

# UM BREVE OLHAR SOBRE ALGUMAS PLANTAS MEDICINAIS ANGOLANAS

Dina I.M.D. de Mendonça<sup>\*1</sup>, Rosalina C.S. Mata<sup>2</sup>, N'Soki N. Sebastião<sup>2</sup>, Cristina M.P. Borges<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Materiais Fibrosos e Tecnologias Ambientais – FibEnTech, Universidade da Beira Interior, Covilhã

<sup>2</sup> Departamento de Química, Faculdade de Ciências, Universidade Agostinho Neto, Luanda, Angola  
disabel@ubi.pt

**A glimpse of some Angolan medicinal plants** – *The biodiversity of Angola and a deep-rooted traditional medicine always aroused the interest of researchers over the years. This article discusses the studies made by a group of researchers who have studied more than a dozen African medicinal plants never evaluated before. In this paper we present the studies of the four medicinal plants which showed the best results: Euphorbia conspicua, Eragrostis viscosa, Hymenodictyon floribundum and Tinnea antiscorbutica. Besides the determination of the chemical composition, the antioxidant capacity, peroxide value, molluscicidal, genotoxic, mutagenic and cytotoxic activities have been also studied.*

A biodiversidade de Angola e uma medicina tradicional bem enraizada sempre despertaram o interesse dos investigadores ao longo dos tempos. Este artigo aborda os estudos feitos por um grupo de investigadores que já estudou mais de uma dezena de plantas medicinais africanas nunca antes avaliadas. Neste caso são apresentados os estudos de quatro plantas medicinais com melhores resultados: *Euphorbia conspicua*, *Eragrostis viscosa*, *Hymenodictyon floribundum* e *Tinnea antiscorbutica*. Para além da composição química, foram estudadas: a capacidade antioxidante, valor peróxido, atividades moluscicida, genotóxica, mutagénica e citotóxica.

## INTRODUÇÃO

A flora de Angola desde sempre despertou o interesse de diferentes investigadores pela sua diversidade e também por uma medicina tradicional rica e transversal a todas as etnias angolanas.

Embora no século XVII já fossem conhecidas plantas medicinais de Angola [1], a avaliação científica da flora angolana foi realizada sistematicamente desde o século XIX [2,3] até aos anos 60 do século passado, apesar da adversidade e insegurança das condições. A seguir à independência a investigação prosseguiu mas sem grande continuidade [4,5]. Hoje desenvolvem-se esforços para retomar um estudo sistemático da flora angolana e uma revitalização do Herbário de Luanda integrado na Faculdade de Ciências da Universidade Agostinho Neto, que integra a rede Regional de Biodiversidade da África Austral (SABONET - *Southern Africa Botanic Network*).

Em 1999 o nosso grupo iniciou o estudo de plantas medicinais angolanas, o qual cruza três continentes [6]. Inicialmente o estudo incidiu somente na avaliação química, mas rapidamente se juntaram novos colaboradores que nos permitiram fazer avaliação de bioatividades quer de extratos quer de compostos isolados, tendo este estudo sido apoiado por dois projetos da FCT.

Até hoje foram avaliadas pelo nosso grupo mais de uma dezena de plantas com resultados díspares. De seguida vão ser discutidas as plantas que apresentaram melhores resultados.

## 1. *EUPHORBIA CONSPICUA* N. E. BR.

A *Euphorbia conspicua* N.E.Br. (Euphorbiaceae) é uma árvore suculenta, endémica de Angola da qual os terapeutas tradicionais utilizam o látex para o tratamento das lesões provocadas pela lepra e na dermatite em geral, apesar das suas propriedades irritantes [6,7].

O género *Euphorbia* é o maior da família das eufórbias e é constituído por mais de 1000 espécies. Várias eufórbias foram objeto de estudo uma vez que os terapeutas tradicionais as usam para o tratamento do cancro [8-10]. Outras foram estudadas pelas suas propriedades moluscicidas contra os vetores da esquistossomose, levando ao isolamento das milliaminas da *Euphorbia milli*, que são os compostos com atividade moluscicida mais potente até hoje conhecida [11].

O látex da *Euphorbia conspicua* foi recolhido no Cacucaco, Luanda, e foi depois fracionado nas frações triterpénica, irritante I e II [6]. Partes aéreas da *E. conspicua* foram também colhidas, secas e extraídas sucessivamente em Soxhlet com hexano, tolueno e acetato de etilo. Amostras de látex em bruto e as suas frações assim como os extratos de tolueno e etanol das partes aéreas foram enviadas para os colegas brasileiros para uma avaliação da atividade moluscicida contra *Biomphalaria glabrata*, que é um vetor do *Schistosoma mansoni* responsável pela esquistossomose [7].

Os extratos da parte aérea mostraram-se inativos contra o molusco *Biomphalaria glabrata* a concentrações de 100 µg/mL. No entanto, tanto o látex como as suas frações apre-

sentaram atividades médias a fortes a uma concentração de 10 µg/mL [7]. Todavia o látex era inativo contra as ovas de *B. glabrata*, mas tanto o látex como as duas frações irritantes apresentaram uma toxicidade mediana contra a cercaria do *B. glabrata* a uma concentração de 100 µg/mL, em que numa exposição ao fim de 1 a 2h 50-90% de cercarias estavam no fundo ou imóveis no copo de precipitação [7]. Contudo o efeito do látex da *Euphorbia milli* à mesma concentração e com uma exposição de 4h era fraco. O látex da *E. conspicua* apresentou uma CL<sub>90</sub> de 4,87 µg/mL contra o *B. glabrata* sendo, assim, o látex com menos atividade do género *Euphorbia* [7 e refs. indicadas], no entanto as fases irritantes I e II apresentam uma CL<sub>90</sub> de 0,642 e 0,102 µg/mL enquanto o CL<sub>90</sub> da *Euphorbia milli* era de 0,99 µg/mL [12,13].

A avaliação da toxicidade contra a *Artemia salina* foi realizada para determinar a toxicidade noutras espécies aquáticas. A fração triterpénica não era muito tóxica (CL<sub>90</sub> 104,469 µg/mL), mas as frações irritantes I e II eram altamente tóxicas com CL<sub>90</sub> de 1,850 e 0,315 µg/mL, respetivamente, o que obriga a uma avaliação da toxicidade de todos os potenciais moluscicidas isolados [7].

Uma vez que o látex e as suas frações apresentavam uma forte atividade moluscicida foi realizada a avaliação química das frações triterpénica e irritante II. Foram assim isolados dezasseis compostos: na fração triterpénica, eufol (1), 3β-acetoxieufa-8,24-dieno (2), o novo composto 3β-(*E*)-cinamoileuforbol (3), cembreno-A (4), germacreno-B (5), 3β-acetoxieuforbol (6), 3β-acetoxicicloart-24-eno (7), β-amirina (8), 3β-(*E*)-cinamoil-β-amirina (9), 3β-(*E*)-cinamoiloxieufa-8,24-dieno (10), cicloart-24-en-3β-ol (11), 24-metilenocicloartan-3β-ol (12), boeticol (13), 3β-acetoxi-lofenol (14), colesterol (15) e na fração irritante II o 20-*O*-acetil-3-*O*-angeloilingenol (16) (Figura 1) que foram identificados por comparação de dados experimentais de RMN de <sup>1</sup>H e <sup>13</sup>C [6 e refs. indicadas]. O composto novo foi caracterizado por RMN 1D e 2D assim como por IV e espectrometria de massa de alta resolução [6].

Para os compostos 1-3 e 16 foi avaliada a atividade moluscicida contra o *B. glabrata*. Os compostos 1-3 apresentaram fraca atividade, 1 e 3 provocaram uma mortalidade de 20% enquanto o 2 apresentou uma mortalidade de 40% a uma concentração de 100 µg/mL. O composto 16 apresentou uma CL<sub>100</sub> de 1 µg/mL, que é equivalente à do

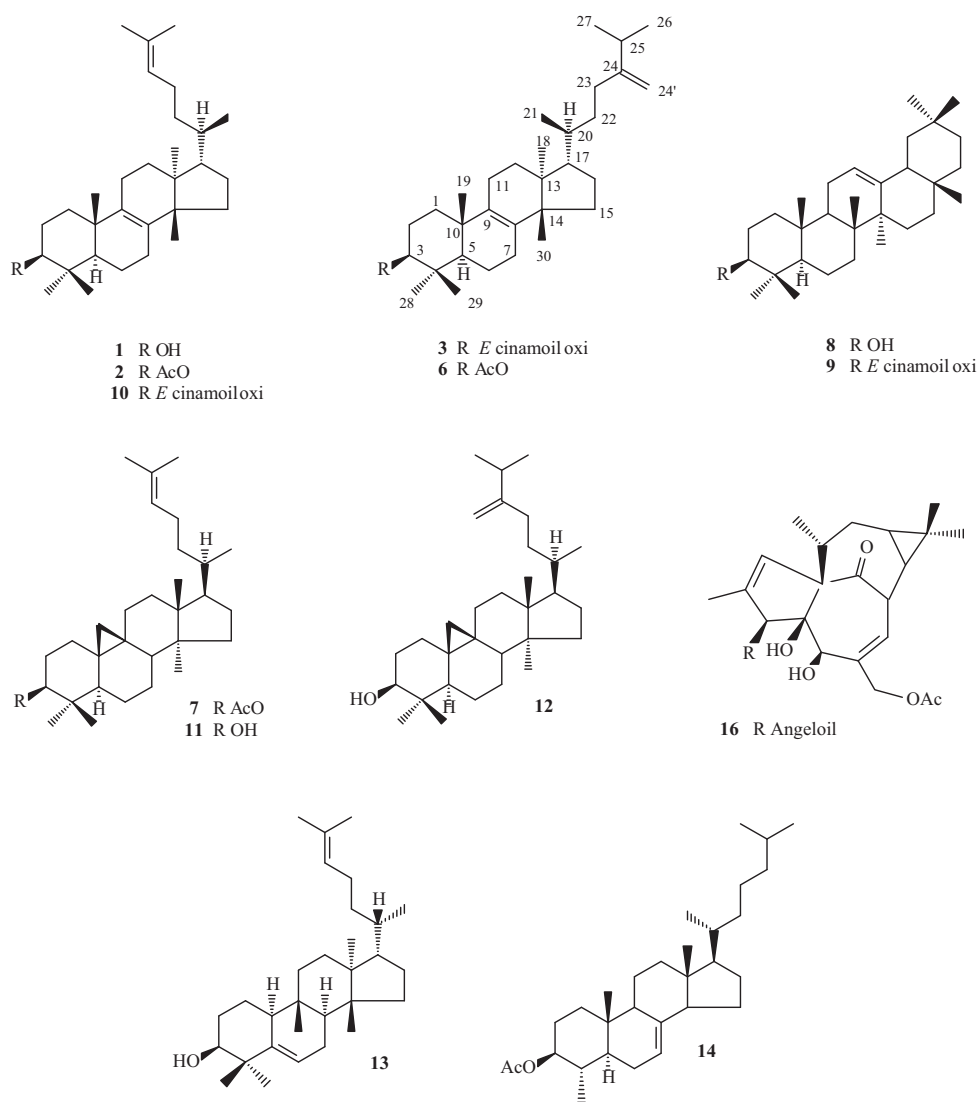


Figura 1 – Estruturas químicas de vários compostos isolados na *Euphorbia conspicua*

composto sintético comercial niclosamida ( $CL_{100}$  1,5  $\mu\text{g/mL}$ ) usado comercialmente para o controle dos moluscos. O composto **16** apresentou uma atividade dependente da dose e um efeito contínuo nos moluscos adultos depois de uma exposição durante 24h. Apesar de apresentar esta atividade o composto **16** era completamente inativo contra os ovos do *B. glabrata* [6].

O novo composto **3** 3 $\beta$ -(*E*)-cinamoileuforbol foi submetido a testes de mutagenicidade (teste de Ames com as estirpes de *Salmonella typhimurium* TA 98, 100 e 102) na presença e ausência de ativação metabólica (mistura S9). Foram também realizados os ensaios de citotoxicidade (teste do MTT) e genotoxicidade (teste dos micronúcleos, CBMN) com e sem mistura S9, em células V79 de hamster chinês. O teste de Ames revelou que o composto não é mutagênico para as estirpes testadas até uma dose de 250  $\mu\text{g}$  por placa [6]. A indução de micronúcleos em células de hamster chinês (V79) foi realizada até concentrações de 100  $\mu\text{g/mL}$  e não relevou um aumento significativo comparado com o controle negativo (dose zero) na presença ou ausência de S9. Quanto à viabilidade das células de hamster chinês (V79) os testes apenas apresentaram uma ligeira diminuição a 250  $\mu\text{g}$  por placa [6]. Pode-se assim concluir que o composto **3** não apresenta atividade mutagênica ou genotóxica e uma fraca a nula citotoxicidade o que permite afirmar que este composto não apresenta riscos quanto a um futuro uso como composto bioativo [6].

## 2. *ERAGROSTIS VISCOSA* (RETZ.) TRIN

O gênero *Eragrostis* pertence à tribo Eragrostoideae da família Poaceae. Este gênero é maioritariamente constituído por ervas com valor nutritivo que as populações locais usam geralmente como forragem fresca para alimentar o gado [14,15]. No entanto a *Eragrostis viscosa* (Retz.) Trin. é considerada venenosa e o gado recusa-se a comê-la e na medicina tradicional é utilizada para envenenar cobras [16]. Dentro do gênero *Eragrostis* existem espécies importantes que são utilizadas como forragem tal como a *E. nigra*, *E. tef* e *E. curvula*. Os estudos realizados sobre estas espécies concentram-se no valor nutritivo da forragem não se debruçando sobre a composição química das mesmas, existindo apenas dois artigos que abordam a composição química da *E. ferrugínea* [17,18].

A singularidade da *E. viscosa* dentro do seu gênero despertou a atenção do nosso grupo pelo que a planta foi recolhida no sopé da Serra do Cristo Rei, Huíla, tendo sido seca e extraída, num Soxhlet, com hexano. O extrato de hexano descerado foi fracionado levando ao isolamento de quatro labdanos com um novo anel 8 $\alpha$ ,15-epoxi: ácido 8 $\alpha$ ,15-epoxilabdan-16 $\beta$ -oico (**17**), 8 $\alpha$ ,15-epoxi-16-norlabdan-13-ona (**18**); 8 $\alpha$ ,15-epoxi-16-norlabdano (**19**) e 16-acetoxi-8 $\alpha$ ,15-epoxilabdano (**20**) assim como um composto já conhecido, a ambreinolida (**21**) (Figura 2) [16]. Os compostos novos foram caracterizados usando IV, RMN de  $^1\text{H}$  e  $^{13}\text{C}$ ,

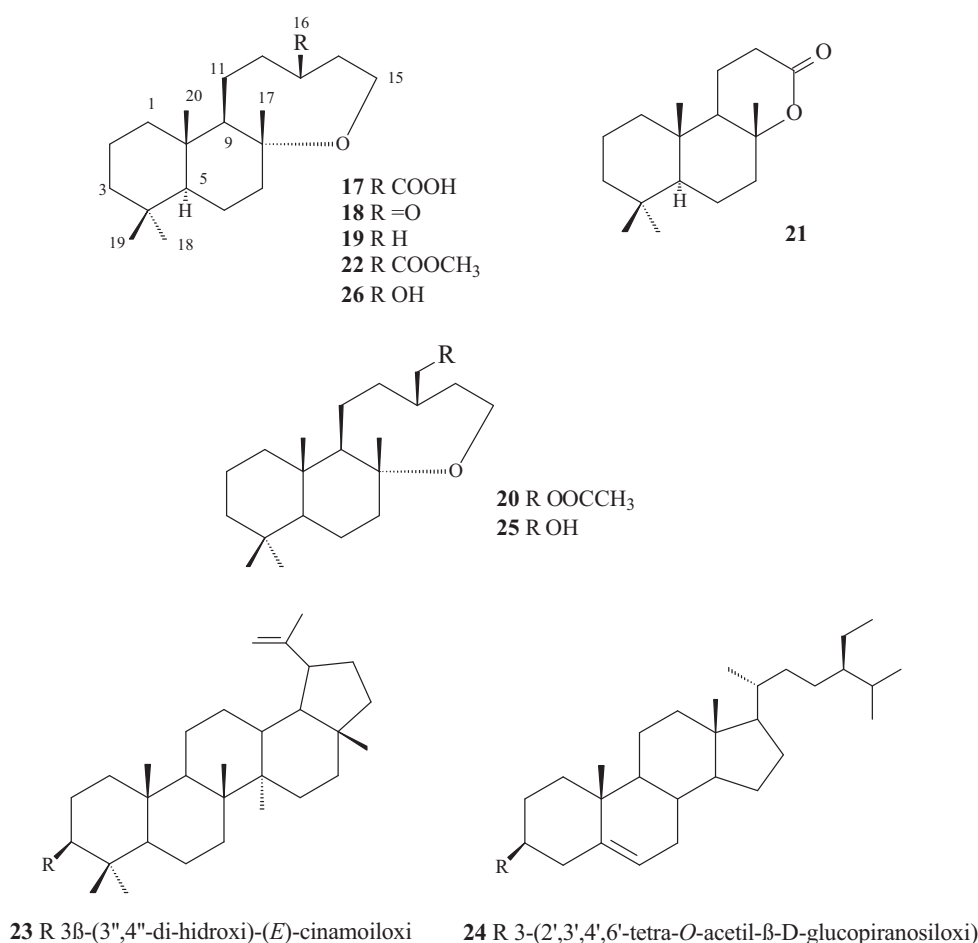
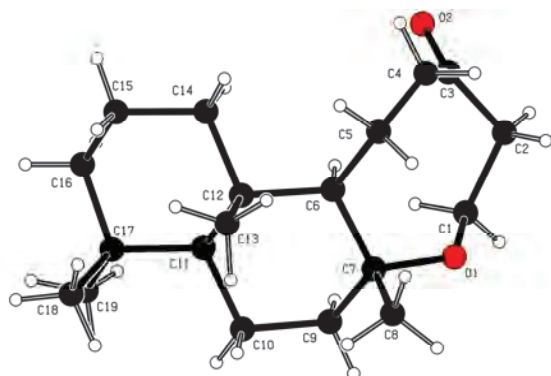


Figura 2 – Estruturas químicas dos compostos isolados na *Eragrostis viscosa*

RMN 2D, espectrometria de massa de alta resolução e análise de raios X do composto (**18**) (Figura 3), sendo a ambreinolida identificada por comparação com a literatura [16 e refs. indicadas]. Esta foi a primeira vez que foi isolado um anel epóxido com oito membros e, geralmente, a ligação epóxido encontra-se entre C-8 e C-13 ou C-9 e C13 [19-23].



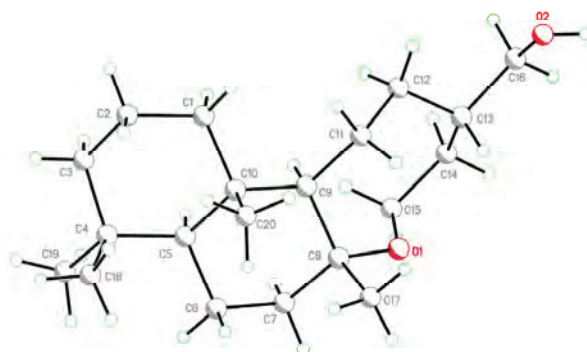
**Figura 3** – Estrutura molecular gerada por análise de raios X do composto **18** (numeração de raios X)

O extrato descerado de hexano foi testado em relação à sua atividade moluscicida contra o *Biomphalaria glabrata* tendo apresentado uma atividade moderada, 51,6% de mortalidade a 100 µg/mL. A toxicidade contra a *Artemia salina* é menor que 50% a 1000 µg/mL pelo qual se pode considerar o extrato não tóxico [16]. O composto **17** foi testado em relação à sua mutagenicidade e os resultados demonstram que até doses de 1000 µg por placa o composto não é mutagênico para as estirpes de *Salmonella typhimurium* TA 98, TA 100, TA 102 e TA 104 na presença ou ausência de ativação metabólica. Foi também testada a genotoxicidade do composto **17** (teste das aberrações cromossômicas), em células V79 de hamster chinês, não apresentando o composto qualquer atividade clastogênica até doses de 100 µg/mL, o que aponta para um uso relativamente seguro como composto bioativo [16].

O trabalho anterior sobre *E. conspicua* foi realizado a partir de um extrato obtido a quente. Sabe-se que a extração a quente pode criar artefactos de extração pelo que se levantou a questão se o anel 8α,15-epoxi não seria um artefacto da extração. Por esta razão foi realizada uma nova recolha nos arredores do Lubango, Huíla. Desta vez as partes aéreas secas da *E. conspicua* foram divididas em duas amostras que sofreram tratamento diferente. A primeira amostra foi extraída, num Soxhlet, sucessivamente com hexano, tolueno e acetato de etilo obtendo os correspondentes extratos; a segunda amostra foi colocada em maceração em diclorometano obtendo-se o extrato bruto de diclorometano que foi posteriormente descerado com metanol [24].

No extrato de tolueno foram isolados os seguintes compostos: 8α,15-epoxilabdan-16β-oato de metilo (**22**), 8α,15-epoxi-16-norlabdan-13-ona (**18**), ácido 8α,15-epoxilabdan-16β-oico (**17**), 3β-(3'',4''-di-hidroxi)-(E)-cinamoiloxilup-20(29)-eno (**23**), 3-(2',3',4',6'-tetra-O-acetil-β-D-glucopiranosiloxi)-β-sitosterol (**24**). Do extrato descerado de diclorometano foram obtidos o

16-acetoxi-8α,15-epoxilabdan (**20**), 8α,15-epoxi-16-norlabdan-13-ona (**18**), ácido 8α,15-epoxilabdan-16β-oico (**17**), 8α,15-epoxilabdan-16β-ol (**25**) e o 8α,15-epoxi-16-norlabdan-13β-ol (**26**) (Figura 2). Os compostos novos (**22**, **25** e **26**) foram caracterizados usando IV, RMN de <sup>1</sup>H e <sup>13</sup>C, RMN 2D, espectrometria de massa de alta resolução e análise de raios X do composto (**25**) (Figura 4). Os compostos conhecidos foram identificados por comparação com a literatura [24 e refs. indicadas]. O isolamento em extratos obtidos a quente e a frio de 8α,15-epoxilabdano prova que este tipo de esqueleto não é um artefacto da extração [24].



**Figura 4** – Estrutura molecular gerada por análise de raios X do composto **25**

A genotoxicidade da *E. viscosa*, particularmente dos compostos **18**, **20** e **25** foi realizada usando como marcador de citotoxicidade o teste do MTT (brometo de [3-(4,5-dimetiltiazol-2-il)-2,5-difeniltetrazólio]), a avaliação dos danos citogenéticos foi realizada através do teste dos micronúcleos em células V79 de hamster chinês e realizou-se o teste de Ames para investigar a potencial mutagenicidade. Em alguns extratos da *E. viscosa* foi aferida a capacidade antioxidante, o valor peróxido e a quantidade de fenóis totais [24].

A análise da genotoxicidade, determinada pela indução de micronúcleos, destes compostos não apresentou um aumento estatisticamente significativo da sua genotoxicidade. Não foi detetada atividade mutagénica, pelo teste de Ames, em todas as estirpes testadas (TA 98, TA 100 e TA 102) e na presença ou ausência de mistura S9. A citotoxicidade foi testada pelo ensaio do MTT em células V79 e, à concentração mais baixa, o composto mais citotóxico era o **25** com menos 50% de viabilidade celular a 25 µg por poço. À concentração mais alta testada (250 µg por poço), a viabilidade celular de todos os compostos encontrava-se abaixo de 9% sendo o composto **20** o mais citotóxico de todos. Contudo, no teste dos micronúcleos, nenhum dos compostos testados, em células V79, era genotóxico às concentrações testadas, indicando que aparentemente não é a genotoxicidade a responsável pela sua citotoxicidade [24].

Os extratos de hexano obtidos a partir das duas recolhas diferentes, o extrato de diclorometano e o de acetato de etilo da *E. viscosa* foram testados pelos métodos do DPPH (radical livre 2,2-difenil-1-picril-hidrazil) e do ABTS (ácido 2,2'-azinobis-(3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico)) para determinar as suas capacidades antioxidantes. Os valores

peróxido e a quantidade de fenóis totais foram também determinados. Os extratos apresentaram uma capacidade antioxidante muito baixa em relação ao padrão (solução de Trolox® 0,05 mg/mL). O extrato de acetato de etilo apresentou a maior quantidade de fenóis totais  $138,66 \pm 0,01$  equivalentes de ácido gálico, em mg/g de extrato seco. O valor peróxido foi obtido utilizando óleo de girassol que foi submetido a aquecimento. Depois do oitavo dia o valor peróxido do óleo de girassol era de  $105,13 \pm 6,07$  meq  $O_2$ /kg de óleo. Todavia, na presença dos extratos de diclorometano e acetato de etilo este valor diminuiu para  $83,70 \pm 0,12$  meq  $O_2$ /kg de óleo e  $74,13 \pm 0,09$  meq  $O_2$ /kg de óleo, respetivamente, demonstrando que estes extratos são efetivos na proteção do óleo de girassol da oxidação [24].

Os resultados da atividade citotóxica dos compostos **18**, **20** e **25** indicam que todos os  $8\alpha,15$ -epoxilabdanos isolados devem ser avaliados. Devem ser feitos testes com diferentes linhas celulares tumorais para determinar se serão ativos em relação a essas linhas.

### 3. *HYMENODICTYON FLORIBUNDUM* B.L. ROB

O género *Hymenodictyon* é composto por vinte e duas espécies. Destas, onze são endêmicas de Madagáscar, quatro da Ásia e sete da África tropical [25]. O *Hymenodictyon floribundum* B.L. Rob. (Rubiaceae), endêmico da África tropical, é uma árvore pequena que cresce nas montanhas da província da Huíla e o seu nome tradicional é NDambi Yov`olwi, (omu)Lia-tyimeme. A casca desta árvore é usada na medicina tradicional angolana para tratar a febre [5]. A casca da *H. floribundum* já tinha sido estudada tendo sido isolado como composto maioritário a escopoletina assim como himeselsina, escopolina e 3-O- $\beta$ -D-glucopiranosil- $\beta$ -sitosterol [26]. Depois de uma cuidada revisão bibliográfica verificou-se que não tinham sido estudadas outras partes do *H. floribundum*.

Perante este resultado de pesquisa foi considerado que seria importante investigar exemplares da *H. floribundum* de Angola, pois as plantas reportadas na literatura [26] foram recolhidas nos Camarões, sendo por isso interessante a comparação da composição química entre espécies recolhidas em regiões diferentes. Assim, foram recolhidas folhas e casca da *H. floribundum* na cascata da Comuna da Huíla, província da Huíla. As folhas foram secas e a casca foi triturada, sendo ambas maceradas em metanol. Os extratos de metanol foram extraídos sucessivamente com hexano e clorofórmio. A lupenona (**27**) foi isolada do extrato de hexano das cascas e, por sua vez, o extrato de clorofórmio continha escopoletina (**28**). Do extrato de clorofórmio das folhas foram isolados os seguintes compostos: floribundano A (**29**), 4,5-di-hidroblumenol A (**30**) e o floribundano B (**31**) (Figura 5). Os compostos novos (**29**, **31**) foram caracterizados usando IV, RMN de  $^1H$  e  $^{13}C$ , RMN 2D e espectrometria de massa de alta resolução. Os compostos conhecidos foram identificados por comparação com a literatura [27 e refs. indicadas].

A composição da casca revelou-se idêntica à da espécie dos Camarões, com o isolamento de uma grande quanti-

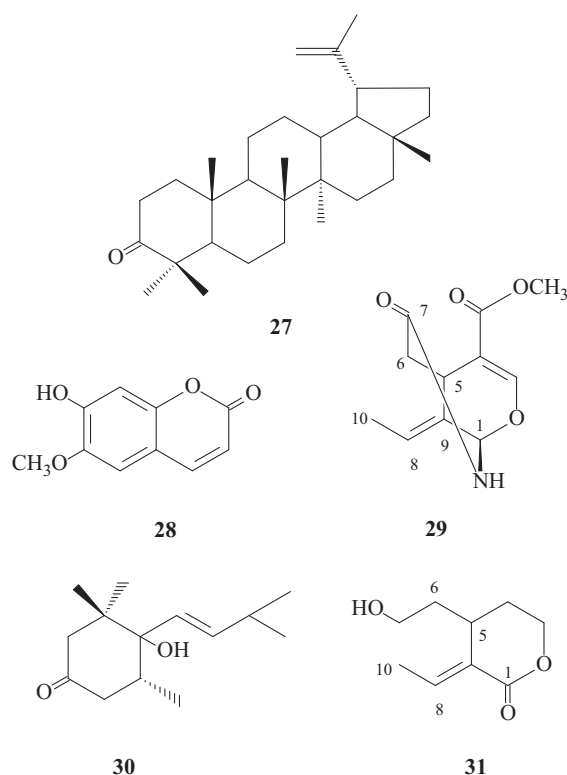


Figura 5 – Estruturas químicas dos compostos isolados na *Hymenodictyon floribundum*

dade de escopoletina (30 g). Em relação às folhas, como já foi referido, não existe qualquer estudo da composição química. Uma revisão da literatura permitiu-nos concluir que é a primeira vez que são isolados iridoides no género *Hymenodictyon* [27e refs. indicadas]. Os dois compostos novos são seco-iridoides embora com uma estrutura relativamente diferente. O floribundano A é um alcaloide iridoide<sup>1</sup> e também o primeiro destes alcaloides com uma substituição C-1(N)O-2 em que o nitrogénio é um substituinte do carbono 1 do esqueleto, e não a conhecida dos outros alcaloides iridoides isolados que é uma substituição (N-2), apresentando também um anel 1,7- $\delta$ -lactama *trans*-fundido [27]. Este tipo de anel foi unicamente isolado sob a forma de um hemiacetal chamado isoswerosido, nas raízes da *Sambucus ebulus* L [32].

O floribundano B tem algumas semelhanças com o floribundano A, apresentando ambos o anel A aberto como 7,8-secoiridoide. As diferenças encontram-se no anel B e na ausência de nitrogénio na molécula. As alterações no anel B estão de acordo com um anel  $\delta$ -lactona de derivados de iridoides C-9 [33,34] e seco-iridoides, mas tanto quanto se sabe é a primeira vez que é isolado um derivado C-9 7,8-secoiridoide [33-38].

### 4. *TINNEA ANTISCORBUTICA* WELV

O género *Tinnea* pertence à família Labiatea Juss. [5] e é composta por dezanove espécies existentes unicamente

<sup>1</sup> São conhecidos muito poucos alcaloides iridoides, compostos com esqueleto iridoide que contém um átomo de nitrogénio no esqueleto carbonado, isolados de fontes naturais [28-31].



em África. Originalmente presente no norte de Angola, na província do Kuanza Norte (região de Dembos) a *Tinnea antiscorbutica* Welw., que é tradicionalmente chamada “Tete-Mbula”, é um pequeno arbusto que pode ser recolhido em várias regiões de Angola e é usado na medicina tradicional para tratar o escorbuto [5]. Na literatura não se encontra descrito nenhum estudo químico do género *Tinnea*, encontrando-se apenas a indicação de que a *T. barbata* é utilizada como arbusto para jardins [39].

A ausência de estudos químicos dentro do género despertou a atenção do nosso grupo pelo que as partes aéreas da *T. antiscorbutica* foram recolhidas na estrada da Chibia na Comuna da Huíla, província da Huíla. As partes aéreas foram secas e maceradas em metanol obtendo-se o extrato de metanol. De seguida esse extrato foi extraído sucessivamente com hexano, clorofórmio e acetato de etilo. Na fração de hexano foram isolados o glutinol (32), friedelina (33) e antiscorbuticano A (34). O fracionamento da fração de clorofórmio permitiu obter 5,7-di-hidroxiflavanona (35) e 5-hidroxi-3,6,7,4'-tetrametoxiflavona (36) 5-hidroxi-3,6,7,3',4'-pentametoxiflavona (37), 5,4'-di-hidroxi-3,6,7,3'-tetrametoxiflavona (38), antiscorbuticano B (39) e 5,3',4'-tri-hidroxi-3,6,7-trimetoxiflavona (40). Da fração de acetato de etilo foi isolado o antiscorbuticano C (41) (Figura 6). Os compostos 34, 39 e 41 são compostos novos com esqueleto *neo-clerodano* substituído (Figura 6) [40] e foram caracterizados usando IV, RMN de  $^1\text{H}$  e  $^{13}\text{C}$ , RMN 2D e espectrometria de massa de alta resolução. Os compostos conhecidos foram identificados por comparação com a literatura [40 e refs. indicadas].

Devido às quantidades de compostos obtidas, só ao antiscorbuticano B (39) foi possível realizar testes de atividade biológica, nomeadamente o teste do MTT usando-o como marcador de citotoxicidade. A avaliação dos danos citogénéticos foi realizada através do teste dos micronúcleos em células V79 de hamster chinês. Realizou-se, ainda, o teste de Ames para investigar a potencial mutagenicidade do composto [40]. Em relação aos potenciais danos genéticos induzidos pelo composto 39, não se encontrou evidência de atividade mutagénica até doses de 250  $\mu\text{g}$  por placa (teste de Ames); este composto também não induz micronúcleos na linha de células V79 até doses de 100  $\mu\text{g/mL}$  [40]. Além disso o composto 39 não apresenta citotoxicidade às doses testadas. Estes resultados permitem esperar que este composto possa ser usado como composto bioativo com segurança.

Este estudo permite concluir que ainda só foi aflorado o potencial das plantas medicinais angolanas e que muito há para investigar quer ao nível da composição química, quer na avaliação das atividades biológicas.

#### AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi parcialmente financiado pelos projetos POCTI/QUI/39380/2001 e FCOMP-01-0124-FEDER-007430 da Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) com financiamento FEDER e o Centro de Investigação Materiais Fibrosos e Tecnologias Ambientais – FibEnTech.

#### REFERÊNCIAS

- [1] C. Belo, *Jornal do médico*, **9** (1947) 383-385.
- [2] F. Welwitsch, “Apontamentos Fito-geográficos sobre a Flora da Província de Angola na Africa Equinocial”, In *Anais do Conselho Ultramarino*, Lisboa, 1858
- [3] J.A.O Anchieta, “Relações de Botânica (1877-1882), In A.A.B. de Andrade, “O Naturalista José de Anchieta”, Instituto de Investigação Científica Tropical, Lisboa, 1985
- [4] M.B. Van-Dúnem, “Medicamentos ao Alcance de Todos: Plantas Medicinais Angolanas”, Cooperação Portuguesa, Embaixada de Portugal, Luanda, 1994
- [5] E. Bossard, “La Medicine Traditionnelle au Centre et a L'Ouest de L'Angola”, Instituto de Investigação Científica Tropical, Lisboa, 1996
- [6] R.C.S. Mata, D.I.M.D. de Mendonça, L. Vieira, A.F. dos Santos, L.A. da Silva, J.F. Gaspar, C. Martins, J. Rueff, A.E.G. Sant'Ana, *J. Braz. Chem. Soc.* **22** (2011) 1880-1887
- [7] A.F. dos Santos, L.A. Lopes, R.C.S. Mata, D.I.M.D. de Mendonça, A.E.G. Sant'Ana, *Bioresour. Technol.* **98** (2007) 135-139

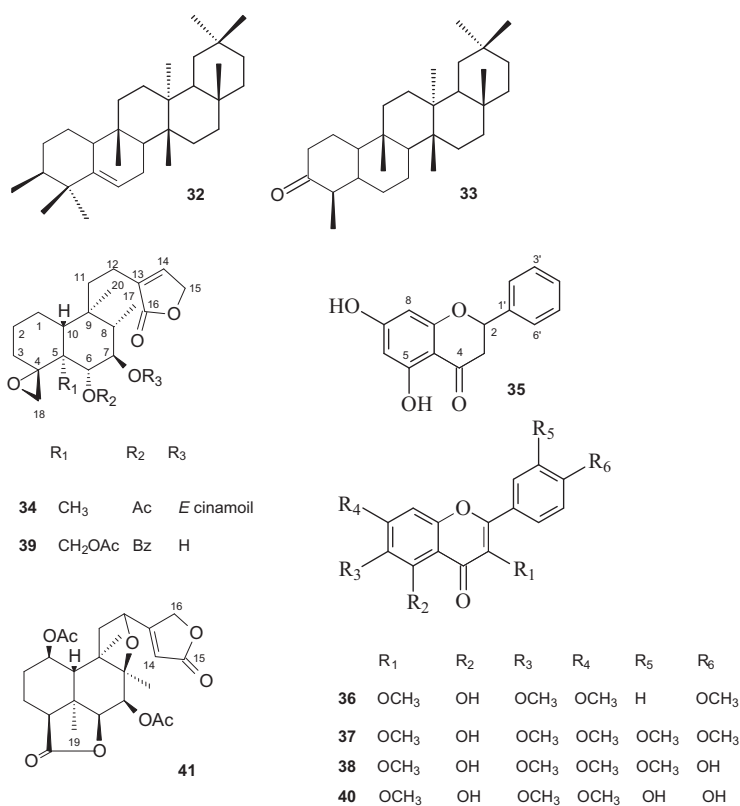


Figura 6 – Estruturas químicas dos compostos isolados na *Tinnea antiscorbutica*

## LISTA DE ABREVIATURAS

ABTS	ácido 2,2'-azinobis-(3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico)
CBMN	<i>Cytokinesis-block micronucleus assay</i> – Teste dos micronúcleos
CL <sub>90</sub>	Concentração letal que permite matar 90% de uma população teste
CL <sub>100</sub>	Concentração letal que permite matar 100% de uma população teste
DPPH	Radical livre 2,2-difenil-1-picril-hidrazil
IV	Espectroscopia de infravermelho
MTT	Brometo de [3-(4,5-dimetiltiazol-2-il)-2,5-difeniltetrazólio]
RMN de <sup>1</sup> H	Ressonância magnética nuclear de próton
RMN de <sup>13</sup> C	Ressonância magnética nuclear de carbono-13
RMN 1D	Ressonância magnética nuclear a uma dimensão
RMN 2D	Ressonância magnética nuclear a duas dimensões
S9	Fração de fígado de rato
SABONET	<i>Southern Africa Botanic Network</i>
V79	Fibroblastos de pulmão de hamster chinês

- [8] B. Uemura, C. Katayama, E. Luno, K. Sasaki, Y. Hirata, *Tetrahedron Lett.* **21** (1975) 1703-1706
- [9] G. Appendino, S. Jakupovic, C.G. Tron, J. Jakupovic, V. Milon, M. Ballero, *J. Nat. Prod.* **61** (1998) 749-759
- [10] J.M. Alberto, J.F. Sanz-Cervera, Y. Alberto, J. Jakupovic, *J. Nat. Prod.* **62** (1999) 110-113
- [11] E. Hecker, *Pure Appl. Chem.* **49** (1977) 1423-1431
- [12] M.C. Vasconcellos, V.T. Schall, *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* **81** (1986) 475-476
- [13] D.F. Baptista, M.C. Vasconcellos, F.E. Lopes, I.P. Silva, V.T. Schall, *SE Asian J. Trop. Med. Public Health* **25** (1994) 419-424
- [14] A.P. Tulloch, *Phytochemistry* **21** (1982) 661-664
- [15] C.S. Pant, K.S. Dhami, *Asian J. Chem.* **15** (2003) 225-228
- [16] N'S.N. Sebastião, I.J.S. Cordeiro, A.F. dos Santos, J. F. Gaspar, C. Martins, J. Rueff, C. Diakanamwa, A.E.G. Sant'Ana, D.I.M.D. de Mendonça, *Phytochemistry* **71** (2010) 798-803
- [17] K. Nishiya, T. Kimura, K. Takeya, H. Itokawa, S.R. Lee, *Phytochemistry* **30** (1991) 2410-2411
- [18] C.S. Na, S.S. Hong, Y-H. Choi, Y.H. Lee, S.H. Hong, J-Y. Lim, B.H. Kang, S-Y. Park, D. Lee, *Arch. Pharm. Res.* **33** (2010) 999-1003
- [19] G. Ziegler, G. Spiteller, *Flavour Fragr. J.* **7** (1992) 141-145
- [20] C.R. Carreras, J. Rodriguez, H.J. Silva, P. Rassomandi, O.S. Giordano, E. Guerreiro, *Phytochemistry* **41** (1996) 473-475
- [21] P.P. Mebe, *Phytochemistry* **57** (2001) 537-541
- [22] M.I. Ybarra, S. Popich, S.A. Borkosky, Y. Asakawa, A. Bardón, *J. Nat. Prod.* **68** (2005) 554-558
- [23] C. Argyropoulou, A. Karioti, H. Skaltsa, *Phytochemistry* **70** (2009) 635-640
- [24] N'S.N. Sebastião, N. Fernandes, L. Vieira, A.J.G. Mendonça, J.F. Gaspar, C. Martins, J. Rueff, C. Diakanamwa, D.I.M.D. de Mendonça, *J. Braz. Chem. Soc.* **23** (2012) 1940-1950
- [25] S.G. Razafimandimbison, B. Bremer, *Bot. J. Linn. Soc.* **152** (2006) 331-386
- [26] A.C. Mitaine-Offer, L.A.; Tapondjou, J.D. Djoukeng, H. Bouda, M.A.; Lacaille-Dubois, *Biochem. Syst. Ecol.* **31** (2003) 227-228
- [27] C.M.P. Borges, C. Diakanamwa, D.I.M.D. de Mendonça, *J. Braz. Chem. Soc.* **21** (2010) 1121-1125
- [28] K. Machida, R. Onodera, K. Furuta, M. Kikuchi, *Chem. Pharm. Bull.* **46** (1998) 1295-1300
- [29] G. Bringmann, A. Hamm, J. Kraus, M. Ochse, A. Noureldeen, D.N. Jumbam, *Eur. J. Org. Chem.* (2001) 1983-1987
- [30] B.F. Juma, R.R.T. Majinda, *Nat. Prod. Res.* **21** (2007) 121-125
- [31] M. Ono, N. Ishimatsu, C. Masouka, H. Yoshimitsu, R. Tsuchihashi, M. Okawa, J. Kinjo, T. Ikeda, T. Nohara, *Chem. Pharm. Bull.* **55** (2007) 632-634
- [32] G.A. Gross, O. Sticher, *Helv. Chim. Acta* **69** (1986) 1113-1119
- [33] M. Ono, Y. Ito, S. Kubo, T. Nohara, *Chem. Pharm. Bull.* **45** (1997) 1094-1096

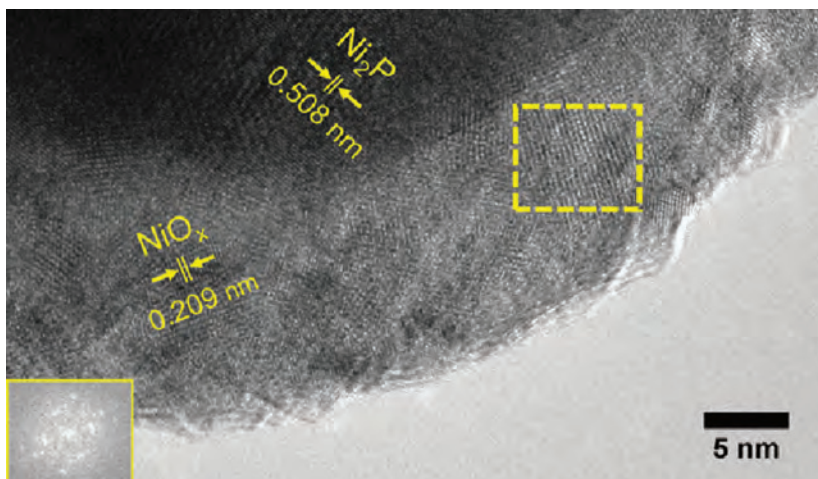
- [34] T.C. dos Santos, J. Schripsema, F.D. Monache, S.G. Leitão, *J. Braz. Chem. Soc.* **12** (2001) 763-766
- [35] Y.G. Gouda, A.M. Abdel-baky, F.M. Darwish, K.M. Mohamed, R. Kasai, K. Yamasaki, *Phytochemistry* **63** (2003) 887-892
- [36] K. Machida, M. Ando, Y. Yaoita, R. Kakuda, M. Kikuchi, *Chem. Pharm. Bull.* **49** (2001) 732-736
- [37] G.B. Marini-Bettolo, M. Nicoletti, I. Messana, M. Patamia, G. Galeffi, J.U. Oguakwa, G. Portalone, A. Vaciago, *Tetrahedron* **39** (1983) 323-329
- [38] M.G. Valladares, M.Y. Rios, *J. Nat. Prod.* **70** (2007) 100-102
- [39] <http://www.plantzafrica.com/planttuv/tinneabar.htm> (South African National Biodiversity Institute, acessado a 05-07-2015)
- [40] C.M.P. Borges, D.I.M.D. de Mendonça, S.C.S. Pinheiro, L. Vieira, A.J.G. Mendonça, J.F. Gaspar, C. Martins, C. Diakanawma, J. Rueff, *J. Braz. Chem. Soc.* **24** (2013) 1950-1956

## ACTUALIDADES CIENTÍFICAS

## CATALISADOR EFICIENTE PARA A ELECTRÓLISE DA ÁGUA

Investigadores na Suíça mostraram que um catalisador de níquel, capaz de promover a libertação de hidrogénio a partir da água, pode gerar também oxigénio a baixos sobrepotenciais em solução alcalina. Este comportamento bifuncional pode ser importante na demanda por tecnologias que permitam o uso de combustíveis baratos e sustentáveis para as necessidades futuras de energia.

A electrólise da água, com libertação de hidrogénio e oxigénio, tem sido estudada como potencial fonte eficiente de energia renovável. No entanto, ambos os processos redox necessitam de catalisadores para que os processos ocorram a velocidades consentâneas com uma aplicação prática. Daí que o desenvolvimento de electrocatalisadores eficientes para a electrólise da água continua a atrair grande atenção na comunidade científica. Geralmente, é necessário um catalisador para a redução e outro diferente para a oxidação, o que aumenta a complexidade de um sistema para aplicação prática uma vez que ambos os processos necessitam de ser optimizados e convenientemente integrados num dispositivo. Apesar de existirem catalisadores dedicados capazes de promover, separadamente, as reacções envolvidas, são raros os catalisadores que conseguem catalisar simultaneamente e de forma eficiente ambos os processos redox.



Recentemente, o grupo do investigador Xile Hu, do Instituto Federal Suíço de Tecnologia de Lausanne, mostrou que o catalisador  $\text{Ni}_2\text{P}$ , conhecido por promover eficientemente a redução da água, pode funcionar também como um catalisador eficiente para a reacção de oxidação. Foram obtidas densidades de corrente de  $10 \text{ mA/cm}^2$  a um sobrepotencial de apenas 290 mV numa solução de KOH 1M, cujos resultados são melhores aos mostrados por outros catalisadores já conhecidos. Segundo os autores, a elevada actividade é atribuída à formação *in situ*, nas condições usadas, de um sistema catalítico de  $\text{Ni}_2\text{P}/\text{NiO}_x$ .

Charles Dismukes e Anders Laursen, especialistas na área da electrólise catalítica da água, referiram que “a facilidade de síntese e as propriedades catalíticas bifuncionais demonstradas pelo catalisador estudado são promissores para uma futura aplicação desta tecnologia para obtenção de combustível sustentável.

(adaptado de “Single catalyst simplifies water splitting”, <http://www.rsc.org/chemistryworld/2015/06/single-catalyst-simplifies-water-splitting-nickel-phosphide>; L.-A. Stern, L. Feng, F. Song, X. Hu, *Energy Environ. Sci.* (2015) DOI: 10.1039/c5ee01155h)

**Paulo Mendes**  
(pjgm@uevora.pt)

