

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**BIOENSAIOS DE *Pilosocereus gounellei* (WEBER) BYLES & ROWLEY  
(PARÂMETROS FITOQUÍMICOS, TOXICOLÓGICOS,  
MICROBIOLÓGICOS, HEMATOLÓGICOS E BIOQUÍMICOS)**

Linderfrance Jesus de Oliveira

Recife-PE  
Fevereiro, 2011

LINDERFRANCE JESUS DE OLIVEIRA

**BIOENSAIOS DE *Pilosocereus gounellei* (WEBER) BYLES  
& ROWLEY (PARÂMETROS FITOQUÍMICOS,  
TOXICOLÓGICOS, MICROBIOLÓGICOS,  
HEMATOLÓGICOS E BIOQUÍMICOS)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Ciências Farmacêuticas.

Área de Concentração: Avaliação e Obtenção de Produtos Naturais e Bioativos

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dra. Ivone Antônia de Souza  
Coorientador: Prof<sup>o</sup> Dr. Haroudo Satiro Xavier

Recife-PE

Fevereiro, 2011

Oliveira, Linderfrance Jesus de

Bioensaios de *Pilosocereus gounellei* (Weber) Byles & Rowley (Parâmetros fitoquímicos, toxicológicos, microbiológicos, hematológicos e bioquímicos) / Linderfrance Jesus de Oliveira. – Recife: O Autor, 2011.  
89 folhas: il. graf. Tab. Fig. Quadro; 30 cm

Orientador: Ivone Antônia de Souza

Coorientador: Haroudo Satiro Xavier

Monografia (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CCS. Ciências Farmacêuticas, 2011.

Inclui bibliografia e apêndice.

1. *Pilosocereus gounellei*. 2. Cactaceae. 3. Perfil fitoquímico. 4. Toxicidade aguda. 5. Atividade Antimicrobiana. I. Souza, Ivone Antônia de. II. Xavier, Haroudo Satiro. III. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS

REITOR

Amaro Henrique pessoa Lins

VICE-REITOR

Gilson Edmar Gonçalves e Silva

PRÓ-REITOR PARA ASSUNTOS DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

Anísio Brasileiro de Freitas Dourado

DIRETOR DO CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Márcio Antônio de Andrade Coelho Gueiros

VICE-DIRETOR DO CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

José Thadeu Pinheiro

CHEFE DO DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS

Dalci José Brondanni

VICE-CHEFE DO DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS

Antônio Rodolfo de Farias

COORDENADOR DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS

Pedro José Rolim Neto

VICE-COORDENADOR DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS

Beate Seagesser Santos



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS  
FARMACÊUTICAS**

Recife, 28 de fevereiro de 2011.

Defesa de Dissertação de Mestrado defendida e **APROVADA**, por decisão unânime, em 28 de fevereiro de 2011 e cuja Banca Examinadora foi constituída pelos seguintes professores:

**PRESIDENTE ORIENTADOR E EXAMINADOR INTERNO: Prof. Dr. Ivone Antônia de Souza.**

(Deptº de Antibióticos da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE).

Assinatura: Ivone Antônia de Souza

**SEGUNDO EXAMINADOR INTERNO: Profª. Drª. Maria do Carmo Alves de Lima.**  
(Deptº de Antibióticos da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE).

Assinatura: Maria do Carmo Alves de Lima

**EXAMINADOR EXTERNO: Profª. Drª. Fálba Bernadete Ramos dos Anjos.**

(Deptº de Histologia e Embriologia da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE).

Assinatura: Fálba Bernadete Ramos dos Anjos

Dedico este trabalho a Deus por me conceder esta vitória em minha vida; a minha mãe Luíza, as minhas irmãs Lenilda e Lucileide, a minha sobrinha Laíse e aos meus cunhados Roberto e Jonas pelo carinho e incentivo dispensados.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Deus, criador de todo o universo e possuidor de infinita sabedoria, pois é através Dele que o conhecimento humano se aperfeiçoa e os objetivos são conquistados.

À minha mãe Luíza José de França pelo amor e apoio incondicionais, sempre estimulando a nunca desistir de nossos sonhos e conquistá-los pela perseverança, esforço e confiança no Senhor Jesus Cristo.

Ao meu pai Eduardo Oliveira, as minhas irmãs Lucileide Batista de Oliveira e Lenilda Margarida Gonçalves, a minha sobrinha Laíse Katharine Gonçalves e cunhado Roberto de Souza Gonçalves pelo carinho, incentivo e compreensão dispensados.

Ao meu cunhado Jonas de Albuquerque Barros e a Maria Augusta Barata pela contribuição na elaboração deste trabalho.

Aos meus Professores, Orientadora e Coorientador respectivamente, Ivone Antônia de Souza e Haroudo Satiro Xavier pela orientação, estímulo e confiança dispensados durante o curso desta pesquisa e pelas valiosas lições de vida compartilhadas.

Aos demais Professores do Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas (Obtenção e Avaliação de Produtos Naturais e Bioativos), pelas brilhantes exposições em sala de aula.

A Doutora Rita de Cássia Pereira, Curadora do Herbário do Instituto Agrônomo de Pernambuco, pela identificação do material botânico, a Doutora Ana Luíza Du Bocage e Olivia Cano, pela atenção dispensada.

À Iara Raquel Guerra, Clarissa Rodrigues Falbo, Isabella Pedrosa Barbosa, Ana Elizabeth Cunha, Edneide Maria da Silva e aos estagiários de Psicologia e de Serviço Social, Danielle Diniz, Tathyane Gleice da Silva, Ana Luísa Teixeira, Andrhea Danyelly Travasso, Maria Clara Batista, Paulo Trigueiro, Jacicleide Maria dos Santos, Mariana Marques da Hora, Maxwelly Correia Reis, Andressa Alves Bezerra, Patrícia Paes Barreto, Aline Muller Caraciolo, Raquel Cordeiro Nogueira, Pedro Rocha Baltar, Germanice Nunes de Souza, Débora Vanessa da Silva, Maria Cecília da Silva, pelas palavras de estímulo dispensadas.

A Dra. Ana Paula Lira Melo, Secretaria Executiva da Comissão Estadual Judiciária de Adoção e demais membros desta Comissão de Adoção; aos Juízes de Direito Humberto Costa Vasconcelos Júnior e Élio Braz Mendes; a Dra. Laíse Tarcila Rosa de Queiroz, representante do Ministério Público; aos funcionários Maria José de Araújo, Maria de Lourdes Costa, Maria Tereza de Figueirêdo, Rênia de Mesquita Valadares, Denise Pereira da Silveira, Benedita Navarro de Moraes, Paulo Sérgio dos Santos, pelo carinho, força e apoio durante toda realização da pesquisa.

A Margareth Valdevino e a estagiária Rosa Carolina Silva da Secretaria do Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas, pela atenção, dedicação e compreensão dispensadas durante todo Mestrado.

A Etni de Castro, as Bibliotecárias Berta Souto, Maria Dalva Pereira, Ielma Ferro, Sandra Santiago e demais funcionários da Biblioteca Central da UFPE, do CCS, do CCB, do IPA, da Biblioteca Central da UFRPE, pela valiosa colaboração no levantamento bibliográfico de livros, periódicos nacionais e internacionais, dissertações e teses imprescindíveis na elaboração deste trabalho.

Aos doutorandos Rosilma Araújo, Karen Cavalcanti, Eliane Carvalho, Antônio Marcos Saraiva e Gibson de Oliveira, aos mestrandos Isla Bastos, Evandro da Silva, Alan Lucena e Evanilson Feitosa, aos graduandos Grace Kelly da Silva, Cybelly de Melo, Luís Felipe Lima, Guilherme Rodrigues, Claudete Santana, Thiago Ferraz, Rúbia Beltrão, Fernando Wesley e a Janilson Batista funcionário do Biotério de Antibióticos pela valorosa contribuição na realização desta pesquisa.

A todos os colegas do Mestrado pelo convívio harmonioso e pela grande amizade desenvolvida no decorrer de nossa convivência.

A todos que, de algum modo, colaboraram para efetivação deste trabalho.

“Bem-aventurado o homem que encontra a sabedoria e o homem que adquire o conhecimento”.

(Provérbios 3:13)

## LISTA DE FIGURAS

### REVISÃO DE LITERATURA

|                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1</b> Visão geral de <i>P. gounellei</i> (xique-xique) na Caatinga nordestina | 23 |
| <b>Figura 2</b> Distribuição de <i>P. gounellei</i>                                     | 23 |
| <b>Figura 3</b> <i>P. gounellei</i>                                                     | 25 |
| <b>Figura 3A</b> Corte transversal caular                                               | 25 |
| <b>Figura 3B</b> Corte longitudinal caular                                              | 25 |
| <b>Figura 3C</b> Caule ramificado                                                       | 25 |
| <b>Figura 3D</b> Flores                                                                 | 25 |
| <b>Figura 3E</b> Frutos verdes                                                          | 25 |
| <b>Figura 3F</b> Fruto maduro                                                           | 25 |

### ARTIGO 1

|                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1</b> <i>P. gounellei</i> em seu <i>habitat</i> natural | 43 |
|-------------------------------------------------------------------|----|

### ARTIGO 2

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1</b> Determinação da Concentração Mínima Inibitória (CMI) dos extratos de caule e raízes de <i>P. gounellei</i> frente aos microrganismos 01 ( <i>Staphylococcus aureus</i> ), 06 ( <i>Micrococcus luteus</i> ), 71 ( <i>Mycobacterium smegmatis</i> ) e 138 ( <i>Enterococcus faecalis</i> ) | 60 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

### APÊNDICE A

|                                                                                                        |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1</b> <i>P. gounellei</i> . Cromatograma de terpenóides                                      | 69 |
| <b>Figura 1A</b> Extrato etanólico de caule                                                            | 69 |
| <b>Figura 1B</b> Extrato etanólico de raízes                                                           | 69 |
| <b>Figura 2</b> <i>P. gounellei</i> . Cromatograma de polifenóis                                       | 69 |
| <b>Figura 2A</b> Extrato etanólico de caule                                                            | 69 |
| <b>Figura 2B</b> Extrato etanólico de caule e de raízes                                                | 69 |
| <b>Figura 3A</b> <i>P. gounellei</i> . Aspecto da Afrogenicidade, após 2 horas de realização do ensaio | 70 |
| <b>Figura 3B</b> <i>P. gounellei</i> . Cromatograma de saponósidos                                     | 70 |
| <b>Figura 4</b> <i>P. gounellei</i> . Cromatograma de açúcares redutores                               | 70 |

|                                                                                                                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 5</b> Crescimento em Ágar Müller Hinton do microrganismo 01<br>( <i>Staphylococcus aureus</i> )                                                                       | 71 |
| <b>Figura 6</b> Crescimento em Ágar Müller Hinton do microrganismo 06<br>( <i>Micrococcus luteus</i> )                                                                          | 71 |
| <b>Figura 7</b> Crescimento em Ágar Müller Hinton do microrganismo 71<br>( <i>Mycobacterium smegmatis</i> )                                                                     | 72 |
| <b>Figura 8</b> Crescimento em Ágar Müller Hinton do microrganismo 138<br>( <i>Enterococcus faecalis</i> )                                                                      | 72 |
| <b>Figura 9</b> CMI do extrato etanólico de caule de <i>P. gounellei</i>                                                                                                        | 73 |
| <b>Figura 10</b> CMI do extrato etanólico de raízes de <i>P. gounellei</i>                                                                                                      | 73 |
| <b>ARTIGO 3</b>                                                                                                                                                                 |    |
| <b>Figura 1</b> Relação da letalidade do extrato etanólico caulinar de <i>P. gounellei</i> em camundongos albinos Swiss ( <i>Mus musculus</i> ), de acordo com a dose utilizada | 81 |

## LISTA DE QUADROS

### ARTIGO I

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Quadro 1</b> Sinonímias de <i>P. gounellei</i>                       | 41 |
| <b>Quadro 2</b> Sinonímias de <i>P. gounellei</i> ssp. <i>zehntneri</i> | 42 |
| <b>Quadro 3</b> Classificação botânica de <i>P. gounellei</i>           | 42 |
| <b>Quadro 4</b> Caracteres botânicos de <i>Pilosocereus gounellei</i>   | 44 |

### ARTIGO 2

|                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Quadro 1</b> Metabólitos secundários pesquisados na prospecção fitoquímica                        | 58 |
| <b>Quadro 2</b> Resultados obtidos na prospecção fitoquímica de caule e raízes e <i>P. gounellei</i> | 62 |

## LISTA DE TABELAS

### REVISÃO DE LITERATURA

|                                                                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 1</b> Valores médios de pH, cinzas, ácido ascórbico, sólidos solúveis e sólidos insolúveis das amostras de xique-xique | 27 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

### ARTIGO 2

|                                                                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 1</b> Resultados da análise antimicrobiana, por microorganismo, para os extratos etanólicos caulinar e de raízes de <i>P. gounellei</i> e padrão utilizados | 63 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 2</b> Concentração inibitória mínima do extrato etanólico caulinar de <i>P. gounellei</i> | 63 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 3</b> Concentração inibitória mínima do extrato etanólico de raízes de <i>P. gounellei</i> | 63 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

### ARTIGO 3

|                                                                                                                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 1</b> Letalidade do extrato etanólico caulinar de <i>P. gounellei</i> , administrado via intraperitoneal em camundongos albinos Swiss ( <i>Mus musculus</i> ), de acordo com a dose utilizada | 80 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                                                                                                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 2</b> Avaliação dos valores absolutos de parâmetros hematológicos segundo o grupo, após administração do extrato etanólico caulinar de <i>P. gounellei</i> , por via intraperitoneal, em camundongos albinos Swiss ( <i>Mus musculus</i> ) | 82 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                                                                                                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 3</b> Avaliação dos valores relativos de leucócitos segundo o grupo, após administração do extrato etanólico caulinar de <i>P. gounellei</i> , por via intraperitoneal, em camundongos albinos Swiss ( <i>Mus musculus</i> ) | 83 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                                                                                                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 4</b> Avaliação das variáveis bioquímicas segundo o grupo, após administração do extrato etanólico caulinar de <i>P. gounellei</i> , por via intraperitoneal em camundongos albinos Swiss ( <i>Mus musculus</i> ) | 83 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

### APÊNDICE B

|                                                                                                                                                                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 1</b> Principais reações comportamentais relacionadas às doses administradas na avaliação da toxicidade aguda do extrato etanólico caulinar de <i>P. gounellei</i> , por via intraperitoneal em camundongos Swiss ( <i>Mus musculus</i> ) | 88 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|                  |                                                |
|------------------|------------------------------------------------|
| ALP              | Alanina Amino Transferase                      |
| AST              | Aspartato Amino Transferase                    |
| CEEA             | Comitê de Ética Experimental Animal            |
| CET              | Cetoconazol                                    |
| CLSI             | Clinical and Laboratory Standards Institute    |
| CHCM             | Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média  |
| CMI (MIC)        | Concentração Mínima Inibitória                 |
| CCD              | Cromatografia em Camada Delgada                |
| DAUFPE           | Departamento de Antibióticos da UFPE           |
| DL <sub>50</sub> | Dose Letal Mediana                             |
| DMSO             | Dimetil sulfóxido                              |
| HCM              | Hemoglobina Corpuscular Média                  |
| IPA              | Instituto de Pesquisas Agronômicas             |
| IUCN             | International Union for Conservation of Nature |
| KN               | Kanamicina                                     |
| OMS (WHO)        | Organização Mundial de Saúde                   |
| rpm              | Rotação por minuto                             |
| SNA              | Sistema Nervoso Autônomo                       |
| SNC              | Sistema Nervoso Central                        |
| SNS              | Sistema Nervoso Simpático                      |
| SNP              | Sistema Nervoso Parassimpático                 |
| SPSS             | Statistical Package for the Social Sciences    |
| UV               | Ultravioleta                                   |
| VCM              | Volume Corpuscular Médio                       |

## LISTA DE SÍMBOLOS

|                                                                       |                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| AcOEt                                                                 | Acetato de Etila                                  |
| OHCOOH                                                                | Ácido Acético                                     |
| AcOH                                                                  | Ácido Fórmico                                     |
| Me <sub>2</sub> CO                                                    | Acetona                                           |
| n-BuOH                                                                | n-Butanol                                         |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>                                         | Óxido de Fósforo                                  |
| CaO                                                                   | Óxido de Cálcio                                   |
| AcOEt-OHCOOH-AcOH-H <sub>2</sub> O                                    | Acetato de Etila-Ácido Acético-Ácido Fórmico-Água |
| C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub> -Et <sub>2</sub> O-AcOH | Tolueno-Éter Etílico-Ácido Acético                |
| C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub> -AcOEt                  | Tolueno-Acetato de Etila                          |
| Me <sub>2</sub> CO-n-BuOH-Tampão fosfato pH 5,0                       | Acetona-n-Butanol-Tampão Fosfato pH 5,0           |

## RESUMO

O emprego de plantas medicinais por comunidades locais da região semi-árida nordestina tem incentivado pesquisadores a buscarem em espécies vegetais uma fonte alternativa para obtenção de compostos bioativos e produção de fármacos, de forma racional, em virtude da preservação desse recurso natural. De acordo com estudos etnobotânicos, dentre as plantas com potencial medicinal e de utilização popular, encontram-se as da família Cactaceae, destacando-se a espécie *Pilosocereus gounellei* (Weber) Byles e Rowley, apontado como fonte promissora no tratamento de diversas patologias, entre elas renal e prostática. A proposta deste trabalho foi determinar o perfil fitoquímico pela Cromatografia em Camada Delgada (WAGNER; BLADT, 1996; HARBORNE, 1998), com fases móveis distintas e reveladores específicos, analisar a atividade antimicrobiana pelo Método de Difusão em Meio Sólido de Bauer e Kirby (1966) do extrato etanólico de caule e raízes de *P. gounellei*, bem como a avaliar a toxicidade aguda, com determinação da DL<sub>50</sub>, pelo Método de Karber e Behrens (1964) e dos parâmetros hematológicos e bioquímicos caulinar. Triterpenos e polifenóis foram os constituintes ativos predominantes visualizados no estudo fitoquímico desse táxon. O extrato etanólico de caule e de raízes de *P. gounellei* apresentou atividade antimicrobiana para *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus luteus*, *Mycobacterium smegmatis* e *Enterococcus faecalis*, com melhor resposta para o infuso etanólico de raízes em relação ao caulinar, frente a *Micrococcus luteus* e *Mycobacterium smegmatis*. A avaliação da toxicidade aguda foi realizada em duas fases (preliminar e definitiva), com os animais submetidos a doses crescentes entre D1 e D2 para determinação da dose letal de 50% dos animais (DL<sub>50</sub>). As doses utilizadas foram 350, 750, 1500 e 3000 mg/kg de peso corporal. Nesse ensaio, foram observadas reações comportamentais características às apresentadas ao nível de sistema nervoso central e sistema nervoso autônomo. Foram analisados os parâmetros hematológicos estabelecidos, com a utilização de métodos de automação, e variação significativa apenas para hemácias e plaquetas após administração do extrato etanólico caulinar, via intraperitoneal, em camundongos albinos Swiss (*Mus musculus*). Na análise bioquímica por automação, os parâmetros que apresentaram alteração significativa foram as variáveis colesterol e triglicerídeos. Os resultados obtidos nessa pesquisa indicam *P. gounellei* como uma planta promissora de potencial terapêutico, com perspectivas para novas investigações biológicas, que possibilitem a descoberta de compostos bioativos.

**Palavras-chave:** *Pilosocereus gounellei*. Cactaceae. Perfil Fitoquímico. Toxicidade Aguda. Atividade Antimicrobiana.

## ABSTRACT

The use of medicinal plants by local communities in the northeastern semi-arid region has encouraged researchers to look at plant species to obtain an alternative source of bioactive compounds and production of drugs in a rational way, by virtue of preserving this natural resource. According to ethnobotanical studies, among plants with potential medicinal and popular use, are the family Cactaceae, highlighting the species *Pilosocereus gounellei* (Weber) Byles and Rowley, identified as a promising source for the treatment of several pathologies, including renal and prostate ones. The purpose of this study was to determine the phytochemical profile by Thin Layer Chromatography (WAGNER; BLADT, 1996; HARBORNE, 1998) with different mobile phases and revealing specifics, analyzed the antimicrobial activity by the method of solid medium diffusion of Bauer and Kirby (1966) the ethanol extract of stem and roots of *P. gounellei*, and to assess acute toxicity, determination of the LD<sub>50</sub> by the method of Karber and Behrens (1964) and hematological and biochemical parameters stem. Triterpenes and polyphenols are the active constituents viewed the predominant phytochemical study of this taxon. The ethanol extract of stem and roots of *P. gounellei* showed antimicrobial activity against *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus luteus*, *Mycobacterium smegmatis* and *Enterococcus faecalis*, with better response to ethanol infusions of roots in relation to the stem, against *Micrococcus luteus* and *Mycobacterium smegmatis*. The acute toxicity evaluation was performed in two phases (preliminary and final), with animals receiving increasing doses of D1 and D2 for determining the lethal dose 50% of animals (LD<sub>50</sub>). The doses used were 350, 750, 1500 and 3000 mg / kg body weight. In this assay, reactions were submitted to behavioral characteristics to the level of central nervous system and autonomic nervous system. We analyzed the hematological parameters established with the use of automation methods, and significant variation only for erythrocytes and platelets after administration of ethanol extract stem intraperitoneally into Swiss albino mice (*Mus musculus*). In the biochemical analysis by automation, the parameters that showed significant change were the variables cholesterol and triglycerides. The results obtained in this study indicate *P. gounellei* plant as a promising therapeutic potential, with prospects for new biological investigations, which allow the discovery of bioactive compounds

**Keywords:** *Pilosocereus gounellei*. Cactaceae. Phytochemistry. Acute Toxicity. Antimicrobial Activity.

## SUMÁRIO

|                                                                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 INTRODUÇÃO                                                                                                                                        | 20 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA                                                                                                                             | 21 |
| 2.1 Família Cactaceae                                                                                                                               | 21 |
| 2.2 Gênero <i>Pilosocereus</i> (Weber) Byles & Rowley                                                                                               | 21 |
| 2.3 <i>Pilosocereus gounellei</i> (Weber) Byles & Rowley                                                                                            | 22 |
| 2.4 Aspectos botânicos e ecológicos                                                                                                                 | 24 |
| 2.5 Caracteres físico-químicos                                                                                                                      | 26 |
| 2.6 Usos                                                                                                                                            | 27 |
| 2.7 Fitoquímica                                                                                                                                     | 28 |
| 2.8 Aspectos farmacológicos                                                                                                                         | 28 |
| 2.8.1 Toxicidade aguda                                                                                                                              | 28 |
| 2.8.1.1 <u>Avaliação da toxicidade aguda e determinação da DL-50</u>                                                                                | 28 |
| 2.8.2 Parâmetros hematológicos e bioquímicos                                                                                                        | 29 |
| 2.9 Aspectos microbiológicos                                                                                                                        | 29 |
| 2.9.1 Resistência bacteriana, multirresistência e agentes antimicrobianos                                                                           | 29 |
| REFERÊNCIAS                                                                                                                                         | 31 |
| 3 OBJETIVOS                                                                                                                                         | 37 |
| 3.1 Geral                                                                                                                                           | 37 |
| 3.2 Específicos                                                                                                                                     | 37 |
| 4 ARTIGO 1 Aspectos históricos, biológicos e importância etnofarmacológica da espécie <i>Pilosocereus gounellei</i> (Weber) Byles & Rowley: Revisão | 38 |
| RESUMO                                                                                                                                              | 38 |
| ABSTRACT                                                                                                                                            | 39 |
| 4.1 INTRODUÇÃO                                                                                                                                      | 40 |
| 4.2 HISTÓRICO                                                                                                                                       | 41 |
| 4.3 CARACTERES BOTÂNICOS                                                                                                                            | 43 |
| 4.4 IMPORTÂNCIA E USO POPULAR                                                                                                                       | 45 |
| 4.5 CONCLUSÃO                                                                                                                                       | 47 |
| REFERÊNCIAS                                                                                                                                         | 49 |

|                                                                                                                                                                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5 ARTIGO 2 Prospecção fitoquímica e avaliação da atividade antimicrobiana do extrato etanólico de caule e raízes de <i>Pilosocereus gounellei</i> (Weber) Byles & Rowley (Cactaceae)                                                 | 53 |
| <b>RESUMO</b>                                                                                                                                                                                                                        | 53 |
| <b>ABSTRACT</b>                                                                                                                                                                                                                      | 54 |
| 5.1 INTRODUÇÃO                                                                                                                                                                                                                       | 55 |
| 5.2 MATERIAL E MÉTODOS                                                                                                                                                                                                               | 56 |
| 5.1.1 Material botânico                                                                                                                                                                                                              | 56 |
| 5.2.2 Preparação do extrato bruto                                                                                                                                                                                                    | 57 |
| 5.2.2.1 Caule                                                                                                                                                                                                                        | 57 |
| 5.2.2.2 Raízes                                                                                                                                                                                                                       | 57 |
| 5.2.3 Perfil fitoquímico                                                                                                                                                                                                             | 57 |
| 5.2.4 Atividade antimicrobiana                                                                                                                                                                                                       | 58 |
| 5.2.4.1 Microrganismos teste                                                                                                                                                                                                         | 58 |
| 5.2.4.2 Padronização do inóculo                                                                                                                                                                                                      | 59 |
| 5.2.4.3 Teste de diluição em meio sólido                                                                                                                                                                                             | 59 |
| 5.2.4.4 Determinação da concentração inibitória mínima (CMI)                                                                                                                                                                         | 59 |
| 5.2.4.5 Análise estatística                                                                                                                                                                                                          | 61 |
| 5.3 RESULTADOS                                                                                                                                                                                                                       | 61 |
| 5.3.1 Perfil fitoquímico                                                                                                                                                                                                             | 61 |
| 5.3.2 Atividade antimicrobiana                                                                                                                                                                                                       | 62 |
| 5.4 DISCUSSÃO                                                                                                                                                                                                                        | 64 |
| 5.5 CONCLUSÃO                                                                                                                                                                                                                        | 65 |
| <b>REFERÊNCIAS</b>                                                                                                                                                                                                                   | 66 |
| <b>APÊNDICE A</b>                                                                                                                                                                                                                    | 69 |
| 6 ARTIGO 3 Avaliação da toxicidade aguda e dos parâmetros hematológicos e bioquímicos do extrato etanólico caulinar de <i>Pilosocereus gounellei</i> (Weber) Byles e Rowley (Cactaceae) em camundongos Swiss ( <i>Mus musculus</i> ) | 76 |
| <b>RESUMO</b>                                                                                                                                                                                                                        | 74 |
| <b>ABSTRACT</b>                                                                                                                                                                                                                      | 75 |
| 6.1 INTRODUÇÃO                                                                                                                                                                                                                       | 76 |
| 6.2 MATERIAL E MÉTODO                                                                                                                                                                                                                | 77 |

|                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>6.2.1 Material botânico</b>                                               | 77 |
| <b>6.2.2 Preparação do extrato bruto</b>                                     | 77 |
| <b>6.2.3 Animais</b>                                                         | 77 |
| <b>6.2.4 Avaliação da toxicidade aguda e determinação da DL<sub>50</sub></b> | 78 |
| 6.2.4.1 <i>Parâmetros hematológicos e bioquímicos</i>                        | 78 |
| 6.2.4.2 <i>Análise estatística</i>                                           | 79 |
| <b>6.3 RESULTADOS</b>                                                        | 79 |
| <b>6.3.1 Toxicidade aguda</b>                                                | 79 |
| 6.3.1.1 <i>Parâmetros hematológicos e bioquímicos</i>                        | 81 |
| 6.3.1.1.1 <u>Análise dos parâmetros hematológicos</u>                        | 81 |
| 6.3.1.1.2 <u>Análise dos parâmetros bioquímicos</u>                          | 83 |
| <b>6.4 DISCUSSÃO</b>                                                         | 84 |
| <b>6.5 CONCLUSÃO</b>                                                         | 85 |
| <b>REFERÊNCIAS</b>                                                           | 86 |
| <b>APÊNDICE B</b>                                                            | 88 |
| <b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>                                                | 89 |

## 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento das pesquisas na área de produtos naturais, a concepção da relação existente entre a estrutura química de um determinado composto e suas propriedades biológicas, assim como a inter-relação animais/insetos-planta, tiveram por base o conhecimento de povos primitivos e indígenas sobre o arsenal químico da natureza (BARREIRO, 1990; VIEGAS JUNIOR; BOLZANI, 2006).

Estudos etnobotânicos contribuíram para o emprego de cactáceas na medicina tradicional, por curandeiros e tribos indígenas, como analgésicos, antibióticos, diuréticos e antitussígenos; em distúrbios intestinais, cardíacos e de origem nervosa; em alguns tipos de úlceras; para controle de diabetes e colesterol, que servem de incentivo à intensificação de pesquisas científicas, na busca de princípios ativos dessas espécies botânicas, que justifiquem o seu uso na medicina tradicional (GOMES et al., 2007; ALBUQUERQUE; ANDRADE, 2002; ALBUQUERQUE, 2006; ANDRADE; MARQUES; ZAPPI, 2006a, 2006b; AGRA et al, 2007a, 2007b).

Na família Cactaceae, destaca-se o gênero *Pilosocereus* e a espécie *Pilosocereus gounellei*, estudada por F.A.C. Weber (1897) e por diversos pesquisadores, entre eles Byles e G. D. Rowley (1957), com duas subespécies: *P. gounellei* ssp. *gounellei* e *P. gounellei* ssp. *zehntneri*.

Apesar da escassez de estudos que tratem sobre as propriedades farmacológicas e toxicidade de *P. gounellei*, existem registros etnobotânicos do emprego dessa cactácea, principalmente, em processos inflamatórios (ALMEIDA et al., 2005, 2006; ALBUQUERQUE et al., 2007; AGRA et AL., 2008; ROQUE; ROCHA; LOIOLA, 2010).

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Família Cactaceae

As cactáceas, presentes no Semi-árido nordestino, são denominadas “suculentas”, por armazenarem água em seus tecidos, em virtude dos períodos longos de seca ao qual são submetidas. No entanto, não se pode afirmar que toda planta suculenta seja cacto, uma vez que estes se distinguem dessas espécies vegetais pelas suas características morfológicas, taxonômicas, biológicas e fitoquímicas (SOCHA, 2007).

Considerado o terceiro maior centro de diversidade da família Cactaceae, o Brasil possui 162 espécies nativas, sendo  $\frac{3}{4}$  destas endêmicas (TAYLOR; ZAPPI, 2004).

A diversidade de espécies pertencentes à família Cactaceae e o notável desenvolvimento de *P. gounellei* em todo Nordeste brasileiro serviram de incentivo para pesquisadores na elaboração de estudos detalhados sobre o endemismo de cactáceas (ZAPPI; TAYLOR, 2008) e fitofisionomia da Caatinga (ZAPPI, 2008).

Algumas espécies do gênero *Pilosocereus* com ocorrência nos Campos Rupestres da Cadeia do Espinhaço estão listadas em “Cacti of Eastern Brazil” (TAYLOR; ZAPPI, 2004).

Machado (2009) descreveu as cactáceas como:

Plantas perenes, suculentas, geralmente áfilas e com aréolas, gemas axilares modificadas em ramos curtos e compridos, cobertos com um indumento persistente de espinhos e/ou tricomas, de onde se originam novos ramos de botões florais; a base da folha subtendendo cada aréola é modificada em um tubérculo, os quais podem se fundir verticalmente formando costelas. Flores geralmente solitárias, conspícuas, actinoformes ou mais raramente zigomorfas, monoclinas, receptáculo modificado em um pericarpelo incluindo a zona em torno do ovário e prolongando-se entre o ovário e o perianto (hipanto perigínico), nu ou coberto por escamas tipo brácteas e/ou aréolas; tépalas e estames numerosos; ovário, via de regra, ínfero, unilocular e com numerosos óvulos. Frutos suculentos ou secos, nus ou com aréolas pilosas e/ou espinescentes, (in)deiscentes, com numerosas sementes (Machado, 2009, p. 118).

### 2.2 Gênero *Pilosocereus* (Weber) Byles & Rowley

A família Cactaceae tem grande diversidade nas savanas brasileiras (Caatinga Nordestina, Cerrado), com vários gêneros e espécies, entre eles *Pilosocereus*, com ampla distribuição no Brasil e com ocorrência nos Estados Unidos (Flórida) México, Equador, Paraguai (GORELICK, 2009; GORELICK; CHARLES, 2010), ainda em Guatemala, Honduras, Nicarágua, Venezuela (TROPICOS ORG. MISSOURI BOTANICAL GARDEN, 2010).

Zappi (1989) observou que nesse gênero, as características reprodutivas são muito homogêneas, ocorrendo a polinização de igual modo em todas as espécies.

O texto abaixo traz uma descrição minuciosa desse gênero:

Plantas colunares, arbustivas e arborescentes, com cilindro vascular pouco lignificado, cladódios eretos, muito mucilaginosos. Botões florais nascendo em aréolas geralmente modificadas, lanuginosas, por vezes dotadas de cerdas ou espinhos mais longos do que as aréolas da porção estéril do cladódio, flores de antese noturna, exalando odor desagradável, hipanto externamente liso, glabro; tubo floral cilíndrico a funeiforme, sem estreitamentos; segmentos do perianto patentes na antese, externos carnosos, internos delgados, alvos; estames numerosos, filetes da região mais interna espessados na base, projetados em direção ao estilete, protegendo a câmara nectarífera, os demais eretos, inseridos ao longo do interior do tubo, anteras oblongas, tecas com superfície lisa; ovário obtriangular e comprimido em secção longitudinal, estilete crasso, estigma no mesmo nível dos estames, 8-12-lobado. Frutos globoso-complanados, deiscentes por fendas irregulares na região central, portando restos do perianto enegrecidos, pendentes, pericarpo pregueado na região central, crasso; polpa funicular sólida, alva, rubra ou violácea. Sementes cocleariformes castanhas a negras, células tectais geralmente planas (ZAPPI, 1990, p. 43-59).

Em relação à morfoanatomia de cactáceas, Silva (1996) desenvolveu estudo acerca de seis espécies do gênero *Pilosocereus*, existente no Estado de Pernambuco, com dados concernentes à estrutura interna desse gênero em função de sua adaptação a ambientes mais secos.

Nesse gênero, encontra-se a espécie *Pilosocereus gounellei*.

### 2.3 *Pilosocereus gounellei* (Weber) Byles e Rowley

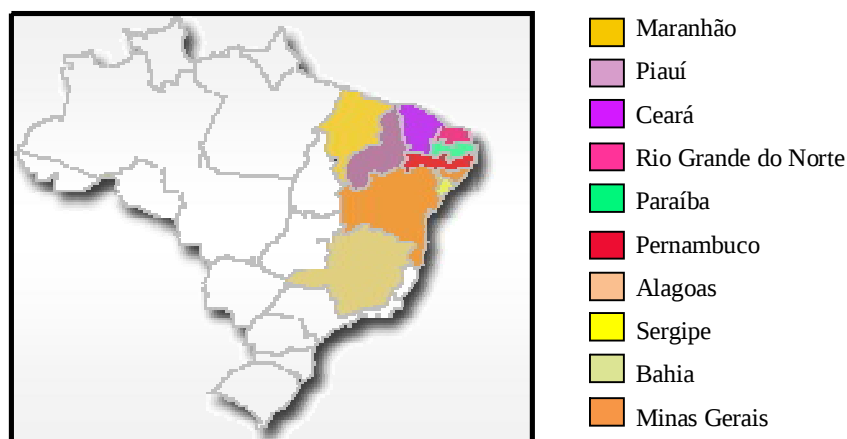
Esta espécie se desenvolve em solos rasos, sobre rochas (Figura 1), multiplica-se, regularmente e cobre extensas áreas, com distribuição nas regiões do semi-árido nordestino, principalmente, nos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Bahia (GOMES, 1977) e possui duas subespécies: *P. gounellei* ssp. *gounellei*, disseminado em todo Nordeste brasileiro e *P. gounellei* ssp. *zehntneri*, com ocorrência na Bahia e Minas Gerais (ZAPPI, 1994) (Figura 2).

**Figura 1** - Crescimento de *P. gounellei* (xique-xique) sobre rochas no semi-árido nordestino.



Foto OLIVEIRA, 2010.

**Figura 2** - Distribuição de *Pilosocereus gounellei* (Weber) Byles & Rowley no Brasil. Região Nordeste (MA, PI, CE, RN, PB, PE, AL, SE, BA): *P. gounellei* ssp. *gounellei*. Regiões Nordeste (Centro-Norte, Oeste e Sudoeste da Bahia) e Sudeste (Centro-Oeste de Minas Gerais): *P. gounellei* ssp. *zehntneri*.



**Fonte** Lista de espécies da Flora do Brasil, 2010<sup>1</sup>.

A classificação taxonômica atual da espécie *Pilosocereus* está disponível em várias bases de dados, entre elas, Tropicos.org, Missouri Botanical Garden, The New York Botanical Garden, The International Plant Names Index, Lista de Espécies da Flora do Brasil, Centro Nordestino de Informações sobre Plantas.

No Tropicos.org, consta o basônimo *Pilocereus gounellei* F. A. C. Weber (1897) e as sinônimas *Cephalocereus gounellei* (F. A. C. Weber) Britton & Rose (1920) e *Cereus gounellei* (F. A. C. Weber) Luetzelburg (1926) para *P. gounellei*.

<sup>1</sup> Ilustração adaptada por OLIVEIRA, 2011.

No Chemical Abstracts encontram-se reunidos os trabalhos realizados em diversas áreas sobre o gênero *Pilosocereus*, alguns referentes à espécie *P. gounellei*, reforçando, assim, o interesse multidisciplinar sobre a utilização dessa cactácea.

## 2.4 Aspectos botânicos e ecológicos

Corrêa (1984) elaborou descrição morfoanatômica dessa espécie botânica (Figura 3 A/F).

Cacto baixo, 1 a 2 raramente 3 m de altura, muito ramificado e prostrado formando grupos de até 5 m de diâmetro; aréolas grandes com longos pêlos brancos, cobrindo os botões florais; espinhos radiais 15 a 24, largamente espalhados, pardos; espinhos centrais 4 a 6, muito mais fortes que os radiais, frequentemente com 10 cm de comprimento; perianto tubular ou funiforme, branco, 7-9 cm de comprimento, glabro; locos do estigma 15-18; ovário glabro; fruto purpúreo, globoso-achatado (CORRÊA, 1984, v. 6, p. 426).

**Figura 3** *P. gounellei*. **A.** Corte transversal caular; **B.** Corte longitudinal caular; **C.** Caule ramificado; **D.** Flores; **E.** Fruto verde; **F.** Fruto maduro.

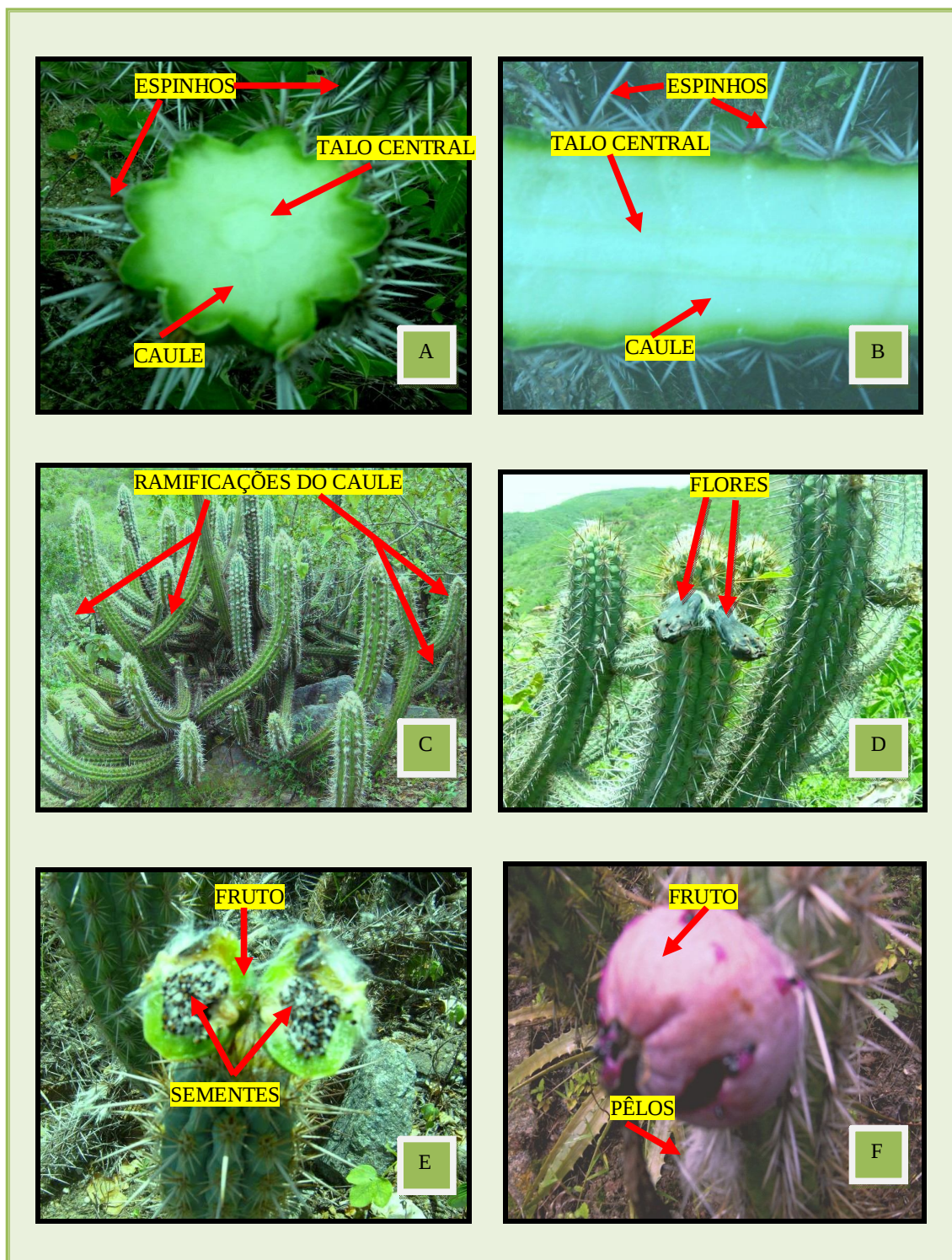


Foto. OLIVEIRA, 2011

No estudo desenvolvido por Lucena (2007) sobre fenologia, biologia da polinização e reprodução de *Pilosocereus* no Nordeste do Brasil, a espécie *P. gounellei* produziu fruto durante o período da pesquisa, mas embora a frutificação estivesse presente em pelo menos dois indivíduos por ano na população analisada, essa espécie botânica apresentou uma diminuição em sua produção, após o fim do período de chuva e início de estiagem, principalmente entre os meses de setembro e dezembro.

Em relação à preservação do Bioma Caatinga, *P. gounellei* e outras cactáceas nativas são utilizadas no repovoamento de áreas degradadas da caatinga, sendo plantadas junto a cercas de arame como cercas vivas para contenção dos animais. Esse plantio é elaborado com estacas de 50 cm de comprimento, em covas de 15 cm de profundidade, no sentido vertical, em solos com baixa fertilidade (SILVA et al., 2004, SILVA et al. 2007; LIMA et al, 2008).

## 2.5 Caracteres físico-químicos

Cactácea com potencial forrageiro e como fonte de alimentos para humanos e animais, *P. gounellei* tem sido objeto de estudo multidisciplinar, quanto a sua composição físico-química e, em especial, de seus frutos.

Braga (1976) fez referência ao Boletim de Análise nº 27.465, do Instituto de Química Agrícola do Ministério da Agricultura referencia a seguinte composição química de hastes secas de *P. gounellei*: 16,66% de umidade; 2,63% de proteína bruta; 0,22% de extrato etéreo; 70,72 % de extrativos não nitrogenados; 6,39 % de fibra bruta (celulose); 3,38 % de resíduo mineral; 0,18 % de fósforo em  $P_2O_5$ ; 0,87 % de cálcio em CaO.

O teor de proteínas e de óleos dessa espécie foi determinada no estudo realizado por Mayworm et al. (1999), encontrando-se, respectivamente, os valores  $175 \text{ g.kg}^{-1}$  e  $185 \text{ g.kg}^{-1}$ . O padrão de ácidos graxos é muito semelhante ao de outras espécies de Cactaceae da caatinga (MAYWORM et al., 1999).

Estudo elaborado por Almeida et al. (2007) em ramos e caules de *P. gounellei*, estabeleceu, respectivamente, valores médios percentuais de pH, cinzas, ácido ascórbico, sólidos totais e sólidos insolúveis, descritos na Tabela 1.

**Tabela 1** Valores médios do pH, cinzas, ácido ascórbico, sólidos totais e sólidos insolúveis das amostras de xique-xique.

| Tratamentos                    | pH    | Cinzas<br>(%) | Ácido ascórbico<br>(mg/100g) | Sólidos totais<br>(%) | Sólidos solúveis<br>(%) |
|--------------------------------|-------|---------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| Cilindro vascular<br>(ramos)   | 4,66c | 1,38c         | 0,33c                        | 5,83c                 | 3,61ab                  |
| Talo central<br>(ramos)        | 5,18b | 1,34c         | 0,25b                        | 13,96b                | 2,98b                   |
| Cilindro vascular<br>(caule)   | 4,55d | 1,70a         | 0,33a                        | 5,45c                 | 3,85a                   |
| Talo central<br>(caules)       | 5,33a | 1,56b         | 0,25b                        | 19,04a                | 3,52ab                  |
| Desvio mínimo<br>significativo | 0,06  | 0,11          | 0,06                         | 1,12                  | 0,80                    |
| Média geral                    | 4,93  | 1,49          | 0,28                         | 11,07                 | 3,49                    |
| Coeficiente de<br>variação (%) | 0,65  | 3,77          | 9,91                         | 4,83                  | 10,95                   |

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

## 2.6 Usos

Em estudos etnobotânicos realizados em Municípios do Semi-árido nordestino, pesquisadores relataram o emprego de *P. gounellei* em afecções, por comunidades rurais e indígenas (ALMEIDA et al., 2005, 2006; ALBUQUERQUE et al., 2007; AGRA et al., 2008; ROQUE; ROCHA; LOIOLA, 2010).

*P. gounellei* também é utilizado como fonte de alimentação humana e de ruminantes, principalmente em períodos de seca prolongada (CAVALCANTI; RESENDE, 2004, 2007; NOGUEIRA et al., 2010; SANTOS et al., 2010). Os caules e galhos dessa espécie botânica constituem recurso alimentar animal, cujas hastes mais novas desse cacto possuem medula comestível e em seu estado natural serve para saciar a sede dos animais (BRAGA, 1976; ROQUE, 2009).

O potencial forrageiro de *P. gounellei*, utilizado como fonte alimentar para rebanhos bovino, ovino e caprino, foi verificado em substituição ou associado à silagem e concentrados, alimentos ricos em proteína e fibra para aumentar o consumo de nutrientes pelo animal e balanceamento da dieta (FERREIRA et al., 2009; LIMA et al., 2008; SILVA et al., 2005, 2008a, 2008b, 2008c, 2010a, 2010b).

No entanto, a degradação de regiões Semi-áridas no mundo devido à herbivoria de ruminantes tem sido objeto de estudos, em vista à preservação do Bioma Caatinga. No Brasil, as espécies vegetais mais afetadas são as lenhosas e as que possuem frutos suculentos (LEAL, 2005).

## 2.7 Fitoquímica

No perfil fitoquímico de espécies botânicas, os principais metabólitos secundários pesquisados são: polifenóis (cumarinas, derivados cinâmicos, derivados gálicos, fenilpropanoglicosídeos, flavonóides, proantocianidinas condensadas), terpenóides (triterpenos, esteróides e saponósidos), alcalóides e açúcares redutores.

Em estudo sobre Cactaceae foi evidenciado a presença de flavonóides nos frutos de vegetais do gênero *Pilosocereus* (SILVA et al., 2009).

Almeida (2005), na análise de metabólitos secundários de plantas do semi-árido nordestino, constatou a existência de triterpenos e compostos fenólicos no caule de *P. gounellei*. Pesquisa fitoquímica com a polpa de frutos dessa cactácea tem revelado a presença de flavonóides, cumarinas e saponinas (MEIADO et al., 2009).

## 2.8 Aspectos farmacológicos

### 2.8.1 Toxicidade Aguda

#### 2.8.1.1 Avaliação da toxicidade aguda e determinação da DL<sub>50</sub>

Os estudos de toxicidade aguda visam à caracterização da relação dose/resposta e cálculo da DL<sub>50</sub>. (dose letal média), que é útil à identificação da toxicidade relativa da substância (BARROS; DAVINO, 2008).

Os testes de toxicidade aguda, além de determinarem o efeito tóxico da substância em análise, também servem para delineamento de doses nos estudos de toxicidade subcrônica e crônica (SÁ; ALMEIDA, 2006).

A resposta tóxica apresentada por uma substância está relacionada à dose administrada ou absorvida pelo indivíduo, o tempo e frequência de exposição, além da via de administração utilizada (BARROS; DAVINO, 2008).

A  $DL_{50}$  é “dose única de uma substância capaz de causar 50 % de mortalidade dos animais tratados” (SÁ; ALMEIDA, 2006).

### 2.8.2 Parâmetros Hematológicos e Bioquímicos

A análise dos parâmetros hematológicos e bioquímicos é de grande valia no diagnóstico prévio de doenças (ALMEIDA et al., 2008; MESSIAS et al., 2009). Hemácias, hemoglobina, hematócrito, leucócitos (neutrófilos, eosinófilos, basófilos, linfócios e monócitos) e plaquetas, bem como glicose, uréia, creatinina, colesterol e triglicerídeos, foram os parâmetros hematológicos e bioquímicos, respectivamente, avaliados em camundongos fêmeas *Mus musculus* (Swiss), utilizando extrato etanólico caular de *P. gounellei*.

## 2.9 Aspectos microbiológicos

### 2.9.1 Resistência bacteriana, multirresistência e agentes antimicrobianos

A resistência bacteriana e a multirresistência são fatores preocupantes na saúde pública e é necessária a promoção de medidas incisivas para sua contenção na sociedade (SILVEIRA et al., 2006; OLIVEIRA; SILVA, 2008).

A crescente incidência de infecção hospitalar associado ao uso demasiado de agentes antimicrobianos tem promovido o surgimento de agentes antimicrobianos com maior potencial de ação frente aos microrganismos mais resistentes, além de linhagens hospitalares apresentarem resistência múltipla a antibióticos, devido à ação de plasmídeos que conduzem vários genes que codificam as enzimas atuantes na resistência bacteriana (LEVINSON; JAWETZ, 1998).

Denomina-se resistente “aos microrganismos que não se inibem pelas concentrações atingidas no sangue ou tecidos do correspondente antimicrobiano, ou àqueles que desenvolvem mecanismos de resistência específicos para o agente estudado ao qual havia uma resposta clínica quando usado no tratamento” (MOTA et al., 2005).

Esse fato, associado à biodiversidade existente na flora brasileira, tem levado pesquisadores a buscarem em produtos naturais de origem vegetal uma alternativa para a produção de bioativos, desenvolvendo estudos na área microbiológica com vegetais que apresentem uso tradicional em processos de etiologia microbiana (COUTINHO et al., 2004);

A atividade antimicrobiana em vegetais tem sido atribuída a pequenos terpenóides e

compostos fenólicos e parece estar associada ao caráter lipofílico desses compostos, com acumulação em membranas e perda de energia pelas células (DUARTE, 2008).

Todavia, uma investigação farmacológica mais apurada das propriedades biológicas evidenciadas nesse vegetal deve ser realizada, com intuito de promover o seu uso seguro em processos de origem infecciosa.

## REFERÊNCIAS

- AGRA, M. F. et al. Sinopse da flora medicinal do cariri paraibano. **Oecologia Brasiliensis**, v. 11, p. 323-30, 2007a
- AGRA, M. F. et al. Synopsis of the plants know as medicinal and poisonous in Northeast of Brazil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 17, p. 114-40, 2007b.
- AGRA, M. F. et al. Survey of medicinal plants used in the region noortheast of Brazil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 18, p. 472-508, 2008.
- ALBUQUERQUE, U. P.; ANDRADE, L. H. C. Uso de recursos vegetais da caatinga: o caso do agreste do Estado de Pernambuco (Nordeste do Brasil). **Interciencia**, v. 27, p. 336-46, 2002.
- ALBUQUERQUE, U. P. Re-examining hypotheses concerning the use and knowledge of medicinal plants: a study in the Caatinga vegetation of NE Brazil. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 2, p. 30, 2006.
- ALBUQUERQUE, U. P. et al. Medicinal plants of the caatinga (semi-arid) vegetation of NE Brazil: a quantitative approach. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 114, p. 325-54, 2007.
- ALMEIDA, A. S. et al. Valores de referência de parâmetros bioquímicos no sangue de duas linhagens de camundongos. **Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial**, v. 44, n. 6, p. 429-432 , 2008.
- ALMEIDA, C. A. et al. Características físicas e químicas da polpa de xique-xique. **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, p. 440-43, 2007.
- ALMEIDA, C. F. C. B. R. et. al. Medicinal plants popularly used in the Xingó region - a semiarid location in Northeastern Brazil. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 2, p. 15, 2006.
- ALMEIDA, C. F. C. B. R. et al. Life strategy and chemical composition as predictors of the selection of medicinal plants from the caatinga (Northeast Brazil). **Journal Arid Environ**, v. 62, p. 127-142, 2005.
- ANDRADE, C. T. S.; MARQUES, J. G. W.; ZAPPI, D. C. Utilização de cactáceas por sertanejos baianos. Tipos conexivos para definir categorias utilitárias. **Sitientibus**, v. 6, p. 3-12, 2006a.
- ANDRADE, C. T. S.; MARQUES, J. G. W.; ZAPPI, D. C. Utilização medicinal das cactáceas por sertanejos baianos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 8, p. 36-42, 2006b.
- BARROS, S. B. M.; DAVINO, S. C. Avaliação da toxicidade. In: OGA, S.; CAMARGO, M. M. A; BATISTUZZO, J. A. O. **Fundamentos de toxicologia**. 3 ed.. São Paulo: Atheneu, 2008, p. 59-70.
- BARREIRO, E. J. Produtos naturais bioativos de origem vegetal e o desenvolvimento de fármacos. **Química Nova**, v.13, n. 1, p. 29-39, 1990.

BRAGA, R. **Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará**. 3 ed.. Fortaleza: Escola Superior de Agricultura de Mossoró, v. 42, 1976, p. 228.

CAVALCANTI, N. B.; RESENDE, G. M. Plantas nativas da caatinga utilizadas pelos pequenos agricultores para alimentação dos animais na seca. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 3, 2004, Paraíba. **Anais...** Paraíba: EMBRAPA, 2004, CD-ROM.

CAVALCANTI, N. B.; RESENDE, G. M. Consumo de xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (A. Weber ex Schum) Bly. Ex Rowl) por caprinos no semi-árido da Bahia. **Revista Caatinga**. Mossoró, v. 20, n. 1, p. 22-27. 2007.

CENTRO NORDESTINO DE INFORMAÇÕES SOBRE PLANTAS (CNIP) - Banco de Dados de Plantas do Nordeste (BD/PN). Disponível em: <<http://www.cnip.org.br/bdnp/>>. Acesso em: 01 dez. 2010.

CORRÊA, M. P. **Dicionário de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, 1984. v. 6,.426.

COUTINHO, H. D. M. et al. Atividade antimicrobiana de produtos naturais. **Conceitos**. 10 ed. Paraíba, 2004.

DUARTE, M. T. Atividade antimicrobiana de plantas medicinais e aromáticas utilizadas no Brasil. **Multiciência**. Construindo a história dos produtos naturais. Campinas, n. 7, 2006.

FERREIRA, M. A. et al. Estratégias na suplementação de vacas leiteiras no semi-árido do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 322-329, 2009. Suplemento especial.

GOMES, R. P. **Forragens fartas na seca**. 4 ed. São Paulo: Nobel, 1977, 233 p.

GOMES, E. C. S. et al. **Plantas da caatinga de uso terapêutico: um levantamento etnobotânico**, 2007. Disponível em:<[www.rede.net.br/.../20080226\\_134347\\_SAUD-046.pdf](http://www.rede.net.br/.../20080226_134347_SAUD-046.pdf)>Acesso em: 01 dez. 2010.

GORELICK, R. *Brasilicereus, Cipocereus, and Pilosocereus* in eastern Brazil. **Cactus Succulent Journal**, v. 81, p. 126-136, 2009. Edição Especial.

GORELICK, R.; CHARLES G. **Columnar cacti of eastern Brazil**, 2010. Disponível em:<<http://shop.cssainc.org/columnar-cacti-eastern-brazil.html>>Acesso em: 01 dez. 2010.

LEAL, I. R. Dispersão de sementes por formigas na caatinga. In LEAL I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. **Ecologia e conservação da caatinga**. 2 ed. Recife: Universitária, 2005, p.593-624.

LEVINSON, W; JAWETZ, E. **Microbiologia médica e imunologia**. 4 ed. Porto alegre: ARTMED, 415p.

LIMA, G. F. C. et al. **Produção estratégica de alimentos para pecuária familiar no semi-árido. Alternativas para a formulação de rações na própria Fazenda.** Natal: EMPARN, 2008, 53p.

LISTA DE ESPÉCIES DA FLORA DO BRASIL, 2010. Disponível em: Disponível em: <[http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/index?mode=1&group=Flora.Angiospermas&family=&genus=pilosocereus&species=gounellei&author=&common=&occurs=1&region=&state=&phyto=&endemic=-1&nativa=-1&last\\_level=25](http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/index?mode=1&group=Flora.Angiospermas&family=&genus=pilosocereus&species=gounellei&author=&common=&occurs=1&region=&state=&phyto=&endemic=-1&nativa=-1&last_level=25)>. Acesso em: 01 dez. 2010.

LUCENA, E. A. R. M. **Fenologia, biologia da polinização e da reprodução de *Pilosocereus Byles & Rowley* (Cactaceae) no nordeste do Brasil.** 2007. 185p. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Departamento de Botânica, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

MACHADO, M. C. Cactaceae, in: GIULLIETI, A. M., et al. **Plantas raras do Brasil.** Conservação Internacional, Belo Horizonte, 2009, p.118-126.

MAYWORM, M. A. S.; NASCIMENTO, A. S.; SALATINO, A. Seeds of species from the 'caatinga': proteins, oils and fatty acid contents. **Revista Brasileira de Botânica.** v. 21, n. 3, São Paulo, 1999.

MEIADO, M. V. et al. A polpa dos frutos de espécies do gênero *Pilosocereus* Byles & G. D. Rowley (Cactaceae) possui ação alelopática? In: CONGRESSO DE FISILOGIA VEGETAL, 12, 2009, Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza: CBFV, 2009.

MESSIAS, J. B. et al. Parâmetros hematológicos de *Rattus norvegicus* obtidos através de método automatizado e não automatizado. **Medicina Veterinária,** v.3, n.2, p.1-8, 2009

MOTA, R. A. Utilização indiscriminada de antimicrobiana e sua contribuição e multirresistência bacteriana, Brazilian **Journal Veterinary Research,** v. 42, n. 6, p. 465-70, 2005.

NOGUEIRA, N. W. et al. Alternativa alimentares para ovinos e caprinos no semi-árido brasileiro. **Revista Verde,** v. 5, p. 05-12, 2010.

OLIVEIRA, A. C.; SILVA, R. S. Desafios do cuidar em saúde frente à resistência bacteriana; uma revisão. **Revista Eletrônica de Enfermagem,** v. 10, n. 1, p. 189-197, 2008.

ROQUE, A. A. **Potencial de uso dos recursos vegetais em uma comunidade rural do semi-árido do Rio Grande do Norte.** 2009. 79 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade do Rio Grande do Norte. Natal. 2009.

ROQUE, A. A.; ROCHA, R. M.; LOIOLA, M. I. B. Uso e diversidade de plantas medicinais da Caatinga na comunidade rural de Laginhas, município de Caicó, Rio Grande do Norte (nordeste do Brasil). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais.** v. 12, p. 31, 2010.

SÁ, R. C. S.; ALMEIDA, R. N. In: ALMEIDA, R.N. **Psicofarmacologia.** Rio de Janeiro: Koogan, 2006, p.130.

SANTOS, M. V. F. et al.. Potencial of caatinga forage plants in ruminant feeding. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 39, p. 204-15, 2010. Suplemento especial.

SILVA, D. C. **Morfo-anatomia de seis espécies de *Pilosocereus* Byles & Rowley (cactaceae)**. 1996. 61 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal). Universidade Federal de Pernambuco. Recife. 1996.

SILVA, J. G. M. et al. Xiquexique. Alternativa alimentar para ruminantes em secas severas. In: LIMA, G. F. C. et al. (Orgs.). **Armazenamento de forragens para a agricultura familiar**. Natal: EMPARN, p. 28-32, 2004.

SILVA, J. G. M. et al. Xiquexique (*Pilosocereus gounellei* A. Weber ex K. Schum.) Bly. ex Rowl.) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) na alimentação de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p. 1408-17, 2005.

SILVA, J. G. M. et al. **Utilização e manejo do xiquexique e mandacaru como reservas estratégicas de forragem**. Natal: EMPARN, 2007, 37p. Documento 33.

SILVA, J. G. M. et al. Produção de biomassa do xiquexique sob diferentes alturas de cortes na caatinga. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 5, Aracaju, 2008. **Anais...** Aracaju: SNPA, 2008a. CD-ROM.

SILVA, J. G. M. et al. 2008b. Cactáceas nativas associadas a fenos de flor-de-seda e sabiá na alimentação de ovinos. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 5, Aracaju, 2008. **Anais...** Aracaju: SNPA, 2008b. CD-ROM.

SILVA, J. G. M. et al. Xiquexique e mandacaru associados a fenos de flor de sabiá na alimentação de cabras leiteiras. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45, Lavras, 2008. **Anais...** Lavras: SBZ, 2008c. CD-ROM.

SILVA, J. G. M. et al. Utilização de cactáceas nativas associadas à silagem de sorgo na alimentação de bovinos. **Revista Centauro**, v. 1, p. 1-9, 2010a.

SILVA, J. G. M. et al. Cactáceas nativas associadas a fenos de flor-de-seda e sabiá na alimentação de borregos. **Revista Caatinga**, v. 23, 123-129, 2010b.

SILVA, S. M.; PRIMO, D.M.B.; TORRES, L. B. V.; MARTINS, L. P.; LIMA, A. B.; SILVA, F. V. G. Features of postharvest physiology and quality of Cactaceae fruits from Brazilian northeast. **Acta Horticulture** (ISHS), v. 811, p. 113-22, 2009.

SILVEIRA, G. P. et al. estratégias utilizadas no combate a resistência bacteriana. **Química Nova**, v. 29, n. 4, p. 844-855, 2006.

SOCHA, A. A. **From areoles to Zycocactus: na evaluationary masterpiece**. New York: NYBG, 2007. Disponível em: <<http://www.nybg.org/bsci/herb/cactaceae1.html>> Acesso em: 01 dez. 2010.

TAYLOR, N. P.; ZAPPI, D. C. **Cacti of eastern Brazil**. Kew: Royal Botanic Gardens, 2004, 498p.

THE NEW YORK BOTANICAL GARDEN, 2010. Disponível em:<[http://www.sweetgum.nybg.org/vh/specimen\\_list.php?Queryname](http://www.sweetgum.nybg.org/vh/specimen_list.php?Queryname)>. Acesso em 01 dez 2010.

THE INTERNATIONAL PLANT NAMES INDEX, 2010. Disponível: <http://www.iipni.org/ipni/simplePlantnameSearch>. Acesso em: 01 dez 2010.

TROPICOS.ORG. MISSOURI BOTANICAL GARDEN, 2010. Disponível em: <http://www.tropicos.org/Name/5106658>. Acesso em: 16 fev. 2010.

VIEGAS JÚNIOR, C.; BOLZANI, V. S. Os produtos naturais e a química medicinal moderna. **Química Nova**, v. 29, n. 2, p. 327-27, 2006

ZAPPI, D. C. **A família cactácea nos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço, Minas Gerais, Brasil**. 1989. 272 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal). Universidade de São Paulo. São Paulo. 1989.

ZAPPI, D. C. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Cactaceae. **Boletim de Botânica (USP)**. São Paulo, v. 12, p. 43-59, 1990.

ZAPPI, D. C. *Pilosocereus* (Cactaceae). **The genus in Brazil**. Kew: Royal Botanic Gardens, 1994, 160p.

ZAPPI, D., 2008. Fitofisionomia da caatinga associada à Cadeia do Espinhaço. **Megadiversidade**, v. 4, p. 34-38, 2008.

ZAPPI, D. C.; TAYLOR, N. P. Diversidade e endemismo das Cactaceae na Cadeia do Espinhaço. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, v. 4, n. 1-2, p. 111-116, dez 2008.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 Geral

Desenvolver o perfil fitoquímico e microbiológico de *Pilosocereus gounellei* (Weber) Byles & Rowley, bem como avaliar a toxicidade aguda e parâmetros hematológicos e bioquímicos dessa espécie.

#### 3.2 Específicos

- Coletar e identificar botanicamente a espécie;
- Obter os extratos bruto caulinar e de raízes;
- Determinar o perfil fitoquímico do extrato de caule e raízes;
- Analisar a atividade antimicrobiana do extrato caulinar e de raízes;
- Avaliar a toxicidade aguda do extrato de caule e determinar a  $DL_{50}$ ;
- Analisar os parâmetros hematológicos e bioquímicos do extrato caulinar;
- Elaborar análise estatística dos resultados obtidos.

#### 4 ARTIGO 1 Aspectos históricos, botânicos e importância etnofarmacológica da espécie *Pilosocereus gounellei* (Weber) Byles e Rowley: Revisão

A ser submetido à Revista Brasileira de Plantas Medicinais

Oliveira, LJ<sup>1</sup>; Oliveira, LB<sup>1</sup>; Xavier, HS<sup>1</sup>; Souza, IA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ciências Farmacêuticas da UFPE. Rua Arthur de Sá, s/nº, Cidade Universitária, Recife, Pernambuco, Brazil, CEP: 50740-521 - Tel. +55-81-2126-8511

<sup>2</sup> Departamento de Antibióticos da UFPE. Rua Arthur de Sá, s/nº, Cidade Universitária, Recife, Pernambuco, Brazil, CEP: 50740-521 - Tel. +55-81-2126-8347

#### RESUMO

O Sertão nordestino, conhecido no cenário brasileiro pela sua vegetação resistente a elevadas temperaturas, tem sido alvo de pesquisas com várias espécies de cactáceas, dentre elas destaca-se *Pilosocereus gounellei* (Weber) Byles e Rowley, com duas subespécies: *Pilosocereus gounellei* ssp. *gounellei* (Weber) Byles e Rowley e *Pilosocereus gounellei* ssp. *zehntneri* (Britton e Rose) Zappi. Pertencente à família Cactaceae, o gênero *Pilosocereus* possui trinta e quatro espécies distribuídas desde o México ao Paraguai, com ocorrência de vinte e seis espécies no Brasil, das quais seis existentes no Estado de Pernambuco. Esse vegetal desenvolve-se em solos rasos e sobre rochas, com reprodução por mudas ou estacas, resistente a altas temperaturas e baixa precipitação pluviométrica. Essa cactácea multiplica-se regularmente e cobre extensas áreas, com distribuição nas regiões Semi-áridas do Nordeste brasileiro. Este trabalho teve como objetivo trazer maiores esclarecimentos quanto à utilização medicinal de *P. gounellei*, com ênfase nos aspectos históricos, botânicos e importância etnofarmacológica, mediante realização de levantamento bibliográfico pela base de dados do Chemical Abstracts e em publicações nacionais e internacionais, com abordagem nessa temática. Pesquisas etnobotânicas mencionam o emprego de *P. gounellei* no tratamento de diferentes patologias de origem inflamatória (renal, prostática), em processos de hidropsia e icterícia, na cicatrização de ferimentos e como agente hipoglicemiante. Nas zonas rurais, essa cactácea também é utilizada como fonte alimentar para humanos e rebanhos (bovino, ovino e caprino), além de seu fruto, consumido *in natura*, possuir valor nutritivo semelhante ao de outras frutas regionais e ser utilizado pela população local, como recurso alternativo alimentar, nos períodos de seca prolongada. Os metabólitos secundários predominantes nesse vegetal são compostos fenólicos e

triterpenos. Embora estudos etnobotânicos tenham apontado essa espécie como alternativa terapêutica no tratamento de afecções, há a necessidade de um maior quantitativo de pesquisas que comprovem e dêem segurança quanto ao seu uso medicinal.

**Palavras-chave:** Semi-árido nordestino. Cactaceae. *Pilosocereus gounellei*. Estudos Etnofarmacológicos. Alternativa Terapêutica.

## ABSTRACT

The Northeast Wilderness, known in the Brazilian scene for its nature resistant to high temperatures, has been the subject of research with several cactus species, among which stands out *Pilosocereus gounellei* (Weber) Byles and Rowley, with two subspecies: *Pilosocereus gounellei* ssp. *gounellei* (Weber) Byles and Rowley and *Pilosocereus gounellei* ssp. *zehntneri* (Britton and Rose) Zappi. Belonging to the family Cactaceae, the genus *Pilosocereus* has thirty-four species distributed from Mexico to Paraguay, with the occurrence of twenty-six species in Brazil, including six in the state of Pernambuco. This plant develops in shallow soils and rocks, with reproduction by cuttings or seedlings, resistant to high temperatures and low rainfall. This cactus is multiplied regularly and covers large areas, with distribution in semi-arid regions of Northeastern Brazil. This study aimed to bring greater clarity on the medicinal use of *P. gounellei*, with emphasis on historical and botanical importance ethnopharmacological, upon completion of the bibliographic database of Chemical Abstracts and in national and international approach to this theme. Ethnobotanical research mention the use of *P. gounellei* the treatment of different diseases of inflammatory origin (kidney, prostate), in cases of dropsy and jaundice, in wound healing and hypoglycemic agent. In rural areas, this cactus is also used as a food source for humans and livestock (cattle, sheep and goats), and its fruit, consumed fresh, have a nutritional value similar to that of other regional fruits and used by local people as alternative food resource during periods of prolonged drought. The predominant secondary metabolites in plants are phenolic compounds and triterpenes. Although ethnobotanical studies have indicated this species as an alternative therapy in the treatment of diseases, there is a need for further quantitative research to back up and give certainty as to its medicinal use.

**Keywords:** Semi-arid. Cactaceae. *Pilosocereus gounellei*. Ethnobotanical studies. Alternative therapy

## 4.1 INTRODUÇÃO

Espécies do gênero *Pilosocereus*, entre elas *P. gounellei* (Weber) Byles & Rowley (1957), utilizadas por comunidades rurais e indígenas, na terapêutica e na profilaxia de diversos tipos de afecções, têm despertado o interesse da comunidade científica na realização de pesquisas, que comprovem a eficácia e a segurança desse uso, através de estudos fitoquímicos e farmacológicos de compostos químicos de vegetais.

Pertencente a tribo Cereeae, localizada na subfamília Cactoideae, o gênero *Pilosocereus* possui trinta e quatro espécies, dispostas em dois subgêneros, *Gounellea* e *Pilosocereus*, com ocorrência de vinte e seis espécies no Brasil, das quais seis existentes no Estado de Pernambuco (ZAPPI, 1994) e de algumas espécies no México, oeste do Equador, sul do Paraguai e norte de Florida Keys (GORELICK, 2009; GORELICK; CHARLES, 2010).

Na análise da família Cactaceae na região do Pico do Jabre, Paraíba, constatou-se que *P. gounellei* é espécie endêmica do Nordeste do Brasil, que se desenvolve em solos arenopedregosos e afloramentos rochosos, ocorrendo, ainda na base do pico, em altitudes até 800 m, sobre rochas graníticas, com distribuição no Maranhão até Bahia (ROCHA; AGRA, 2002), principalmente, nos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Bahia (GOMES, 1977).

A diversidade e o endemismo dessa família foram observados na Cadeia do Espinhaço, Minas Gerais, com enfoque para espécies do gênero *Pilosocereus*, que apresentam distribuição nos Campos Rupestres dessa Cadeia Montanhosa (ZAPPI; TAYLOR, 2008), assim como a fitofisionomia da Caatinga associada à Cadeia do Espinhaço. Nesta correlação, foram consideradas as espécies de Cactaceae existentes, observando-se que a vegetação encontrada no Norte de Minas Gerais é semelhante àquela existente na Região Central da Bahia (ZAPPI, 2008).

As cactáceas são utilizadas em diversos processos patológicos, principalmente prostáticos, renais e respiratórios (ANDRADE; MARQUES; ZAPPI, 2006a, 2006b; GOMES et al., 2007; ALBUQUERQUE; HOLANDA, 2002; ALBUQUERQUE, 2006; AGRA et al, 2007a, 2007b).

O objetivo desse trabalho foi destacar a importância do emprego terapêutico da cactácea *P. gounellei*, com a realização de levantamento bibliográfico pela base de dados do Chemical Abstracts e em publicações nacionais e internacionais.

## 4.2 HISTÓRICO

O termo *Pilosocereus* (círio piloso) origina-se do latim *pilus* (pêlo, cabelo) *cereus* (cera, círio) e o *gounellei* é uma homenagem ao francês Edmond Gounelle, que trouxe essa espécie para o território brasileiro (AU CACTUS FRANCOPHONE, 2010).

A espécie *Pilosocereus gounellei* possui duas subespécies: *P. gounellei* ssp. *gounellei* (Weber) Byles & G. D. Rowley (1957), com distribuição em todo Nordeste do Brasil e que é denominada popularmente xique-xique, alastrado, *tyre-killer* (o assassino dos pneus – nome dado pelo alemão Werdemann, em 1933); *P. gounellei* ssp. *zehntneri* (Britton & Rose) D. C. Zappi (1994), em homenagem ao suíço Leonard Zehntneri, com disseminação no Centro-Norte, Oeste e Sudoeste da Bahia, bem como no Centro-Norte de Minas Gerais e é conhecido como xique-xique das pedras (ZAPPI, 1994; AU CACTUS FRANCOPHONE, 2010; ZAPPI; TAYLOR; MACHADO, 2010).

Estudado por vários pesquisadores, *P. gounellei* (Weber) Byles & Rowley recebeu sinônimas diversas (Quadro 1) e tem como referência para o seu nome científico em Cactus and Succulent Journal of Great Britain 19(3): 67, 1957 (ZAPPI, 1994; TROPICOS.ORG. MISSOURI BOTANICAL GARDENS, 2010).

**Quadro 1** Sinônimas de *P. gounellei*

| Sinónima                          | Referência                                                      |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <i>Pilocereus gounellei</i>       | F.A.C. Weber<br>Gesamtb. Kakt. 188 (1897)                       |
| <i>Pilocereus setosus</i>         | Gürke<br>Ibid. 18: 52-53 (1908)                                 |
| <i>Cereus setosus</i>             | (Gürke)<br>In Monatsschr. Kakt. Kunds 18:19 (1908)              |
| <i>Cephalocereus gounellei</i>    | (F.A.C. Weber) Britton & Rose<br>Cact. 2:34 (1920)              |
| <i>Cereus gounellei</i>           | (F.A.C. Weber) Lützelburg<br>Estud. Bot. Nordeste 3: 111 (1926) |
| <i>Pseudopilocereus gounellei</i> | (F.A.C. Weber) Buxbaum<br>Biol. Pflanzen 44 (2): 252 (1968)     |

Fonte: ZAPPI, 1994.

*P. gounellei* ssp. *zehntneri* (Britton & Rose) Zappi, subespécie de *P. gounellei* também possui algumas sinônimas (Quadro 2). A referência para o seu nome encontra-se em

Succulent Plant Research 3: 43, 1994 (ZAPPI, 1994; TROPICOS.ORG. MISSOURI BOTANICAL GARDENS, 2010).

**Quadro 2** Sinónímias de *P. gounellei* ssp. *zehntneri*

| Sinónímia                                         | Referência                                                                   |
|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Cephalocereus zehntneri</i>                    | Breton & Rose<br>Cact., 2: 35 (1920)                                         |
| <i>Cereus zehntneri</i>                           | (Britton & Rose) Lützelburg<br>Estud. Bot. Nordeste, 3: 11 (1926)            |
| <i>Pilocereus gounellei</i> v. <i>zehntneri</i>   | (Britton & Rose) Backeberg<br>In Backeberg & Knuth<br>Kaktus-ABC, 331 (1935) |
| <i>Pilosocereus gounellei</i> v. <i>zehntneri</i> | Cact. Succ. J. Gr. Brit. 19 (3):67 (1957)                                    |
| <i>Pilosocereus gounellei</i> v. <i>zehntneri</i> | Backeberg<br>Die Cactaceae 4: Abb. 2283 (1960)                               |
| <i>Pilosocereus zehntneri</i>                     | (Britton & Rose)<br>F. Ritter<br>Kakt. Südamer, 1: 74-75 (1979)              |
| <i>Pseudopilosocereus superfloccosus</i>          | Buining & Brederoo<br>Cact. Succ. J. (US), 46: 60-63 (1974)                  |
| <i>Pilosocereus superfloccosus</i>                | (Buining & Brederoo)F. Ritter<br>Kakt. Südamer, 1: 84 (1979)                 |
| <i>Pilosocereus braunii</i>                       | Eddie Esteves Pereira<br>Kakt and Sukk., 38 (5):132 (1987)                   |
| <i>Pilosocereus braunii</i>                       | Eddie Esteves Pereira<br>Ibid., 40 (1): 6-13 (1989)                          |
| <i>Pseudopilosocereus zehntneri</i>               | (Britton & Rose)<br>P. V. Heath<br>Calyx, 4 (4): 141 (1994)                  |

**Fonte:** ZAPPI, 1994.

A classificação botânica atual para *P. gounellei* (Quadro 3) está no Tropicos.org, que apresentou o basônimo *Pilocereus gounellei* FAC Weber (1897) para essa espécie e as sinónímias *Cephalocereus gounellei* (FAC Weber) Britton & Rose (1920), *Cereus gounellei* (F.A.C. Weber) Lützelburg (1926) (TROPICOS.ORG. MISSOURI BOTANICAL GARDENS, 2010). No Index Kewensis, também é feita referência à espécie *P. gounellei* (TAYLOR, 1966).

**Quadro 3.** Classificação botânica de *P. gounellei*

|            |                                            |
|------------|--------------------------------------------|
| Classe     | Equisetopsida C. Agardh                    |
| Subclasse  | Magnoliidae Novák ex Takht                 |
| Superordem | Caryophyllanae Takht                       |
| Ordem      | Caryophyllales Juss. ex Bercht & J. Prest, |
| Família    | Cactaceae                                  |
| Gênero     | <i>Pilosocereus</i> Byles & G.D. Rowley    |

**Fonte:** TROPICOS. ORG. MISSOURI BOTANICAL GARDENS, 2010

As espécies e subespécies endêmicas brasileiras do gênero *Pilosocereus* Byles & Rowley estão listadas no Catálogo de Plantas e Fungos do Brasil (FORZZA et al., 2010).

Nos dias atuais, as espécies de plantas suculentas, endêmicas, exóticas ainda são utilizadas por corporações, fazendas, consumidores e tribos em todo o mundo (SOCHA, 2007).

#### 4.3 CARACTERES BOTÂNICOS

Cacto colunar, raramente arborescente, apresentando-se na forma de candelabro, *p. gounellei* cresce em solos rasos e sobre rochas no Semi-árido nordestino, com reprodução por mudas ou estacas, resistente a altas temperaturas e baixa precipitação pluviométrica (SILVA et al., 2004; SILVA et al., 2007; CACTUS AU FRANCOPHONE, 2010).

**Figura 1.** *P. gounellei* em seu *habitat* natural



**Foto.** OLIVEIRA, 2011.

O gênero *Pilosocereus* distingue-se de outras cactáceas por apresentar ramos colunares, flores relativamente curtas, tubo floral glabro e liso e frutos depresso-globosos, deiscentes com restos do perianto enegrecidos, pendentes, com pericarpo deiscente por fendas laterais ou centrais irregulares e polpa funicular sólida, alva ou colorida (ZAPPI, 1994).

Foi constatado neste gênero *Pilosocereus* a presença de grande quantidade de mucilagem nos parênquimas dos cladódios e fraca lignificação do sistema vascular, sendo feita a distinção de suas espécies pelo hábito, espinação e número de costelas (ZAPPI, 1990).

*P. gounellei* possui duas subespécies com características distintas. A subespécie *gounellei* distingue-se da *zehntneri* por apresentar espinhos grossos, fortes, opacos, castanho acinzentados, sendo os espinhos centrais mais longos e fortes e em menor número que os radiais; a subespécie *zehntneri* possui espinhos finos, frágeis, translúcidos, dourados a avermelhados e os espinhos centrais possuem o mesmo comprimento dos radiais ou são maiores (ANDERSON, 2001)

Estudos detalhados sobre fenologia, biologia da polinização e reprodução de quatro espécies do gênero *Pilosocereus*, no Nordeste do Brasil, trazem caracteres botânicos da espécie *P. gounellei* (LUCENA, 2007; ROCHA; MACHADO; ZAPPI, 2007), descritos na Quadro 4.

**Quadro 4.** Caracteres botânicos de *P. gounellei*

|                                         |                                               |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Hábito                                  | Arbustivo                                     |
| Altura                                  | 1,5-3 m                                       |
| Pseudo-cefálio                          | Ausente                                       |
| Flor (comprimento)                      | 7,18±0,71 cm                                  |
| Flor (abertura tubo)                    | 2,7±0,2 cm                                    |
| Tipo floral                             | Campanulada                                   |
| Volume total de néctar (μL)             | 1288-1997                                     |
| Concentração néctar (%)                 | 11-17                                         |
| Forma do ovário                         | Alongado                                      |
| Numero de grãos de pólen (P) por antera | 1.299±104                                     |
| Número de óvulos (O)                    | 7.518±683                                     |
| Razão P/O                               | 236,4                                         |
| Número de sementes por fruto            | 6.100±1.357                                   |
| Visitantes e polinizadores              | Morcegos, esfingídeos, beija-flores e abelhas |
| Sistemas de polinização                 | Quiropterofia                                 |

**Fonte:** LUCENA, 2007.

Na produção de biomassa de *P. gounellei* sob diferentes alturas de corte na Caatinga, utilizando-se estacas ou caules colunares com média de altura e diâmetro de 70,37 cm e 5,70 cm respectivamente (tratamentos experimentais), foi verificada que a produção de biomassa de brotos foi afetada quadraticamente ( $p < 0,05$ ) pela elevação das alturas de corte e sem corte dos tratamentos experimentais. Para esse parâmetro, as menores produções de biomassa dos brotos foram no tratamento de corte de 17,50 cm acima do solo, com produção de 413,75 g e no tratamento sem corte com 485,00 g. As maiores produções de biomassa de brotos foram nos tratamentos com altura de corte de 52,50 cm com 1.041,25 g e no tratamento com altura de corte de 35,00 cm com 556,25 g (SILVA et al., 2008a).

A produtividade de forragens depende da planta em si (conhecimento da produção de matéria seca disponível por hectare nos diferentes meses do ano), do clima (informações sobre parâmetros climáticos da região) e do solo (saber o período de descanso da pastagem, evitando desprover o solo de matéria orgânica), sendo necessário o uso de sistemas de produção adequados. Em pesquisas foi registrado que 70% das espécies botânicas da Caatinga, entre elas *P. gounellei* têm significativa participação na composição da dieta de ruminantes domésticos. No Semi-árido, os sistemas de produção são bastante complexos e envolvem ao mesmo tempo componentes de agricultura, pecuária e de silvicultura, necessitando do desenvolvimento e adoção de tecnologias ecologicamente sustentáveis e que sejam viáveis corretas e justas (RANGEL et al., 2009).

#### 4.4 IMPORTÂNCIA E USO POPULAR

Dois estudos etnobotânicos foram realizados nos Municípios de Piranhas e Delmiro Gouveia, região Semi-árida nordestina de Xingó, Caatinga, situada no Estado de Alagoas, com o intuito de identificar as plantas medicinais usadas popularmente por comunidades rurais nessa região (ALMEIDA et al., 2005; ALMEIDA et al., 2006). Um desses estudos mencionou o uso de flores e caule de *P. gounellei* no tratamento de inflamações renais (ALMEIDA et al., 2005); o outro, para combater processos inflamatórios prostáticos e hidropsia (ALMEIDA et al., 2006).

Testes fitoquímicos para fenóis, taninos, alcalóides, triterpenos e quinonas foram realizados nas espécies botânicas analisadas, identificando em *P. gounellei* a presença de fenóis e triterpenos (ALMEIDA et al., 2005).

Os compostos fenólicos e terpenóides apresentam várias propriedades biológicas, entre elas antiinflamatória, antimicrobiana, antifúngica, antiviral, antitumoral, antiparasitária, antioxidante, hepatoprotetor e hormonal (PEIXOTO NETO; CAETANO, 2005).

Estudo etnobotânico realizado em cinco Municípios do Semi-árido baiano (Valente, Queimadas, Santaluz, São Domingos e Canudos), analisando as diversas utilizações das cactáceas por sertanejos do Semi-árido nordestino baiano, observou que a pomada do miolo macerado de *P. gounellei* foi utilizado em processos inflamatórios ocasionados por perfurações nos dedos das mãos ou dos pés, provocados por ponta de pau (ANDRADE; MARQUES; ZAPPI, 2006a; ANDRADE; MARQUES; ZAPPI, 2006b).

Em levantamento etnobotânico, foram arroladas as plantas utilizadas com fins medicinais, por indígenas e comunidades rurais do semi-árido nordestino, verificando-se que, além de processos inflamatórios, o cladódio, as flores e as raízes de *P. gounellei* era indicado como agente hipoglicemiante e no tratamento de icterícia e de ferimentos (ALBUQUERQUE et al., 2007).

O uso de raízes *P. gounellei*, na forma de decócto, no tratamento de inflamações prostáticas foi mencionado em levantamento de plantas medicinais do Nordeste brasileiro (AGRA et al., 2008); em outro estudo, raízes maceradas dessa cactácea foram utilizadas no tratamento de inflamação da uretra (ROQUE; ROCHA; LOIOLA, 2010).

Nas regiões onde há intensa pobreza, observou-se a utilização de *P. gounellei* como fonte de alimento para humanos.

O fruto dessa cactácea *in natura* é bastante apreciado por comunidades nordestinas. As hastes mais novas desse cacto possuem medula comestível e, em seu estado natural serve para saciar a sede. Além dos frutos e da medula desse vegetal, o “miolo” (parênquima aquífero) também é utilizado na alimentação humana (ANDRADE; MARQUES; ZAPPI, 2006b; BRAGA, 1976).

Na caracterização física e físico-química dos frutos desse vegetal, produzidos em região semi-árida do nordeste brasileiro, observou-se que o tamanho e peso dos frutos dependem das condições ambientais durante o desenvolvimento e amadurecimento dos frutos, enquanto que o seu crescimento é mais estimulado em clima quente que em clima frio. Foram analisados os teores de umidade, cinza, fibra total, pectina, proteína, cálcio, acidez titulável, pH, açúcares redutores e açúcares totais, observando-se que esses frutos são ricos em proteína e pectina, constituindo-se, assim, uma fonte alimentar funcional (ARAÚJO et al., 2007).

Quanto à polpa, esta tem natureza ligeiramente ácida, podendo ser originária do talo central ou do cilindro vascular, com baixo teor de ácido ascórbico, com os talos centrais

extraídos dos caules apresentando maiores valores de pH e de sólidos totais solúveis. Na produção de farinha são mais apropriadas as polpas procedentes do talo central e para elaboração de produtos com alto teor de água, são empregadas as polpas de origem vascular (ALMEIDA et al., 2007).

*P. gounellei* é uma planta com potencial forrageiro (LEMOS, 2001), sendo o caule e galhos utilizados como recurso alimentar para rebanhos no período de longa estiagem (CAVALCANTI; RESENDE; BRITO, 2003; CAVALCANTI; RESENDE, 2004; SANTOS et al, 2010).

Estudo realizado no semi-árido paraibano avaliou a composição química (matéria seca, proteína bruta, fibra bruta, cinzas) e mineral (fósforo, potássio, cálcio e magnésio) de *P. gounellei*, com material coletado no período de estiagem. Esse vegetal apresentou-se como valioso recurso forrageiro na época de escassez de forragem, contudo, deve-se proceder a correção de nutrientes deficitários (GERMANO et al., 1999).

Em estudo desenvolvido sobre a degradabilidade *in situ* da matéria seca de *P. gounellei* e outras cactáceas nativas, silagem de sorgo e concentrado, com utilização da técnica de sacos de nylon em diferentes épocas de colheitas e períodos de incubação no rúmen do animal de 6, 12, 24, 48 e 96 horas, esse vegetal apresentou diferença estatisticamente significativa somente a partir do período de 24 horas de incubação, provavelmente, devido à seletividade da microflora ruminal no alimento e a heterogeneidade de forrageiras por ocasião da colheita (SILVA; LIMA; PAZ, 1998).

Essa espécie botânica e outras cactáceas nativas, além da reserva estratégica de água e forragem para ruminantes, servem para repovoamento de áreas degradadas da caatinga com o plantio de cercas vivas (SILVA et al., 2004; SILVA et al.2007; LIMA et al., 2008).

Contudo, a cada período, observa-se a diminuição da disponibilidade de algumas forrageiras xerófilas, entre elas, das cactáceas nativas, em virtude da necessidade de sua utilização e do manejo humano inadequado e predatório, que interfere no desenvolvimento da planta.

International Union for Conservation of Nature (IUCN) disponibilizou lista de espécies de Cactaceae existentes no Brasil, sujeitas a um elevado risco de extinção (TAYLOR, 1997).

*P. gounellei* ssp. *gounellei* está entre as espécies de cactáceas com baixo risco de extinção, juntamente com a subespécie *zehntneri*. Apesar do baixo risco, esta última, por desenvolver-se sobre calcário pode ter a sua população diminuída devido a atividades extrativas (TAYLOR, 1997), sendo de vital importância a realização de pesquisas que

promovam a utilização e o manejo humano apropriado de cactáceas nativas (SILVA et al., 2004; SILVA et al.2007; LIMA et al., 2008).

#### 4.5 CONCLUSÃO

*P. gounellei* é empregada no tratamento de diferentes patologias de origem inflamatória (renal, prostática), em processos de hidropsia e icterícia, na cicatrização de ferimentos e como agente hipoglicemiante.

Essa cactácea também é utilizada como fonte alimentar para humanos e rebanhos (forrageira) bovino, ovino e caprino.

O fruto possui valor nutritivo semelhante ao de outras frutas regionais, sendo utilizado como recurso alternativo alimentar nos períodos de seca prolongada.

Os metabólitos secundários predominantes nesse vegetal são compostos fenólicos e triterpenos.

*P. gounellei* tem sido apontada como uma fonte alternativa e promissora de aplicação terapêutica.

Contudo mais investigações devem ser desenvolvidas para proporcionar segurança e confirmar a eficácia de seu uso medicinal, além de promover um maior conhecimento acerca das propriedades biológicas dessa espécie vegetal.

## REFERÊNCIAS

- AGRA, M. F. et al. Sinopse da flora medicinal do cariri paraibano. **Oecologia Brasiliensis**, v. 11, p. 323-30, 2007a
- AGRA, M. F. et al. Synopsis of the plants know as medicinal and poisonous in Northeast of Brazil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 17, p. 114-40, 2007b.
- AGRA, M. F. et al. Survey of medicinal plants used in the region noortheast of Brazil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 18, p. 472-508, 2008.
- ALBUQUERQUE, U. P.; ANDRADE, L. H. C. Uso de recursos vegetais da caatinga: o caso do agreste do Estado de Pernambuco (Nordeste do Brasil). **Interiencia**, v. 27, p. 336-46, 2002.
- .ALBUQUERQUE, U. P. Re-examining hypotheses concerning the use and knowledge of medicinal plants: a study in the Caatinga vegetation of NE Brazil. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 2, p. 30, 2006.
- ALBUQUERQUE, U. P. et al. Medicinal plants of the caatinga (semi-arid) vegetation of NE Brazil: a quantitative approach. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 114, p. 325-54, 2007.
- ALMEIDA, C. A. et al. Características físicas e químicas da polpa de xique-xique. **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, p. 440-43, 2007.
- ALMEIDA, C. F. C. B. R. et al. Life strategy and chemical composition as predictors of the selection of medicinal plants from the caatinga (Northeast Brazil). **Journal Arid Environ**, v. 62, p. 127-142, 2005
- ALMEIDA, C. F. C. B. R. et. al. Medicinal plants popularly used in the Xingó region - a semiarid location in Northeastern Brazil. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 2, p. 15, 2006.
- ANDERSON, E. F. **The cactus family**.Portland: Timber Press, 2001, 777p.
- ANDRADE, C. T. S.; MARQUES, J. G. W.; ZAPPI, D. C. Utilização de cactáceas por sertanejos baianos. Tipos conexivos para definir categorias utilitárias. **Sitientibus**, v. 6, p. 3-12, 2006a.
- ANDRADE, C. T. S.; MARQUES J. G. W.; ZAPPI D. C., 2006b. Utilização medicinal das cactáceas por sertanejos baianos. **Revista Brasileira de Plantas Medicinai**s, v. 8, p. 36-42.
- ARAÚJO, A. P. et al. Caracterização física e físico-química dos frutos do mandacaru e xique-xique, produzidos em região semi-árida do nordeste brasileiro. **Revista Química do Brasil**, v. 1, p. 71-6, 2007.
- AU CACTUS FRANCOPHONE. **Fiche de Pilosocereus gounellei** (F.A.C. Weber) Byles & G. Rowley, 1997. Disponível em: <<http://www.cactuspro.com/encyclo/Pilosocereus/gounellei>> Acesso em: 01 dez. 2010.

BRAGA, R. **Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará** (Coleção Mossoroense). 3 ed. v. 42. Fortaleza: Escola Superior de Agricultura de Mossoró, 1976, 540p.

CAVALCANTI, N. B.; RESENDE, G. M.; BRITO, L. T. L. **Vulnerabilidade dos pequenos agricultores da região semi-árida do nordeste nos períodos de seca**, 2003. Disponível em:< <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/CPATSA/26855/1/OPB165.pdf>> Acesso em: 01 dez. 2010.

CAVALCANTI, N. B.; RESENDE, G. M. Plantas nativas da caatinga utilizadas pelos pequenos agricultores para alimentação dos animais na seca. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 3, 2004, Paraíba. **Anais...** Paraíba: EMBRAPA, 2004, CD-ROM.

FERREIRA, M. A. et al. M. Estratégias na suplementação de vacas leiteiras no semi-árido do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia** (suplemento especial), v. 38, p. 322-329, 2009.

FORZZA, R. C. et al (Orgs). **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. Vol. 1. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010, 875p.

GERMANO, R. H. et al. Avaliação da composição química e mineral de cactáceas no semi-árido paraibano. **Agropecuária Técnica**, v. 20, p. 51-7, 1999.

GOMES, E. C. S. et al. **Plantas da caatinga de uso terapêutico: um levantamento etnobotânico**, 2007. Disponível em:<[www.rede.net.br/.../20080226\\_134347\\_SAUD-046.pdf](http://www.rede.net.br/.../20080226_134347_SAUD-046.pdf)> Acesso em: 01 dez. 2010.

GOMES, R. P. **Forragens fartas na seca**. 4 ed. Nobel, São Paulo, 1977, 233p.

GORELICK, R. *Brasilicereus*, *Cipocereus*, and *Pilosocereus* in eastern Brazil (edição especial). **Cactus Succulent Journal**, v. 81, p. 126-136, 2009.

GORELICK, R.; CHARLES, G. **Columnar cacti of eastern Brazil**, 2010. Disponível em:<<http://shop.cssainc.org/columnar-cacti-eastern-brazil.html>> Acesso em: 01 dez. 2010.

LEMOS, J. R. Plantas da Caatinga com potencial forrageiro. Parque Nacional Serra da Capivara, Estado do Piauí. **Pesquisa em foco**, v. 9, p. 91-100, 2001.

LIMA, G. F. C. et al. **Produção estratégica de alimentos para pecuária familiar no semi-árido. Alternativas para a formulação de rações na própria Fazenda**. Natal: EMPARN, 2008, 53p.

LUCENA, E. A. R. M. **Fenologia, biologia da polinização e da reprodução de *Pilosocereus Byles & Rowley* (Cactaceae) no nordeste do Brasil**. 2007. 185p. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Departamento de Botânica, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

PEIXOTO NETO, P. A. S.; CAETANO, L. C. **Plantas medicinais**. Do popular ao científico. Maceió: EDUFAL, 2005, 498p.

RANGEL, A. H. N. et al. Suprimento e demanda de nutrientes em sistemas em não equilíbrio. **Revista Verde**, v. 4, p. 14-30, 2009.

ROCHA, E. A.; AGRA, M. F. Flora do Pico do Jabre, Paraíba, Brasil: Cactaceae Juss. **Acta Botânica Brasileira**, v. 16, p. 15-21, 2002.

ROCHA, E. A.; MACHADO, I. C. S.; ZAPPI, D. C. Fenologia, biologia da polinização e da reprodução de *Pilosocereus* Byles & Rowley (Cactaceae) no nordeste do Brasil. **Boletín de la Sociedad Latinoamericana y del Caribe de Cactáceas y otras Suculentas**, v. 4, p. 4-6, 2007.

ROQUE, A. A.; ROCHA, R. M.; LOIOLA, M. I. B. Uso e diversidade de plantas medicinais da Caatinga na comunidade rural de Laginhas, município de Caicó, Rio Grande do Norte (nordeste do Brasil). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**. v. 12, p. 31, 2010.

SANTOS, M. V. F. et al.. Potencial of caatinga forage plants in ruminant feeding. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 204-15, 2010. Suplemento especial.

SILVA, J. G. M.; PAZ, L. G.; LIMA, G. F. C. Degradabilidade in situ da matéria seca de cactáceas nativas (*Cereus jamacaru* DC. e *Pilosocereus gounellei* (A. Weber ex K. Schum.) Bly. ex Rowl.). In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 1, 1998. Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, Departamento de Zootecnia, v. 2, p.60. 1998. CD-ROM.

SILVA, J. G. M. et al. Xiquexique. Alternativa alimentar para ruminantes em secas severas. In: LIMA, G. F. C. et al. (Orgs.). **Armazenamento de forragens para a agricultura familiar**. Natal: EMPARN, p. 28-32, 2004.

SILVA, J. G. M. et al. **Utilização e manejo do xiquexique e mandacaru como reservas estratégicas de forragem** (documento 33). Natal: EMPARN, 2007, 37p.

SILVA, J. G. M. et al. Produção de biomassa do xiquexique sob diferentes alturas de cortes na caatinga. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 5, Aracaju, 2008. **Anais...** Aracaju: SNPA, 2008a. CD-ROM.

SOCHA, A. M. **From areoles to Zycocactus: an evaluationary masterpiece**. A synopsis of the family Cactaceae. The New York Botanical Garden, 2007. Disponível em: <<http://www.nybg.org/bsci/herb/cactaceae1.html>> Acesso em: 01 dez. 2010.

TAYLOR, N. P. Brazilian Cacti. In: ORDFIELD, S. (Comp.). **Cactus and succulent plants Status survey and conservation action plants**. Cambridge: IUCN/SSC, p.199-202, 1997.

TAYLOR, G. **Index Kewensis: Plantarum planerogamarum, suplementum, Tertium decimum. Pilosocereus gounellei** (A. Weber ex K. Schum.) Bly ex Rowl. Bentham-Moxon Trustees: Londini et novi Eboraci, 1966, p. 104.

TROPICOS. ORG. MISSOURI BOTANICAL GARDEN, KEW, 2010. Disponível em: <<http://www.tropicos.org/Name/5106658>> Acesso em: 01 dez. 2010.

ZAPPI, D. C. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Cactaceae. **Boletim de Botânica**, v. 12, p. 43-59, 1990.

ZAPPI, D. C. *Pilosocereus (Cactaceae)*. The genus in Brazil. Vol. 3. Milborne Port: Royal Botanic Gardens, Kew, 1994, 160p.

ZAPPI, D.; TAYLOR, N. Diversidade e endemismo das Cactaceae na Cadeia do Espinhaço. **Megadiversidade**. 4, 111-116, 2008.

ZAPPI, D. Fitofisionomia da Caatinga associada à Cadeia do Espinhaço. **Megadiversidade**, v. 4, p. 34-38, 2008.

ZAPPI, D.; TAYLOR, N.; MACHADO, M. Cactaceae. In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, 2010. Disponível em:<<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB001663>> Acesso em: 01 dez. 2010.

5 ARTIGO 2 Prospecção fitoquímica e avaliação da atividade antimicrobiana do extrato etanólico de caule e raízes de *Pilosocereus gounellei* (Weber) Byles e Rowley (Cactaceae)

Submetido ao Journal of Ethnopharmacology

Linderfrance Jesus Oliveira<sup>1</sup>; Rosilma de Oliveira Araújo<sup>2</sup>, Lucileide Batista de Oliveira<sup>1</sup>; Kêsia Xisto Fonseca Ribeiro de. Sena.<sup>2</sup>; Haroudo Satiro Xavier<sup>1</sup>; Ivone Antônia Souza<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ciências Farmacêuticas da UFPE

Rua Arthur de Sá, s/nº, Cidade Universitária, Recife, Pernambuco, Brazil

CEP: 50740-521 - Tel. +55-81-2126-8511

<sup>2</sup> Departamento de Antibióticos da UFPE

Rua Arthur de Sá, s/nº, Cidade Universitária, Recife, Pernambuco, Brazil

CEP: 50740-521 - Tel. +55-81-2126-8347

## RESUMO

Os metabólitos secundários encontrados nas espécies vegetais são objeto de estudos científicos multidisciplinares, por apresentarem importantes atividades biológicas, e apesar de não serem indispensáveis à planta, propiciam a subsistência e perpetuação da sua espécie em seu habitat. Em decorrência do uso abusivo de antibióticos e agentes quimioterápicos, que contribuíram para o aparecimento da resistência bacteriana, têm-se investido na realização de pesquisas com espécies vegetais (entre elas, as cactáceas), visando à descoberta de novos compostos com atividade contra microrganismos patogênicos. *Pilosocereus gounellei* (Weber) Byles e Rowley (Cactaceae) é uma planta arbustiva colunar, presente na caatinga nordestina e utilizada, empiricamente, no tratamento de processos inflamatórios e infecciosos. Este estudo teve como objetivo determinar o perfil fitoquímico do extrato etanólico de caule e raízes de *P. gounellei*, com Cromatografia em Camada Delgada (WAGNER; BLADT, 1996; HARBORNE, 1998), com fases móveis distintas e reveladores específicos, e analisar a atividade antimicrobiana pelo Método de Difusão em Meio Sólido de Bauer e Kirby (1966), com determinação da CMI, avaliada segundo os critérios adotados pelo CLSI (Clinical and Laboratory Standards Institute, 2010). Triterpenos e polifenóis foram os constituintes ativos visualizados no estudo fitoquímico desse táxon. Essa espécie vegetal apresentou atividade antimicrobiana frente à *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus luteus*, *Mycobacterium smegmatis* e *Enterococcus faecalis*. A CMI de

extratos etanólicos testados de *P. gounellei* apresentou melhor resultado para o infuso etanólico de raízes dessa espécie frente aos microrganismos *Micrococcus luteus* e *Mycobacterium smegmatis* em relação ao extrato caulinar. Estudos etnofarmacológicos têm apontado essa catácea como fonte promissora no tratamento de diversas afecções, entre elas renal e prostática. Entretanto, novas investigações estão em andamento nesse campo, visando proporcionar segurança quanto a sua utilização para o tratamento de afecções.

**Palavras chave:** Perfil fitoquímico. Cromatografia. *Pilosocereus gounellei*. Cactaceae. Atividade antimicrobiana

## ABSTRACT

The secondary metabolites found in plant species are studied in scientific multidiscipline, because they have important biological activities, in spite of not to be essential to the plant, provide subsistence and perpetuation of its species in its habitat. Due to the overuse of antibiotics and chemotherapeutic agents, which contributed to the emergence of bacterial resistance, have been invested in conducting research with plant species (among them, the cactus), hoping to discover new compounds with activity against pathogenic microorganisms. *Pilosocereus gounellei* (Weber) Byles and Rowley (Cactaceae) is a shrubby plant columnar present in caatinga and used empirically to treat inflammatory and infectious processes. This study aimed to determine the phytochemical profile of the ethanol extract of stem and roots of *P. gounellei* with Thin Layer Chromatography (WAGNER; BLADT, 1996; HARBORNE, 1998) with different mobile phases and revealing specifics, and analyzed the antimicrobial activity by the method of solid medium diffusion of Bauer and Kirby (1966), with determination MIC, evaluated according to criteria adopted by the CLSI (Clinical and Laboratory Standards Institute, 2010). Triterpenes and polyphenols are the active constituents viewed on the phytochemical study of this taxon. This plant species showed antimicrobial activity against *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus luteus*, *Mycobacterium smegmatis* and *Enterococcus faecalis*. The MIC of tested ethanol extracts of *P. gounellei* showed better results for the ethanol-infused roots of this species against microorganisms *Micrococcus luteus* and *Mycobacterium smegmatis* against the shoot extract. Studies have shown that ethnopharmacological cactus, as a promising for the treatment of many diseases, including kidney and prostate. However, further investigations are in progress in this field in order to provide certainty as to their use for the treatment of diseases.

**Keywords:** Phytochemistry. Chromatography. *Pilosocereus gounellei*. Cactaceae. Antimicrobial activity

## 5.1 INTRODUÇÃO

As substâncias ativas das plantas medicinais compreendem produtos do metabolismo primário, essenciais à sua sobrevivência, ou produtos do metabolismo secundário que, embora não sendo indispensáveis à planta, fornecem vantagens à sua subsistência e perpetuação da sua espécie em seu habitat. Esses últimos desempenham papel relevante na interação dos vegetais com o meio ambiente, em relação à defesa contra herbívoros e microrganismos, a proteção contra a radiação ultravioleta, a atração de organismos benéficos (polinizadores, dispersores de sementes e microrganismos simbiotes) e sua participação em alelopatias (SANTOS, 2004).

Com elevado número e grande diversidade na natureza, os metabólitos secundários destacam-se por apresentarem importantes atividades biológicas, sendo objeto de estudos científicos em diversas áreas, entre elas a Farmacêutica (SANTOS, 2004).

No entanto, os níveis de metabólitos secundários encontrados nas espécies vegetais sofrem a influência de fatores, como sazonalidade, ciclo dia/noite, idade e desenvolvimento da planta, temperatura, disponibilidade hídrica, radiação ultravioleta, nutrientes, altitude, poluição atmosférica, indução por estímulos mecânicos ou ataque de patógenos. Assim, verifica-se a necessidade de condições adequadas para coleta da planta, em vista a obtenção de um maior teor de constituintes ativos (GOBBO-NETO; LOPES, 2007), bem como a aplicação de princípios gerais para a sua obtenção (CECHINEL FILHO, 1998).

Um dos fatores preocupantes na Saúde Pública é a resistência bacteriana aos antibióticos e quimioterápicos, ocasionado pelo uso abusivo de antimicrobianos. Esse fato tem levado os pesquisadores a investigarem compostos bioativos de origem vegetal que apresentem ampla atividade frente aos microrganismos (SILVEIRA et al., 2006).

As bactérias desenvolvem formas diversas de resistência contra os mecanismos de ação dos antimicrobianos, entre elas, as relacionadas à produção de enzimas inativadoras, formação de biofilmes, composição bioquímica da parede celular bacteriana. Além destas, existem os mecanismos de resistência intrínseca, mutação genética, transferência de material genético, sem que seja necessário contato prévio desses microrganismos com o antibiótico (OLIVEIRA; SILVA, 2008). A rápida proliferação desse fenômeno ocorre pela transferência

genética, principalmente, em bactérias Gram-positivas, como enterococos, estafilococos e estreptococos (SILVEIRA et al., 2006).

No Brasil, é crescente o número de estudos científicos sobre a bioatividade de substâncias produzidas por vegetais, que podem apresentar ação antimicrobiana com uma ou várias linhagens de microrganismos multiresistentes, bem como o efeito sinérgico da associação dos extratos vegetais com atividade antimicrobiana, ou ainda desses extratos com antibióticos. Os extratos e óleos essenciais, além de frações, látex e proteínas obtidas a partir de plantas revelaram-se como os principais produtos de origem vegetal com esse tipo de ação (COUTINHO et al., 2004; DUARTE, 2006).

*Pilosocereus gounellei* (Weber) Byles e Rowley é uma cactácea com emprego medicinal, amplamente distribuída nas áreas mais secas das regiões Semi-áridas nordestinas, principalmente, nos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Bahia (GOMES, 1977) e considerada suporte forrageiro para ruminantes nos períodos de estiagem (LEMOS, 2001; SILVA et al., 2005).

Em estudos etnofarmacológicos, ficou demonstrado o uso medicinal de partes vegetais de *P. gounellei* para o tratamento de afecções de origem infecciosa (ALMEIDA et al., 2005, 2006; ANDRADE; MARQUES; ZAPPI, 2006a, 2006b; ALBUQUERQUE et al., 2007; AGRA et al., 2008; ROQUE; ROCHA; LOIOLA, 2010).

Este estudo visa estabelecer o perfil fitoquímico dos extratos etanólicos caulinar e de raízes de *P. gounellei*, avaliar a sua atividade antimicrobiana e propor a obtenção de novos compostos biativos com este tipo de aplicabilidade.

No entanto, novas pesquisas científicas do vegetal precisam ser realizadas, com intuito de promover uma análise mais detalhada de sua composição química e isolamento de constituintes ativos para emprego em ensaios microbiológicos e proporcionar uma maior segurança quanto ao seu uso no tratamento de afecções de origem microbiológica.

## 5.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 5.2.1 Material botânico

Coleta de caule e raízes de *Pilosocereus gounellei* (Weber) Byles e Rowley, na Serra do Umbuzeiro, no Estado da Paraíba, com identificação e tombamento do material vegetal pelo Instituto de Pesquisas Agronômicas de Pernambuco (IPA), cuja exsicata se encontra depositada no Herbário sob o nº 67505.

## 5.2.2 Preparação do extrato bruto

### 5.2.2.1 Caule

Fracionamento do material caulinar (6 kg), pesado e colocado à infusão etanólica (6L), com obtenção de 64 g, após filtração e eliminação a vácuo (40 a 50 °C - rotaevaporador) do solvente contido no infuso.

### 5.2.2.2 Raízes

Fragmentação de raízes em moinho de facas (864,80 g), pesadas e submetidas à infusão etanólica (6 L), com obtenção de 35,96 g de resíduo, após filtração e eliminação a vácuo (40 a 50 °C - rotaevaporador) do solvente contido no infuso.

## 5.2.3 Perfil fitoquímico

Extratos brutos etanólicos a 10% de caule e raízes de *P. gounellei* foram submetidos a análises cromatográficas (CCD), com emprego de placas prontas de gel de sílica Merck (art. 105554 – Alemanha), aplicando-se alíquotas de 15 µL.

Os cromatogramas foram desenvolvidos com fases móveis diversas e revelados a partir de reagentes específicos para os grupos de metabólitos secundários a ser evidenciados, segundo metodologia de Wagner e Bladt (1996) e de Harborne (1998).

Foi realizada a investigação fitoquímica dos seguintes metabólitos secundários no extrato etanólico caulinar e de raízes de *P. gounellei*: polifenóis (cumarinas, derivados cinâmicos, derivados gálicos, fenilpropanoglicosídeos, flavonóides, proantocianidinas condensadas), glicosídeos de iridóides, terpenóides (triterpenos, esteróides e saponósidos), alcalóides e açúcares redutores, utilizando padrões adequados para cada análise realizada (Quadro 1).

**Quadro1** Metabólitos secundários pesquisados na prospecção fitoquímica.

| Metabólitos                                                                                                                          | Fase móvel | Revelador                                       | Referência                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Açúcares redutores                                                                                                                   | E          | Timol, EtOH 96%, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Groesz; Braunsteiner (1989)             |
| Alcalóides                                                                                                                           | B          | Dragendorff                                     | Wagner; Bladt (1996)                    |
| Cumarinas                                                                                                                            | A          | Neu-KOH (10%)<br>UV (365 nm)                    | Wagner; Bladt (1996)                    |
| Derivados cinâmicos                                                                                                                  | B          | Neu – UV (365 nm)                               | Wagner; Bladt (1996)                    |
| Derivados gálicos                                                                                                                    | C          | Neu - UV (365 nm)                               | Harborne (1998)                         |
| Flavonóides                                                                                                                          | B          | Neu UV – (365 nm)                               | Neu (1996)                              |
| Fenilpropanoglicosídeos                                                                                                              | B          | Neu – UV (365 nm)                               | Wagner; Bladt (1996)<br>Markham (1982)  |
| Glicosídeos de Iridóides                                                                                                             | B          | Vanilina sulfúrica                              | Wagner; Bladt (1996)<br>Harborne (1998) |
| Proantocianidinas condensadas<br>Leucoantocianidinas                                                                                 | B          | Vanilina clorídrica                             | Robertson; Cartwright;<br>Wood (1957)   |
| Triterpenos<br>Esteróides                                                                                                            | D          | Liebermann-Burchard                             | Sharma (1991)<br>Harborne (1998)        |
| Saponósidos (confirmada a<br>afrogenicidade do extrato<br>aquoso (Costa, 2002), procede-<br>se à Cromatografia em Camada<br>Delgada) | B          | Acetona-água                                    | Xavier; Bulhões (1976)                  |

A = AcOEt-OHCOOH-AcOH-H<sub>2</sub>O (100:02:02:02 v/v)

B = AcOEt-OHCOOH-AcOH-H<sub>2</sub>O (100:11:11:26 v/v)

C = Tolueno-Et<sub>2</sub>O (1:1:sat.) AcOH (10%)

D = Tolueno-AcOEt (90:10 v/v)

E = Me<sub>2</sub>CO-n-BuOH-Tampão Fosfato pH 5,0 (5:4:1 v/v)

Neu = (Sol. 1% de difenilboriloxietilamina em MeOH)

#### PADRÕES

Açúcares redutores = glicose + maltose

Alcalóides = pilocarpina

Polifenóis = luteolina-7-o-retinosídeo + ácido clorogênico + luteolina-7-o-glicosídeo

Proantocianidinas condensadas = (+) epicatequina

Saponósidos: *Ziziphus joazeiro* Mart.,

Taninos hidrolisáveis = ácido gálico + ácido elárgico

Glicosídeos de iridóides = ipolamida

Triterpenos e esteróides = ácido ursólico, β-sitosterol, β-amirina

## 5.2.4 Atividade antimicrobiana

### 5.2.4.1 Microrganismos teste

DAUFPE 01 – *Staphylococcus aureus*

DAUFPE 06- *Micrococcus luteus*

DAUFPE 16- *Bacillus subtilis*

DAUFPE 39- *Pseudomonas aeruginosa*

DAUFPE 71- *Mycobacterium smegmatis*

DAUFPE 138- *Enterococcus faecalis*

DAUFPE 227- *Escherichia coli*

DAUFPE- 398- *Serratia marcescens*

DAUFPE 1007- *Candida albicans*

#### 5.2.4.2 Padronização do inóculo

As suspensões microbianas foram padronizadas de acordo com a turvação equivalente ao tubo 0,5 da escala de Mcfarland, que corresponde a aproximadamente  $10^8$  UFC/mL para bactérias.

#### 5.2.4.3 Teste de difusão em meio sólido

A atividade antimicrobiana do extrato etanólico de caule e raízes de *P. gounellei* foi avaliada pelo Método de Difusão em Disco de Papel (BAUER; KIRBY, 1966). Discos de 6 mm de diâmetro foram impregnados com 10 µL do extrato de modo que cada disco ficou na concentração de 2000 µg. Os discos foram colocados sobre a superfície do meio semeado com as suspensões microbianas padronizadas de acordo com a turvação equivalente ao tubo 0,5 da escala de *McFarland* em placas de Petri. As placas foram incubadas a 35° C, após este período foi realizada a leitura dos resultados, pela medição do diâmetro do halo de inibição formado em volta do disco. Os testes foram realizados em triplicata e os resultados expressos pela média aritmética dos diâmetros dos halos de inibição em mm e calculado o desvio padrão.

Foram empregados como padrões os antibióticos kanamicina (KN), ampicilina (AM) e cetoconazol (CET) e para controle negativo, o dimetilsulfóxido (DMSO).

#### 5.2.4.4 Determinação da concentração mínima inibitória (CMI)

A determinação da CMI foi avaliada segundo os critérios adotados pelo CLSI (CLINICAL AND LABORATORY STANDARDS INSTITUTE, 2010). Foi utilizada uma placa multipoços (96 poços), enumeradas de 1 a 12 na horizontal e em ordem alfabética, de A a H, na vertical. Foi feito uma solução mãe dos extratos de caule e raízes *Pilosocereus gounellei* a 1280 µg/mL e uma suspensão padronizada de acordo com o tubo 0,5 da escala de MacFarland de *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus luteus*, *Mycobacterium smegmatis* e

*Enterococcus faecalis*. Com exceção da terceira coluna, em todas as colunas foi colocado 100 µL do meio caldo Müeller Hinton, sendo a primeira coluna o controle negativo, ou seja, só contém os 100 µL do caldo Müeller Hinton, e na segunda coluna foi adicionado 10 µL da suspensão microbiana padronizada aos 100 µL do caldo Müeller Hinton (controle positivo). Já na terceira coluna foram colocados 180 µL do caldo Müeller Hinton e depois adicionado 20 µL da solução mãe. A partir dessa coluna foram feitas diluições seriadas de 1:2, ou seja, foram retirados 100 µL da coluna atual e adicionados na coluna seguinte, até a décima segunda coluna. Aos poços das diluições foram colocados 10 µL da suspensão dos microrganismos teste. A placa foi incubada durante 18 horas e após o período de incubação foi aplicado um corante revelador (resazurina), capaz de exibir de forma mais precisa se houve ou não turbidez no poço.

**Figura 1** Determinação da Concentração Mínima Inibitória (CMI) dos extratos de caule e raízes de *P. gounellei* frente aos microrganismos 01 (*Staphylococcus aureus*), 06 (*Micrococcus luteus*), 71 (*Mycobacterium smegmatis*) e 138 (*Enterococcus faecalis*).

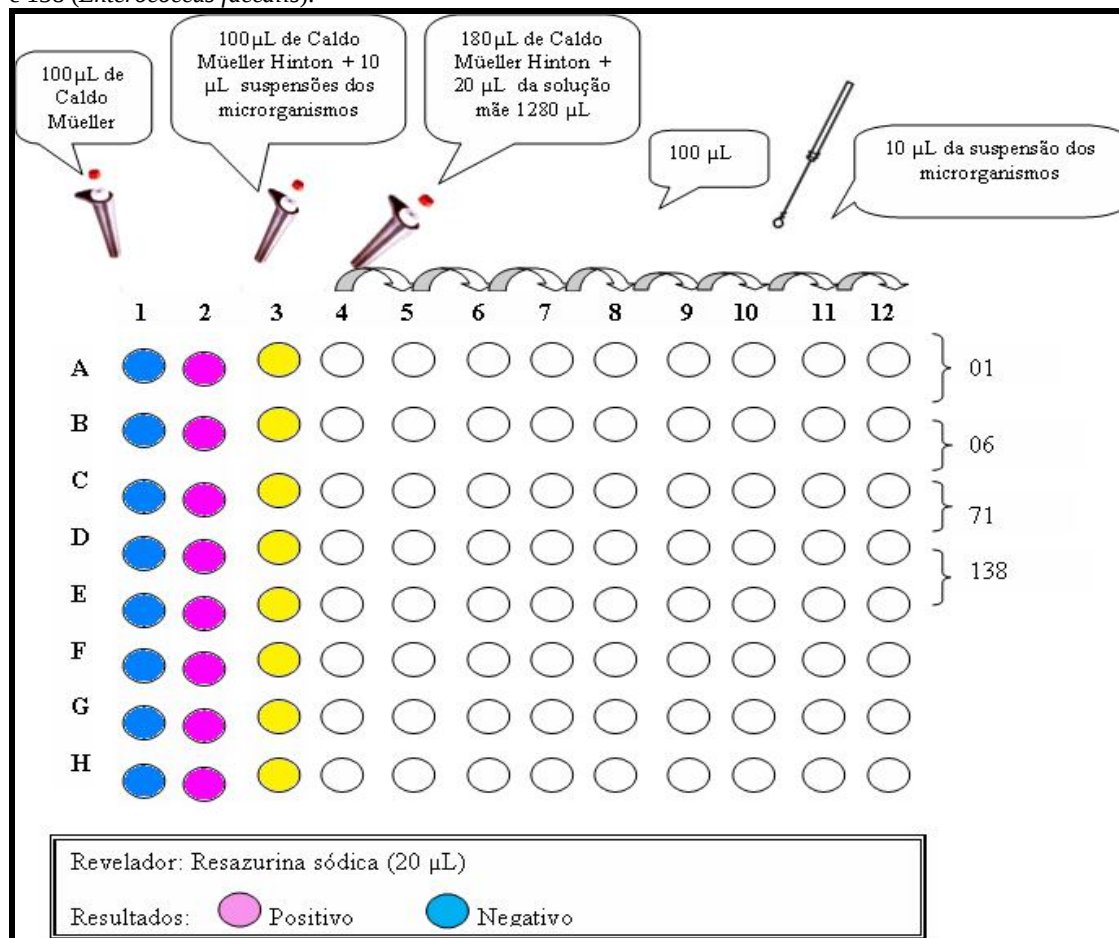


Foto. ARAÚJO, 2010

#### 5.2.4.5 Análise estatística

Para análise dos dados, foram obtidas as medidas estatísticas: média e desvio padrão, através do Teste Estatístico Kruskal-Wallis com comparações do referido teste (CONOVER, 1980).

A margem de erro utilizada na decisão dos testes estatísticos foi 5,0%. Os cálculos estatísticos foram realizados através do programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) na versão 15.

### 5.3 RESULTADOS

#### 5.3.1 Perfil fitoquímico

Da análise do infuso etanólico de caule de *P. gounellei* foi constatada predominantemente, a presença de flavonóides, moderada quantidade de triterpenos e esteróides, e, em menor proporção, açúcares redutores. Observou-se também ausência de cumarinas, derivados cinâmicos, derivados gálicos, fenilpropanoglicosídeos, glicosídeos de iridóides, proantocianidinas e alcalóides (Quadro 2).

No extrato etanólico de raízes, foi verificada a presença predominante de polifenóis, quantidade moderada de cumarinas, derivados cinâmicos, açúcares redutores, saponósidos e, em menor proporção, triterpenos e esteróides. Foi constatada a ausência de derivados gálicos, fenilpropanoglicosídeos, glicosídeos de iridóides, proantocianidinas e alcalóides (Quadro 2).

**Quadro 2.** Resultados obtidos na prospecção fitoquímica de caule e raízes e *P. gounellei*.

| Constituintes Químicos        | Caule | Raízes |
|-------------------------------|-------|--------|
| Cumarinas                     | A     | P      |
| Derivados cinâmicos           | A     | P      |
| Derivados gálicos             | A     | A      |
| Flavonóides                   | P     | P      |
| Glicosídeos de iridóides      | A     | A      |
| Proantocianidinas condensadas | A     | A      |
| Triterpenos e Esteróides      | P     | P      |
| Alcalóides                    | A     | A      |
| Saponósidos                   | A     | P      |
| Açúcares redutores            | P     | P      |

(P) = presença

(A) = ausência

### 5.3.2 Atividade antimicrobiana

O extrato etanólico de caule e raízes de *P. gounellei* apresentou atividade antimicrobiana frente à *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus luteus*, *Mycobacterium smegmatis* e *Enterococcus faecalis* (Tabela 1).

Na Tabela 1, apresentam-se os resultados das atividades antimicrobianas para quatro microorganismos analisados. Dessa tabela destaca-se que, em cada organismo, a média menos elevada ocorreu nas amostras que foram utilizados o caule e foram mais elevadas no padrão. Para a margem de erro fixada (5,0%) em cada microorganismo foram registradas diferenças significativas ( $p < 0,05$ ). Através dos Testes de Comparações Múltiplas pareadas, entre todos os pares de caule, raiz e padrão, comprovam-se diferenças significativas nos microorganismos 1 e 6, enquanto que nos microorganismos 71 e 138 se comprova diferença significativa entre o padrão com cada um dos itens (caule e raiz).

Tabela 1. Resultados da análise antimicrobiana, por microorganismo, para os extratos etanólicos caulinar, de raízes de *P. gounellei* e padrão utilizados.

| Variável           | Caule                       | Raiz                        | Padrão                      | Valor de p                |
|--------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|
|                    | Média ± Desvio<br>padrão    | Média ± Desvio<br>padrão    | Média ± Desvio<br>padrão    |                           |
| Microorganismo 1   | 11,00 ± 0,00 <sup>(A)</sup> | 12,67 ± 0,58 <sup>(B)</sup> | 21,33 ± 0,58 <sup>(C)</sup> | p <sup>(1)</sup> = 0,023* |
| Microorganismo 6   | 9,67 ± 0,58 <sup>(A)</sup>  | 11,67 ± 0,58 <sup>(B)</sup> | 33,33 ± 0,58 <sup>(C)</sup> | p <sup>(1)</sup> = 0,025* |
| Microorganismo 71  | 9,67 ± 0,58 <sup>(A)</sup>  | 10,67 ± 0,58 <sup>(A)</sup> | 33,67 ± 0,58 <sup>(B)</sup> | p <sup>(1)</sup> = 0,033* |
| Microorganismo 138 | 10,67 ± 0,58 <sup>(A)</sup> | 11,67 ± 0,58 <sup>(A)</sup> | 37,33 ± 0,58 <sup>(B)</sup> | p <sup>(1)</sup> = 0,033* |

(\*). Diferença significativa ao nível de 5,0%. (1). Através do Teste de Kruskal-Wallis. Se as letras entre parêntesis são distintas existe diferença significativa entre os extratos correspondentes. Microrganismos. 01 - *Staphylococcus aureus*; 06 - *Micrococcus luteus*; 71- *Mycobacterium smegmatis*; 138 - *Enterococcus faecalis*. Padrões: KN (30 mcg) = kanamicina; AMP (10 mcg) = ampicilina; (\*) Diferença significativa ao nível de 5,0%; (1) Através do teste de Kruskal-Wallis

A CMI de extratos etanólicos testados de *P. gounellei* apresentou melhor resultado (< 128 µg/mL) para o infuso etanólico de raízes dessa espécie frente aos microrganismos *Micrococcus luteus* e *Mycobacterium smegmatis* (Tabelas 2 e 3).

Tabela 2. Concentração inibitória mínima do extrato etanólico caulinar de *P. gounellei*.

| Microrganismo                         | CMI µg/mL |
|---------------------------------------|-----------|
| 01 ( <i>Staphylococcus aureus</i> )   | 128       |
| 06 ( <i>Micrococcus luteus</i> )      | 128       |
| 71 ( <i>Mycobacterium smegmatis</i> ) | >128      |
| 138 ( <i>Enterococcus faecalis</i> ). | 128       |

CMI = concentração inibitória mínima

Tabela 3. Concentração inibitória mínima do extrato etanólico de raízes de *P. gounellei*.

| Microrganismo                         | CMI µg/mL |
|---------------------------------------|-----------|
| 01 ( <i>Staphylococcus aureus</i> )   | 128       |
| 06 ( <i>Micrococcus luteus</i> )      | 64        |
| 71 ( <i>Mycobacterium smegmatis</i> ) | 32        |
| 138 ( <i>Enterococcus faecalis</i> ). | >128      |

CMI = concentração inibitória mínima

## 5.4 DISCUSSÃO

A presença de flavonóides nos frutos de vegetais do gênero *Pilosocereus* (SILVA et al., 2009) foi visualizada em estudo sobre Cactaceae. Em outra pesquisa, foi evidenciado, além de flavonóides, cumarinas e saponinas, na polpa de frutos de *P. gounellei*, constatando também o efeito alelopático em frutos dessa cactácea (MEIADO et al., 2009).

Em perfil fitoquímico de plantas da Caatinga nordestina, verificou-se a presença de fenóis e triterpenos no caule de *P. gounellei* (ALMEIDA, 2005), metabólitos secundários presentes também em outras espécies da família Cactaceae, relatado em estudos (DAVET, 2005; ARAÚJO et al., 2008).

Entre as propriedades biológicas evidenciadas nos polifenóis e terpenóides encontram-se as atividades antiinflamatória, antimicrobiana, antifúngica, antiviral, antitumoral, antiparasitária, antioxidante, hepatoprotetora e hormonal (PEIXOTO NETO; CAETANO, 2005).

Os flavonóides são compostos fenólicos amplamente distribuídos nos vegetais e têm demonstrado efeitos protetores em patologias de natureza inflamatória, antialérgica, infecções virais, *diabetes mellitus*, anticancerígeno, cardiopatias, doenças renais, úlcera estomacal e duodenal, atividade antimicrobiana, antioxidante. Essas atividades se devem à capacidade dos flavonóides se ligarem a polímeros biológicos como enzimas, transportadores de hormônios e ácido desoxirribonucleico; serem quelantes de íons metálicos transitórios, tais como  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ; catalisarem o transporte de elétrons e neutralizar radicais livres (DORNAS et al., 2007; FLORES et al., 2002).

O efeito diurético observado em espécies de Cactaceae pode ser atribuído a presença de compostos polares (flavonóides glicosilados, ácido ascórbico) nessas espécies (GALATI, 2002).

Quanto aos terpenos, estes são substâncias naturais produzidas pela maioria das plantas e animais, que possuem efeitos quimiopreventivos contra o câncer, antimicrobianos (antibacterianos, antifúngicos, antivirais), anti-hiperglicêmicas, antiinflamatória, antiparasitária (PADUCH, 2007; PATOCKA, 2003) e inseticida (VIEGAS JÚNIOR, 2003).

As saponinas são glicosídeos de esteróides ou de terpenos policíclicos com ação hemolítica, ictiotóxica, hipocolesterolemiantes, hipoglicemiantes, antifúngica, antiprotozoário, moluscicida, antifúngica, antiviral, anticancerígena, antioxidante (FRANCIS et al., 2002).

No extrato etanólico caulinar, foi verificada a presença de polifenóis (flavonóides), terpenóides (triterpenos e esteróides) e açúcares redutores, enquanto que no extrato etanólico

de raízes apresentou além destes compostos, cumarinas, derivados cinâmicos e saponósidos, que podem justificar a sua ação em processos de etiologia infecciosa e inflamatória.

A existência de polifenóis e terpenóides em caules e raízes de *P. gounellei* corrobora com resultados encontrados na literatura científica para esse táxon (ALMEIDA, 2005) e reforça o uso dessa cactácea em afecções de etiologia inflamatória e microbiana.

Em relação à ação antimicrobiana, não há muitos estudos sobre essa atividade em cactáceas (PILAR, 1991; DAVET, 2005; DAVET, 2009), mas a presença predominante de compostos fenólicos (flavonóides) e terpenóides (triterpenos e esteróides) vêm respaldar a atuação de *P. gounellei* contra patógenos.

O extrato etanólico caulinar e de raízes de *P. gounellei* apresentou atividade antimicrobiana frente à *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus luteus*, *Mycobacterium smegmatis* e *Enterococcus faecalis*, o que ratifica estudos existentes na família Cactaceae (DAVET, 2005; DAVET 2009), com apresentação de um melhor resultado na CMI para o infuso etanólico de raízes, frente a *Micrococcus luteus* (64 µg/mL) e *Mycobacterium smegmatis* (32 µg/mL), em relação ao extrato etanólico do caule desse vegetal (Tabelas 3 e 4).

## 5.5 CONCLUSÃO

Presença de flavonóides, saponósidos, triterpenos e esteróides e açúcares redutores nos extratos etanólicos caulinar e de raízes, além da existência de cumarinas e derivados cinâmicos nesse último.

Potencial de atividade antimicrobiana evidenciado em estudo preliminar nos extratos etanólicos de caule e raízes de *P. gounellei* frente à *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus luteus*, *Mycobacterium smegmatis* e *Enterococcus faecalis*.

Contudo, devem ser empregadas técnicas especiais de isolamento e caracterização dos constituintes ativos dos extratos etanólicos das partes vegetais analisadas de *P. gounellei*, possibilitando, assim, um estudo mais detalhado das substâncias identificadas.

*P. gounellei* (Weber) Byles e Rowley pode se constituir em uma planta promissora e sugestiva como alternativa terapêutica.

## REFERÊNCIAS

- AGRA, M. F. et al. Survey of medicinal plants used in the region noortheast of Brazil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 18, p. 472-508, 2008.
- ALBUQUERQUE, U. P. et al. Medicinal plants of the caatinga (semi-arid) vegetation of NE Brazil: a quantitative approach. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 114, p. 325-54, 2007.
- ALMEIDA, C. F. C. B. R. et. al. Medicinal plants popularly used in the Xingó region - a semiarid location in Northeastern Brazil. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 2, p. 15, 2006.
- ALMEIDA, C. F. C. B. R. et al. Life strategy and chemical composition as predictors of the selection of medicinal plants from the caatinga (Northeast Brazil). **Journal Arid Environ**, v. 62, p. 127-142, 2005.
- ANDRADE, C. T. S.; MARQUES, J. G. W.; ZAPPI, D. C. Utilização de cactáceas por sertanejos baianos. Tipos conexivos para definir categorias utilitárias. **Sitientibus**, v. 6, p. 3-12, 2006a.
- ANDRADE, C. T. S.; MARQUES, J. G. W.; ZAPPI, D. C. Utilização medicinal das cactáceas por sertanejos baianos. **Revista Brasileira de Plantas Medicinai**s, v. 8, p. 36-42, 2006b.
- ARAÚJO, T. A. S. A. et al. A new approach to study medicinal plants with tannins and flavonoids contents from the local knowledge. **Journal of Etno pharmacology**, v, 120, p. 72-80, 2008.
- BAUER, A. W.; KIRBY, W. M. Antibiotic susceptibility testing by a standard single disc method. **American Journal Clinical Pathology**, n. 45, p. 493-499, 1966.
- CECHINEL FILHO, V. Estratégias para obtenção de compostos farmacologicamente ativos a partir de plantas medicinais. Conceitos para modificação estrutural para otimização da atividade. **Química Nova**, v. 21, n. 1, p. 99-105, 1998.
- CLINICAL AND LABORATORY STANDARDS INSTITUTE. **Document**: M100 – S20, v. 30, n.1, Replaces M100 – S19, V. 19, n. 3, 2010.
- COUTINHO, H. D. M. et al. Atividade antimicrobiana de produtos naturais. **Conceitos**. 10 ed. Paraíba, nov. 2004.
- CONOVER, W. J. **Practical Nonparametric Statistics**. 2 ed. New York: John Wiley & Sons, 1980, 495 pg.
- COSTA, A. F. **Farmacognosia**. 3 ed. Lisboa: Fundação Caloustre Gulbenkian, 2002.
- DAVET, A. **Estudo fitoquímico e biológico do cacto *Cereus jamacaru* de Candolle, Cactaceae**. 2005. 121p. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Departamento de Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal do Paraná, Recife.

DAVET, A et al. Atividade antibacteriana de *Cereus jamacaru* DC, Cactaceae. Estudo fitoquímico e biológico do cacto *Cereus jamacaru* de Candolle. **Revista Brasileira de farmacognosia**, v. 19, n 2B, 561-64, 2009.

DORNAS, W.C. et al. Flavonóides: potencial terapêutico no estresse oxidativo. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 28, n. 3, p. 241-9, 2007.

DUARTE, M. T. Atividade antimicrobiana de plantas medicinais e aromáticas utilizadas no Brasil. **Multiciência**. Construindo a história dos produtos naturais. Campinas, n. 7, 2006.

FLORES, S. M. et al. Los flavonóides: propiedades y acciones antioxidantes. **Nutrición Hospitalaria**, v. 17, n.6, p. 271-8, 2007

FRANCIS, G. et al. The biological action of saponins in animal systems: a review. **British Journal Nutrition**, v. 88, p. 587-605, 2002.

GALATI, M. et al. Biological effect of *Opuntia ficus indica* (L.) Mill. (Cactaceae) waste matter. Note I. diuretic activity. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 79, p. 17-21, 2002

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas Medicinais: fatores de influência no conteúdo dos metabólitos secundários. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 374-81, 2007.

GOMES, R. P. **Forragens fartas na seca**. 4 ed. São Paulo: Nobel, 1977, 233 p.

GROESZ J; BRAUNSTEINER, W. Quantitative determination of glucose, fructose, and sucrose, and separation of fructo-oligosaccharides by means of TLCJ. **Journal Planar Chromatography**, 1v. 2, p.420-23, 1989.

HARBORNE, J. B. **Phytochemical methods**. A guide to modern techniques of plant analysis. 3 ed. London: Chapman and Hall; 1998.

LEMOS, J. R. Plantas da caatinga com potencial forrageiro. Parque Nacional Serra da Capivara, Estado do Piauí. **Pesquisa em foco**, v. 9, p. 91-100, 2001.

MARKHAM, K. R. **Techniques of flavonoid identification**. London: Academic Press, 1982.

MEIADO M. V. et al. A. **A polpa dos frutos de espécies do gênero Pilosocereus Byles & G. D. Rowley (Cactaceae) possui ação alelopática?** 2009. Disponível em: [www.sbfv.org.br/congresso2009/trabalhos/autor/ecofisiologia/472.pdf](http://www.sbfv.org.br/congresso2009/trabalhos/autor/ecofisiologia/472.pdf)> Acesso em: 01 dez 2010.

OLIVEIRA, A. C.; SILVA, R. S. Desafios do cuidar em saúde frente à resistência bacteriana; uma revisão. **Revista Eletrônica de Enfermagem**, v. 10, n. 1, p. 189-197, 2008.

PADUCH, R. et al. Terpenes: substances useful in human healthcare. **Archives Immunology Therapeutic Experiment**, v. 55, 0. 315-27, 2007.

PATOČKA, J. Biologically active pentacyclic triterpenes and their current medicine signification. **Journal of Applied Biomedicine**, v. 1, n. 7, p. 7-12, 2003.

PEIXOTO NETO, P. A. S.; CAETANO, L. C. **Plantas medicinais. Do popular ao científico.** Maceió: EDUFAL, 2005, 498p.

PILAR, F. C. M. **Estudio farmacologico y microbiologico del extracto acuoso de frutos Opuntia dillenii Haw.** 1991. Disponível em: <<http://www.mastesis.com/tesis/estudio+farmacologico+y+microbiologico+del+extracto+acuoso+d:34075>> Acesso em: 01 dez 2010.

ROBERTSON, E. H.; CARTWRIGHT, R. A.; WOOD, D. J. Flavonols of tea. **Journal Science Food Agriculture**, v. 7, p. 637-40, 1957.

ROQUE, A. A.; ROCHA, R. M.; LOIOLA, M. I. B. Uso e diversidade de plantas medicinais da Caatinga na comunidade rural de Laginhas, município de Caicó, Rio Grande do Norte (nordeste do Brasil). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**. v. 12, p. 31, 2010.

SANTOS, R. I. Metabolismo básico e origem dos metabólitos secundários. In. SIMÕES, C. M. O. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5 ed. rev. e ampl., Porto Alegre: UFRGS, 2004, cap. 16, p. 403-405.

SHARMA, O. P.; DAWRA, R. K. Thin-layer chromatographic separations of lantandenses, the pentacyclic triterpenoids from (*Lantana camara*) plant. **Journal of Chromatographie**, v. 587, p. 351-4, 1991

SILVA, J. G. M. et al. Xiquexique (*Pilosocereus gounellei* A. Weber ex K. Schum.) Bly. ex Rowl.) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) na alimentação de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p. 1408-17, 2005.

SILVA, S. M. et al. Features of postharvest physiology and quality of Cactaceae fruits from Brazilian northeast. **Acta Horticulture** (ISHS), v. 811, p. 113-22, 2009.

SILVEIRA, G. P. et al. Estratégias utilizadas no combate a resistência bacteriana. **Química Nova**. São Paulo, v.29, n. 4, p. 844-855, 2006.

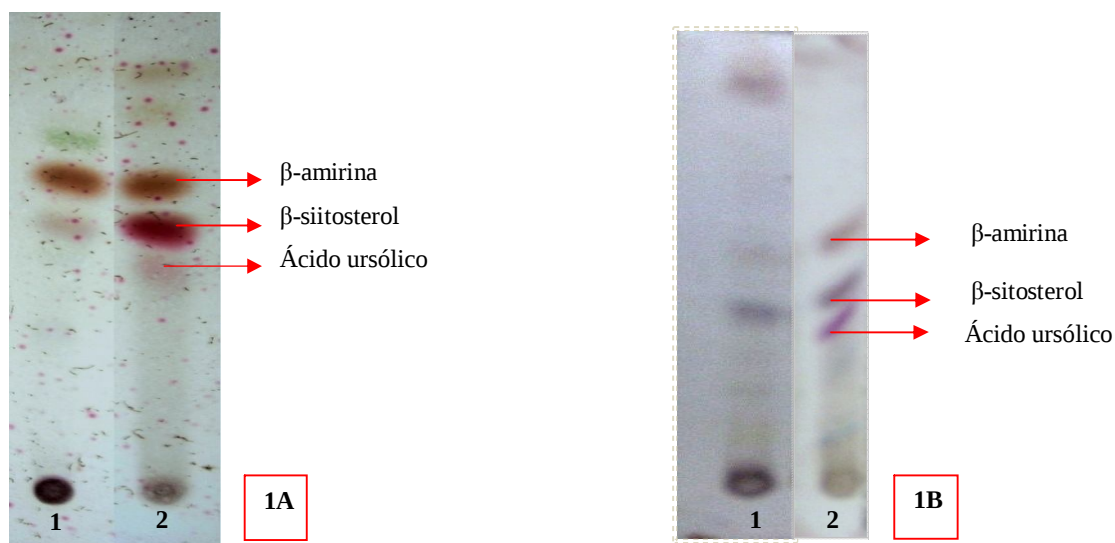
VIEGAS JUNIOR, C. Terpenos com atividade inseticida. Uma alternativa para o controle químico de insetos. **Revista Química Nova**, v. 26, n. 3, p. 390-400, 2003.

XAVIER, H. S.; BULHÕES, I. C. Detecção de saponinas em placas cromatográficas usando água como revelador. **Anais do Departamento de Farmácia do Centro de Ciências da Saúde**. Universidade Federal de Pernambuco, n. 15, p. 55-56, 1976.

WAGNER, H.; BLADT, S. **Plant drug analysis**. 2 ed. New York: Springer; 1996, p.364.

## APÊNDICE A

**Figura 1 A/B** *P. gounellei*. Cromatograma de terpenóides



**A1** Extrato etanólico de caule;

**A2** Padrão: ácido ursólico +  $\beta$ -sitosterol +  $\beta$ -amirina.

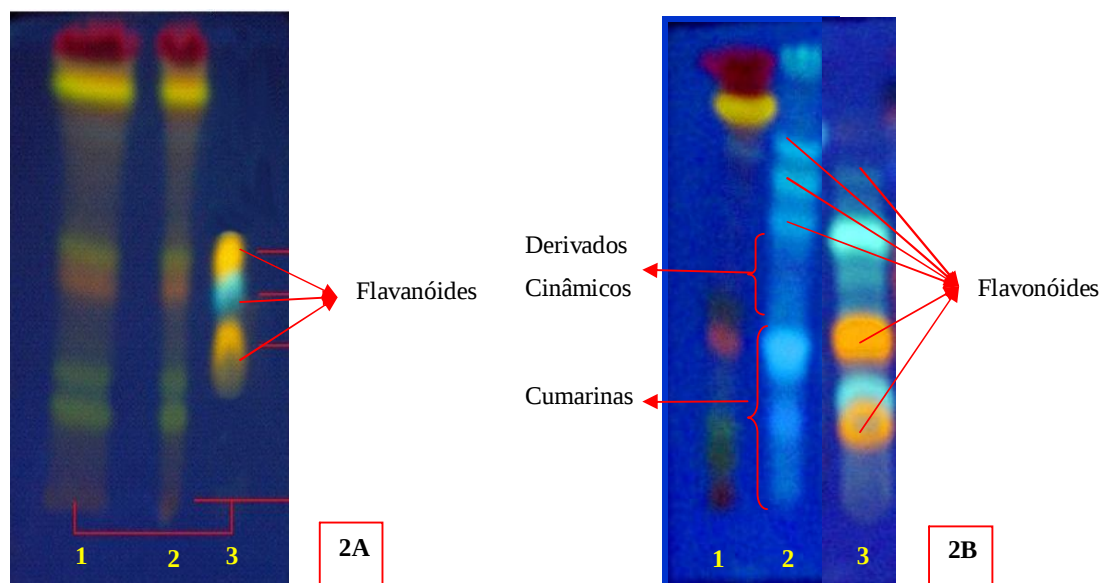
**Foto** OLIVEIRA, 2010

**B1** Extrato etanólico de raízes;

**B2** Padrão: ácido ursólico +  $\beta$ -sitosterol +  $\beta$ -amirina.

**Foto** OLIVEIRA, 2010

**Figura 2 A/B** *P. gounellei*. Cromatograma de polifenóis



**A1/A2.** Extrato etanólico de caule;

**A3.** Padrão: alcachofra.

**Fonte.** XAVIER, 2010

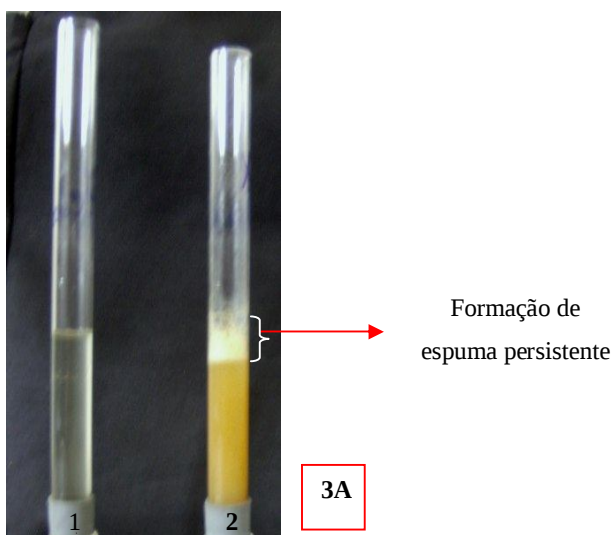
**B1.** Extrato etanólico de caule;

**B2.** Extrato etanólico de raízes;

**B3.** Padrão: alcachofra.

**Fonte.** OLIVEIRA, 2010

**Figura 3 A** *P. gounellei*. Aspecto da Afrogenicidade, após 2 horas de realização do ensaio

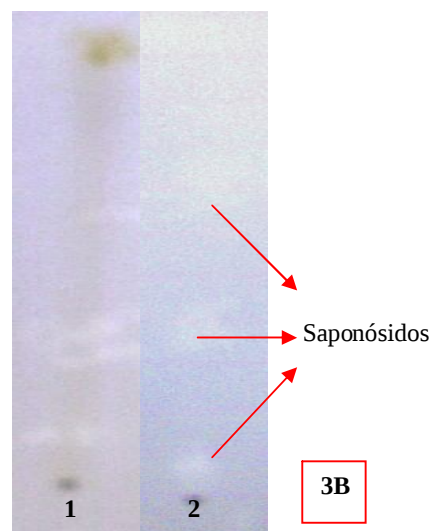


**A1** Extrato etanólico de caule;

**A2** Extrato etanólico de raízes

**Foto.** OLIVEIRA, 2010

**3B** *P. gounellei*. Cromatograma de saponósidos

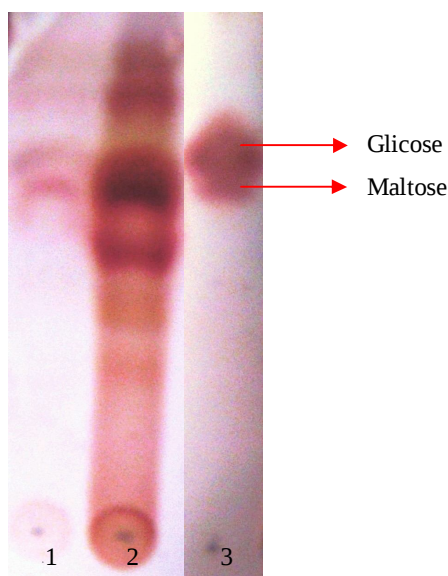


**B1** Extrato etanólico de raízes;

**B2** Padrão: *Ziziphus joazeiro* Mart

**B. Foto.** OLIVEIRA, 2010

**Figura 4** *P. gounellei*. Cromatograma de Açúcares Redutores.



**1** Extrato etanólico de caule;

**2** Extrato etanólico de raízes;

**3** Padrão para açúcares redutores: glicose e maltose

**Foto.** OLIVEIRA, 2010

**Figura 5** Crescimento em Agar Müeller Hinton do microrganismo 01 (*Staphylococcus aureus*)

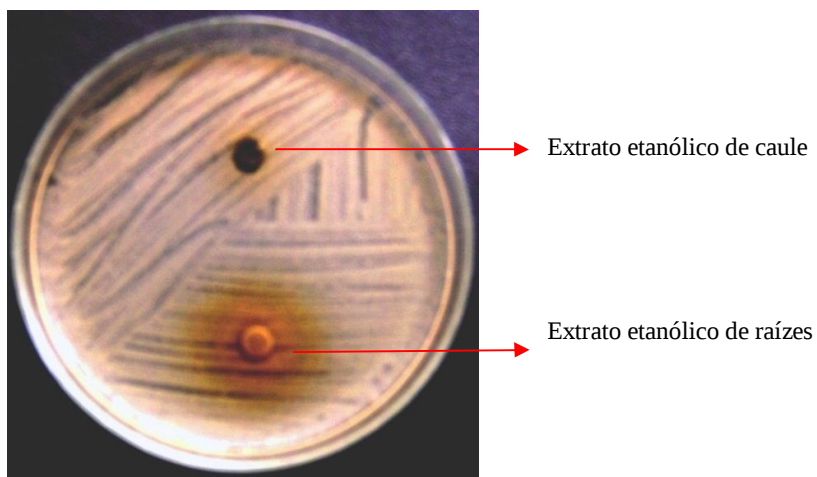


Foto OLIVEIRA, 2010

**Figura 6** Crescimento em Agar Müeller Hinton do microrganismo 06 (*Micrococcus luteus*)

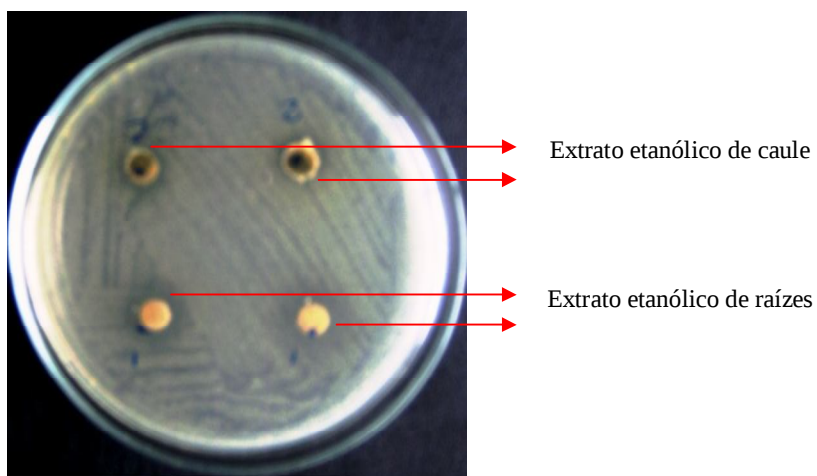


Foto OLIVEIRA, 2010

**Figura 7** Crescimento em Agar Müller Hinton do microrganismo 71 (*Mycobacterium smegmatis*)

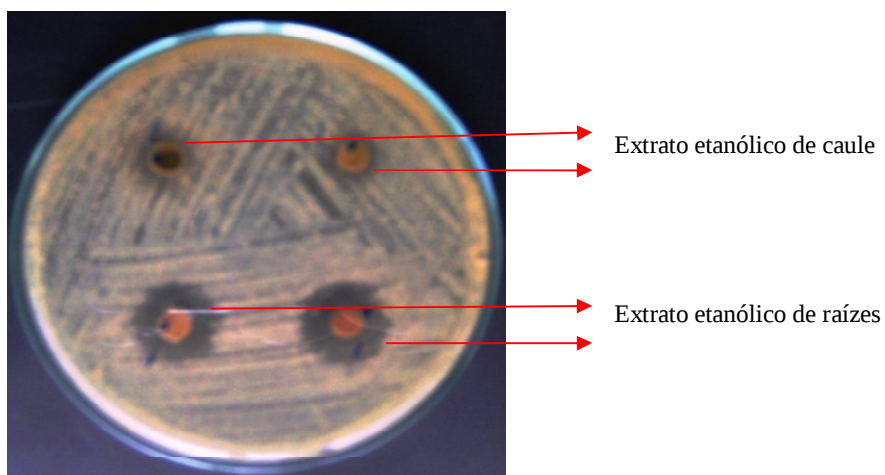


Foto OLIVEIRA, 2010

**Figura 8** Crescimento em Agar Müller Hinton do microrganismo 138 (*Enterococcus faecalis*)

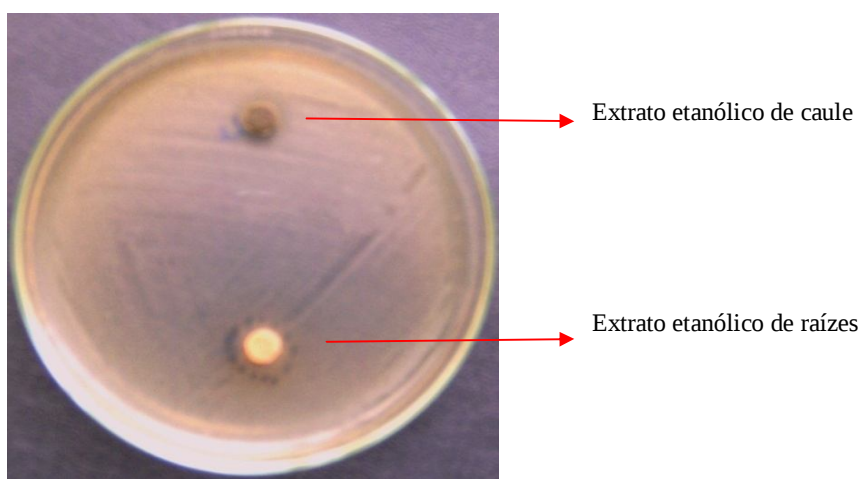
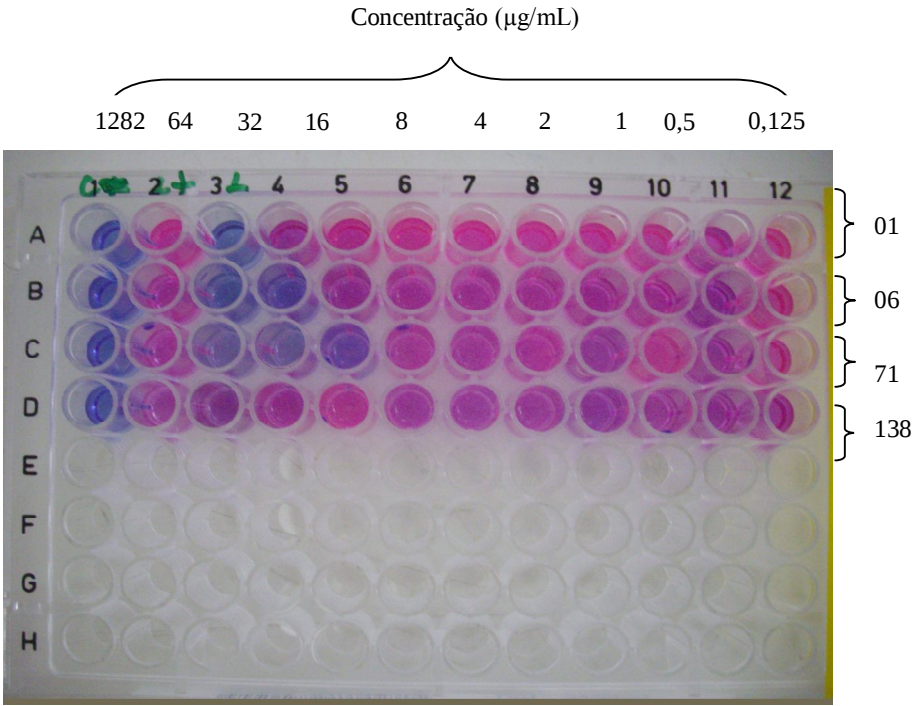


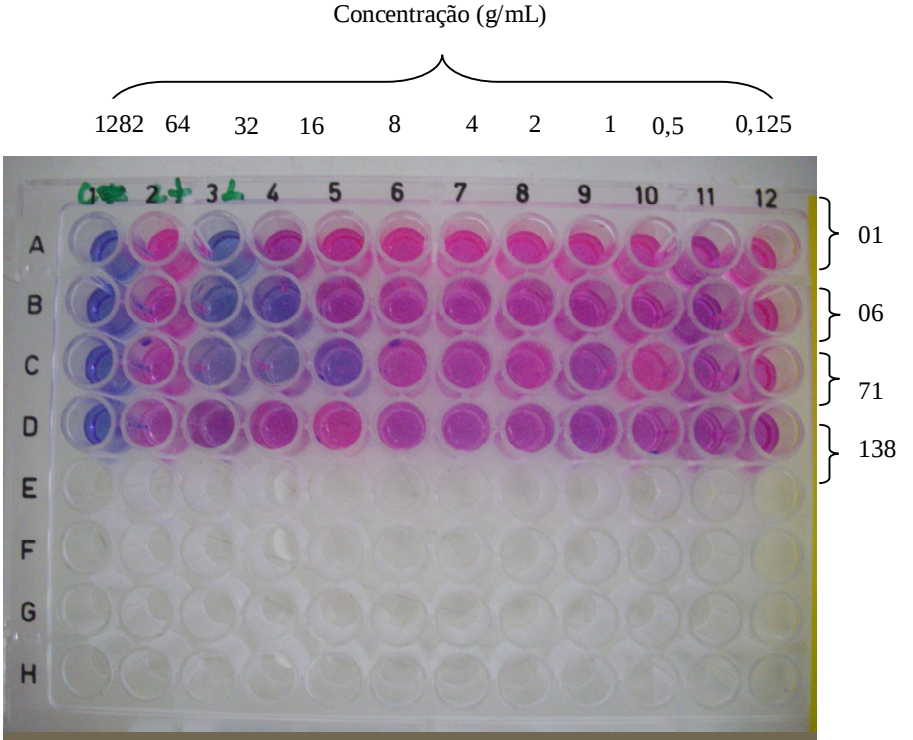
Foto OLIVEIRA, 2010

**Figura 9** CMI de extrato etanólico caulinar de *P. gounellei*.



**Foto** ARAÚJO, 2011

**Figura 10** CMI do extrato etanólico de raízes de *P. gounellei*



**Foto** ARAÚJO, 2011

6 ARTIGO 3 Avaliação da toxicidade aguda e dos parâmetros hematológicos e bioquímicos do extrato etanólico caulinar de *Pilosocereus gounellei* (Weber) Byles e Rowley (Cactaceae) em camundongos Swiss (*Mus musculus*)

Submetido ao Journal of Ethnopharmacology

Linderfrance Jesus de Oliveira<sup>1</sup>; Lucileide Batista de Oliveira<sup>1</sup>; Karen Pena de Souza Cavalcanti<sup>3</sup>; Nader, José Salomão<sup>4</sup>; Samuel Daniel Souza Filho<sup>1</sup>; Haroudo Satiro Xavier<sup>1</sup>; Ivone Antônia de Souza<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ciências Farmacêuticas da UFPE

Rua Arthur de Sá, s/nº, Cidade Universitária, Recife, Pernambuco, Brazil

CEP: 50740-521 - Tel. +55-81-2126-8511

<sup>2</sup> Departamento de Antibióticos da UFPE

Rua Arthur de Sá, s/nº, Cidade Universitária, Recife, Pernambuco, Brazil

CEP: 50740-521 - Tel. +55-81-2126-8347

<sup>3</sup> Hospital das Clínicas de Pernambuco

Avenida Professor Moraes Rego, 1235

Cidade Universitária, Recife-PE

CEP 50670-901

<sup>4</sup> Laboratório Nacional Agropecuário da UFRPE

Av. Dom Manoel de Medeiros s/n – Dois Irmãos – 52.171-900 - Recife – PE

Tel/fax: 81-3320-6421 / 6400

## RESUMO

Estudos científicos com espécies botânicas, mediante o emprego de técnicas apropriadas à obtenção, identificação e isolamento de seus constituintes ativos, visam à comprovação da identidade botânica e composição química desses vegetais, bem como determinar as suas propriedades farmacológicas e sua toxicidade, com a realização de ensaios biológicos, que comprovem o seu emprego no tratamento de patologias. Este trabalho teve como objetivo avaliar a toxicidade aguda de *Pilosocereus gounellei* (Weber) Byles e Rowley (Cactaceae), pelo

Método de Karber e Behrens (1964), com a determinação da  $DL_{50}$  e análise dos parâmetros hematológicos e bioquímicos por métodos de automação. Reações comportamentais, características às relacionadas ao nível de Sistema Nervoso Central e Sistema Nervoso Autônomo, foram observadas, após a administração, via intraperitoneal, do extrato etanólico caulinar de *P. gounellei*, em camundongos Swiss (*Mus musculus*). Na análise dos parâmetros hematológicos e bioquímicos, foram observadas alterações significativas apenas nas variáveis hemácias e plaquetas, bem como colesterol e triglicerídeos respectivamente, nas mesmas condições de experimentação. Estudos etnofarmacológicos têm apontado *P. gounellei*, como fonte promissora no tratamento de diversas afecções, entre elas renal e prostática. Contudo, deve ser realizada uma investigação mais exaustiva quanto aos seus efeitos tóxicos para proporcionar maior segurança quanto ao uso.

**Palavras chave:** *Pilosocereus gounellei*. Cactaceae. Toxicidade aguda.  $DL_{50}$ . Propriedades farmacológicas.

## ABSTRACT

Scientific studies with botanicals, through the use of appropriate techniques to obtain, identification and isolation of its active constituents, to seek confirmation of botanical identity and chemical composition of plants, as well as determine its pharmacological properties and toxicity, with the completion of biological assays, demonstrating its use in treating diseases. This study aimed to evaluate the acute toxicity of *Pilosocereus gounellei* (Weber) Byles and Rowley (Cactaceae), by the method of Karber and Behrens (1964), with the determination of  $LD_{50}$  and analysis of hematological and biochemical methods for automation. Reactions behavioral characteristics related to the level of Central Nervous System and autonomic nervous system were observed after intraperitoneal administration of ethanol extract of stem of *P. gounellei* in Swiss mice (*Mus musculus*). In the analysis of hematological and biochemical parameters, significant changes were observed only in the variables red cells and platelets as well as cholesterol and triglycerides, respectively, under the same experimental conditions. Studies have shown ethnopharmacological *P. gounellei*, as a promising for the treatment of many diseases, including kidney and prostate. However, you should undertake a more thorough investigation as to their toxic effects to provide greater certainty as to use.

**Keywords:** *Pilosocereus gounellei*, Cactaceae, acute toxicity,  $LD_{50}$ , pharmacological properties.

## 6.1 INTRODUÇÃO

Pesquisas científicas com espécies vegetais objetivam a comprovação de sua identidade botânica e de sua composição química, com o emprego de técnicas adequadas à obtenção, identificação e isolamento de seus constituintes ativos, além de determinar as suas propriedades farmacológicas e tóxicas, com a realização de ensaios biológicos, que respaldem o seu uso terapêutico (DEVIIENNE; RADDI; POZETTI, 2004).

Cactácea nativa da região Semi-árida nordestina, com distribuição ampla, principalmente, nas áreas mais secas dessa região, como, por exemplo, nos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Bahia, *P. gounellei* desenvolve-se em solos rasos, sobre rochas (GOMES, 1977) e resiste bem aos períodos de seca prolongados, onde há deficiência de nutrientes e de água, além de representar fonte de suprimento hídrico e uma alternativa alimentar para os rebanhos no Semi-árido (LEMOS, 2001; SILVA et al., 2005).

Baseado no conhecimento empírico, as cactáceas são utilizadas em tribos indígenas no México e por curandeiros, como analgésicos, antibióticos, diuréticos, no tratamento de problemas intestinais, tosse, afecções cardíacas e nervosas, úlceras e no controle do diabetes e colesterol (ANDRADE; MARQUES; ZAPPI, 2006a, 2006b; GOMES et al., 2007; ALBUQUERQUE & HOLANDA, 2002; ALBUQUERQUE, 2006; AGRA et al., 2007a, 2007b).

*P. gounellei* tem sido utilizado, na medicina tradicional, no tratamento de afecções (ALMEIDA et al., 2005, 2006; ALBUQUERQUE et al., 2007; AGRA et al., 2008; ROQUE; ROCHA; LOIOLA, 2010).

A maioria dos fitoterápicos utilizados por automedicação ou por prescrição médica não tem o seu perfil toxicológico determinado laboratorialmente e, mesmo os que possuem menor grau de toxicidade podem trazer sérios problemas à saúde dos seus usuários quando usados inadequadamente (SILVEIRA; BANDEIRA, ARRAIS, 2008).

Veiga Júnior et al. (2005) elaboraram estudo sobre os efeitos tóxicos e reações adversas ocasionadas por plantas medicinais, entre elas, o *Pilosocereus gounellei*, que causa dermatite por contato (irritação mecânica).

A associação de alopáticos e fitoterápicos deve ser vista com cautela, pois há vegetais que possuem efeitos farmacológicos similares aos observados naqueles, o que pode levar a potencialização de sua ação farmacológica (LÓPEZ, 2006; SILVEIRA; BANDEIRA; ARRAIS, 2008).

A Organização Mundial de Saúde (OMS) estabeleceu procedimento para o controle de segurança e farmacovigilância de fitoterápicos (WHO, 2003).

O estudo da toxicidade aguda com determinação da  $DL_{50}$  e dos parâmetros hematológicos e bioquímicos caulinar visou observar os efeitos comportamentais ao nível de Sistema Nervoso Central (SNC) e Sistema Nervoso Autônomo (SNA) Simpático (SNS) e Parassimpático (SNP), bem como as possíveis alterações desses parâmetros após a administração, via intraperitoneal, do extrato etanólico caulinar de *P. gounellei*.

## 6.2 MATERIAL E MÉTODO

### 6.2.1. Material botânico

Coleta de caule e raízes de *Pilosocereus gounellei* (Weber) Byles e Rowley, na Serra do Umbuzeiro, no Estado da Paraíba, com identificação e tombamento do material vegetal pelo Instituto de Pesquisas Agronômicas de Pernambuco (IPA), cuja exsicata se encontra depositada no Herbário sob o nº 67505.

### 6.2.2 Preparação do extrato bruto

Fracionamento do material caulinar (6 kg), pesado e colocado à infusão etanólica (6L), com obtenção de 64 g, após filtração e eliminação a vácuo (40 a 50 °C - rotaevaporador) do solvente contido no infuso.

### 6.2.3 Animais

Foram utilizados camundongos albinos *Swiss* (*Mus musculus*), fêmeas, aproximadamente, com 60 dias de nascidas, com pesos entre 25 a 40 g, mantidas em condições controladas de iluminação (ciclo de 12 horas claro/escuro) e temperatura (22 ±2° C).

Após jejum de 12 horas, todos os animais foram divididos em grupos com 5 (cinco), cada, mantidos em gaiolas de polipropileno e água *ad libitum*, para observação do comportamento, hábitos e condições sanitárias destes.

O procedimento dos ensaios foi realizado de acordo com as normas da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal de Pernambuco, com o registro nº 23076.047333/2010-02.

#### 6.2.4 Avaliação da toxicidade aguda e determinação da DL<sub>50</sub>

A avaliação da toxicidade aguda com determinação DL<sub>50</sub> foi realizada segundo o Método de Karber e Behrens (1964).

O ensaio constituiu-se de duas etapas: preliminar e definitiva. Na etapa preliminar, objetivou-se determinar a maior dose que não apresenta letalidade (D<sub>1</sub>) e a menor dose capaz de provocar morte em 100% (cem por cento) dos animais (D<sub>2</sub>). De acordo com os dados obtidos na fase preliminar, foi iniciada a fase definitiva, onde os animais foram submetidos a doses crescentes entre D<sub>1</sub> e D<sub>2</sub> para determinar a dose letal para 50 % dos animais (DL<sub>50</sub>).

O extrato etanólico de *P. gounellei* foi administrado por via intraperitoneal. O grupo controle recebeu solução fisiológica a 0,9%, utilizada na dissolução da substância testada.

Todos os animais foram observados quanto aos efeitos, neles apresentados, no período de 48 horas, após a administração do extrato, com verificação do número de óbitos ocorridos.

A dose letal média (DL<sub>50</sub>) foi calculada utilizando-se a seguinte fórmula:

$$DL_{50} = DF - \sum (a.b)/n$$

Onde:

DF = dose mínima capaz de matar todos os animais

a = diferença entre duas doses consecutivas

b = média de animais mortos entre duas doses consecutivas

n = número total de animais por lote.

##### 6.2.4.1 Parâmetros hematológicos e bioquímicos

Os parâmetros hematológicos eritrócitos, leucócitos, plaquetas, hematócritos e os índices hematimétricos volume corpuscular médio (VCM), hemoglobina corpuscular média (HCM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) foram determinados, imediatamente, após a coleta de sangue, através do Analisador: XT-1800i.

Para análise bioquímica, o sangue foi centrifugado a 3.500 rpm, durante 10 minutos, para obtenção do soro e, em seguida, determinados os parâmetros bioquímicos para glicose,

uréia, creatinina, colesterol total e triglicerídeos, obtidos com o Analisador Automático Biosystems a 25° C.

#### 6.2.4.2 Análise Estatística

O estudo estatístico dos resultados obtidos na toxicidade aguda de extrato etanólico de caule de *P. gounellei* foi realizado segundo o Teste Exato de Fisher (DOUGLAS et al., 1991).

Para análise dos dados dos parâmetros hematológicos e bioquímicos do infuso etanólico caulinar de *P. gounellei*, administrado por via intraperitoneal, em camundongos foram obtidas as medidas estatísticas (média e desvio padrão), com a utilização do Teste Estatístico de Mann-Whitney (CONOVER, 1980).

O teste estatístico foi realizado com margem de erro de 5,0%. Os cálculos estatísticos foram realizados através do programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) na versão 15.

### 6.3 RESULTADOS

#### 6.3.1 Toxicidade aguda

Na avaliação toxicológica do extrato etanólico caulinar de *P. gounellei*, foram observados reações características às relacionadas ao nível de SNC e SNA (SNS e SNP), após sua administração em camundongos fêmeas, *Swiss (Mus musculus)*, por via intraperitoneal, em dosagens distintas (mg/kg) de 375, 750, 1500, 3000, tais como: agitação inicial, aumento da frequência respiratória, contorções abdominais, convulsões, diurese, ereção de cauda, espasmos musculares, excreção fecal, expansão do pavilhão auricular, inversão de marcha, levantamento de trem posterior, movimentos circulares, movimentos estereotipados, piloereção, postura estática, prostração, refluxo.

A determinação da DL<sub>50</sub> do infuso etanólico de caule dessa cactácea, administrado por via intraperitoneal em camundongos, apresentou o resultado de 1.012,00 mg/kg de peso corpóreo. De acordo com o critério adotado pela Comunidade Européia para toxicidade, o extrato etanólico caulinar de *P. gounellei* apresentou-se nocivo (BARROS; DAVINO, 2008).

A Tabela 1, apresenta a letalidade de acordo com a dose utilizada. Verificou-se que a frequência de animais mortos (letalidade) aumentou com a dose e foi nula quando a dose foi

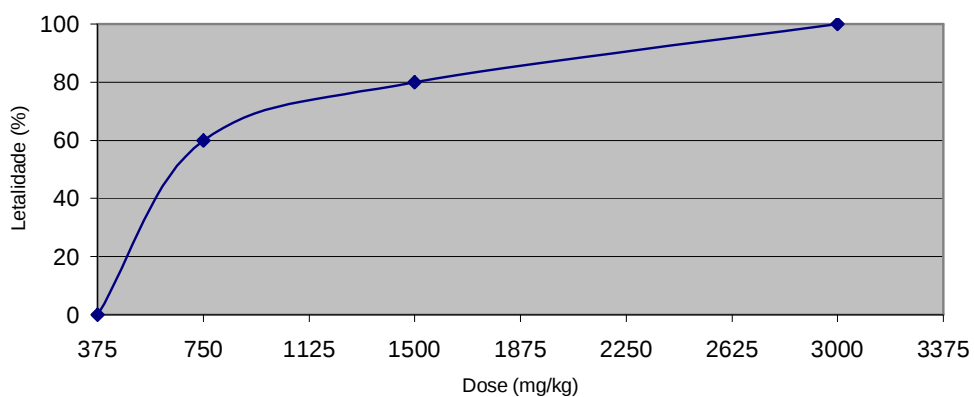
375 mg/kg de peso, além de se observar a sua ocorrência em todos os 5 animais quando a dose foi 3000 mg/kg, diferença esta que se revelou significativa entre as doses.

**Tabela 1.** Letalidade do extrato etanólico caulinar de *P. gounellei*, administrado via intraperitoneal, em camundongos albinos Swiss (*Mus musculus*), de acordo com a dose utilizada.

| Dose (mg/kg) | Sim |       | Não |       | TOTAL |       | Valor de p                |
|--------------|-----|-------|-----|-------|-------|-------|---------------------------|
|              | n   | %     | n   | %     | n     | %     |                           |
| 375          | -   | -     | 5   | 100,0 | 5     | 100,0 | p <sup>(1)</sup> = 0,012* |
| 750          | 3   | 60,0  | 2   | 40,0  | 5     | 100,0 |                           |
| 1500         | 4   | 80,0  | 1   | 20,0  | 5     | 100,0 |                           |
| 3000         | 5   | 100,0 | -   | -     | 5     | 100,0 |                           |
| Grupo total  | 12  | 60,0  | 8   | 40,0  | 20    | 100,0 |                           |

n. Frequencia absoluta; (-). Ausência de óbito; (\*): Diferença significativa a 5,0%; (1): Através do teste Exato de Fisher.

**Figura 1** Relação da letalidade do extrato etanólico caulinar de *P. gounellei* em camundongos albinos Swiss (*Mus musculus*), segundo a dose utilizada



#### 6.3.1.1 Parâmetros hematológicos e bioquímicos

Os valores obtidos na análise dos parâmetros hematológicos e bioquímicos estão descritos nas Tabelas 2 e 3 respectivamente.

##### 6.3.1.1.1 Análise dos parâmetros hematológicos

Dos resultados da Tabela 2, verificou-se que houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) nas variáveis hemácias e plaquetas, com a média, de ambas variáveis, mais elevadas no grupo controle do que no tratado.

**Tabela 2.** Avaliação dos valores absolutos de parâmetros hematológicos segundo o grupo, após administração do extrato etanólico caulinar de *P. gounellei*, por via intraperitoneal, em camundongos albinos Swiss (*Mus musculus*)

| Variável            | Grupo Controle        | Grupo Tratado         | Valor de p                |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|
|                     | Média ± Desvio padrão | Média ± Desvio padrão |                           |
| Hemácias            | 8,49 ± 0,67           | 7,27 ± 0,49           | p <sup>(1)</sup> = 0,032* |
| Hemoglobina         | 12,78 ± 1,07          | 11,54 ± 0,90          | p <sup>(1)</sup> = 0,286  |
| Hematócrito         | 41,80 ± 3,30          | 37,56 ± 2,63          | p <sup>(1)</sup> = 0,111  |
| VCM                 | 49,28 ± 2,23          | 51,65 ± 0,90          | p <sup>(1)</sup> = 0,111  |
| HCM                 | 15,05 ± 0,42          | 15,87 ± 0,64          | p <sup>(1)</sup> = 0,063  |
| CHCM                | 30,55 ± 0,61          | 30,72 ± 1,05          | p <sup>(1)</sup> = 0,556  |
| Leucócitos          | 14,52 ± 3,55          | 14,93 ± 10,06         | p <sup>(1)</sup> = 0,556  |
| Bastonetes          | 0,10 ± 0,19           | 0,00 ± 0,00           | p <sup>(1)</sup> = 0,556  |
| Segmentados         | 3,32 ± 2,15           | 3,29 ± 3,10           | p <sup>(1)</sup> = 0,730  |
| Eosinófilos         | 0,00 ± 0,00           | 0,03 ± 0,06           | p <sup>(1)</sup> = 0,413  |
| Basófilos           | 0,07 ± 0,13           | 0,03 ± 0,06           | p <sup>(1)</sup> = 0,905  |
| Linfócitos          | 9,50 ± 2,23           | 9,44 ± 4,94           | p <sup>(1)</sup> = 0,556  |
| Linfócitos atípicos | 0,28 ± 0,56           | 0,95 ± 0,98           | p <sup>(1)</sup> = 0,730  |
| Monócitos           | 0,77 ± 0,38           | 1,16 ± 0,54           | p <sup>(1)</sup> = 0,413  |
| Plaquetas           | 1,28 ± 0,19           | 0,65 ± 0,41           | p <sup>(1)</sup> = 0,032* |

(\*): Diferença significativa ao nível de 5,0%; (1): Através do teste de Mann-Whitney.

Para nenhum dos parâmetros hematológicos contidos na Tabela 3, referentes aos leucócitos em valores relativos, comprova-se diferença significativa entre os grupos (p > 0,05).

**Tabela 3.** Avaliação dos valores relativos de leucócitos segundo o grupo, após administração do extrato etanólico caulinar de *P. gounellei*, por via intraperitoneal, em camundongos albinos Swiss (*Mus musculus*)

| Variável            | Grupo Controle        | Grupo Tratado         | Valor de p               |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|
|                     | Média ± Desvio padrão | Média ± Desvio padrão |                          |
| Bastonetes          | 0,50 ± 1,00           | 0,00 ± 0,00           | p <sup>(1)</sup> = 0,556 |
| Segmentados         | 21,25 ± 9,07          | 19,68 ± 5,40          | p <sup>(1)</sup> = 0,905 |
| Eosinófilos         | 0,00 ± 0,00           | 0,44 ± 0,88           | p <sup>(1)</sup> = 0,413 |
| Basófilos           | 0,50 ± 1,00           | 0,20 ± 0,45           | p <sup>(1)</sup> = 0,905 |
| Linfócitos          | 70,00 ± 6,53          | 67,50 ± 7,68          | p <sup>(1)</sup> = 1,000 |
| Linfócitos atípicos | 2,50 ± 5,00           | 3,60 ± 6,07           | p <sup>(1)</sup> = 0,730 |
| Monócitos           | 5,25 ± 2,75           | 8,58 ± 3,70           | p <sup>(1)</sup> = 0,190 |

(\*): Diferença significativa ao nível de 5,0%; (1): Através do teste de Mann-Whitney.

#### 6.3.1.1.2 Análise dos parâmetros bioquímicos

Das variáveis contidas na Tabela 4, comprovou-se diferença significativa entre os dois grupos (controle e tratado) nas variáveis: colesterol e triglicerídeos. Nas referidas variáveis, destacou-se que as médias foram correspondentemente mais elevadas no grupo controle do que no tratado.

**Tabela 4.** Avaliação das variáveis bioquímicas segundo o grupo, após administração do extrato etanólico caulinar de *P. gounellei*, por via intraperitoneal em camundongos albinos Swiss (*Mus musculus*)

| Variável       | Grupo Controle        | Grupo Tratado         | Valor de p                |
|----------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|
|                | Média ± desvio padrão | Média ± desvio padrão |                           |
| Glicose        | 92,25 ± 4,64          | 90,60 ± 9,30          | p <sup>(1)</sup> = 0,832  |
| Uréia          | 67,00 ± 18,90         | 52,40 ± 6,22          | p <sup>(1)</sup> = 0,328  |
| Creatinina     | 0,76 ± 0,32           | 0,64 ± 0,20           | p <sup>(1)</sup> = 0,664  |
| Colesterol     | 40,20 ± 5,89          | 50,10 ± 0,11          | p <sup>(1)</sup> = 0,044* |
| Triglicerídeos | 39,00 ± 11,40         | 89,80 ± 29,00         | p <sup>(1)</sup> = 0,049* |

(\*): Diferença significativa ao nível de 5,0%; (1): Através do teste de Mann-Whitney.

## 6.4 DISCUSSÃO

Na administração, via intraperitoneal, de doses (mg/kg) de 375, 750, 1500 e 3000 do extrato etanólico caulinar de *P. gounellei*, em camundongos albinos Swiss (*Mus musculus*), houve predominância de reações comportamentais estimulantes (agitação, aumento da frequência respiratória, convulsões, ereção de cauda, expansão do pavilhão auricular, levantamento de trem posterior, movimentos circulares, piloereção) e depressoras (abaixamento de trem posterior, apnéia, diminuição da frequência respiratória, espasticidade de marcha, inversão de marcha, prostração), características às observadas ao nível de SNC, bem como efeitos característicos aos relacionados com o SNA (contorções abdominais, diurese, espasmos musculares, excreção fecal, palidez, postura estática, reação de fuga, refluxo, salto).

Existem poucos registros na literatura científica sobre a avaliação da toxicidade aguda em extratos de cactáceas. (FERRER, 1993; SOUZA et al., 2000).

Na análise toxicológica de *P. gounellei*, constatou-se que a administração de doses menores do extrato etanólico caulinar nos animais estudados, apresentou menos reações características às relacionadas ao nível de SNC e SNA, corroborando com estudos de toxicidade aguda realizados para outros gêneros de Cactaceae (FERRER, 1993; SOUZA et al., 2000).

Quanto aos parâmetros hematológicos e bioquímicos, estudos com cactáceas não demonstram grandes alterações nesses parâmetros (FERRER, 1993; MESSIAS et al, 2010).

A avaliação dos parâmetros hematológicos em camundongos albinos Swiss (*Mus musculus*), após administração via intraperitoneal do extrato etanólico caulinar de *P. gounellei*, apresentou, apenas, alterações significativas para as variáveis hemácias e plaquetas. A variável leucócitos (global e diferencial) não apresentou variação significativa, em termos de valores absolutos e relativos.

Em relação aos parâmetros bioquímicos, com condições iguais para o experimento, foram visualizadas alterações significativas somente para colesterol e triglicerídeos, possivelmente, relacionadas a condições fisiológicas dos animais em estudo.

A princípio, todas as substâncias podem ser consideradas potencialmente tóxicas, todavia, o seu uso seguro pode ser obtido desde que sejam mantidas as condições de exposição abaixo dos níveis de tolerância estabelecidos em função da dose administrada ou concentração a que um organismo vivo é submetido (BARROS; DAVINO, 2008).

## 6.5 CONCLUSÃO

A avaliação da toxicidade aguda, após administração do extrato etanólico de *P. gounellei* em camundongos Swiss (*Mus musculus*), por via intraperitoneal, demonstrou os efeitos tóxicos desse extrato, com reações comportamentais típicas às relacionadas ao nível de SNC e SNA, com predominância em doses mais elevadas.

O infuso etanólico caulinar de *P. gounellei*, administrado em camundongos albinos, via intraperitoneal, promoveu alteração das variáveis hemácias e plaquetas, assim como nas referentes ao colesterol e aos triglicerídeos.

Observa-se a necessidade de estudos mais minuciosos na avaliação da toxicidade aguda e de parâmetros hematológicos e bioquímicos, para verificar as possíveis causas das alterações evidenciadas.

*P. gounellei* (Weber) Byles e Rowley pode se constituir em uma planta promissora a ser utilizada, possivelmente, na terapêutica.

## REFERÊNCIAS

- AGRA, M. F. et al. Survey of medicinal plants used in the region noortheast of Brazil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 18, p. 472-508, 2008.
- AGRA, M. F. et al. Sinopse da flora medicinal do cariri paraibano. **Oncologia Brasileense**, v. 11, p. 323-30, 2007a.
- AGRA, M. F. et al. Synopsis of the plants know as medicinal and poisonous in Northeast of Brazil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 17, p. 114-40, 2007b.
- ALBUQUERQUE, P. A.; ANDRADE, L. H. C. Uso de recursos vegetais da caatinga: o caso do agreste do Estado de Pernambuco (Nordeste do Brasil). **Interciencia**, v. 27, p. 336-46, 2002.
- ALBUQUERQUE, P. A. Re-examining hypotheses concerning the use and knowledge of medicinal plants: a study in the Caatinga vegetation of NE Brazil. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 2, p. 30, 2006.
- ALBUQUERQUE, U. P. et al. Medicinal plants of the caatinga (semi-arid) vegetation of NE Brazil: a quantitative approach. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 114, p. 325-54, 2007.
- ALMEIDA, C. F. C. B. R. et. al. Medicinal plants popularly used in the Xingó region - a semiarid location in Northeastern Brazil. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 2, p. 15, 2006.
- ALMEIDA, C. F. C. B. R. et al. Life strategy and chemical composition as predictors of the selection of medicinal plants from the caatinga (Northeast Brazil). **Journal Arid Environ**, v. 62, p. 127-142, 2005.
- ANDRADE, C. T. S., MARQUES J. G. W., ZAPPI D. C. Utilização de cactáceas por sertanejos baianos. Tipos conexivos para definir categorias utilitárias. **Sitientibus**, v. 6, p. 3-12, 2006a.
- ANDRADE, C. T. S., MARQUES J. G. W., ZAPPI D. C. Utilização medicinal das cactáceas por sertanejos baianos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 8, p. 36-42, 2006b.
- BARROS, S. B. M.; DAVINO, S. C. Avaliação da toxicidade. In: OGA, S.; CAMARGO, M. M. A; BATISTUZZO, J. A. O. **Fundamentos de toxicologia**. 3 ed.. São Paulo: Atheneu, 2008, p. 59-70.
- CONOVER, W. J. **Practical Nonparametric Statistics**. 2 ed. New York:ra John Wiley & Sons, 1980, 495 p.
- DEVIIENNE, K. F.; RADDI, M. S. G.; POZETTI, G. L. Das plantas aos fitofármacos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. Botucatu, v. 6, n. 3, p. 11-14, 2004.
- DOUGLAS, G. A. **Practical Statistics for Medical Research**. Great Britain, London, 1991, 611 p

FERRER, J. F. L. **Estudios farmacológicos y toxicológicos de un extracto acuoso de frutos de *Opuntia dillenii* Haw.** 1993. Disponível em: < <http://www.mastesis.com/tesis/-22estudios+farmacologicos+y+toxicologicos+de+un+extracto+ac:43939>> Acesso em: 01 dez, 2010.

GOMES, R. P. **Forragens fartas na seca.** 4 ed. São Paulo: Nobel, 1977, 233 p.

GOMES, E. C. S. et al. **Plantas da caatinga de uso terapêutico: um levantamento etnobotânico,** 2007. Disponível em:<[www.rede.net.br/.../20080226\\_134347\\_SAUD-046.pdf](http://www.rede.net.br/.../20080226_134347_SAUD-046.pdf)> Acesso em: 01 dez 2010.

KARBER, G.; BEHRENS, B. **Estatistical methods is biological assays.** London: Griffin Ch. and C., 1964.

LEMOS, J. R. Plantas da caatinga com potencial forrageiro. Parque Nacional Serra da Capivara, Estado do Piauí. **Pesquisa em foco**, v. 9, p. 91-100, 2001.

LÓPEZ, C. A. A. Considerações gerais sobre plantas medicinais. **Ambiente: gestão e desenvolvimento.** Boa Vista, v. 1, n. 1, p. 19-27, 2006.

MESSIAS, J. B. et al. Avaliação dos parâmetros hematológicos e bioquímicos de ratas no segundo terço da gestação submetidas à ação do extrato metanólico de *Cereus jamacaru* DC., Cactaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 20, n. 4, p. 478-83, ago-set 2010.

ROQUE, A. A.; ROCHA, R. M.; LOIOLA, M. I. B. Uso e diversidade de plantas medicinais da Caatinga na comunidade rural de Laginhas, município de Caicó, Rio Grande do Norte (nordeste do Brasil). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais.** v. 12, p. 31, 2010.

SILVA, J. G. M. et al. Xiquexique (*Pilosocereus gounellei* A. Weber ex K. Schum.) Bly. ex Rowl.) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) na alimentação de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p. 1408-17, 2005.

SILVEIRA, P. F.; BANDEIRA, A. M.; ARRAIS, P. S. D. Farmacovigilância e reações adversas às plantas medicinais e fitoterápicos: uma realidade. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 18, n. 4, p. 618-26, 2008.

SOUZA I. A. et al. Atividade toxicológica do extrato ,bruto de *Cereus jamacaru* DC. In: CONGRESSO DA ORGANIZAÇÃO DE FARMACÊUTICOS ÍBERO-LATINOAMERICANA, 9, 2000, Salvador. **Anais...** Salvador: Organização de Farmacêuticos Íbero-Latinoamericana, 2000. Vol. 1, p. 62.

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

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Guidelines on safety monitoring and pharmacovigilance of herbal medicines. Geneva; 2003.

## APÊNDICE B

**Tabela 1.** Principais reações comportamentais relacionadas às doses administradas na avaliação da toxicidade aguda do extrato etanólico de caule de *P. gounellei*, por via intraperitoneal, em camundongos Swiss (*Mus musculus*)

| Ação/Parâmetros                         | Dose (mg./Kg) |     |      |      |
|-----------------------------------------|---------------|-----|------|------|
|                                         | 375           | 750 | 1500 | 3000 |
| Estimulantes do SNC                     |               |     |      |      |
| Agitação                                | +++           | +++ | +++  | +++  |
| Agressividade                           | ++            | +++ | -    | -    |
| Aumento da frequência respiratória      | +++           | +++ | +++  | +++  |
| Convulsões                              | -             | -   | +++  | +++  |
| Ereção de cauda                         | ++            | +++ | +++  | +++  |
| Expansão do pavilhão auricular          | +++           | +++ | +++  | +++  |
| Exoftalmia                              | -             | -   | +    | +++  |
| Levantamento de patas do trem posterior | ++            | +++ | ++   | +++  |
| Marcha em monobloco                     | -             | -   | ++   | +    |
| Movimento circular                      | +++           | +++ | +++  | +++  |
| Movimento estereotipado                 | +++           | +++ | ++   | ++   |
| Movimento de vibrissas                  | —             | +++ | -    | -    |
| Ondulação da cauda                      | -             | +++ | -    | +    |
| Piloereção                              | +++           | -   | +    | +++  |
| Postura de ataque                       | -             | +++ | -    | -    |
| Postura em garra                        | +             | +++ | -    | -    |
| Tremores finos                          | -             | +++ | -    | -    |
| Tremores grosseiros                     | -             | +   | -    | -    |
| Taquicardia                             | -             | -   | -    | +++  |
| Depressores do SNC                      |               |     |      |      |
| Abaixamento de trem posterior           | -             | +++ | -    | -    |
| Apnéia                                  | -             | -   | -    | +++  |
| Diminuição da frequência respiratória   | -             | -   | -    | +++  |
| Espasticidade de marcha                 | -             | ++  | +++  | +++  |
| Inversão de marcha                      | +++           | ++  | -    | +++  |
| Protração                               | -             | +   | +++  | +++  |
| SNA                                     |               |     |      |      |
| Contorções abdominais                   | ++            | ++  | +++  | +++  |
| Diarréia                                | -             | -   | ++   | ++   |
| Diurese                                 | +             | +   | +    | +    |
| Espasmos musculares                     | ++            | +++ | +++  | +    |
| Excreção fecal                          | +             | +   | ++   | ++   |
| Lacrimejamento                          | -             | +   | -    | -    |
| Palidez                                 | +++           | +++ | +++  | +++  |
| Postura estática                        | +++           | +++ | +++  | +++  |
| Reação de fuga                          | ++            | +++ | +++  | +++  |
| Refluxo                                 | ++            | +++ | +++  | +    |
| Salto                                   | —             | ++  | +    | -    |

(-) ausência; (+) = leve; (++) = moderada; (+++) acentuada

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo fitoquímico de extrato etanólico de caule e raízes de *Pilosocereus gounellei* revelou a presença de polifenóis e terpenóides, mas uma investigação mais exaustiva das propriedades biológicas dessa cactácea, com isolamento de seus constituintes ativos por métodos qualitativos e quantitativos, deve ser realizada para assegurar uma confiabilidade dos resultados.

O extrato caulinar e o de raízes dessa espécie vegetal apresentaram, respectivamente, uma baixa e uma intermediária atividade antimicrobiana frente à *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus luteus*, *Mycobacterium smegmatis* e *Enterococcus faecalis*.

Na CMI desses extratos, o infuso etanólico de raízes de *P. gounellei* apresentou melhor resposta em relação ao do caule.

Quanto à avaliação da toxicidade aguda de *P. gounellei* com determinação da DL<sub>50</sub>, segundo critérios adotados pela Comunidade Européia para determinação da toxicidade, o extrato etanólico caulinar, após administração do em camundongos Swiss (*Mus musculus*), por via intraperitoneal, apresentou-se nocivo.

Reações comportamentais características às verificadas ao SNC e SNA, foram observadas.

Nas determinações dos parâmetros hematológicos e bioquímicos, foi visualizada alteração no número de hemácias e plaquetas. Contudo há a necessidade de uma pesquisa mais apurada sobre as propriedades biológicas dessa espécie vegetal.

Os dados obtidos na análise de extratos etanólicos de caule e raízes sugerem ser *P. gounellei* uma planta com potencial medicinal, de promissor uso na terapêutica em processos patológicos, em especial de etiologia inflamatória e infecciosa.