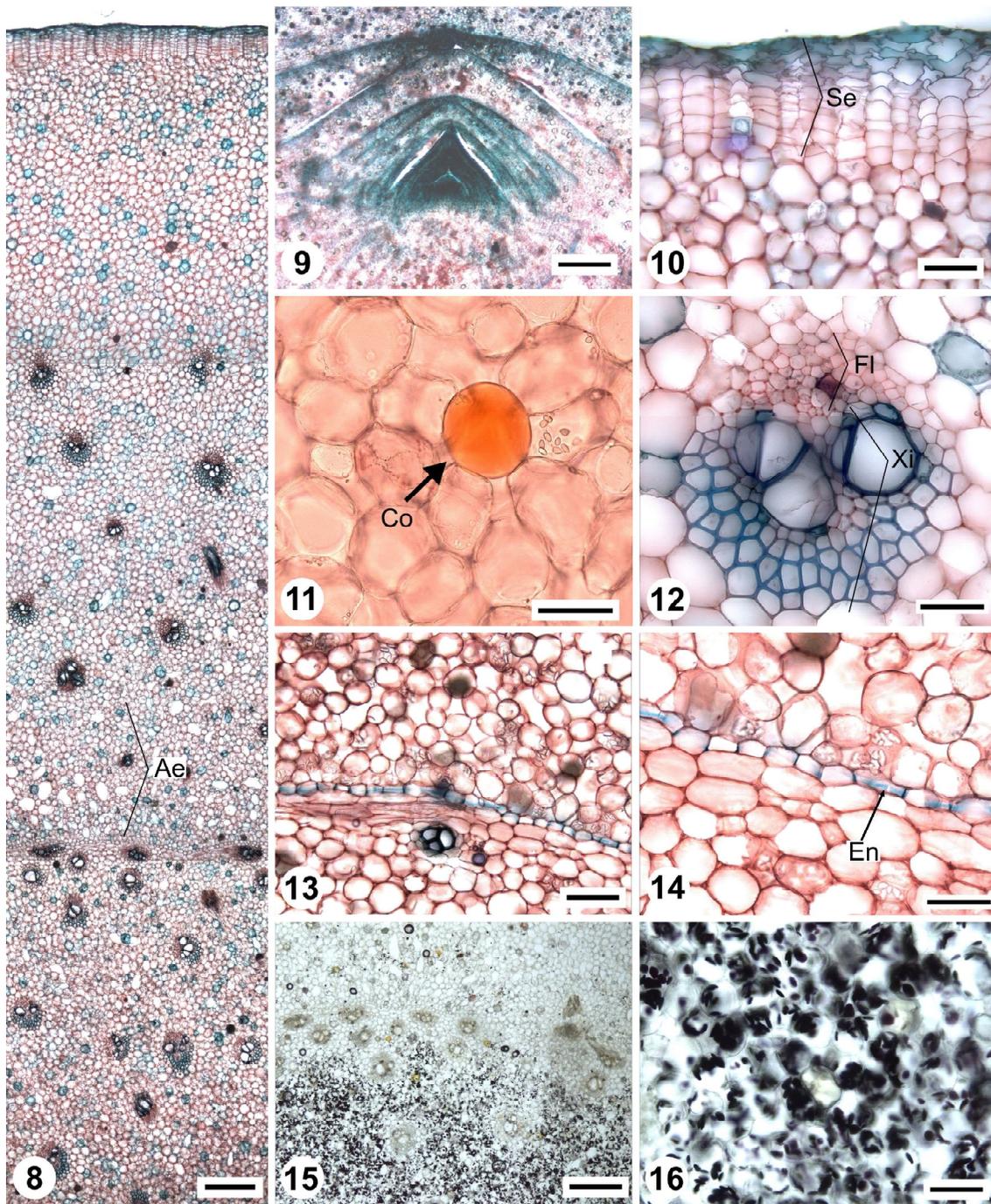
Os resultados desse trabalho indicam que o rizoma é o principal órgão com potencial econômico devido à presença de amido e células oleíferas, enquanto que as folhas podem ser exploradas quanto à quantidade de lignina na produção de papel, como citado anteriormente.

A triagem fitoquímica das folhas de *Hedychium coronarium* mostrou a presença de saponinas (formação de espuma persistente e abundante) e ausência de taninos, antraquinonas, alcalóides e flavonóides (Tabela 1). Duarte et al. (2002)

também verificou a presença de saponina e ausência de flavonóide na mesma espécie, o que corrobora com este trabalho, e descreve a presença de proantocianidinas no rizoma, caules e folhas, e triptenóides no rizoma da planta.

Os resultados da Cromatografia em Camada Delgada Comparativa (CCDC) demonstraram o aparecimento de mancha rosa-avermelhada semelhante ao cariofileno e com o mesmo $R_f = 0,45$. Foi também observado o aparecimento de mancha azul semelhante ao mirceno e mesmo $R_f = 0,80$. Sendo assim, de acordo com os resultados obtidos na CCDC podemos concluir que o óleo essencial obtido a partir das folhas *H. coronarium* possui como principais substâncias cariofileno e mirceno, substâncias que, segundo dados da literatura (Craveiro et al., 1981; Haslam, 1996), apresentam várias atividades biológicas dentre elas atividade antimicrobiana.

De acordo com os resultados obtidos nesse trabalho, em relação à análise do óleo essencial e do extrato obtido a partir das folhas de *H. coronarium*,



FIGURAS 8-16. Cortes transversais do rizoma de *Hedychium coronarium*.

8. Visão geral. **9-** Gema axilar protegida por catafilos. **10-** Detalhe do súber estratificado. **11-** Células oleíferas do córtex. **12-** Detalhe de um feixe colateral do córtex. **13-14 -** Limite entre córtex e cilindro vascular com endoderme apresentando estrias de Caspary conspícuas. **15-16.** Acúmulo de amido no parênquima, em especial, nas primeiras camadas do cilindro vascular. Ae=Aerênquima; Se=Súber estratificado; Xi=Xilema; Fl=Floema; En=Endoderme, Co=célula oleífera. Barras = 400 µm (8, 9, 15), 100µm (10, 13, 16), 60µm (11, 12, 14).

pode-se direcionar o trabalho para a busca de diversas ações biológicas, tais como atividade antimicrobiana, pois em geral compostos polifenólicos e óleos essenciais (terpenos) apresentam este tipo de atividade (Guenther, 1950; Craveiro et al., 1981;

Barbosa, 1998; Simões et al., 2007).

O presente trabalho também pode servir como base para pesquisas ambientais, como por exemplo, sobre o controle da espécie *Hedychium coronarium*, já que esta é uma espécie considerada

TABELA 1. Triagem fitoquímica das folhas de *Hedychium coronarium*.

Órgão	Classes de substâncias				
	Saponinas	Taninos	Antraquinonas	Alcalóides	Flavonóides
Folhas	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)

(+) = presença da substância; (-) = ausência da substância

daninha, invadindo áreas naturais e competindo com a vegetação nativa, principalmente em áreas alagadas (Lorenzi & Souza, 2001; Benini et al., 2003; Santos et al., 2005) e estudos sobre adaptações morfológicas das plantas perante locais salinos e/ou alagados, com grande quantidade de poluentes ou maior intensidade de luz, uma vez que esta espécie é altamente adaptável a diversos ambientes.

Outro fator importante e viável para trabalhos futuros com *Hedychium coronarium* é investigar seu potencial no tratamento de efluentes, aprofundando conhecimentos nos mecanismos de filtração do rizoma desta planta.

REFERÊNCIA

- ALBUQUERQUE, E.S.B.; NEVES, L.J. Anatomia foliar de *Alpinia zerumbet* (Pers.) Burt & Smith (Zingiberaceae). **Acta Botanica Brasílica**, v.18, n.1, p.109-21, 2004.
- ALMEIDA, R.A.; ALMEIDA, N.A.M. Remoção de coliformes do esgoto por meio de espécies vegetais. **Revista Eletrônica de Enfermagem**, v.7, n.3, p.308-17, 2005.
- ALMEIDA, R.A.; OLIVEIRA, L.F.C.; KLIEMANN, H.J. Eficiência de espécies vegetais na purificação de esgoto sanitário. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.37, n.1, p.1-9, 2007.
- ALONSO, A.A.; MORAES-DALAQUA, M.A. Morfoanatomia do sistema caulinar de *Canna edulis* Kerr-Gawler (Cannaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v.27, n.2, p.229-39, 2004.
- BARBOSA, L.C.A. **Química orgânica: uma introdução para as ciências agrárias e biológicas**. Viçosa: UFV, 1998. 354p.
- BELL, A. The vascular pattern of a rhizomatous ginger (*Alpinia speciosa* L. Zingiberaceae). 2. The rhizome. **Annals of Botany**, v.46, p.213-20, 1980.
- BENINI, R.B. et al. Cenários ambientais visando a mitigação de enchentes decorrentes da implantação do campus II - USP, São Carlos - SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 15., 2003, Curitiba. **Anais...** Porto Alegre: ABRH, 2003. p.75.
- BHANDARY, M.J.; CHANDRASHEKAR, K.R.; KAVERIAPPA, K.M. Medical ethnobotany of the Siddis of Uttara Kannada district, Karnataka, India. **Journal of Ethnopharmacology**, v.47, p.149-58, 1995.
- BOEGER, M.R.T.; PIL, M.W.B.; BELÉM FILHO, N. Arquitetura foliar comparativa de *Hedychium coronarium* J. Koenig (Zingiberaceae) e de *Typha domingensis* Pers (Typhaceae). **Iheringia**, v.62, n.1-2, p.113-20, 2007.
- COSTA, A.F. **Farmacognosia**. 4.ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1994. 3 v.
- COUTO, O.S.; CORDEIRO, R.M.S. **Manual de reconhecimento de espécies vegetais da restinga do Estado de São Paulo**. São Paulo: Centro de Editoração da Secretaria do Meio Ambiente, Departamento Estadual de Proteção de recursos naturais - DEPRN, 2005, 340p.
- CRAVEIRO, A.A. et al. **Óleos essenciais de plantas do Nordeste**. Fortaleza: Ed. Universidade do Ceará, 1981. 210p.
- DANILATOS, G.D. Foundations of environmental scanning electron microscopy. **Advances in Electronics and Electron Physics**, v.71, p.109-250, 1998.
- DAS, D. et al. Foliar characteristics of some medicinal plants of Zingiberaceae. **Phytomorphology: An Journal of Plant Morphology**, v.54, n. 3-4, p.291-302, 2004.
- DI STASI, L.C.D.; HIRUMA-LIMA, C.A. **Plantas medicinais na Amazônia e na Mata Atlântica**, 2.ed, São Paulo: Ed. UNESP, 2002. 604p.
- DOP, P.; GAUTIÉ, A. **Manuel de technique botanique**. 2.ed. Paris: Lamarre, 1928. 594p.
- DUARTE, M.G.R. et al. Perfil fitoquímico e atividade antibacteriana *in vitro* de plantas invasoras. **Revista Lecta**, v.20, n.2, p.177-82, 2002.
- FACUNDO, V.A.; MOREIRA, L.S. Estudo fitoquímico e farmacológico dos constituintes fixos e voláteis de *Hedychium coronarium* J. Koen. (Zingiberaceae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 45., 2005, Belém. **Anais...** Belém, Associação Brasileira de Química, 2005.
- FARMACOPÉIA Brasileira. 4.ed. São Paulo: Atheneu, 1988.
- FERRO, D. **Fitoterapia: conceitos clínicos**. São Paulo: Atheneu, 2006. 502p.
- FREITEZ, Y.H.; CASARES, J.P. Anatomia foliar comparada de plantas de Gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) cultivadas em três ambientes de crecimiento. **Bioagro**, v.16, n.1, p.27-30, 2004.
- GUENTHER, E. **The essential oils: individual essential oils of the plant families Gramineae, Lauraceae, Burseraceae, Myrtaceae, Umbelliferae and Geraniaceae**. 3.ed. New York: D. Van Nostrand Company, 1950. v.4
- GUIMARÃES, A.B.; CONTE, M.L.; LEOPOLDO, P.R. Uso de plantas aquáticas para despoluição de esgoto sanitário no meio rural. **Arquivo do Instituto Biológico**, v.67, supl., p.72, 2000.
- HASLAM, E. Natural polyphenols (vegetable tannins) as drugs and medicines: possible modes of action. **Journal of Natural Products**, v. 59, p.205-15, 1996.
- HUSSIN, K.H. et al. Comparative leaf anatomy of *Alpinia* Roxb. species (Zingiberaceae) from China. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.133, n.2, p.161-80, 2000.
- JENSEN, W.A. **Botanical histochemistry: principle and**

- practice. San Francisco: W.H. Freeman, 1962. 408p.
- JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York: Mc Graw Hill, 1940. 523p.
- JOLY, A.B. **Botânica**: introdução à taxonomia vegetal. 13.ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2002. 634p.
- JORGE, L.I.F.; GRACIANO, R.A.S.; VICENTE, R. Microscopia analítica da espécie *Hedychium coronarium* Koenig. **Revista Brasileira Farmacêutica**, v.78, n.2, p.41-3, 1997.
- JORGE, L.I.F. et al. Exame microscópico-comparativo das espécies popularmente designadas "cana-do-brejo". **Revista de Ciências Farmacêuticas**, v.19, n.1, p.39-47, 1998.
- JOY, B.; RAJAN, A.; ABRAHAM, E. Antimicrobial activity and chemical composition of essential oil from *Hedychium coronarium*. **Phytotherapy Research**, v.21, n.5, p.439-43, 2007.
- KARNOVSKY, M.J. A formaldehyde-glutaraldehyde fixative of high osmolality for use in electron microscopy. **Journal of Cell Biology**, v.27, p.137-8, 1965.
- LORENZI, H.; SOUZA, H.M. **Plantas ornamentais no Brasil**. 3.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2001. 1118p.
- MARTINS, A.Q. Contribuição para o conhecimento de *Hedychium coronarium* K. (lírio-do-brejo). **Lilloa**, v.16, p.243-49, 1949.
- MATSUDA, H. et al. Labdane-type dipertenes with inhibitory effects on increase in vascular permeability and nitric oxide production from *Hedychium coronarium*. **Bioorganic & Medicinal Chemistry**, v.10, p.2527-34, 2002.
- MENEZES, N.L. et al. Meristematic activity of the endodermis and the pericycle in the primary thickening in monocotyledons. Considerations on the "PTM". **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.77, p.259-74, 2005.
- MORIKAWA, T. New farnesane-type sesquiterpene, hedychiols A and B 8,9-diacetate, and inhibitors of degradation in RBL-2H3 cells from rhizome of *Hedychium coronarium*. **Chemical Pharmaceutical Bulletin**, v.50, n.8, p.1045-9, 2002.
- OLIVEIRA, F.; MARQUES, M.R.C.; MANCINI, B., Caracterização farmacobotânica de *Hedychium coronarium* Koenig. uma fraude de *Angelica archangelica* L. **Revista de Ciências Farmacêuticas**, v.7, p.51-9, 1985.
- OLIVEIRA, F.; SAITO, M.L.; CHUNZUM, M. Caracterização morfológica da cana-do-brejo - *Costus spiralis* (Jacquin) Roscoe - Zingiberaceae - Costoidea. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.1, p.132-5, 1986.
- PIO CORREA, M. **Dicionário de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1969. v.4, p.674-5.
- PRATA, A.P. et al. Anatomia do escapo e rizoma de espécies brasileiras de *Bulbostylis* Kunth (Cyperaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v.30, n.2, p.245-56, 2007.
- RAO, V.S. The epigynous glands of Zingiberaceae. **New Phytologist**, v.62, n.3, p.342-9, 1963.
- RIBEIRO, R.A. et al. Acute diuretic effects in conscious rats produced by some medicinal plants used in the state of São Paulo, Brasil. **Journal of Ethnopharmacology**, v.24, p.19-29, 1988.
- RIBEIRO, R.A. et al. Acute antihypertensive effect in conscious rats produced by some medicinal plants used in the state of São Paulo. **Journal of Ethnopharmacology**, v.15, p.261-9, 1986.
- RODOLFO, L.P.; LOURDES, C.M. Processo fitopedológico aplicado no tratamento de efluentes domésticos. In: CONGRESSO INTEROAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL, 25., 1996, México. **Anais ... México: AIDIS**, 1996. v.1, p.1-8
- SAKAI, W.S. Simple method for differential staining of paraffin embedded plant material using toluidine blue O. **Stain Technology**, v.48, n.5, p.247-9, 1973.
- SANTIAGO, E.J.A. et al. Aspectos da anatomia foliar da pimenta-longa (*Piper hispidinervum*) sob diferentes condições de luminosidade. **Ciência Agrotécnica**, v.25, p.1035-42, 2001.
- SANTOS, S.B.; PEDRALLI, G.; MEYER, S.T. Aspectos da fenologia e ecologia de *Hedychium coronarium* (Zingiberaceae) na estação ecológica do Tripuí, Ouro Preto-MG, **Planta Daninha**, v.23, n.2, p.175-80, 2005.
- SIMÕES, C.M.O. et al. **Farmacognosia da planta ao medicamento**. 6.ed. Porto Alegre; Florianópolis: Ed. UFRGS; Ed. UFSC, 2007. 833p.
- STRASBURGER, E. **Handbook of practical botany**. 7.ed. London: George Allen, 1913. 527p.
- TAVEIRA, F.N. et al. Epimers of labdane dipertenes from the rhizomes of *Hedychium coronarium* J. Koenig. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.15, n.1, p.55-9, 2005.
- TOMLINSON, P.B. Commelinales-Zingiberales. In: METCALFE, C.R. (Ed.). **Anatomy of the monocotyledons**. Oxford: Clarendon Press, 1969. p.295-421.
- TOMLINSON, P.B. Phylogeny of the scitamineae – morphological and anatomical consideration. **Evolution**, v.16, p.192-213, 1962.
- VAN FLEET, D.S. The development and distribution of the endodermis and an associated oxidase system in monocotyledons plants. **American Journal of Botany**, v.29, n.1, p.1-15, 1942.
- VAN KAICK, T.S. **Estação de tratamento de esgoto por meio de zona de raízes**: uma proposta de tecnologia apropriada para saneamento básico no litoral do Paraná. 2002. 128p. Dissertação (Mestrado - Área de Concentração em Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba.
- VOLTAN, R.B.Q.; FAHL, J.I.; CARELLI, M.L.C. Variação na anatomia foliar de cafeeiros submetidos a diferentes intensidades luminosas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.4, n.2, p.99-105, 1992.
- WAGNER, H.M.; BLADT, S.; ZGAINSKI, E.M. **Plant Drug Analysis**. Berlin: Springer, 1984. 303p.
- WARREN, K.S.; PETERS, P.A. Cercariae of *Schistosoma mansoni* and plants: attempt to penetrate *Phaseolus vulgaris* and *Hedychium coronarium* produces a cercaricide. **Nature**, v.217, n.129, p.647-8, 1968.
- WASICKY, R. Uma modificação do aparelho de cleveger

para extração de óleos essenciais. **Revista da Faculdade de Farmácia-Bioquímica**, v.1, n.1, p.77-81, 1963.
WILLIAMS, C.A.; HARBORNE, J.B. The leaf flavonoids of the Zingiberales. **Biochemical Systematics and**

Ecology, v.5, p.221-9, 1977.
ZIMMERMAM, M.H.; TOMLINSON, P.B. The vascular system of monocotyledons stems. **Botanical Gazette**, v.133, n.2, p.141-55, 1972.