



Universidade Federal do Piauí
Rede Nordeste de Biotecnologia
Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia
- Ponto Focal -

**Estudo fitogeográfico e químico-farmacológico de três espécies da
família Combretaceae (*Combretum duarteanum* Cambess., *C.
mellifluum* Eichler. e *Terminalia actinophylla* Mart.): uma análise
comparativa nos Cerrados Setentrional e Meridional do estado do
Piauí**

Ruth Raquel Soares de Farias

Teresina-PI

2016

RUTH RAQUEL SOARES DE FARIAS

Estudo fitogeográfico e químico-farmacológico de três espécies da família Combretaceae (*Combretum duarceanum* Cambess., *C. mellifluum* Eichler. e *Terminalia actinophylla* Mart.): uma análise comparativa nos Cerrados Setentrional e Meridional do estado do Piauí

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da Rede Nordeste de Biotecnologia e ponto focal na Universidade Federal do Piauí, como requisito para obtenção do grau de Doutora em Biotecnologia.

Orientadora: **Prof. Dra. Mariana Helena Chaves.**

Teresina-PI

2016

FICHA CATALOGRÁFICA
Serviço de Processamento Técnico da Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Setorial do CCN

F224e Farias, Ruth Raquel Soares de.
Estudo fitogeográfico e químico-farmacológico de três espécies da família Combretaceae (*Combretum duarteanum* Cambess., *C. mellifluum* Eichler. e *Terminalia actinophylla* Mart.): uma análise comparativa nos Cerrados Setentrional e Meridional do Estado do Piauí. / Ruth Raquel Soares de Farias – Teresina, 2016.
159f.: il. color

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências da Natureza, Programa de Pós-graduação em Biotecnologia, Rede Nordeste de Biotecnologia, 2016.

Orientadora: Profa. Dra. Mariana Helena Chaves.

1. Botânica – Plantas Farmacológicas. 2. Química Vegetal. I. Título.

CDD 581.634

RUTH RAQUEL SOARES DE FARIAS

Estudo fitogeográfico e químico-farmacológico de três espécies da família Combretaceae (*Combretum duarceanum* Cambess., *C. mellifluum* Eichler. e *Terminalia actinophylla* Mart.): uma análise comparativa nos Cerrados Setentrional e Meridional do estado do Piauí

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da Rede Nordeste de Biotecnologia e ponto focal na Universidade Federal da Piauí, como requisito para obtenção do grau de Doutora em Biotecnologia.

Aprovada em 10/03/2016

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Mariana Helena Chaves
Orientadora (RENORBIO-UFPI)

Profa. Dra. Rita de Cássia Meneses Oliveira
Examinadora interna (RENORBIO-UFPI)

Profa. Dra. Antonia Maria das Graças Lopes Citó
Examinadora externa (RENORBIO-UFPI)

Profa. Dra. Jéssica Pereira Costa
Examinadora externa (UFPI)

Prof. Dr. Gerardo Magela Vieira Júnior
Examinador externo (UFPI)

“O período de maior ganho em conhecimento e experiência é o período mais difícil da vida de alguém.”

Dalai Lama

“Nada é mais importante para os seres humanos, hoje, do que compreender como funciona a natureza.”

*Paul R. Ehrlich,
1993*

“Infelizmente o uso pleno dessa linguagem [química] para a compreensão dos processos da vida é impedido pelo abismo que separa química de biologia. Química e biologia são duas culturas distintas e seu isolamento é sério, desconsiderado e contraprodutivo.”

Arthur Kornberg,
1987

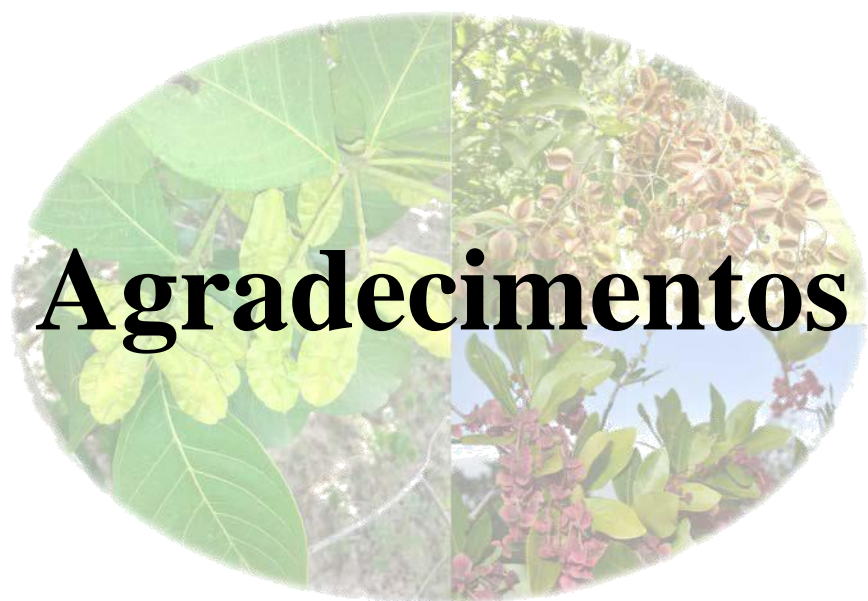


Dedicatória

Dedicatória

Dedico aos meus pais, que hoje também são meus filhos e ao Alberto Jorge que são responsáveis por toda minha formação pessoal, acadêmica e conquistas adquiridas até o momento.

Somos frutos da genética e da convivência.



Agradecimientos

AGRADECIMENTOS

Somos incapazes de chegar tão longe e construir um trajeto sozinhos.

Para realização deste trabalho precisei de muitas pessoas, que contribuíram de diversas formas e maneiras. Muitas que o agradecimento é para toda uma vida, outras de uma forma pontual e algumas que me levam a querer que a Plataforma Lattes tenha no currículo o ítem agradecimentos.

Deus, pela saúde, coragem, oportunidades e principalmente por todos os anjos da guarda que colocastes no meu caminho em forma de amigos, que me orientaram e auxiliaram nas mais diversas etapas deste trabalho.

Aos meus filhotes (pais) *Raimundo Rodrigues de Farias e Ruth Soares de Farias*, por terem me incentivado e apoiado na escolha profissional, por todos os valores e exemplos de vida.

À minha orientadora *Profª Dra. Mariana Helena Chaves*, que pela segunda vez contribui na minha formação acadêmica, permitiu dar continuidade à um trabalho iniciado com ela em 1997, por ter acreditado que eu seria capaz de desenvolver um trabalho fora de minhas experiências. Agradeço pela oportunidade, paciência e credibilidade.

Ao meu eterno orientador e co-orientador *Profº Dr. Antonio Alberto Jorge Farias Castro* de toda uma vida acadêmica e pessoal, que me trouxe ainda nos braços para a biologia e que me mostrou a tortuosidade da vida pelas árvores dos Cerrados e o Complexo de Campo Maior; pois nos momentos de dúvida fiquei na transição (Ecótonos).

Érika Thalyta Veras Pereira, uma IC (iniciação científica) que se tornou minha “orientadora”, viabilizou a realização deste trabalho, tornou-se meu lado químico, o “Cérebro” (Pink e Cérebro). Por todo aprendizado adquirido em conjunto, por todo sofrimento, dificuldades compartilhadas e principalmente amizade conquistada, meu MUITO OBRIGADA. Finalmente “Vamos dominar o mundo”.

Aos amigos do grupo RENORPÃO: *Jéssica*, aquela que eu quero ser quando “crescer”, além de amiga, uma excelente orientadora e competente em tudo que faz; a *Laurimary*, minha amiga de “plantão” (192), para problemas que ela sabe solucionar e ou remediar; *Francisco Figueiredo*, amigo onde os problemas adquiriam dimensões menores, sempre disposto a ajudar-me e a ajudar meus amigos; *Joelma*, a “Fé”, sempre com muita fé nos mostrando que o Sangue de Jesus TEM PODER, e que o desespero, angústia e estresse é falta de FÉ. Muito obrigada amigos por suas formas peculiares de serem amigos.

Samara (Sam), amiga que contribuiu com esta pesquisa desde a construção do projeto, compartilhou os estresses e aprendemos juntas a trilharmos em caminhos onde as “espécies” eram desconhecidas, as metodologias eram novas e que o ambiente não possuía a profundidade e os atrativos do Cerrado, mas que era necessário desvendarmos juntas. Obrigada Sam!

Ao meu grande amigo e companheiro **Raimundo Nonato**, que sempre me acompanhou, acreditou e investiu tempo e muita energia em todas minhas pesquisas desenvolvidas desde o meu mestrado e todas as pesquisas de outras pessoas que estavam relacionadas direta ou indiretamente a mim, pois muitas vezes precisamos de ajuda para ajudarmos. Tendo sempre muita paciência e bom humor, com meus estresses e angústias.

Ao **José Sidiney Barros**, amigo que me ajudou na interpretação das análises de solo, análise foliar e elaboração do mapa de distribuição das espécies.

À taxonomista da família Combretaceae **Dra. Maria Iracema Bezerra Loiola**, pela determinação das espécies e incorporação das mesmas no Herbário Prisco Bezerra.

À professora **Dra. Roseli Barros**, curadora do Herbário Graziela Barroso, agradeço por todo auxílio na incorporação das espécies, carinho e disponibilidade sempre que foi necessário.

Aos meus compadres **Daniel e Joxleide**, que sempre almejaram esta minha conquista e ofereceram todo o apoio logístico em Bom Jesus-PI durante as coletas.

Ao Laboratório em Pesquisa Neuroquímica Experimental (LAPNEX) na pessoa admirável, exemplar pesquisador, o professor **Dr. Rivelilson Mendes Freitas (in memoriam)**, que se tornou uma referência para mim. Não se precisa de muito tempo, para se fazer muito, precisa-se de competência.

Ao **George Aylson da S. Oliveira** pela paciência, disponibilidade e eficiência em desenvolver as atividades farmacológicas.

A **Profª Dra. Chistiane Mendes Feitosa** pelo acompanhamento ao ensaio para detecção de inibição qualitativa da enzima AchE (acetilcolinesterase).

Ao Laboratório Nacional de Oncologia Experimental da Universidade Federal do Ceará sob a coordenação da **Profª Dra. Claudia do Ó Pessoa**, pela realização da atividade citotóxica.

Ao **Profº Dr. Paulo Michel Pinheiro Ferreira**, pelas atividades citotóxicas.

Ao **Ms. Daniel Simas** e ao **Prof. Ms. Carlos Humberto** que por intermédio da Érika e da Samara foram fundamentais nas análises estatísticas.

Ao casal iluminado *Sérgio e Karina*, pessoas prestativas, raras em humildade e amigas, que apareceram para orientar-me com as patentes e formatação do trabalho. Pessoas que devem ser “patenteadas” por mim e Laurimary.

A todos os coleguinhas do Laboratório de Química Orgânica: **Isabela, Marcinha, Lildes, Lucivânia, Armênio, Luis Paulo, Elcilene, Evaldo e Gabriel** que me acolheram e auxiliaram de diversas maneiras na execução deste trabalho.

Ao *Dr. Charllyton Luis Sena da Costa*, pelo auxílio nas atividades desenvolvidas com o HPLC.

A toda equipe docente do **RENORBIO**, pela construção do conhecimento adquirido.

Claucenira, agradeço por todas as rezas, promessas, apoio a mim e à minha família. À toda família Lopes nas pessoas de *Francisca Raimunda (Labi) e Raimundo Antônio (Lagartinha)*, este em especial que esperava desde o meu mestrado a hora de chamar-me de doutora. Sempre me ofereceram carinho, incentivo e muito apoio em Campo Maior.

Ao *Dr. Hoston Tomás Santos do Nascimento (in memoriam)*, por ter sido um grande amigo, que me oportunizou desenvolver desde o meu mestrado, várias pesquisas em suas propriedades; belas áreas ecotonais pertencentes ao Complexo de Campo Maior. Que almejou com muito carinho esta minha conquista.

Àqueles que sempre estiveram e sempre estarão nos momentos importantes de minha vida, *Tecla Soares, Rute Baia, Carla Maia e Nívea Castro*.

FARIAS, R. R. S. **Estudo Fitogeográfico e Químico-Farmacológico de Três Espécies da Família Combretaceae (*Combretum duarteanum* Cambess., *C. mellifluum* Eichler. e *Terminalia actinophylla* Mart.): uma análise comparativa nos Cerrados Setentrional e Meridional do Estado do Piauí.** 2016. 159 p. Tese – Pós-Graduação em Biotecnologia, Rede Nordeste de Biotecnologia, Universidade Federal do Piauí, Teresina, Piauí.

RESUMO

As espécies de Combretaceae são de relevante interesse devido ao histórico de potencialidades farmacológicas, já conhecido, em especial dos gêneros *Combretum* Loeft. e *Terminalia* L. O presente trabalho teve como objetivo investigar a quimiodiversidade e o possível potencial biológico dos extratos das folhas de *Combretum duarteanum* Cambess, *C. mellifluum* Eichler e *Terminalia actinophylla* Mart. coletadas nos Cerrados Setentrional e Meridional do estado do Piauí. Foi analisado o número de registros de depósitos de pedidos de patentes por meio de bancos de inovação e tecnologia nacionais e internacionais e o perfil de produção científica disponível na área de química e farmacologia para as espécies *C. duarteanum* e *C. mellifluum*, sendo evidenciado a carência de estudos com as espécies. Foi também desenvolvido um trabalho com os aspectos morfológicos e a distribuição geográfica das espécies, resultando na construção de chave analítica, descrições da família e dos gêneros, interpretação fitossociológica, elaboração do mapa de distribuição das espécies e apresentação de um glossário dirigido. Para realização dos testes de atividades biológicas e obtenção dos perfis cromatográficos por cromatografia líquida de alta eficiência, extratos hexânico, etanólico e aquoso das folhas das três espécies das duas regiões de cerrado foram preparados. A atividade antioxidante foi avaliada pelos ensaios dos radicais 2,2-difenil-1-picrilhidrazila (DPPH), hidroxila e óxido nítrico, substâncias reagentes ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) e redução do Fe^{3+} à Fe^{2+} . A determinação do teor de fenóis e flavonoides totais foi realizada pelo método de Folin-Ciocalteu e por redução com cloreto de alumínio, respectivamente. A atividade anticolinesterásica foi pelo método de Ellman e a citotoxicidade pelo método MTT (brometo de 3-(4,5dimetildiazol-2-il)-2,5 difeniltetrazolium), frente as linhagens de células tumorais humanas: HCT- 116 (côlon), OVCAR-8 (ovário) e SF-295 (glioblastoma). O fator de proteção solar (FPS) foi realizado com *T. actinophylla* por método espectrofotométrico, na faixa de 260 a 400 nm. O extrato aquoso de *C. duarteanum* do Cerrado Setentrional mostrou atividade antioxidante frente ao radical oxido nítrico (1,94 $\mu\text{g/mL}$) e na redução do Fe^{3+} à Fe^{2+} (1,50 $\mu\text{g/mL}$). O extrato aquoso de *C. mellifluum* do Cerrado Setentrional apresentou atividade antioxidante maior que o controle Trolox na redução dos radicais oxido nítrico (0,47 $\mu\text{g/mL}$) e hidroxila (0,76 $\mu\text{g/mL}$) e o etanólico reduziu o radical hidroxila igual ao controle. Os extratos etanólicos e aquosos de *T. actinophylla* das duas áreas demonstraram atividade antioxidante, sendo maior que o controle positivo em pelo menos dois ensaios. Os maiores FPS foram dos extratos etanólico (Setentrional, 15,1) e aquoso (Meridional, 15,0). Os extratos etanólico e aquoso de *C. duarteanum* do Cerrado Setentrional e etanólico do Meridional apresentaram citotoxicidade. O extrato etanólico de *C. mellifluum* do Cerrado Setentrional foi fortemente ativo (>75%) frente as linhagens testadas. *T. actinophylla* se destaca pelo alto teor de fenóis e flavonóides totais. Todos os extratos apresentaram atividade anticolinesterásica, exceto o etanólico de *C. duarteanum* (Meridional), os aquosos de *C. mellifluum* e todos de *T. actinophylla* (Setentrional). Os testes realizados demonstraram que há uma diferença no potencial químico e biológico dos espécimes das três espécies, sugerindo que as relações ecológicas devem ser levadas em consideração em estudos químicos e farmacológicos.

Palavras-chave: Quimiodiversidade, Cerrados do Nordeste, Atividades Antioxidantes, Citotóxica e Anticolinesterásica.

FARIAS, R. R. S. **Phytogeographical and Chemical-Pharmacological Study of Three Species of the Family Combretaceae (*Combretum duarceanum* Cambess., *C. mellifluum* Eichler. and *Terminalia actinophylla* Mart): a comparative analysis in the northern and southern cerrados of the state of Piauí.** 2016. 159 p. Thesis – Postgraduate in Biotechnology, Northeast Biotechnology Network, Federal University of Piauí, Teresina, Piauí.

ABSTRACT

The species of Combretaceae family are important due to its historical known pharmacological potential, especially species of the genus *Combretum* Loeft. and *Terminalia* L. This study aimed to investigate the chemodiversity and possible biological potential of the leaves extracts of *Combretum duarceanum* Cambess, *C. mellifluum* Eichler and *Terminalia actinophylla* Mart. collected in the northern and southern cerrados at the state of Piauí. It was analyzed the number of deposit records of patent applications through national and international banks of innovation and technology and, also, the scientific production profile available in the area of chemistry and pharmacology for the species *C. duarceanum* and *C. mellifluum*. It was evidenced a lack of studies with these species. It was developed a work with the morphology and geographical distribution of species, which resulted in the construction of analytical key, descriptions of family and genus, phytosociological interpretation, preparation of a distribution map of the species, and presentation of a directed glossary. To perform the biological activity tests and to obtain the chromatographic profiles, it was prepared hexane, ethanol and aqueous extracts from leaves of the three species from the two regions of cerrado. The antioxidant activity was evaluated by the test of the radicals 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), hydroxyl and nitric oxide, reactive substances to thiobarbituric acid (TBARS), and reduction of Fe^{3+} to Fe^{2+} . The determination of total phenolic and flavonoid content was performed by the method of Folin-Ciocalteu and by reduction with aluminum chloride, respectively. The anticholinesterase activity was performed by Ellman's method. The cytotoxicity activity was tested by the MTT assay (3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl) -2,5 difeniltretrazolium) against human tumor cell lines: colon, ovary, and glioblastoma. The sun protection factor (SPF) was conducted with *T. actinophylla* by spectrophotometric method in the range of 260 to 400 nm. The aqueous extract of *C. duarceanum* from northern cerrado showed good antioxidant activity against nitric oxide radical (1.94 $\mu\text{g}/\text{mL}$), and in the reduction of Fe^{3+} to Fe^{2+} (1.50 $\mu\text{g}/\text{mL}$). The aqueous extract of *C. mellifluum* from northern cerrado presented high antioxidant activity in the reduction of radical nitric oxide (0.47 $\mu\text{g}/\text{mL}$) and hydroxyl (0.76 $\mu\text{g}/\text{mL}$), while the ethanol extract showed antioxidant activity in the hydroxyl radical reduction assay equal to the standard trolox. The ethanol and aqueous extracts of *T. actinophylla* from the two areas demonstrated strong antioxidant activity, which was higher than the positive control in at least two trials. The highest values of FPS were found with ethanol (Northern, 15.1) and aqueous (Meridional, 15.0) extracts. The aqueous and ethanol extracts of *C. duarceanum* from northern cerrado, and the ethanol extract from southern cerrado showed cytotoxicity. The ethanol extract of *C. mellifluum* from northern cerrado was strongly active against the cell lines tested. The *T. actinophylla* stands out for its high content of phenols and flavonoids. Most extracts showed anticholinesterasic activity, except the ethanol extract of *C. duarceanum* (Southern), the aqueous extract of *C. mellifluum*, and all extracts of *T. actinophylla* (Northern). The tests demonstrated that there is a difference in the chemical and biological potential among the three species studied. This may suggest that the ecological relationships should be taken into consideration in chemical and pharmacological studies.

Keywords: Chemodiversity, Cerrados of Northeast, Biological Activity

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

INTRODUÇÃO

<i>Mapa 1</i> Distribuição do bioma Cerrado no Piauí.....	27
<i>Mapa 2</i> Delimitação dos cerrados Setentrional e meridional do estado do Piauí.....	28
<i>Organograma 1</i> Organização do trabalho de tese	30

CAPÍTULO I

<i>Gráfico 1</i> Distribuição de patentes depositadas nas bases de dados tecnológicos, por país, sendo US (Estados Unidos), WO (WIPO-Tratado de Cooperação de Patentes), CN (China), JP (Japão), EP (Espanha), CA (Canadá), KR (República da Coreia), MX (México), FR (França), BE (Bélgica), BR (Brasil), AU (Austrália) e NI (Não possui informações).....	43
<i>Quadro 1</i> Patentes relacionadas as aplicações tecnológicas do gênero <i>Combretum</i> depositadas na WIPO.....	45

CAPÍTULO II

<i>Figura 1</i> Exsicata/registro N° TEPB 30.118. <i>Combretum duarceanum</i> Cambess	57
<i>Figura 2</i> Exsicata/registro N° TEPB 28.347. <i>Combretum mellifluum</i> Eichler	57
<i>Figura 3</i> Exsicata/registro N° TEPB 28.346. <i>Terminalia actinophylla</i> Mart.....	58
<i>Figura 4</i> Hábito de crescimento predominante de <i>Combretum duarceanum</i> Cambess. Arbusto	62
<i>Figura 5</i> Folhas simples, opostas; frutos imaturos de <i>Combretum duarceanum</i> Cambess.....	62
<i>Figura 6</i> Frutos imaturos de <i>Combretum duarceanum</i> Cambess	63
<i>Figura 7</i> Detalhe da flor e fruto de <i>Combretum duarceanum</i> Cambess	63
<i>Figura 8</i> Hábito de crescimento de <i>Combretum mellifluum</i> Eichler. Arbusto/Arvoreta.	64
<i>Figura 9</i> Casca lisa, um pouco esfoliante, de <i>Combretum mellifluum</i> Eichler	64
<i>Figura 10</i> Folhas simples, cartáceas, opostas de <i>Combretum mellifluum</i> Eichler	65
<i>Figura 11</i> Botões e flores creme-avermelhadas com mudanças durante a antese (abertura da flor) de <i>Combretum mellifluum</i> Eichler	65
<i>Figura 12</i> Botões, flores e frutos imaturos de <i>Combretum mellifluum</i> Eichler	66
<i>Figura 13</i> Frutos maduros de <i>Combretum mellifluum</i> Eichler	66

Figura 14 Ramo, botão, flores e outros aspectos de <i>Combretum mellifluum</i> Eichler.....	67
Figura 15 Indivíduo arbóreo de <i>Terminalia actinophylla</i> Mart	67
Figura 16 Casca rugosa-suberosa de <i>Terminalia actinophylla</i> Mart.....	68
Figura 17 Folhas congestionadas, botões e flores de <i>Terminalia actinophylla</i> Mart.....	68
Figura 18 Frutos imaturos de <i>Terminalia actinophylla</i> Mart	69
Figura 19 Frutos maduros de <i>Terminalia actinophylla</i> Mart.....	69
Figura 20 Frutos de <i>Terminalia actinophylla</i> Mart	69
Mapa 1 Distribuição de <i>Combretum mellifluum</i> Eichler., <i>C. duarceanum</i> Cambess. e <i>Terminalia actinophylla</i> Mart. nos Cerrados Setentrionais e Meridionais do Piauí	71

CAPÍTULO III

Figura 1 Perfil Cromatográfico obtido por CLAE do extrato etanólico de <i>Combretum duarceanum</i> do cerrado Setentrional e Meridional. Coluna C18 (250 x 4,6 mm 5 µm) eluído em gradiente com MeOH/H ₂ O 5%-100% em 60 min, 1 mL/min, 254 nm).....	91
Figura 2 Perfil Cromatográfico obtido por CLAE do extrato aquoso de <i>Combretum duarceanum</i> do cerrado Setentrional e Meridional. Coluna C18 (250 x 4,6 mm 5 µm) eluído em gradiente com MeOH/H ₂ O 5%-100% em 60 min, 1 mL/min, 254 nm).....	91
Gráfico 1 Gráfico biplot entre os dois primeiros componentes principais para os seis extratos de <i>Combretum duarceanum</i>	93

CAPÍTULO IV

Gráfico 1 Porcentagem dos extratos hexânico (EHCmelS), etanólico (EECmelS) e aquoso (EACmelS) das folhas de <i>Combretum mellifluum</i> do Cerrado Setentrional e do padrão Rutina.....	105
Gráfico 2 Porcentagem dos extratos hexânico (EHCmelM), etanólico (EECmelM) e aquoso (EACmelM) das folhas de <i>Combretum mellifluum</i> do Cerrado Meridional e do padrão Rutina.....	105
Figura 1 Perfil Cromatográfico obtido por CLAE do extrato etanólico de <i>Combretum mellifluum</i> . Coluna C18 (250 x 4,6 mm 5 µm) eluído em gradiente com MeOH/H ₂ O 5% 100% em 60 min, 1 mL/min, 254 nm).....	110
Figura 2 Perfil Cromatográfico obtido por CLAE do extrato aquoso de <i>Combretum mellifluum</i> . Coluna C18 (250 x 4,6 mm 5 µm) eluído em gradiente com MeOH/H ₂ O 5% 100% em 60 min, 1 mL/min, 254 nm).....	111

Gráfico 3 Gráfico bidimensional PC1 x PC2 dos scores para diferentes extratos da espécie <i>C. mellifluum</i> coletadas no Cerrado Setentrional e Meridional no estado do Piauí.....	112
Gráfico 4 Gráfico bidimensional PC1 x PC2 dos loadings para diferentes atividades farmacológicas da espécie <i>C. mellifluum</i> coletadas no Cerrado Setentrional e Meridional no estado do Piauí	112
Gráfico 5 Gráfico de scores obtido por PCA das triplicatas dos extratos das folhas de <i>C. mellifluum</i> coletadas no Cerrado Setentrional e Meridional.....	113

CAPÍTULO V

Gráfico 1 Porcentagem dos extratos hexânico (EHTactS), etanólico (EETactS) e aquoso (EATactS) das folhas de <i>Terminalia actinophylla</i> do Cerrado Setentrional e do padrão Rutina.....	129
Gráfico 2 Porcentagem dos extratos hexânico (EHTactM), etanólico (EETactM) e aquoso (EATactM) das folhas de <i>Terminalia actinophylla</i> do Cerrado Meridional e do padrão Rutina.....	129
Gráfico 3 Fator de proteção solar do extrato etanólico (1) e aquoso (2) das folhas de <i>T. actinophylla</i>	136
Figura 1 Perfil Cromatográfico obtido por CLAE do extrato etanólico de <i>Terminalia actinophylla</i> do Cerrado Setentrional e Meridional. Coluna C18 (250 x 4,6 mm 5 µm) eluido em gradiente com MeOH/H ₂ O 5%-100% em 60 min, 1mL/min, 254nm)	137
Figura 2 Perfil Cromatográfico obtido por CLAE do extrato aquoso de <i>Terminalia actinophylla</i> de Cerrado Setentrional e Meridional. Coluna C18 (250 x 4,6 mm 5 µm) eluido em gradiente com MeOH/H ₂ O 5%-100% em 60 min, 1mL/min, 254nm)	138
Gráfico 4 Gráfico bi-plot dos escores dos componentes 1 x 2 (CP1/CP2), na análise dos componentes principais para os extratos das folhas de <i>T. Actinophylla</i> coletadas em 2 áreas e Cerrado: no município de Jatobá do Piauí-PI (S 04°51'48.6" W 42°04'19,6"), alt. 90 m e Bom Jesus-PI (09°18'44.0"S 44°32'39.7"W), alt. 367 m.n.m.....	139

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1 Publicações científicas nos bancos de dados Pubmed, ScienceDirect, Web of Science, ScinFinder e Periódicos Capes41

Tabela 2 Número de patentes depositadas nos bancos tecnológicos, EPO, DII, USPTO, WIPO, LATIPAT e INPI por palavras-chave43

CAPÍTULO III

Tabela 1 Atividade antioxidante (CE₅₀, µg/mL) dos extratos hexânicos, etanólicos e aquosos de *Combretum duar-teanum* do Cerrado Setentrional e Meridional do estado do Piauí.....87

Tabela 2 Teores de fenóis totais (FT), flavonoides totais (FLAT) dos extratos hexânicos, etanólicos e aquosos de *C. duar-teanum* dos Cerrados Setentrionais e Meridionais.....88

Tabela 3 Porcentagem da atividade citotóxica dos extratos hexânicos, etanólicos e aquosos de *C. duar-teanum* do Setentrional e Meridional frente as três linhagens celulares.....89

CAPÍTULO IV

Tabela 1 Atividade antioxidante (CE₅₀) dos extratos hexânicos, etanólicos e aquosos de *Combretum mellifluum* do Cerrado Setentrional e Meridional do estado do Piauí.....107

Tabela 2 Teores de fenóis totais (FT) e flavonoides totais (FLAT) dos extratos hexânicos, etanólicos e aquosos de *C. mellifluum* dos Cerrados Setentrionais e Meridionais.....108

Tabela 3 Porcentagem da atividade citotóxica dos extratos hexânicos, etanólicos e aquosos de *C. mellifluum* do Cerrado Setentrional e Meridional frente a três linhagens celulares.....109

CAPÍTULO V

Tabela 1 Massa das folhas, massa e rendimento dos extratos hexânicos, etanólicos e aquosos de *T. actinophylla*.....122

Tabela 2 Atividade antioxidante (CE ₅₀) dos extratos hexânico, etanólico e aquoso de <i>T. actinophylla</i> do Cerrado Setentrional e Meridional do estado do Piauí	131
Tabela 3 Teores de fenóis totais (FT) e flavonoides totais (FLAT) dos extratos hexânicos, etanólicos e aquosos de <i>T. actinophylla</i> dos Cerrados Setentrionais e Meridionais	133
Tabela 4 Porcentagem da atividade citotóxica dos extratos hexânicos, etanólicos e aquosos de <i>T. actinophylla</i> do Cerrado Setentrional e Meridional frente a três linhagens celulares	135

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AA	Atividade Antioxidante
AAPH	2,2'-azobis-2-amidinopropano
ABTS ⁺	2,2'-azinobis-3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico
ANOVA	Análise de Variância
ATCI	Iodeto de Acetiltiocolina
bioTEN	Biodiversidade do Trópico Ecotonal do Nordeste
CDD	Cromatografia de Camada Delgada
CduaM	<i>Combretum duarleanum</i> Meridional
CduaS	<i>Combretum duarleanum</i> Setentrional
CLAE	Cromatografia Líquida de Alta Eficiência
DMSO	Dimetilsulfóxido
DPPH	2,2-difenil-1-picrilhidrazila
DTNB	Ácido 5,5'-ditiobis-[2-nitrobenzóico]
EPO	European Patent Office
EACduaM	Extrato aquoso de <i>Combretum duarleanum</i> Meridional
EACduaS	Extrato aquoso de <i>Combretum duarleanum</i> Setentrional
EACMeIM	Extrato aquoso de <i>Combretum mellifluum</i> Meridional
EACMeIS	Extrato aquoso de <i>Combretum mellifluum</i> Setentrional
EATactM	Extrato aquoso de <i>Terminalia actinophylla</i> Meridional
EATactS	Extrato aquoso de <i>Terminalia actinophylla</i> Setentrional
EECduaM	Extrato etanólico de <i>Combretum duarleanum</i> Meridional
EECduaS	Extrato etanólico de <i>Combretum duarleanum</i> Setentrional
EECMeIM	Extrato etanólico de <i>Combretum mellifluum</i> Meridional
EECMeIS	Extrato etanólico de <i>Combretum mellifluum</i> Setentrional
EETactM	Extrato etanólico de <i>Terminalia actinophylla</i> Meridional
EETactS	Extrato etanólico de <i>Terminalia actinophylla</i> Setentrional
EHCduaM	Extrato hexânico de <i>Combretum duarleanum</i> Meridional
EHCduaS	Extrato hexânico de <i>Combretum duarleanum</i> Setentrional
EHCMeIM	Extrato hexânico de <i>Combretum mellifluum</i> Meridional
EHCMeIS	Extrato hexânico de <i>Combretum mellifluum</i> Setentrional
EHTactM	Extrato hexânico de <i>Terminalia actinophylla</i> Meridional

EHTactS	Extrato hexânico de <i>Terminalia actinophylla</i> Setentrional
FDA	Food and Drug Administration
FLAT	Flavonóides Totais
FLORACENE	Flora dos Cerrados do Nordeste
FT	Fenóis Totais
HCT	Colorretal Humano
HIV-1	Vírus da Imunodeficiência Humana subtipo 1
IBM	International Business Machines
INPI	Instituto Nacional de Propriedade Industrial
LATIPAT	Banco Latinoamericano de Patentes
LPO	Peroxidação Lipídica
MeOH	Metanol ou Álcool Metílico
MTT	Brometo de 3-(4,5dimetildiazol-2-il)-2,5difeniltretrazolium
NO	Óxido Nítrico
NPS	Nitroprussiato de Sódio
OVCAR	Ovário Humano
PCA	Análise de Componentes Principais
PELD	Programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
P, D & I	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
RPMI	Meio Roswell Park Memorial Institute
SF	Glioblastoma Humano
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
TBA	Ácido Tiobarbitúrico
TBARS	Substâncias reativas com o ácido tiobarbitúrico
TEPB	Herbário Graziela Barroso
Trolox	6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromano-2-ácido carboxílico
USPTO	United States Patent and Trademark Office
UV-VIS	Ultravioleta-Visível
VIS	Valores de Importância
WHO	World Health Organization
WIPO	World Intellectual Property Organization

LISTA DE SÍMBOLOS

A	Absorbância
CE ₅₀	Concentração Letal ou Efetiva Mediana
Fe ²⁺	Ferroso
Fe ³⁺	Férrico
FeCl ₃	Cloreto férrico
H ₂ O	Água
H ₂ O ₂	Peróxido de Hidrogênio
[K ₃ Fe(CN) ₆]	Ferricianeto de Potássio
[K ₄ Fe(CN) ₆]	Ferrocianeto de Potássio
(mg de EAG/g)	Ácido gálico por grama de extrato
(mg ER/g de extrato)	Miligrama de equivalente de Rutina
M	Molar
min	Minutos
mM	Milimolar
¹ O ₂	Difosfato de Isopentenila
O ₂ ⁻	Oxigênio singlete
OH ⁻	Radical Hidroxila
pH	Potencial de Hidrogênio
rpm	Rotação por minuto
S	Sul
W	Oeste

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	24
1.1 Referências.....	31
2. OBJETIVOS	34
2.1 Objetivo Geral.....	35
2.2 Objetivos Específicos.....	35
3. CAPÍTULO I: Prospecção científica e tecnológica das espécies <i>Combretum duarteanum</i> Cambess. e <i>Combretum mellifluum</i> Eichler	36
Resumo	37
Abstract.....	38
1. Introdução.....	39
2. Material e Métodos.....	40
3. Resultados e Discussão.....	41
4. Conclusões.....	48
Referências.....	49
4. CAPÍTULO II: Botânica (aspectos morfológicos) e distribuição geográfica de três espécies de Combretacea nos Cerrados do Piauí, Nordeste do Brasil	51
Resumo.....	52
Abstract.....	53
1. Introdução.....	54
2. Material e Métodos	56
3. Resultados	58
Referências	71
Glossário	74
5. CAPÍTULO III: Quimiodiversidade comparativa e potencial biológico de <i>Combretum duarteanum</i> Cambess. em duas regiões do Cerrado	76
Resumo.....	77
Abstract.....	78
1. Introdução.....	79
2. Material e Métodos	80
3. Resultados e Discussão.....	84
4. Conclusão.....	92
Referências	93
6. CAPÍTULO IV: Comparação do perfil fitoquímico de atividades farmacológicas de <i>Combretum mellifluum</i> Eichler. de duas áreas de Cerrado	96
Resumo.....	97
Abstract.....	98
1. Introdução.....	99
2. Material e Métodos	100
3. Resultados e Discussão	103
4. Conclusão.....	113
Referências	114

7. CAPÍTULO V: Análise comparativa de extratos das folhas de <i>Terminalia actinophylla</i> de duas áreas de Cerrado: potencial farmacológico	117
<i>Resumo</i>	118
<i>Abstract</i>	119
<i>1. Introdução</i>	120
<i>2. Material e Métodos</i>	121
<i>3. Resultados e Discussão</i>	127
<i>4. Conclusão</i>	138
<i>Referências</i>	140
8. CAPÍTULO VI: Extratos e seus derivados produzidos a partir da espécie <i>Combretum duaratanum</i> Cambess. (Combretaceae), processos de obtenção e seus usos em composições com ação terapêutica, cosmética ou farmacêutica	143
<i>Resumo</i>	144
<i>Reinvidicações</i>	145
9. CAPÍTULO VII: Extratos e seus derivados produzidos a partir da espécie <i>Combretum mellifluum</i> Eichler (Combretaceae), processos de obtenção e seus usos em composições com ação terapêutica, cosmética ou farmacêutica	146
<i>Resumo</i>	147
<i>Reinvidicações</i>	148
10. CAPÍTULO VIII: Extratos e seus derivados produzidos a partir da espécie <i>Terminalia actinophylla</i> Mart. (Combretaceae), processos de obtenção e seus usos em composições com ação terapêutica, cosmética ou farmacêutica	149
<i>Resumo</i>	150
<i>Reinvidicações</i>	151
CONSIDERAÇÕES FINAIS	152
PERSPECTIVAS	154
PRODUÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA	156
ANEXOS	



Introdução

1 INTRODUÇÃO

Ao longo do tempo, houve mudanças na maneira de focar a conservação da natureza. Um deles é o que associa hoje em dia valores à biodiversidade relacionados aos interesses humanos (FRANCO, 2013). As plantas como componentes desta biodiversidade mostram sua importância por possuírem substâncias biologicamente ativas, que podem apresentar atividades farmacológicas diversas (SANDES; DI BLASI, 2000).

No Brasil a biodiversidade é vista como uma das importantes fontes de enriquecimento nacional, e tem-se como óbvio que existe uma grande oportunidade para o desenvolvimento da Química da Biodiversidade como também para incipiente biotecnologia, requerendo não apenas um melhor conhecimento, no aspecto botânico e ecossistêmico, mas também do ponto de vista químico (CARVALHO, 2011). Neste sentido, é possível destacar que várias espécies de plantas da família Combretaceae possuem diversas classes de metabólitos secundários com importantes atividades biológicas, dentre as quais contra o câncer (CRAGG; DAVID, 2005)

Segundo Sousa e Lorenzi (2008) a família Combretaceae possui distribuição predominantemente pantropical, incluindo cerca de 20 gêneros com 600 espécies. No Brasil ocorrem seis gêneros e aproximadamente 60 espécies. Os dois gêneros de maior ocorrência para esta família são *Combretum* Loefl. e *Terminalia* L., nativos para o Brasil (SOUZA; LORENZI, 2008), embora a espécie *Terminalia catappa* L. seja proveniente do continente Asiático (JOLY, 2002).

De acordo com a etnofarmacologia, esta família possui cerca de 10% das espécies utilizadas no tratamento de doenças como câncer, hanseníase e febres tropicais (BISOLI et al., 2008), sendo extensamente utilizadas na medicina tradicional da África (KOKWARO, 1993), porém existem poucos relatos de sua utilização no Brasil. O gênero *Combretum* é nativo do nordeste brasileiro, sendo o maior da família, compreendendo 370 espécies com distribuição tropical e subtropical (JOLY, 2002).

Neste contexto, é reconhecido pelo imenso valor medicinal, com cerca de 10% de espécies deste gênero integrando o elenco de plantas medicinais da África, Índia e Tailândia (KATERERE et al., 2003). Neste gênero são descritas diversas classes de metabólitos secundários, como triterpenos, fenantrenos, bibenzilas, estilbenos, flavonóides e taninos, além de alcalóides e outros compostos aromáticos (BISOLI et al., 2008). Com isso, os diversos metabólitos secundários isolados de plantas desse gênero apresentam atividades biológicas

importantes, destacando-se anticâncer (FULDA et al., 1997), bactericida (MARTINI; KATERERE; ELOFF, 2004), anti-inflamatória, citotóxica hepatoprotetora, antifúngica, anticolinesterásica, inibidora de HIV-1 (ASRES; BUCAR, 2005; BESSONG et al., 2005), entre outras.

O gênero *Terminalia* L., assim como *Combretum* Loefl., corresponde ao mais abundante da família Combretaceae, possuindo cerca de 200 espécies, as quais são largamente distribuídas no oeste e sul da África e amplamente utilizadas na medicina popular (MOSOKO; PICARD; ELOFF, 2007).

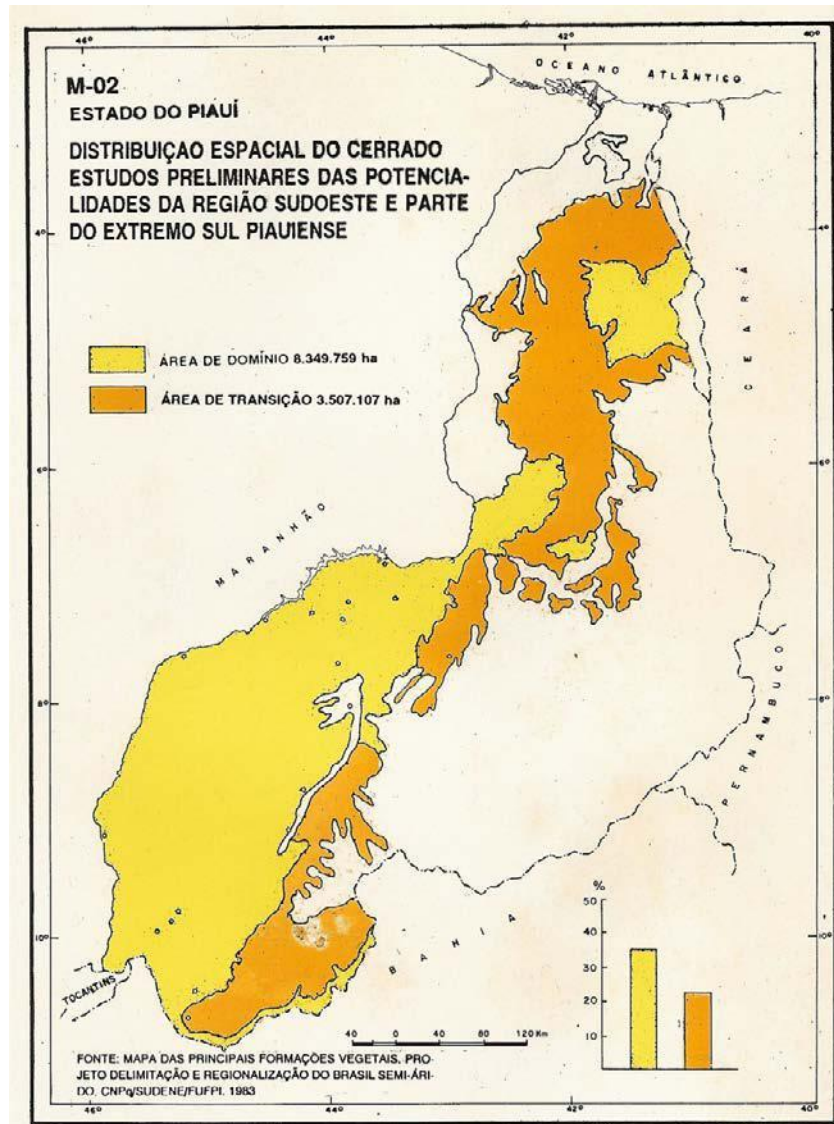
As espécies do gênero *Terminalia* são amplamente distribuídas em regiões tropicais e subtropicais (JOLY, 2002), sendo ricas em metabólitos secundários como, triterpenóides pentacíclicos e seus derivados glicosilados, flavonóides, taninos e outros compostos aromáticos (ARAÚJO; CHAVES, 2005). Além disso, apresentam diversas atividades farmacológicas relevantes como antifúngica, anti-helmíntica, antimalárica, anticancerígena, hipoglicêmica, anti-inflamatória, antibacteriana, antioxidante, antiulcerogênica, antiviral, antidepressora, tripanocida, moluscicida, imunomodulatória e efeitos hepatoprotetor, cardioprotetor, dentre outros (ARAÚJO; CHAVES, 2005).

Estudos florísticos para o Nordeste e especificamente para o Piauí, mostram que a família Combretaceae está entre as cinco mais bem representadas em número de espécies e por meio de estudos fitossociológicos apresentam os maiores VIs (Valores de Importância) (FARIAS; CASTRO, 2004).

O Estado do Piauí possui uma área de 250.934 km², ocupando 16,20% da região Nordeste e 2,95% do território nacional (CEPRO, 1996). Juntamente com o Maranhão, formam o chamado Meio-Norte do país, área de transição entre o domínio morfoclimático nordestino e o da Amazônia úmida ocidental. Nesta área, observam-se características da Amazônia a noroeste do rio Mearim (MA), a sudeste do Piauí surge o cristalino semiárido, e a sudoeste encontram-se características do Brasil Central (MOREIRA, 1977).

A flora piauiense apresenta uma diversidade bastante significativa e peculiar, devido os cerrados apresentarem uma ocupação marginal norte-nordeste ao cerrado central, apresentando também, uma das maiores concentrações deste Bioma e de áreas de transição cerrado, caatinga e carrasco do Nordeste. O bioma Cerrado no Piauí ocupa uma área estimada de 11.856.866 ha, correspondendo a 47,3% da área total do Estado, a 36,9% dos cerrados do Nordeste, ou a 5,9% dos cerrados do Brasil, com suas áreas de transição ocupando cerca de 3.507.107 ha (CASTRO, 1994) (Mapa 01).

Mapa 1 – Distribuição do bioma Cerrado no Piauí.



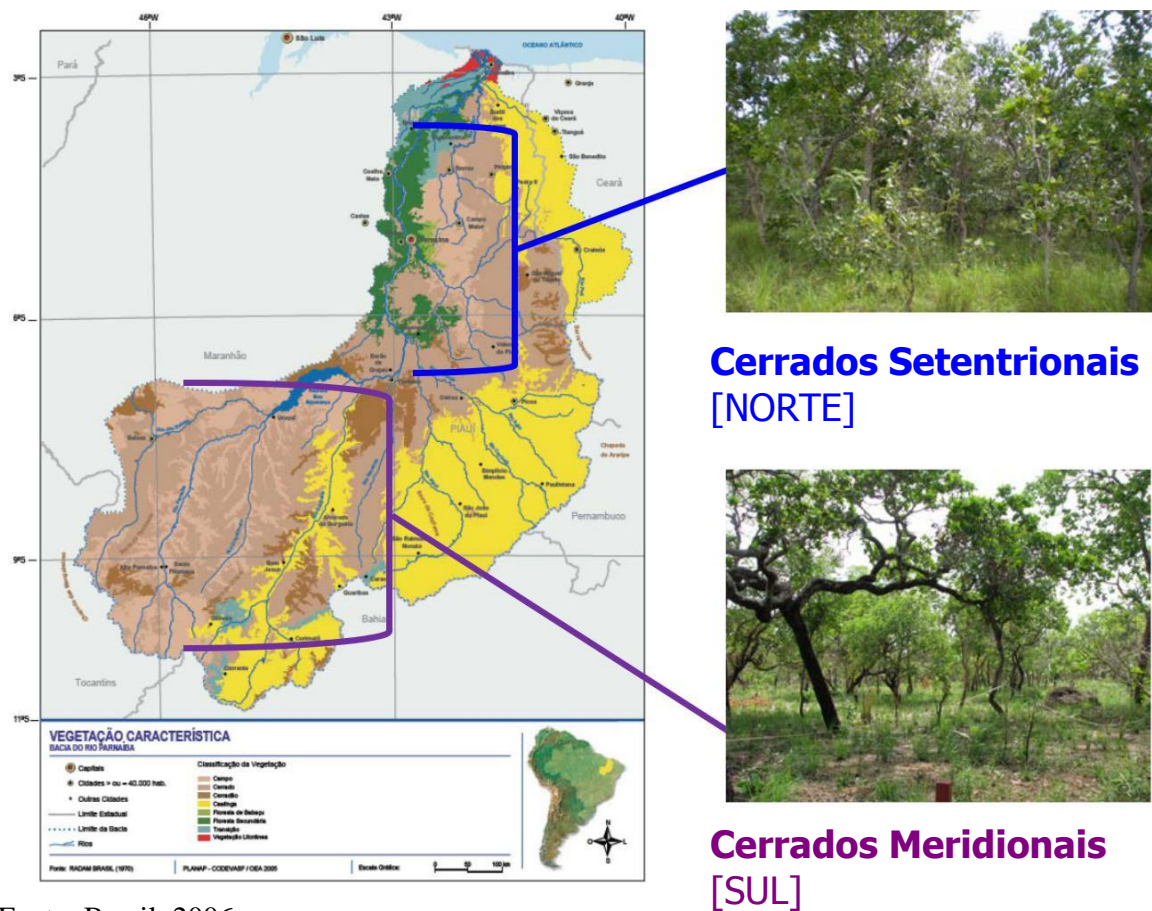
Fonte: Piauí, 1992

Os cerrados estão localizados basicamente na parte central do Brasil, de São Paulo ao Piauí, envolvendo três supercentros de biodiversidade, denominados de cerrados do Sudeste Meridional, cerrados do Planalto Central e cerrados do Nordeste (CASTRO 1994; 1999). É o segundo maior Bioma do país, superado em área apenas pela Floresta Amazônica. Trata-se de um complexo vegetacional, que possui relações ecológicas e fisionômicas com outras savanas da América tropical e de continentes como África e Austrália (ALLEM; VALLS, 1987). Corresponde às “Oréades” no sistema de Martius e ocupa mais de 2.000.000 km², o que representa aproximadamente 23% do território brasileiro. Ocorre em altitudes que variam de

cerca de 300 m, a exemplo da baixada Cuiabana (MT), a mais de 1.600 m, na Chapada dos Veadeiros (GO) (AB'SÁBER 1983; LOPES, 1984 apud RIBEIRO; WALTER, 1998).

No Piauí, entretanto, onde se localizam os cerrados de baixas cotas altimétricas (CASTRO 1994), as altitudes variam de 0 a 430 m.n.m. e distribuem-se entre as latitudes de 03°58' a 08°51'S e longitudes de 41°43' a 04°15'W (CASTRO; MARTINS, 1999). A parte norte do Estado, compreende os cerrados Setentrional e a parte sul, os cerrados Meridional, denominados assim por Castro et al. (2010) (Mapa 2).

Mapa 2 – Delimitação dos cerrados Setentrional e meridional do estado do Piauí.



As temperaturas médias anuais variam de 26,3 a 27,0°C, precipitações anuais que variam 1.217 a 1.709 mm e deficiências hídricas anuais de 365 a 560 mm. A distribuição das chuvas apresenta-se de modo irregular, porém mais concentrada entre os meses de dezembro a abril. O clima varia de subúmido seco a subúmido úmido, de acordo com a metodologia de Thornthwaite e Mather (1955).

Com relação aos solos, os cerrados do Nordeste, e mais especificamente do Piauí, podem estar associados com sazonalidade hídrica na presença de concentrações plintita (laterita) e com cores que variam de cinza claro ao amarelo, podendo estar associados com grandes variações do lençol freático; nem sempre são bem drenados ou podem ser pobres em cálcio, apesar da presença de *Attalea* Kunth (= *Orbignya* Mart.) e *Copernicia* Mart. (CASTRO; MARTINS; FERNANDES, 1998).

Considerando que os metabólitos secundários de plantas são ferramentas valiosas para a compreensão da biossíntese e desenvolvimento de novos fármacos e, em face das atividades descritas para plantas da família Combretaceae, faz-se necessário o seu estudo fitoquímico nos Cerrados Setentrional e Meridional no Estado do Piauí, procurando fornecer dados que contribuam para a amplitude fitogeográfica das espécies *Combretum duarteanum* Cambess., *C. mellifluum* Eichler e *Terminalia actinophylla* Mart., além de atualizar suas distribuições geográficas e evidenciar características fitoquímicas importantes para o conhecimento associado.

Diante do exposto, o trabalho de tese intitulado “**Estudo Fitogeográfico e Químico-farmacológico de Três Espécies da Família Combretaceae (*Combretum duarteanum* Cambess., *C. mellifluum* Eichler. e *Terminalia actinophylla* Mart.): uma análise comparativa nos Cerrados Setentrional e Meridional do Estado do Piauí**”, foi dividido em capítulos baseados em artigos científicos e patentes. O primeiro capítulo apresenta uma prospecção científica e tecnológica, a fim de conhecer o estado da arte e apresentação tecnológica do gênero *Combretum* Loeft., objetivando destacar sua relevância e a insuficiência de estudos fitoquímicos e farmacológicos realizados com as espécies *C. duarteanum* e *C. mellifluum*.

O capítulo dois apresenta um estudo com o objetivo de apresentar as principais características morfológicas das espécies *C. duarteanum*, *C. mellifluum* e *Terminalia actinophylla* para reconhecimento por profissionais de áreas afins e sua distribuição no estado do Piauí. Os capítulos três, quatro e cinco, apresentam a quimiodiversidade e o potencial biológico de extrato das folhas de *C. duarteanum*, *C. mellifluum* e *T. actinophylla* coletadas no Cerrado Setentrional e Meridional do estado do Piauí.

Por fim, os capítulos seis, sete e oito expõe os depósitos de pedidos de patentes referentes aos processos de obtenção desses extratos e seus derivados, incluindo os princípios ativos dele isolados, de plantas das espécies *C. duarteanum*, *C. mellifluum* e *T. actinophylla*, pertencente à família Combretaceae e seus usos na composição ou formulações de

medicamentos, biofármacos com ação terapêutica, profilática, destinadas ao uso humano e animal e, também seu emprego em composições cosméticas (Organograma 1).

Os depósitos de pedidos de patente foram submetidos ao Núcleo de Inovação e Transferência de Tecnológica (NINTEC) da Universidade Federal do Piauí junto ao Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) com o intuito de facilitar a interação com o setor industrial por meio do estímulo do binômio Universidade-Empresa.

Organograma 1 – Representação gráfica do trabalho de tese.



Fonte: Arquivo pessoal.

REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. O domínio dos cerradões: introdução ao conhecimento. **Fundação Centro de Formação do Servidor Público**, v. 3, n. 4, p. 41-55, 1983.
- ALLEM, A. C.; VALLS, J. F. M. **Recursos forrageiros nativos do pantanal matogrossense**. Brasília: EMBRAPA/CENARGEN, 1987.
- ARAÚJO, D. S.; CHAVES, M. H. Triterpenóides pentacíclicos das folhas de *Terminalia brasiliensis*. **Química Nova**, v. 28, n. 6, p. 996-999, 2005.
- ASRES, K.; BUCAR, F. Anti-HIV activity against immunodeficiency virus type 1 (HIV-I) and type II (HIV-II) of compounds isolated from the stem bark of *Combretum molle*. **Ethiopian Medical Journal**, v. 43, n.1, p. 15-20, 2005.
- BESSONGA, P. O.; OBIA, C. L.; ANDREOLAC, M.; ROJASD, L. B.; POUYSEGUD, L.; IGUMBORA, E.; MEYERF, J. J. M.; QUIDEAUD, S.; LITVAK, S. Evaluation of selected South African medicinal plants for inhibitory properties against human immunodeficiency virus type 1 reverse transcriptase and integrase. **Journal of Ethnopharmacology**. v. 99, p. 83-91, 2005.
- BISOLI, E.; GARCEZ, W. S.; HAMERSKI, L.; TIEPPO, C.; GARCEZ, F. R. Bioactive Pentacyclic Triterpenes from the Stems of *Combretum laxum*. **Molecules**, v. 13, p. 2717-2728, 2008.
- BRASIL. **Companhia de Desenvolvimento dos Valores do São Francisco e do Parnaíba CODEVASF**. Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba, PLANAP: Atlas da Bacia do Parnaíba – Brasília, DF: TODA Desenho & Arte Ltda, 2006. 126 p.
- CARVALHO, A. P. Biodiversidade química e suas aplicações industriais. **Journal of The Brazilian Chemical Society**, v. 22, n. 3, p. 383, 2011.
- CASTRO, A. A. J. **Comparação florístico-geográfica (Brasil) e fitossociologia (Piauí-São Paulo) de amostras de cerrado**. 520p. 1994a. Tese (Doutorado). UNICAMP.
- _____. Cerrados do Brasil e do Nordeste: considerações sobre fatores ecológicos atuantes, ocupação, conservação e fitodiversidade. **Revista econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 27, n.2, p. 183-205. 1999.
- CASTRO, A. A. J. F.; MARTINS, F. R. Cerrados do Brasil e do Nordeste: caracterização, área de ocupação e considerações sobre a sua fitodiversidade. **Pesquisa em Foco** 7:147-178. 1999.
- CASTRO, A. A. J. F.; MARTINS, F. R.; FERNANDES, A. G. The woody flora of cerrado vegetation in the state of Piauí, northeastern Brazil. **Edinburgh Journal of Botany**, Edinburg, v. 55, n. 3, p. 455-472, 1998.

CASTRO, A. A. J. F.; BARROS, J. S.; COSTA, J. M.; SANTOS, M. P. D.; PIRES, M. F. O.; MENDES, M. R. A.; CASTRO, N. M. C. F.; FARIAS, R. R. S.; SOUSA, S. R. **Cerrados marginais do nordeste e ecótonos associados**: Sítio 10 do PELD (período 2001/2011). Teresina: EDUFPI/Gráfica do Povo, 2010.

CEPRO. **Diagnóstico das Condições Ambientais do Estado Piauí**. Teresina. 1996.

CRAGG, G. M.; NEWMAN, D. J. Plants as a source of anti-cancer agents. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 100, p. 72-79, 2005.

FARIAS, R. R. S.; CASTRO, A. A. J. F. Fitossociologia de trechos da vegetação do complexo de Campo Maior, Campo Maior, PI, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, n. 4, p. 951, 2004.

FRANCO, J. L. A. O conceito de biodiversidade e a história da biologia da conservação: da preservação da *wilderness* à conservação da biodiversidade. **História**, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 21-48, jul./dez. 2013.

FULDA, S.; DEBATIN, K. Betulinic acid triggers CD95 (APO-1/Fas) and p 53: independent apoptosis via activation o caspases in neuroectodermal tumors. **Cancer Research**, v. 57, p. 4956-4964. 1997.

KOKWARO, O. **Medicinal plants of East Africa**. 2. ed. Nairobi: East African Literature Bureau, 1993.

KATERERE, D. R.; GRAYA, A. I.; NASHB, R.J.; WAIGHA, R. D. Antimicrobial activity of pentacyclic triterpenes isolated from African Combretaceae. **Phytochemistry**, v. 63, p. 81-99, 2003.

JOLY, A. B. **Botânica**: introdução à taxonomia. 13. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2002.

MARTINI, N.; KATERERE, D. R. P.; ELOFF, J. N. Seven flavonoids with antibacterial activity isolated from *Combretum erythrophyllum* (Burch) Sond (Combretaceae). **South African Journal of Botany**. v. 70, p. 310-312, 2004.

MASOKO, P.; PICARD, J.; ELOFF, J. N. The antifungal activity of twenty-four South African *Combretum* species (Combretaceae). **South African Journal of Botany**, v.73, p. 173-183, 2007.

MOREIRA, A. A. N. **Relevo do nordeste**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977.

PIAUI. Secretaria do Trabalho e Desenvolvimento Econômico, Tecnológico e Turismo. **Cerrados piauienses**: estudo preliminar de suas potencialidades. Teresina: Fundação Cepro, 1992.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: S. M. SANO; S. P. ALMEIDA (Eds.). **Cerrado**: ambiente e flora. Embrapa Cerrados, Planaltina. p..87-166. 1998.

SANDES, A. R. R.; DI BLASI, G. Biodiversidade e diversidade química e genética. **Biociência**, n. 13, p. 28-32, 2000.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática**: guia ilustrado p/ identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**: Publications in Climatology. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 1955.



Objetivos

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

- Investigar a quimiodiversidade e o possível potencial biológico dos extratos das folhas de *Combretum duarceanum* Cambess., *C. mellifluum* Eichler. e *Terminalia actinophylla* Mart. (Combretaceae) coletadas nos Cerrados Setentrional e Meridional do estado do Piauí.

2.2 Objetivos Específicos

- Realizar prospecção científica e tecnológica das espécies *C. duarceanum* Cambess. e *C. mellifluum* Eichler., a fim de analisar o número de registros de depósitos de pedidos de patentes em cada país, por meio de bancos de inovação e tecnologia nacionais e internacionais, bem como descrever o perfil de produção científica disponível na área de química e farmacologia.
- Apresentar as principais características morfológicas das espécies *C. duarceanum* Cambess., *C. mellifluum* Eichler. e *T. actinophylla* Mart. para reconhecimento por profissionais de áreas afins e sua distribuição no estado do Piauí, bem como caracterizar o padrão quimiofitogeográfico considerando a amplitude latitudinal do Estado do Piauí.
- Investigar a quimiodiversidade e o potencial biológico de extratos das folhas de *C. duarceanum* Cambess. coletadas no Cerrado Setentrional e Meridional do estado do Piauí.
- Relatar o potencial farmacológico e o perfil químico comparativo de extratos das folhas de *C. mellifluum* Eichler., em diferentes regiões dos Cerrados do Piauí, contribuindo para auxiliar nas informações sobre interações ecológicas do vegetal com seu ambiente.
- Avaliar a atividade antioxidante, citotóxica, anticolinesterásica e fotoprotetora de extratos das folhas da espécie *T. actinophylla* Mart., provenientes de duas regiões de Cerrado (Setentrional e Meridional).



CAPÍTULO 1

Prospecção científica e tecnológica das espécies *Combretum duarceanum* Cambess. e *Combretum mellifluum* Eichler.

(Scientific and technological forecasting of species *Combretum duarceanum* Cambess. and *Combretum mellifluum* Eichler.)

(Artigo publicado na **Revista de Gestão, Inovação e Tecnologias**)

(ISSN: 2237-0722)

Prospecção científica e tecnológica das espécies *Combretum duarceanum* Cambess e *Combretum mellifluum* Eichler

RESUMO

O gênero *Combretum* Loefl. é nativo do nordeste brasileiro, sendo o maior da família Combretaceae, compreendendo 370 espécies com distribuição tropical e subtropical. Plantas deste gênero são empregadas no tratamento de câncer, hanseníase, dores lombares, dor de cabeça, resfriados, infertilidade feminina, doenças cardíacas, picadas de cobras e escorpião, infecções, diabetes, malária, hemorragias, diarreia, desordens digestivas e como diurético. Duas espécies deste gênero, *C. duarceanum* e *C. mellifluum* foram escolhidas para o estudo e o nome científico das mesmas foram utilizados como palavras-chave. As prospecções tecnológica e científica foram desenvolvidas com busca nos bancos de dados eletrônicos: European Patent Office (EPO), World Intellectual Property Organization (WIPO), United States Patent and Trademark Office (USPTO), Derwent Innovations Index® (DII), Banco Latinoamericano de Patentes (LATIPAT) Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI), Pubmed, ScienceDirect, Web of Science, ScinFinder e Periódicos Capes. Nenhum registro de patente foi encontrado para as espécies. Os artigos encontrados nos bancos de dados Pubmed, ScinFinder e Periódicos Capes com a espécie *C. duarceanum* reportam -se aos mesmos trabalhos, com exceção dos Periódicos Capes que possui um trabalho a mais. Para a espécie *C. mellifluum* não há artigos publicados. Devido à lacuna observada na prospecção desenvolvida com as espécies *C. duarceanum* e *C. mellifluum*, o estudo destas se faz necessário para ampliar o conhecimento químico e farmacológico fornecendo dados que venham contribuir para o entendimento das mesmas, além de valorizar a biodiversidade e a preservação da espécie e de seu ambiente.

Palavras-chave: Química. Farmacologia. Combretaceae. *Combretum duarceanum*. *Combretum mellifluum*.

Scientific and technological forecasting of species *Combretum duarteanum* Cambess and *Combretum mellifluum* Eichler

ABSTRACT

The genus *Combretum* Loefl. is native of the northeast of Brazil, and is the largest of the Combretaceae family, with 370 species with tropical and subtropical distribution. Plants of this gender are employed in the treatment of cancer, leprosy, back pain, headache, colds, female infertility, heart diseases, scorpio and snake bites, infections, diabetes, malaria, bleeding, digestive disorders and diuretic diseases. Two species of this gender, *C. duarteanum* and *C. mellifluum* were chosen for the study and their scientific names were used as key words. The technological and scientific projects were developed with electronic databases: European Patente Office (EPO), World Intellectual Property Organization (WIPO), United States Patent and Trademark Office (USPTO), Derwent Innovations Index® (DII), Banco Latinoamericano de Patentes (LATIPAT) Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI), Pubmed, ScienceDirect, Web of Science, ScinFinder e Periódicos Capes. No registration of patents was found for the species. The articles found in the databases Pubmed, ScinFinfer and Periodicals Capes with the species *C. duarteanum* are related to the same works, with the exception of the Periódicos Capes which has one more work. There are no published articles for the species *C. mellifluum*. Due to a gap observed in the prospection developed with the species *C. duarteanum* and *C. mellifluum*, their study is necessary to broaden the chemical and phamacological knowledge supplying data that will contribute to broaden their understanding, and also valorize the biodiversity and preservation of the species and its environment.

Keywords: Chemistry. Pharmacology. Combretaceae. *Combretum duarteanum*. *Combretum mellifluum*.

1 INTRODUÇÃO

A família Combretaceae possui aproximadamente 20 gêneros com cerca de 600 espécies com distribuição pantropical, ocorrendo em regiões quentes de todos os continentes (SOUZA; LORENZI, 2008). Apresentam-se em diversos biomas, inclusive, em ambientes especiais, como mangues e regiões áridas (BARROSO et al., 1991). No Brasil ocorrem seis gêneros e aproximadamente 60 espécies. Os dois gêneros de maior ocorrência para esta família são *Combretum* Loefl. e *Terminalia* L. (SOUZA; LORENZI, 2008).

O gênero *Combretum* Loefl. é nativo do nordeste brasileiro (JOLY, 2002), sendo o maior da família, compreendendo 370 espécies com distribuição tropical e subtropical. Conforme Loiola e Sales (1996), as espécies deste gênero possuem em geral hábito arbóreo, arbustivo, arbustivo escandente, até trepador. Suas inflorescências são racemosas, do tipo cacho ou panícula. É reconhecido pelo imenso valor medicinal, com cerca de 10% de suas espécies integrando o elenco de plantas medicinais da África, Índia e Tailândia (KATERERE et al., 2003). Plantas deste gênero são empregadas no tratamento de câncer, hanseníase, dores lombares, dor de cabeça, resfriados, infertilidade feminina, doenças cardíacas, picadas de cobras e escorpião, infecções, diabetes, malária, hemorragias, diarreia, desordens digestivas e como diurético (FYHRQUIST et al., 2002; LIMA et al., 2012).

As espécies do gênero *Combretum* Loefl. apresentam inúmeros metabólitos secundários com propriedades biológicas conhecidas, como taninos, di e triterpenos e seus derivados glicosilados, saponinas, flavonóides, cumarinas, estilbenos, derivados do ácido elágico e de fenantreno, alcalóides e bibenzilas. Apresentam diversas atividades farmacológicas, tais como anticolinesterase, antiparasita, antileishmania, antimalária, larvicida, antibacteriana, antimicrobiana, antifúngica, antitripanossômica, hipoglicemiante, anti-inflamatória, antinociceptiva, antitumoral, antiviral, antitussígena, cardiovascular, imunoestimulante, citotóxica, moluscicida, anti-hepatotoxicidade, antiespasmódica, gastrintestinal, geniturinária (LIMA et al., 2012).

As espécies *C. duarceanum* Cambess. e *C. mellifluum* Eichler. são conhecidas por rama-branca e mofumbo-da-chapada, respectivamente. Conforme Stace (2010) *C. duarceanum* também se denomina como vaqueta, mofumbo, cipaúba, mirueira, vaquetinha-rasteira e caatinga-branca).

Combretum duarceanum está distribuída geograficamente nas regiões Norte (PA, TO), Nordeste (BA, CE, MA, PB, PE, PI), Centro-Oeste (GO, MS, MT) e Sudeste (ES, MG, SP)

(FORZZA et al., 2010). Suas folhas são usadas na forma de chás, bebidas e como suplementos alimentares pelas populações indígenas do nordeste do Brasil. Infusões preparadas com as partes aéreas (caules e folhas) de *C. duarteanum* são utilizadas na medicina popular para o tratamento de dor e como sedativo (GOUVEIA et al., 2011). De acordo com Albuquerque (2007), esta espécie também é usada como expectorante.

Combretum mellifluum distribui-se nas regiões Norte (AC, PA, TO), Nordeste (BA, CE, MA, PI), Centro-Oeste (GO, MS, MT) e Sudeste (MG) (FORZZA et al., 2010). Segundo Nascimento e Conceição (2011) a infusão das folhas desta espécie, por sua vez, é indicada para tosse, dores de cabeça e estômago.

Diante do exposto, o objetivo do estudo foi realizar uma prospecção científica e tecnológica das espécies *C. duarteanum* e *C. mellifluum*, a fim de analisar o número de registros de depósitos de pedidos de patentes em cada país, por meio de bancos de inovação e tecnologia nacionais e internacionais, bem como descrever o perfil de produção científica disponível na área de química e farmacologia.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A prospecção tecnológica foi realizada sobre as espécies *C. duarteanum* e *C. mellifluum*. Em relação as bases de dados tecnológicas foram utilizadas a *European Patent Office* (EPO), *World Intellectual Property Organization* (WIPO), *United States Patent and Trademark Office* (USPTO), *Derwent Innovations Index*® (DII), Banco Latinoamericano de Patentes (LATIPAT) e banco de dados do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) do Brasil.

Devido à ausência de patentes com as espécies em estudo, ampliou-se a busca para o gênero *Combretum* Loeft. Foram incluídas patentes que possuíam inovações relativas às espécies do gênero pesquisado, ou seja, as que utilizaram em seus estudos espécies de *Combretum* associadas à espécies de outros gêneros foram excluídas.

No que se refere a busca na literatura científica foi realizada utilizando como referência software de gerenciamento de EndNote® (versão X5, Thompson Reuters, CA, EUA), utilizando como descritor o nome científico das espécies (*Combretum duarteanum* e *Combretum mellifluum*). As bases de periódicos utilizadas foram o ScienceDirect, PubMed, Web of Science, ScinFinder e Portal de Periódicos Capes. O período de coleta de dados foram os meses de junho e julho de 2014.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estima-se que 40% dos medicamentos disponíveis na terapêutica atual foram desenvolvidos de fontes naturais (CALIXTO, 2003). Isso mostra a importância dos produtos naturais para a saúde do homem além da economia, já que estes produtos poderão torna-se economicamente mais viáveis que os produtos sintetizados. Em face das atividades descritas para plantas da família Combretaceae é de interesse o estudo das espécies *C. duarteanum* e *C. mellifluum*, pois são potencialmente viáveis para geração de conhecimentos científico e tecnológico. Apesar da possível potencialidade destas espécies os resultados obtidos na prospecção foram insatisfatórios, como pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1 – Publicações científicas referentes as espécies *Combretum duarteanum* e *C. mellifluum* nos bancos de dados Pubmed, ScienceDirect, Web of Science, ScinFinder e Periódicos Capes.

Espécie	Pubmed	ScienceDirect	Web of Science	ScinFinder	Periódicos Capes
<i>Combretum duarteanum</i>	2	0	0	2	3
<i>Combretum mellifluum</i>	0	0	0	0	0

Os artigos encontrados nos bancos de dados Pubmed, ScinFinfer e Periódicos Capes com a espécie *Combretum duarteanum* reportam-se aos mesmos trabalhos, com exceção dos Periódicos Capes que possui um trabalho a mais. Observa-se que os referidos trabalhos pertencem ao mesmo grupo de pesquisa da Universidade Federal de Sergipe em parceria com a Universidade Federal da Paraíba.

Estudos desenvolvidos com a fração hexânica do extrato etanólico das folhas de *C. duarteanum* possibilitou o isolamento e identificação de um triterpeno pentacíclico, a friedelina (QUINTANS et al., 2014), a identificação dos triterpenoides 4 α -carboxi-4 β ,14 α -dimetil-9 β ,19-ciclo-5 α -cholest-24-en-3 α -ol e ácido 2 α ,3 β -urs-12-en-28-oico (LIMA et al., 2013). Conforme Quintans et al. (2014), esta fração possui efeitos antinociceptivos em modelos de nocicepção orofacial em camundongos.

Lima et al. (2013), utilizando o extrato etanólico e a fração hexânica do extrato etanólico, avaliou a atividade gastroprotetora por meio dos modelos de úlcera gástrica

induzidos por HCl/etanol, etanol absoluto, stress, anti-inflamatório não esteroidais e ligadura pilórica observando forte atividade em todos os ensaios. O mecanismo de citoproteção gástrica também foi testado, frente aos grupos sulfidríla e óxido nítrico; as atividades gastroprotetoras mostraram-se dependentes destes dois grupos.

Gouveia et al. (2011) descreveram atividades anti-inflamatória, decorrente da inibição da síntese de prostaglandina; antinociceptiva, provavelmente, pelo mecanismo inibitório central e atividade antioxidante *in vitro* nos ensaios frente aos radicais hidroxila e óxido nítrico e substâncias reagentes ao ácido tiobarbitúrico (TBARS).

Dois grupos de pesquisadores desenvolveram trabalhos de revisão para o gênero *Combretum* Loeft., Lima et al. (2012) e Dawe et al. (2013).

Lima e colaboradores realizaram uma pesquisa em que compilaram 128 artigos com o gênero *Combretum*, e verificaram que as espécies são capazes de exercer atividades biológicas. Neste contexto foram avaliadas 36 espécies de *Combretum* em relação às partes de plantas utilizadas. Destas, 33 mostraram-se ativas e duas inativas, a atividade antileishmania, testada para as espécies *Combretum comosum* G. Don, *C. cuspidatum* Planch. ex Benth. e *C. molle* (R. Br. Ex. G. Don.) e a atividade embriotoxica, testada com *C. molle*.

Dawe e colaboradores desenvolveram um trabalho de revisão sobre a fitoquímica e atividades farmacológicas de 261 compostos de óleos não essenciais isolados a partir de 31 espécies do gênero *Combretum*. Constataram que em várias partes da Ásia e da África, espécies de *Combretum* são amplamente usadas na medicina popular pra o tratamento de hepatite, malária, infecções respiratórias e câncer. E com relação às investigações fitoquímicas, dos 261 compostos isolados: 135 triterpenos, 51 flavonoides, 14 diarilpropano, 23 fenotenos e derivados, 14 estilbenoides e derivados. Também foi evidenciado neste estudo que *C. quadrangulare* Kurz é a espécie mais investigada e que os triterpenoides são os maiores constituintes do gênero.

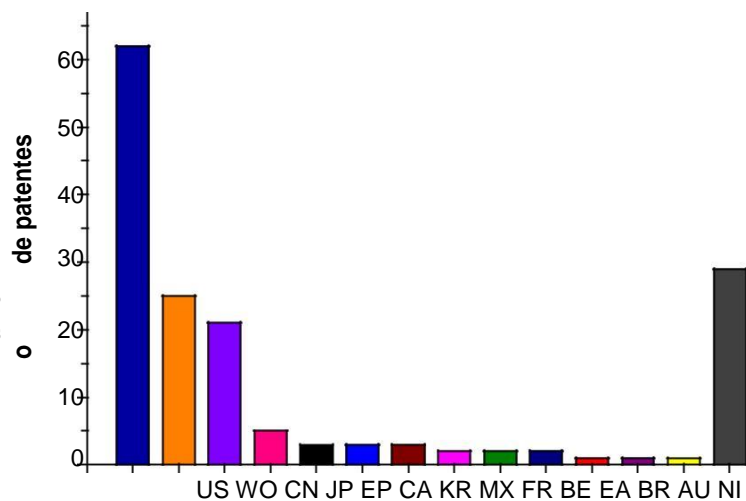
Em todos os bancos de dados analisados de pedidos de patentes observou-se a ausência de registros de patentes com as espécies *C. duarteanum* e *C. mellifluum*. Foram encontradas para o gênero *Combretum* um total de 160 distribuídas nas seguintes bases: 24 EPO, 1 INPI, 92 USPO e 43 WIPO (Tabela 2).

Tabela 2 – Número de patentes referente ao gênero *Combretum* e às espécies *C. duarceanum* e *C. mellifluum* depositadas nos bancos tecnológicos, EPO, DII, USPTO, WIPO, LATIPAT e INPI por palavras-chave

Palavras-chave	DII	EPO	INPI	LATIPAT	USPTO	WIPO
<i>Combretum</i>	0	24	1	0	92	43
<i>Combretum duarceanum</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Combretum mellifluum</i>	0	0	0	0	0	0

Conforme a Gráfico 1, os Estados Unidos é o principal país depositário, com 62 patentes, o que representa 38,75% do total de documentos. Em seguida, WIPO (PCT) que representa o segundo maior depositário com 25 equivalentes a 15,63%, ficando em terceiro lugar com 21 a China. Países em desenvolvimento como o Brasil apresentaram poucas patentes. O INPI possui uma única patente depositada. Conforme os autores Takagi; Czajkowski, (2012) e VU (2012), a ausência de infraestrutura básica necessária para o desenvolvimento do conhecimento local e transferência de tecnologia, pode ser o motivo pela falta de atividades de inovação e a utilização da propriedade intelectual para promover o investimento em P, D & I nestes países.

Gráfico 1 - Distribuição de patentes referentes ao gênero *Combretum* depositadas nas bases de dados tecnológicas, por país, sendo US (Estados Unidos), WO (WIPO-Tratado de Cooperação de Patentes), CN (China), JP (Japão), EP (Espanha), CA (Canadá), KR (República da Coreia), MX (México), FR (França), BE (Bélgica), BR (Brasil), AU (Austrália) e NI (Não possui informações).



Selecionou-se as patentes depositadas na WIPO, levando-se em consideração que esta é Via de Tratado de Cooperação de Patentes (PCT), isso implica que as patentes são depositadas em diferentes escritórios e também na base WIPO. Houve exclusão das patentes duplicadas e permaneceram cinco patentes que estudaram apenas espécies de *Combretum* sem associação com outras espécies botânicas e ou fungícas (Quadro 1).

Cinco patentes foram depositadas com as espécies *C. laurifolium* Mart., *C. micranthum* G. Don, *C. yunnaensis* Exell., *C. kraussii* Hochst. e *C. caffrum* (Eckl. & Zeyh.) Kuntze. Diversas atividades químicas e farmacológicas foram relatadas como, por exemplo, para o tratamento de inflamação, de cancro, anti-diabéticos, desordens metabólicas, antioxidação, antitumoral, inibitória da protease HIV, inibição da polimerização da tubulina etc.

Quadro 1 – Patentes relacionadas as aplicações tecnológicas do gênero *Combretum* depositadas na WIPO

Número da patente (Ref.)	Ano	Inventores	Título da patente	Descrição da patente
US 20140178506 A1 US 20120237619 JP 2010539238 MX 2010/002982 EP 2205069 US 20100047354 KR 1020090099003 CA 2699888 US 2009007489	2014	Koepke Peter; Burow Matthew E.; Subbiah Ven	<i>Combretum laurifolium</i> Mart. extract and methods of extracting and using such extract	Um método de inibição de COX-2, inibição da ativação de NF-kappa B, o tratamento da inflamação, ou o tratamento de cancro compreende a administração de uma quantidade terapeuticamente eficaz do extrato de <i>Combretum laurifolium</i> Mart. para um paciente. O medicamento tal como aqui descrito compreende um veículo farmacêuticamente aceitável e apresenta uma quantidade terapeuticamente eficaz do extrato de <i>Combretum laurifolium</i> Mart. suspenso no veículo. O método de preparação do extrato de <i>Combretum laurifolium</i> Mart. compreende na produção de uma solução de componente pelo tratamento do material <i>Combretum laurifolium</i> Mart. com um extrator e um solvente e a produção de um extrato por remoção de, pelo menos, parte da solução líquida. O extrato de <i>Combretum laurifolium</i> Mart. pode compreender componentes extraídos, usando vários solventes.
US 20130143921 B2 EP 2566326	2013		Peperidine-flavan alkaloid compounds derived from	A investigação fornece um método de separação e identificação de um novo tipo de alcaloides flavan

<p>CA 2798509 WO/2011/140066</p>		<p>Simon James E.; Wu Qingli; Welch Cara</p>	<p>African herb tea kinkeliba as anti-diabetic agents</p>	<p>piperidina, de um chá verde africano, as folhas de <i>Combretum micranthun</i> comumente conhecido como kinkeliba, e o procedimento de preparação do alcaloides flavan piperidina total (TPFA). Em particular, esta invenção relata o uso do extrato da planta que mais contém TPFA como agente anti-diabéticos em tratamentos de metabólitos de desordens e outras aplicações relatadas para esta nova estrutura química e seus derivados.</p>
<p>JP 2002275184 A</p>	<p>2002</p>	<p>Nishimura Toshio; Sakuta Shohei; Nagasawa Hiromichi; Yo Shinsei; Otake Nozomi.</p>	<p>Ellagic acid derivative and pharmaceutical substance</p>	<p>Problema a ser resolvido: Para fornecer uma substância que apresenta excelente ação farmacêutica tais como atividade antitumoral, que suprima suficientemente as ações colaterais na administração. Solução para o problema: Ácido 4-(4"-Acetyl-rhamnopyranosyl)elágico porque é um derivado do ácido elágico expresso pela fórmula molecular C₂₂H₁₈O₁₃, possui peso molecular de 490 e foi separado e purificado de <i>Combretum yunnaensis</i> que possui atividade antioxidante, antitumoral (especialmente a leucemia resistente a adriamicina) e atividade inibitória da protease HIV.</p>

WO/1994/005682	1994	Pelizzoni, Francesca; Colombo, Roberto; D'Incalci, Maurizio; Verotta, Luisella;	Combretastatin derivatives with antitumoral activity and process for the preparation thereof	Aqui são divulgados derivados de combretastatina (I) com atividade antitumoral e o processo para a sua extração e isolamento, a partir de <i>Combretum kraussii</i> ; As composições farmacêuticas para utilização antitumoral e a preparação das referidas composições farmacêuticas são também descritas, em que R é H ou CH ₃ , R' é H ou β-D-glucopiranoose, e em que A é um radical bivalente tendo dois átomos de carbono selecionado entre -CH ₂ - CH ₂ - e -CH = CH-, desde que, R é CH ₃ e R 'é diferente de H.
US 4996237 A	1991	Pettit George R.	Combretastatin A-4	<i>Combretum caffrum</i> (Combretaceae), é uma planta africana, tem sido procurada por conter um agente que é um potente inibidor da polimerização da tubulina (IC ₅₀ de 2-3 μM), o desenvolvimento de leucemia linfocítica murina (L1210 e P388 com ED ₅₀ <0,003 mg / ml) e linhas de células humanas de cancro do cólon (por exemplo, Volo com ED ₅₀ <0,01 μg / ml). Este agente é aqui denominado "combretastatina A-4". A estrutura atribuída por técnicas espectrais foi confirmada por síntese.

4 CONCLUSÃO

Muitas espécies de plantas da família Combretaceae e em específico do gênero *Combretum* Loeft. possuem diversas classes de metabólitos secundários os quais têm apresentado importantes atividades biológicas, baseando-se nisso as espécies *Combretum duarteanum* Cambess e *C. mellifluum* Eichler, se mostram promissoras em estudos de conhecimento químico e farmacológico, devido a sua proximidade pelo gênero em destaque. Os estudos destas espécies forneceram dados que irão contribuir para o avanço biotecnológico, além do entendimento das mesmas, de valorizar a biodiversidade e a preservação da espécie e de seu ambiente.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, U. P.; MEDEIROS, P. M.; ALMEIDA, A. L. S.; MONTEIRO J. M.; LINS NETO, E. M. F.; MELO, J. G.; SANTOS, J. P. Medicinal plants of the caatinga (semi-arid) vegetation of NE Brazil: A quantitative approach. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 114, p. 325-354, 2007.
- BARROSO, G. M.; PEIXOTO, A. L.; COSTA, C. G.; ICHASO, C. L.; GUIMARÃES, E. F.; LIMA, H. C. **Sistemática das angiospermas do Brasil**. Viçosa: Imprensa Universidade da U.F.V., 1991. v. 2.
- CALIXTO, J. B. Biodiversidade como fonte de medicamento. **Revista Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 55, n. 3, jul./set. 2003.
- DAWE, A.; PIERRE, S.; TSALA, D. E.; HABTEMARIAM, S. Phytochemical Constituents of *Combretum* Loefl. **Pharmaceutical Crops**, v. 4, p. 38-59, 2013.
- FORZZA, R. C.; BAUMGRATZ, J. F. A.; BICUDO, C. E. M.; CARVALHO Jr., A. A.; COSTA, A.; COSTA, D. P.; HOPKINS, M.; LEITMAN, P. M.; LOHMANN, L. G. **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio/Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010. v. 1.
- FYHRQUIST, P.; MWASUMBI, L.; HAEGGSTRÖM, C. A.; VUORELA, H.; HILTUNEN, R.; VUORELA, P. Ethnobotanical and antimicrobial investigation on some species of *Terminalia* and *Combretum* (Combretaceae) growing in Tanzania. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 79, p. 169-177, Feb. 2002.
- GOUVEIA, M. G. S.; XAVIER, M. A.; BARRETO, A. S.; GELAIN, D. P.; SANTOS, J. P. A.; ARAÚJO, A. A. S.; SILVA, F. A.; QUINTANS, J. S.; AGRA, M. F.; CABRAL, A. L. G.S.; TAVARES, J. F.; SILVA, M. S. S.; QUINTANS-JÚNIOR, L. J. Antioxidant, Antinociceptive, and Anti-inflammatory Properties of the Ethanolic Extract of *Combretum duarteanum* in Rodents. **Journal of Medicinal Food**, v. 14, p. 1389-1396, 2011.
- JOLY, A. B. **Botânica**: introdução à taxonomia. 13. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2002.
- KATERERE, D. R.; GRAY, A. I.; NASH, R. J.; WAIGH, R. D. Antimicrobial activity of pentacyclic triterpenes isolated from African Combretaceae. **Phytochemistry**, v. 63, p. 81-99, 2003.
- KOEPKE, P.; BUROW, M. E.; SUBBIAH, V. **Combretum laurifolium Mart**: extract and methods of extracting and using such extract. USA: Selvamedica, 2014.
- LIMA G. R. M.; SALES, I. R. P.; CALDAS FILHO, M. R. D.; JESUS, N. Z. T.; FALCÃO, H. S.; BARBOSA-FILHO, J. M.; CABRAL, A. G. S.; SOUTO, A. G.; TAVARES, J. F.; BATISTA, L. M. Bioactivities of the Genus *Combretum* (Combretaceae): A Review. **Molecules**, v. 17, p. 9142-9206, 2012.
- LIMA, G. R. M.; MONTENEGRO, A. C.; FALCÃO, H. S.; JESUS, N. Z.; CABRAL, A. G.; GOMES, I. F.; AGRA, M. F.; TAVARES, J. F.; BATISTA, L. M. Gastroprotective activity of

the ethanolic extract and hexane phase of *Combretum duarceanum* Cambess, (Combretaceae). **Journal of Natural Medicines**, v. 67, p. 492-502, 2013.

LOIOLA, M. I. B.; SALES, M. F. Estudos taxonômicos do gênero *Combretum* Loeffl (Combretaceae) em Pernambuco, Brasil. **Arch. Jard. Bot.**, Rio de Janeiro, v. 34, p. 173-188, 1996.

NASCIMENTO, J. M.; CONCEIÇÃO, G. M. Plantas medicinais e indicações terapêuticas da comunidade quilombola Olho d'Água do Raposo, Caxias, Maranhão, Brasil. **BioFar.**, Campina Grande, v. 6, n. 2, 2011.

NISHIMURA T.; ITO, A.; CHAI, H. B.; LEE, D.; KARDONO, L. B.; RISWAN, S.; FARNSWORTH, N. R.; CORDELL, G. A.; PEZZUTO, J. M.; KINGHORN, A. D. Ellagic acid derivative and pharmaceutical substance. **Phytochemistry**, v. 61, p. 2, p. 171-174, Sep. 2002.

PELIZZONI, F.; COLOMBO, R.; MAURIZIO, D. I.; VEROTTA L. **Combretastatin derivatives with antitumoral activity and process for the preparation thereof**. USA Selvamedica, 1994.

PETTIT G. R. **Combretastatin A-4**. USA: Selvamedica, 1991.

QUINTANS, J. S. S.; COSTA, E. V.; TAVARES, J. F.; SOUZA, T. T.; ARAÚJO, S. S.; ESTEVAM, C. S.; BARISON, A.; CABRAL, A. G. S.; SILVA, M. S.; SERAFINI, M. R.; Phytochemical study and antinociceptive effect of the hexanic extract of leaves from *Combretum duarceanum* and friedelin, a triterpene isolated from the hexanic extract, in orofacial nociceptive protocols. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 24, n. 1. p. 60-66, jan./fev. 2014.

SIMON, J. E.; WU, Q.; WELCH, C. **Peperidine-flavan alkaloid compounds derived from African herb tea kinkeliba as anti-diabetic agents**. USA: Selvamedica, 2013.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática: guia ilustrado p/ identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008.

STACE, C. A. **Combretaceae: Terminalia and Buchenavia**. New York: The New York Botanical Garden Press, 2010.

TAKAGI, Y.; CZAJKOWSKI, A. WIPO services for access to patent information - Building patent information infrastructure and capacity in LDCs and developing countries. **World Patent Information**, v. 34, p. 30-36, 2012.

VU, T. A. An insight into the patent systems of fast developing ASEAN countries. **World Patent Information**, v. 34, p. 134-142, 2012.



CAPÍTULO 2

**Botânica (aspectos morfológicos) e distribuição geográfica de
três espécies de Combretaceae nos cerrados do Piauí,
Nordeste do Brasil**

(Artigo publicado em **Publicações Avulsas em Conservação de
Ecossistemas**)
(ISSN: 1809-0109)

Botânica (aspectos morfológicos) e distribuição geográfica de três espécies de Combretaceae nos cerrados do Piauí, nordeste do Brasil

RESUMO

A família Combretaceae possui distribuição predominantemente pantropical, incluindo cerca de 20 gêneros e 600 espécies. No Brasil ocorrem seis gêneros e aproximadamente 60 espécies. Os dois gêneros de maior ocorrência para esta família são *Combretum* Loeft. e *Terminalia* L., nativos para o Brasil. O objetivo deste trabalho foi apresentar as principais características morfológicas das espécies *Combretum duarceanum* Cambess., *C. mellifluum* Eichler. e *Terminalia actinophylla* Mart. para reconhecimento por profissionais de áreas afins e sua distribuição no estado do Piauí. A caracterização ocorreu com auxílio de bibliografia especializada e observações do material coletado e no campo. A distribuição geográfica e a interpretação fitossociológica foram realizadas a partir do Banco de Dados FLORACENE, que possui cerca de 80 inventários realizados no Estado. Como resultados obteve-se a construção de chave analítica, descrições da família e dos gêneros, interpretação fitossociológica com base em alguns dados de abundância, elaboração do mapa de distribuição das espécies e apresentação de um glossário dirigido.

Palavras-chave: *Combretum duarceanum*. *Combretum mellifluum*. *Terminalia actinophylla*. Cerrados Setentrional e Meridional.

Botany (Morphological Aspects) and Geographical Distribution of Three Combretaceae Species in the Cerrado of Piauí, Northeast Brazil

ABSTRACT

The Combretaceae family has predominantly pantropical distribution, including about 20 genera and 600 species. In Brazil there are six genera and about 60 species. The two most frequent genera for this family are *Combretum* and *Terminalia*, native to Brazil. The objective of this study was to present the main morphological characteristics of the species *Combretum duarteanum*, *C. mellifluum* and *Terminalia actinophylla* for recognition by professionals in related fields and their distribution in the state of Piauí. Characterization took place with the help of professional literature and observations of the material collected and in the field. The geographical distribution and the phytosociological interpretation were performed from FLORACENE Database, which has about 80 inventories in the state. As a result we obtained the construction of analytical keys, descriptions of family and gender, phytosociologic interpretation based on some data abundance, preparing the distribution map of the species and presentation of a directed glossary.

Keywords: *Combretum duarteanum*. *Combretum mellifluum*. *Terminalia actinophylla*. Northern and southern savannahs.

1 INTRODUÇÃO

A família Combretaceae possui distribuição predominantemente pantropical, incluindo cerca de 20 gêneros e entre 600 espécies. No Brasil ocorrem seis gêneros e aproximadamente 78 espécies. Os dois gêneros nativos do Brasil de maior ocorrência para esta família são *Combretum* Loeft. e *Terminalia* L. (MARQUETE; VALENTE, 2006; SOUZA; LORENZI, 2008), embora *Terminalia catappa* L. (amendoeira, castanhola etc.) seja proveniente do continente Asiático (JOLY, 2002). Conforme Exell e Stace (1966), a família Combretaceae subdivide-se em duas subfamílias: Strephonematoideae, sem representantes na flora brasileira, com ovário semi-ínfero, e Combretoideae, com ovário ínfero, dividida em duas tribos Laguncularieae e Combreteae as quais apresentam inúmeros representantes na flora neotropical.

O tratamento taxonômico para Combretaceae no Brasil foi realizado por Eichler (1867), que reconheceu nove gêneros e 65 espécies. A partir de então poucos trabalhos foram publicados, alguns sobre flora (MARQUETE et al., 2003), porém a maioria envolvendo descrições de novas taxa (ENGLER; DIELS, 1899) e novas combinações (EXELL, 1931; 1953; EXELL e STACE, 1966 apud LOIOLA et al., 2009). No nordeste do Brasil, representantes de Combretaceae foram citados em trabalhos pontuais como floras e listas regionais, dentre os quais se destacam o de Castro et al. (1998) com oito espécies, sendo uma *Buchenavia* Eichler., duas *Terminalia* e cinco *Combretum*. Zappi (1995) para a Bahia, registrou duas espécies de *Terminalia*, Loiola e Sales (1996) e Loiola (1998), referiram nove e três espécies para Pernambuco, respectivamente; Giulietti et al. (2002) indicaram três espécies como endêmicas para a Caatinga. Para o Estado do Piauí, Farias e Castro (2004) apresentaram seis espécies para o Complexo Vegetacional de Campo Maior, sendo um do gênero *Terminalia* e *Buchenavia* e quatro do gênero *Combretum*. Barros e Castro (2006) em um trabalho de geocompartimentação também do supracitado Complexo, relatou sete espécies, diferenciando-se de Farias e Castro (2004) por apresentar uma espécie a mais de *Terminalia*.

O gênero *Combretum* Loeft. é nativo do Nordeste brasileiro (JOLY, 2002), sendo o maior da família, compreendendo 370 espécies com distribuição tropical e subtropical. Através de estudos florísticos para o Nordeste e especificamente para o Piauí, a família Combretaceae está entre as cinco mais bem representadas em número de espécies e, por meio de estudos fitossociológicos, essas espécies apresentam às vezes os Valores de Importância

(VIs), um dos mais importantes parâmetros de abundância sintéticos da Ecologia da Vegetação (Fitossociologia) (FARIAS, 2003).

Este trabalho é um dos desdobramentos do Projeto de Doutorado intitulado de **"Estudo Fitogeográfico e Químico-farmacológico das Espécies de Combretaceae (*Combretum duarceanum*, *C. mellifluum* e *Terminalia actinophylla*): uma Análise Comparativa nos Cerrados Setentrional e Meridional do Estado do Piauí"**, junto à Rede Nordeste de Biotecnologia (RENORBIO), registrado em 2012, sob o Nº **CCN-016/2012**, na Pró-Reitoria de Pesquisa (PROPESQ) da Universidade Federal do Piauí (UFPI), com vigência 2012-2015.

Como os metabólitos secundários de plantas são ferramentas valiosas para a compreensão da biossíntese e desenvolvimento de novos fármacos e, em face das atividades descritas para plantas da família Combretaceae, considerou-se necessário abordar naquele Projeto o estudo fitoquímico dessa família botânica nos Cerrados Setentrional e Meridional do Piauí, procurando compilar e gerar dados secundários e primários, respectivamente, de uma forma que contribuam no entendimento das espécies *Combretum duarceanum* Cambess., *C. mellifluum* Eichler e *Terminalia actinophylla* Mart., tendo em vista que estas espécies ainda não foram estudadas, além de atualizar suas distribuições geográficas e evidenciar características fitoquímicas de alta relevância, dependentes ou não da sua fitogeografia [uma das nossas principais hipóteses de partida].

Por outro lado, considerando que o avanço antrópico tem sido a maior causa do extermínio dos Cerrados brasileiros, dentre eles, os Cerrados do Nordeste, a perda de parte desse patrimônio natural será irreversível, se a taxa de desmatamento de 1,5% (ou 3 milhões de ha/ano) continuar operando (MACHADO et al., 2004). Daqui a 16 anos (2030), provavelmente, não teremos mais nada de Cerrado em sua forma semiprimária, cuja cobertura vegetal remanescente atual gira em torno de 45%.

Enquanto isto, a criação de um banco de dados com documentação química, atividades antioxidantes e testes farmacológicos para aquelas espécies contribui para a valorização, conservação e futura utilização sustentável. Agregando-se valor à biodiversidade, através de estudos/pesquisas desta natureza, acredita-se ser possível minimizar os impactos ambientais negativos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material

A área de estudo considerou os cerrados Setentrional (norte) e Meridional (sul) do Piauí e particularmente as áreas de inventários qualitativos e quantitativos realizados. A seleção das espécies foi orientada pela indicação popular de que as mesmas apresentavam potencial farmacológico, mas ausência de estudos fitoquímicos nos Bancos Tecnológicos e Base de Periódicos mais usuais. As coletas botânicas foram realizadas nos períodos de janeiro-fevereiro/2012-2013 Todos os exemplares (amostras) foram incorporados ao acervo do Herbário Graziela Barroso (TEPB) da Universidade Federal do Piauí (UFPI). *Combretum duarteanum* Cambess. (rama-branca) sob os N^{OS} 27.960 e 30.118 (Figura 1); *Combretum mellifluum* Eichler (mofumbo-de-chapada, mofumbo-do-cerrado) sob os N^{OS} 27.990, 28.192, 28.343, 28.344, 28.347 (Figura 2) e 28.348; e *Terminalia actinophylla* Mart. (chapada-cascudo) sob os N^{OS} 27.958, 27.959, 28.193, 28.341, 28.342, 28.345, 28.346 (Figura 3) e 28.349.



Figura 1. Exsicata/registro N^o TEPB 30.118. *Combretum duarteanum* Cambess. Data: 2/nov/2014. Créditos: FARIAS, R. R. S. (2014) e Programa bioTEN (2014).



Figura 2. Exsicata/registro N^o TEPB 28.347. *Combretum mellifluum* Eichler. Data: 2/nov/2014. Créditos: FARIAS, R. R. S. (2014) e Programa bioTEN (2014).

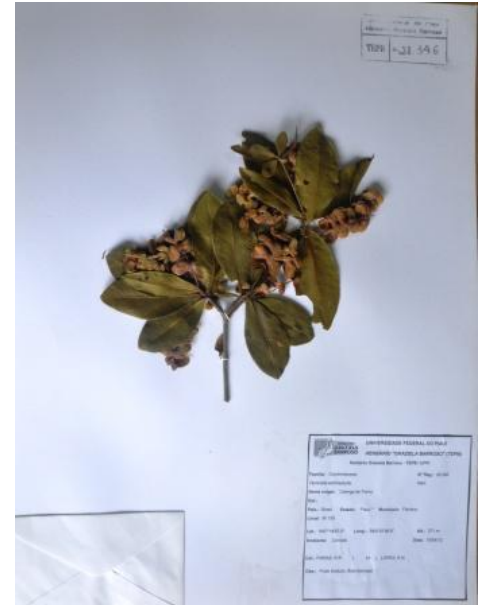


Figura 3. Exsicata/registro N° **TEPB 28.346.** *Terminalia actinophylla* Mart. Data: 2/nov/2014. Créditos: FARIAS, R. R. S. (2014) e **Programa bioTEN** (2014).

2.2 Coleta Botânica

Todas as coletas foram registradas morfológicamente através de fichas botânicas específicas, fotografadas e georreferenciadas, seguindo a metodologia de Castro (2001) e Castro e Farias (2010). O acondicionamento, a prensagem e a herborização foram processados conforme Castro (1987) e outras metodologias usuais.

2.3 Tratamento Científico do Material Botânico

A identificação do material botânico foi realizada por morfologia comparada através da análise de caracteres vegetativos e reprodutivos, com o auxílio de lupas estereoscópicas e bibliografia especializada, em diversos ensaios no Laboratório de Biodiversidade do Trópico Ecotonal do Nordeste (LabioTEN) do Departamento de Biologia do Centro de Ciências da Natureza da Universidade Federal do Piauí (CCN/UFPI). As duplicatas foram enviadas à especialista Maria Iracema Loiola (UFC) para correspondente confirmação de determinação botânica.

2.4 Nomenclatura Botânica

A ortografia do nome da família e gêneros seguiu Brummitt (1992) e as abreviações dos autores dos nomes das espécies, Brummitt e Powell (1992), no mínimo. Também foram consultadas as seguintes páginas:

1. www.ipni.org/
2. mobot.mobot.org/W3T/Search/vast.html
3. sciweb.nybg.org/science2/VirtualHerbarium.asp
4. florabrasiliensis.cria.org.br/
5. floradobrasil.jbrj.gov.br

2.5 Seleção das Áreas de Amostragem

As áreas de coleta foram selecionadas através do Banco de Dados da **Flora dos Cerrados do Nordeste (FLORACENE)** (CASTRO et al., 2007; CASTRO et al., 2008; 2008b; VIEIRA 2012) instituído pelo Projeto BASE do **Sítio 10 do Programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração (PELD/CNPq)** (CASTRO et al., 2010; CASTRO, 2013), o **Projeto de Biodiversidade e Fragmentação de Ecossistemas nos Cerrados Marginais do Nordeste** (Processo CNPq N° 521131/2001-4), que reúne uma série de informações referentes ao estudo empregado (código de levantamento, tipo de levantamento e amostragem, número de pontos/parcelas, área amostrada, número de espécies amostradas e amostráveis, números de indivíduos amostrados, coordenadas destes e data, local e autores do inventário). Por meio deste Banco, foi facilitado o local e distribuição no Piauí das espécies em estudo.

2.6 Distribuição Geográfica e Fitossociologia

A distribuição geográfica e a interpretação fitossociológica foram realizadas a partir do Banco de Dados FLORACENE, que possui cerca de 80 inventários realizados no Estado.

3 RESULTADOS

3.1 Descrição da Família

(**Combretaceae** R. Brown, Prodr. Fl. Nov. Holl.: 351. 1810.)

Árvores ou arbustos escandentes. Folhas opostas, alternas, simples, inteiras, sem estípulas, indumentos de tricomas compartimentados, escamosos ou glandulares. Inflorescências em espigas, panículas de espigas, racemos ou panículas terminais ou axilares; brácteas muitas vezes presentes. Flores actinomorfas ou zigomorfas, andrógenas, tetrâmeras ou pentâmeras. Hipanto dividido em duas partes, a inferior envolvendo o ovário e a superior em tubo curto ou comprido, terminando nos lobos do cálice. Lobos do cálice 4 ou 5, às vezes pouco desenvolvidos. Pétalas 4 ou ausentes, pequenas ou conspícuas, inseridas entre os lobos

do cálice. Estames, 8 ou 10, inseridos em 2 verticilos, enxertos, podendo ocorrer filetes curtos; anteras versáteis. Disco nectarífero muitas vezes desenvolvido, na base do hipanto superior. Ovário ínfero, unilocular, 2-6 rudimentos seminais pêndulos. Frutos betulídios indeiscentes, secos, 2, 4 ou 5 alas. Sementes 1, sem endosperma, cotilédones convolutos (Loefl.) ou plicados.

3.2 Descrição do Gênero *Combretum* Loefl.

(Adaptado de BARROSO, 1991; LOIOLA; SALES, 1996; JOLY, 2002; STACE, 2010)

Combretum é um gênero de planta da família **Combretaceae** e contém cerca de 250 espécies de árvores e arbustos que são nativas para a maioria das regiões tropicais, exceto o continente da Austrália. Muitas vezes, essas plantas são perenes, embora algumas sejam caducifólias por um curto período de tempo. Algumas espécies parecem ser adaptadas às áreas onde elas crescem. Quanto ao hábito de crescimento, em encostas rochosas, podem ser arbustos; perto da costa (litoral), podem crescer como moitas, e em florestas, muitas vezes crescem como árvores. A maioria das plantas possui folhas de formato oblongo ou elípticas, que crescem em pares dispostos em ângulos retos com o par acima e/ou abaixo. Algumas das espécies têm folhas que crescem em espirais. Geralmente, as folhas são lisas, o que significa que não são dentadas ou lobadas nas bordas. As flores são geralmente tubulares com quatro ou cinco lóbulos na abertura (ântese). As flores crescem em cachos ou panículas em hastes terminais ou auxiliares. Muitos dessas inflorescências são densamente carregadas com flores vermelhas que podem medir de 0,75 polegadas (cerca de 2 cm) até mais de 1,5 polegadas (cerca de 4 cm) de comprimento.

3.3 Descrição do Gênero *Terminalia* L.

(Adaptado de BARROSO, 1991; LOIOLA; SALES, 1996; JOLY, 2002; STACE, 2010)

Árvores ou arbustos, por vezes espinhosos, de ca. 0,5 m a 6 (-7) m, os maiores muitas vezes com suporte/apoio; tricomas (pelos combretáceos) presentes. Folhas com arranjos espiralados, frequentemente agrupados em ramos terminais, às vezes com formato de bolso ou domácia em forma de taça em nervuras axilares, usualmente com glândulas peciolares. Inflorescências em uma axila frequentemente agrupadas em pequenos ramos terminais, ou raramente em cachos axilares, ou em panículas (cachos compostos) de espigas; brácteas muito pequenas e caducas. Flores bissexuais ou andromonóicas, talvez raramente dióicas, actinomorfas, sésseis, em número de 4-5; receptáculo (hipanto) inferior estendido na forma de

uma saliência ou "pescoço" distal curto; receptáculo superior na forma de cúpula ou campânula, decíduo, antes da frutificação, ou algumas vezes persistente; 4 ou 5 cálices lobulares; sem pétalas; disco glabro a densamente pubescente; 8 a 10 estames, raramente 4, usualmente bem extrorsos (fora da flor), com anteras variáveis; estilete livre, geralmente extrorso, glabro, ou pubescente distais. Dois a 5 frutos alados, ou sulcados, ou cilíndricos, mas, geralmente ligeiramente afilados em ambas as extremidades, circular na parte central, e com superfície lisa, achatados a actinomórficos, usualmente secos, ou esponjosos, às vezes um pouco suculentos.

3.4 Chave para reconhecimento dos táxons

1. Plantas caducifólias; arbustos, geralmente escandescentes; folhas opostas; flores com pétalas [*Combretum* Loefl.]
 2. Folhas cinéreas (cinzentas) quando maduras; flores creme-esverdeadas; frutos com alas sinuosas, lanceolados, amarelo-esverdeados quando maduros [*Combretum duarteanum* Cambess. (**Figuras 4 a 7**)]
 - 2'. Folhas verde-limão quando maduras; flores creme-avermelhadas com mudanças durante a ântese (abertura da flor); frutos com alas retas, cilíndricos a elípticos, marrom-avermelhados quando maduros [*Combretum mellifluum* Eichler (**Figuras 8 a 14**)]
- 1'. Plantas sempreverdes; árvores; folhas alternas e congestas; flores sem pétalas [*Terminalia actinophylla* Mart. (**Figuras 15 a 20**)]



Figura 4. Hábito de crescimento predominante de *Combretum duarteianum* Cambess. Arbusto. Data: 15/jan/2012. Créditos: FARIAS, R. R. S. (2012) e Programa bioTEN (2013).



Figura 5. Folhas simples, opostas; frutos imaturos de *Combretum duarteianum* Cambess. Data: 15/jan/2012. Créditos: FARIAS, R. R. S. (2012) e Programa bioTEN (2013).



Figura 6. Frutos imaturos de *Combretum duarteianum* Cambess. Data: 5/mar/2010. Créditos: FARIAS, R. R. S. (2010) e Programa bioTEN (2013).

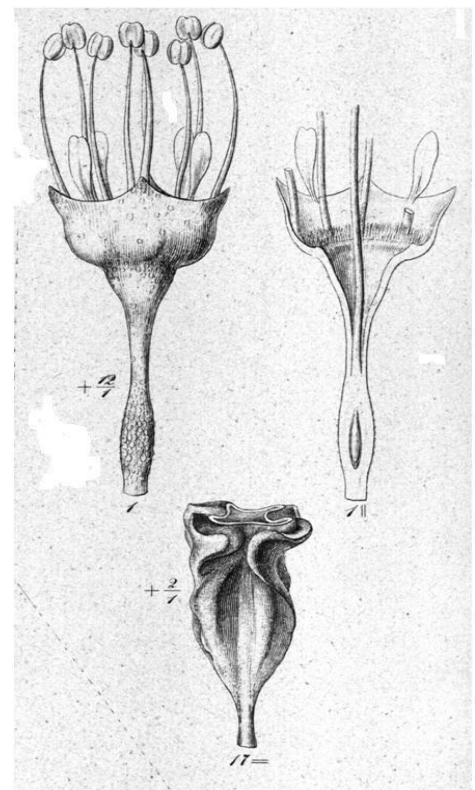


Figura 7. Detalhe da flor e fruto de *Combretum duarteianum* Cambess. Fonte: Flora Brasiliensis, vol. 14(2) (1867), http://botanicalillustrations.org/species.php?id_species=265983.



Figura 8. Hábito de crescimento de *Combretum mellifluum* Eichler. Arbusto/Arvoreta. Data: 28/jan/2008. Créditos: FARIAS, R. R. S. (2008) e Programa bioTEN (2013).



Figura 9. Casca lisa, um pouco esfoliante, de *Combretum mellifluum* Eichler. Data: 28/jan/2008. Créditos: FARIAS, R. R. S. (2008) e Programa bioTEN (2013).



Figura 10. Folhas simples, cartáceas, opostas de *Combretum mellifluum* Eichler. Data: 28/jan/2012. Créditos: FARIAS, R. R. S. (2008) e Programa bioTEN (2013).



Figura 11. Botões e flores creme-avermelhadas com mudanças durante a antese (abertura da flor) de *Combretum mellifluum* Eichler. Data: 15/mai/2008. Créditos: FARIAS, R. R. S. (2008) e Programa bioTEN (2013).



Figura 12. Botões, flores e frutos imaturos de *Combretum mellifluum* Eichler. Data: 13/abr/2012. Créditos: FARIAS, R.R.S. (2012) e Programa bioTEN (2013).



Figura 13. Frutos maduros de *Combretum mellifluum* Eichler. Data: 10/mai/2007. Créditos: FARIAS, R.R.S. (2007) e Programa bioTEN (2013).

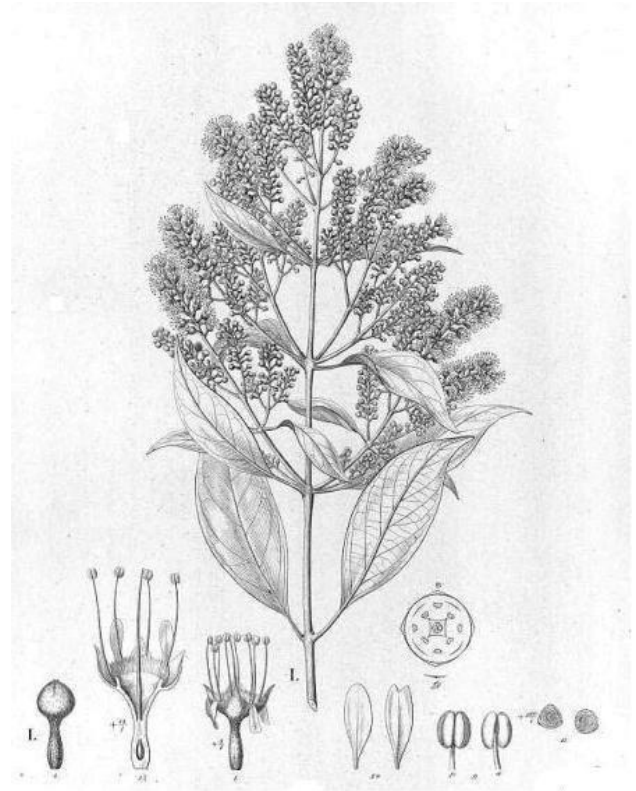


Figura 14. Ramo, botão, flores e outros aspectos de *Combretum mellifluum* Eichler. Fonte: Flora Brasiliensis, vol. 14(2) (1867), http://botanicalillustrations.org/species.php?id_species=266252.



Figura 15. Indivíduo arbóreo de *Terminalia actinophylla* Mart. Data: 7/jan/2012. Município de Campo Maior, Piauí. Créditos: FARIAS, R. R. S. (2012) e Programa bioTEN (2013).



Figura 16. Casca rugosa-suberosa de *Terminalia actinophylla* Mart. Data: 14/jan/2012. Créditos: FARIAS, R. R. S. (2012) e Programa bioTEN (2013).



Figura 17. Folhas congestionadas, botões e flores de *Terminalia actinophylla* Mart. Data: 14/jan/2012. Créditos: FARIAS, R. R. S. (2012) e Programa bioTEN (2013).



Figura 18. Frutos imaturos de *Terminalia actinophylla* Mart. Data: 26/fev/2012.
Créditos: FARIAS, R.R.S. (2012) e Programa bioTEN (2013).



Figura 19. Frutos maduros de *Terminalia actinophylla* Mart. Data: 7/jan/2012. Créditos:
FARIAS, R.R.S. (2012) e Programa bioTEN (2013).

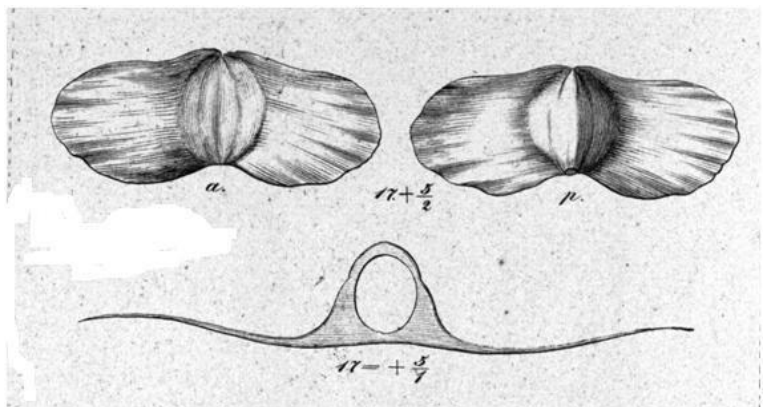


Figura 20. Frutos de *Terminalia actinophylla* Mart. Fonte: Flora Brasiliensis, vol. 14(2)
(1867), http://botanicalillustrations.org/species.php?id_species=1004328.

3.5 Distribuição Geográfica

Segundo o **Catálogo de Plantas e Fungos do Brasil** [online] (FORZZA et al. 2010), *Combretum duarceanum* Cambess. é espécie nativa e não endêmica, com distribuição: Norte (Pará, Tocantins), Nordeste (MA, PI, CE, PB, PE, BA), Centro-Oeste (MT, GO, MS) e Sudeste (MG, ES, SP). Ocorre na Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica.

Combretum mellifluum Eichler, do mesmo jeito, é nativa e não endêmica, com distribuição: Norte (PA, TO, AC), Nordeste (MA, PI, CE, BA), Centro-Oeste (MT, GO, MS) e Sudeste (MG). Ocorre na Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica.

Terminalia actinophylla Mart. É espécie nativa, porém é endêmica. Tem distribuição: Norte (TO), Nordeste (MA, PI, PE, BA) e Centro-Oeste (GO). Ocorre apenas na Caatinga e no Cerrado.

3.6 Fitossociologia

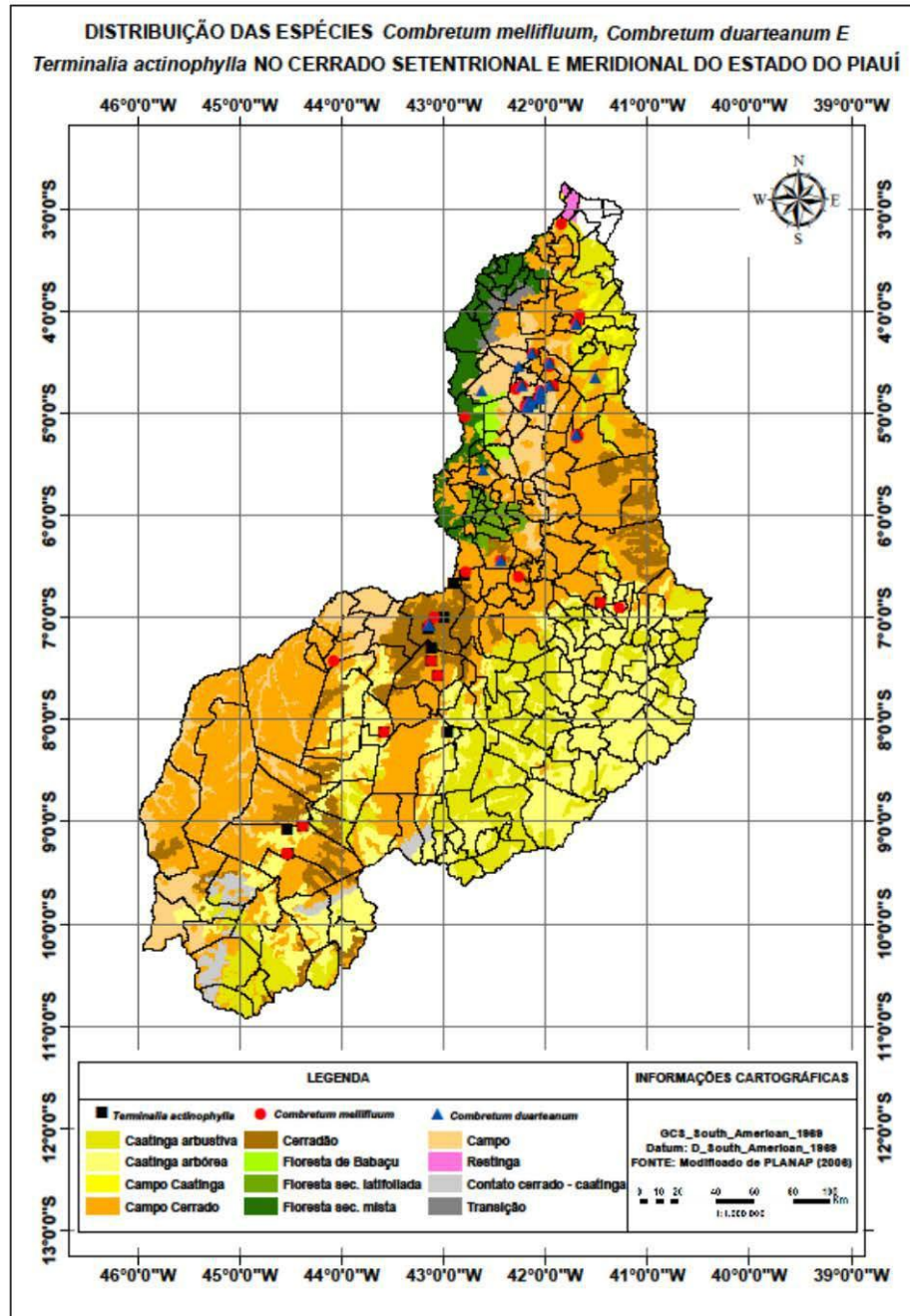
Todas as três espécies tratadas (descritas) foram amostradas quantitativamente em algumas áreas dos cerrados marginais do Nordeste e todas têm dados ao nível de população e comunidade vegetal incluídos no Banco de Dados FLORACENE (Banco de Dados da Flora dos Cerrados do Nordeste) (CASTRO et al. 2007; 2008a; 2008b).

Combretum mellifluum foi amostrado nos cerrados Setentrional (norte) e Meridional (sul) do Piauí, principalmente nos municípios de Piracuruca (Inventários 410, 431 e 436), Campo Maior (Inventários 416, 417, 463, 465, 466 e 468) e Castelo do Piauí (Inventários 411, 415 e 424). *Combretum duarceanum* e *Terminalia actinophylla*, entretanto, têm distribuição mais setentrional, embora tenham sido amostradas também em áreas Meridional: Inventário 472 (Regeneração, PI) e Inventário 527 (Itaueira, PI). Ver o **Mapa 1**.

As maiores populações de *C. duarceanum* foram registradas com 78 (Inventário 467) e 38 (Inventários 438 e 468) indivíduos, mas em nível de comunidade, ambas com uma representação menor que 10%. Para *Terminalia actinophylla*, a maior população computou 21 indivíduos (Inventário 469) em Campo Maior (PI). Diferentemente dessas espécies, as populações vegetais Meridional de *C. mellifluum* são mais significativas. Populações de 308 indivíduos (Inventário 102), em Oeiras (PI), e de 490 plantas (Inventário 523) em Bom Jesus merecem destaque em termos de registro.

De um modo geral, todas são espécies raras e intermediárias, fitossociologicamente, isto é, são compostas por populações com baixo, ou no máximo, médio número de indivíduos, e se têm importância fitoquímica, representam problemas a partir da pouca facilidade de

serem encontradas no campo, de serem coletadas, mesmo para utilização sustentável, nas condições atuais de mau uso e exploração dos cerrados do Piauí, sujeitos à forte influência das condições ecotonais a que estão submetidos.



Mapa 1. Distribuição de *Combretum mellifluum* Eichler., *C. duarteum* Cambess. e *Terminalia actinophylla* Mart. nos cerrados Setentrional e Meridional do Piauí. Créditos: Programa bioTEN (2014).

REFERÊNCIAS

- BARROS, J. S.; CASTRO, A. A. J. F. Compartimentação geoambiental no Complexo de Campo Maior, PI: uma área de tensão ecológica. **Interações - Revista Internacional de Desenvolvimento Local**, Campo Grande, v. 8, n. 13, p. 119-130, 2006.
- BARROSO, G. M. **Sistemática de angiospermas do Brasil**. Viçosa: Editora da Universidade Federal de Viçosa, 1991. v. 2.
- BRUMMITT, R. K.; POWELL, C. E. Authors of plant names. **Royal Botanic Gardens**, 1992.
- BRUMMITT, R. K. Vascular plant; families and genera. **Royal Botanic Gardens**, 1992.
- CASTRO, A. A. J. F. **Florística e fitossociologia de um cerrado marginal brasileiro, Parque Estadual de Vaçununga, Santa Rita do Passa Quatro - SP**. 1987. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal). Universidade Estadual de Campinas.
- CASTRO, A. A. J. F.; MARTINS, F. R.; FERNANDES, A. G. The woody flora of cerrado vegetation in the state of Piauí, northeastern Brazil. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 55, n. 3, p. 455-472, 1998.
- CASTRO, A. A. J. F. Biodiversidade (vegetal) e ZEE: uma proposta metodológica. In: MMA. **Programa Zoneamento Ecológico Econômico: diretrizes metodológicas para zoneamento ecológico econômico do Brasil**. Brasília: MMA, 2001. v. 1.
- _____. Unidades de planejamento: uma proposta para o estado do Piauí com base na dimensão diversidade de ecossistemas. **Publicações Avulsas em Conservação de Ecossistemas**, Teresina, n. 18, p. 1-28, 2007.
- CASTRO, A. A. J. F.; CASTRO, N. M. C. F.; COSTA, J. M.; FARIAS, R. R. S.; MENDES, M. R. A.; ALBINO, R. S.; BARROS, J. S.; OLIVEIRA, M. E. A. Cerrados marginais do Nordeste e ecótonos associados. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, p. 273-275, jul. 2007.
- CASTRO, A. A. J. F.; FARIAS, R. R. S.; SOUSA, S. R.; COSTA, J. M.; SOUSA, G. M.; ANDRADE, G. C. B.; CASTRO, N. M. C. F. Flora dos cerrados marginais do Nordeste e ecótonos associados: Floracene. 2008. In: **Anais**. Simpósio Nacional do Cerrado: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais, 9; Simpósio Internacional de Savanas Tropicais, 2. Brasília, 2008a.
- CASTRO, A. A. J. F.; FARIAS, R. R. S.; SOUSA, S. R.; ANDRADE, G. C. B.; SOUSA, G. M.; CASTRO, N. M. C. F. Floracene: banco de dados dos cerrados marginais do Nordeste e ecótonos associados. In: **Anais**. Simpósio sobre o Bioma Cerrado: recuperação, conservação e desenvolvimento, 1. Brasília, 2008b.
- CASTRO, A. A. J. F.; FARIAS, R. R. S. Protocolo de avaliação fitossociológica mínima (PAFM): uma proposta metodológica para o estudo do componente lenhoso da vegetação do

nordeste. In: CASTRO, A. A. J. F.; ARZABE, C.; CASTRO, N. M. C. F. **Biodiversidade e ecótonos da região setentrional do Piauí**. Teresina: EDUFPI, 2010.

CASTRO, A. A. J. F.; BARROS, J. S.; COSTA, J. M.; SANTOS, M. P. D.; PIRES, M. F. O.; MENDES, M. R. A.; CASTRO, N. M. C. F.; FARIAS, R. R. S.; SOUSA, S. R. **Cerrados marginais do nordeste e ecótonos associados: Sítio 10 do PELD (período 2001/2011)**. Teresina: EDUFPI/Gráfica do Povo, 2010.

CASTRO, A. A. J. F. Cerrados do nordeste do Brasil e ecótonos associados: Sítio 10 - Sítio Ecocem. In: TABARELLI, M.; ROCHA, C. F. D.; ROMANOWSKI, H. P.; ODETE ROCHA, O.; LACERDA, L. D. **PELD- CNPq: dez anos do Programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração do Brasil - achados, lições e perspectivas**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2013.

ENGLER, A.; DIELS, L. Combretaceae. In: ENGLER, A. **Monographie en Afrikanischer Pflanzen-Familien und Gattur IV**. Combretaceae: Leipzig, 1899.

EICHLER, A. G. Combretaceae. In: MARTIUS, C. F. P.; EICHLER, A. W.; URBAN, I. **Flora Brasiliensis**. Combretaceae: Lipsiae, 1867. v. 14.

EXELL, A. W. The *Combretum* species of the new world. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 55, p. 130-141, 1953.

_____. The genera of Combretaceae. **Journal of Botany**, v. 69, p. 113-128, 1931.

EXELL, A. W.; STACE, C. A. Revision of the Combretaceae. **Boletim da Sociedade Broteriana**, Coimbra, v. 40, p. 5-25, 1966.

GIULIETTI, A. M.; HARLEY, R. M.; QUEIROZ, L. P.; BARBOSA, M. R. V.; BOCAGENETA, A. L.; FIGUEIREDO, M. A. Espécies endêmicas da caatinga. In: SAMPAIO, E. V. S. B.; GIULIETTI, A. M.; VIRGÍNIO, J.; GAMARRA-ROJAS, C. F. L. **Vegetação & flora da caatinga**. Recife: Associação de Plantas do Nordeste – APNE, 2002.

FARIAS, R. R. S. **Florística e fitossociologia em techos de vegetação do complexo de Campo Maior, Campo Maior, Piauí**. 117p. 2003. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal). Universidade Federal de Pernambuco.

FARIAS, R. R. S.; CASTRO, A. A. J. F. Fitossociologia de trechos da vegetação do complexo de Campo Maior, Campo Maior, PI, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, São Paulo, v. 18, p. 949-963, 2004.

FORZZA, R. C.; BAUMGRATZ, J. F. A.; BICUDO, C. E. M.; CARVALHO Jr., A. A.; COSTA, A.; COSTA, D. P.; HOPKINS, M.; LEITMAN, P. M.; LOHMANN, L. G. **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio/Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010. v. 1.

JOLY, A. B. **Botânica: introdução à taxonomia**. 13. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2002.

- LOIOLA, M. I. B. Combretaceae. In: SALES, M. F.; MAYO, S. J.; RODAL, M. J. N. **Plantas vasculares das florestas serranas de Pernambuco: um checklist da flora ameaçados - brejos de altitude, Pernambuco, Brasil.** Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1998.
- LOIOLA, M. I. B.; ROCHA, E. A.; BARACHO, G. S.; AGRA M. F. Flora da Paraíba, Brasil: Combretaceae. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 330-342, 2009.
- LOIOLA, M. I. B.; SALES, M. F. Estudos taxonômicos do gênero *Combretum* Loefl. (Combretaceae R. Br.) em Pernambuco-Brasil. **Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, v. 34, p. 173-188, 1996.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** 5.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. v.1. 368p
- MACHADO, R. B.; RAMOS NETO, M. B.; PEREIRA, P. G. P.; CALDAS, E. F.; GONÇALVES, D. A.; SANTOS, N. S.; **Estimativas de perda da área do cerrado brasileiro.** Brasília: Conservation International do Brasil, 2004.
- MARQUETE, N. F. S. TEIXEIRA, J.; VALENTE, M. C. *Terminalia* L: Combretaceae na região Sudeste do Brasil. **Bradea**, Rio de Janeiro, v. 9, p. 99-123, 2003.
- MARQUETE, N. F. S.; VALENTE, N. M. Flora da Reserva Ducke, Amazonas, Brasil: Combretaceae. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 56, p. 131-140, 2006.
- MARTIUS, C. P. F.; EICHLER A. G.; URBAN, I. **Flora Brasiliensis, enumeratio plantarum de Brasília**, v. 14, p. 2, 2014. Disponível em: <http://botanicalillustrations.org/species.php?id_species=265983>. Acessado em: 27 fev. 2015.
- SOUZA, V. C.; LORENZI, A. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III.** 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 2008.
- STACE, C. A. **Combretaceae: Terminalia and Buchenavia.** New York: The New York Botanic Garden Press, 2010.
- VIEIRA, L. T. **Padrões de diversidade da flora lenhosa dos cerrados do nordeste do Brasil.** 250p. 2012. Tese (Doutorado em Ecologia). Universidade Estadual de Campinas.
- ZAPPI, D. C. Combretaceae. In: STANNARD, B.L.; HUNT, D.; TAYLOR, N. Flora of the Pico das Almas, Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. **Royal Botanic Gardens**, p. 174-175, 1995.

GLOSSÁRIO

Arbustos e arbustos escandentes: Arbustos são plantas que apresentam porte menor em comparação com árvores, que em sua grande maioria não ultrapassam os 3 metros de altura. Tem estrutura lenhosa, sublenhosa ou herbácea, com galhos encorpados e rijos, semelhante ao das árvores. A principal diferença entre árvores e arbustos é a presença de vários troncos semelhantes, sem haver um dominante como nas árvores, que é o TRONCO, uma vez que os mesmos não se ramificam a partir do mesmo ramo principal, mas da mesma base. Existem ainda os arbustos escandentes, que apresentam troncos flexíveis e galhos que se desenvolvem voltados para baixo, ou com formato que lembram trepadeiras.

Betulídeo: Fruto do tipo "noz", originado de um ovário ínfero, provido de asas, típicos de Combretaceae. O ovário ínfero é quando o mesmo se encontra abaixo dos outros verticilos protetores sobre um receptáculo (base da flor) bem côncavo, onde as sépalas, pétalas e estames estão inseridos acima dele (do ovário). Noz é um tipo de fruto de casca rijá, isto é, um fruto seco com apenas uma semente (raramente duas), no qual a sua parede ou parte dela torna-se muito dura na maturidade.

Brácteas: Estruturas foliáceas associadas às flores e inflorescências das Angiospermas. Têm origem foliar, cuja função original é de proteção.

Conspícuo: Visível. Visto com facilidade. Facilmente percebido.

Cotilédones convolutos ou plicados: Correspondem às primeiras folhas que surgem dos embriões das plantas (que produzem sementes), brotando durante a germinação. Convolutos: enrolado em forma de cilindro. Plicado: que tem dobras ou pregas.

Disco nectarífero: Disco que produz néctar, geralmente localizada na base e ao redor do ovário da flor.

Endosperma: Tecido de substâncias nutritivas que envolve o embrião e constitui a massa principal das gramíneas.

Estames: Unidades masculinas do Androceu (aparelho reprodutor masculino).

Estípula: Pequeno apêndice membranoso ou foliáceo, que se encontra no ponto de origem das folhas.

Filetes: Parte do estame que sustenta a antera.

Flores actinomorfas: Flores com mais de um plano de simetria.

Flores andróginas: Flores com verticilos reprodutores masculino(s) e feminino(s).

Flores zigomorfas: Flores com apenas um plano de simetria.

Flores tetrâmeras ou pentâmeras: Flores organizadas sob o número quatro ou múltiplo de quatro, ou sob o número cinco ou múltiplo de cinco.

Folhas alternas ou opostas: Quando uma folha surge do mesmo nó (folhas alternas), ou quando duas folhas surgem por nó em posição oposta.

Folhas simples ou compostas: Folhas com o limbo (lâmina foliar) não dividido (folhas simples), ou com o mesmo dividido em folíolos (folhas compostas).

Frutos indeiscentes: Frutos que não se abrem sozinhos para a liberação das sementes.

Hipanto: Qualquer engrossamento ou desenvolvimento especial do tálam (receptáculo das flores plantas fanerógamas) embaixo do cálice.

Indumentos de tricomas: Apêndices da epiderme presentes em diversos órgãos das plantas, constituindo seu indumento (revestimento). Em geral correspondem a pelos separados (tricomas compartimentados), ou pequenas escamas (tricomas escamosos). Às vezes correspondem a "glândulas" (tricomas glandulares).

Inflorescências: Parte da planta onde se localizam as flores.

Lobos do cálice: Extremidades das sépalas ou pétalas, principalmente quando o tubo da corola é completo.

Nó: Região onde formou, ou pode vir a formar-se uma folha.

Panículas de espigas: Tipo de inflorescência que se caracteriza por um cacho (rácimo) composto em que os ramos vão decrescendo da base para o ápice, razão porque assume forma piramidal. **Espiga:** tipo inflorescência de flores sésseis ao longo da ráquis (eixo da inflorescência).

Racemos: Tipo de inflorescência em que os pedicelos das flores se inserem em diversos níveis no eixo comum, aráquis (raque), atingindo diferentes alturas, cujas flores se abrem sucessivamente na extremidade do ramo, conforme este vai crescendo.

Verticilos: Partes da flor. Verticilos protetores: sépalas (que formam o **cálice**) e pétalas (que formam a **corola**). Verticilos reprodutores: androceu e gineceu.

Considerações Finais

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A prospecção científica e tecnológica revelou que as espécies do gênero *Combretum* Loeft. possuem diversas classes de metabólitos secundários e ação farmacológica, permitindo concluir que havia uma carência de estudos com as espécies *Combretum duar-teanum* e *C. mellifluum*.

As espécies estão distribuídas nos Cerrados Setentrional e Meridional, mas de forma espaçadas, em áreas devolutas (áreas não preservadas). *Combretum duar-teanum* e *C. mellifluum*, por serem espécies de pequeno porte, arbustos, frequentemente sofrem com ações antrópicas (desmatamentos e queimadas) e a *Terminalia actinophylla*, embora apresente um porte arbóreo frondoso, simplesmente é valorizada pela qualidade de sua madeira, passando por um constante processo de corte.

Combretum duar-teanum do Cerrado Setentrional e Meridional apresentaram forte atividade citotóxica (>75%) frente as três linhagens de células tumorais, entretanto, a ação anticolinesterásica e atividade antioxidante frente ao radical óxido nítrico e na redução do íon Fe^{3+} à Fe^{2+} foi observado somente para o espécime do Cerrado Setentrional.

Combretum mellifluum do Cerrado Setentrional apresentou forte atividade citotóxica frente as três linhagens de células tumorais e alta atividade antioxidante na redução dos radicais óxido nítrico e hidroxila, enquanto o espécime do Cerrado Meridional se destacou somente em relação ao radical óxido nítrico. A atividade anticolinesterásica foi detectada nos espécimes das duas regiões de Cerrado.

Terminalia actinophylla apresentou resultados promissores para fotoproteção, com elevado potencial antioxidante e alto teor de fenóis e flavonóides, sobretudo para o espécime do Cerrado Setentrional. Entretanto, a atividade acetilcolinesterásica foi positiva apenas para o espécime do Cerrado Meridional.

Os perfis cromatográficos mostraram-se distintos somente em relação as intensidades das bandas, sendo atribuído a fatores ambientais.

Os resultados comparativos de uma mesma espécie de áreas distintas no presente estudo mostram diversidade química e biológica podendo contribuir para realização de pesquisas em outras áreas e favorecer a criação de novas unidades de conservação.

“Investigação científica não termina com seus dados, ela inicia-se com eles. O produto final da ciência é uma teoria ou hipótese de trabalho e não os assim chamados fatos.”

George H. Mead, 1965



PERSPECTIVAS

As espécies *Combretum duarteanum* Cambess., *C. mellifluum* Eichler. e *Terminalia actinophylla* Mart. mostraram-se promissoras com propriedades antioxidantes, citotóxicas e acetilcolinesterásica. Conforme os resultados encontrados e outras indagações decorrentes de estudos relatos na literatura com espécies do gênero *Combretum* Loeft. e *Terminalia* L., vislumbamos as seguintes perspectivas para continuidade deste estudo:

- Isolar os constituintes químicos, visando a identificação dos princípios ativos.
- Aprofundar os estudos das atividades desenvolvidas.
- Realizar estudo de atividade gastroprotetora com *C. mellifluum* e *Terminalia actinophylla*.
- Investigar a toxicidade das três espécies e outras atividades, tais como: antiofídica, antimicrobiana, anti HIV e hepatoprotetora.
- Pesquisar atividade genotóxica e antigenotóxica com as espécies *Combretum duarteanum* e *C. mellifluum*.
- Desenvolver bioprodutos farmacêuticos e cosmeceuticos com aplicação frente as atividades mais promissoras.

Espera-se que um maior número de ensaios seja desenvolvido tanto em *in vitro* como *in vivo*, e que os resultados contribuam para a descoberta de novas substâncias biologicamente ativas favorecendo P&D e fornecendo subsídios para o desenvolvimento de pesquisas na perspectiva de cada vez mais agregar valor à biodiversidade por meio do conhecimento químico para uma utilização sustentável dessas plantas.



**Produção
Científica e
Tecnológica**

PRODUÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

1 PRODUÇÃO CIENTÍFICA

1.1 Artigos completos publicados em periódicos

FARIAS, R. R. S.; PEREIRA, E. T. V.; CHAVES, M. H.; CASTRO, A. A. J. F. Prospecção científica e tecnológica das espécies *Combretum duarceanum* Cambess e *Combretum mellifluum* Eichler. **Revista GEINTEC: gestão, inovação e tecnologias**, v. 5, p. 1606-1616, 2015.

FARIAS, R. R. S.; CASTRO, A. A. J. F.; LOIOLA, M. I. B.; CHAVES, M. H.; PEREIRA, E. T. V. Botânica (Aspectos Morfológicos) e Distribuição Geográfica de Três Espécies de Combretaceae nos Cerrados do Piauí, Nordeste do Brasil. **Publicações Avulsas em Conservação de Ecossistemas**, v. 31, p. 1-23, 2014.

CASTRO, A. A. J. F.; **FARIAS, R. R. S.**; SOUSA, S. R.; CASTRO, N. M. C. F.; BARROS, J. S.; LOPES, R. N. Caracterização Florística e Estrutura da Comunidade Arbórea de Um Remanescente de Floresta Estacional, Municípios de Manoel Emídio e Alvorada do Gurguéia, Piauí, Brasil. **Publicações Avulsas em Conservação de Ecossistemas**, v. 32, p. 1-82, 2014.

CASTRO, A. A. J. F.; CASTRO, N. M. C. F.; CASTRO, A. S. F.; LEAL, C. B.; MARTINS, F. R.; SOUSA, G. M.; MOURA, I. O.; PARANHOS, J. D. N.; GALVINCIO, J. D.; VIEIRA, L. T.; FREITAS, M. A. S. R.; TORRES, M. F. A.; RAMALHO, P. R.; **FARIAS, R. R. S.**; SOUSA, S. R.; CAVALCANTE, V. H. G. L.; ROCHA, W. A. Alvos de Biodiversidade (Espécies, Ecossistemas e Paisagens) nas Áreas de Influência do Parque Nacional de Sete Cidades (PN7C). **Publicações Avulsas em Conservação de Ecossistemas**, p. 1-25, 2012.

CASTRO, A. A. J. F.; GOMES FILHO, J. G. F.; SOUZA, R. A.; ANNUNZIATA, B. B.; LEAL, C. B.; RODRIGUES, E. I.; SOUSA, G. M.; GONDOLO, G. F.; PARANHOS, J. D. N.; BARROS, J. S.; ALENCAR, M. R.; MENDES, M. R. A.; CASTRO, N. M. C. F.; SILVA, P. R. R.; **FARIAS, R. R. S.**; SOUSA, S. R.; CAVALCANTE, V. H. G. L.; ROCHA, W. A. Subsídios Científicos para a Ampliação do Parque Nacional de Sete Cidades (PN7C): Análise da Biodiversidade nas Áreas a Serem Incorporadas e Entorno. **Publicações Avulsas em Conservação de Ecossistemas**, p. 1-37, 2012.

1.2 Capítulos de livros publicados

BARROS, J. S.; HARIDASAN, M; **FARIAS, R. R. S.**; MENDES, M. R. A.; CASTRO, A. A. J. F. (2015). Uma visão geológica sobre a florística e fitossociologia de áreas ecotonais: Complexo Vegetacional de Campo Maior, Piauí. In: ... (Orgs.). **Biodiversidade do Meio Norte do Brasil: conhecimentos ecológicos e aplicações**, v. 3. Teresina: CRV, p. ...-(NO PRELO).

SILVA, C. B. da; RAMOS NETO, M. B.; ARAUJO, J. L. L.; LOPES, R. N.; CASTRO, A. A. J. F.; **FARIAS, R. R. S.** Turismo Ambiental no Parque Nacional de Sete Cidades (PN7C),

Piauí, Brasil In: **Ambiente, sociedade e desenvolvimento no trópico ecotonal do Nordeste**. 1. ed. Teresina: EDUFPI, 2012, v.6, p. 361-376.

SILVA, C. B.; CASTRO, A. A. J. F.; **FARIAS, R. R. S.**; RAMOS NETO, M. B. Flora lenhosa em fragmentos de floresta estacional semidecidual no Parque Nacional de Sete Cidades (PN7C), Piauí, Brasil. In: **Biodiversidade do Piauí: Pesquisas & Perspectivas**. 1. ed. Curitiba: CRV, 2013. p. 101-120. v. 2.

SILVA, C. B.; CASTRO, A. A. J. F.; **FARIAS, R. R. S.**; SOUSA, S. R.; LOPES, R. N. (2015). Fitossociologia da vegetação lenhosa em fragmentos de floresta estacional semidecidual no Parque Nacional de Sete Cidades (PN7C), Piauí, Brasil. In: ... (Orgs.). **Biodiversidade do Meio Norte do Brasil: conhecimentos ecológicos e aplicações**, v. 3. Teresina: CRV, p.-(NO PRELO).

SOUSA, S. R.; SOUSA, G. M.; CASTRO, A. A. J. F.; **FARIAS, R. R. S.** Fitoecologia do Complexo de Campo Maior, Piauí, Brasil. In: **Biodiversidade do Piauí: Pesquisas & Perspectivas**. 1 ed. Curitiba: CRV, 2013. p. 73-100. v. 2.

1.3 Trabalhos publicados em anais de eventos (resumo expandido)

CHAVES, M. H.; PEREIRA, E. T. V.; **FARIAS, R. R. S.** Potencial Farmacológico de *Combretum duarceanun* Cambess e *Combretum mellifluum* Eicher In: I Encontro Estratégico de Ciências Farmacêuticas e I Seminário Ibero Americano de P & D de Medicamentos, 2013, Teresina. Aspectos Interdisciplinares da P & D de medicamentos. Teresina: EDUFPI, 2013.

FARIAS, R. R. S.; PEREIRA, E. T. V.; CHAVES, M. H. Potencial Farmacológico de *TERMINALIA ACTINIPHYLLA* Mart. In: II Encontro Estratégico em Ciências Farmacêuticas e II Seminário Ibero Americano de P&D de Medicamentos, 2015, Teresina. II Encontro Estratégico em Ciências Farmacêuticas e II Seminário Ibero Americano de P&D de Medicamentos, 2015.

PEREIRA, E. T. V.; **FARIAS, R. R. S.**; CHAVES, M. H. Potencial antioxidante e anticolinesterásico de quatro espécies de Combretaceae In: XXI Seminário de Iniciação Científica IV Seminário em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação, 2012, Teresina. XXI Seminário de Iniciação Científica IV Seminário em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação. 2012.

SILVA, J. N.; LIMA, D. J. B.; MARANHÃO, S. S.; MONCAO, N. B. N.; COSTA, I. C. G.; PEREIRA, E. T. V.; **FARIAS, R. R. S.**; CITO, A. M. G. L.; CHAVES, M. H.; MORAIS, M. O.; PESSOA, C. O. P.; FERREIRA, P. M. P. Bioprospecção de Plantas do Semiárido Brasileiro com Potencial Antiproliferativo in vitro contra Células Tumoriais In: VII Simpósio Iberoamericano de Plantas Medicinais II Simpósio Iberoamericano de Investigação em Câncer, 2014, Ilhéus. VII Simpósio Iberoamericano de Plantas Medicinais II Simpósio Iberoamericano de Investigação em Câncer, 2014.

SOUSA, S. R.; LOPES, A. C. A.; GOMES, R. L. F.; VASCONCELOS, L. F. L.; ARAUJO, A. S. F.; CASTRO, A. A. J. F.; **FARIAS, R. R. S.**; LOPES, R. N.; OLIVEIRA, D. S. V.; AQUINO, J. P. T.; BORGES, A. N. C.; SILVA, J. D. L. Caracterização morfológica e variabilidade genética em araticum In: II Simpósio da Rede de Recursos Genéticos Vegetais do Nordeste, 2015, Fortaleza. II Simpósio da Rede de Recursos Genéticos Vegetais do Nordeste. 2015.

SOUSA, S. R.; LOPES, A. C. A.; GOMES, R. L. F.; VASCONCELOS, L. F. L.; ARAUJO, A. S. F.; CASTRO, A. S. F.; **FARIAS, R. R. S.**; LOPES, R. N.; OLIVEIRA, D. S. V.; BORGES, A. N. C.; CARVALHO JUNIOR, J. E. V. Diversidade genética em araticum do Cerrado In: II Simpósio da Rede de Recursos Genéticos Vegetais do Nordeste, 2015, Fortaleza. II Simpósio da Rede de Recursos Genéticos Vegetais do Nordeste. 2015.

2 PRODUÇÃO TECNOLÓGICA

CHAVES, M. H.; **FARIAS, R. R. S.**; PEREIRA, E. T. V.; FERREIRA, P. M. P.; OLIVEIRA, G. L. S.; COSTA, J. P.; FEITOSA, C. M.; PESSOA, Ó. C.; CASTRO, A. A. J. F.; LOPES, R. N. Extratos e seus derivados produzidos a partir da espécie *Combretum duarceanum* Cambess. (combretaceae), processos de obtenção e seus usos em composições com ação terapêutica, cosmética ou farmacêutica. Depósito de patente no INPI – Instituto Nacional da Propriedade Industrial, na Universidade Federal do Piauí, 2015.

CHAVES, M. H.; **FARIAS, R. R. S.**; PEREIRA, E. T. V.; FERREIRA, P. M. P.; OLIVEIRA, G. L. S.; COSTA, J. P.; FEITOSA, C. M.; PESSOA, Ó. C.; CASTRO, A. A. J. F.; LOPES, R. N. Extratos e seus derivados produzidos a partir da espécie *Combretum mellifluum* Eichler (combretaceae), processos de obtenção e seus usos em composições com ação terapêutica, cosmética ou farmacêutica. Depósito de patente no INPI – Instituto Nacional da Propriedade Industrial, na Universidade Federal do Piauí, 2015.

CHAVES, M. H.; **FARIAS, R. R. S.**; PEREIRA, E. T. V.; FERREIRA, P. M. P.; OLIVEIRA, G. L. S.; COSTA, J. P.; FEITOSA, C. M.; PESSOA, Ó. C.; CASTRO, A. A. J. F.; LOPES, R. N.; VERAS, M. D. A. Extratos e seus derivados produzidos a partir da espécie *Terminalia actinophylla* Mart. (combretaceae), processos de obtenção e seus usos em composições com ação terapêutica, cosmética ou farmacêutica. Depósito de patente no INPI – Instituto Nacional da Propriedade Industrial, na Universidade Federal do Piauí, 2015.



Anexos

**ANEXO A – DECLARAÇÃO DO DEPÓSITO DE PEDIDO DE PATENTE
SUBMETIDO AO INSTITUTO NACIONAL DE PROPRIEDADE INDUSTRIAL POR
MEIO DO NÚCLEO DE INOVAÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLÓGICA NA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
NÚCLEO DE INOVAÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA
Campus Universitário Ministro Petrônio Portela, Setor de Convivência L09 e L10
Baixo Ininga CEP: 64049-550 - Teresina-PI Fone/Fax (86)3237-1638

DECLARAÇÃO

Requerente: MARIANA HELENA CHAVES. CPF: 098.984.763-20

Título do Projeto: Extratos e seus derivados produzidos a partir da espécie *Combretum dicorisanum cambes* (Combretaceae). Processo de obtenção e seus usos em composições com ação terapêutica, cosmética ou farmacológica.

Data de Entrada no NINTEC: 09/12/2015.

O Núcleo de Inovação e Transferência de Tecnologia – NINTEC -, órgão à Universidade Federal do Piauí, através deste instrumento, declara para as finalidades de direito, a pedido do interessado, que se encontra em nosso poder solicitação para depósito de pedido de PATENTE de autoria do(a) Requerente supra nominado(a) e seu respectivo título, também cima descrito, o(a) qual está em fase de análise dos requisitos necessários à sua formalização junto ao INPI – Instituto Nacional de Propriedade Industrial.

Informamos ainda que para a consecução da postulação pretendida, o objeto deste pleito deve necessariamente atender às seguintes fases:

- a) pré-análise à patenteabilidade da criação;
- b) busca de anterioridade para verificação do estado da técnica;
- c) envio do resultado da busca de anterioridade, juntamente com cópias de pedido já requerido no Brasil e em outros países, bem como orientações para a redação do pedido de patente (AN 127/1997 – INPI);
- d) solicitação de pagamento das taxas de depósito e abertura de processo no Protocolo Geral para depósito de pedido;
- e) apreciação e assinatura da Reitoria da UFPI;
- f) encaminhamento da documentação ao INPI para depósito.

Salientamos ainda que, para cada fase acima descrita, é necessário tempo hábil para as respostas, a fim de cumprir com fidelidade e segurança a pretensão requerida.

Por ser verdade, firmo a presente.

Teresina (PI), 09 de dezembro de 2015.

Prof. Dr. Maria Rita de Moraes Chaves Santos
Coordenadora do Núcleo de Inovação e Transferência de Tecnologia da UFPI

**ANEXO B – DECLARAÇÃO DO DEPÓSITO DE PEDIDO DE PATENTE
SUBMETIDO AO INSTITUTO NACIONAL DE PROPRIEDADE INDUSTRIAL POR
MEIO DO NÚCLEO DE INOVAÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLÓGICA NA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
NÚCLEO DE INOVAÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA
Campus Universitário Ministro Petrônio Portela, Setor de Convivência L19 e L10
Baixo Ininga CEP: 64049-550 - Teresina-PI Fone/Fax (86)3217-1638

DECLARAÇÃO

Requerente: MARIANA HELENA CHAVES. CPF: 098.984.763-20

Título do Projeto: Extratos e seus derivados produzidos a partir da espécie *Combretum mellifluum* Eichler. (*Combretaceae*). Processo de obtenção e seus usos em composições com ação terapêutica, cosmética ou farmacológica.

Data de Entrada no NINTEC: 09/12/2015.

O Núcleo de Inovação e Transferência de Tecnologia – NINTEC –, órgão à Universidade Federal do Piauí, através deste instrumento, declara para as finalidades de direito, a pedido do interessado, que se encontra em nosso poder solicitação para depósito de pedido de PATENTE de autoria do(a) Requerente supra nominado(a) e seu respectivo título, também cima descrito, o(a) qual está em fase de análise dos requisitos necessários à sua formalização junto ao INPI – Instituto Nacional de Propriedade Industrial.

Informamos ainda que para a consecução da postulação pretendida, o objeto deste pleito deve necessariamente atender às seguintes fases:

- a) pré-análise à patentabilidade da criação;
- b) busca de anterioridade para verificação do estado da técnica;
- c) envio do resultado da busca de anterioridade, juntamente com cópias de pedido já requerido no Brasil e em outros países, bem como orientações para a redação do pedido de patente (AN 127/1997 – INPI);
- d) solicitação de pagamento das taxas de depósito e abertura de processo no Protocolo Geral para depósito de pedido;
- e) apreciação e assinatura da Reitoria da UFPI;
- f) encaminhamento da documentação ao INPI para depósito.

Salientamos ainda que, para cada fase acima descrita, é necessário tempo hábil para as respostas, a fim de cumprir com fidelidade e segurança a pretensão perquirida.

Por ser verdade, firmo a presente.

Teresina (PI), 09 de dezembro de 2015.

Prof. Dr. Maria Rita de Moraes Chaves Santos
Coordenadora do Núcleo de Inovação e Transferência de Tecnologia da UFPI

**ANEXO C – DECLARAÇÃO DO DEPÓSITO DE PEDIDO DE PATENTE
SUBMETIDO AO INSTITUTO NACIONAL DE PROPRIEDADE INDUSTRIAL POR
MEIO DO NÚCLEO DE INOVAÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLÓGICA NA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
NÚCLEO DE INOVAÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA
Campus Universitário Ministro Petrônio Portela, Sítio de Convivência L09 e L10
Baixo Limango CEP: 64049-550 - Teresina-PI Fone/Fax: (86)3237-1638

DECLARAÇÃO

Requerente: MARIANA HELENA CHAVES. CPF: 098.984.763-20.

Título do Projeto: Extratos e seus derivados produzidos a partir da espécie *terminalia actinophylla* mart. (Combretaceae). Processo de obtenção e seus usos em composições com ação terapêutica, cosmética ou farmacológica.

Data de Entrada no NINTEC: 09/12/2015.

O Núcleo de Inovação e Transferência de Tecnologia – NINTEC -, órgão à Universidade Federal do Piauí, através deste instrumento, declara para as finalidades de direito, a pedido do interessado, que se encontra em nosso poder solicitação para depósito de pedido de PATENTE de autoria do(a) Requerente supra nominado(a) e seu respectivo título, também cima descrito, o(a) qual está em fase de análise dos requisitos necessários à sua formalização junto ao INPI – Instituto Nacional de Propriedade Industrial.

Informamos ainda que para a consecução da postulação pretendida, o objeto deste pleito deve necessariamente atender às seguintes fases:

- a) pré-análise à patenteabilidade da criação;
- b) busca de anterioridade para verificação do estado da técnica;
- c) envio do resultado da busca de anterioridade, juntamente com cópias de pedido já requerido no Brasil e em outros países, bem como orientações para a redação do pedido de patente (AN 127/1997 – INPI);
- d) solicitação de pagamento das taxas de depósito e abertura de processo no Protocolo Geral para depósito de pedido;
- e) apreciação e assinatura da Reitoria da UFPI;
- f) encaminhamento da documentação ao INPI para depósito.

Salientamos ainda que, para cada fase acima descrita, é necessário tempo hábil para as respostas, a fim de cumprir com fidelidade e segurança a pretensão requerida.

Por ser verdade, firmo a presente.

Teresina (PI), 09 de dezembro de 2015.

Prof.ª Dr.ª Maria Rita de Mornis Chaves Santos
Coordenadora do Núcleo de Inovação e Transferência de Tecnologia da UFPI

**ANEXO D – ARTIGO PUBLICADO NA REVISTA GESTÃO, INOVAÇÃO E
TECNOLOGIAS (GEINTEC)
(ISSN: 2237-0722)**

**ANEXO E – ARTIGO PUBLICADO EM PUBLICAÇÕES AVULSAS EM
CONSERVAÇÃO DE ECOSISTEMAS
(ISSN: 1809-0109)**

**PROSPECÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DAS ESPÉCIES *Combretum duarteanum*
Cambess E *Combretum mellifluum* Eichler**

**SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL FORECASTING OF SPECIES *Combretum*
duarteanum Cambess AND *Combretum mellifluum* Eichler**

Ruth Raquel Soares de Farias¹; Erika Thalyta Veras Pereira²; Mariana Helena Chaves³;
Antonio Alberto Jorge Farias Castro⁴.

¹Programa de Pós Graduação em Biotecnologia – RENORBIO
- Universidade Federal do Piauí – UFPI - Teresina/PI – Brasil
ruthraquelsf@gmail.com

²Universidade Federal do Piauí – UFPI - Teresina/PI –
Brasil erikathalyta@hotmail.com

³Universidade Federal do Piauí – UFPI - Teresina/PI –
Brasil mariana@ufpi.edu.br

⁴Universidade Federal do Piauí – UFPI - Teresina/PI -
Brasil albertojorgecastro@gmail.com

Resumo

O gênero ***Combretum*** é nativo do nordeste brasileiro, sendo o maior da família *Combretaceae*, compreendendo 370 espécies com distribuição tropical e subtropical. Plantas deste gênero são empregadas no tratamento de câncer, lepra, dores lombares, dor de cabeça, resfriados, infertilidade feminina, doenças cardíacas, picadas de cobras e escorpião, infecções, diabetes, malária, hemorragias, diarreia, desordens digestivas e como diurético. Duas espécies deste gênero, ***Combretum duarteanum*** e ***C. mellifluum*** foram escolhidas para o estudo e o nome científico das mesmas foram utilizados como palavras-chave. As prospecções tecnológica e científica foram desenvolvidas com busca nos bancos de dados eletrônicos: European Patente Office (EPO), World Intellectual Property Organization (WIPO), United States Patent and Trademark Office (USPTO), Derwent Innovations Index® (DII), Banco Latinoamericano de Patentes (LATIPAT) Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI), Pubmed, ScienceDirect, Web of Science, ScinFinder e Periódicos Capes. Nenhum registro de patente foi encontrado para as espécies. Os artigos encontrados nos bancos de dados Pubmed, ScinFinfer e Periódicos Capes com a espécie ***C. duarteanum*** reportam-se aos mesmos trabalhos, com exceção dos Periódicos Capes que possui um trabalho a mais. Para espécie ***C. mellifluum*** não há artigos publicados. Devido à lacuna observada na prospecção desenvolvida com as espécies ***C. duarteanum*** e ***C. mellifluum***, o estudo destas se faz necessário para ampliar o conhecimento químico e farmacológico fornecendo dados que venham

contribuir para o entendimento das mesmas, além de valorizar a biodiversidade e a preservação da espécie e de seu ambiente.

Palavras-chave: química, farmacologia, Combretaceae.

Abstract

The genus **Combretum** is native of the northeast of Brazil, and is the largest of the Combretaceae family, with 370 species with tropical and subtropical distribution. Plants of this gender are employed in the treatment of cancer, leprosy, back pain, headache, colds, female infertility, heart diseases, scorpio and snake bites, infections, diabetes, malaria, bleeding, digestive disorders and diuretic diseases. Two species of this gender, **Combretum duarceanum** and **C. mellifluum** were chosen for the study and their scientific names were used as key words. The technological and scientific projects were developed with electronic databases: European Patente Office (EPO), World Intellectual Property Organization (WIPO), United States Patent and Trademark Office (USPTO), Derwent Innovations Index® (DII), Banco Latinoamericano de Patentes (LATIPAT) Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI), Pubmed, ScienceDirect, Web of Science, ScinFinder e Periódicos Capes. No registration of patents was found for the species. The articles found in the databases Pubmed, ScinFinfer and Periodicals Capes with the species **C. duarceanum** are related to the same works, with the exception of the Periódicos Capes which has one more work. There are no published articles for the species **C. mellifluum**. Due to a gap observed in the prospection developed with the species **C. duarceanum** and **C. mellifluum**, their study is necessary to broaden the chemical and phamacological knowledge supplying data that will contribute to broaden their understanding, and also valorize the biodiversity and preservation of the species and its environment.

Key words: chemistry, pharmacology, Combretaceae.

1 Introdução

A família *Combretaceae* possui aproximadamente 20 gêneros com cerca de 600 espécies com distribuição pantropical, ocorrendo em regiões quentes de todos os continentes (SOUZA; LORENZI, 2008). Apresentam-se em diversos biomas, inclusive, em ambientes especiais, como mangues e regiões áridas (BARROSO et al., 1991). No Brasil ocorrem seis gêneros e aproximadamente 60 espécies. Os dois gêneros de maior ocorrência para esta família são *Combretum* e *Terminalia* (SOUZA; LORENZI, 2008).

O gênero *Combretum* é nativo do nordeste brasileiro (JOLY, 2002), sendo o maior da família, compreendendo 370 espécies com distribuição tropical e subtropical. Conforme Loiola e Sales (1996), as espécies deste gênero possuem em geral hábito arbóreo, arbustivo, arbustivo escandente, até trepador. Suas inflorescências são racemosas, do tipo cacho ou panícula. É reconhecido pelo imenso valor medicinal, com cerca de 10% de suas espécies integrando o elenco de plantas medicinais da África, Índia e Tailândia (KATERERE et al., 2003). Plantas deste gênero são

empregadas no tratamento de câncer, lepra, dores lombares, dor de cabeça, resfriados, infertilidade feminina, doenças cardíacas, picadas de cobras e escorpião, infecções, diabetes, malária, hemorragias, diarreia, desordens digestivas e como diurético (FYHRQUIST et al., 2002; LIMA et al., 2012).

As espécies do gênero *Combretum* apresentam inúmeros metabólitos secundários com propriedades biológicas conhecidas, como taninos, di e triterpenos e seus derivados glicosilados, saponinas, flavonóides, cumarinas, estilbenos, derivados do ácido elágico e de fenantreno, alcalóides e bibenzilas. Apresentam diversas atividades farmacológicas, tais como anticolinesterase, antiparasita, antileishmania, antimalária, larvicida, antibacteriana, antimicrobiana, antifúngica, antitripanossômica, hipoglicemiante, anti-inflamatória, antinociceptiva, antitumoral, antiviral, antitussígena, cardiovascular, imunoestimulante, citotóxica, moluscicida, anti-hepatotoxicidade, antiespasmódica, gastrointestinal, geniturinária (LIMA et al., 2012).

As espécies *Combretum duaratanum* e *Combretum mellifluum* são conhecidas por rama-branca e mofumbo-da-chapada, respectivamente. Conforme Stace (2010) *C. duaratanum* também denomina-se como vaqueta, mofumbo, cipaúba, mirueira, vaquetinha-rasteira e caatinga-branca).

Combretum duaratanum está distribuída geograficamente nas regiões Norte (PA, TO), Nordeste (BA, CE, MA, PB, PE, PI), Centro-Oeste (GO, MS, MT) e Sudeste (ES, MG, SP) (FORZZA et al., 2010). Suas folhas são usadas na forma de chás, bebidas e como suplementos alimentares pelas populações indígenas do nordeste do Brasil. Infusões preparadas com as partes aéreas (caules e folhas) de *C. duaratanum* são utilizadas na medicina popular para o tratamento de dor e como sedativo (GOUVEIA et al., 2011). De acordo com Albuquerque (2007), esta espécie também é usada como expectorante.

Combretum mellifluum distribui-se nas regiões Norte (AC, PA, TO), Nordeste (BA, CE, MA, PI), Centro-Oeste (GO, MS, MT) e Sudeste (MG) (FORZZA et al., 2010). Segundo Nascimento e Conceição (2011) a infusão das folhas desta espécie, por sua vez, é indicada para tosse, dores de cabeça e estômago.

Diante do exposto, o objetivo do estudo foi realizar uma prospecção científica e tecnológica das espécies *Combretum duaratanum* e *Combretum mellifluum*, a fim de analisar o número de registros de depósitos de pedidos de patentes em cada país, por meio de bancos de inovação e tecnologia nacionais e internacionais, bem como descrever o perfil de produção científica disponível na área de química e farmacologia.

2 Metodologia

A prospecção tecnológica foi realizada sobre as espécies *Combretum duarleanum* e *C. mellifluum*. Em relação as bases de dados tecnológicas foram utilizadas a *European Patent Office* (EPO), *World Intellectual Property Organization* (WIPO), *United States Patent and Trademark Office* (USPTO), *Derwent Innovations Index*® (DII), Banco Latinoamericano de Patentes (LATIPAT) e banco de dados do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) do Brasil.

Devido à ausência de patentes com as espécies em estudo, ampliou-se a busca para o gênero *Combretum*. Foram incluídas patentes que possuíam inovações relativas às espécies do gênero pesquisado, ou seja, as que utilizaram em seus estudos espécies de *Combretum* associadas à espécies de outros gêneros foram excluídas.

No que se refere a busca na literatura científica foi realizada utilizando como referência software de gerenciamento de EndNote® (versão X5, Thompson Reuters, CA, EUA), utilizando como descritor o nome científico das espécies (*Combretum duarleanum* e *Combretum mellifluum*). As bases de periódicos utilizadas foram o ScienceDirect, PubMed, Web of Science, ScinFinder e Portal de periódicos Capes. O período de coleta de dados foram os meses de junho e julho de 2014.

3 Resultados e discussão

Estima-se que 40% dos medicamentos disponíveis na terapêutica atual foram desenvolvidos de fontes naturais (CALIXTO, 2003). Isso mostra a importância dos produtos naturais para a saúde do homem além da economia, já que estes produtos poderão torna-se economicamente mais viáveis que os produtos sintetizados. Em face das atividades descritas para plantas da família Combretaceae é de interesse o estudo das espécies *Combretum duarleanum* e *C. mellifluum*, pois são potencialmente viáveis para geração de conhecimentos científico e tecnológico. Apesar da possível potencialidade destas espécies os resultados obtidos na prospecção foram insatisfatórios, como pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1: Publicações científicas nos bancos de dados Pubmed, ScienceDirect, Web of Science, ScinFinder e Periódicos Capes.

Espécie	Pubmed	ScienceDirect	Web of Science	ScinFinder	Periódicos Capes
<i>Combretum duarleanum</i>	2	0	0	2	3
<i>Combretum mellifluum</i>	0	0	0	0	0

Fonte: Autoria própria (2014)

Os artigos encontrados nos bancos de dados Pubmed, ScinFinder e Periódicos Capes com a espécie *Combretum duarceanum* reportam-se aos mesmos trabalhos, com exceção dos Periódicos Capes que possui um trabalho a mais. Observa-se que os referidos trabalhos pertencem ao mesmo grupo de pesquisa da Universidade Federal de Sergipe em parceria com a Universidade Federal da Paraíba.

Estudos desenvolvidos com a fração hexânica do extrato etanólico das folhas de *C. duarceanum* possibilitou o isolamento e identificação de um triterpeno pentacíclico, a friedelina (QUINTANS et al., 2014), a identificação dos triterpenoides 4 α -carboxi-4 β ,14 α -dimetil-9 β ,19-ciclo-5 α -cholest-24-en-3 α -ol e ácido 2 α ,3 β -urs-12-en-28-oico (LIMA et al., 2013). Conforme Quintans et al. (2014), esta fração possui efeitos antinociceptivos em modelos de nocicepção orofacial em camundongos.

Lima et al. (2013), utilizando o extrato etanólico e a fração hexânica do extrato etanólico, avaliou a atividade gastroprotetora por meio dos modelos de úlcera gástrica induzidos por HCl/etanol, etanol absoluto, stress, anti-inflamatório não esteroidais e ligadura pilórica observando forte atividade em todos os ensaios. O mecanismo de citoproteção gástrica também foi testado, frente aos grupos sulfidril e óxido nítrico; as atividades gastroprotetoras mostraram-se dependentes destes dois grupos.

Gouveia et al. (2011) descreveram atividades anti-inflamatória, decorrente da inibição da síntese de prostaglandina; antinociceptiva, provavelmente, pelo mecanismo inibitório central e atividade antioxidante *in vitro* nos ensaios frente aos radicais hidroxila e óxido nítrico e substâncias reagentes ao ácido tiobarbitúrico (TBARS).

Dois grupos de pesquisadores desenvolveram trabalhos de revisão para o gênero *Combretum*: Lima et al. (2012) e Dewe et al. (2013).

Lima e colaboradores realizaram uma pesquisa em que compilaram 128 artigos com o gênero *Combretum*, e verificaram as espécies capazes de exercer atividades biológicas. Neste contexto foram avaliadas 36 espécies de *Combretum* em relação às partes de plantas utilizadas, destas 33 mostraram-se ativas e duas inativas, a atividade antileishmania, testada para as espécies *Combretum comosum*, *C. cuspidatum* e *C. molle* e a atividade embriotoxica, testada com *C. molle*.

Dewe e colaboradores desenvolveram um trabalho de revisão sobre a fitoquímica e atividades farmacológicas de 261 compostos de óleos não essenciais isolados a partir de 31 espécies do gênero *Combretum*. Constataram que em várias partes da Ásia e da África, espécies de *Combretum* são amplamente usadas na medicina popular pra o tratamento de hepatite, malária, infecções respiratórias e câncer. E com relação às investigações fitoquímicas, dos 261 compostos isolados: 135 triterpenos, 51 flavonoides, 14 diarilpropano, 23 fenotenos e derivados, 14 estilbenoides e derivados.

Também foi evidenciado neste estudo que *C. quadrangulare* é a espécie mais investigada e triterpenoides são os maiores constituintes do gênero.

Em todos os bancos de dados analisados de pedidos de patentes observou-se a ausência de registros de patentes com as espécies *Combretum duarceanum* e *C. mellifluum*. Foram encontradas para o gênero *Combretum* um total de 160 distribuídas nas seguintes bases: 24 EPO, 1 INPI, 92 USPO e 43 WIPO (Tabela 2).

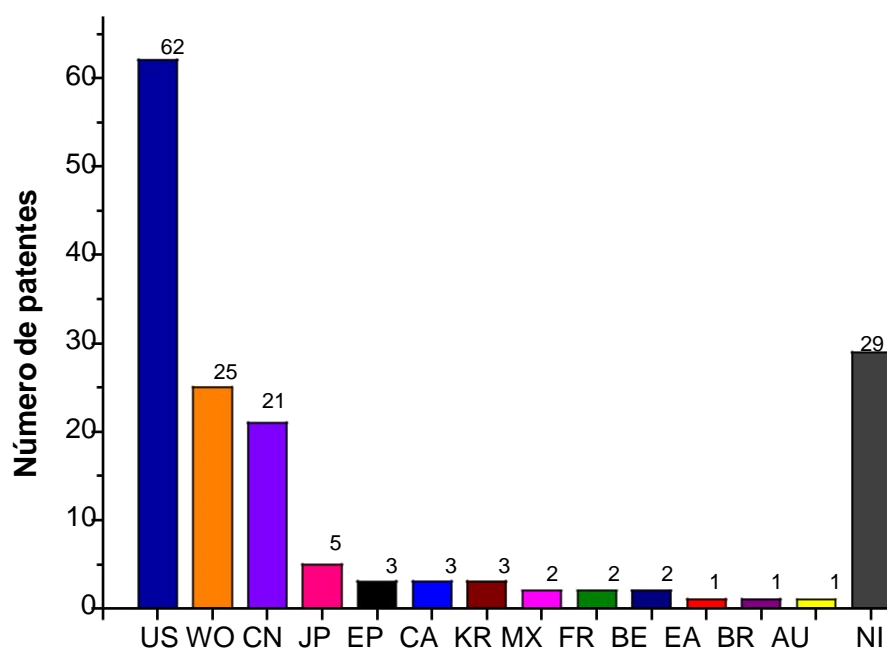
Tabela 2: Número de patentes depositadas nos bancos tecnológicos, EPO, DII, USPTO, WIPO, LATIPAT e INPI por palavras-chave.

Palavras-chave	DII	EPO	INPI	LATIPAT	USPTO	WIPO
<i>Combretum</i>	0	24	1	0	92	43
<i>Combretum duarceanum</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Combretum mellifluum</i>	0	0	0	0	0	0

Fonte: A autoria própria (2014).

Conforme a Figura (1) os Estados Unidos é o principal país depositário, com 62 patentes, o que representa 38,75% do total de documentos. Em seguida, WIPO (PCT) que representa o segundo maior depositário com 25 equivalendo a 15,63%, ficando em terceiro lugar com 21 o Canadá. Países em desenvolvimento como o Brasil apresentaram poucas patentes, o INPI possui uma única patente depositada. Conforme os autores Takagi; Czajkowski, (2012) e VU (2012), a ausência de infraestrutura básica necessária para o desenvolvimento do conhecimento local e transferência de tecnologia, pode ser o motivo pela falta de atividades de inovação e a utilização da propriedade intelectual para promover o investimento em P, D & I nestes países.

Figura 1 – Distribuição de patentes depositadas nas bases de dados tecnológicos, por país, sendo US (Estados Unidos), WO (WIPO-Tratado de Cooperação de Patentes), CN (China), JP (Japão), EP (Espanha), CA (Canadá), KR (República da Coreia), MX (México), FR (França), BE (Bélgica), BR (Brasil), AU (Austrália) e NI (Não possui informações).



Fonte: Autoria própria (2014).

Selecionou-se as patentes depositadas na WIPO, levando-se em consideração que esta é Via de Tratado de Cooperação de Patentes (PCT), isso implica que as patentes são depositadas em diferentes escritórios e também na base WIPO. Houve exclusão das patentes duplicadas e permaneceram cinco patentes que estudaram apenas espécies de *Combretum* sem associação com outras espécies botânicas e ou fungicas (Tabela 2).

Cinco patentes foram depositadas com as espécies *Combretum laurifolium*, *C. micranthum*, *C. yunnaensis*, *C. kraussii* e *C. caffrum*. Diversas atividades químicas e farmacológicas foram relatadas como, por exemplo, para tratamento de inflamação, de cancro, anti-diabéticos, metabólicos de desordens, antioxidante, antitumoral, inibitória da protease HIV, inibição da polimerização da tubulina etc.

Tabela 3: Patentes relacionadas as aplicações tecnológicas do gênero *Combretum* depositadas na WIPO.

Número da patente (Ref.)	Ano	Inventores	Título da patente	Descrição da patente
US 20140178506 A1 US 20120237619 JP 2010539238 MX 2010/002982 EP 2205069 US 20100047354 KR 1020090099003 CA 2699888 US 2009007489	2014	Koepke Peter; Burow Matthew E.; Subbiah Ven	<i>Combretum laurifolium</i> Mart. extract and methods of extracting and using such extract	Um método de inibição de COX-2, inibição da activação de NF-kappa B, o tratamento da inflamação, ou o tratamento de cancro compreende a administração de uma quantidade terapeuticamente eficaz do extrato de <i>Combretum laurifolium</i> Mart. para um paciente. O medicamento tal como aqui descrito compreende um veículo farmacologicamente aceitável e apresenta uma quantidade terapeuticamente eficaz do extrato de <i>Combretum laurifolium</i> Mart. suspenso no veículo. O método de preparação do extrato de <i>Combretum laurifolium</i> Mart. compreende na produção de uma solução de componente pelo tratamento do material <i>Combretum laurifolium</i> Mart. com um extrator e um solvente e a produção de um extrato por remoção de, pelo menos, parte da solução líquida. O extrato de <i>Combretum laurifolium</i> Mart. pode compreender componentes extraídos, usando vários solventes.
US 20130143921 B2 EP 2566326 CA 2798509 WO/2011/140066	2013	Simon James E.; Wu Qingli; Welch Cara	Peperidine-flavan alkaloid compounds derived from African herb tea kinkeliba as anti-diabetic agents	A investigação fornece um método de separação e identificação de um novo tipo de alcaloides flavan piperidina, de um chá verde africano, as folhas de <i>Combretum micranthun</i> comumente conhecido como kinkeliba, e o procedimento de preparação do alcaloides flavan piperidina total (TPFA). Em particular, esta invenção relata o uso do extrato da planta que mais contém TPFA como agente anti-diabéticos em tratamentos de metabólitos de desordens e outras aplicações relatadas para esta nova estrutura química e seus derivados.

JP 2002275184 A	2002	Nishimura Toshio; Sakuta Shohei; Nagasawa Hiromichi; Yo Shinsei; Otake Nozomi.	Ellagic acid derivative and pharmaceutical substance	<p>Problema a ser resolvido: Para fornecer uma substância que apresenta excelente ação farmacêutica tais como atividade antitumoral, enquanto suprime suficientemente as ações colaterais na administração.</p> <p>Solução para o problema: Ácido 4-(4"-Acetyl-rhamnopyranosyl)elágico porque é um derivado do ácido elágico expresso pela fórmula molecular C₂₂H₁₈O₁₃, possui peso molecular de 490 e foi separado e purificado de <i>Combretum yunnaensis</i> que possui atividade antioxidante, antitumoral (especialmente a leucemia resistente a adriamicina) e atividade inibitória da protease HIV.</p>
WO/1994/005682	1994	Pelizzoni, Francesca; Colombo, Roberto; D'Incalci, Maurizio; Verotta, Luisella;	Combretastatin derivatives with antitumoral activity and process for the preparation thereof	<p>Aqui são divulgados derivados de combretastatina (I) com atividade antitumoral e o processo para a sua extração e isolamento, a partir de <i>Combretum kraussii</i>; As composições farmacêuticas para utilização antitumoral e a preparação das referidas composições farmacêuticas são também descritas, em que R é H ou CH₃, R' é H ou β-D-glucopiranosose, e em que A é um radical bivalente tendo dois átomos de carbono selecionado entre -CH₂- CH₂- e -CH = CH-, desde que, R é CH₃ e R' é diferente de H.</p>
US 4996237 A	1991	Pettit George R.	Combretastatin A-4	<p><i>Combretum caffrum</i> (Combretaceae), é uma planta africana, tem sido procurada por conter um agente que é um potente inibidor da polimerização da tubulina (IC₅₀ de 2-3 μM), o desenvolvimento de leucemia linfocítica murina (L1210 e P388 com ED₅₀ <0,003 mg / ml) e linhas de células humanas de cancro do cólon (por exemplo, Volo com ED₅₀ <0,01 μg / ml). Este agente é aqui denominado "combretastatina A-4". A estrutura atribuída por técnicas espectrais foi confirmada por síntese.</p>

Fonte: Autoria própria (2014).

D.O.I.: 10.7198/S2237-0722201500010001

4 Conclusão

Muitas espécies de plantas da família Combretaceae e em específico do gênero *Combretum* possuem diversas classes de metabólitos secundários os quais têm apresentado importantes atividades biológicas, baseando-se nisso as espécies *Combretum duarteanum* e *C. mellifluum*, se mostram promissoras em estudos de conhecimento químico e farmacológico, devido sua proximidade pelo gênero em destaque. O estudo destas espécies fornecerão dados que irão contribuir para o avanço biotecnológico, além do entendimento das mesmas, de valorizar a biodiversidade e a preservação da espécie e de seu ambiente.

Referências

- ALBUQUERQUE, U. P. et al. Medicinal plants of the caatinga (semi-arid) vegetation of NE Brazil: A quantitative approach. **Journal of ethnopharmacology**, v. 144, p. 325-354, 2007.
- BARROSO, G. M. et al. **Sistemática de angiosperma do Brasil**. Viçosa: UFV Editora, v. 2, 1991.
- CALIXTO, J. B. Biodiversidade como fonte de medicamento. **Ciência e Cultura**. São Paulo, v. 55, n.3, Jul./Set. 2003
- DEWE, A. et al. Phytochemical Constituents of *Combretum* Loeffl. (Combretaceae). **Pharmaceutical Crops**, v.4, 38-59. 2013.
- FORZZA, R. C. (Org.) et al. **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, v.01, 2010.
- FYHRQUIST, P. et al. Ethnobotanical and antimicrobial investigation on some species of *Terminalia* and *Combretum* (Combretaceae) growing in Tanzania. **Journal of ethnopharmacology**, v. 79, p. 169-177, 2002.
- GOUVEIA, M. G. S. et al. Antioxidant, Antinociceptive, and Anti-inflammatory Properties of the Ethanol Extract of *Combretum duarteanum* in Rodents. **Journal of Medicinal Food**, v. 14, p. 1389-1396, 2011.
- JOLY, A. B. **Botânica - Introdução à Taxonomia**. 13 ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, p. 516-517, 2002.
- KATERERE, D. R. et al. Antimicrobial activity of pentacyclic triterpenes isolated from African Combretaceae. **Phytochemistry**, v. 63, p. 81-99, 2003.
- KOEPKE, P.; BUROW, M. E.; SUBBIAH, V. ***Combretum laurifolium* Mart. extract and methods of extracting and using such extract**. US 20140178506 A1. 2014.
- LIMA, G. R. M. et al. Bioactivities of the Genus *Combretum* (Combretaceae): A Review. **Molecules**, v. 17, p. 9142-9206, 2012.
- LIMA, G. R. M. et al. Gastroprotective activity of the ethanolic extract and hexane phase of *Combretum duarteanum* Cambess, (Combretaceae). **Journal of Natural Medicines**, v. 67, p. 492-502, 2013.
- LOIOLA, M. I. B.; SALES, M. F. Estudos taxonômicos do gênero *Combretum* Loeffl. (Combretaceae) em Pernambuco, Brasil. **Arch. Jard. Bot. Rio de Janeiro**, v. 34, p. 173-188. 1996.
- NASCIMENTO, J. M.; CONCEIÇÃO, G. M. da. Plantas medicinais e indicações terapêuticas da comunidade quilombola Olho d'Água do Raposo, Caxias, Maranhão, Brasil. **BioFar**, Campina Grande (PB), v. 6, n. 2, 2011.
- NISHIMURA T. et al. **Ellagic acid derivative and pharmaceutical substance**. JP 2002275184 A. 2002.
- PELIZZONI, F. **Combretastatin derivatives with antitumoral activity and process for the preparation thereof**. WO/1994/005682. 1994.

PETTIT G. R. **Combretastatin A-4**. US 4996237 A. 1991.

QUITANS, J. S. S. et al. Phytochemical study and antinociceptive effect of the hexanic extract of leaves from *Combretum duarceanum* and friedelin, a triterpene isolated from the hexanic extract, in orofacial nociceptive protocols.

Revista Brasileira de Farmacognosia, v. 24, p. 60-66, 2014.

SIMON, J. E.; WU Q.; WELCH, C. **Peperidine-flavan alkaloid compounds derived from African herb tea kinkeliba as anti-diabetic agents**. US 20130143921 B2. 2013.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática**: Guia ilustrado p/ identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. Instituto, 2008.

STACE, C. A. **Combretaceae: Terminalia and Buchenavia**. New York: The New York Botanical Garden Press, 2010. p. 59-77. 26cm. (Flora Neotropical Monograph 107).

TAKAGI, Y.; CZAJKOWSKI, A. WIPO services for access to patent information - Building patent information infrastructure and capacity in LDCs and developing countries. **World Patent Information**, v. 34, p. 30-36, 2012.

VU, T. A. An insight into the patent systems of fast developing ASEAN countries. **World Patent Information**, v. 34, p. 134-142, 2012.

Recebido: 11/09/2014

Aprovado: 19/01/2015

ISSN 1809-0109

Publicações Avulsas em



Universidade Federal do Piauí CCN Biologia Teresina PI PI

Número 31

Novembro 2014

Programa de Biodiversidade do Trópico Ecotonal do Nordeste
(Programa bioTEN)

**BOTÂNICA (ASPECTOS MORFOLÓGICOS) E DISTRIBUIÇÃO
GEOGRÁFICA DE TRÊS ESPÉCIES DE COMBRETACEAE NOS
CERRADOS DO PIAUÍ, NORDESTE DO BRASIL**

**Ruth Raquel Soares de Farias
Antonio Alberto Jorge Farias Castro
Maria Iracema Bezerra Loiola
Mariana Helena Chaves
Erika Thalyta Veras Pereira**





O Trópico Ecotonal do Nordeste (CASTRO, 1995/2004) corresponde a uma região de transição, ou área de tensão ecológica (IBGE, 1996), entre comunidades que contém espécies características de cada uma delas e presumivelmente é intermediária em termos de condições ambientais. Atravessa todo o Estado do Piauí, compondo o maior domínio fitoecológico da bacia hidrográfica do rio Parnaíba, distribuindo-se desde as proximidades de Luís Corrêa e estendendo-se para o sul até as nascentes do rio Gurguéia. As formações vegetais presentes caracterizam-se por apresentar floras indiferenciadas que se interpenetram sob forma de enclave e ecótono. As condições climáticas nestas áreas são diversas, variando de clima semiárido a subúmido úmido, com isoietas anuais que oscilam de 700 a 1.500 mm com deficiência hídrica de 6 a 9 meses. Assim, a presença desses climas; o contato do cristalino com o sedimentar; o domínio da caatinga, do cerrado e da vegetação de transição (vários tipos) entre eles; as variações gradativas de relevo em grandes extensões com baixas cotas altimétricas, sem interrupções de serras ou planaltos; a posição da bacia do rio Parnaíba que acompanha o reverso da cuesta da Serra da Ibiapaba e a posição geográfica entre a Amazônia úmida (a oeste), o semiárido (a nordeste e a leste) e o subúmido (a sudoeste e ao sul), configuram os níveis atuais de heterogeneidade ambiental, independente de efeitos antrópicos. A busca de (bio)(eco)indicadores inclui as biodiversidades de tipo (espécies), de função e de ecossistemas. A partir de demandas multidisciplinares, este GRUPO, responsável pelo Programa de Biodiversidade do Trópico Ecotonal do Nordeste (bioTEN), vinculado ao CCN/Departamento de Biologia, foi criado para dar continuidade à dimensão biodiversidade dos Programas DESERT (1991/1997), SARID (1998/2004), WAVES (1998/2000), FITCEM (1995/2001), FITCAM (2000/2002), PGCA (2000/2005), PGDMA/PI (2002/-) e ECOCEM (2001/2012), bem como à sua produção bibliográfica associada.

Fotografia da Capa:

Fotografia estilizada de frutos maduros de *Terminalia actinophylla* Mart.

Data: 15/abr/2012.

Fonte:

Programa bioTEN, 2013

DOI (Digital Object Identifier):

dx.doi.org/10.18029/1809-0109/...

ACESSO:

conservacaodeecossistemas.blogspot.com.br

www.bibliotekevvirtual.org

BOTÂNICA (ASPECTOS MORFOLÓGICOS) E DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DE TRÊS ESPÉCIES DE COMBRETACEAE NOS CERRADOS DO PIAUÍ, NORDESTE DO BRASIL

Ruth Raquel Soares de Farias

Bióloga, Mestre em Biologia Vegetal (UFPE), Pesquisadora do bioTEN. Aluna de Doutorado do RENORBIO.
Membro da AbioTEN. E-Mail: ruthraquel@ibest.com.br CV: <http://lattes.cnpq.br/7546441925505076>

Antonio Alberto Jorge Farias Castro

Biólogo, Pesquisador (Líder) do bioTEN, Coordenador do Programa ECOCEM, do LabioTEN e Professor Associado IV do Departamento de Biologia do Centro de Ciências da Natureza da Universidade Federal do Piauí (UFPI).

Membro da AbioTEN. E-Mail: albertojorgecastro@gmail.com

CV: <http://lattes.cnpq.br/5210251257399274>

Maria Iracema Bezerra Loiola

Bióloga, Mestre em Biologia Vegetal (UFPE) e doutora em Botânica (UFRPE) com estágio no Kew Royal Botanic Gardens/Inglaterra e Field Museum/Chicago (USA). Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq (Nível 2).

Professora Associada III do Departamento de Biologia da Universidade Federal do Ceará (UFC).

Curadora do Herbário EAC. Coordenadora do Projeto Flora do Ceará.

E-Mail: iloiola@yahoo.com.br

CV: <http://lattes.cnpq.br/9609912655173252>

Mariana Helena Chaves

Química, Mestre e Doutora em Química Orgânica (UnB e USP, respectivamente). Bolsista de Produtividade do CNPq (Nível 2). Professora Associada IV do Departamento de Química do Centro de Ciências da Natureza da

Universidade Federal do Piauí (UFPI). E-Mail: mariana@ufpi.edu.br CV:

<http://lattes.cnpq.br/9975336655023605>

Erika Thalyta Veras Pereira

Química, Mestranda em Química Orgânica (UNESP Araraquara) e integrante do bioTEN.

E-Mail: erikathalyta@hotmail.com

CV: <http://lattes.cnpq.br/3398414264566739>

RESUMO

[Botânica (Aspectos Morfológicos) e Distribuição Geográfica de Três Espécies de Combretaceae nos Cerrados do Piauí, Nordeste do Brasil]. A família Combretaceae possui distribuição predominantemente pantropical, incluindo cerca de 20 gêneros e 400 a 500 espécies. No Brasil ocorrem seis gêneros e aproximadamente 60 espécies. Os dois gêneros de maior ocorrência para esta família são *Combretum* e *Terminalia*, nativos para o Brasil. O objetivo deste trabalho foi apresentar as principais características morfológicas das espécies *Combretum duarteanum*, *C. mellifluum* e *Terminalia actinophylla* para reconhecimento por profissionais de áreas afins e sua distribuição no estado do Piauí. A caracterização ocorreu com auxílio de bibliografia especializada e observações do material coletado e no campo. A distribuição geográfica e a interpretação fitossociológica foram realizadas a partir do Banco de Dados FLORACENE, que possui cerca de 80 inventários realizados no Estado. Como resultados obteve-se a construção de chave analítica, descrições da família e dos gêneros, interpretação

fitossociológica com base em alguns dados de abundância, elaboração do mapa de distribuição das espécies e apresentação de um glossário dirigido.

Palavras-chave: *Combretum duarteanum*. *Combretum mellifluum*. *Terminalia actinophylla*. Cerrados setentrionais e meridionais.

ABSTRACT

[Botany (Morphological Aspects) and Geographical Distribution of Three Combretaceae Species in the Cerrado of Piauí, Northeast Brazil]. The Combretaceae family has predominantly pantropical distribution, including about 20 genera and 400-500 species. In Brazil there are six genera and about 60 species. The two most frequent genera for this family are *Combretum* and *Terminalia*, native to Brazil. The objective of this study was to present the main morphological characteristics of the species *Combretum duarteanum*, *C. mellifluum* and *Terminalia actinophylla* for recognition by professionals in related fields and their distribution in the state of Piauí. Characterization took place with the help of professional literature and observations of the material collected and in the field. The geographical distribution and the phytosociological interpretation were performed from FLORACENE Database, which has about 80 inventories in the state. As a result we obtained the construction of analytical keys, descriptions of family and gender, phytosociologic interpretation based on some data abundance, preparing the distribution map of the species and presentation of a directed glossary.

Keywords: *Combretum duarteanum*. *Combretum mellifluum*. *Terminalia actinophylla*. Northern and southern savannahs.

INTRODUÇÃO

A família Combretaceae possui distribuição predominantemente pantropical, incluindo cerca de 20 gêneros e entre 400 a 500 espécies. No Brasil ocorrem seis gêneros e aproximadamente 60 espécies. Os dois gêneros nativos do Brasil de maior ocorrência para esta família são

Combretum e *Terminalia* (SOUZA; LORENZI, 2008), embora *Terminalia catappa* L. (amendoeira, castanhola etc.) seja proveniente do continente Asiático (JOLY, 2002). Conforme Exell e Stace (1966), a família Combretaceae subdivide-se em duas subfamílias: Strephonematoideae, sem representantes na flora brasileira, com ovário semi-ínfero, e Combretoideae, com ovário ínfero, dividida em duas tribos Laguncularieae e Combreteae as quais apresentam inúmeros representantes na flora neotropical.

O tratamento taxonômico para Combretaceae no Brasil foi realizado por Eichler (1867), que reconheceu nove gêneros e 65 espécies. A partir de então poucos trabalhos foram publicados, alguns sobre flora (MARQUETE et al., 2003), porém a maioria envolvendo descrições de novas taxa (ENGLER; DIELS, 1899) e novas combinações (EXELL 1931; 1953, EXELL e STACE, 1966 apud LOIOLA et al., 2009). Entretanto, de acordo com Marquete e Valente (2006), atualmente estima-se a ocorrência de 78 espécies subordinadas a seis gêneros no país. No nordeste do Brasil, representantes de Combretaceae foram citados em trabalhos pontuais como floras e listas regionais, dentre os quais se destacam o de Castro et al. (1998) com oito espécies, sendo uma *Buchenavia*, duas *Terminalia* e cinco *Combretum*. Zappi (1995) para a Bahia, registrou duas espécies de *Terminalia*, Loiola e Sales (1996) e Loiola (1998), referiram nove e

três espécies para Pernambuco, respectivamente; Giulietti et al. (2002) indicaram três espécies como endêmicas para a Caatinga. Para o Estado do Piauí, Farias e Castro (2004) apresentaram seis espécies para o Complexo Vegetacional de Campo Maior, sendo um do gênero *Terminalia* e *Buchenavia* e quatro do gênero *Combretum*. Barros e Castro (2006) em um trabalho de geocompartimentação também do supracitado Complexo, relatou sete espécies, diferenciando-se de Farias e Castro (2004) por apresentar uma espécie a mais de *Terminalia*.

O gênero *Combretum* é nativo do Nordeste brasileiro (JOLY, 2002), sendo o maior da família, compreendendo 370 espécies com distribuição tropical e subtropical. Através de estudos florísticos para o Nordeste e especificamente para o Piauí, a família Combretaceae está entre as cinco mais bem representadas em número de espécies e, por meio de estudos fitossociológicos, essas espécies apresentam às vezes os Valores de Importância (VIs), um dos mais importantes parâmetros de abundância sintéticos da Ecologia da Vegetação (Fitossociologia) (FARIAS, 2003).

Este trabalho é um dos desdobramentos do Projeto de Doutorado intitulado de "**Estudo Fitogeográfico e Químico-farmacológico das Espécies de Combretaceae (*Combretum duarteanum*, *C. mellifluum* e *Terminalia actinophylla*): uma Análise Comparativa nos Cerrados Setentrionais e Meridionais do Estado do Piauí**", junto à Rede Nordeste de Biotecnologia (RENORBIO), registrado em 2012, sob o Nº **CCN-016/2012**, na Pró-Reitoria de Pesquisa (PROPESQ) da Universidade Federal do Piauí (UFPI), com vigência 2012-2015.

Como os metabólitos secundários de plantas são ferramentas valiosas para a compreensão da biossíntese e desenvolvimento de novos fármacos e, em face das atividades descritas para plantas da família Combretaceae, considerou-se necessário abordar naquele Projeto o estudo fitoquímico dessa família botânica nos Cerrados setentrionais e meridionais do Piauí, procurando compilar e gerar dados secundários e primários, respectivamente, de uma forma que contribuam no entendimento das espécies *Combretum duarteanum* Cambess., *C. mellifluum* Eichler e *Terminalia actinophylla* Mart., tendo em vista que estas espécies ainda não foram estudadas, além de atualizar suas distribuições geográficas e evidenciar características fitoquímicas de alta relevância, dependentes ou não da sua fitogeografia [uma das nossas principais hipóteses de partida].

Por outro lado, considerando que o avanço antrópico tem sido a maior causa do extermínio dos Cerrados brasileiros, dentre eles, os Cerrados do Nordeste, a perda de parte desse patrimônio natural será irreversível, se a taxa de desmatamento de 1,5% (ou 3 milhões de ha/ano) continuar operando (MACHADO et al., 2004). Daqui a 16 anos (2030), provavelmente, não teremos mais nada de Cerrado em sua forma semiprimária, cuja cobertura vegetal remanescente atual gira em torno de 45%.

Enquanto isto, a criação de um banco de dados com documentação química, atividades antioxidantes e testes farmacológicos para aquelas espécies contribui para a valorização, conservação e futura utilização sustentável. Agregando-se valor à biodiversidade, através de estudos/pesquisas desta natureza, acredita-se ser possível minimizar os impactos ambientais negativos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Materiais

A área de estudo considerou os cerrados setentrionais (norte) e meridionais (sul) do Piauí e particularmente as áreas de inventários qualitativos e quantitativos realizados. A seleção das espécies foi orientada pela indicação popular de que as mesmas apresentavam potencial farmacológico, mas ausência de estudos fitoquímicos nos Bancos Tecnológicos e Base de Periódicos mais usuais. As coletas botânicas foram realizadas nos períodos de janeiro-fevereiro/2012-2013 Todos os exemplares (amostras) foram incorporados ao acervo do Herbário Graziela Barroso (TEPB) da Universidade Federal do Piauí (UFPI). ***Combretum duarteanum*** Cambess. (rama-branca) sob os N^{os} **27.960 e 30.118 (Figura 1)**; ***Combretum mellifluum*** Eichler (mofumbo-de-chapada, mofumbo-do-cerrado) sob os N^{os} **27.990, 28.192, 28.343, 28.344, 28.347 (Figura 2)** e **28.348**; e ***Terminalia actinophylla*** Mart. (chapada-cascudo) sob os N^{os} **27.958, 27.959, 28.193, 28.341, 28.342, 28.345, 28.346 (Figura 3)** e **28.349**.



Figura 1. Exsicata/registro N^o **TEPB 30.118. *Combretum duarteanum*** Cambess. Data: 2/nov/2014. Créditos: FARIAS, R.R.S. (2014) e **Programa bioTEN** (2014).



Figura 2. Exsicata/registro N^o **TEPB 28.347. *Combretum mellifluum*** Eichler. Data: 2/nov/2014. Créditos: FARIAS, R.R.S. (2014) e **Programa bioTEN** (2014).

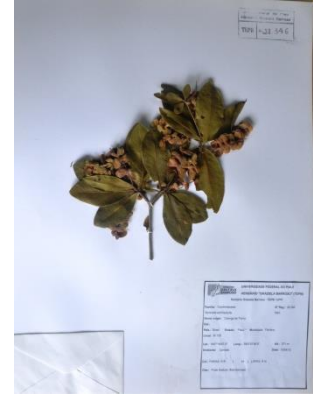


Figura 3. Exsicata/registro Nº **TEPB 28.346**. *Terminalia actinophylla* Mart. Data: 2/nov/2014.
Créditos: FARIAS, R.R.S. (2014) e **Programa bioTEN** (2014).

Coleta Botânica

Todas as coletas foram registradas morfológicamente através de fichas botânicas específicas, fotografadas e georreferenciadas, seguindo a metodologia de Castro (2001) e Castro e Farias (2010). O acondicionamento, a prensagem e a herborização foram processados conforme Castro (1987) e outras metodologias usuais.

Tratamento Científico do Material Botânico

A identificação do material botânico foi realizada por morfologia comparada através da análise de caracteres vegetativos e reprodutivos, com o auxílio de lupas estereoscópicas e bibliografia especializada, em diversos ensaios no Laboratório de Biodiversidade do Trópico Ecotonal do Nordeste (LabioTEN) do Departamento de Biologia do Centro de Ciências da Natureza da Universidade Federal do Piauí (CCN/UFPI). As duplicatas foram enviadas à especialista Maria Iracema Loiola (UFC) para correspondente confirmação de determinação botânica.

Nomenclatura Botânica

A ortografia do nome da família e gêneros seguiu Brummitt (1992) e as abreviações dos autores dos nomes das espécies, Brummitt e Powell (1992), no mínimo. Também foram consultadas as seguintes páginas:

- www.ipni.org/
- mobot.mobot.org/W3T/Search/vast.html
- sciweb.nybg.org/science2/VirtualHerbarium.asp
- florabrasiliensis.cria.org.br/
- floradobrasil.jbrj.gov.br

Seleção das Áreas de Amostragem

As áreas de coleta foram selecionadas através do Banco de Dados da **Flora dos Cerrados do Nordeste (FLORACENE)** (CASTRO et al., 2007; CASTRO et al., 2008; 2008b; VIEIRA 2012) instituído pelo Projeto BASE do **Sítio 10 do Programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração (PELD/CNPq)** (CASTRO et al., 2010; CASTRO, 2013), o **Projeto de Biodiversidade e Fragmentação de Ecossistemas nos Cerrados Marginais do Nordeste** (Processo CNPq Nº 521131/2001-4), que reúne uma série de informações referentes ao estudo empregado (código de levantamento, tipo de levantamento e amostragem, número de pontos/parcelas, área amostrada, número de espécies amostradas e amostráveis, números de indivíduos amostrados, coordenadas destes e data, local e autores do inventário). Por meio deste Banco, foi facilitado o local e distribuição no Piauí das espécies em estudo.

Distribuição Geográfica e Fitosociologia

A distribuição geográfica e a interpretação fitossociológica foram realizadas a partir do Banco de Dados FLORACENE, que possui cerca de 80 inventários realizados no Estado.

RESULTADOS

Descrição da Família

(**Combretaceae** R. Brown, Prodr. Fl. Nov. Holl.: 351. 1810.)

Árvores ou arbustos escandentes. Folhas opostas, alternas, simples, inteiras, sem estípulas, indumentos de tricomas compartimentados, escamosos ou glandulares. Inflorescências em espigas, panículas de espigas, racemos ou panículas terminais ou axilares; brácteas muitas vezes presentes. Flores actinomorfas ou zigomorfas, andrógenas, tetrâmeras ou pentâmeras. Hipanto dividido em duas partes, a inferior envolvendo o ovário e a superior em tubo curto ou comprido, terminando nos lobos do cálice. Lobos do cálice 4 ou 5, às vezes pouco desenvolvidos. Pétalas 4 ou ausentes, pequenas ou conspícuas, inseridas entre os lobos do cálice. Estames, 8 ou 10, inseridos em 2 verticilos, enxertos, podendo ocorrer filetes curtos; anteras versáteis. Disco nectarífero muitas vezes desenvolvido, na base do hipanto superior. Ovário ínfero, unilocular, 2-6 rudimentos seminiais pêndulos. Frutos betulídios indeiscentes, secos, 2, 4 ou 5 alas. Sementes 1, sem endosperma, cotilédones convolutos Loeffl.) ou plicados

Descrição do Gênero *Combretum* Loeffl.

(Adaptado de BARROSO, 1991; LOIOLA; SALES, 1996; JOLY, 2002; STACE, 2010)

Combretum é um gênero de planta da família COMBRETACEAE e contém cerca de 250 espécies de árvores e arbustos que são nativas para a maioria das regiões tropicais, exceto o continente da Austrália. Muitas vezes, essas plantas são perenes, embora algumas sejam caducifólias por um curto período de tempo. Algumas espécies parecem ser adaptadas às áreas onde elas crescem. Quanto ao hábito de crescimento, em encostas rochosas, podem ser arbustos; perto da costa (litoral), podem crescer como moitas, e em florestas, muitas vezes crescem como árvores. A maioria das plantas possui folhas de formato oblongo ou elípticas, que crescem em pares dispostos em ângulos retos com o par acima e/ou abaixo. Algumas das

espécies têm folhas que crescem em espirais. Geralmente, as folhas são lisas, o que significa que não são dentadas ou lobadas nas bordas. As flores são geralmente tubulares com quatro ou cinco lóbulos na abertura (ântese). As flores crescem em cachos ou panículas em hastes terminais ou auxiliares. Muitos dessas inflorescências são densamente carregadas com flores vermelhas que podem medir de 0,75 polegadas (cerca de 2 cm) até mais de 1,5 polegadas (cerca de 4 cm) de comprimento.

Descrição do Gênero *Terminalia* L.

(Adaptado de BARROSO, 1991; LOIOLA; SALES, 1996; JOLY, 2002; STACE, 2010)

Árvores ou arbustos, por vezes espinhosos, de ca. 0,5 m a 6 (-7) m, os maiores muitas vezes com suporte/apoio; tricomas (pelos combretáceos) presentes. Folhas com arranjos espiralados, frequentemente agrupados em ramos terminais, às vezes com formato de bolso ou domácia em forma de taça em nervuras axilares, usualmente com glândulas peciolares. Inflorescências em uma axila frequentemente agrupadas em pequenos ramos terminais, ou raramente em cachos axilares, ou em panículas (cachos compostos) de espigas; brácteas muito pequenas e caducas. Flores bissexuais ou andromonóicas, talvez raramente dióicas, actinomorfas, sésseis, em número de 4-5; receptáculo (hipanto) inferior estendido na forma de uma saliência ou "pescoço" distal curto; receptáculo superior na forma de cúpula ou campânula, decíduo, antes da frutificação, ou algumas vezes persistente; 4 ou 5 cálices lobulares; sem pétalas; disco glabro a densamente pubescente; 8 a 10 estames, raramente 4, usualmente bem extrorsos (fora da flor), com anteras variáveis; estilete livre, geralmente extrorso, glabro, ou pubescente distais. Dois a 5 frutos alados, ou sulcados, ou cilíndricos, mas, geralmente ligeiramente afilados em ambas as extremidades, circular na parte central, e com superfície lisa, achatados a actinomórficos, usualmente secos, ou esponjosos, às vezes um pouco suculentos.

Chave para reconhecimento dos táxons

1. Plantas caducifólias; arbustos, geralmente escandescentes; folhas opostas; flores com pétalas [*Combretum* Loefl.]
 2. Folhas cinéreas (cinzentas) quando maduras; flores creme-esverdeadas; frutos com alas sinuosas, lanceolados, amarelo-esverdeados quando maduros [*Combretum duarteianum* Cambess. (**Figuras 4 a 7**)]
 - 2'. Folhas verde-limão quando maduras; flores creme-avermelhadas com mudanças durante a ântese (abertura da flor); frutos com alas retas, cilíndricos a elípticos, marrom-avermelhados quando maduros [*Combretum mellifluum* Eichler (**Figuras 8 a 14**)]
- 1'. Plantas sempreverdes; árvores; folhas alternas e congestas; flores sem pétalas [*Terminalia actinophylla* Mart. (**Figuras 15 a 20**)]



Figura 4. Hábito de crescimento predominante de *Combretum duarteum* Cambess. Arbusto.
Data: 15/jan/2012. Créditos: FARIAS, R.R.S. (2012) e Programa bioTEN (2013).



Figura 5. Folhas simples, opostas; frutos imaturos de *Combretum duarteum* Cambess.
Data: 15/jan/2012. Créditos: FARIAS, R.R.S. (2012) e Programa bioTEN (2013).



Figura 6. Frutos imaturos de *Combretum duarteanum* Cambess. Data: 5/mar/2010.
Créditos: FARIAS, R.R.S. (2010) e Programa bioTEN (2013).

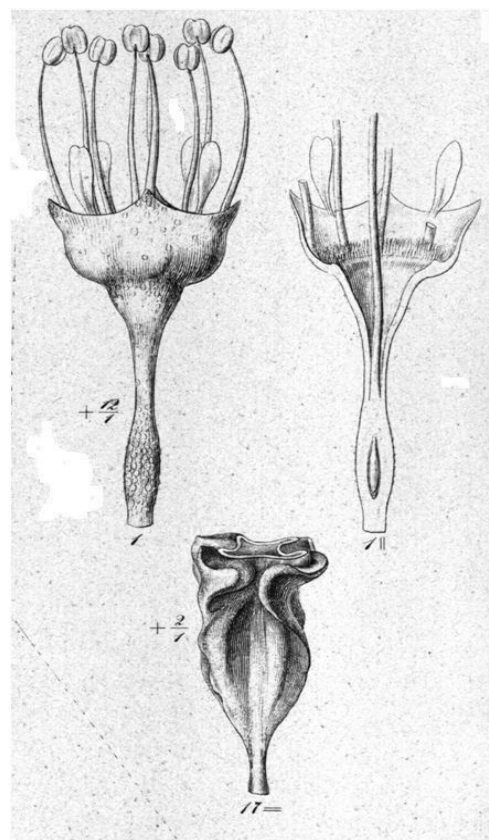


Figura 7. Detalhe da flor e fruto de *Combretum duarteanum* Cambess. Fonte: Flora Brasiliensis, vol. 14(2) (1867), http://botanicalillustrations.org/species.php?id_species=265983.



Figura 8. Hábito de crescimento de *Combretum mellifluum* Eichler. Arbusto/Arvoreta. Data: 28/jan/2008.
Créditos: FARIAS, R.R.S. (2008) e Programa bioTEN (2013).



Figura 9. Casca lisa, um pouco esfoliante, de *Combretum mellifluum* Eichler. Data: 28/jan/2008.
Créditos: FARIAS, R.R.S. (2008) e Programa bioTEN (2013).



Figura 10. Folhas simples, cartáceas, opostas de *Combretum mellifluum* Eichler. Data: 28/jan/2012. Créditos: FARIAS, R.R.S. (2008) e Programa bioTEN (2013).



Figura 11. Botões e flores creme-avermelhadas com mudanças durante a antese (abertura da flor) de *Combretum mellifluum* Eichler. Data: 15/mai/2008. Créditos: FARIAS, R.R.S. (2008) e Programa bioTEN (2013).



Figura 12. Botões, flores e frutos imaturos de *Combretum mellifluum* Eichler. Data: 13/abr/2012.
Créditos: FARIAS, R.R.S. (2012) e Programa bioTEN (2013).



Figura 13. Frutos maduros de *Combretum mellifluum* Eichler. Data: 10/mai/2007.
Créditos: FARIAS, R.R.S. (2007) e Programa bioTEN (2013).

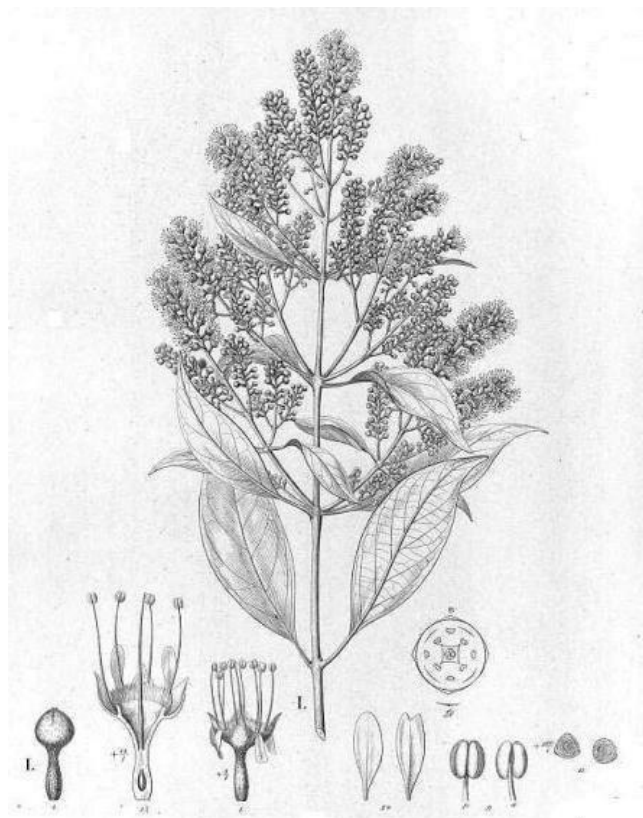


Figura 14. Ramo, botão, flores e outros aspectos de *Combretum mellifluum* Eichler. Fonte: Flora Brasiliensis, vol. 14(2) (1867), http://botanicalillustrations.org/species.php?id_species=266252.

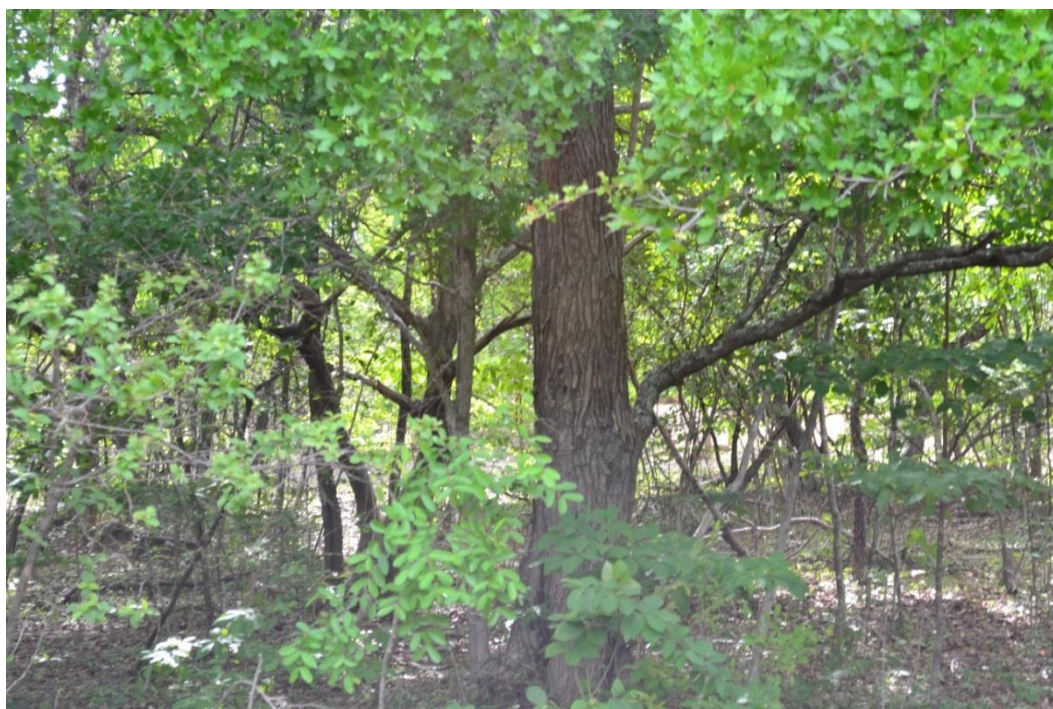


Figura 15. Indivíduo arbóreo de *Terminalia actinophylla* Mart. Data: 7/jan/2012. Município de Campo Maior, Piauí. Créditos: FARIAS, R.R.S. (2012) e Programa bioTEN (2013).



Figura 16. Casca rugosa-suberosa de *Terminalia actinophylla* Mart. Data: 14/jan/2012.
Créditos: FARIAS, R.R.S. (2012) e Programa bioTEN (2013).



Figura 17. Folhas congestas, botões e flores de *Terminalia actinophylla* Mart. Data: 14/jan/2012.
Créditos: FARIAS, R.R.S. (2012) e Programa bioTEN (2013).



Figura 18. Frutos imaturos de *Terminalia actinophylla* Mart. Data: 26/fev/2012. Créditos: FARIAS, R.R.S. (2012) e Programa bioTEN (2013).



Figura 19. Frutos maduros de *Terminalia actinophylla* Mart. Data: 7/jan/2012. Créditos: FARIAS, R.R.S. (2012) e Programa bioTEN (2013).

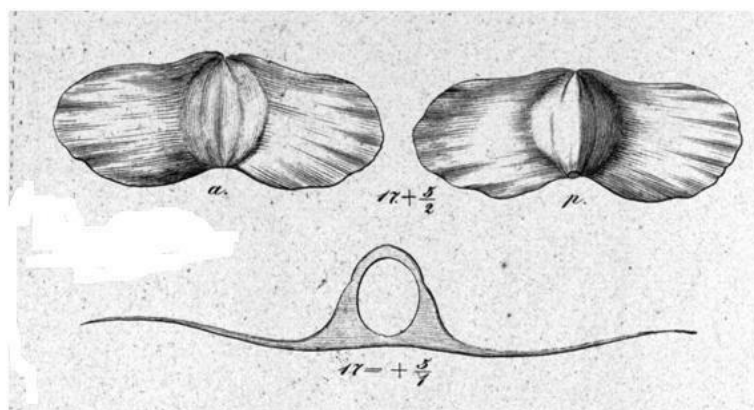


Figura 20. Frutos de *Terminalia actinophylla* Mart. Fonte: Flora Brasiliensis, vol. 14(2) (1867), http://botanicalillustrations.org/species.php?id_species=1004328.

Distribuição Geográfica

Segundo o **Catálogo de Plantas e Fungos do Brasil** [online] (FORZZA et al. 2010), ***Combretum duarceanum*** Cambess. é espécie nativa e não endêmica, com distribuição: Norte (Pará, Tocantins), Nordeste (MA, PI, CE, PB, PE, BA), Centro-Oeste (MT, GO, MS) e Sudeste (MG, ES, SP). Ocorre na Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica.

Combretum mellifluum Eichler, do mesmo jeito, é nativa e não endêmica, com distribuição: Norte (PA, TO, AC), Nordeste (MA, PI, CE, BA), Centro-Oeste (MT, GO, MS) e Sudeste (MG). Ocorre na Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica.

Terminalia actinophylla Mart. É espécie nativa, porém é endêmica. Tem distribuição: Norte (TO), Nordeste (MA, PI, PE, BA) e Centro-Oeste (GO). Ocorre apenas na Caatinga e no Cerrado.

Fitossociologia

Todas as três espécies tratadas (descritas) foram amostradas quantitativamente em algumas áreas dos cerrados marginais do Nordeste e todas têm dados ao nível de população e comunidade vegetal incluídos no Banco de Dados FLORACENE (Banco de Dados da Flora dos Cerrados do Nordeste) (CASTRO et al. 2007; 2008a; 2008b).

Combretum mellifluum foi amostrado nos cerrados setentrionais (norte) e meridionais (sul) do Piauí, principalmente nos municípios de Piracuruca (Inventários 410, 431 e 436), Campo Maior (Inventários 416, 417, 463, 465, 466 e 468) e Castelo do Piauí (Inventários 411, 415 e 424). ***Combretum duarceanum*** e ***Terminalia actinophylla***, entretanto, têm distribuição mais setentrional, embora tenham sido amostradas também em áreas meridionais: Inventário 472 (Regeneração, PI) e Inventário 527 (Itaueira, PI). Ver a **Figura 21**.

As maiores populações de ***C. duarceanum*** foram registradas com 78 (Inventário 467) e 38 (Inventários 438 e 468) indivíduos, mas em nível de comunidade, ambas com uma representação menor que 10%. Para ***Terminalia actinophylla***, a maior população computou 21 indivíduos (Inventário 469) em Campo Maior (PI). Diferentemente dessas espécies, as populações vegetais meridionais de ***C. mellifluum*** são mais significativas. Populações de 308 indivíduos (Inventário 102), em Oeiras (PI), e de 490 plantas (Inventário 523) em Bom Jesus merecem destaque em termos de registro.

De um modo geral, todas são espécies raras e intermediárias, fitossociologicamente, isto é, são compostas por populações com baixo, ou no máximo, médio número de indivíduos, e se têm importância fitoquímica, representam problemas a partir da pouca facilidade de serem encontradas no campo, de serem coletadas, mesmo para utilização sustentável, nas condições atuais de mal uso e exploração dos cerrados do Piauí, sujeitos à forte influência das condições ecotonais a que estão submetidos.

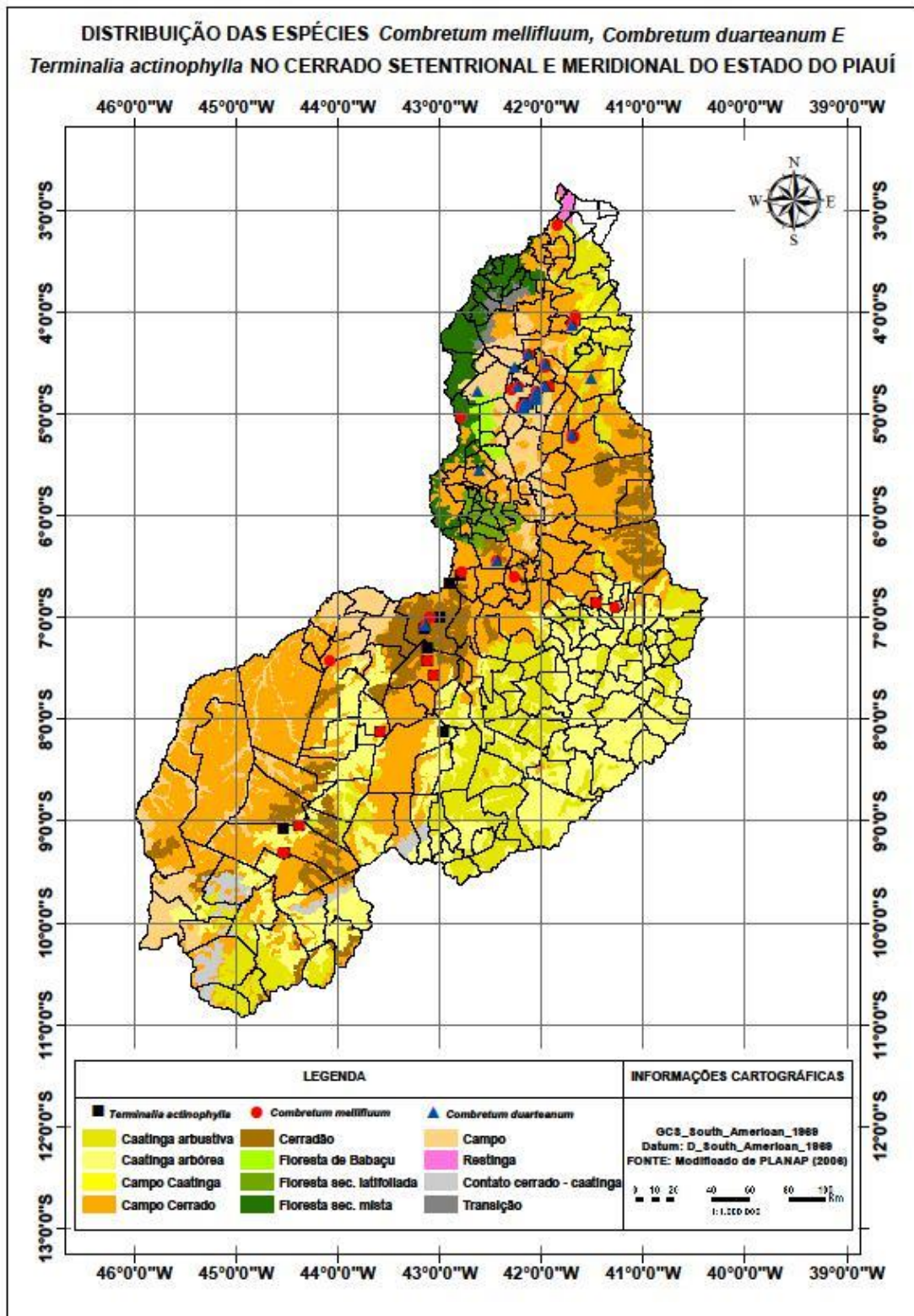


Figura 21. Distribuição de *Combretum mellifluum* Eichler., *C. duarceanum* Cambess. e *Terminalia actinophylla* Mart. nos cerrados setentrionais e meridionais do Piauí. Créditos: Programa bioTEN (2014).

GLOSSÁRIO

Arbustos e arbustos escandentes:

Arbustos são plantas que apresentam porte menor em comparação com árvores, que em sua grande maioria não ultrapassam os 3 metros de altura. Tem estrutura lenhosa, sublenhosa ou herbácea, com galhos encorpados e rijos, semelhante ao das árvores. A principal diferença entre árvores e arbustos é a presença de vários troncos semelhantes, sem haver um dominante como nas árvores, que é o TRONCO, uma vez que os mesmos não se ramificam a partir do mesmo ramo principal, mas da mesma base. Existem ainda os **arbustos escandentes**, que apresentam troncos flexíveis e galhos que se desenvolvem voltados para baixo, ou com formato que lembram trepadeiras.

Betulídeo:

Fruto do tipo "noz", originado de um ovário ínfero, provido de asas, típicos de Combretaceae. O ovário ínfero é quando o mesmo se encontra abaixo dos outros verticilos protetores sobre um receptáculo (base da flor) bem côncavo, onde as sépalas, pétalas e estames estão inseridos acima dele (do ovário). Noz é um tipo de fruto de casca rijá, isto é, um fruto seco com apenas uma semente (raramente duas), no qual a sua parede ou parte dela torna-se muito dura na maturidade.

Brácteas:

Estruturas foliáceas associadas às flores e inflorescências das Angiospermas. Têm origem foliar, cuja função original é de proteção.

Conspícuo:

Visível. Visto com facilidade. Facilmente percebido.

Cotilédones convolutos ou plicados:

Correspondem às primeiras folhas que surgem dos embriões das plantas (que produzem sementes), brotando durante a germinação. Convolutos: enrolado em forma de cilindro. Plicado: que tem dobras ou pregas.

Disco nectarífero:

Disco que produz néctar, geralmente localizada na base e ao redor do ovário da flor.

Endosperma:

Tecido de substâncias nutritivas que envolve o embrião e constitui a massa principal das gramíneas.

Estames:

Unidades masculinas do Androceu (aparelho reprodutor masculino).

Estípula:

Pequeno apêndice membranoso ou foliáceo, que se encontra no ponto de origem das folhas.

Filetes:

Parte do estame que sustenta a antera.

Flores actinomorfas:

Flores com mais de um plano de simetria.

Flores andróginas:

Flores com verticilos reprodutores masculino(s) e feminino(s).

Flores zigomorfas:

Flores com apenas um plano de simetria.

Flores tetrâmeras ou pentâmeras:

Flores organizadas sob o número quatro ou múltiplo de quatro, ou sob o número cinco ou múltiplo de cinco.

Folhas alternas ou opostas:

Quando uma folha surge do mesmo nó (folhas alternas), ou quando duas folhas surgem por nó em posição oposta.

Folhas simples ou compostas:

Folhas com o limbo (lâmina foliar) não dividido (folhas simples), ou com o mesmo dividido em folíolos (folhas compostas).

Frutos indeiscentes:

Frutos que não se abrem sozinhos para a liberação das sementes.

Hipanto:

Qualquer engrossamento ou desenvolvimento especial do tálam (receptáculo das flores plantas fanerógamas) embaixo do cálice.

Indumentos de tricomas:

Apêndices da epiderme presentes em diversos órgãos das plantas, constituindo seu indumento (revestimento). Em geral correspondem a pelos separados (tricomas compartimentados), ou pequenas escamas (tricomas escamosos). Às vezes correspondem a "glândulas" (tricomas glandulares).

Inflorescências:

Parte da planta onde se localizam as flores.

Lobos do cálice:

Extremidades das sépalas ou pétalas, principalmente quando o tubo da corola é completo.

Nó:

Região onde formou, ou pode vir a formar-se uma folha.

Panículas de espigas:

Tipo de inflorescência que se caracteriza por um cacho (rácimo) composto em que os ramos vão decrescendo da base para o ápice, razão porque assume forma piramidal. **Espiga:** tipo inflorescência de flores sésseis ao longo da ráquis (eixo da inflorescência).

Racemos:

Tipo de inflorescência em que os pedicelos das flores se inserem em diversos níveis no eixo comum, aráquis (raque), atingindo diferentes alturas, cujas flores se abrem sucessivamente na extremidade do ramo, conforme este vai crescendo.

Verticilos:

Partes da flor. Verticilos protetores: sépalas (que formam o **cálice**) e pétalas (que formam a **corola**). Verticilos reprodutores: androceu e gineceu.

AGRADECIMENTOS

Aos companheiros de equipe do **Programa de Biodiversidade do Trópico Ecotonal do Nordeste (bioTEN)**, José Sidiney Barros, pela assistência na redação do ABSTRACT e na elaboração do MAPA (**Figura 27**) e, Samara Raquel de Sousa, pela manipulação dos dados das espécies, material deste trabalho, no Banco de Dados FLORACENE.

REFERÊNCIAS

- BARROS, J. S.; CASTRO, A. A. J. F. (2006). Compartimentação geoambiental no Complexo de Campo Maior, PI: uma área de tensão ecológica. **Interações**, Revista Internacional de Desenvolvimento Local, Campo Grande (MS), vol. 8, n.13, p. 119-130.
- BARROSO, G. M. (1991). **Sistemática de angiospermas do Brasil**. Viçosa, MG: Editora da Universidade Federal de Viçosa, v. 2. p. 155.
- BRUMMITT, R. K.; POWELL, C. E. (1992). Authors of plant names. Kew, **Royal Botanic Gardens**.
- BRUMMITT, R. K. (1992). Vascular plant; families and genera. Kew, **Royal Botanic Gardens**.
- CASTRO, A. A. J. F. (1987). **Florística e fitossociologia de um cerrado marginal brasileiro, Parque Estadual de Vaçununga, Santa Rita do Passa Quatro - SP**. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal). Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 1987.
- CASTRO, A. A. J. F.; MARTINS, F. R.; FERNANDES, A. G. (1998). The woody flora of cerrado vegetation in the state of Piauí, northeastern Brazil. **Edinburgh Journal of Botany**, Edinburgh, v. 55, n. 3, p. 455-472.
- CASTRO, A. A. J. F. (2001). Biodiversidade (vegetal) e ZEE: uma proposta metodológica. In: MMA (org.). **Programa Zoneamento Ecológico Econômico: Diretrizes Metodológicas para Zoneamento Ecológico Econômico do Brasil**. Brasília, v. 1, 5 p. CD-ROM.
- CASTRO, A. A. J. F. (2007). Unidades de planejamento: uma proposta para o estado do Piauí com base na dimensão diversidade de ecossistemas. **Publ. avulsas conserv. ecossistemas**, Teresina, n. 18, p. 1-28, set. (Série: Publicações Prévias).

CASTRO, A. A. J. F.; CASTRO, N. M. C. F.; COSTA, J. M.; FARIAS, R. R. S.; MENDES, M. R. A.; ALBINO, R. S.; BARROS, J. S.; OLIVEIRA, M. E. A. (2007). Cerrados marginais do Nordeste e ecótonos associados. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 273-275, jul. (Nota Científica).

CASTRO, A. A. J. F.; FARIAS, R. R. S.; SOUSA, S. R.; COSTA, J. M.; SOUSA, G. M.; ANDRADE, G. C. B.; CASTRO, N. M. C. F. (2008a). Flora dos cerrados marginais do Nordeste e ecótonos associados: FLORACENE. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO CERRADO: Desafios e Estratégias para o Equilíbrio entre Sociedade, Agronegócio e Recursos Naturais, 9; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE SAVANAS TROPICAIS, 2. Brasília, 2008. **Anais...** Planaltina: EMBRAPA Cerrados. 7 p. CD-ROM.

CASTRO, A. A. J. F.; FARIAS, R. R. S.; SOUSA, S. R.; ANDRADE, G. C. B.; SOUSA, G. M.; CASTRO, N. M. C. F. (2008b). FLORACENE: banco de dados dos cerrados marginais do Nordeste e ecótonos associados. In: SIMPÓSIO SOBRE O BIOMA CERRADO: Recuperação, Conservação e Desenvolvimento, 1. Brasília, 2008. **Anais...** Brasília: Centro Brasileiro para Conservação da Natureza e Desenvolvimento Sustentável. 5 p. CD-ROM.

CASTRO, A. A. J. F.; FARIAS, R. R. S. de. (2010). Protocolo de avaliação fitossociológica mínima (PAFM): uma proposta metodológica para o estudo do componente lenhoso da vegetação do Nordeste. In: CASTRO, A. A. J. F.; ARZABE, C.; CASTRO, N. M. C. F. (Orgs.). **Biodiversidade e ecótonos da região setentrional do Piauí**. Teresina: EDUFPI. p. 11-24. (Desenvolvimento e Meio Ambiente, 5).

CASTRO, A. A. J. F. et al. (2010). **Cerrados marginais do Nordeste e ecótonos associados: sítio 10 do PELD (Período 2001/2011)**. Teresina: EDUFPI / Gráfica do POVO, 55 p.

CASTRO, A. A. J. F. (2013). Cerrados do Nordeste do Brasil e Ecótonos Associados: Sítio 10 - Sítio Ecocem. In: MARCELO TABARELLI et al. (eds.). **PELD-CNPq: dez anos do Programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração do Brasil: achados, lições e perspectivas**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, cap.12, p. 297-334.

ENGLER, A.; DIELS, L. (1899). Combretaceae. In: ENGLER, A. **Monographie en Afrikanischer Pflanzen-Familien und Gattur IV**. Combretaceae. Leipzig.

EICHLER, A. G. (1867). Combretaceae. In: MARTIUS, C.F.P.; EICHLER, A. W.; URBAN, I. (eds.). **Flora Brasiliensis**, v. 14, p. 77-128.

EXELL, A.W. (1931). The genera of Combretaceae. **Journal of Botany**, v. 69, p. 113-128.

EXELL, A.W. (1953). The Combretum species of the new world. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 55, p. 130-141.

EXELL, A. W.; STACE, C. A. (1966). Revision of the Combretaceae. **Boletim da Sociedade Broteriana**, Coimbra, v. 40, p. 5-25.

GIULIETTI, A. M.; HARLEY, R. M.; QUEIROZ, L. P.; BARBOSA, M. R. V.; BOCAGE-NETA, A. L.; FIGUEIREDO, M. A. (2002). Espécies endêmicas da caatinga. In: SAMPAIO, E. V. S. B.; GIULIETTI, A. M.; VIRGÍNIO, J.; GAMARRA-ROJAS, C. F. L. **Vegetação & flora da Caatinga. Recife: Associação de Plantas do Nordeste – APNE.** p. 103-118.

FARIAS, R. R. S. (2003). **Florística e fitossociologia em techos de vegetação do Complexo de Campo Maior, Campo Maior, Piauí.** 117 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.

FARIAS, R. R. S.; CASTRO, A.A.J.F. (2004). Fitossociologia de trechos da vegetação do Complexo de Campo Maior, Campo Maior, PI, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, São Paulo, v. 18, p. 949-963.

FORZZA, R. C. et al. (Orgs.). (2010). INSTITUTO DE PESQUISAS JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. **Catálogo de plantas e fungos do Brasil** [online]. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio: Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 871 p. vol. 1.

JOLY, A. B. (2002). **Botânica: introdução à taxonomia.** 13. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, p. 516-517.

LOIOLA, M. I. B.; SALES, M. F. (1996). Estudos taxonômicos do gênero **Combretum** Loefl. (Combretaceae R. Br.) em Pernambuco- Brasil. **Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, v. 34, p. 173-188.

LOIOLA, M.I.B. (1998). Combretaceae. In: SALES, M.F.; MAYO, S. J.; RODAL, M.J.N. (eds.). **Plantas Vasculares das Florestas Serranas de Pernambuco: um checklist da Flora ameaçadas Brejos de Altitude, Pernambuco, Brasil.** Recife, Universidade Federal Rural de Pernambuco. p. 58.

LOIOLA, M. I. B. et al. (2009). Flora da Paraíba, Brasil: Combretaceae. **Acta Botanica Brasileira**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 330-342.

MACHADO, R. B. et al. (2004). **Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro.** Conservation International do Brasil, Brasília.

MARQUETE, N. F. S. et al. (2003). **Terminalia** L. Combretaceae na região Sudeste do Brasil. **Bradea**, Rio de Janeiro, v. 9, p. 99-123.

MARQUETE, N. F. S.; VALENTE, N.M. 2006. Flora da Reserva Ducke, Amazonas, Brasil: Combretaceae. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 56, p. 131-140.

MARTIUS, C. P. F.; EICHLER A. G.; URBAN, I. (Orgs.). (1867). Flora Brasiliensis, enumeratio plantarum de Brasilia, v. 14, p. 2. Monachii, Lipsiae, R. Oldenbourg. Disponível: **www.botanicalillustrations.org** (2014). URL: http://botanicalillustrations.org/species.php?id_species=265983. Acessado em 27 fev 2015.

MARTIUS, C. P. F.; EICHLER A. G.; URBAN, I. (Orgs.). (1867). Flora Brasiliensis, enumeratio plantarum de Brasilia, v. 14, p. 2. Monachii, Lipsiae, R. Oldenbourg. Disponível: [www.botanicalillustrations.org](http://www.botanicalillustrations.org/species.php?id_species=266252) (2014). URL: http://www.botanicalillustrations.org/species.php?id_species=266252. Acessado em 27 fev 2015.

MARTIUS, C. P. F.; EICHLER A. G.; URBAN, I. (Orgs.). (1867). Flora Brasiliensis, enumeratio plantarum de Brasilia, v. 14, p. 2. Monachii, Lipsiae, R. Oldenbourg. Disponível: [www.botanicalillustrations.org](http://www.botanicalillustrations.org/species.php?id_species=1004328) (2014). URL: http://www.botanicalillustrations.org/species.php?id_species=1004328. Acessado em 27 fev 2015.

SOUZA, V. C.; LORENZI, A. (2008). **Botânica Sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III. 3. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum. p. 417-419.

STACE, C. A. (2010). **Combretaceae**: Terminalia and Buchenavia. New York: The New York Botanic Garden Press. p. 59-77. (Flora Neotropical Monograph, 107).

VIEIRA, L. T. (2012). **Padrões de diversidade da flora lenhosa dos cerrados do Nordeste do Brasil**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas. 250 p. Tese (Doutorado em Ecologia). Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2012.

ZAPPI, D. C. (1995). Combretaceae. In: STANNARD, B.L. (ed.). **Flora of the Pico das Almas, Chapada Diamantina, Bahia, Brazil**. Kew, Royal Botanic Gardens, p. 174-175.

As **Publicações Avulsas em Conservação de Ecossistemas**, ISSN **1809-0109**, são publicações seriadas do **Programa de Biodiversidade do Trópico Ecotonal do Nordeste (bioTEN)** do Departamento de Biologia do Centro de Ciências da Natureza da Universidade Federal do Piauí. Contêm exclusivamente trabalhos aprovados por consultores "ad-hoc", com tiragem limitada (mídia impressa), disponibilizados também no weblog (blog): **conservacaodeecossistemas.blogspot.com.br**, distribuídos nos seguintes TEMAS:

Publicações Prévias

Herbário
Projetos de P&PG
Relatórios
Texto para Discussão
Didática
Resumos
Imagens
Metodologia

Consultores que colaboraram com este número:

Mônica Regina Silva de Araújo, Quím., M.Sc., D.Sc.
Gardene Maria de Sousa, Biól., M.Sc., D.Sc.

Citação Bibliográfica:

FARIAS, R. R. S.; CASTRO, A. A. J. F.; LOIOLA, M. I. B.; CHAVES, M. H.; PEREIRA, E. T. V. Botânica (aspectos morfológicos) e distribuição geográfica de três espécies de Combretaceae nos cerrados do Piauí, nordeste do Brasil. **Publ. avulsas conserv. ecossistemas**, Teresina, n.31, p.1-23, nov./2014. (Série: Publicações Prévias). ISSN 1809-0109.

Apoio do Projeto:

Alvos de Biodiversidade (Espécies e Ecossistemas) nas áreas setentrionais e meridionais do Piauí: Cerrados Marginais, Complexo Vegetacional de Campo Maior, Florestas Estacionais de Transição e Ecótonos
(Registro UFPI Nº **CCN-048/2014**)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
Centro de Ciências da Natureza
(CCN) Departamento de Biologia

Programa de Biodiversidade do Trópico Ecotonal do Nordeste (bioTEN)

Laboratório de Biodiversidade do Trópico Ecotonal do Nordeste (LabioTEN)

Bloco I

Campus da Ininga, 64049 550 - Teresina - Piauí - **Brasil**, Fone: +55 (0++86) 3215.5830 / 9425.5056

alberto Jorgecastro@ufpi.edu.br