

**IONALDO JOSÉ LIMA DINIZ BASÍLIO**

**ESTUDO FARMACOBOTÂNICO DE ORGÃOS VEGETATIVOS E  
FITOQUÍMICO DOS ALCALÓIDES DA CASCA DE RAÍZES DE  
*Solanum paludosum* Moric. (SOLANACEAE)**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
LABORATÓRIO DE TECNOLOGIA FARMACÊUTICA  
“PROF. DELBY FERNANDES DE MEDEIROS”  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUTOS NATURAIS  
E SINTÉTICOS BIOATIVOS**

**João Pessoa-PB  
2008**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**IONALDO JOSÉ LIMA DINIZ BASÍLIO**

**ESTUDO FARMACOBOTÂNICO DE ORGÃOS VEGETATIVOS E  
FITOQUÍMICO DOS ALCALÓIDES DA CASCA DE RAÍZES DE  
*Solanum paludosum* Moric. (SOLANACEAE)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos do Laboratório de Tecnologia Farmacêutica “Prof. Delby Fernandes de Medeiros” da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para a obtenção do título de MESTRE EM PRODUTOS NATURAIS E SINTÉTICOS BIOATIVOS. Área de concentração: FARMACOQUÍMICA

**Orientadora: Profa. Dra. Maria de Fátima Agra**

**João Pessoa-PB  
2008**

**IONALDO JOSÉ LIMA DINIZ BASÍLIO**

**ESTUDO FARMACOBOTÂNICO DE ORGÃOS VEGETATIVOS E  
FITOQUÍMICO DOS ALCALÓIDES DA CASCA DE RAÍZES DE  
*Solanum paludosum* Moric. (SOLANACEAE)**

**Aprovado em 14 / 03 / 2008**

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Profa. Dra. Maria de Fátima Agra - Orientadora**  
**Universidade Federal da Paraíba**

---

**Prof. Dr. Jnanabrata Bhattacharyya - Co-orientador**  
**Universidade Federal da Paraíba**  
**(Examinador interno)**

---

**Profa. Dra. Denise Fernandes Coutinho**  
**Universidade Federal do Maranhão**  
**(Examinadora externa)**

## **AGRADECIMENTOS**

À Profa. Dra. Maria de Fátima Agra e ao Prof. Dr. Jnanabrata Bhattacharyya pela transmissão de ensinamentos e sugestões pertinentes a esta dissertação.

Aos amigos (a)s Pós-graduandos, Thais Porto, Josenilson, Juan, Micheline e José Alves, pela amizade, ajuda constante e convivência, e a todos os colegas da turma de Mestrado 2006.

Aos amigos e companheiros do setor de Botânica Danila, Natália, Victor Coelho, e especialmente a Kiriaki Nurit e Niara Porto pela amizade, dedicação e ajuda neste trabalho.

Aos amigos da Química, Antônio, Roberto Jefferson, e em especial a Camila Figueiredo e Maria Sarmento, pela ajuda na bancada, e pela convivência harmoniosa, amizade e companheirismo.

A Dulce Gonçalves, Ataíde, Vicente e Nonato, por todo apoio técnico.

Ao Laboratório de Tecnologia Farmacêutica (LTF), pelo apoio institucional.

Ao Programa de Pós-Graduação em Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos, pelo compromisso e apoio.

À todos os professores deste programa, pelos ensinamentos e por contribuírem para a minha formação.

À secretária Tânia Maria Alves de Araújo, pela competência e ajuda constante na secretaria deste programa.

Ao Conselho de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior  
(CAPES) pelo apoio financeiro.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	I
<b>LISTA DE ESQUEMAS E QUADROS</b> .....	II
<b>LISTA DE ABREVIATURAS</b> .....	IV
<b>RESUMO</b> .....	V
<b>ABSTRACT</b> .....	VI
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>2 . OBJETIVOS</b> .....	26
2.1. Objetivos gerais .....	27
2.2. Objetivos específicos.....	28
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	25
3.1. Estudo Farmacobotânico.....	26
3.1.1. Coletas e Identificação Botânica .....	26
3.1.2. Estudo Morfológico .....	26
3.1.3. Estudo Anatômico .....	27
3.1.4. Testes Histoquímicos .....	28
3.2. Estudo Químico .....	28
3.2.1. Coleta e Preparo do Material Botânico .....	28
3.2.2. Método de Extração .....	29
3.2.3. Obtenção dos alcalóides .....	19
3.2.4. Obtenção das Agliconas .....	30
3.2.5. Isolamento das Agliconas .....	30
3.2.6. Pureza dos Compostos .....	31
3.2.7. Estudos Espectroscópicos .....	31
<b>PARTE 1</b> .....	35
<b>4. RESULTADOS</b> .....	36
4.1. Estudo Farmacobotânico .....	37
4.1.1. Nome Aceito e Sinônimos .....	37
4.1.2. Descrição da Planta .....	37
4.1.3. Morfodiagnose Macroscópica .....	38
4.1.3.1. Folhas .....	38
4.1.3.2. Caule e Ramos .....	38
4.1.3.3. Raiz .....	39
4.1.4. Morfodiagnose Microscópica .....	41
4.1.4.1. Folhas .....	41
4.1.4.1.1. Epiderme .....	41

4.1.4.1.2. Mesofilo .....	43
4.1.4.1.3. Bordo .....	43
4.1.4.1.4. Nervura Principal .....	43
4.1.4.1.5. Pecíolo .....	47
4.1.4.2. Caule .....	49
4.1.4.2.1. Sistema de Revestimento .....	49
4.1.4.2.2. Sistema Cortical .....	49
4.1.4.2.3. Sistema Vascular .....	49
4.1.4.3. Raiz .....	52
4.1.4.3.1. Sistema de Revestimento .....	52
4.1.4.3.2. Sistema Cortical .....	52
4.1.4.3.3. Sistema Vascular .....	52
4.1.5. Testes Histoquímicos .....	55
<b>5. DISCUSSÃO .....</b>	<b>58</b>
<b>PARTE 2 .....</b>	<b>64</b>
<b>6. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>65</b>
6.1. Caracterização dos Alcalóides .....	66
<b>7. CONCLUSÕES .....</b>	<b>71</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>74</b>

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Os principais esqueletos dos alcalóides esteroidais (agliconas)..... 16
- Figura 2.** Algumas substâncias já isoladas de *Solanum paludosum* Moric..... 22
- Figura 3.** *Solanum paludosum* Moric. (Agra & Basílio, 6734). A. Ramo florido; B. Ramo com acúleos; C. Flor estaminada, evidenciando a corola e os estames; D Frutos; E. Raízes em crescimento secundário; F. Detalhe da raiz..... 40
- Figura 4.** *Solanum paludosum* Moric. (Agra & Basílio, 6734). A-D. Epiderme em vista frontal. A. Face adaxial; B. Detalhe da face adaxial, células com paredes anticlinais sinuosas e tricoma séssil, estrelado glandular; C. Detalhe da face adaxial, tricoma porrecto-estrelado, com o raio central reduzido; D. Face abaxial; E. Tricoma estipitado, estrelado; F. Tricoma longo-estipitado, estrelado, estípite com ramos glandulares..... 42
- Figura 5.** *Solanum paludosum* Moric. (Agra & Basílio, 6734). Lâmina foliar, em secção transversal: A. Mesofilo dorsiventral; B. Detalhe do parênquima paliçádico; C. Detalhe da epiderme evidenciando o estômato e a câmara subestomática; D. Bordo foliar..... 45
- Figura 6.** *Solanum paludosum* Moric. (Agra & Basílio, 6734). Nervura principal da lâmina foliar, em secção transversal: A. Visão geral, região mediana; B. Colênquima adjacente a epiderme da face adaxial; C. Colênquima adjacente a epiderme da face abaxial; D. Detalhe do feixe vascular bicolateral..... 46
- Figura 7.** *Solanum paludosum* Moric. (Agra & Basílio, 6734). Pecíolo, em secção transversal: A. Três feixes vasculares na região proximal;

B. Detalhe do feixe vascular central, em arco; C. Detalhe do parênquima fundamental com areia cristalina; D. Detalhe do feixe vascular circular e colênquima angular..... 48

**Figura 8.** *Solanum paludosum* Moric. (Agra & Basílio, 6734). Caule, em secção transversal; A. Visão geral; B. Detalhe do sistema de revestimento e cortical; C-D. Detalhe do sistema vascular; C. Detalhe do floema interno; D. Detalhe do xilema..... 51

**Figura 9.** *Solanum paludosum* Moric. (Agra & Basílio, 6734). Raiz, em secção transversal; A. Visão geral; B-C. Detalhe do sistema de revestimento; B. Detalhe do rompimento do súber; D. Camadas da periderme; D. Detalhe do sistema vascular..... 54

**Figura 10.** *Solanum paludosum* Moric. (Agra & Basílio, 6734). Seção transversal de folha, caule e raiz, submetidos ao reagente de Dragendorff. A-B. Nervura principal da lâmina foliar; A. Detalhe da região vascular; B. Detalhe da região adjacente ao feixe vascular; C-E. Ramo; C. Visão geral do ramo; D. Detalhe da região adjacente ao floema interno; E. Detalhe da região adjacente ao floema externo; F-H. Raiz; F. Visão geral do sistema vascular; G. Detalhe do maciço xilemático; H. Detalhe da sistema de revestimento e cortical..... 56

**Figura 11.** As estruturas químicas de solasodina, tomatidenol, N-hidroxisolasodina, e 3-β-D-glicosídeo-N-hidroxisolasodina..... 70

## LISTA DE ESQUEMAS E QUADROS

<b>Esquema 1.</b>	Fluxograma da extração da casca de raízes de <i>Solanum paludosum</i> Moric. ....	33
<b>Esquema 2.</b>	Tratamento aplicado ao extrato butanólico da casca de raízes de <i>Solanum paludosum</i> Moric. ....	34
<b>Quadro 1.</b>	Cromatografia de coluna, das frações 23-97, 99-113 e 189-215 .....	31
<b>Quadro 2.</b>	Caracteres macroscópicos diferenciais entre os órgãos vegetativos de <i>Solanum paludosum</i> Moric. e <i>Solanum paniculatum</i> .....	60
<b>Quadro 3.</b>	Caracteres microscópicos diferenciais entre os órgãos vegetativos de <i>Solanum paludosum</i> e <i>Solanum paniculatum</i> .....	62
<b>Quadro 4.</b>	Deslocamentos químicos de $^{13}\text{C}$ dos alcalóides isolados de <i>Solanum paludosum</i> Moric. .....	69

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

**acu** - Acúleo

**ant** - Antera

**col** - Colênquima

**cs** - Câmara subestomática

**eab** - Epiderme na face abaxial

**ead** - Epiderme na face adaxial

**EM** - Espectrometria de massa

**est** - Estômato

**ev** - Elemento de vaso

**FAB** - Bombardeamento rápido por átomos

**fd** - Feloderma

**fg** - Felógeno

**fl** - Floema

**fv** - Feixe vascular

**fv** - Feixe vascular

**id** - Idioblastos contendo areia cristalina

**IE** - Impacto de elétrons

**me** - Medula

**p.f.** - Ponto de fusão

**pe** - Parênquima esponjoso

**pet** - Pétala

**pf** - Parênquima fundamental

**pp** - Parênquima paliçádico

**ppm** - Parte por milhão

**ppt** - Precipitado

**RMN** - Ressonância magnética nuclear

**sc** - Sistema cortical

**sep** - Sépala

**SPD-BuOH** - Extrato butanólico

**SPD-BuOH-HID** - Extrato butanólico hidrolizado

**sr** - Sistema de revestimento

**su** - Súber

**sv** - Sistema vascular

**teg** - Tricoma estrelado-glandular

**tg** - Tricoma glandular

**tpe** - Tricoma porrecto-estrelado

**tri** - Tricoma

**u.m.a** - unidade de massa atômica

**xi** - xilema

## RESUMO

*Solanum paludosum* Moric. apresenta uma distribuição neotropical, muitas vezes encontrada no mesmo ambiente de *Solanum paniculatum* L., sendo conhecidas popularmente como “jurubeba”, cujas folhas, caules e raízes são empregados na medicina popular, principalmente na região Nordeste do Brasil. É uma espécie de potencial importância na farmacológica, pelo efeito curarizante, atribuído à presença de alcalóides esteroidais encontrados no extrato bruto da casca de suas raízes. Neste trabalho realizou-se um estudo farmacobotânico de *S. paludosum*, e a caracterização dos alcalóides da casca das raízes dessa espécie. O material botânico foi coletado no Município de Santa Rita, Paraíba, e depositado no Herbário Prof. Lauro Pires Xavier (JPB). Para a identificação botânica e estudo histoquímico foi utilizado material fresco, e para os estudos morfológicos e anatômicos o material previamente fixado em FAA 50%. Foram realizadas morfodiagnoses macroscópicas e microscópicas de folhas, caules e raízes, com auxílio de estereomicroscópio, e microscópio óptico, respectivamente. Para a análise fitoquímica realizou-se fracionamento cromatográfico do extrato butanólico hidrolisado, obtido a partir do extrato bruto proveniente da extração com EtOH:H<sub>2</sub>O:AcOH (49:49:2) da casca de raízes para o isolamento de alcalóides, que foram identificados por métodos espectroscópicos (RMN <sup>13</sup>C e EM). *Solanum paludosum* caracteriza-se macroscopicamente pela lâmina foliar oval, oval-elíptica a elíptica, lobada-angulada, com 3-4 pares de lobos, face adaxial glabrescente e face abaxial ferrugíneo-tomentosa a velutina; o caule possui acúleos comprimidos lateralmente, curvados no ápice; a casca da raiz apresenta estrias longitudinais e cicatrizes ovóides, externamente. Microscopicamente, possui epiderme com paredes sinuosas na face adaxial e tricomas porrecto-estrelados, sésseis, com o raio central reduzido, e estrelado-glandulares com um ou mais raios glandulares, na face abaxial a epiderme é completamente revestida por tricomas estrelados-estipitados; o caule apresenta colênquima angular no sistema cortical. A presença de alcalóides foi observada, principalmente, em células parenquimáticas de folhas, ramos e raízes. Foram isolados três alcalóides com esqueleto esteroidal do tipo espirostano, identificados como: tomatidenol e *N*-hidroxisolasodina, isolados na forma de agliconas, e o terceiro, 3-β-*D*-glicosídeo-*N*-hidroxisolasodina, como glicosídeo, tendo uma unidade de β-*D*-glicose ligado à posição C-3 de *N*-hidroxisolasodina. As características obtidas no estudo farmacobotânico podem ser empregadas na diferenciação de *S. paludosum* das demais pertencentes ao gênero. Tomatidenol é um composto bastante comum em *Solanum*. *N*-hidroxisolasodina está sendo referido pela terceira vez no gênero, em espécies de diferentes grupos infragenêricos, o que evidencia que esta substância não pode funcionar como um marcador químico nesse nível taxonômico.

**Palavras-chave:** Alcalóide esteroidal, morfo-anatomia, *N*-hidroxisolasodina, *Solanum* subg. *Leptostemonum*, *Solanum* sect. *Erythrotrichum*, Tomatidenol.

## ABSTRACT

*Solanum paludosum* Moric. presents a distribution neotropical, often found in the same environment of *Solanum paniculatum* L. and are popularly known as "jurubeba" "jurubeba", whose leaves, stems and roots are used in popular medicine, mainly in Northeastern Brazil. It is a kind of potential importance in pharmacology, the effect myorelaxant, attributed to the presence of steroid alkaloids found in crude extract of the bark of its roots. This work was a study pharmacobotanical of *S. paludosum*, and the characterization of alkaloids of the bark roots was made in this academical work, as well as a characterization of the alkaloids of the skin of the roots of this species. The botanical material was collected in the city of Santa Rita, Paraíba, and deposited in the Herbarium JPB. To identify and study botanical histochemical was used fresh material, and the morphological and anatomical studies the material previously set at FAA 50%. We performed microscopic and macroscopic morfodiagnoses of leaves, stems and roots, with the help of stereomicroscope, and optical microscope, respectively. For the phytochemical analysis was conducted chromatographic fractionation of extract butanoic hydrolyzed, obtained from the crude extract from the extraction with EtOH:H<sub>2</sub>O:AcOH (49:49:2) of bark of the roots for the isolation of alkaloids, that were identified by spectroscopic methods (<sup>13</sup>C NMR and MS). *Solanum paludosum* is macroscopically characterized by its leaf blade oval, oval-elliptical to elliptical, winged-angled, with 3-4 pairs of lobos, face adaxial glabrescent and face abaxial ferruginous-tomentose to velutine; the stem has acule tablet laterally, curved at the apex; the bark of the root presents longitudinal striations and ovoid scars, externally. Microscopically, has epidermis with sinuous walls in the adaxial face and Porrect-stellate hairs, sessile, with the central radius reduced, and glandular-stellate with one or more glandular radius, in the face abaxial epidermis is completely covered with stellate-estipite hairs; the stem presents angular collenchyma in the cortical system; the root presents of the xylem-type single arc. The presence of alkaloids was observed mainly in parenchyma cells of leaves, stems and roots. There were isolated alkaloids with steroidal skeleton the espirostane-type, identified as: tomatidenol and *N*-hydroxysolasodine, isolated in the form of agliconas, and the third, 3-β-*D*-glucoside-*N*-hidroxisolasodine, as glycoside, taking a unit of β-*D*-glycose linked to the position C-3 of *N*-hydroxysolasodine. The characteristics obtained in the study pharmacobotanical may be employed in the differentiation of *S. paludosum* the other belonging to the genus. Tomatidenol is a fairly common compound in *Solanum*. *N*-hydroxysolasodine is being said for the third time in genus, species of different groups infrageneric, which shows that this substance cannot act as a chemical marker in these taxonomic level.

**Key-words:** steroid alkaloid, morpho-anatomy, *N*-hydroxysolasodine, *Solanum* subg. *Leptostemonum*, *Solanum* sect. *Erythrotrichum*, Tomatidenol.

# *1. Introdução*

As plantas constituem a mais rica fonte natural de biomoléculas utilizadas pelo homem. Estudos arqueológicos indicam que as plantas foram regularmente empregadas por povos em épocas pré-históricas. As sociedades primitivas já buscavam a cura dos males através de preparações botânicas (HALBERSTEIN, 2005).

A partir do início do século XX, com a descoberta e o aperfeiçoamento de processos de síntese de compostos orgânicos, deu-se início ao desenvolvimento de diversos medicamentos. Entretanto, desde a estimativa que 25% dos princípios ativos presentes nos medicamentos sintéticos foram primeiramente isolados de plantas (BALANDRIN et al., 1985), assim como, o esgotamento de novos protótipos provenientes da química combinatória, associado ao aparecimento de novas doenças (ADELSON, 1990) despertaram o interesse na retomada das investigações químicas e farmacológicas com plantas, na busca do desenvolvimento de novos medicamentos.

O número de espécies cujos constituintes são conhecidos e utilizadas como medicamentos é pequeno, frente à biodiversidade vegetal existente no planeta, principalmente no Brasil. Além disso, a devastação causada pelo homem, nos séculos XIX e XX (GOTTLIEB & KAPLAN, 1990) tem contribuído para a perda dessa biodiversidade e, conseqüentemente, de moléculas que poderiam ser relevantes na cura de inúmeras doenças, o que evidencia a necessidade de investigações com espécies vegetais da flora brasileira.

Dentre as espécies de Angiospermas de importância medicinal, destacam-se as da família Solanaceae Juss., que é uma das maiores e mais

complexas. É um grupo com cerca de 2.300 espécies subordinadas a 106 gêneros (OLMSTEAD et al., 1999), sendo *Solanum* o maior e mais complexo.

Algumas espécies de Solanaceae são utilizadas a muitos anos, como *Mandragora officinarum* L., *Hyoscyamus niger* L. e *Atropa belladonna* L., tanto por suas propriedades curativas, quanto em práticas de magias e misticismo. São espécies que possuem atividades alucinógenas, devido à presença de alcalóides tropânicos, como hiosciamina, escopolamina e atropina que atuam no SNC, também encontrados em espécies de *Brugmansia* e *Datura* (RODDICK, 1991)

Outras espécies são utilizadas para diversos fins, como por exemplo, espécies de *Capsicum*, que são empregadas na preparação de repelentes e “sprays” irritantes (SCHWEIGGERT; CARLE; SCHIEBER, 2006), e também pelo presença de capsaicina que apresenta efeito analgésico, decorrente da estimulação do receptor específico vanilóide tipo 1 (ATERINA et al., 1997).

O gênero *Solanum* possui cerca de 1700 espécies, com ampla distribuição em todo o mundo, principalmente nas regiões tropicais e sub-tropicais, tendo a América do Sul como um dos seus principais centros de diversidade e endemismo (HUNZIKER, 2001). No Brasil, o gênero está representado nas regiões Sudeste com 193 espécies (CARVALHO, COSTA; DUARTE, 1996), no Sul com 87 (MENTZ; OLIVEIRA, 2004), e no Nordeste com 80 espécies (AGRA, 1999).

O gênero *Solanum* é facilmente reconhecido, apesar da diversidade. Sua uniformidade pode ser evidenciada pelo perianto e androceu pentâmero, estames coniventes, com anteras amarelas, atenuadas da base para o ápice ou oblongas, e deiscência poricida, terminal ou lateral (AGRA, 2000).

O interesse por *Solanum* intensificou-se após a demonstração de Sato et al. (1951) e Kuhn, Loew e Trischman (1952) de que o alcalóide com esqueleto esteroidal do tipo espirostano, poderia funcionar como matéria-prima na síntese de hormônios esteroidais e corticosteróides. De acordo com Djerassi (1976), a solasodina com estrutura análoga à diosgenina, encontrada principalmente em *Dioscorea*, poderia substituí-la na síntese destes hormônios. Devido à possibilidade de extinção das espécies de *Dioscorea*, hoje empregadas como fonte de esteróides, e do aumento crescente do uso de contraceptivos orais, têm-se a necessidade de obter moléculas que sejam convertidas facilmente no principal intermediário dos hormônios esteroidais.

Friedman e McDonald (1997) relatam que pelo menos 90 alcalóides esteroidais com estruturas diferentes foram isoladas, de cerca de 350 espécies de *Solanum*. Estes alcalóides pertencem à subclasse dos pseudoalcalóides, pois o nitrogênio incorporado à estrutura não provém de um aminoácido, e sim incorporado à estrutura posteriormente.

Os alcalóides esteroidais existem em espécies de *Solanum* na forma glicosilada, como glicoalcalóides, e formados a partir de unidades isoprênicas, os mesmos precursores dos esteróides. Consistem em dois componentes estruturais básicos: uma parte hidrofóbica com esqueleto colestano C-27 (aglicona), e outra hidrofílica, com uma cadeia lateral formado por unidades de aldoses (SCHREIBER, 1968).

As agliconas obtidas de *Solanum* têm o esqueleto esteroidal colestano C-27, e são divididas em cinco tipos diferentes dependendo da estrutura do esqueleto (fig. 1): espirostanos (solasodina); epiminocolestanos (solacongestidina);

solanidanos (solanidina); solanocapsinas (solanocapsina); e 3-aminoespirostanos (jurubidina) (SCHREIBER, 1968; RIPPERGER; SCHREIBER, 1981).

A parte glicosídica dos glicoalcalóides, geralmente estão ligados à posição 3-hidroxi das agliconas, e consistem em diferentes combinações de D-glicose, D-galactose, D-xilose, e L-ramnose, sendo encontrados na forma de tri ou tetra-glicosídeo (SCHREIBER, 1968).

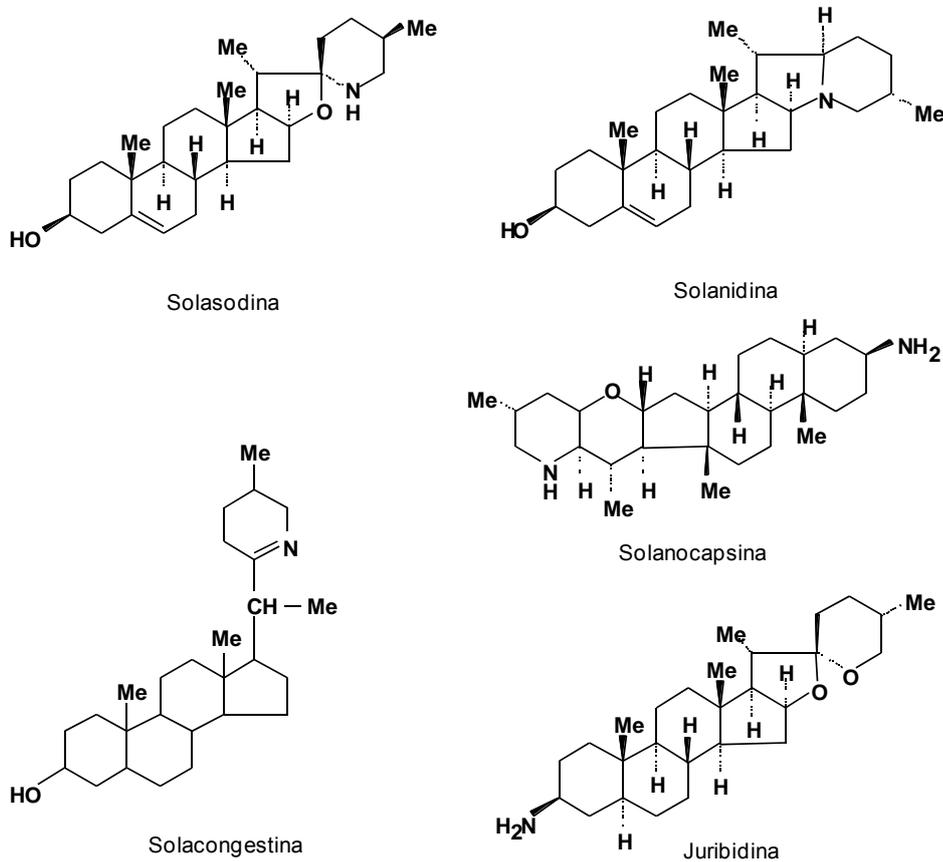


Figura 1. Os principais esqueletos dos alcalóides esteroidais (agliconas).

Os glicoalcalóides são compostos potencialmente tóxicos que estão envolvidos no mecanismo de defesa da planta contra a ação de insetos e microrganismos (JADHAV et al., 1997). A toxicidade em humanos é manifestada como efeitos neurológicos e distúrbios gastrointestinais. Através de relatos de intoxicações decorrentes do consumo de *S. tuberosum* “batatas”, estimou-se uma dose tóxica para o ser humano na faixa de 2-5 mg/kg de peso corpóreo, o que indica uma toxicidade alta, quando comparado com as doses tóxicas de venenos bem conhecidos, tais como estricnina (5 mg/kg) e arsênio (8 mg/kg) (MORRIS; LEE, 1984).

Estudos demonstraram que as propriedades tóxicas dos glicoalcalóides dependem do tipo de aglicona e da ligação do glicosídeo (ALZERRECA; HART, 1982; OSMAN, 1983; MAGA, 1994). Sendo assim, a reação de glicosilação é importante para o biosíntese dos glicoalcalóides esteroidais (KOHARA et al., 2007).

Além de seu papel fisiológico nas plantas e de sua toxicidade, os glicoalcalóides e suas agliconas exibem um largo e notável espectro de atividades biológicas. Tendo assim, de acordo com banco de dados Napralert, mais de 100 espécies de *Solanum* foram estudadas, devido principalmente a presença desses metabólitos.

A fração glicoalcalóídica de *Solanum linguistrinum* apresentou atividade antipirética e antiinflamatória em porcos da Índia (DELPORTE et al., 1998). A  $\alpha$ -chaconina e a  $\alpha$ -solanina inibiram o crescimento de *Corynebacterium sepedonicum* (PAQUIN; LACHANCE, 1964). Estes dois glicoalcalóides, assim como solasonina e tomatina inibiram a *Herpes simplex* em cultura de tecido, no entanto, as agliconas

correspondentes, solanidina, solasodina, e tomatidina foram inativas (THORNE; CLARKE; SKUCE, 1985; IKEDA, 2000).

O extrato dos frutos de *Solanum americanum* incorporado a um creme cosmético reduziu significativamente às lesões provocadas pelo vírus *Herpes genitalis*, *Herpes simplex* e *Herpes zoster*, não retornando nos primeiros nove meses após o tratamento. Este efeito foi atribuído à presença dos glicoalcalóides, solamargina e solasonina (CHATAING et al., 1999).

A  $\beta$ -solamarina presente em *Solanum dulcamara* inibiu tumores do tipo sarcoma em ratos (KUPCHAN et al., 1965), assim como, solamargina e solasonina isolada de *S. sodomaeum* foram eficazes no tratamento de tumores humanos malignos da pele, inclusive de carcinomas em células basais e escamosas (CHAM, 1994). A solasonina, presente em *Solanum crinitum* e *S. jabrense* apresentou efeito citotóxico ao carcinoma de Ehrlich e às células leucêmicas humanas K562 (ESTEVES-SOUZA, 2002; LI-FENG et al., 2004).

*Solanum paniculatum* L. é uma espécie empregada na medicina popular em todo o país, sendo conhecida pelos nomes populares “jurubeba” e “jurubeba-verdadeira”. Suas raízes são usadas, principalmente na região Nordeste do Brasil, no tratamento de sífilis, úlceras externas, tuberculose, anemias, disfunções hepáticas, renais (AGRA et al., 1994; AGRA; BHATTACHARYYA, 1999), e a planta inteira, de inflamações (AGRA, 1999).

Em virtude de seu largo emprego na medicina popular regional, raízes de outras espécies, principalmente de *Solanum paludosum* Moric. “jurubeba-roxa”, podendo ser substituídas uma pela outra, já que são encontradas muitas vezes no mesmo ambiente (AGRA, 1991). No entanto, os dados químicos e farmacológicas

de *S. paludosum* expõe claramente as diferenças entre estas duas espécies. Tendo-se então, a necessidade de estudos farmacobotânicos de *S. paludosum*, já que são desconhecidos.

*Solanum paniculatum* foi ativa para diversas propriedades farmacológicas, como: estimulante uterino (JOACHIMOVITS, 1954), antiulcerogênica e inibidora da secreção gástrica (MESIA-VELA et al. (2002). Estudos fitoquímicos evidenciaram a presença de saponinas, paniculonina A (RIPPERGER; SCHREIBER, 1968) e paniculonina B (MAHATO; GANGULY; SAHU, 1982); alcalóides esteroidais, jurubina (SCHREIBER; RIPPERGER, 1966), isojuripidina, isopaniculidina, paniculidina (RIPPERGER; SCHREIBER; BUDZIKIEWICZ, 1967) e isojurubidina (CAMBIAGHI; DRADI; LONGO, 1971), dentre outros.

*Solanum paludosum* é uma espécie que apresenta potencial importância na farmacologia, principalmente pela atividade biológica comprovada por Ataíde (1982) em estudos preliminares que revelam um efeito curarizante que é atribuído à presença de alcalóides esteroidais encontrados no extrato bruto da casca de suas raízes. Além disso, esta planta também apresentou atividade moluscicida contra *Biomphalaria glabrata*, o principal intermediário do *Schistosoma mansoni* (SILVA et al. 2005). Assim como, atividade espasmolítica estudada por Silva et al. (2002a).

Do ponto de vista químico, várias substâncias foram isoladas de *Solanum paludosum* (Fig. 2): solasodina (BHATTACHARYYA, 1984), solamargina (VALVERDE et al., 1993) e leptinidina (BHATTACHARYYA, com. pess.), que são alcalóides esteroidais. Assim como, *N-p*-coumaroil-tiramina (alcalóide isoquinolínico), acetato de  $\beta$ -amirina e  $\beta$ -amirina (triterpenos),  $3\beta$ -D-glicopiranosil-sitosterol e  $3\beta$ -D-

glicopiranosil (esteróides glicosilados), estigmasterol (esteróide), ácido 3,4-dihidroxi-benzóico (derivado de ácido benzóico), 3,7,3',4'-tetrametoxi-quercetina, 3-metoxiquercetina, 7-metoxi-apigenina, 3,7-dimetoxi-camferol, 7-metoxi-camferol, 3,4',7,8-tetrametoxi-gossipetina, 3,3',4',7,8-pentametoxi-gossipetina e 3,7,8-trimetoxi-herbacetina (flavonóides) por Silva et al. (2002b; 2002c).

*Solanum paludosum*, espécie neotropical pertencente à *Solanum* seção *Erythrotrichum*, com ampla distribuição na América do Sul, ocorrendo na Venezuela (Estado Bolívar), Guiana, Guiana Francesa, Suriname, principalmente no Brasil, onde pode ser encontrada desde a região norte até o Rio de Janeiro, em clareiras de Mata Atlântica, restingas e taboleiros, preferencialmente em solos arenosos, argilo-arenosos e até salinos, crescendo em indivíduos isolados ou em populações (AGRA, 2000, 2004).

Estudos farmacobotânicos de plantas usadas na medicina popular do Nordeste brasileiro foram iniciados por Locatelli e Agra (1995) com um estudo comparativo entre *Gomphrena demissa* Mart. e *Gomphrena vaga* Mart., e têm-se dado continuidade com espécies prioritárias da região (CABRAL; AGRA, 1998, 1999; FREITAS; AGRA, 2002; SILVA; AGRA; BARACHO, 2002; SILVA; AGRA, 2005; BASÍLIO et. al. 2003; BASÍLIO; NURIT; AGRA, 2005; LEAL; AGRA, 2005; COELHO; AGRA; BARBOSA, 2006; COUTINHO et al. 2006; NURIT-SILVA; BASÍLIO; AGRA, 2007).

Estudos com espécies de *Solanum* estão presentes em obras clássicas como a Farmacopéia Brasileira (1929), com morfodiagnose de raiz de *Solanum paniculatum* L., descrições gerais de caule e raiz, também são encontradas em Oliveira, Akisue e Akisue (1991). Além disso, um estudo comparativo entre *S.*

*paniculatum* L. e *S. rhytidoandrum* Sendtn. de órgãos vegetativos foi realizado por Nurit-Silva, Basílio e Agra (2007).

Alguns estudos anatômicos de anexos epidérmicos e inclusões de folhas foram realizados para *S. elaeagnifolium* Cav. e *Solanum juvenale* Thell. (COSA; BRUNO; DOTTORI 1998; COSA et al, 2002), *S. americanum* Mill., *S. erianthum* D. Don., *S. nigrescens* M. Martens & Galeotti e *S. rostratum* D. Don. (MAITI et al., 2002). Estudos sobre aspectos da anatomia foliar também foram efetuadas para *S. variabile* (FURLAN; KATO; OLIVEIRA, 1999), *S. acerifolium*, *S. agrarium*, *S. capsicoides* e *S. mammosum* (GRANADA-CHACÓN; BENÍTEZ DE ROJAS, 2004), *Solanum viarum* (PROCÓPIO et al., 2003), e para dez outras espécies de *Solanum* por Stenglein (2001).

Diante do exposto, o desenvolvimento desta dissertação contribuirá com o conhecimento farmacobotânico (morfologia e anatomia) de órgãos vegetativos de *S. paludosum*, e caracterização fitoquímica das raízes desta espécie, com ênfase em seus alcalóides.

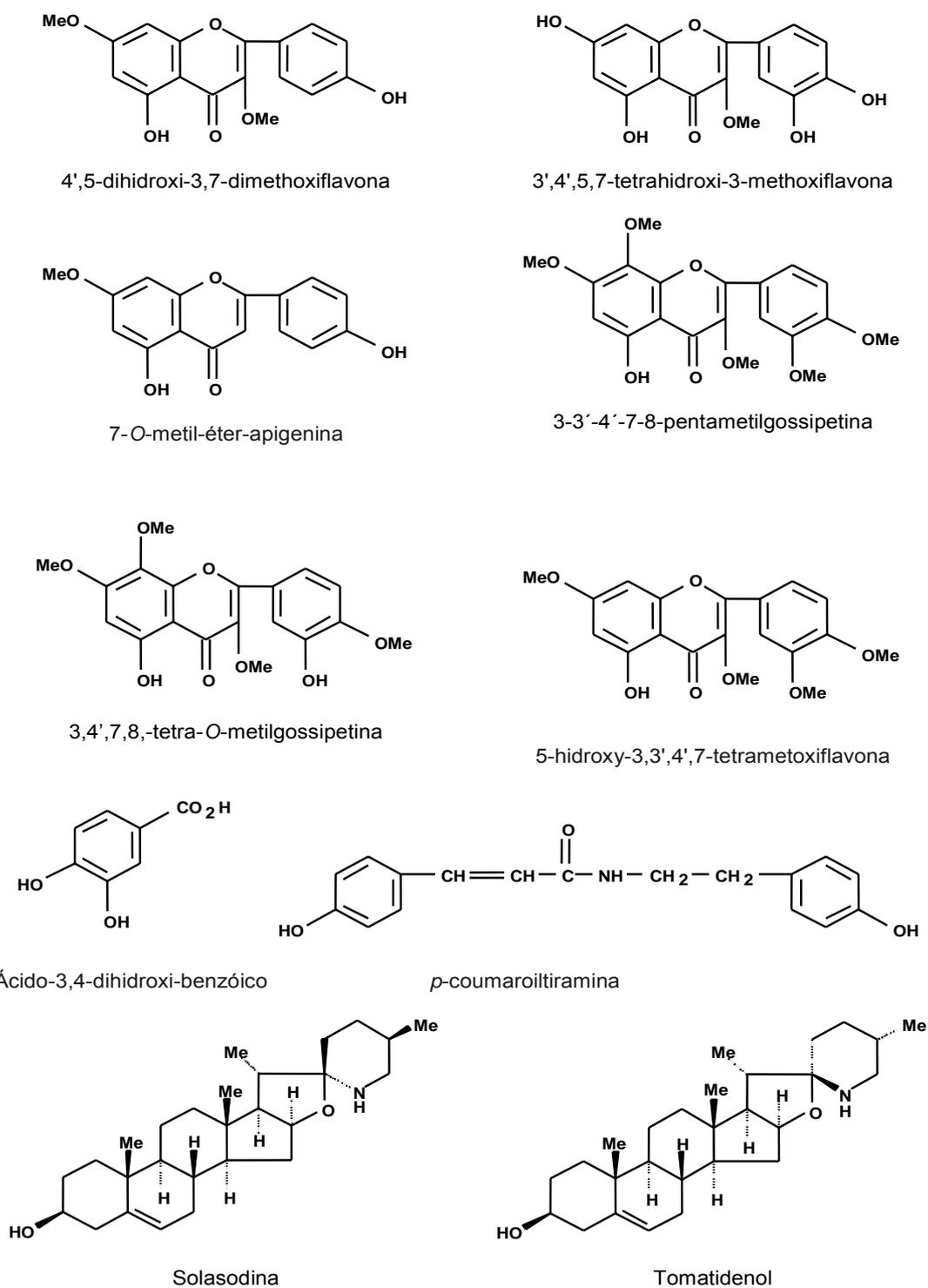


Figura 2. Algumas substâncias já isoladas de *Solanum paludosum* Moric.

## *2. Objetivos*

## 2.1. Objetivos Gerais

- Realizar morfodiagnoses macroscópicas e microscópicas e testes histoquímicos que possam contribuir para a identificação, caracterização e conhecimento farmacobotânico de *Solanum paludosum* Moric., fornecendo subsídios morfológicos, anatômicos e histoquímicos que auxiliem na distinção das demais espécies de *Solanum*, em especial, *Solanum paniculatum*;
- Isolar e identificar substâncias existentes nas raízes de *Solanum paludosum*, resultantes do seu metabolismo secundário que possam contribuir no conhecimento da quimiotaxonomia de *Solanum* sect. *Erythrotricum*.

## 2.2. Objetivos Específicos

- Realizar estudos morfológicos pela análise macroscópica de folhas, caule, raízes, flores e frutos de *S. paludosum* que possibilitem seu reconhecimento macroscópico;
- Realizar estudos anatômicos pela análise microscópica de folhas, caules, raízes de *S. paludosum* que possibilitem sua caracterização microscópica;
- Elaborar morfodiagnoses macroscópicas e microscópicas de *S. paludosum*;

- Realizar testes histoquímicos para evidenciar a presença e a localização de metabólitos secundários, em especial os alcalóides;
- Isolar substâncias presentes nos extratos hidroalcoólicos;
- Identificar os constituintes isolados com apoio de métodos espectroscópicos, físicos e dados da literatura.

### *3. Material e Métodos*

### **3.1. Estudo Farmacobotânico**

#### **3.1.1. Coletas e Identificação Botânica**

Quatro expedições botânicas foram realizadas para coletas e observações de campo, no período de novembro de 2005 a outubro de 2007, no município de Santa Rita, Paraíba, tendo uma amostra de referência sido depositada no herbário Prof. Lauro Pires Xavier (JPB), com duplicatas na coleção de referência do Laboratório de Tecnologia Farmacêutica “Prof. Delby Fernandes de Medeiros” (LTF), ambos da Universidade Federal da Paraíba, sob o número de coleta, *Agra & Basílio* 6734.

Parte do material fresco foi utilizado para a identificação botânica e estudo histoquímico. Outra parte foi fixada em formaldeído, ácido acético glacial e etanol 50 % (FAA 50 %), por 48 horas, posteriormente, conservado em álcool etílico 70° G.L. (JOHANSEN, 1940), para a realização dos estudos morfológicos e anatômicos.

Amostras do material coletado foram herborizadas, seguindo-se a metodologia descrita por Forman e Bridson (1989), e posteriormente, depositadas no Herbário JPB, com duplicatas na coleção de referência do LTF.

A identificação e o estudo nomenclatural da espécie foi realizado com auxílio da bibliografia (AGRA, 1991, 2000, 2004). As abreviaturas dos autores seguem Brummitt e Powell (1992).

#### **3.1.2. Estudo Morfológico**

Realizou-se estudo morfológico das partes vegetativas de cinco indivíduos diferentes para a morfodiagnose macroscópica. Foram analisadas folhas provenientes do quarto ou quinto nó, caules obtidos a partir de 5 cm abaixo do ápice dos ramos e raízes laterais de pequeno calibre, com auxílio de estereomicroscópio binocular.

### **3.1.3. Estudo Anatômico**

Seções transversais de cinco indivíduos diferentes foram realizadas em folhas adultas, quarto ou quinto nó (lâmina foliar e pecíolo) na nervura principal e região do bordo, de caules obtidos a partir de 5 cm do ápice dos ramos, na região mediana e apical de raízes laterais de pequeno calibre, à mão livre, com lâmina cortante e medula de pecíolo de *Cecropia* sp. (imbaúba) como suporte, seguindo-se a metodologia usual. Posteriormente, os cortes foram clarificados com hipoclorito de sódio a 20 %, neutralizados com solução aquosa de ácido acético 0,2%, lavados em água destilada, corados com mistura de safranina e azul de astra, montados entre lâmina e lamínula, com glicerina a 50%.

As lâminas foram vedadas com esmalte incolor, sendo analisadas e fotografadas ao microscópio óptico Olympus CH30, com câmara fotográfica Olympus PM–BP35.

Seções paradérmicas foram realizadas na face adaxial e abaxial, da lâmina foliar, à mão livre, com auxílio de lâmina cortante, posteriormente clarificados seguindo-se o processo de clareamento descrito para seções transversais. As

seções foram coradas com safranina e montados entre lâmina e lamínula, com glicerina a 50 %.

Para análise da morfologia dos tricomas foram efetuadas raspagens nas lâminas, em ambas as faces, pecíolo e ramos. Os tricomas foram montados entre lâmina e lamínula, com glicerina a 50 %.

A terminologia empregada para expressar as formas do indumento e tricomas baseou-se em Roe (1971) Seithe (1962) e Agra (2000). A caracterização do mesofilo, paredes celulares da epiderme, caule e raízes basearam-se em Fahn (1974) e a classificação dos estômatos seguiu Metcalfe e Chalk (1979).

#### **3.1.4. Testes Histoquímicos**

Seções transversais de folhas, caules e raízes foram obtidos com auxílio de lâmina cortante, e em seguida submetidos ao reagente de Dragendorff para detecção e localização de alcalóides (SVENDSEN; VERPOORTE, 1983), tratada previamente com solução de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 5%. O reagente de Dragendorff utilizado foi preparado a partir da seguinte fórmula: nitrato de bismuto 1,7 g e ácido tartárico 20 g em água 80 mL (solução A); iodeto de potássio 16 g em 40 mL de água (solução B); misturou-se partes iguais das soluções A e B (solução estoque).

As amostras tratadas foram comparadas com controle negativo, sendo as seções analisadas nas mesmas condições e fotografadas ao microscópio óptico Olympus CH30, com câmara fotográfica Olympus PM–BP35.

#### **3.2. Estudo Químico**

### **3.2.1. Coleta e Preparo do Material Botânico**

Raízes de *Solanum paludosum* foram coletadas para os estudos fitoquímicos na mesma região descrita no item 3.1.1., em novembro de 2005.

Após coleta, o material botânico ainda fresco passou por um processo de separação manual, para a retirada da casca de suas raízes, que foram secas em estufa a 45°C, por dois dias, e posteriormente triturada em moinho, obtendo-se um material grosseiramente pulverizado (1,1Kg).

### **3.2.2. Método de Extração**

A casca da raiz seca e pulverizada (1,1Kg), foi extraído em aparelho de Soxhlet com solução hidroalcoólica acidificada EtOH:H<sub>2</sub>O:AcOH (49:49:2), até completa exaustão, observada quando o solvente permaneceu totalmente límpido. A solução extrativa bruta (5L) foi concentrada parcialmente em rota-evaporador (1,5 L), resultando num extrato aquoso concentrado (Esquema 1).

### **3.2.3. Obtenção dos Alcalóides**

O extrato bruto, marrom-escuro, foi acidificada com 150 mL de ácido acético (AcOH) sob agitação, e deixado em pernoite em refrigeração. No dia seguinte, a solução foi filtrada em Celite, extraído com hexano. A solução aquosa resultante foi adicionado hidróxido de amônio (NH<sub>4</sub>OH), em banho de gelo, em quantidade suficiente para obter ~ pH 9. Após pernoitar, filtrou-se, de onde se obteve

um precipitado (118g), marrom-claro. A solução aquosa básica A foi extraída com *n*-butanol (n-BuOH), de onde se obteve após evaporação em rota-evaporador o SPD-BuOH (48g), marrom-escuro (Esquema 1).

Teste para a confirmação da presença dos alcalóides nas frações foi efetuado. Este teste consistia em solubilizar uma pequena quantidade da fração em ácido sulfúrico a 2% e logo após adicionar duas gotas de reagente de Dragendorff, sendo considerado o resultado positivo quando se observa a formação imediata de um precipitado alaranjado.

#### **3.2.4. Obtenção das Agliconas (Esquema 2)**

O SPD-BuOH (25g), foi adicionado 150mL da solução trinária EtOH:H<sub>2</sub>O:HCl (85:5:10), para hidrólise, mantida em refluxo por 4 horas. Após pernoitar, a solução foi concentrado para retirada do EtOH, posteriormente foi adicionado 30mL de H<sub>2</sub>O destilada, e em seguida colocado em pernoite sob refrigeração. Após pernoitar, filtrou-se a vácuo, e ao filtrado foi adicionado NH<sub>4</sub>OH, em banho de gelo, em quantidade suficiente para obter ~ pH 9. Após pernoitar sob refrigeração, filtrou-se novamente, obtendo-se um precipitado (11g), codificado SPD-BuOH-HID

#### **3.2.5. Isolamento das Agliconas (Esquema 2)**

O precipitado SPD-BuOH-HID (11g) foi solubilizado em uma solução binária CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>:MeOH (99:1), e posteriormente submetido a Cromatografia em

Coluna (CC) com coluna de vidro (200cm de comprimento por 6cm de diâmetro), tendo como fase estacionária 300g de sílica gel 60, com partículas de 60 mesh (Merck), e utilizando-se como eluente a solução binária CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>:MeOH em gradiente crescente de polaridade (Quadro 1).

As frações foram recolhidas em volume de 50mL, e posteriormente submetidas à Cromatografia em Camada Delgada (CCD), com placas de alumínio com sílica 60 F 254 de 0,2mm de espessura (Merck), reveladas com reagente de Dragendorff pulverizado ou iodo sublimado, sendo reunidas às frações com fator de retenção semelhante.

**Quadro 1.** Cromatografia de coluna, das frações 23-97, 99-113 e 189-215, (esquema 2).

Eluentes %		Volume (L)	Frações
Diclorometano	Metanol		
99	1	2,25	1-45
98	2	1,95	46-85
97,5	2,5	3,45	86-155
97	3	0,45	156-165
96	4	0,3	166-172
95	5	1,45	173-182
90	10	4,9	183-281
50	50	3,15	282-345

### 3.2.6. Pureza dos Compostos

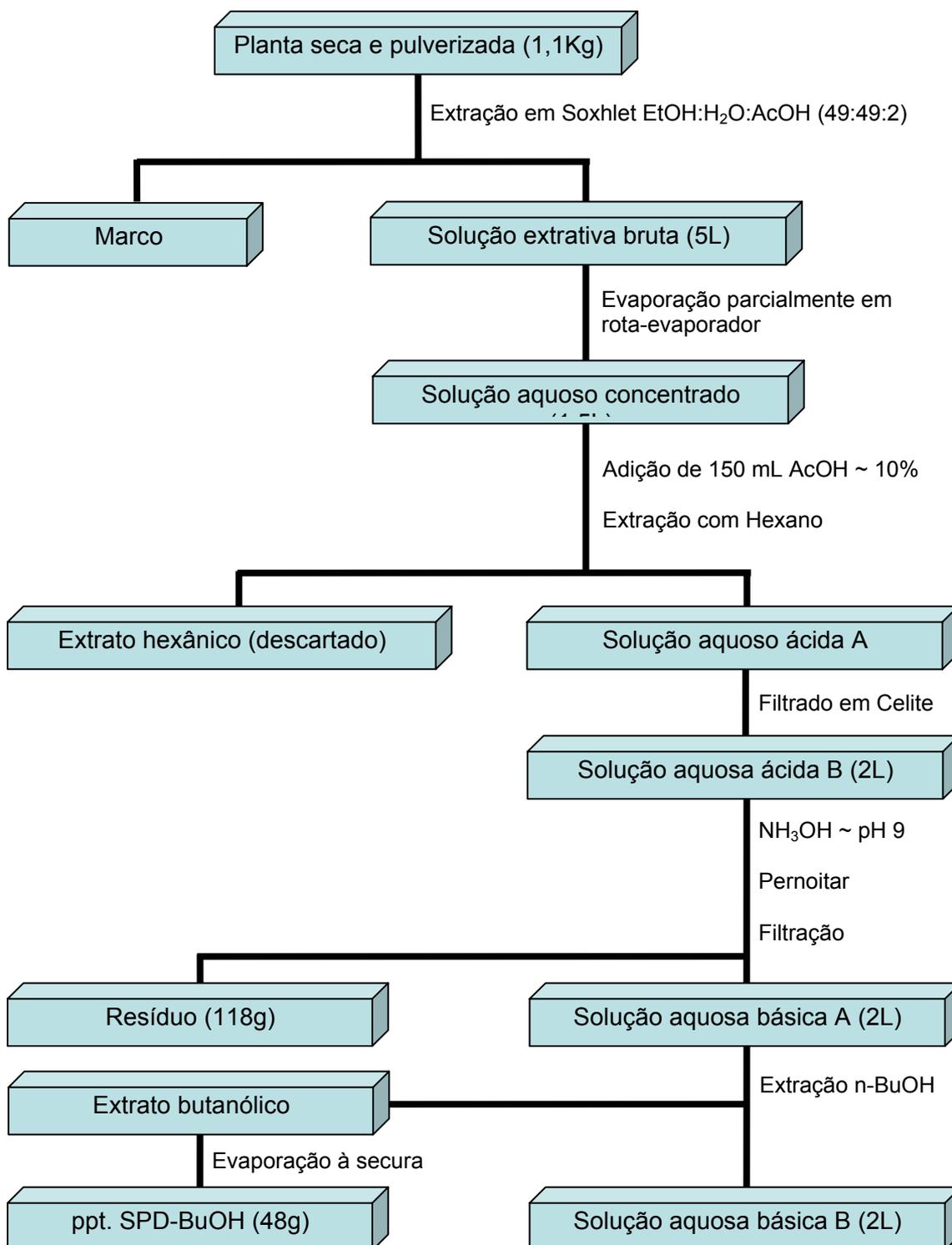
Os critérios de pureza dos compostos isolados foram determinados pelo pf, feitos em aparelho de Kofler sem correções, e pelo aparecimento de uma única mancha na CCD.

### **3.2.7. Estudos Espectroscópicos**

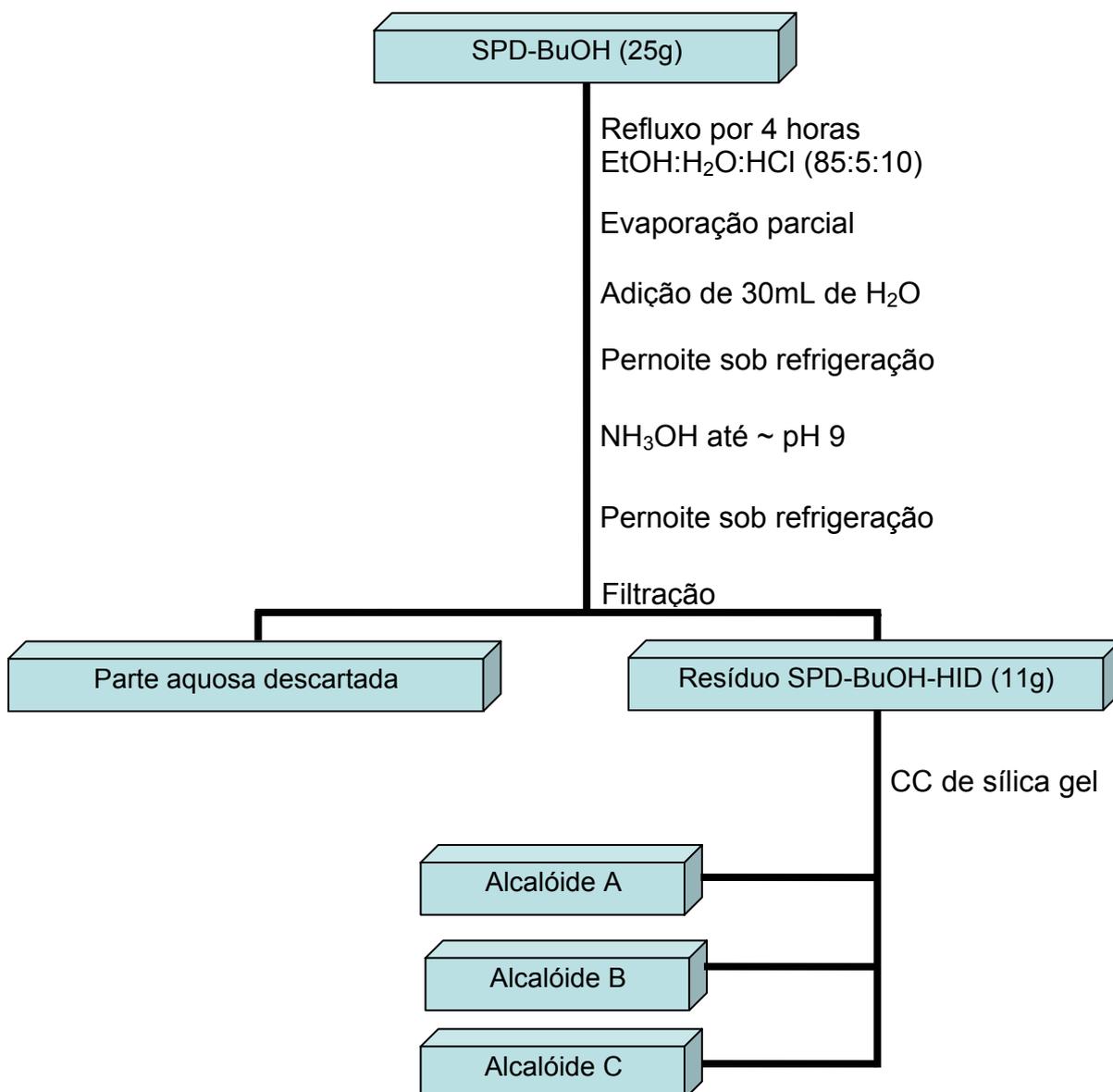
Os espectros de RMN de  $^{13}\text{C}$  foram obtidos em espectrômetro BRUKER modelo AC 200 (125 MHz,  $^{13}\text{C}$ ), do LTF/UFPB. Os deslocamentos químicos foram descritos em ppm.

Os espectros de massa de baixa resolução foram realizados em espectrômetros MICROMASS-12 do LTF-UFPB, e as amostras sólidas introduzidas diretamente na câmara.

**Esquema 1.** Fluxograma da extração da casca de raízes de *Solanum paludosum* Moric.



**Esquema 2.** Tratamento aplicado ao extrato butanólico da casca de raízes de *Solanum paludosum* Moric.



# *Parte 1*

## *4. Resultados*

#### 4.1. Estudo Farmacobotânico

##### 4.1.1. Nome Aceito e Sinônimos, de acordo com Agra (2004)

*Solanum paludosum* Moric., PI. Nouv. Amer. 29, t. 20. 1837.

=*Solanum salzmanni* Dunal, in DC. Prod. 13 (1): 206. 1852.

=*Solanum viscosum* Salzm., Nom. nud, in DC. Prodr. 13 (1): 206. 1852.

=*Solanum guianense* Klotzsch, in Schomb. Faun. Fl. Brit. Gui. 1854.

=*Solanum epybissimum* Bitter, in Repert. Spec. Nov. Regni. Veg. 12:  
439. 1913.

##### 4.1.2. Descrição da Planta, baseado em Agra (2004)

*Solanum paludosum* possui o hábito arbustivo a arvoreta, 2-5 m alt., ramificado e armado. O caule e os ramos glabrescente, acúleos marrons, 0,1-0,5 cm compr., deltóides. Folhas alternas, subinermes; pecíolo cilíndrico, 1,0-4,5 cm compr., 0,2-0,3 cm diâm., tomentoso, ferrugíneo a rubiginoso; lâmina oval, oval-elíptica a elíptica, subcoriácea, lobada-angulada, raro inteira, 3-4 pares de lobos, discolor, face adaxial verde-escuro, glabrescente, face abaxial ferrugínea, tomentosa a velutina. Inflorescências cimeiras monocasais, escorpióides, 2-8-flora, pedúnculo 2-3 cm compr., inerme, pedicelo cilíndrico, 0,5-1,7 cm compr., ambos com indumento e tricomas semelhante ao dos ramos. Flores basais monoclinas, as distais estaminadas; cálice urceolado-campanulado, inerme, sépalas soldadas na base, tubo 4-5 mm compr., lobos triangular-lanceolado, cerca de 3-8 x 2-3 mm,

externamente tomentosos, ferrugíneos, internamente glabrescente; corola estrelada, 3-4 cm diâm., lilás ou violácea, pétalas soldadas na base, tubo 1-2 mm compr., lobos linear-lanceolados, 2,0-3,0 x 0,3-0,5 cm, agudos, externamente pubescentes, internamente glabrescentes; anteras linear-lanceoladas, 1,2-1,5 cm compr., atenuadas da base para o ápice, deiscência poricida; filetes 1-2 mm compr., levemente recurvos; ovário subgloboso, 0,2 mm diâm., hirsuto, estilete 1,5-2,0 cm de compr., reto ou curvado no ápice, piloso na base, nas flores monoclinais, estilóide 0,3-0,5 cm de compr., nas flores estaminadas, estigma clavado-truneado. Fruto baga, globosa, 1,2-1,5 cm diâm., ascendente no pedicelo, cálice frutífero; epicarpo verde variegado antes da maturação, estrelado-glandular. Sementes numerosas, sub-reniformes, pardacentas, 2,4-2,5 x 2,0-2,2 mm, testa finamente reticulada (Fig. 3).

#### **4.1.3. Morfodiagnose Macroscópica**

##### **4.1.3.1. Folhas**

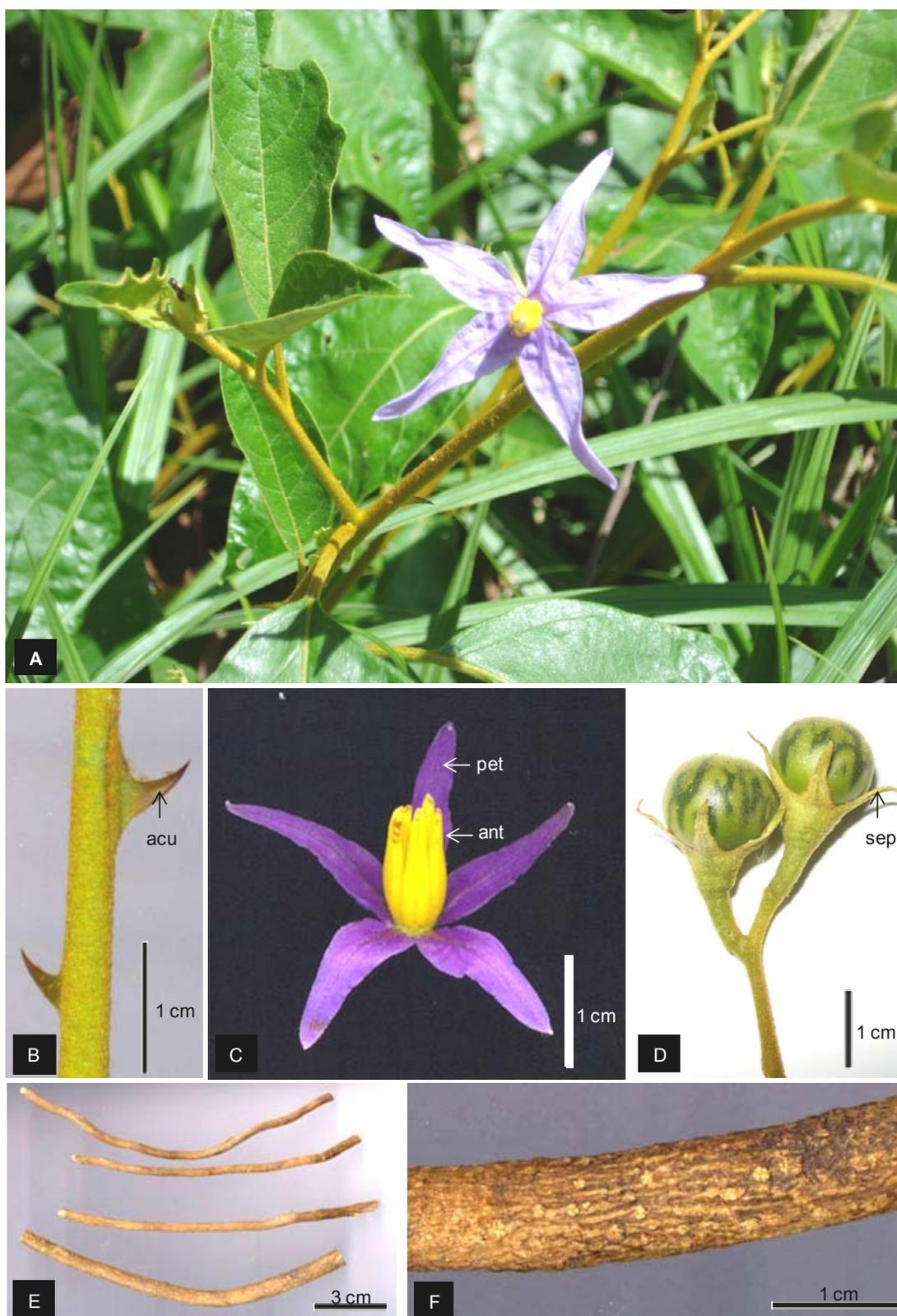
As folhas apresentam acúleos amarelos a ferrugíneos na planta jovem, inermes a subinermes na planta adulta; pecíolo cilíndrico, 1,0-4,5 cm compr. e 0,2-0,3 cm de diâm., tomentoso, ferrugíneo a rubiginoso; lâmina oval, oval-elíptica a elíptica, subcoriácea, lobada-angulada, raro inteira, 3-4 pares de lobos, repanda na planta jovem, ápice agudo, base arredondada, obtusa ou oblíqua, discolor, face adaxial verde-escuro, glabrescente, face abaxial ferrugínea, tomentosa a velutina.

#### **4.1.3.2. Caule e ramos**

Caule e ramos, tomentoso, ferrugíneo a rubiginoso, acúleos ferrugíneos, 0,5-1,0 cm compr., comprimidos na base, agudos e recurvos no ápice, quando jovens; glabrescente, acúleos marrons, 0,1-0,5 cm compr., comprimidos lateralmente, curvos para o ápice, na planta adulta. (Fig. 3B).

#### **4.1.3.3. Raiz**

Raiz ramificada, 10-20 cm compr., 1-3 cm diâm., na planta jovem; 30-50 cm de compr., 3-5 cm de diâm., na planta adulta. Em seção transversal, distinguem-se duas regiões: a casca, delgada, amarela-clara, formada pela periderme, incluindo o floema externo, e uma região central fibrosa, formada pelo tecido xilemático compacto e espessado, amarelo-escuro. A casca apresenta coloração marrom-clara com estrias longitudinais, e cicatrizes ovóides na superfície externa; e amarelo-clara, com estrias longitudinais delgadas na superfície interna (Figs. 3E-F).



**Figura 3.** *Solanum paludosum* Moric. (Agra & Basílio, 6734). A. Ramo florido; B. Ramo com acúleos; C. Flor estaminada, evidenciando a corola e os estames; D. Frutos; E. Raízes em crescimento secundário; F. Detalhe da raiz. **Legendas:** acúleo (acu); antera (ant); pétala (pet); sépala (sep).

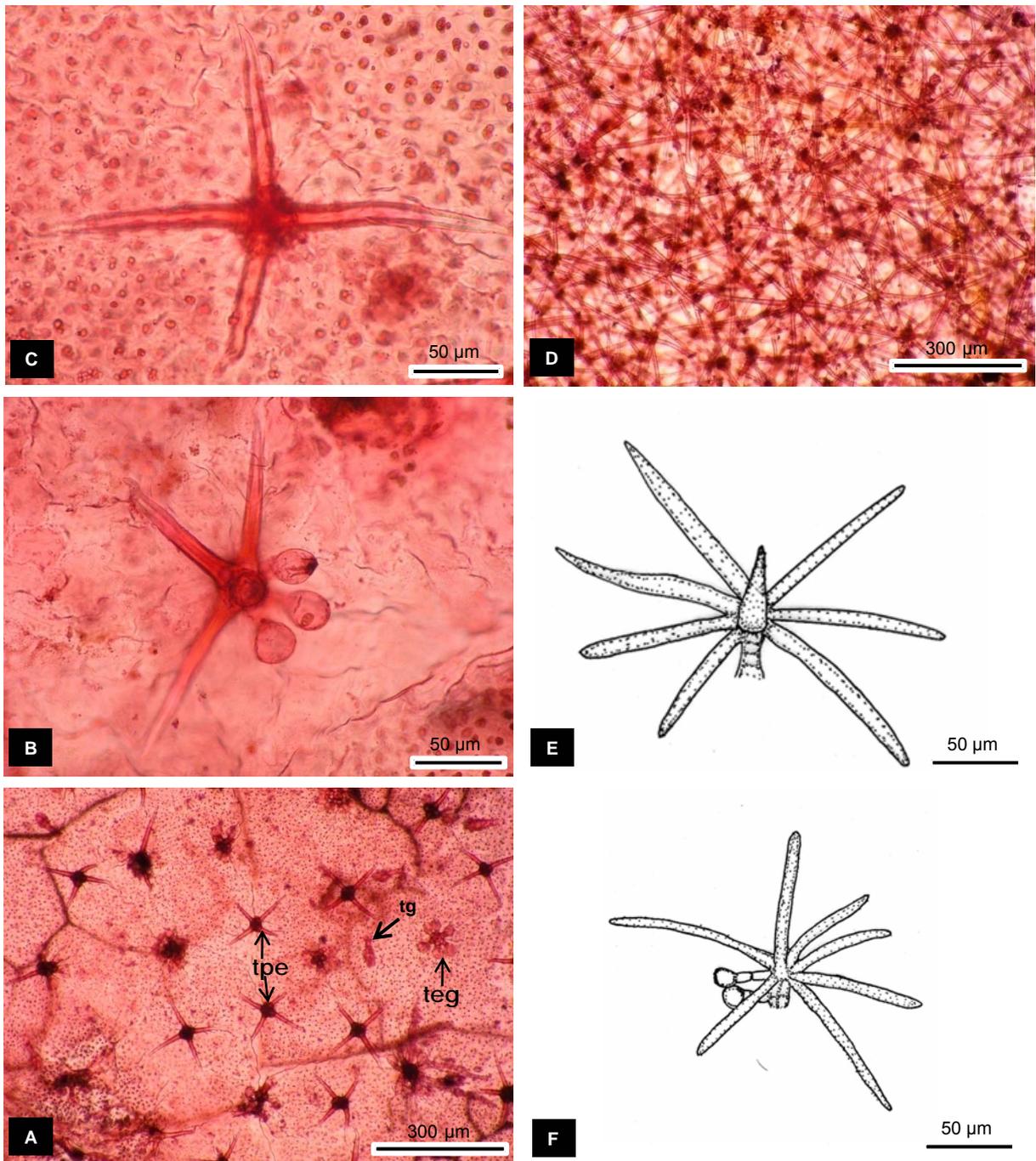
#### **4.1.4. Morfodiagnose Microscópica**

##### **4.1.4.1. Folhas**

###### **4.1.4.1.1. Epiderme**

A epiderme da lâmina foliar de *Solanum paludosum*, em vista frontal, apresenta-se hipoestomática, com estômatos do tipo anisocítico, e células com paredes anticlinais sinuosas, na face adaxial (Fig. 4A), e poligonais retas na face abaxial (Fig. 4D). Na face adaxial os tricomas são sésseis, estrelado-glandulares, 3-6-radiado, glandulares (Fig. 4B), porrecto-estrelados, com o raio central reduzido (Fig. 4C), e estipitado glandular, esparsos ao longo da lâmina. Na face abaxial, os tricomas são longo-estipitados, estrelados, com o raio central reduzido, 6-8-radiado, desenvolvidos, 4-seriada, e estrelado-glandulares, com raio central desenvolvido e estípite com ramos glandulares (Figs. 4D-F).

Em seção transversal, a epiderme é unisseriada, com paredes periclinais e anticlinais convexas, irregulares, espessadas. Na face adaxial a epiderme (Fig. 5B), e paredes periclinais e anticlinais espessadas, principalmente na região inicial da parede anticlinal e na parede periclinal interna. A epiderme é revestida por uma camada de cutícula lisa que acompanha o contorno das células, sendo mais espessa na face adaxial (Fig. 5A), as células estomáticas encontram-se ligeiramente proeminentes, em relação às células epidérmicas (Fig. 5C).



**Figura 4.** *Solanum paludosum* Moric. (Agra & Basílio, 6734). A-D. Epiderme em vista frontal. A. Face adaxial; B. Detalhe da face adaxial, células com paredes anticlinais sinuosas e tricoma sésstil, estrelado glandular; C. Detalhe da face adaxial, tricoma porrecto-estrelado, com o raio central reduzido; D. Face abaxial; E. Tricoma estipitado, estrelado; F. Tricoma longo-estipitado, estrelado, estípите com ramos glandulares. **Legendas:** tricoma estrelado-glandular (teg); tricoma porrecto-estrelado (tpe); tricoma glandular (tg).

#### **4.1.4.1.2. Mesofilo**

O mesofilo, em seção transversal, apresenta estrutura dorsiventral (Fig. 5A), com o parênquima paliçádico unisseriado formado por paredes anticlinais irregulares, ligeiramente espessadas (Fig. 5B), e pelo parênquima esponjoso 4-5-estratos de células ovais ou alongadas, no sentido paralelo à superfície, com espaços intercelulares irregulares e diminutos, câmara subestomática conspícua (Fig. 5C). O parênquima esponjoso apresenta idioblastos com grande quantidade de areia cristalina, geralmente adjacente ao parênquima paliçádico (Figs. 5A-B).

#### **4.1.4.1.3. Bordo**

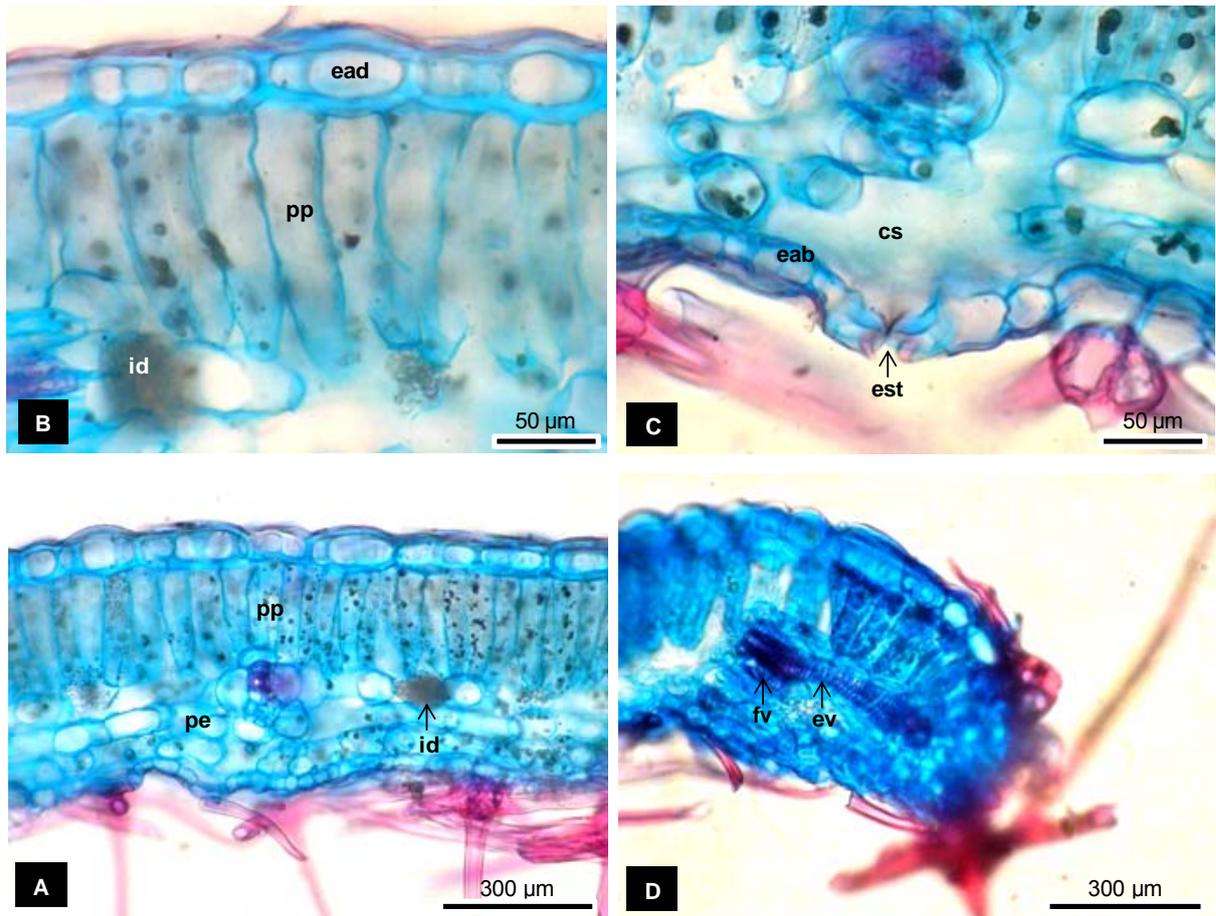
O bordo foliar, em secção transversal (Figura 5D), apresenta-se arredondado, levemente revoluto, revestido pela epiderme unisseriada, cujas células apresentam maior diâmetro na face adaxial, porém com uma cutícula mais espessa em direção ao mesofilo. O parênquima paliçádico é formado por células menores, arredondadas no limite do bordo, onde se observa um feixe vascular de pequeno porte e, associado a este, um elemento de vaso, cuja parede secundária possuem espessamento helicoidal.

#### **4.1.4.1.4. Nervura principal**

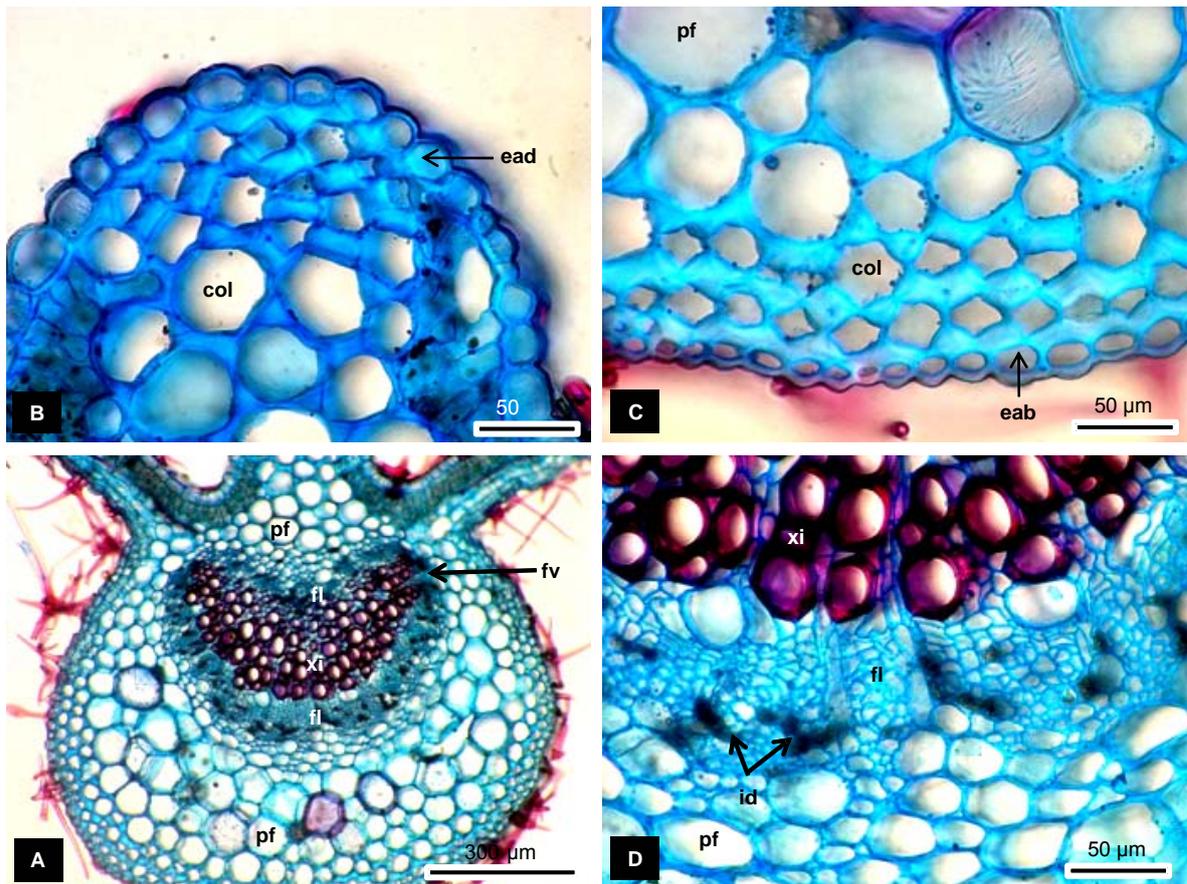
A nervura principal, em seção transversal, exhibe contorno biconvexo (Figs. 6A-C), sendo mais amplo e proeminente na face abaxial. A epiderme é

composta por células globosas, de tamanhos variados, sendo maiores na face adaxial e as paredes periclinais externas revestidas por uma cutícula delgada que acompanha o contorno das células. Os tricomas são semelhantes aos encontrados na lâmina. Adjacente à epiderme, evidencia-se o colênquima do tipo angular (Figs. 6A-C), descontínuo, 2-3-séries voltadas para a superfície adaxial e abaxial. O parênquima fundamental é bastante desenvolvido, com idioblastos contendo cristais de oxalato de cálcio do tipo areia cristalina (Fig. 6D).

O sistema vascular é formado por um único feixe, bicolateral, em forma de arco que se estende ao longo da nervura principal (Figs. 6A e D). O floema externo está organizado em cordões evidentes com 3-5-séries, separados radialmente por uma a duas fileiras de células parenquimáticas. O xilema é formado por elementos de vaso, dispostos em fileiras radiais, separadas por uma ou duas células parenquimáticas. O floema interno é contínuo, com células menores em relação ao floema externo, 5-10-séries, e canais secretores isolados, adjacente ao xilema.



**Figura 5.** *Solanum paludosum* Moric. (Agra & Basílio, 6734). Lâmina foliar, em secção transversal: A. Mesofilo dorsiventral; B. Detalhe do parênquima paliçádico; C. Detalhe da epiderme evidenciando o estômato e a câmara subestomática; D. Bordo foliar. **Legendas:** câmara subestomática (cs); epiderme na face adaxial (ead); epiderme na face abaxial (eab); estômato (est); elemento de vaso com espessamento helicoidal (ev); feixe vascular (fv); idioblastos contendo areia cristalina (id); parênquima esponjoso (pe); parênquima paliçádico (pp).

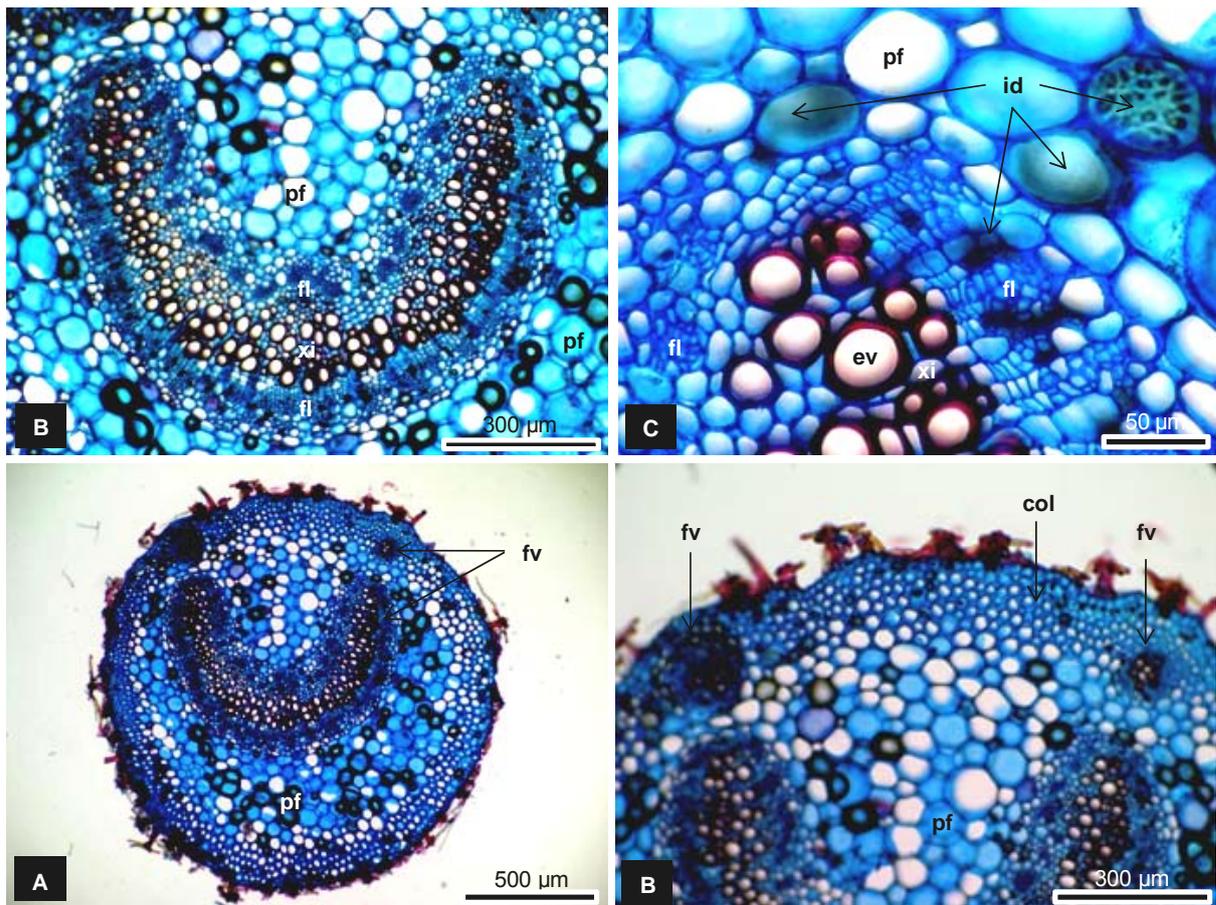


**Figura 6.** *Solanum paludosum* Moric. (Agra & Basílio, 6734). Nervura principal da lâmina foliar, em secção transversal: A. Visão geral, região mediana; B. Colênquima adjacente a epiderme da face adaxial; C. Colênquima adjacente a epiderme da face abaxial; D. Detalhe do feixe vascular bicolateral. **Legendas:** colênquima (col); epiderme na face abaxial (eab); epiderme na face adaxial (ead); floema (fl); feixe vascular (fv); idioblastos contendo areia cristalina (id); parênquima fundamental (pf); xilema (xi).

#### **4.1.4.1.5. Pecíolo**

O pecíolo, em seção transversal, exibe contorno que varia de plano-convexo, nas regiões distal e mediana, cilíndrico na região proximal (Fig. 7A). A epiderme é unisseriada, com as paredes periclinais externas revestidas por uma cutícula lisa e delgada. Adjacente à epiderme, evidencia-se o colênquima, do tipo angular (Fig.7B), formado por quatro a sete estratos celulares, contínua, com uma diminuição gradual no espessamento das paredes celulares na área de transição para o parênquima fundamental. Em algumas células do parênquima fundamental observa-se a presença de idioblastos com areia cristalinas, similares ao parênquima da nervura principal. Tricomas estrelado-glandulares distribuem-se ao longo do pecíolo.

O sistema vascular é do tipo bicolateral, constituído de três feixes vasculares. Nas regiões proximal, mediana e distal, evidenciam-se um único feixe central em forma de arco, e dois menores, circulares, voltados para a face adaxial (Fig. 7A). O floema externo está organizado em cordões evidentes, separados radialmente por 2-3-fileiras de células parenquimáticas. Em seqüência ao floema externo observa-se um câmbio vascular 2-3-estratos e o xilema, formado por várias séries de 3-6-elementos de vaso, dispostos em fileiras radiais, separadas por raios parenquimáticos (Fig. 7C). O floema interno é contínuo, formado por 5-8-estratos, com células menores em relação ao floema externo.



**Figura 7.** *Solanum paludosum* Moric. (Agra & Basílio, 6734). Pecíolo, em secção transversal: A. Três feixes vasculares na região proximal; B. Detalhe do feixe vascular central, em arco; C. Detalhe do parênquima fundamental com areia cristalina; D. Detalhe do feixe vascular circular e colênquima angular. **Legendas:** colênquima (col); elemento de vaso (ev); floema (fl); feixe vascular (fv); idioblasto contendo areia cristalina (id); parênquima fundamental (pf); xilema (xi).

#### **4.1.4.2. Caule**

O caule de *Solanum paludosum*, em estrutura secundária, apresenta contorno circular e é constituído pelos sistemas de revestimento, cortical e vascular (Fig. 8).

##### **4.1.4.2.1. Sistema de Revestimento**

A epiderme, em seção transversal, é uniseriada, formada por células de contorno oval a oval-oblongo, revestida por uma cutícula espessa na planta (Fig. 8B). Tricomas porrecto-estrelados, com o raio central reduzido, sésseis a subsésseis.

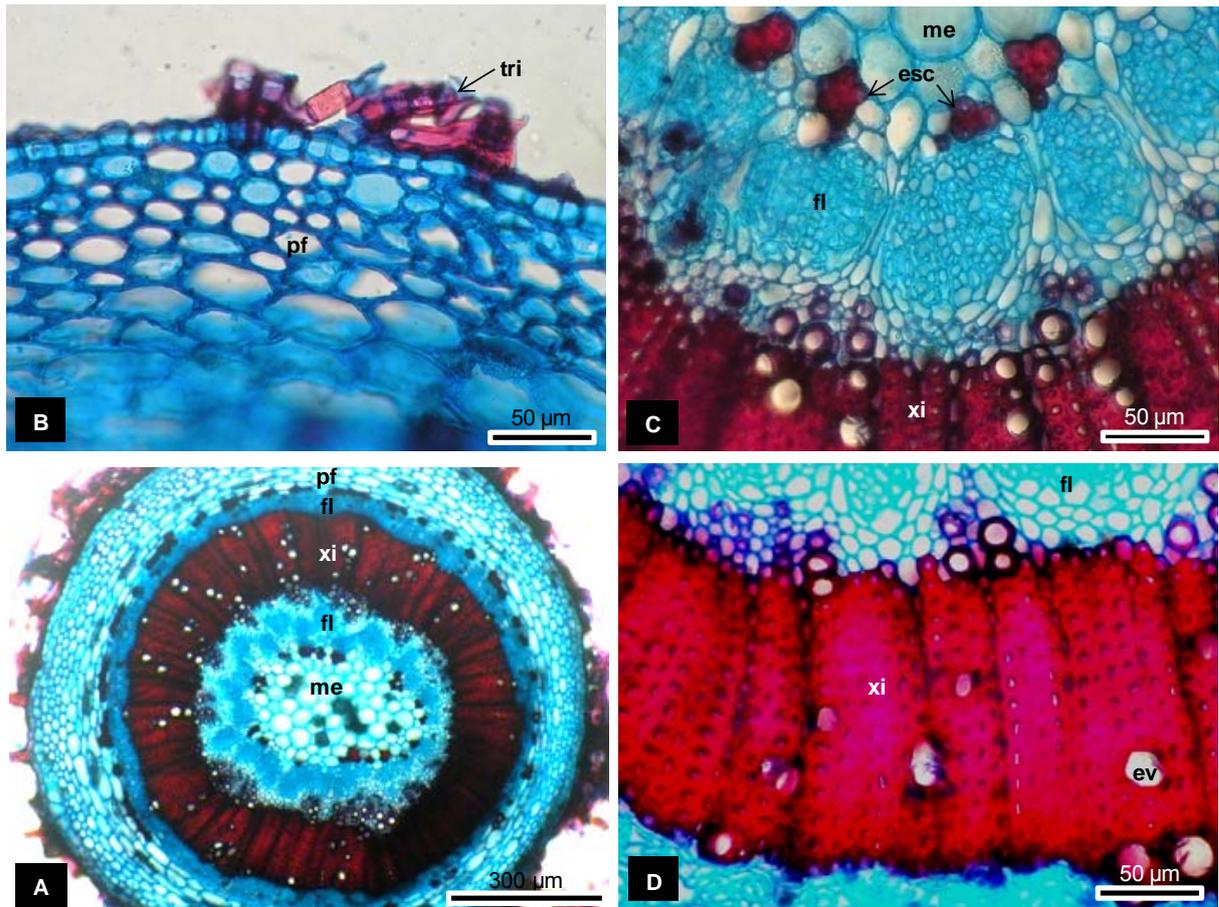
##### **4.1.4.2.2. Sistema Cortical**

Na região cortical, adjacente à epiderme, encontra-se o tecido colenquimático, do tipo angular, formado por 4-5-estratos celulares, contínuos. O parênquima cortical é formado por três a cinco estratos de células, com idioblastos de oxalato de cálcio, esparsos, em forma de areia cristalina e drusas. Limitando internamente o córtex, observa-se um a dois estratos de células parenquimáticas, descontínuas, e intercalados a células esclerenquimáticas, isoladas ou agrupadas (Fig. 8B).

##### **4.1.4.2.3. Sistema Vascular**

O sistema vascular é do tipo bicolateral, com organização sifonostélica contínua anfiflóica (Fig. 8A). O floema externo está organizado em cordões evidentes, separados radialmente por uma fileira de células parenquimáticas. O xilema forma um cilindro oco, com elementos de vasos dispostos em fileiras radiais, intercalados com fibras lignificadas. Observam-se resquícios protoxilema e câmbio interfascicular, voltado para o floema interno, que está organizado em cordões conspícuos, separados por um a dois raios parenquimáticos (Fig. 8C).

A medula possui parênquima com células relativamente grandes com parede delgada e idioblastos de areia cristalina distribuídos de forma irregular, na zona perimedular podem ser encontrados células de esclerênquima associado e agrupados ao floema interno (Figs. 8A e C).



**Figura 8.** *Solanum paludosum* Moric. (Agra & Basílio, 6734). Caule, em secção transversal; A. Visão geral; B. Detalhe do sistema de revestimento e cortical; C-D. Detalhe do sistema vascular; C. Detalhe do floema interno; D. Detalhe do xilema. **Legendas:** elemento de vaso (ev); floema (fl); feixe vascular (fv); idioblastos contendo areia cristalina (id); parênquima fundamental (pf); xilema (xi); medula (me); tricoma.

#### **4.1.4.3. Raiz**

A raiz de *Solanum paludosum*, em estrutura secundária, apresenta contorno circular, constituída pelos sistemas de revestimento, cortical e vascular (Fig. 9A).

##### **4.1.4.3.1. Sistema de Revestimento**

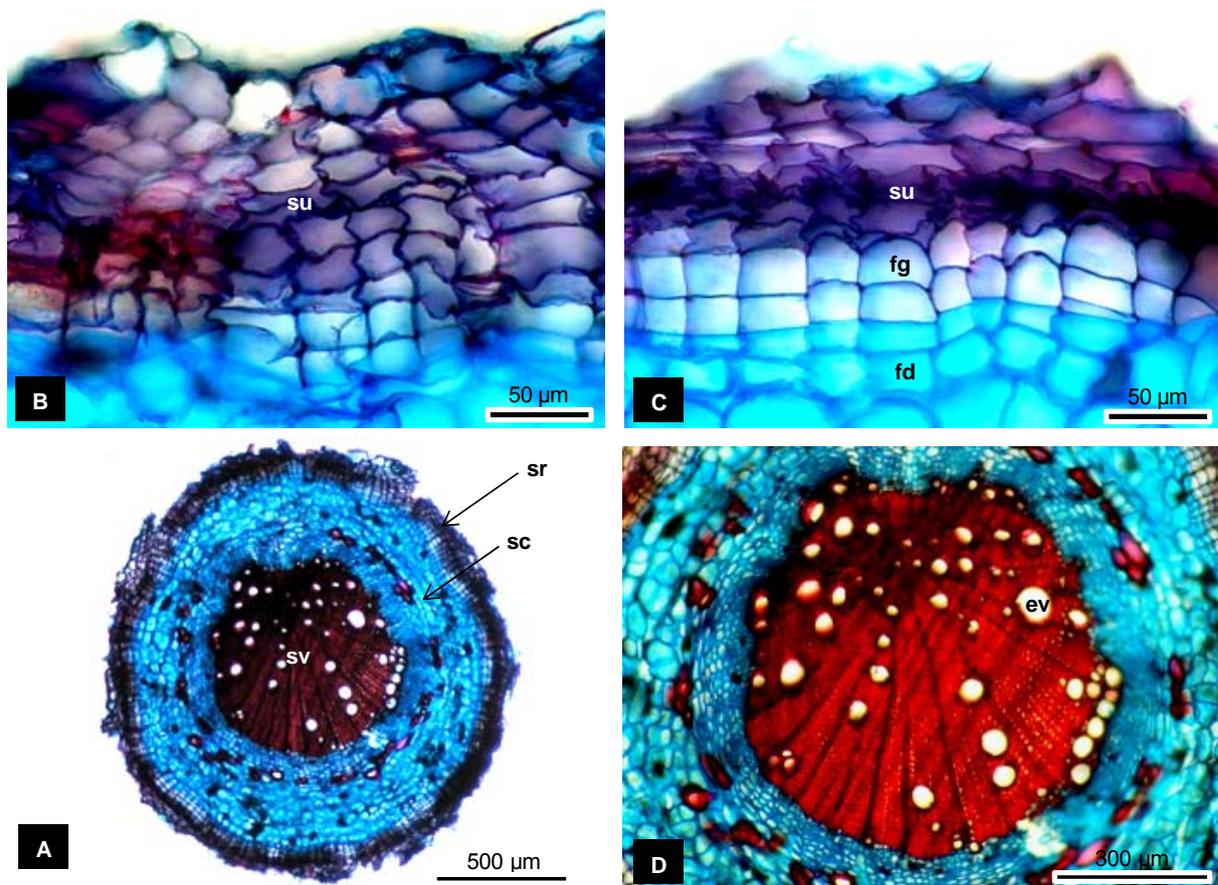
A raiz, em seção transversal, apresenta uma periderme formada por 6-8-estratos de súber, com rompimento de células responsáveis pelas estrias longitudinais e cicatrizes proeminentes, ovóides, na superfície da casca. No súber, as células são achatadas e sobrepostas, com paredes anticlinais coincidentes, 2-3-estratos de felógeno e 2-estratos de feloderma (Figs. 9B-C).

##### **4.1.4.3.2. Sistema cortical**

Na região cortical, adjacente à periderme, encontra-se o tecido parenquimático formado por 3-5-estratos de células (Fig. 9B), com idioblastos de oxalato de cálcio, em forma de areia cristalina. Limitando internamente o córtex, observa-se um a dois estratos de células parenquimáticas, descontínuas e intercalados com células de esclerênquima, isoladas ou agrupadas (Fig. 9A).

#### **4.1.4.3.3. Sistema vascular**

O sistema vascular é do tipo anficrival, com organização protostélica (Fig. 9A). O floema está organizado em cordões que formam um cilindro, separados radialmente por uma fileira de células parenquimáticas, e com raros idioblastos de oxalato de cálcio, em forma de areia cristalina. O xilema apresenta estrutura monarca, formando um cilindro maciço, com elementos de vaso, dispostos em fileiras radiais, intercalados com fibras lignificadas (Fig. 9D).



**Figura 9.** *Solanum paludosum* Moric. (Agra & Basílio, 6734). Raiz, em secção transversal; A. Visão geral; B-C. Detalhe do sistema de revestimento; B. Detalhe do rompimento do súber; D. Camadas da periderme; D. Detalhe do sistema vascular. **Legendas:** feloderma (fd); felógeno (fg); sistema cortical (sc); sistema de revestimento (sr); sistema vascular (sv); súber (su).

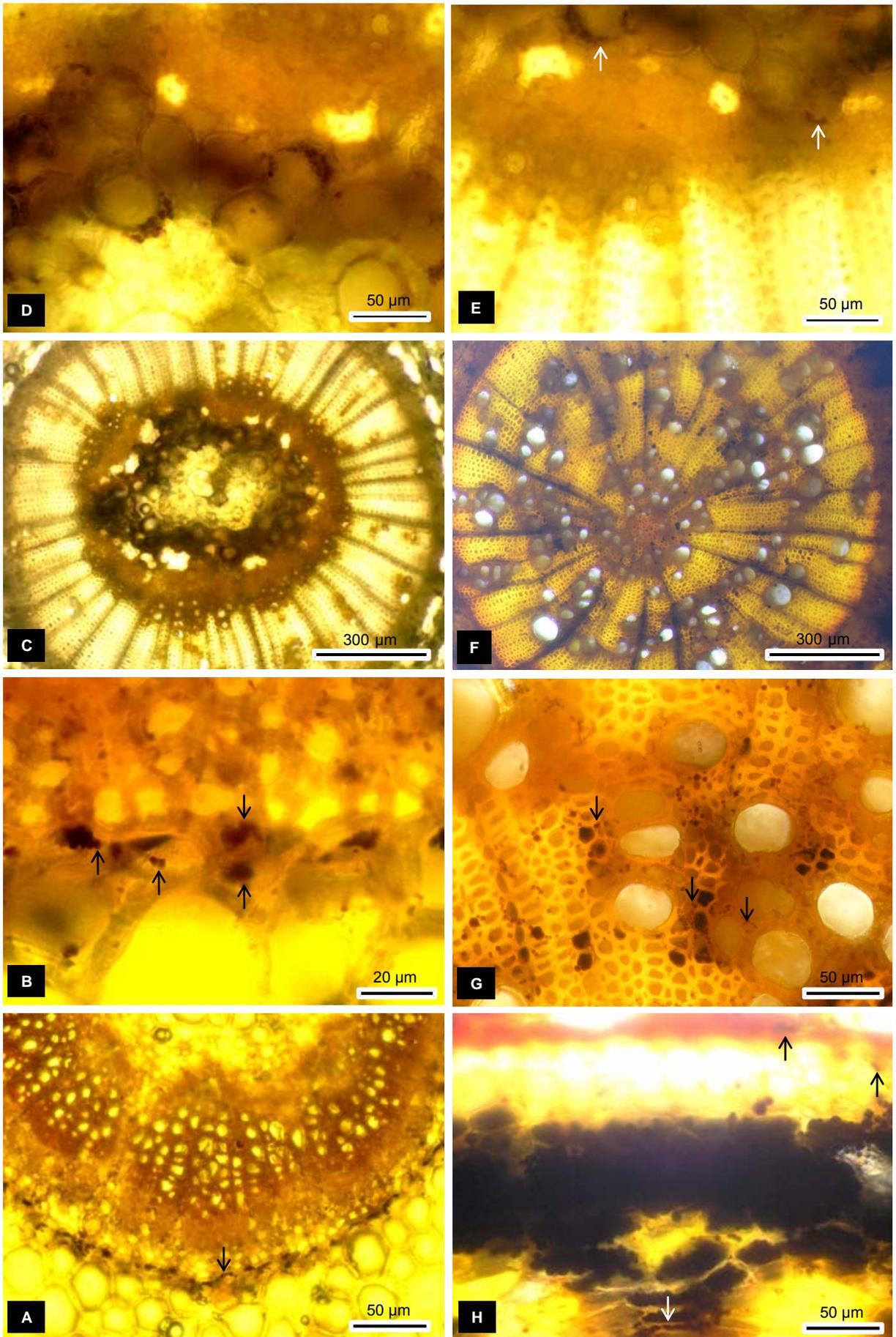
#### **4.1.5. Testes histoquímicos**

Em secções transversais da lâmina foliar, ramos, e raízes, foram observadas reações positivas com reagente de Dragendorff, com coloração característica alaranjada (Figs. 10A-H).

Nas folhas, a reação positiva com reagente de Dragendorff foi evidenciada na região adjacente ao sistema vascular e ao longo dos raios parenquimáticos (Figs. 10A-B).

Nos ramos, a reação positiva com reagente de Dragendorff, foi evidenciada na região adjacente ao floema externo e interno (Figs. 10C-E).

Nas raízes, a reação positiva com reagente de Dragendorff, foi detectada principalmente no sistema cortical nas células parenquimáticas, assim como, no sistema vascular ao lado dos elementos de vaso, formando evidentes raios para o centro do maciço xilemático. No entanto, no sistema cortical associado à coloração alaranjada, observou-se uma coloração negro-azulada, sugerindo assim, a presença de idioblastos contendo compostos amilíferos (Fig. 10F-H).



**Figura 10.** *Solanum paludosum* Moric. (Agra & Basílio, 6734). Seção transversal de folha, caule e raiz, submetidos ao reagente de Dragendorff. A-B. Nervura principal da lâmina foliar; A. Detalhe da região vascular; B. Detalhe da região adjacente ao feixe vascular; C-E. Ramo; C. Visão geral do ramo; D. Detalhe da região adjacente ao floema interno; E. Detalhe da região adjacente ao floema externo; F-H. Raiz; F. Visão geral do sistema vascular; G. Detalhe do maciço xilemático; H. Detalhe da sistema de revestimento e cortical. **Legenda:** seta (reação positiva com reagente de Dragendorff, provável localização dos alcalóides).

## *5. Discussão*

Baseado nos dados de que *Solanum paludosum* é encontrada no mesmo ambiente de *Solanum paniculatum*, e que ambas são conhecidas popularmente como “jurubeba” e utilizadas na medicina popular para diversos fins, decidiu-se comparar os dados obtidos no presente estudo com os referidos para *S. paniculatum*. Assim como, com diversas espécies referidas na literatura, devido a sua ampla distribuição e dificuldade na sua delimitação infra-genérica.

Apesar de compartilhar vários caracteres, *Solanum paludosum* se diferencia de *S. paniculatum*, espécie farmacopéica, por vários caracteres macroscópicos, dentre os quais se destacam: forma da lâmina, forma dos acúleos, tipo e coloração do indumento, além da textura da raiz (Quadro 2). Estes caracteres diferenciais são reforçados por outros caracteres microscópicos: tipo de parede celular da lâmina foliar, secção transversal, tipo e distribuição dos tricomas, tipo de colênquima e a presença de inclusões celulares na região cortical do caule, desenvolvimento do súber, número de pólos de protoxilema, e presença de células de esclerênquima na região cortical da raiz (Quadro 3).

Uma grande diversidade de tricomas glandulares e não glandulares são observados nas espécies de Solanaceae (Metcalf & Chalk, 1950), em especial em *Solanum* subg. *Solanum*, entretanto, tem sido uma característica atribuída aos subgêneros *Minon* Raf. e *Leptostemonum* (Dunal) D’Arcy. A presença de tricomas do tipo porrecto-estrelado observado em *S. paludosum*, já foi relatado para outras espécies do gênero (ROE, K. 1971; MENTZ; OLIVEIRA; SILVA, 2000), como *S. saldanhaei* Glaz., *S. lycocarpum* A. St.-Hil., *S. piluliferum* Dunal., assim como, *S. paniculatum* L.. O tipo estrelado-glandular com um ou mais raios, lateral ou central, glandular, é uma característica de *Solanum* sect. *Erythrotrichum* de acordo com Agra

(2000, 2004), grupo infragenérico ao qual pertence à espécie estudada, antes só referido por Seithe (1979) para *Solanum megalonyx* Sendtn.. Entretanto, o tipo estrelado-glandular, formado por quatro a seis raios glandulares, é um caráter só observado até o presente em *S. paludosum* (AGRA, 2000), tendo este tipo sido confirmado no presente estudo.

**Quadro 2.** Caracteres macroscópicos diferenciais entre os órgãos vegetativos de *Solanum paludosum* e *Solanum paniculatum*.

	Caracteres	<i>Solanum paludosum</i>	<i>Solanum paniculatum</i>
Folha	Forma da lâmina	Oval, oval-elíptica a elíptica	Largo-ovadas ou lanceoladas <sup>1</sup>
	Indumento do pecíolo	Ferrugíneo a rubiginoso	Alvo <sup>1</sup>
	Ápice da lâmina	Agudo	Acuminado <sup>1</sup>
Caulo	Indumento	Glabrescente, ferrugíneo a rubiginoso	Tomentoso, alvo <sup>1</sup>
	Acúleos	Comprimidos lateralmente na base e recurvos no ápice	Cônicos <sup>1</sup>
Raiz	Textura	Estrias e cicatrizes em saliências ovóides	Estrias e rugosidades <sup>1</sup> ; levemente sulcada longitudinalmente, fendas transversais e cicatrizes <sup>2</sup>

**Legenda:** <sup>1</sup> Nurit (2006); <sup>2</sup> Farmacopéia brasileira 1ªed..

A morfologia das paredes celulares em *Solanum* é muito variável, como registrado por Ahmad (1964) com base na análise da epiderme de vinte e duas espécies. Em *Solanum paludosum* a epiderme da lâmina foliar, em vista frontal, possui paredes celulares anticlinais sinuosas, na face adaxial, e poligonais retas, na face abaxial (Quadro 3). Apesar da dificuldade de observação do padrão de contorno das células epidérmicas, devido à grande quantidade de tricomas na

lâmina foliar, estas características são importantes na identificação correta da espécie, principalmente, quando associadas à diversidade de tricomas, à vascularização do pecíolo, além da localização e tipos de inclusões celulares.

O estudo anatômico dos órgãos vegetativos de *Solanum paludosum* revelou que sua organização geral reflete as características da família Solanaceae, como lâminas foliares dorsiventrais com padrão de distribuição dos estômatos hipostomático, estômatos anomocíticos, feixes vasculares bicolaterais, e uma diversidade de tricomas, além da presença de fibras esclerenquimáticas, formando um anel contínuo ou não, em torno do sistema vascular, e da presença de cristais agrupados em areia cristalina, de acordo com Metcalfe e Chalk (1950).

O mesofilo do tipo dorsiventral, com uma série de parênquima paliádico, e numerosas séries de parênquima esponjoso, corresponde ao padrão referido por Metcalfe e Chalk (1950) para Solanaceae, que também é similar ao já descrito para outras espécies de *Solanum*, como *S. juvenale* Thell. (COSA; BRUNO; DOTTORI, 1998), *S. variable* Mart. (FURLAN; KATO; OLIVEIRA, 1999), *S. palinacanthum* Dunal e *S. sisymbriifolium* Lam. (COSA et al., 2002), *S. acerifolium* Dunal, *S. agrarium* Sendtn., *S. capsicoides* All. e *S. mammosum* L. (GRANADA-CHACÓN; BENÍTEZ DE ROJAS, 2004).

Espécies de *Solanum* geralmente possuem estômatos do tipo anisocítico ou anomocítico de acordo com Metcalfe e Chalk (1950), sendo o tipo anomocítico encontrado na espécie em estudo, na face abaxial da folha.

O padrão de distribuição dos tecidos de sustentação, como o colênquima e esclerênquima, observado em *Solanum paludosum* foi semelhante ao relatado por Nurit (2006) para três espécies de *Solanum* de distintos táxons

infragenéricos, inclusive *S. paniculatum*. Entretanto, o colênquima presente na região cortical do caule apresenta um espessamento do tipo anelar é um caráter bastante distintivo para *S. paludosum*, em comparação com *S. paniculatum*.

**Quadro 3.** Caracteres microscópicos diferenciais entre os órgãos vegetativos de *Solanum paludosum* e *Solanum paniculatum*.

	Caracteres	<i>Solanum paludosum</i>	<i>Solanum paniculatum</i>
Folha	Contorno das células epidérmicas na face adaxial	Sinuosa	Poligonal reta <sup>1</sup>
	Contorno das células epidérmicas na face abaxial	Poligonal reta	Ondeadas <sup>1</sup>
	Secção transversal (regiões distal e mediana)	Plano-convexo	Levemente biconvexo <sup>1</sup>
	Tricomas da lâmina na face adaxial	Porrecto-estrelados, estrelado-glandulares sésseis; e raramente glandulares estipitados	Porrecto-estrelados, sésseis; e glandulares estipitados clavados <sup>1</sup>
	Tricomas da lâmina na face abaxial	Estrelados, e estrelado-glandulares com ramos glandulares basais, estipitados	Porrecto-estrelados, longo estipitados <sup>1</sup>
Caule	Secção transversal na região proximal	Cilíndrico	Plano-convexo <sup>1</sup>
	Região cortical adjacente a epiderme	Colênquima anelar	Colênquima angular <sup>1</sup>
	Parênquima cortical	Areia cristalina e drusas	Areia cristalina <sup>1</sup>
Raiz	Região cortical adjacente a periderme	Ausência de células de esclerenquimáticas	Presença de células esclerenquimáticas isoladas e esparsas <sup>1,2</sup>
	Súber	Desenvolvido	Pouco desenvolvido <sup>1,2</sup>
	Estrutura do xilema	Monarca	Hexarca <sup>1</sup>

**Legenda:** <sup>1</sup> <sup>1,2</sup> Nurit (2006); <sup>2</sup> Farmacopéia brasileira 1ªed..

O caule, em estrutura secundária, apresentou uma epiderme unisseriada e o sistema vascular com organização do tipo sifonostélica contínua, anfiflóica, similar ao encontrado em *Solanum caavurana* por Nurit (2006), *S. paniculatum* e *S. rhytidoandrum* por Nurit-Silva, Basílio e Agra (2007). Todavia, difere do padrão observado em *S. variable* por Furlan, Kato e Oliveira (1999) que é do tipo sifonostélica descontínua, anfiflóica.

A raiz, em estrutura secundária, apresentou um súber bastante desenvolvido em *S. paludosum*, distinto daquele observado em *S. paniculatum* por Nurit-Silva, Basílio e Agra (2007), e em *S. caavurana* e *S. rhytidoandrum* (Nurit, 2006) que é pouco desenvolvido.

A estrutura monarca do xilema apresentou-se diferente das três espécies de *Solanum* estudadas por (Nurit, 2006), que são pentarca em *S. paniculatum* e *S. caavurana*, e tetarca em *S. rhytidoandrum*, e também de *Solanum juvenale* que apresentou uma estrutura triarca de acordo com Cosa, Bruno e Dottori (1998).

# *Parte 2*

## *6. Resultados e Discussão*

## 6.1. Caracterização dos Alcalóides

As frações 23-97, 99-113 e 189-215 (Quadro 1) obtidas do SPD-BuOH-HID foram solubilizadas em MeOH a quente, e após o resfriamento das soluções observou-se o aparecimento de um precipitado, que após recristalização com MeOH a quente obteve-se três compostos majoritários codificados alcalóide A, B e C.

O alcalóide A, p.f. 238-240°C, foi isolado na forma de microcristais branco.

O espectro de massa IE do alcalóide A mostrou além do  $M^+$  em  $m/z$  413, fragmentos significativos em  $m/z$  138 e 114, típicos de alcalóides com esqueleto esteroide do tipo espirostano, como a solasodina (RIPPERGER; SCHREIBER, 1981).

O espectro de RMN  $^{13}C$  do alcalóide A (Quadro 4) mostrou 27 picos correspondentes a presença de 27 carbonos na molécula, indicando que se trata de um isômero da solasodina. Os deslocamentos químicos observados no espectro de RMN  $^{13}C$  para o alcalóide A (Quadro 4) são muito semelhantes aos referidos para a solasodina, exceto para aqueles dos carbonos do anel F, sugerindo a possibilidade de uma estereoquímica diferença entre eles nesta região.

Uma pesquisa bibliográfica revelou que o p.f. e os deslocamentos químicos de RMN  $^{13}C$  do alcalóide A são idênticos às do tomatidenol ou  $\Delta^5$ -tomatidina (Fig. 11), Entretanto, o alcalóide A trata-se de tomatidenol, composto bastante comum em *Solanum*.

O alcalóide B, p.f. 217-218°C, foi isolado na forma de microcristais branco.

O espectro de massa do alcalóide B revelou o  $M^+$  em  $m/z$  429 e significativo picos em  $m/z$  154 e 130, entre outros.

Os fragmentos em  $m/z$  154 e 130 estão 16 unidades de massa acima dos picos em  $m/z$  138 (154-16) e 114 (130-16), característico de esqueleto esteroidal do tipo espirostano, como a solasodina. O pico base do alcalóide B aparece em  $m/z$  114 (100%), provavelmente devido à perda facilmente de um átomo de oxigênio. Isto sugere a presença de uma função OH no anel F. Esta perda não foi observada no espectro de massa de solaparnaina (BHATTACHARYYA, 1985), que também contém uma função OH no anel F, mas mostra o pico base em  $m/z$  130 (100%). A facilidade em perder a função OH do alcalóide B, sugere fortemente a sua ligação ao nitrogênio, no anel F. Portanto, o alcalóide B pode ser *N*-hidroxisolasodina. O espectro de RMN  $^{13}C$  do alcalóide B (Quadro 4) é praticamente idêntico ao do espectro de *N*-hidroxisolasodina (Figura 11), confirmando que o alcalóide B trata-se de *N*-hidroxisolasodina (RIPPERGER; PORZEL, 1991).

Esta é apenas a terceira vez que *N*-hidroxisolasodina foi encontrado na natureza, tendo sido isolado anteriormente apenas de raízes de *Solanum canense* e *Solanum fraxinifolium* (RIPPERGER; PORZEL, 1992), espécies de *Solanum* subg. *Solanum*, sect. *Basarthrum*, mostrando que a *N*-hidroxisolasodina não pode ser um marcador quimiotaxonômico desta secção.

O p.f. 206-209°C reportado por Ripperger e Porzel (1991) é consideravelmente menor do que o p.f. da amostra isolada (alcalóide B), sugerindo que a *N*-hidroxisolasodina foi obtida num maior grau de pureza.

O alcalóide C, p.f. 253-255 °C, foi isolado na forma de microcristais brancos.

O espectro de massa FAB mostrou picos em  $m/z$  592 ( $M^+H$ ), 576 (592-16), 430 (592-162) e 414 (576-162), entre outros. A perda de 162 u.m.a. sugere fortemente a presença de uma unidade de hexose. Além disso, a perda facilmente de 16 u.m.a. resultando no fragmento  $m/z$  576, indica a presença de O (OH) no esqueleto do alcalóide C. O fragmento  $m/z$  414 ( $413+H^+$ ) sugere a natureza do esqueleto do alcalóide C, como sendo do tipo espirostano, solasodina.

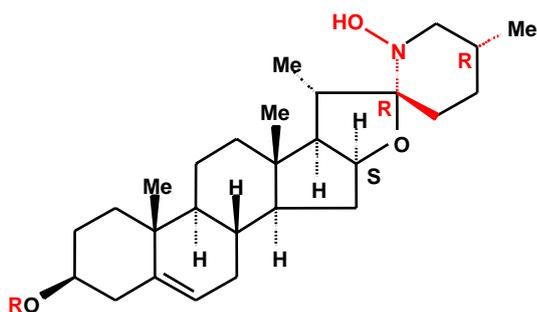
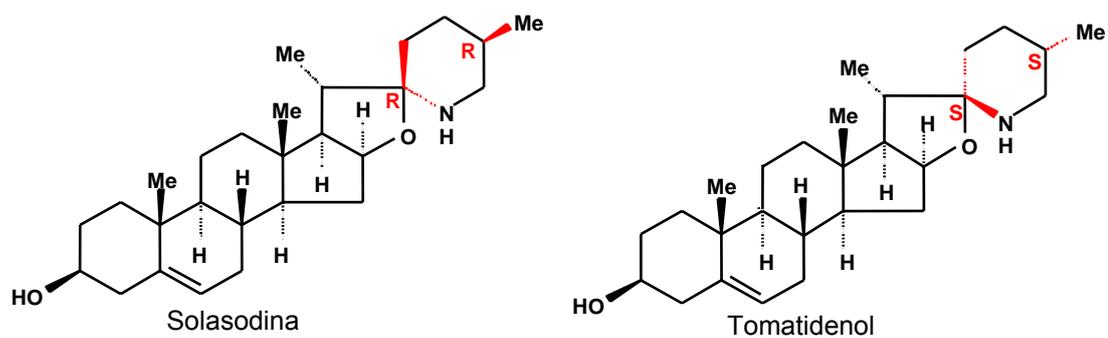
O espectro de RMN  $^{13}C$  (125 MHz, DMSO- $d_6$ ) do alcalóide C demonstrou os seguintes deslocamentos ( $\delta$ ): 140.7, 121.7, 102.3, 100.7, 98.6, 79.0, 76.8, 76.4, 73.8, 70.5, 63.7, 61.8, 56.0, 50.4, 48.0, 42.7, 40.1, 40.0, 38.7, 37.4, 37.0, 36.8, 32.5, 32.2, 31.8, 31.7, 29.6, 21.0, 19.2, 19.1, 17.6, 16.5 ppm. A presença de uma unidade de hexose pôde ser confirmada pelos sinais em  $\delta$  102.3, 76.8, 76.4, 73.8, 70.5, 61.8 ppm. Estes valores certamente são devido à presença de  $\beta$ -D-glicose (AGRAWAL; BANSAL, 1989). A ligação desta unidade de glicose na posição C-3 do esqueleto espirostano pôde ser confirmada pelo sinal em  $\delta$  79.0 ppm.

*N*-hidroxisolamargina foi isolado de *Solanum robustum* (RIPPERGER, 1995), junto com *N*-hidroxisolasodina, alcalóide B. Além disso, solamargina também foi encontrado em *S. paludosum* (VALVERDE et al., 1993). Estes dados, quando associado aos dados físicos e espectroscópicos descritos para o alcalóide C, indicam fortemente que o mesmo seja 3- $\beta$ -D-glicosídeo-*N*-hidroxisolasodina, resultado da hidrólise parcial do SPD-BuOH.

**Quadro 4.** Deslocamentos químicos de  $^{13}\text{C}$  dos alcalóides isolado de *Solanum paludosum* Moric.

Carbono	Solasodina <sup>1</sup>	Tomatidenol (alcalóide A)	N-hidroxi-solasodina (alcalóide B)
1	37.8	37.3	37.4
2	32.5	30.9	31.2
3	71.3	71.4	71.2
4	43.3	42.2	41.8
5	140.0	141.1	141.1
6	121.0	121.2	121.2
7	32.5	32.1	31.8
8	32.4	31.5	31.2
9	50.6	50.2	50.3
10	37.0	36.7	36.8
11	21.3	20.9	20.9
12	40.2	40.0	39.8
13	40.7	41.8	40.8
14	56.8	56.0	56.6
15	31.8	32.7	32.1 l
16	78.9	78.7	85.3
17	63.6	62.1	62.5 l
18	16.5	16.7	16.1 l
19	19.6	19.4	19.1
20	41.7	43.1	41.9
21	15.6	15.7	12.8
22	98.3	99.1	103.7
23	34.6	26.7	33.5 l
24	31.0	28.5	28.5
25	31.6	31.5	29.1 l
26	48.1	50.2	59.3 l
27	19.6	19.4	17.5

**Legendas:** l = largo; <sup>1</sup>(RIPPERGER; PORZEL, 1991).



**R** = H, *N*-hidroxisolasodina

**R** =  $\beta$ -*D*-glicose, 3- $\beta$ -*D*-glicosídeo-*N*-hidroxisolasodina

**Figura 11.** As estruturas químicas de solasodina, tomatidenol, *N*-hidroxisolasodina, e 3- $\beta$ -*D*-glicosídeo-*N*-hidroxisolasodina.

## *7. Conclusões*

No estudo farmacobotânico de órgãos vegetativos de *Solanum paludosum* Moric., conclui-se que:

- Os caracteres morfológicos das folhas e caules, principalmente no que se refere ao indumento do pecíolo, forma da lâmina foliar, forma dos acúleos, e textura da raiz, em conjunto com o tipo de parede celular da lâmina foliar, contorno do pecíolo, tipo e distribuição dos tricomas, assim como, tipo de colênquima e presença de inclusões celulares na região cortical do caule, demonstrou ser características que podem ser empregadas na diferenciação desta espécie das demais pertencentes ao gênero, inclusive *S. paniculatum*;
- O estudo anatômico das folhas de *Solanum paludosum* reflete as características gerais da família Solanaceae, com relação ao tipo de mesofilo, distribuição estomática, tipo de estômato, sistema vascular, além da morfologia dos tricomas, tecido esclerenquimático formando um anel contínuo ou não, em torno do sistema vascular, e numerosas cristais agrupados, em areia cristalina;
- A presença de tricoma do tipo estrelado-glandulares com um ou mais raios laterais glandulares, é uma característica compartilhada pelas espécies de *Solanum* sect. *Erythrotrichum*;
- O tricoma do tipo estrelado-glandular, séssil, formado por quatro a seis raios glandulares, na face adaxial da lâmina foliar é distintivo para *S. paludosum*;

- Os alcalóides estão armazenados, principalmente, em células parenquimáticas e em maior quantidade nas cascas da raiz;

No estudo fitoquímico dos alcalóides da casca de raízes de *Solanum paludosum* Moric., observou-se que:

- Os alcalóides com esqueleto esteroidal, do tipo espirostano, são os constituintes majoritários;
- Tomatidenol é uma substância bastante comum em espécies de *Solanum*;
- *N*-hidroxisolasodina é uma substância bastante rara, está sendo aqui referida pela terceira vez em *Solanum*. Entretanto, como já foi isolada anteriormente em espécies pertencentes a outros subgêneros de *Solanum*, além do subgênero *Leptostemonum*, não pode funcionar como um marcador quimiotaxonômico no nível infragenérico.

# *Referências*

ADELSON, P.H. 1990. Medicine from Plants. **Science** 247(4942): 513.

AGRA, M. F. 1991. **Estudo taxonômico do gênero *Solanum* L. (Solanaceae) em João Pessoa, Paraíba, Brasil.** Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

AGRA, M. F. 1999. Diversity and distribution of *Solanum* subgenus *Leptostemonum* in north-east Brazil. In: NEE, M.; SYMON, D.E.; LESTER, R.N.; JESSOP, J.P. (eds.). **Solanaceae IV.** Kew: Royal Botanic Gardens, p. 197-203.

AGRA, M.F. 2000. **Revisão Taxonômica de *Solanum* sect. *Erythrotrichum* Child (Solanaceae).** São Paulo, 292p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas (Botânica) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. São Paulo.

AGRA, M.F. 2004. Sinopse Taxonômica de *Solanum* sect. *Erythrotrichum* (Solanaceae). In: RANGEL-CH., J.O., AGUIRRE, J. C., ANDRADE. M.G..C; CAÑAS, D.G. (Org.). **Congresso Latinoamericano e II Colombiano de Botânica, VIII, 2004.** Bogotá, v. 1, p. 192-211.

AGRA, M.F.; BHATTACHARYYA, J. 1999. Ethnomedicinal and phytochemical investigation on the *Solanum* species in the Northeast of Brazil. In: NEE, M.; SYMON, D.E.; LESTER, R.N.; JESSOP, J.P. (Editors). **Solanaceae IV**, p. 341-343. Royal Botanic Gardens, Kew.

AGRA, M.F.; ROCHA, E.A.; FORMIGA, S.C.; LOCATELLI, E. 1994. Plantas medicinais dos Cariris Velhos, Paraíba, Parte I: subclasse Asteridae. **Revista Brasileira de Farmácia** 75 (3): 61-64.

AGRAWAL, P.K.; BANSAL, M.C. 1989. Flavonoid Glycosides. In: AGRAWAL, P.K. **Carbon-13 NMR of Flavonoids**. Elsevier: Amsterdam, p. 283-364.

AHMAD, K.J. 1964. Epidermal studies in *Solanum*. **Lloydia** 27: 243-250.

ALZERRECA, A., HART, G., 1982. Molluscicidal steroid glycoalkaloids possessing stereoisomeric spirosolane structures. **Toxicol. Lett.** 12: 151–155.

ATAIDE, J.R. 1982. **Atividade farmacologica dos extratos da Jurubeba-roxa, a *Solanum paludosum* Moric.** Dissertação (Mestrado em Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos). Laboratório de Tecnologia Farmacêutica. João Pessoa.

ATERINA, M.J.; SCHUMACHER, M.A.; TOMINAGA M.; ROSEN, T.A.; LEVINE, J.D.; JULIUS, D. 1997. The capsaicin receptor: a heat-activated ion channel in the pain pathway. **Nature** 389: 816–824.

BALANDRIN, F.M.; KLOCKE, J.A.; WURTELE, E.S.; BOLLINGER, W.H. 1985. Natural plant chemicals: Sources of industrial and medicinal materials. **Science** 228:1154–1160.

BASÍLIO, I. J. L. D.; NURIT, K.; AGRA, M. F. 2005. Estudo farmacobotânico das folhas de três espécies do gênero *Strychnos* L. (Loganiaceae) do Nordeste do Brasil. **Acta Farm. Bonaerense** 24: 356-365.

BASÍLIO, I.J.L.D.; NURIT, K.; BARACHO, G. S.; AGRA, M.F. 2003. Caracterização morfo-anatômica de *Spigelia anthelmia* L. (Loganiaceae), espécie da medicina popular na Paraíba, Brasil. **Rev. Nordestina Biol.** 17: 11-22.

- BHATTACHARYYA J. 1984. Isolation of Solasodine from the Fruits of *Solanum asperum* and *Solanum paludosum*. **J. Nat. Prod.** 47 (6): 1059-1060.
- BHATTACHARYYA, J. 1985. Structure of solaparnaine, a new spirosolane alkaloid from the green berries of *Solanum asperum* Vahl. **Heterocycles** 23:3111–3112.
- BOHS L. 2002. **Major clades in Solanum based on ndhF sequence analysis.** Monographs in Systematic Botany, Missouri Botanical Garden.
- BRUMMITT, R.K.; POWEL, C.E. 1992. **Authors of Plant Names.** Royal Botanic Gardens, Kew.
- CABRAL S.C.M.; AGRA M.F. 1999. Estudo farmacobotânico comparativo entre *Tabebuia impetiginosa* (DC.) Standl. e *Tabebuia aurea* (Manso) S. Moore.(Bignoniaceae). **Rev. Bras. Farm.** 80: 39-40.
- CABRAL, S.C.M.; AGRA, M.F. 1998. Etnomedicina e farmacobotânica das *Capparaceae* da caatinga paraibana, Brasil. **Rev. Bras. Farm.** 79: 2-6.
- CARVALHO, L.A.F.; COSTA, L.H.P.D.; DUARTE, A.C. 1996. Diversidade taxonômica das solanáceas que ocorrem no sudeste brasileiro - listagem dos táxons. **Revista Brasileira de Geografia** 58 (1): 95-110.
- CHAM, B.E. 1994. Solasodine glycosides as anti-cancer agents: preclinical and clinical studies. **Asia Pac. J. Pharmacol.** 9: 113-118.
- CHATAING, B.; CONCEPCION, J.L.; DE CRISTANCHO, N.B.; USUBILLAGA, A. 1999. Estudio clínico de la efectividad de extractos alcaloides obtenidos de los frutos

*Solanum americanum* Miller soberel *Herpes simplex*, *Herpes zoster*, and *Herpes genitalis*. **Rev. Facul. Farm.** 32: 18-25.

COELHO, V.P.M.; AGRA, M.F.; BARBOSA, M.R.V. 2006. Estudo farmacobotânico das folhas de *Tocoyena formosa* (Cham. & Schltdl.) K.Schum. (Rubiaceae). **Rev. Bras. Farmacogn.** 16: 170-177.

COSA, M.T.; BRUNO, G.; DOTTORI, N. 1998. Anatomía de órganos vegetativos en *Solanum juvenale* y su comparación con *S. elaeagnifolium* (Solanaceae). **Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica** 69 (1): 9-22.

COSA, M.T.; HADID, M.; DOTTORI, N.; BRUNO, G. 2002. Anatomía de órganos vegetativos en *Solanum palinacanthum*, *S. sisymbriifolium* y *S. euacanthum* (Solanaceae). **Anales del Instituto de Biología**, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica 73 (1): 27-38.

COUTINHO, D.F.; AGRA, M. F.; BARBOSA-FILHO, J.M.; BASÍLIO, I.J.L.D. 2006. Morfo-anatomia foliar de *Ocotea gardneri* (Meisn.) Mez (Lauraceae-Lauroidae). **Rev. Bras. Farmacogn.** 16: 178-184.

DELPORTE, C.; BACKHOUSE, N.; NEGRETE, R.; SALINAS, P.; RIVAS, P.; CASSELS, B.K.; SAN FELICIANO, A. 1998. Antipyretic, hypothermic and antiinflammatory activities and metabolites from *Solanum ligustrinum* Lood. **Phytother. Res** 12: 118-122.

DJERASSI, C. 1976. The Manufacture of Steroidal Contraceptives: Technical Versus Political Aspects. **Proc. Royal Soc. London B** 195: 175.

ESTEVEES-SOUZA, A.; SILVA, T.M.S.; ALVES, C.C.F.; DE CARVALHO, M.G.; BRAZ-FILHO, R.; ECHEVARRIA, A. 2002. Cytotoxic activities against Ehrlich carcinoma and human K562 leukemia of alkaloids and flavonoid from two solanum species. **J. Braz. Chem. Soc.** 13: 838-842.

FAHN, A. **Plant Anatomy**. 2 ed. Pergaman Press. Great Britain, 1974.

FORMAN, L.; BRIDSON, D. 1989. **The herbarium handbook**. Great Britanic: Royal Botanic Gardens, Kew.

FREITAS, P.F.; AGRA, M.F. 2002. Etnomedicina e farmacobotânica das Convolvulaceae da caatinga paraibana, Brasil. **Rev. Bras. Farm.** 83: 57-65.

FRIEDMAN, M.; MCDONALD G. M. 1997. Potato glycoalkaloids: chemistry, analysis, safety and plant physiology. **Critical Reviews in Plant Science** 16: 55-132.

FURLAN, C.M., KATO, E.T.M.; OLIVEIRA, F. 1999. Caracterização farmacognóstica da droga e do extrato fluido de *Solanum variable* Mart. Parte I. **Lecta** 17:9-35.

GOTTLIEB, O.R.; KAPLAN, M.A.C. 1990. Amazônia: Tesouro químico a preservar. **Ciência hoje** 61: 17-29.

GRANADA-CHACÓN, W.A.; BENÍTEZ DE ROJAS, C.E. 2004. Anatomia foliar de cuatro especies de *Solanum* L. seccion *Acanthophora* Dunal en Venezuela. **Acta Científica Venezolana** 55: 13-26.

HALBERSTEIN, R.R. 2005. Medicinal Plants: Historical and Cross-Cultural Usage Patterns. **Annals of Epidemiology** 15 (9): 686-699.

HUNZIKER, A.T. 2001. **The genera of Solanaceae**. Gantner Verlag.

IKEDA, T.; ANDO, J.; MIYAZONO, A.; ZHU, X.H.; TSUMAGARI, H.; NOHARA, T.; YOKOMIZO, K.; UYEDA, M. 2000. Anti-herpes virus activity of *Solanum* steroidal glycosides. **Biol. Pharm. Bull.** 23: 363-364.

JADHAV, S.J.; LUTZ, S.E.; MAZZA, G.; SALUNKHE, D.K. 1997. Potato Glycoalkaloids: chemical, analytical, and biochemical perspectives. **ACS Symposium Series** 662: 94-114.

JOACHIMOVITS, R. 1954. The uterotonic activity of several Brazilian plants including the Brazilian form of *Spartium junceum*. **Science Pharm** 22: 7-18.

JOHANSEN, D.A. 1940. **Plant microtechnique**. New York, McGraw-Hill, 523 p.

KOHARA, A.; NAKAJIMA, C.; YOSHIDA, S.; MURANAKA, T. 2007. Characterization and engineering of glycosyltransferases responsible for steroid saponin biosynthesis in Solanaceous plants. **Phytochemistry** 68: 478–486.

KUHN, R.; LOEW, I.; TRISCHMAN, H. 1952. Degradation of tomatidine to tigogenin lactone. **Chem. Ber.** 85: 416-424.

KUPCHAN, S.M.; BARBOUTIS, S.J.; KNOX, J.R.; LAU, C.A. 1965.  $\beta$ -solamarine: tumor inhibitor isolated from *Solanum dulcamara*. **Science** 150: 1827-1828.

LEAL, C.K.A.; AGRA, M.F. 2005. Estudo farmacobotânico comparativo das folhas de *Jatropha molissima* (Pohl) Baill. e *Jatropha ribifolia* (Pohl) Baill. (Euphorbiaceae). **Acta Farm. Bonaerense** 24: 5-13.

LI-FENG, L.; CHIA-HUA, L.; LI-YEN, S.; WEI-LING, L.; CHIH-CHAO, L.; KOU-WHA, K. 2004. Action of solamargine on human lung cancer cells – enhancement of the susceptibility of cancer cells to TNFs. **FEBS Letters** 577: 67–74.

LOCATELLI, E.M.; AGRA, M.F. 1995. Estudo farmacobotânico comparativo entre *Gomphrena demissa* Mart. e *Gomphrena vaga* Mart. (Amaranthaceae). **Rev. Bras. Farm.** 76: 112-114.

MAGA, J.A., 1994. Glycoalkaloids in Solanaceae. **Food Rev. Int.** 10: 385–418.

MAHATO, S.B.; GANGULY, A.N.; SAHU, N.P. 1982. Steroid saponins. **Phytochemistry** 21: 959-978.

MAITI, R.K., VILLARREAL, R.L., TREVIÑO, V.A., VALADES-CERDA, M.C. 2002. Some aspects on pharmacognosy of ten species of the family Solanaceae utilized in traditional medicine. **Caldasia** 24 (2): 317-321.

MENTZ, L.A.; OLIVEIRA, P.L. 2004. *Solanum* (Solanaceae) na Região Sul do Brasil. **Pesquisas (Botânica)** 54: 5-327.

MENTZ, L.A.; OLIVEIRA, P.L.; SILVA, M.V. 2000. Tipologia dos tricomas das espécies do gênero *Solanum* (Solanaceae) na região Sul do Brasil. **Iheringia (Serie Botânica)** 54: 75-106.

MESIA-VELA, S.M.; SANTOS, M.T.; SOUCCAR, C.; LIMA-LANDMAN, M.T.R.; LAPA, A.J. 2002. *Solanum paniculatum* L. (Jurubeba): potent inhibitor of gastric acid secretion in mice. **Phytomedicine** 9 (6): 508-514.

METCALFE, C.R.; CHALK, L. 1979. **Anatomy of the dicotyledons**. v. 1. Oxford: Clarendon Press.

METCALFE, C.R.; CHALK, L. 1950. **Anatomy of the dicotyledons**. Vol. 2. Oxford: Clarendon Press.

MORRIS, S.C.; LEE, T.H. 1984. The toxicity and teratogenicity of Solanaceae glycoalkaloids, particularly those of the potato (*Solanum tuberosum*): a review. **Food Technology in Australia** 36: 118-124.

NURIT-SILVA, K.; BASÍLIO, I.J.L.D.; AGRA, M.F. 2007. Estudo farmacobotânico comparativo entre *Solanum paniculatum* L. e *Solanum rhytidandrum* Sendtn. **Revista Brasileira de Biociências** 5: 243-245.

OLIVEIRA, F.; AKISUE, G.; AKISUE, M.K. 1991. Farmacognosia. São Paulo: Atheneu.

OLMSTEAD, R.G.R., SPRANGLER, E., BOHS, L., PALMER, J.D. 1999. Phylogeny and provisional classification of the Solanaceae based on chloroplast DNA. In: Nee M, Symon DE (eds) **Solanaceae IV**. Kew: Royal Botanic Gardens, p. 111–138.

OSMAN, S.F., 1983. Potato glycoalkaloids. **Food Chem.** 11: 235–247.

PAQUIN, R.; LACHANCE, R. A. 1964. Effects of potato glycoalkaloids on the growth of *Corynebacterium sepedonicum*. **Can. J. Microbiol.** 10: 115-122.

PHARMACOPÉIA BRASILEIRA. 1929. São Paulo: Nacional. 1149 p.

PROCÓPIO, S.O.; SILVA, E. A. M.; SILVA, A. A.; FERREIRA, E. A. 2003. **Anatomia foliar de plantas daninhas do Brasil**. Vol. I. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa.

RIPPERGER H. 1995. Steroid alkaloid glycosides from *Solanum robustum*. **Phytochemistry** 39 (6): 1475-1477.

RIPPERGER, H.; PORZEL, A. 1991. (23s)-23-hydroxysolasodine from two *Solanum* species. **Phytochemistry**, v. 30, n. 4, p. 1299-1301.

RIPPERGER, H.; PORZEL, A. 1992. N-Hydroxysolasodine from *Solanum robustum*. **Phytochemistry** 31: 837-1839.

RIPPERGER, H.; SCHREIBER, K. 1968. Structure of paniculonin A and B, two new spirostan glycosides from *Solanum paniculatum*. **Chemische Berichte**. 100: 240-245.

RIPPERGER, H.; SCHREIBER, K. 1981. *Solanum* steroid alkaloids. In: **The alkaloids; chemistry and physiology**, Vol. XIX, Manske, R. H. F.; Rodrigo, R. G. A. (eds.). Academic Press, New York. pp. 81-192.

RIPPERGER, H.; SCHREIBER, K.; BUDZIKIEWICZ, H. 1967. *Solanum* alkaloids LXXIX, jurubine, a nitrogen containing steroid saponin with a new type of structure from *Solanum paniculatum*: structure of paniculidine. **Chemische Berichte**. 101: 1725-1740.

RODDICK, J.G. 1991. The Importance of the Solanaceae in Medicine and Drug Therapy. In HAWES, J.G., LESTER, R.N., NEE, M., ESTRADA, N.R (eds.). **Solanaceae III**. Royal Botanic Gardens, Kew, p. 7-23.

ROE, K. 1971. Terminology of hairs in the genus *Solanum*. **Taxon** 20 (4): 501-508.

SATO, Y.; KATZ, A.; MOSSETIG, E. 1951. Degradation of solasodine. **J. Am. Chem. Soc.** 74: 538-539.

SCHREIBER, K. 1968. Steroid alkaloids: The *Solanum* group. In: The alkaloids; chemistry and physiology, Vol. X, Manske, R. H. F. (ed.). Academic Press, New York. pp. 1-192.

SCHREIBER, K.; RIPPERGER, H. 1966. Solanum alkaloids LXVIII. Jurubine a novel type of steroidal saponin with (25S)-3 $\beta$ -amino 5 $\alpha$ -furostan-22 $\alpha$ , 26-diol-O(26)-glucopyranoside structure from *Solanum paniculatum* L. **Tetrahedron Letters** 7 (48): 5997-6002.

SCHWEIGGERT, U., CARLE, R.; SCHIEBER, A. 2006. Characterization of major and minor capsaicinoids and related compounds in chili pods (*Capsicum frutescens* L.) by high-performance liquid chromatography/atmospheric pressure chemical ionization mass spectrometry. **Analytica Chimica Acta** 557: 236–244.

SEITHE, A. 1979. Hair types as taxonomic characters in *Solanum*. In: HAWKES, J. G.; LESTER, R. N.; SKELDING, A. D. **The Biology and Taxonomic of the Solanaceae**. London: Academic Press, p. 307-319.

SILVA, J.L.V.; SILVA, B. A.; CAVALCANTE, F.A.; MACÊDO, L.S.; DUARTE, J.C.; SILVA, T.M.S. 2002a. Investigação da atividade espasmolítica em *Solanum paludosum* Moric. (Solanaceae): Estudo comparativo entre os extratos etanólico e metanólico. In: SOUZA, M. F.V. **Iniciados**. 8 ed. João Pessoa: Editora Universitária/UFPB, p. 223-237.

SILVA, T.M.S., BRAZ-FILHO, R., CARVALHO, M.G., AGRA, M.F. 2002b. Constituintes químicos do extrato acetato de etila das partes aéreas de *Solanum paludosum* Moric. **Rev. Bras. Farmacog.** 5 (12): 85–86.

SILVA, T.M.S., BRAZ-FILHO, R., CARVALHO, M.G., AGRA, M.F. 2002c. Flavonoids and an alkamide from *Solanum paludosum* Moric. **Biochemical Systematic and Ecology** 30 (5): 479–481.

SILVA, K.N.; AGRA, M.F. 2005. Estudo farmacobotânico comparativo entre *Nicandra physalodes* (L.) Gaertn. e *Physalis angulata* L. (Solanaceae). **Rev. Bras. Farmacog.** 15: 344-351.

SILVA, K.N.; AGRA, M. F.; BARACHO, G. S. 2002. Estudo etnomedicinal e farmacobotânico comparativo entre *Passiflora foetida* L. e *Passiflora cincinnata* Mast. (Passifloraceae). **Rev. Bras. Farm.** 83: 51-55.

SILVA, T. M. S.; BATISTA, M. M.; CAMARA, C. A.; AGRA, M. F. 2005. Molluscicidal activity of some Brazilian *Solanum* spp. (Solanaceae) against *Biomphalaria glabrata*. **Annals of Tropical Medicine and Parasitology** 99 (4): 419-425.

SILVA, K.N. 2006. **Estudo farmacobotânico de três espécies de *Solanum* L. (solanaceae) e triagem farmacológica da atividade espasmolítica de *Solanum***

***paniculatum* L.** Dissertação (Mestrado em Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos)

- Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

STENGLEIN, S.A. 2001. Características epidérmicas de la hoja de las espécies medicinales del género *Solanum* L. (Solanaceae) de la Provincia Biogeográfica Pampeana. **Acta Farmacêutica Bonaerense** 20 (4): 265-274.

SVENDSEN, A.B.; VERPOORTE, R. 1983. **Cromatography of Alkaloids**. New York: Elsevier Scientific Publishing Company.

THORNE, H.V.; CLARKE, G.F.; SKUCE, R. 1985. The inactivation of *Herpes simplex* virus by some Solanaceae glycoalkaloids. **AntiViral Res.** 5: 335-343.

VALVERDE, M.; LAVAUD, C.; BOUSTIE, J.; EL BADAQUI, H.; MUGUET, B.; HENRY, M. 1993. Solamargine: the main glycoalkaloid from the fruits of *Solanum paludosum*. **Planta Med.** 59(5): 483-484.

VIEIRA, R.F. 1993. **Espécies medicinais prioritárias para conservação – Levantamento preliminar**. Brasil. CENARGEN (comunicado técnico). 14 p.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)