



Universidade  
Estadual de Goiás



MESTRADO EM CIÊNCIAS  
MOLECULARES

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS

CÂMPUS ANÁPOLIS DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM CIÊNCIAS  
MOLECULARES

MARCOS WILLIAN FRANCELINO GOMES

**FLAVONOIDES O-GLICOSILADOS DE *Erythroxylum campestre*, A. St. Hil  
(Erythroxylaceae)**

Anápolis – GO  
2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS  
CÂMPUS ANÁPOLIS DE CIÊNCIAS EXATAS E  
TECNOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM  
CIÊNCIAS MOLECULARES

**FLAVONOIDES O-GLICOSILADOS DE**  
***Erythroxylum campestre*, A. St. Hil**  
**(Erythroxylaceae)**

**MARCOS WILLIAN FRANCELINO GOMES**

Anápolis – GO  
2018

MARCOS WILLIAN FRANCELINO GOMES

**FLAVONOIDES O-GLICOSILADOS DE**  
***Erythroxylum campestre*, A. St. Hil**  
**(Erythroxylaceae)**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto sensu* em Ciências Moleculares da Universidade Estadual de Goiás como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Moleculares.

Área de concentração: Química

Orientador: Dr. Antônio Carlos Severo Menezes

Anápolis – GO

2018

FLAVONOIDES O-GLICOSILADOS DE *Erythroxylum campestre* A.ST.-HILL.  
(ERYTHROXYLACEAE)

MARCOS WILLIAN FRANCELINO GOMES

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Ciências Moleculares do Câmpus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas Henrique Santilo, da Universidade Estadual de Goiás, apresentada como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Ciências Moleculares.

Aprovada em 30/11/2018 por:

  
Prof. Dr. Antônio Carlos Severo Marizzes (Orientador/UEG)

  
Profa. Dra. Maísa Borges Costa (UEG)

  
Profa. Dra. Joelma Abadia Marciano (UEG)

*À IMACULADA dedico este trabalho.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por me manter firme e perseverante neste trabalho;

Ao professor Dr. Antônio Carlos Severo Menezes pela oportunidade, disponibilidade e orientação prestada;

A professora Dra. Giuliana Muniz Vila Verde, por todo apoio oferecido e pela coorientação;

A professora Dra. Marilene Silva Oliveira, pela preciosa e valiosa colaboração nos processos cromatográficos;

Aos professores e funcionários da Universidade Estadual de Goiás pelo crescimento intelectual e pessoal proporcionado, sobretudo as senhoras Ediléia Mávia Rezende Silva (secretaria do Programa de Pós-Graduação Ciências Moleculares) Eliete Feitosa Lima Fernandes (secretaria do Programa de Pós-Graduação ), Denise Henrique de Souza (auxiliar de serviços gerais), e Divina Leila dos Santos (secretaria do Programa de Pós-Graduação ), pelos cafés, animação e motivação proporcionada;

Ao Instituto de Química da Universidade Federal de Goiás, pela colaboração na realização dos experimentos de EM e RMN  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$ , 2D.

Aos meus familiares e amigos pelo apoio e suporte;

À CAPES pelo apoio financeiro.

## RESUMO

Este trabalho teve por objetivo realizar o isolamento, purificação e determinação estrutural de alguns flavonoides presentes nas folhas de *Erythroxylum campestre*, A. St. Hil (Erythroxylaceae). Em recente revisão bibliográfica, foram encontrados poucos estudos sobre a elucidação dos constituintes químicos da planta. A coleta foi realizada na reserva de Cerrado localizada no Câmpus Henrique Santillo da Universidade Estadual de Goiás (UEG). As folhas foram secas, trituradas e maceradas com etanol 96% em que obteve-se um extrato bruto etanólico que sofreu, fracionamento por filtração com o uso de solventes em ordem crescente de polaridade: hexano, diclorometano, acetato de etila e metanol. Posteriormente, o extrato metanólico foi submetido técnicas de cromatografia líquida clássica (CLC) com o uso de sephadex como fase estacionária e metanol como fase móvel, e cromatografia líquida de alta eficiência em fase reversa (CLAE/FR) como emprego de uma coluna analítica Luna (C18 250 mm X 4,6 mm 5µM) e duas soluções (Metanol e solução de ácido fosfórico, pH 2,62) como eluentes com fluxo de 1,0 mL.min<sup>-1</sup>. O que possibilitou a separação de 8 frações, que por meio de RMN <sup>1</sup>H, <sup>13</sup>C e 2D foram identificados os flavonóides: rutina, kaempferol-3-rutinosídeo, ombuin-3-rutinosídeo e um flavonoide inédito.

**Palavras-chave:** *Erythroxylum campestre*, A. St. Hil; Erythroxylaceae; Isolamento; Flavonoides; Determinação estrutural

## ABSTRACT

The objective of this work was to isolate, purify and structure some flavonoids present in leaves of *Erythroxylum campestre*, A. St. Hil (Erythroxylaceae). In a recent literature review, few studies on the elucidation of the chemical constituents of the plant were found. The collection was carried out in the Cerrado reserve located in the Campus Henrique Santillo of the State University of Goiás (UEG). The leaves were dried, crushed and macerated with 96% ethanol in which a crude ethanolic extract was obtained, fractionated by filtration using solvents in increasing order of polarity: hexane, dichloromethane, ethyl acetate and methanol. Subsequently, methanolic extract was submitted to classical liquid chromatography (CLC) techniques with the use of sephadex as a stationary phase and methanol as a mobile phase, and reverse phase high performance liquid chromatography (HPLC) using a Luna analytical column (C18 250 mm X 4.6 mm 5 $\mu$ M) and two solutions (Methanol and phosphoric acid solution, pH 2.62) as eluents with flow of 1.0 mL.min<sup>-1</sup>. This allowed the separation of 8 fractions, identifying by <sup>1</sup>H, <sup>13</sup>C and 2D NMR the flavonoids: rutin, kaempferol-3-rutinoside, ombuin-3-rutinoside and an unpublished flavonoid.

**Key words:** *Erythroxylum campestre*, A. St. Hil; Erythroxylaceae; Isolation; Flavonoids; Structural Determination

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Aspecto geral dos ramos de <i>Erythroxylum campestre</i> , A. St. Hil....	120
-		
<b>Figura 2</b>	Fluxograma para representação do fracionamento das folhas de - <i>Erythroxylum campestre</i> A. St.Hil.....	125
<b>Figura 3</b>	Fluxograma para representação do isolamento de ECFM-ppt-M	127
-		
<b>Figura 4</b>	Fluxograma da partição e separação dos metabólitos secundários - presentes em plantas.....	131
<b>Figura 5</b>	Cromatogramas obtidos para as amostras VI, VII, VIII, IX, X, XI, e - XIII.....	134
<b>Figura 6</b>	Cromatograma do Isolamento dos constituintes de ECFM-ppt- - M'.....	135
<b>Figura 7</b>	Ampliação do cromatograma do isolamento dos constituintes de - ECFM-ppt-M' e identificação dos compostos coletados.....	136
<b>Figura 8</b>	Fluxograma para representação do isolamento de ECFM por - CLAE/FR.....	136
<b>Figura 9</b>	Espectro de EM-IES(-) da fração A1.....	137
-		
<b>Figura 10</b>	Espectro de EM-IES(-) da fração C1.....	138
-		
<b>Figura 11</b>	Espectro de EM-IES(-) da fração E1F.....	138
-		
<b>Figura 12</b>	Espectro de EM-IES(-) da fração F1.....	139
-		
<b>Figura 13</b>	Espectro de EM-IES(-) da fração G1F.....	139
-		
<b>Figura 14</b>	Espectro de EM-IES(-) da fração H1.....	140
-		
<b>Figura 15</b>	Espectro de EM-IES(-) da fração AM.....	140
-		

<b>Figura 16</b>	Estrutura química do flavonoide rutina.....	143
-		
<b>Figura 17</b>	Espectro de RMN de $^1\text{H}$ (MeOD, 500MHz) da fração E1F.....	145
-		
<b>Figura 18</b>	Espectro de RMN de $^{13}\text{C}$ (MeOD, 125MHz) da fração E1F.....	146
-		
<b>Figura 19</b>	Mapa de Contorno de HSQC da fração E1F (MeOD, $^1\text{H}$ 500MHz; - $^{13}\text{C}$ 125MHz).....	147
<b>Figura 20</b>	Mapa de Contorno de HMBC da fração E1F (MeOD, $^1\text{H}$ 500MHz; - $^{13}\text{C}$ 125MHz).....	148
<b>Figura 21</b>	Estrutura química do flavonoide kaempferol-3-rutinosídeo.....	150
-		
<b>Figura 22</b>	Espectro de RMN de $^1\text{H}$ (MeOD, 500MHz) da fração F1.....	152
-		
<b>Figura 23</b>	Mapa de Contorno de HSQC (MeOD, $^1\text{H}$ 500MHz; $^{13}\text{C}$ 125MHz) da - fração F1.....	153
<b>Figura 24</b>	Mapa de Contorno de HMBC (MeOD, $^1\text{H}$ 500MHz; $^{13}\text{C}$ 125MHz).da - fração F1.....	154
<b>Figura 25</b>	Espectro de RMN de $^1\text{H}$ (MeOD, 500MHz) da fração AM.....	156
-		
<b>Figura 26</b>	Estrutura química do flavonoide inédito.....	158
-		
<b>Figura 27</b>	Espectro de RMN de $^1\text{H}$ (MeOD, 500MHz) da fração AM, com - expansões dos picos referentes a AM1.....	160
<b>Figura 28</b>	Espectro de RMN de $^1\text{H}$ (MeOD, 500MHz) da fração AM com - destaque para AM1.....	161
<b>Figura 29</b>	Espectro de RMN de $^{13}\text{C}$ (MeOD, 125MHz) da fração AM com - destaque para AM1.....	162
<b>Figura 30</b>	Mapa de Contorno de HSQC da fração AM (MeOD, $^1\text{H}$ 500MHz; - $^{13}\text{C}$ 125MHz) com destaque para AM1.....	163
<b>Figura 31</b>	Mapa de Contorno de HMBC da fração E1F (MeOD, $^1\text{H}$ 500MHz; - $^{13}\text{C}$ 125MHz) com destaque para AM1.....	164
<b>Figura 32</b>	Estrutura química do ombuin-3-rutinosídeo.....	167
-		

<b>Figura 33</b>	Espectro de RMN de $^1\text{H}$ (MeOD, 500MHz) da fração AM, com destaque para AM2.....	169
<b>Figura 34</b>	Espectro de RMN de $^{13}\text{C}$ (MeOD, 125MHz) da fração AM, com destaque para AM2.....	170
<b>Figura 35</b>	Mapa de Contorno de HSQC da fração AM (MeOD, $^1\text{H}$ 500MHz; $^{13}\text{C}$ 125MHz) com destaque para AM2.....	171
<b>Figura 36</b>	Mapa de Contorno de HMBC da fração AM (MeOD, $^1\text{H}$ 500MHz; $^{13}\text{C}$ 125MHz) com destaque para AM2.....	172

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1:</b> Uso tradicional de espécies de gênero <i>Erythroxylum</i> .....	28
<b>Quadro 2:</b> Alcaloides bioproduzidos pelo gênero <i>Erythroxylum</i> .....	31
<b>Quadro 3:</b> Alcaloides tropânicos bioproduzidos pelo gênero <i>Erythroxylum</i> .....	34
<b>Quadro 4:</b> Compostos fenólicos bioproduzidos pelo gênero <i>Erythroxylum</i> .....	76
<b>Quadro 5:</b> Terpenoides bioproduzidos pelo gênero <i>Erythroxylum</i> .....	102

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b>	–	Materiais empregados para cromatografia.....	123
<b>Tabela 2</b>	–	Reagentes empregados e suas marcas.....	123
<b>Tabela 3</b>	–	Equipamentos empregados e suas especificações.....	123
<b>Tabela 4</b>	–	Rendimento das frações do extrato bruto metanólico.....	130
<b>Tabela 5</b>	–	Rendimento das frações do material precipitado.....	130
<b>Tabela 6</b>	–	Tempo de coleta dos compostos isolados.....	132
<b>Tabela 7</b>	–	Dados da EM das frações A1, C1, E1F, F1, G1F, H1 e AM.....	141
<b>Tabela 8</b>	–	Dados de RMN de $^1\text{H}$ (MeOD, 500MHz) e $^{13}\text{C}$ (MeOD, 125MHz) da fração E1F comparados a valores da literatura $^1\text{H}$ (DMSO- $d_6$ , 500MHz) e $^{13}\text{C}$ (DMSO- $d_6$ , 125MHz).....	144
<b>Tabela 9</b>	–	Dados de RMN de $^1\text{H}$ (MeOD, 500MHz) e $^{13}\text{C}$ (MeOD, 125MHz) da fração F1 comparados a valores da literatura $^1\text{H}$ (DMSO- $d_6$ , 400MHz) e $^{13}\text{C}$ (DMSO- $d_6$ , 100MHz).....	151
<b>Tabela 10</b>	–	Dados de RMN de $^1\text{H}$ (MeOD, 500MHz) e $^{13}\text{C}$ (MeOD, 125MHz) da fração AM com com valores atribuídos ao composto AM2 comparados a valores da literatura $^1\text{H}$ (DMSO- $d_6$ , 500MHz) e $^{13}\text{C}$ (DMSO- $d_6$ , 125MHz).....	159
<b>Tabela 11</b>	–	Dados de RMN de $^1\text{H}$ (MeOD, 500MHz) e $^{13}\text{C}$ (MeOD, 125MHz) da fração AM com valores atribuídos ao composto AM2 comparados a valores da literatura $^1\text{H}$ (DMSO- $d_6$ , 500MHz) e $^{13}\text{C}$ (DMSO- $d_6$ , 125MHz).....	167



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CC	Cromatografia em coluna
CCD	Cromatografia em camada delgada
CLAE/FR	Cromatografia líquida de alta eficiência em fase reversa
DM	Diclorometano
DMSO	Dimetilsulfóxido
Hex	Hexano
HMBC	Correlação heteronuclear de quantum-múltiplo
HSQC	Correlação heteronuclear de quantum-simples
MeOH	Metanol (CH <sub>3</sub> OH)
MeOD	Metanol deuterado (CD <sub>3</sub> OD)
ppm	Partes por milhão
R <sub>f</sub>	Fator de Retenção
RMN	Ressonância magnética nuclear
RMN <sup>1</sup> H	Ressonância magnética nuclear de hidrogênio 1
RMN <sup>13</sup> C	Ressonância magnética nuclear de carbono 13
RMN 2D	Ressonância magnética nuclear em 2 dimensões

## LISTA DE SÍMBOLOS

d	Dupleto
dd	Duplo dupleto
s	Simpleto
sl	Simpleto largo
m	Multipleteo
Hz	Hertz
h	Altura
$\Phi$	Diâmetro
$\alpha$	Alfa
$\beta$	Beta
$\delta_H$	Deslocamento químico em partes por milhão para hidrogênio
$\delta_C$	Deslocamento químico em partes por milhão para carbono

## SUMÁRIO

1.	16
INTRODUÇÃO.....	
2. REVISÃO	18
BIBLIOGRÁFICA.....	
2.1.	18
BIODIVERSIDADE.....	
2.2. O USO DE PLANTAS PARA FINS MEDICINAIS.....	20
2.3. LEVANTAMENTO ETNOBOTÂNICO.....	22
2.4. METABÓLITOS PRIMÁRIOS E SECUNDÁRIOS.....	24
2.5.	26
METABOLÔMICA.....	
2.6.	27
ERYTHROXYLACEAE.....	
2.6.1 Gênero	27
<i>Erythroxylum</i> .....	
2.6.2. Atividade biológica do Gênero	28
<i>Erythroxylum</i> .....	
2.6.3. Estudo fitoquímico do Gênero	29
<i>Erythroxylum</i> .....	
2.6.3.1Alcaloides.....	30
...	
2.6.3.2Alcaloides	33
tropânicos.....	
2.6.3.3Compostos	75
fenólicos.....	
2.6.3.4Terpenos.....	10
...	1

2.6.4 Espécie <i>Erythroxylum</i>	11
<i>campestre</i> .....	9
3	122
OBJETIVOS.....	
3.1	OBJETIVO 122
GERAL.....	
3.2	OBJETIVOS 122
ESPECÍFICOS.....	
4. MATERIAIS E	123
MÉTODOS.....	
4.1	MATERIAIS E EQUIPAMENTOS 123
UTILIZADOS.....	
4.2	COLETA E IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL 124
BOTÂNICO.....	
4.3	OBTENÇÃO E FRACIONAMENTO DO EXTRATO 124
BRUTO.....	
4.4	126
ISOLAMENTO.....	
4.4.1	Método Cromatográfico 126
Clássico.....	
4.4.2	Método Cromatográfico Qualitativo de Alta 128
Eficiência.....	
4.4.3	Método Cromatográfico Quantitativo de Alta 128
Eficiência.....	
4.5	128
CARACTERIZAÇÃO.....	
4.5.1	Espectroscopia de Ressonância Magnética Nuclear 128
(RMN).....	
4.5.2	Espectrometria de massas 129
(EM).....	
5.	RESULTADOS E 130
DISCUSSÕES.....	

5.1	FRACIONAMENTO DO EXTRATO BRUTO.....	130
5.2	ISOLAMENTO.....	131
6.	ELUCIDAÇÃO ESTRUTURAL.....	138
6.1	ESPECTROMETRIA DE MASSAS.....	13
6.2	RESSONÂNCIA MAGNÉTICA NUCLEAR.....	14
6.2.1	Identificação de E1F.....	14
6.2.2	Identificação de F1.....	15
6.2.3	Identificação de AM.....	15
6.2.3.1	Identificação de AM1.....	15
6.2.3.2	Identificação de AM2.....	16
7.	CONCLUSÃO.....	17
	APÊNDICE A – Dados de Aquisição do Espectro de RMN 1H de E1F.....	17
	APÊNDICE B – Dados de Aquisição do Espectro de RMN 13C de E1F.....	17
	APÊNDICE C – Dados de Aquisição do Espectro de RMN HSQC de E1F.....	17
	APÊNDICE D – Dados de Aquisição do Espectro de RMN HMBC de E1F.....	17
	APÊNDICE E – Dados de Aquisição do Espectro de RMN 1H de F1.....	17

APÊNDICE F – Dados de Aquisição do Espectro de RMN HSQC de F1.....	18
	0
APÊNDICE G – Dados de Aquisição do Espectro de RMN HMBC de F1.....	18
	1
APÊNDICE H – Dados de Aquisição do Espectro de RMN 1H de AM.....	18
	2
APÊNDICE I – Dados de Aquisição do Espectro de RMN 13C de AM.....	18
	3
APÊNDICE J – Dados de Aquisição do Espectro de RMN HSQC de AM.....	18
	4
APÊNDICE K – Dados de Aquisição do Espectro de RMN HMBC de AM.....	18
	5
8. REFERÊNCIAS	18
BIBLIOGRÁFICAS.....	6

# 1 INTRODUÇÃO

A utilização de plantas para fins medicinais tem seu registro em diferentes épocas, e permanece até os dias de hoje fazendo parte dos costumes de diversas comunidades populacionais. (WERNER, 1994)

No Brasil, a utilização de plantas para a precaução e o tratamento de enfermidades é uma atividade altamente popular, seja pelo modismo do uso de plantas, ou por não terem acesso ao atendimento de saúde, correndo certas vezes riscos, uma vez que muitos vegetais apresentam compostos tóxicos e seu uso pode causar sérios danos à saúde se utilizados de modo inadequado, danos esses até irreversíveis (LORENZI, 2008).

Contudo, existem pessoas que acumulam informações sobre certas classes de plantas que podem ser utilizadas para fins medicinais e em quais situações podem ser empregadas, sendo este conhecimento originado de base empírica e transmitido de geração à geração (REVILLA, 2001).

Deste modo, o Brasil é um país bem favorecido na área de produtos naturais, pois muitos são os grupos que detêm conhecimentos etnobotânico e etnofarmacológico, sendo o histórico processo de miscigenação dos povos que constituirão este país, um dos fatores que mais contribuiu para a gênese deste conhecimento (LAINETTI, 1979).

De modo que cresce cada vez mais o interesse acadêmico a cerca do conhecimento que estas pessoas detêm sobre plantas e seus uso, sobretudo após a verificação de que a base empírica, desenvolvida por estas pessoas ao longo dos tempos, apresenta alta probabilidade de comprovação científica (BERNARDES, *et al.*, 2017).

A pesquisa hodierna sobre bioatividade em produtos de origem natural contribui com o aprimoramento tanto do setor de fármacos, como do setor agroindustrial no desenvolvimento de novas substâncias cada vez mais seletivas. Certamente, a investigação de bioatividade de produtos naturais provenientes das plantas poderão contribuir, significativamente, para a saúde pública do país (BRAGA; RATES; SIMÕES, 2017).

Nesse intuito, este trabalho tem por finalidade elucidar a estrutura dos constituintes químicos isolados dos extratos das folhas de *Erythroxylum campestre* A. St. Hil pois em recente revisão bibliográfica verificou-se a existência de poucos estudos com respeito aos constituintes desta planta. É válido ressaltar que a planta estudada pertence a Erythroxylaceae, uma família caracterizada por apresentar diversas espécies que produzem importantes substâncias bioativas.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. BIODIVERSIDADE

A magnitude da biodiversidade brasileira não é conhecida com precisão, tal a sua complexidade e dispersão pelo território nacional (mais de 8,5 milhões de km<sup>2</sup>), estima-se a existência de 170 a 210 mil espécies distintas de plantas, animais e micro-organismos, o que corresponde a cerca de 13% da riqueza mundial, sendo o Brasil o país com maior diversidade genética vegetal do mundo, com 34.916 espécies já catalogadas, sendo 19.187 (55%) endêmicas do Brasil (STEHMANN e SOBRAL, 2017).

Por biodiversidade entende-se a

“[...] variabilidade de organismos vivos de todas as origens, incluindo, entre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros sistemas aquáticos, e os complexos ecológicos de que fazem parte; compreendendo, ainda, diversidade dentro de espécies, entre espécies e ecossistemas” (BRASIL, 1998).

Considera-se que mais da metade dessas espécies se encontra nas florestas tropicais, cuja área corresponde a apenas 7% da superfície da terra; para efeito de comparação, basta lembrar que, em todo o território dos Estados Unidos e Canadá, a magnitude da diversidade genética vegetativa nativa limita-se a 700 espécies (GUERRA; NODARI, 2010).

Dentre as principais características da biodiversidade, está o fato da distribuição relativamente desigual dos seus constituintes pelo espaço geográfico. O Brasil por suas proporções continentais apresenta uma grande dispersão de seu patrimônio florístico em seus biomas, sendo estes importantes fontes de substâncias biologicamente ativas. Em meio aos vários biomas brasileiros um dos que tem chamado a atenção por sua exuberância e heterogeneidade vegetal é o Cerrado que abriga cerca de 30% de toda flora nacional e mais de 7000 espécies de plantas nativas, muitas destas empregadas no tratamento de várias enfermidades pelas populações residentes no bioma (MORAES; KARSTEN; CASALI, 2016).

O Cerrado é a segunda maior região biogeográfica do Brasil, com extensão de 2.036.448km<sup>2</sup>, com abrangência em 15 estados, e uma vegetação que ocupa mais de 1/5 do território brasileiro. Devido a sua localização, na região central do país, compartilha espécimes com a maioria dos biomas brasileiros, como: a Floresta Amazônica, a Caatinga e a Mata Atlântica, o que contribuiu para sua variabilidade genética, sendo reconhecido como uma das 27 áreas críticas de biodiversidade mundial e elevado nível de endemismo, principalmente em relação à flora, que consta com 11.627 espécies de plantas nativas já catalogadas, o que torna esta bioregião a mais rica dentre as savanas do mundo (BRASIL, 2017a).

O Cerrado exibe um amplo complexo de ecossistemas, que variam de campos abertos à mata de galeria, cerradões e matas secas, os quais adotaram caminhos próprios de evolução biológica. Apresenta solo de savana tropical, com deficiência em nutrientes, mas rico em ferro e alumínio, o Cerrado abriga plantas de aparência seca, compostas por exemplares arbustivo-arbóreo, de caules e galhos grossos e retorcidos, distribuídos de forma ligeiramente dispersa, entremeados por uma cobertura de ervas, gramíneas e espécies semi-arbustivas (BRASIL, 2017b).

Porém quando comparado com outros biomas o mesmo é ainda pouco estudado e explorado no que se refere a sua flora. Levantamentos etnobotânicos realizados no estado de Goiás mostraram que o registro de espécies medicinais nativas ainda é escasso se comparado com outras regiões do bioma (RIGONATO; ALMEIDA, 2003b ). Esse é um fato preocupante que se agrava cada vez mais com a expansão das monoculturas e atividades pecuaristas o que provoca a destruição de enormes áreas vegetais e acarreta na ameaça de extinção de 645 espécies, muitas dessas endêmicas, o que faz do Cerrado o segundo bioma com maior número de espécies em ameaça de extinção no país (MARTINELLI; MORAES, 2013).

A região Norte de Goiás é uma das porções do estado com limitadas-áreas de vegetação preservada, apresenta localidades habitadas com populações de pequenos agricultores que desenvolvem agricultura de subsistência. Nessas comunidades, a utilização de plantas no tratamento de moléstias e enfermidades faz parte integrante de suas tradições e costumes, sendo que muitas destas ainda não foram devidamente estudadas (RIGONATO; ALMEIDA, 2003b).

Assim, a avaliação do potencial terapêutico e da toxicidade são essenciais para garantir o uso seguro dessas plantas. Além disso, essas pesquisas podem

contribuir para a descoberta de novas biomoléculas e aplicações bem como para a preservação das espécies e conseqüentemente do bioma Cerrado.

## **2.2. O USO DE PLANTAS PARA FINS MEDICINAIS**

Em todo o mundo é difundido o costume do emprego de extratos vegetais ou animais, para fins terapêuticos, o que constitui um importante pilar de serviços de saúde e promove assim a inserção da fitoterapia como prática integrativa complementar no Sistema Único de Saúde (SUS) (BRASIL, 2006).

Contudo, essa prática pode ser empregada de maneira equivocada afinal muitas plantas possuem princípios tóxicos e o seu uso indiscriminado pode causar sérios problemas irreversíveis à saúde. Estima-se que apenas 8% das espécies vegetais da flora brasileira foi estudada em busca de compostos bioativos e 1.100 espécies vegetais foram avaliadas em suas propriedades medicinais. Destas, 590 plantas foram registradas no Ministério de Saúde para comercialização (GUERRA; NODARI, 2010).

Outro fato que favorece a fitoterapia é a dificuldade ao acesso a um atendimento primário de saúde, por estarem muito distantes dos centros de tratamento ou por não possuírem recursos para adquirir os medicamentos prescritos. O que possivelmente tenha desenvolvido na população uma maior credibilidade no potencial medicamentosos de algumas plantas como fonte de alívio, bem-estar e até cura (PIRES; ARAÚJO, 2011).

Uma das razões pela decepção com os tratamentos convencionais, origina-se pelos efeitos indesejáveis causados pelo uso abusivo e/ou incorreto de medicamentos sintéticos, o fato de que parte da população mundial não tem acesso aos medicamentos industrializados ou à crença popular de que o que é “natural” é inofensivo (SILVA, R.C. *et. al*, 2012).

Veiga Junior (2008) constatou que cerca de 80% dos entrevistados faziam uso de preparados líquidos a base de plantas, sendo que desse valor 60,2% correspondiam ao uso de chás e infusões e 18,9 % a utilização de garrafadas (extratos alcoólicos ou xaropes obtidos de várias plantas).

Esses dados tornam-se preocupantes quando confrontados com consultas a população em que se observaram que 82% dos entrevistados apresentavam a convicção de que as plantas medicinais, em sua maioria, eram mais seguras que os remédios convencionais, não apresentando contra-indicações e nem qualquer tipo de efeito adverso (SILVA, *et al.*, 2010).

Esse conceito errôneo de que as plantas são remédios naturais e portanto livre de riscos e efeitos colaterais carece de reavaliação, pois na ingestão de um medicamento natural, preparado de forma artesanal, são introduzidos muitos compostos diversos entre si, tanto em relação ao efeito quanto em relação a atividade, de forma que o organismo termina assimilar centenas de outras substâncias químicas não conhecidas pelo usuário, que poderão promover tanto ações benéficas como reações tóxicas, sendo necessário uma obediência às dosagens prescritas e um cuidado na identificação precisa do material utilizado pode evitar uma série de acidentes (SILVA; ALMEIDA; ROCHA, 2010).

O Ministério da Saúde lançou uma Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse do Sistema Único de Saúde (RENISUS), com a relação de 71 plantas com potencial fitoterápicos e com a finalidade de difundir esse conhecimento, de maneira a promover a segurança, a eficácia e a qualidade no acesso às plantas medicinais, e publicou a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 10, de 10 de março de 2006 e a Portaria nº 886 de 20 de abril de 2010, a qual institui e normatiza as Farmácias Vivas que visa uma utilização com qualidade e eficácia de plantas medicinais pelo povo brasileiro (BRASIL, 2014)

Mesmo com todos os benefícios gerados pela utilização de plantas medicinais, uma questão tem eclodido como preocupação central entre grupos de estudiosos e profissionais de saúde em geral. Tal questão diz respeito ao uso indiscriminado desses produtos por diversos grupos populacionais que não estão devidamente informados e, portanto, fazem uso desse recurso sem nenhum critério (SILVA, R.C. *et. al*, 2012).

O consumo de plantas para fins terapêuticos no Brasil tem por particularidade seu uso empírico e a falta de uma devida comprovação dos efeitos farmacológicos dos produtos disponibilizados pelos curandeiros, raizeiros, comerciantes e usuários. Sendo que, outros riscos como: intoxicação, reações adversas, ineficácia no tratamento, podem ser relacionados a utilização imprópria de

tais plantas. Esses dentre outros problemas podem estar associados ao erro na identificação dos espécimes consumidos ou ao modo como são cultivados, colhidos, armazenados, conservados ou preparados (SILVA, *et. al*, 2010).

## 2.3. LEVANTAMENTO ETNOBOTÂNICO

A utilização de plantas para o tratamento da saúde teve seu registro em diferentes épocas, e permanece até os dias de hoje como parte da cultura de diferentes comunidades populacionais. Toda sociedade humana acumula um acervo de informações sobre o ambiente que a cerca, que vai lhe possibilitar interagir com ele para prover suas necessidades de sobrevivência. Neste acervo, inscreve-se o conhecimento relativo ao mundo das plantas com o qual estas sociedades estão em contato. Esse acúmulo de conhecimentos empíricos sobre a ação dos vegetais vem sendo transmitido desde as antigas civilizações até os dias atuais sendo muitas vezes passado por gerações (BRAGA; RATES; SIMÕES, 2017).

O interesse acadêmico à respeito do conhecimento que estas populações detêm sobre plantas e seus usos tem crescido após a constatação de que a base empírica desenvolvida por elas ao longo de séculos pode, em muitos casos, ter uma comprovação científica, que habilitaria a extensão destes usos à sociedade industrializada. Além disso, cada vez mais se reconhece que a exploração dos ambientes naturais por povos tradicionais pode nos fornecer subsídios para estratégias de manejo e exploração que sejam sustentáveis em longo prazo (BRANDÃO, 2017).

Embora haja o avanço tecnológico e o aprimoramento químico em síntese orgânica, parte dos fármacos ainda hoje provêm de matérias-primas vegetais, devido a dificuldade de sintetizar em laboratório moléculas com estruturas complexas e com a estereoquímica desejada. Pois muitas vezes o processo envolve várias etapas, com baixo rendimento e produção economicamente inviável. (FRANÇA, 2017).

Em diversos casos, o isolamento de uma substância de origem vegetal e a identificação de sua atividade representou não só surgimento de uma nova classe de substâncias, como também resultou na descoberta de novos meios de intervenção terapêutica. Dos novos medicamentos aprovados junto à agência norte-americana de

medicamentos e alimentos (*Food and Drug Administration – FDA*) entre os anos de 1981 e 2014, 65% eram produtos naturais ou provenientes de produtos naturais (sintéticos ou semi sintéticos); enquanto que 35% eram totalmente sintéticos (BERNARDES, *et al.*, 2017).

As plantas são uma fonte abundante em substâncias com distintas funções ecológicas, que podem ser encontradas numa mesma família, ou numa única espécie ou gênero. Assim, o procedimento de caracterização química pode ter como objetivo a identificação das substâncias presentes numa espécie vegetal cuja constituição química é ainda desconhecida, em busca de uma molécula especial cujas propriedades interessam a diversos setores, visando assim seu isolamento, sua posterior caracterização estrutural, ou, ainda, a investigação fitoquímica baseia-se em aspectos etnofarmacológicos e/ou quimiotaxonômicos (VON POSER, 2017).

A partir do isolamento de uma substância específica com propriedades farmacologicamente ativas, é possível empregá-la como matéria prima, para a síntese de novas moléculas, como ingrediente potencializador de algum fármaco já existente, ou mesmo, como modelo para o planejamento e síntese total de novos fármacos. Em todos esses casos, é preciso estratégias para a identificação da atividade farmacológica e o estudo de sua eficácia e segurança, bem como da efetividade terapêutica da substância isolada (BRAGA; RATES; SIMÕES, 2017).

Nesse intento, a busca por novos produtos na biodiversidade tem sido denominada como bioprospecção, sendo caracterizada como uma atividade exploratória de alto risco, ou seja, o investimento na pesquisa e desenvolvimento é alto e a chance de se encontrar algo promissor é pequena. Contudo, quando se parte do conhecimento acumulado por algumas sociedades tradicionais, para guiar a bioprospecção, a probabilidade de se encontrar algo com potencial de uso econômico aumenta consideravelmente (UFRGS, 2017).

A prática de aplicação e uso tradicional dos vegetais pelo homem recebe o nome de etnobotânica. Estes estudos fornecem ferramentas úteis para a obtenção de dados para ser aplicados diretamente em projetos de conservação, manejo, desenvolvimento, saúde e educação comunitária. Juntos, os estudos florístico e etnobotânico podem contribuir não apenas com um melhor conhecimento da diversidade de espécies, mas, principalmente, como subsídio para ações

conservacionistas e orientação em práticas de manejo sustentável (CARDOSO, *et al.*, 2011).

As pesquisas com plantas medicinais podem não só contribuir para o melhor uso destes recursos pela população, mas também trazer à luz o conhecimento de novas e efetivas drogas no combate a diversos males. Assim, catalogar, registrar corretamente informações sobre o uso das plantas medicinais, que ocorrem seja na flora regional ou nacional, de comprovado valor terapêutico, é fundamental para a fitoterapia brasileira (SILVA; SOUZA, 2007).

Apesar de diversos trabalhos etnobotânicos terem retratado o uso de plantas medicinais, tanto nativas como cultivadas, em diferentes regiões brasileiras, como na Amazônia (AMOROZO; GÉLY, 1988), na Mata Atlântica (MEDEIROS *et al.* 2004; SILVA; ANDRADE 2005) e em comunidades rurais e urbanas do interior do Brasil (MARODIN; BAPTISTA 2002; ARNOUS *et al.*, 2005; PASA *et al.* 2005), pouco foi investigado a este respeito em áreas florestais do bioma Cerrado (SILVA; PROENÇA, 2008). E dos poucos estudos existentes (RIZZO *et al.*, 1995; RIGONATO; ALMEIDA, 2003a; RIGONATO; ALMEIDA, 2003b; VILA VERDE, *et al.*, 2003; GAMBOA, 2006; TRESVENZOL, *et al.*, 2006; PEREIRA-DA-SILVA, 2007; SANTOS, *et al.*, 2010; SILVA, MIRANDA; CONCEIÇÃO, 2010; OLIVEIRA, *et al.*, s/d; SILVA; SOUZA, 2007), pôde-se constatar que embora haja entre os raizeiros um amplo conhecimento sobre a finalidade medicinal e local de ocorrência das espécies utilizadas; no entanto, não existe o mesmo consenso quanto à forma de administração e a quantidade a ser administrada. Além disso, muitos não se preocupam com os danos causados pelas coletas e não têm nenhuma consciência sobre a conservação desses recursos vivos para uma utilização racional.

## **2.4. METABÓLITOS PRIMÁRIOS E SECUNDÁRIOS**

O que faz as plantas possuírem atividades medicinais é o fato de que as mesmas produzem substâncias bioativas para garantir sua sobrevivência. No interior das células das plantas ocorrem contínuas reações químicas para a biossíntese de substâncias utilizadas pelo próprio vegetal. Essas substâncias, denominadas metabólitos, são classificados em primários e secundários (REGINATTO, 2017).

Os metabólitos primários estão associados a funções vitais da planta, sendo macromoléculas produzidas ao longo do crescimento vegetativo, como os lipídeos, protídeos, glicídeos produzidas por meio de rotas biossintéticas distintas. Os metabólitos secundários são micromoléculas, com estrutura complexa, baixa massa molecular, atividades biológicas marcantes, e são encontrados em concentrações relativamente baixas e em determinados grupos de plantas, com atuação principalmente na defesa do vegetal, como dissuasórios alimentares e como toxinas, podendo também atuar na interação planta/planta, conhecida como alelopatia, na qual um vegetal compete com outro, por água, luz e nutrientes (VON POSER, 2017).

Tais compostos podem ser produzidos por plantas, micro-organismos, insetos e outros animais, apresentam grande diversidade estrutural e atividades biológicas/farmacológicas relevantes devido os processos coevolutivo que resultaram em uma sofisticada maquinaria biossintética e uma alta capacidade de interação de produtos do metabolismo de determinados seres vivos com proteínas e outras biomoléculas de outros seres vivos. Podem ser extraídos e usados como remédios, corantes, perfumes, inseticidas, dentre outros, ou constituem um modelo que o homem utiliza para sintetizar em laboratório substâncias com as mais diversas propriedades (BRAGA; RATES; SIMÕES, 2017).

A produção dos metabólitos secundários, está associada a plasticidade metabólica da planta frente as suas necessidades de desenvolvimento, com alterações nos teores de metabólitos específicos durante o curso do desenvolvimento, ou readaptação desta à diversas situações de estresse ambiental, ou seja, excesso ou deficiência de algum fator de produção para a planta, ameaça de invasores ou predadores, dentre outros desafios a serem superados pelo vegetal, com a produção ou ativação de sua defesa bioquímica e genéticas para assegurar sua sobrevivência (FRANÇA, 2017).

Durante muito tempo, acreditou-se que os metabólitos secundários fossem produzidos sem uma função específica, simplesmente como produtos finais das reações biossintéticas. Essa visão mudou radicalmente e cada vez mais descobre-se sobre a função dessas substâncias, sua utilidade para o desenvolvimento fisiológico das plantas sendo que na maioria das vezes, estas substâncias são de distribuição restrita e costumam ser bioproduzidas por grupos particulares de organismos, variando de espécie para espécie podendo ou não estar localizado em toda a planta,

como é o caso de alguns ácidos fenólicos distribuídos de forma ubiqüitária, nas angiospermas (KREIS; MUNKERT; PÁDUA, 2017).

## 2.5. METABOLÔMICA

Os avanços nos estudos dos metabólitos secundários implicou no surgimento do termo metaboloma, um neologismo cuja gênese deriva do famoso Projeto Genoma<sup>1</sup>, assim de forma análoga, a metabolômica tem por intento identificar e quantificar o conjunto de metabólitos produzidos e/ou modificados por um tecido ou organismo, através do emprego de análises comparativas dos perfis metabólicos individuais, advindos de técnicas analíticas (cromatográficas ou espectroscópicas) que revelem as características e propriedades químicas própria de cada estrutura analisada, sendo para tanto necessária a caracterização, isolamento e elucidação estrutural de cada substância presente na amostra analisada. (CANUTO, *et al.* 2017).

Para a caracterização das diversas classes de metabólitos secundários são efetuados ensaios com reações químicas cujo resultado é evidenciado pela alteração de cor e/ou formação de precipitado, o que é conhecido como prospecção fitoquímica, sendo empregada uma série de reagentes específicos para cada classe de metabólitos (REGINATTO, 2017).

Já para o isolamento desses biocompostos, a metodologia mais utilizada é a cromatografia, pois permite tanto o isolamento de um constituinte específico (método preparativo) quanto a verificação de verificar sua presença, ou determinar seu teor numa amostra (método analítico). Neste método, a separação ocorre mediante as diferentes interações que cada composto contido na amostra apresenta com a fase móvel e a fase estacionária empregada, por razões de forças intermoleculares, interações iônicas e efeitos de afinidade e solubilidade. (COLLINS, 2006)

Após o isolamento dos bioconstituintes, segue-se com a elucidação de suas estruturas sendo empregadas diversas metodologias espectrométricas como Ressonância Magnética Nuclear (RMN); Infravermelho (IV), Ultravioleta (UV) e

---

<sup>1</sup> Pesquisa realizada por diversos países visando desvendar o sequenciamento do código genético de um organismo (animal, vegetal, fungos, bactérias ou vírus) através do seu mapeamento. (PEVSNER, *et al.*, 2009)

Espectrometria de Massas (EM) costuma ser mais utilizada a RMN devido a sua robustez, alta sensibilidade, e seu caráter não destrutivo, o que permitiu a realização de espectros bidimensionais e a detecção dos compostos minoritários, o que não descarta as demais outras análises que podem contribuir significativamente na aquisição de informações específicas como a presença de grupos funcionais, padrões de insaturação, entre outras; de modo que a associação de diferentes técnicas espectroscópicas permite uma obtenção de dados valiosos para as corretas atribuições estruturais do composto, bem como para estimar seu possível efeito estrutural (REGINATTO, 2017).

## **2.6. ERYTHROXYLACEAE**

Dentre as diversas famílias de espécies vegetais do Cerrado que produzem importantes metabólitos secundários, pode-se destacar a Erythroxylaceae (NAKAMURA, 2005), composta por 4 gêneros distintos: *Erythroxylum* com aproximadamente 250 espécies, *Pinacopodium* com 2 espécies, *Aneulophus* com 2 espécies e *Nectaropetalum* com 6 espécies segundo BRACHET (1997).

### **2.6.1 Gênero *Erythroxylum***

O gênero está distribuído nas regiões tropicais e subtropicais do mundo, sendo que para o Brasil é descrita a ocorrência de aproximadamente 130 espécies, em ambientes florestais e de Cerrado *latu sensu* (AMARAL JÚNIOR, 1980; MENDONÇA; CERVI; GUIMARÃES, 1998). Várias espécies do gênero possuem propriedades medicinais, devido à presença de alcaloides em suas folhas (BIERAS; SAJO, 2004). Contudo das mais de 250 espécies do gênero *Erythroxylum* que se tem registrado na literatura científica somente 63 foram estudadas, o que evidencia que o gênero tem sido pouco investigado (GARCIA, 2005).

### **2.6.2. Atividade biológica do Gênero *Erythroxylum***

Diversas espécies de *Erythroxylum* são empregadas para fins terapêuticos na medicina tradicional como anti-diarréicos, antitérmicos, diuréticos, inalantes em

casos de asma, tônicos e vermífugos (HEGNAUER, 1981; RAHMAN, 1998). Há também relatos do uso de diferentes espécies no tratamento de amenorréia, desarranjo do estômago, desordem nos rins, gripe, hemorragia, sinusite e no combate à sensação de cansaço e fome, bem como estimulante para variados fins (PLOWMAN e RIVIER, 1983; AL-SAID *et al.*, 1986; CHAVES *et al.*, 1988). O quadro 1, reuni um levantamento dos principais usos de espécies de *Erythroxylum* na medicina tradicional.

**Quadro 1:** Uso tradicional de espécies de gênero *Erythroxylum*

<b>Espécie</b>	<b>Nome Popular</b>	<b>Uso Tradicional</b>	<b>Parte Utilizada</b>	<b>Referência</b>
<i>E. anguifugum</i> Mart.	Fruta de pomba	Ação antiofídica	Raízes	(MARTIUS, 1854)
			-	(HOEHNE, 1939)
<i>E. areolatum</i> L.	Fruta de pomba	Fortificante, Tingir tecidos de cor preta;	Casca do caule	(MARTIUS, 1854)
	-	Fortificante,	Casca do caule	(LE MAOUT; DECAISNE, 1868)
		Tratamento de herpes	Folhas	
<i>E. argentinum</i> O.E. Schulz	Rebenque	Aliviar a tosse; a bronquite	-	(MENDIETA <i>et al.</i> , 2012)
<i>E. campestre</i> A. St.-Hil.	Cabelo de negro	Purgativo	Raízes	(MARTIUS, 1854)
	-	Purgativo	Cascas	(BARIL, 1862)
		Antidiarreico	Raízes	(GAVILANES; BRANDÃO, 1998)
	Cabelo de negro	Purgativo	-	(HOEHNE, 1939)
	Cabelo de negro	Purgativo	Raízes	(DECHAMBRE, 1875)

(*continua*)

(*continuação*)

<b>Espécie</b>	<b>Nome Popular</b>	<b>Uso Tradicional</b>	<b>Parte Utilizada</b>	<b>Referência</b>
----------------	---------------------	------------------------	------------------------	-------------------

<i>E. campestre</i> A. St.-Hil.	Cabelo de negro	Purgativo	Raízes	(EGASSE; DUJARDIN BEAUMETZ, 1889)
<i>E. coca</i> Lam.	Coca	Efeito sobre o sistema nervoso central	Folhas	(MARTIUS, 1854)
	-	Estimulação do sistema nervoso central	Folhas	(LE MAOUT; DECAISNE, 1868)
<i>E. deciduum</i> A. St.-Hil.	Galinha-choca	Usado como adstringente nas disenterias graves	-	(HOEHNE, 1939)
	-	Purgativo	Cascas; folhas	(GAVILANES; BRANDÃO, 1998)
<i>E. tortuosum</i> Mart.	Fruta de pomba	Fortificante, Tingir tecidos de cor preta;	Casca do caule	(MARTIUS, 1854)
	Cabelo de negro, mercureiro	Fornece matéria tintorial vermelha, adstringente	Casca do caule	(CORRÊA, 1931)
	Fruta de pomba	Adstringente	-	(DECHAMBRE, 1875)
		Adstringente, produz pigmento castanho avermelhado	Casca do caule	(EGASSE; DUJARDIN BEAUMETZ, 1889)
<i>E. vacciniifolium</i> Mart.	Catuaba	Afrodisíaco	Casca do caule	(SILVA, N. C. B. <i>et al.</i> , 2012)
		Doenças do sistema nervoso	Casca do caule	(MONTELES; PINHEIRO, 2007)

### 2.6.3. Estudo fitoquímico do Gênero *Erythroxylum*

Quimicamente, o gênero caracteriza-se pela presença de alcaloides tropânicos dentre os quais se destaca a cocaína, um alcalóide natural produzido por *Erythroxylum. coca Lam.*, que foi empregado como anestésico local em pequenas cirurgias desde o século XIX. Contudo devido a suas propriedades psicoativas em nossos dias a cocaína tornou-se uma questão de saúde pública, sendo utilizada apenas na forma de anestésico. (BOHM *et al.*, 1982; GRIFFIN & LIN, 2000).

Contudo há registro de biossíntese de diversos compostos fenólicos e terpenicos para espécies desse genero

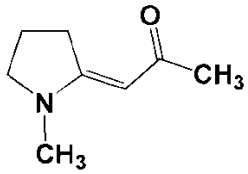
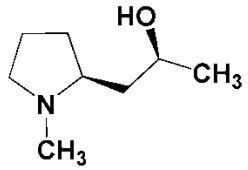
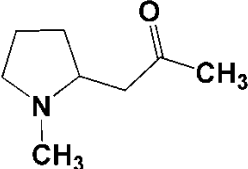
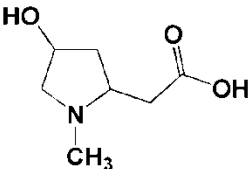
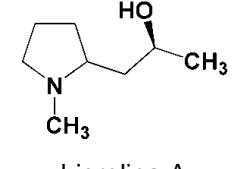
### 2.6.3.1 Alcaloides

Alcaloides podem ser definidos como uma substância orgânica cíclica com nitrogênio em um estado de oxidação negativo que possui uma distribuição limitada entre os organismos vivos. São considerados alcalóides verdadeiros aqueles que derivam de aminoácidos e possuem o nitrogênio em heterociclo, os que possuem nitrogênio fora de um heterociclo são chamados de protoalcaloides e os que não se originam de aminoácidos, mas sim de outras vias a incorporar o nitrogênio por meio de reações, são denominados pseudoalcaloides (KLEIN-JUNIOR e HENRIQUES, 2017).

Os alcaloides tendem a se acumular em tipos celulares específicos, nos quais irão desempenhar a sua função fisiológica. Estando presentes principalmente em tecidos mais externos, contudo também são encontrados nos mais diversos tipos celulares, sendo biossintetizados em diferentes estruturas e transportados até seu local de acúmulo. A sua produção gera um alto custo energético, por apresentar um papel fisiológico de grande relevância para o organismo bioprodutor, pois uma das principais funções dos alcaloides é a defesa química das plantas contra os mais diversos predadores, desde vertebrados até fungos e outras plantas, de modo que os alcaloides devem ser capazes de interagir com diferentes alvos moleculares. Este fato se explica pela diversidade estrutural dos alcaloides o que ocasiona uma grande versatilidade de atividades farmacológicas dependentes de sua estrutura química e da variação de pH do meio em que se encontram. (HENRIQUES, *et al.*, 2010).

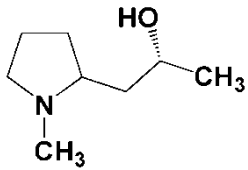
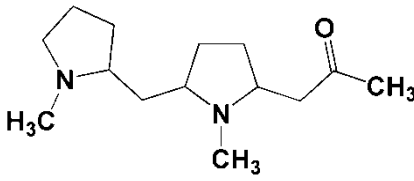
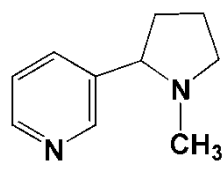
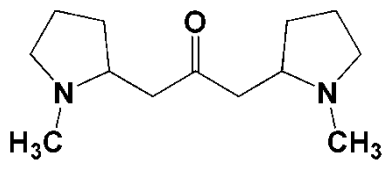
O quadro 2 (pg. 32) apresenta uma relação dos principais alcaloides identificados no gênero *Erythroxylum*.

Quadro 2: Alcaloides biossintetizados pelo gênero *Erythroxylum*

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>2, 1'-dehidrohigrina</p>	<i>E. lucidum</i>	(BRACHET, <i>et al</i> , 1997)
 <p>pseudohigrolina</p>	<i>E. coca</i>	(EVANS, 1981)
 <p>higrina</p>	<i>E. argentinum</i>	(EVANS, 1981) (AL-SAID, EVANS; GROUT, 1989)
	<i>E. coca</i>	CASALE; MOORE, 1996b)
	<i>E. hypericifolium</i>	AL-SAID; EVANS; GROUT, 1989)
	<i>E. laetevirens</i>	(BIERI, <i>et al</i> , 2006)
	<i>E. lucidum</i>	(AL-SAID; EVANS; GROUT, 1989) (BRACHET, <i>et al</i> , 1997)
	<i>E. monogynum</i>	(CHRISTEN, <i>et al</i> , 1985)
	<i>E. novogranatense</i>	(EVANS, 1981)
	<i>E. zambesiacum</i>	(CHRISTEN, <i>et al</i> , 1993)
 <p>ácido 4-hidroxihigrínico</p>	<i>E. argentinum</i>	(ZUANAZZI, <i>et al</i> , 1997)
 <p>higrina A</p>	<i>E. zambesiacum</i>	(CHRISTEN, <i>et al</i> , 1993) (GRIFFIN; LIN, 2000)

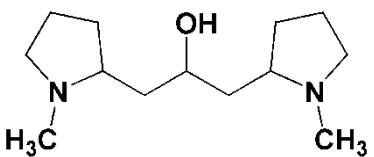
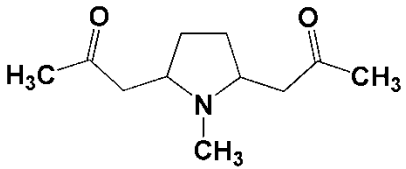
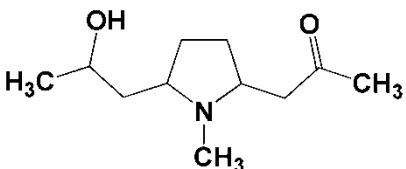
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>higrulina B</p>	<i>E. zambesiacum</i>	(CHRISTEN, <i>et al</i> , 1993) (GRIFFIN; LIN, 2000)
 <p>N-metilpirrolidinil-hibrina A (ouB)</p>	<i>E. lucidum</i>	(BRACHET, <i>et al</i> , 1997)
 <p>nicotina</p>	<i>E. coca</i>	(GRIFFIN; LIN, 2000)
	<i>E. lucidum</i>	(BRACHET, <i>et al</i> , 1997)
 <p>cuscohigrina</p>	<i>E. argentinum</i>	(AL-SAID; EVANS; GROUT, 1989)
	<i>E. cataractarum</i>	(AL-SAID; EVANS; GROUT, 1989) (GRIFFIN; LIN, 2000)
	<i>E. coca</i>	(TURNER, <i>et al</i> 1981)
	<i>E. hypericifolium</i>	(AL-SAID; EVANS; GROUT, 1989)
	<i>E. lucidum</i>	(BRACHET, <i>et al</i> , 1997)
	<i>E. monogynum</i>	(AGAR; EVANS, 1975) (AGAR; EVANS, 1976)
	<i>E. novogranatense</i>	(EVANS, 1981) (GRIFFIN; LIN, 2000)

(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>diidroscoghigrina</p>	<i>E. coca</i>	(CASALE; MOORE, 1996b)
	<i>E. monogynum</i>	(HOLMSTEDT, <i>et al</i> 1977)
	<i>E. novogranatense</i>	(EVANS, 1981) (GRIFFIN; LIN, 2000)
 <p>5-(2-oxopropil)-higrina</p>	<i>E. lucidum</i>	(BRACHET, <i>et al</i> , 1997)
 <p>5-(2-hidroxiopropil)-higrina</p>	<i>E. lucidum</i>	(BRACHET, <i>et al</i> , 1997)

### 2.6.3.2 Alcalóides tropânicos

Os alcalóides tropânicos possuem estrutura cíclica denominada tropano (8-metil-8-azabicyclo[3,2,1]octano), que a depender da orientação  $\alpha$  ou  $\beta$  de uma hidroxila no C-3 ocorre a formação de dois isômeros geométricos tropanol (tropina) e pseudotropanol ( $\omega$ -tropanol ou pseudotropina) que mediante esterificação do grupo hidroxila com ácidos aromáticos origina os alcalóides tropânicos de maior relevância farmacêutica, sendo as moléculas de orientação  $\beta$  as mais encontradas em *Erythroxylaceae*. (HERNANDES, KATO e BACCHI, 2017).

Ambos os tipos de alcalóides tropanicos apresentam ação no sistema nervoso, porém com efeitos distintos em função de diferenças nas estruturas das moléculas, sendo que os alcalóides de orientação  $\beta$  apresentam ação anestésica local ao se ligarem reversivelmente a canais de sódio o que promove a inibição do potencial de ação e transmissão do estímulo da dor, o que no passado acarretou o seu largo uso como agente anestésico. Seus efeitos sobre o sistema nervoso central têm

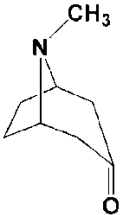
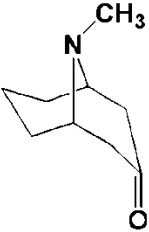
despertado a investigação quanto a sua utilização no tratamento do mal de Parkinson. (BACCHI, 2010)

Já os alcaloides de orientação  $\alpha$  reduzem as secreções tanto nas porções mais altas quanto nas mais baixas do trato respiratório, o que produz um alívio sintomático da rinite aguda associada a coriza e induz a dilatação brônquica, sendo por isso utilizado no tratamento de asma brônquica e na obstrução das vias aéreas associada a bronquite crônica. Também possuem efeito sobre o estômago e o intestino com efeito anti-espasmódicos nos distúrbios gastrintestinais, o que favorece a passagem do quimo através dos intestinos (BACCHI, 2010).

No passado os alcaloides tropanicos eram previamente administrados ao anestésico geral, a fim de evitar o excesso de secreções salivares e do trato respiratório; a sua ação broncodilatadora concomitante também era importante nesses casos. Hoje tal uso é restrito uma vez que os anestésicos tornaram-se mais específicos e menos irritantes (MARTINEZ, ALMEIDA, PINTO, 2009).

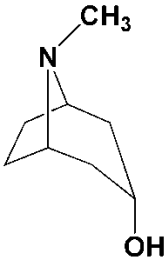
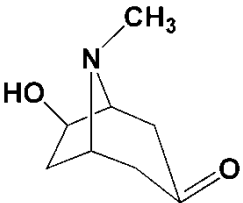
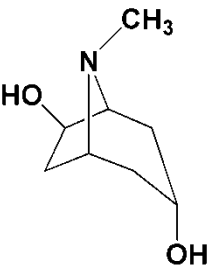
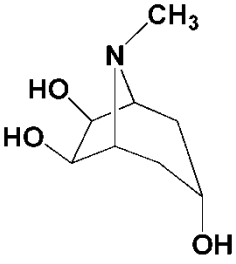
O quadro 3 apresenta uma relação dos principais alcalóides tropanicos identificados em espécies do gênero *Erythroxylum*.

**Quadro 3:** Alcaloides tropanicos bioproduzidos pelo gênero *Erythroxylum*

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>tropinona</p>	<i>E. coca</i>	(CASALE; MOORE, 1996b)
	<i>E. lucidum</i>	(BRACHET, <i>et al</i> , 1997)
	<i>E. monogynum</i>	(EVANS, 1981)
	<i>E. zambesiacum</i>	(CHRISTEN, <i>et al</i> , 1993)
 <p>pseudopelletierina</p>	<i>E. lucidum</i>	(BRACHET, <i>et al</i> , 1997)

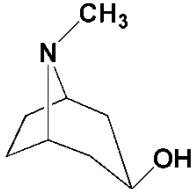
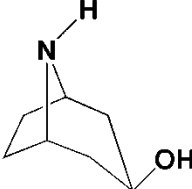
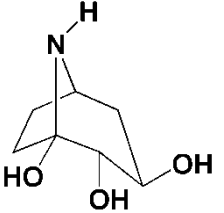
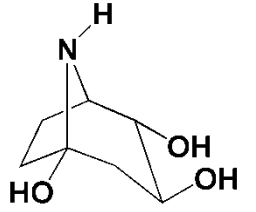
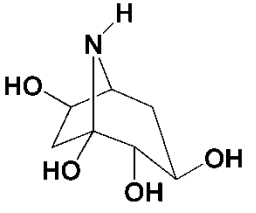
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p style="text-align: center;">tropina</p>	<i>E. coca</i>	(CASALE; MOORE, 1996a)
	<i>E. dekindtii</i>	(AL-YAHYA, <i>et al</i> , 1979) (EVANS, 1981)
	<i>E. monogynum</i>	(EVANS, 1981) (CHRISTEN, <i>et al</i> , 1985)
	<i>E. zambesiacum</i>	(CHRISTEN, <i>et al</i> , 1993)
 <p style="text-align: center;">6β-hidroxitropan-3-ona</p>	<i>E. monogynum</i>	(EVANS, 1981)
	<i>E. zambesiacum</i>	(CHRISTEN, <i>et al</i> , 1993)
 <p style="text-align: center;">tropan-3α,6β-diol</p>	<i>E. coca</i>	(EVANS, 1981)
	<i>E. hypericifolium</i>	(AL-SAID; EVANS; GROUT, 1989)
	<i>E. monogynum</i>	(AGAR; EVANS, 1976)
	<i>E. zambesiacum</i>	(CHRISTEN, <i>et al</i> , 1993)
 <p style="text-align: center;">tropan-3α,6β,7β-triol</p>	<i>E. monogynum</i>	(CHRISTEN, <i>et al</i> , 1985)

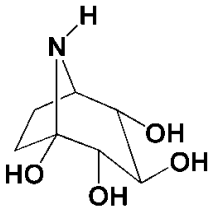
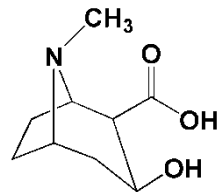
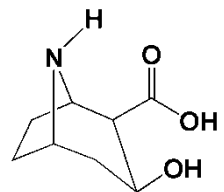
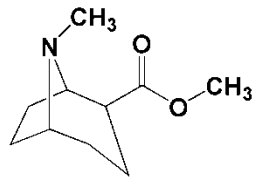
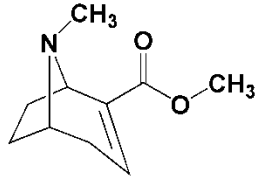
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>ψ-tropina (tropan-3β-ol)</p>	<i>E. coca</i>	(CASALE; MOORE, 1996a)
	<i>E. dekindtii</i>	(EVANS, 1981)
	<i>E. macrocarpum</i>	(EVANS, 1981)
	<i>E. monogynum</i>	(EVANS, 1981)
 <p>pseudotropina (nortropan-3β-ol)</p>	<i>E. macrocarpum</i>	(AL-SAID; EVANS; GROUT, 1986)
	<i>E. monogynum</i>	(CHRISTEN, <i>et al</i> , 1985)
	<i>E. zambesiacum</i>	(CHRISTEN, <i>et al</i> , 1993)
 <p>Calistegina A<sub>3</sub></p>	<i>E. novogranatense</i>	(BROCK, <i>et al</i> , 2005)
 <p>Calistegina A<sub>5</sub></p>	<i>E. novogranatense</i>	(BROCK, <i>et al</i> , 2005)
 <p>Calistegina B<sub>1</sub></p>	<i>E. novogranatense</i>	(BROCK, <i>et al</i> , 2005)

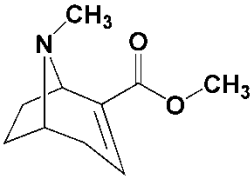
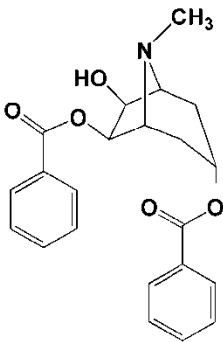
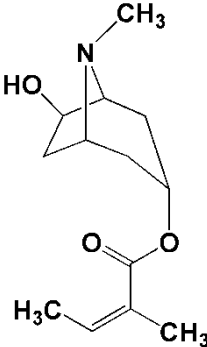
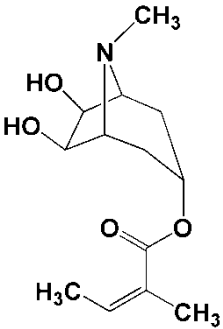
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>Calistegina B<sub>2</sub></p>	<i>E. novogranatense</i>	(BROCK, <i>et al</i> , 2005)
 <p>ecgonina</p>	<i>E. coca</i>	(CASALE; MOORE, 1996b)
	<i>E. dekindtii</i>	(AL-YAHYA, <i>et al</i> , 1979) (EVANS, 1981)
 <p>3,4,5-trimetoxibenzoato do 3αH, 5αH-tropano (norecgonina)</p>	<i>E. coca</i>	(EVANS, 1981)
 <p>Éster metílico da ecgonina</p>	<i>E. laetevirens</i>	(BIERI, <i>et al</i> , 2006)
 <p>metilecgonidina</p>	<i>E. argentinum</i>	(EL-IMAM; EVANS; GROUT, 1988) (ZUANAZZI, <i>et al</i> , 1997)
	<i>E. coca</i>	(CASALE; MOORE, 1996b)
	<i>E. confusum</i>	(DOMINICIS; FERNÁNDEZ, 1991)
	<i>E. dekindtii</i>	(AL-YAHYA, <i>et al</i> , 1979)
	<i>E. havanense</i>	(DOMINICIS; FERNÁNDEZ, 1991)

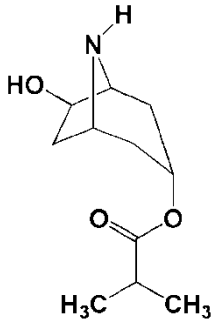
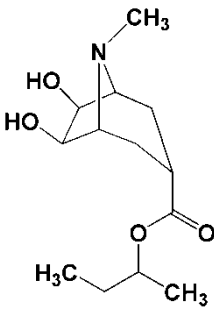
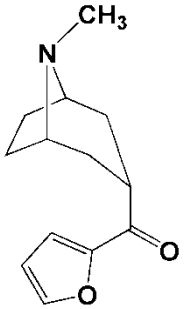
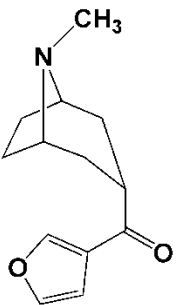
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>metilecgonidina</p>	<i>E. laetevirens</i>	(BIERI, <i>et al</i> , 2006)
	<i>E. microphyllum</i>	(ZUANAZZI, <i>et al</i> , 1997)
	<i>E. pelleterianum</i>	(GRIFFIN; LIN, 2000)
 <p>3<math>\alpha</math>,7<math>\beta</math>-dibenzoiloxitropan-6<math>\beta</math>-ol</p>	<i>E. alaternifolium</i>	(PAYO-HILL, <i>et al</i> , 2000)
 <p>(+)-3<math>\alpha</math>-tigloiloxitropan-6<math>\beta</math>-ol</p>	<i>E. argentinum</i>	(EVANS, 1981)
 <p>meteloidina</p>	<i>E. argentinum</i>	(JOHNS; LAMBERTON, 1967) (EVANS, 1981) (EL-IMAM; EVANS; GROUT, 1988)

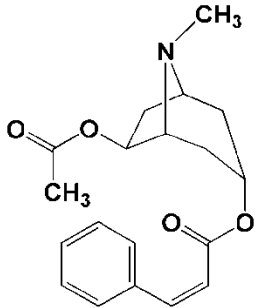
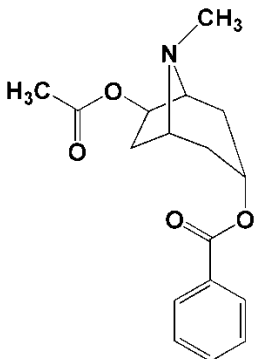
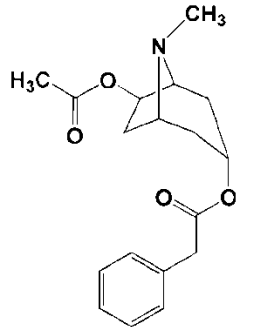
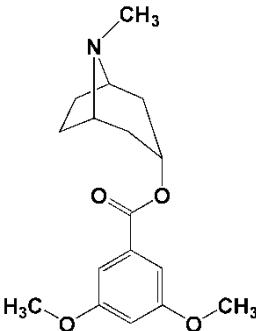
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>3α-Isobutiriloxi-7β-hidroxi-nor-tropano</p>	<i>E. moonii</i>	(KHATTAK, <i>et al</i> 2002)
 <p>3-2 metilbutiriloxi)tropan-6,7-diol</p>	<i>E. monogynum</i>	(CHRISTEN, <i>et al</i> , 1985)
 <p>3α-2-furoiloxi)tropano</p>	<i>E. dekindtii</i>	(AL-YAHYA, <i>et al</i> , 1979) (EVANS, 1981)
 <p>3α-(3-furoiloxi)tropano</p>	<i>E. dekindtii</i>	(AL-YAHYA, <i>et al</i> , 1979)

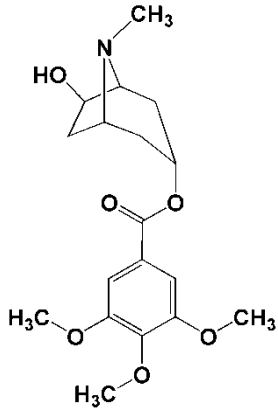
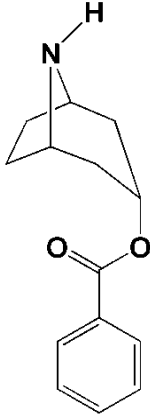
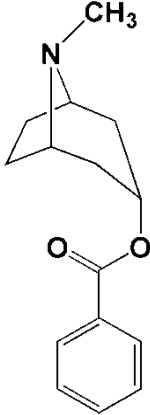
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>eritrozeilanina C</p>	<i>E. zeylanicum</i>	(BRINGMANN, <i>et al</i> , 2000)
 <p>6β-acetoxi-3α-benzoiloxitropano</p>	<i>E. hypericifolium</i>	(AL-SAID; EVANS; GROUT, 1989)
 <p>3-acetoxi-6-fenilacetoxitropano</p>	<i>E. hypericifolium</i>	(AL-SAID, EVANS; GROUT, 1989)
 <p>3α-(3', 4'-dimetoxibenzoiloxi) tropano (convolamina)</p>	<i>E. cumanense</i>	(AL-SAID, EVANS; GROUT, 1989)
	<i>E. monogynum</i>	(AGAR; EVANS, 1976)
	<i>E. zambesiacum</i>	(CHRISTEN, <i>et al</i> , 1993)

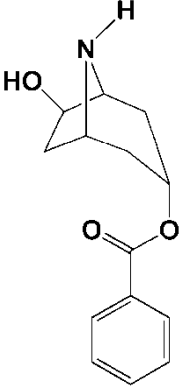
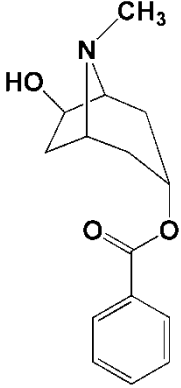
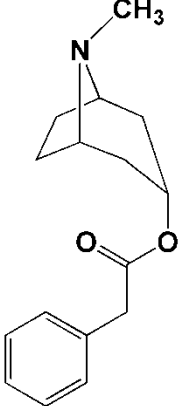
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>3α-(3', 4', 5'-trimetoxibenzoiloxi)tropan-6β-ol</p>	<i>E. monogynum</i>	AGAR; EVANS, 1976)
	<i>E. zambesiacum</i>	(CHRISTEN, <i>et al</i> , 1993)
 <p>3α-benzoiloxinortropano</p>	<i>E. sideroxyloides</i>	(AL-SAID; EVANS; GROUT, 1986)
	<i>E. ellipticum</i>	JOHNS, LAMBERTON, 1970) (EVANS, 1981)
	<i>E. hypericifolium</i>	EL-IMAM, Y. M. A., <i>et al</i> , 1987) (AL-SAID, EVANS; GROUT, 1989)
	<i>E. macrocarpum</i>	(EVANS, 1981) (GRIFFIN; LIN, 2000)
 <p>3α-benzoiloxitropano</p>	<i>E. coca</i>	(CASALE; MOORE, 1996A)
	<i>E. macrocarpum</i>	(EVANS, 1981) (AL-SAID; EVANS; GROUT, 1986)
	<i>E. sideroxyloides</i>	(AL-SAID; EVANS; GROUT, 1986)

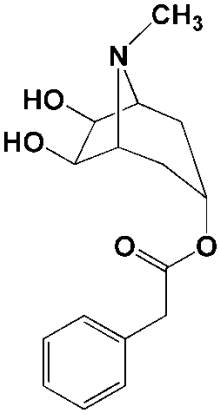
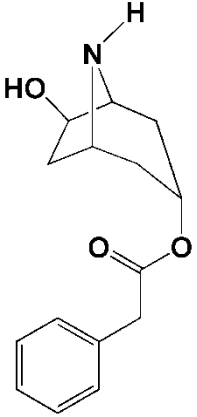
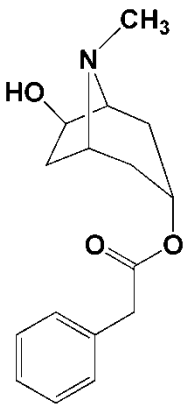
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p data-bbox="400 786 746 819">3α-benzoiloxinortropan-6β-ol</p>	<i>E. ecarinatum</i>	(EL-IMAM; EVANS; GROUT, 1988)
 <p data-bbox="421 1261 730 1294">3α-benzoiloxitropan-6β-ol</p>	<i>E. sideroxyloides</i>	(AL-SAID; EVANS; GROUT, 1986) GRIFFIN; LIN, 2000)
 <p data-bbox="440 1753 708 1787">3α-fenilacetoxitropano</p>	<i>E. dekindtii</i>	(AL-YAHYA, <i>et al</i> , 1979)
	<i>E. hypericifolium</i>	(AL-SAID, EVANS; GROUT, 1989)
	<i>E. monogynum</i>	(CHRISTEN, <i>et al</i> , 1985)
	<i>E. zambesiicum</i>	(CHRISTEN, <i>et al</i> , 1993) GRIFFIN; LIN, 2000)

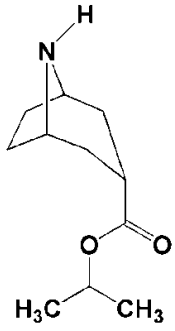
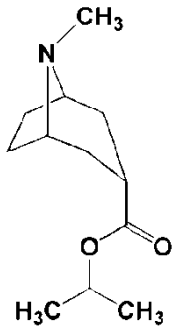
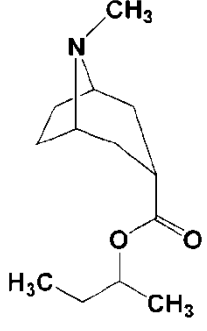
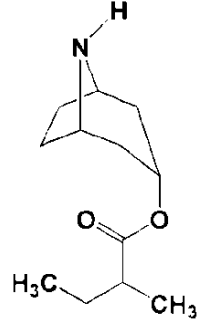
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>3α-fenilacetoxitropan-6β, 7β-diol</p>	<i>E. hypericifolium</i>	(AL-SAID, EVANS; GROUT, 1989)
 <p>3α-fenilacetoxinortropan-6β-ol</p>	<i>E. hypericifolium</i>	(AL-SAID, EVANS; GROUT, 1989)
 <p>3α-fenilacetoxitropan-6β-ol</p>	<i>E. hypericifolium</i>	(AL-SAID, EVANS; GROUT, 1989)
	<i>E. monogynum</i>	(EVANS, 1981)
	<i>E. zambesiacum</i>	(CHRISTEN, <i>et al</i> , 1993)

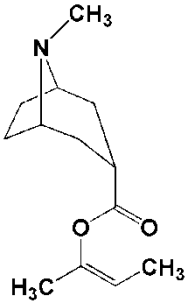
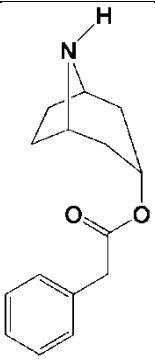
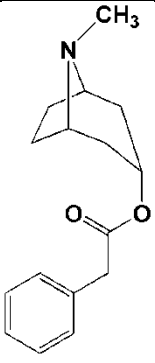
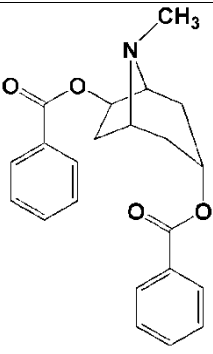
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>3α-isobutiriloxinortropano</p>	<i>E. monogynum</i>	(CHRISTEN, <i>et al</i> , 1985)
 <p>3α-isobutiriloxitropano (butropina)</p>	<i>E. monogynum</i>	(CHRISTEN, <i>et al</i> , 1985)
 <p>3-2 metilbutiriloxi)tropano</p>	<i>E. monogynum</i>	(CHRISTEN, <i>et al</i> , 1985)
 <p>3-2 metilbutiriloxi)nortropano (isoporoidina)</p>	<i>E. dekindtii</i>	(AL-YAHYA; EVANS; GROUT, 1979) (EVANS, 1981)
	<i>E. monogynum</i>	AGAR; EVANS, 1976)
	<i>E. zambesiicum</i>	(CHRISTEN, <i>et al</i> , 1993)

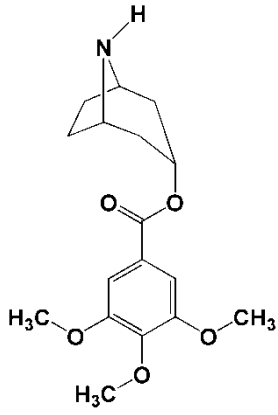
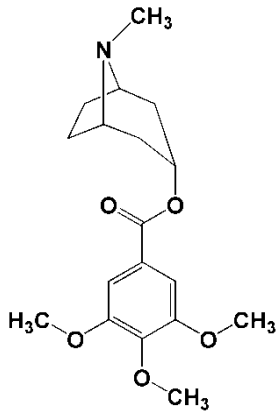
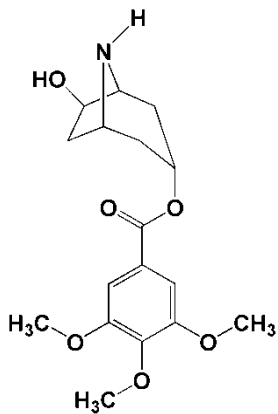
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>3α-isovaleriloxitropano</p>	<i>E. dekindtii</i>	(AL-YAHYA; EVANS; GROUT, 1979) (EVANS, 1981)
 <p>3-fenilacetoxinortropano</p>	<i>E. cumanense</i>	EL-IMAM, Y. M. A., <i>et al</i> , 1985)
	<i>E. monogynum</i>	(CHRISTEN, <i>et al</i> , 1985)
	<i>E. zambesiacum</i>	(CHRISTEN, <i>et al</i> , 1993)
 <p>3α-(4-metilvaleroiloxi)tropano</p>	<i>E. monogynum</i>	AGAR; EVANS, 1976)
 <p>(+)-3α, 6β-dibenzoiloxitropano</p>	<i>E. cuneatum</i>	(EL-IMAM; EVANS; GROUT, 1988) (GRIFFIN; LIN, 2000)

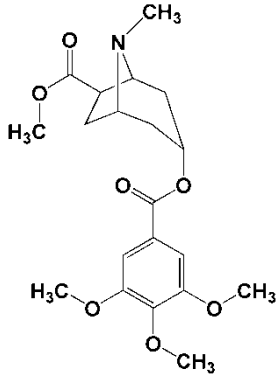
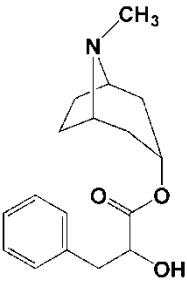
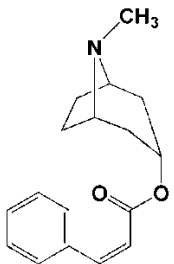
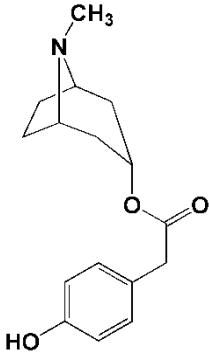
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>3α-(3,4,5-trimetoxibenzoiloxi)nortropano</p>	<i>E. zambesiicum</i>	(CHRISTEN, <i>et al</i> , 1993) (GRIFFIN; LIN, 2000)
 <p>3α-(3',4',5'-trimetoxibenzoiloxi)tropano</p>	<i>E. monogynum</i>	AGAR; EVANS, 1976) (EVANS, 1981)
	<i>E. zambesiicum</i>	(CHRISTEN, <i>et al</i> , 1993)
	<i>E. zeylanicum</i>	(AL-SAID; EVANS; GROUT, 1986)
 <p>3α-(3,4,5-trimetoxibenzoiloxi)nortropan-6β-ol</p>	<i>E. zambesiicum</i>	(CHRISTEN, <i>et al</i> , 1993) (GRIFFIN; LIN, 2000)

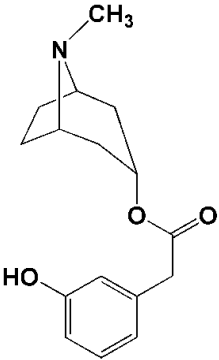
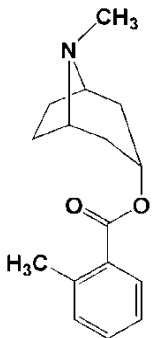
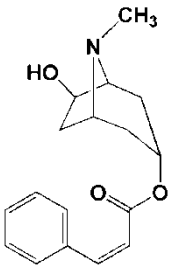
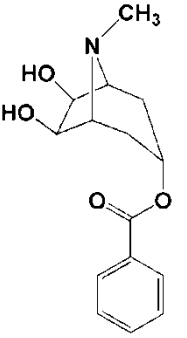
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>eritrozeilanina A</p>	<i>E. zeylanicum</i>	(CHRISTEN, <i>et al</i> , 1993)
 <p>litorina</p>	<i>E. lucidum</i>	(BRACHET, <i>et al</i> , 1997)
 <p>3α-cinamoiloxitropano</p>	<i>E. moonii</i>	(KHATTAK, <i>et al</i> 2002)
 <p>3α-(4-hidroxifenilacetoxi)tropano</p>	<i>E. argentinum</i>	(EL-IMAM; EVANS; GROUT, 1988)

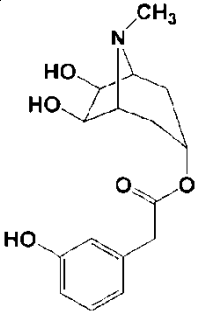
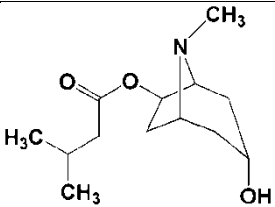
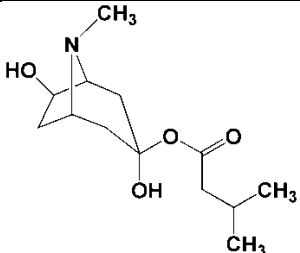
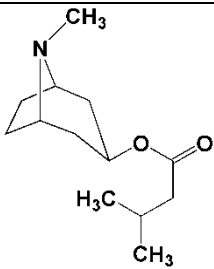
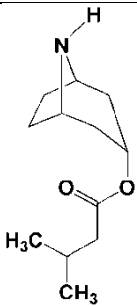
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p data-bbox="395 750 767 786">3α-(3-hidrofenilacetoxi)tropano</p>	<i>E. hypericifolium</i>	(AL-SAID, EVANS; GROUT, 1989)
 <p data-bbox="459 1164 703 1200">3α-o-toluatotropano</p>	<i>E. dekindtii</i>	(AL-YAHYA, <i>et al</i> , 1979)
 <p data-bbox="411 1512 758 1547">3α-cinnamoiloxitropano-6β-ol</p>	<i>E. argentinum</i>	(EL-IMAM; EVANS; GROUT, 1988)
	<i>E. zambesiacum</i>	(CHRISTEN, <i>et al</i> , 1993)
 <p data-bbox="391 1926 762 1962">3α-benzoiloxitropano-6β,7β-diol</p>	<i>E. argentinum</i>	(EVANS, 1981)

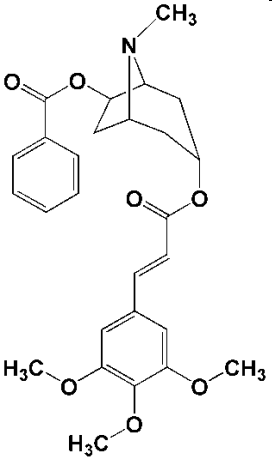
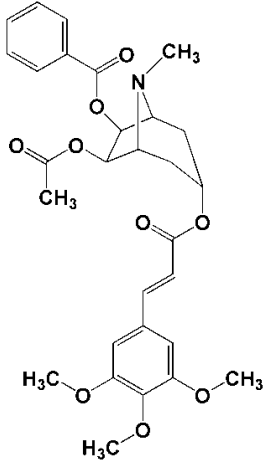
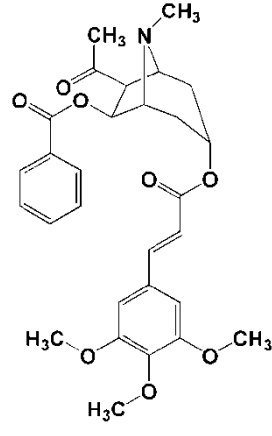
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>Catuabina G</p>	<i>E. vacciniifolium</i>	(HOLMSTEDT, <i>et al</i> 1977)
 <p>6-isovaleriloxitropan-3-ol</p>	<i>E. zambesiicum</i>	(CHRISTEN, <i>et al</i> , 1993)
 <p>3-isovaleriloxitropan-3<math>\alpha</math>,6<math>\beta</math>-diol</p>	<i>E. dekindtii</i>	(AL-YAHYA; EVANS; GROUT, 1979) (EVANS, 1981)
	<i>E. monogynum</i>	(CHRISTEN, <i>et al</i> , 1985)
 <p>3<math>\beta</math>-isovaleriloxinortropano</p>	<i>E. dekindtii</i>	(AL-YAHYA, <i>et al</i> , 1979)
 <p>3<math>\alpha</math>-isovaleriloxinortropano</p>	<i>E. dekindtii</i>	(AL-YAHYA; EVANS; GROUT, 1979) (EVANS, 1981)

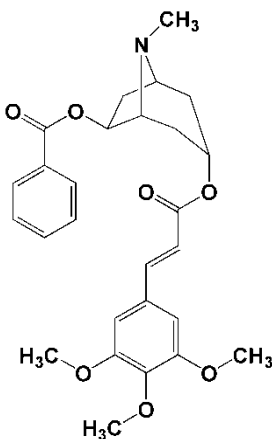
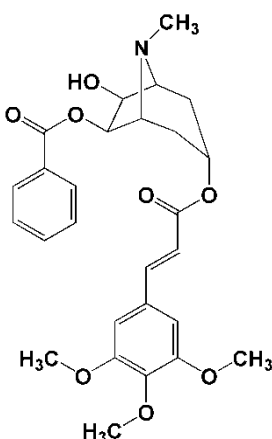
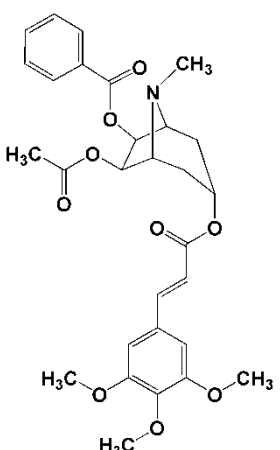
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p data-bbox="359 835 790 898">3<math>\alpha</math>-(3',4',5'-trimetoxicinamoiloxi)-7<math>\beta</math>-benzoiloxitropano</p>	<p data-bbox="938 371 1123 405"><i>E. monogynum</i></p> <p data-bbox="938 651 1139 685"><i>E. zambesiacum</i></p>	<p data-bbox="1222 371 1407 405">(EVANS, 1981)</p> <p data-bbox="1174 651 1469 685">(CHRISTEN, <i>et al</i>, 1993)</p>
 <p data-bbox="363 1406 783 1469">6<math>\beta</math>-acetoxi-7<math>\beta</math>-benzoiloxi-3<math>\alpha</math>-(3,4,5-trimetoxicinamoiloxi) tropano</p>	<p data-bbox="938 1182 1139 1216"><i>E. zambesiacum</i></p>	<p data-bbox="1206 1144 1430 1207">(CHRISTEN, <i>et al</i>, 1993)</p> <p data-bbox="1193 1218 1453 1252">(GRIFFIN; LIN, 2000)</p>
 <p data-bbox="347 1944 815 2007">7<math>\beta</math>-Acetoxy-6<math>\beta</math>-Benzoiloxi-3<math>\alpha</math>-(E)-(3,4,5-trimetoxicinamoiloxi)-tropano</p>	<p data-bbox="938 1742 1139 1776"><i>E. rotundifolium</i></p>	<p data-bbox="1190 1742 1453 1776">(CHÁVEZ, <i>et al</i>, 2002)</p>

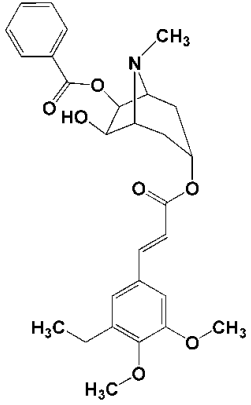
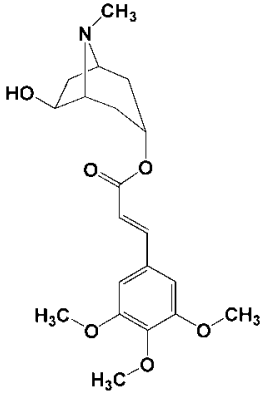
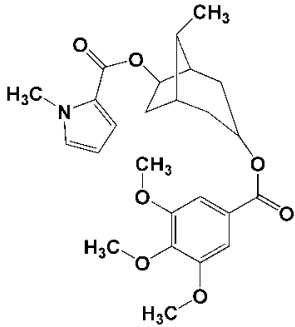
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p data-bbox="287 817 877 884">6β-Benzoiloxi-3α-(E)-(3,4,5-trimetoxicinamoiloxi)-tropano</p>	<i>E. rotundifolium</i>	(CHÁVEZ, <i>et al</i> , 2002)
 <p data-bbox="287 1366 877 1433">6β-Benzoiloxi-3α-(E)-(3,4,5-trimetoxicinamoiloxi)-tropano-7β-ol</p>	<i>E. rotundifolium</i>	(CHÁVEZ, <i>et al</i> , 2002)
 <p data-bbox="263 1926 885 1993">3α-(3', 4', 5'-trimetoxicinamoiloxi)-6β-benzoiloxi-7β-acetoxitropano</p>	<i>E. zambesiacum</i>	(CHRISTEN, <i>et al</i> , 1993)

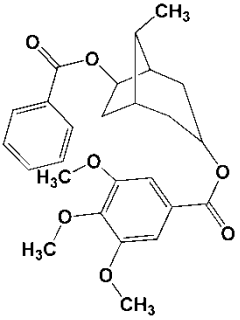
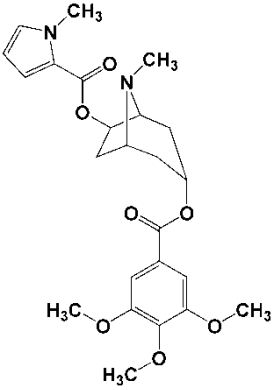
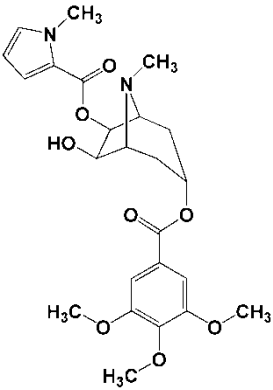
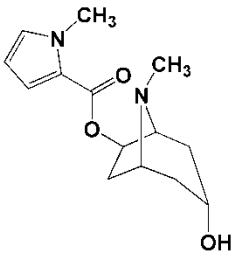
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>6β-benzoiloxi-3α-(3, 4, 5-trimetoxicinamoiloxi)tropan-7β-ol</p>	<i>E. zambesiacum</i>	(CHRISTEN, <i>et al</i> , 1993)
 <p>Pervileína G</p>	<i>E. pervillei</i>	(CHIN, <i>et al</i> , 2006)
 <p>catuabina A</p>	<i>E. vacciniifolium</i>	(GRAF; LUDE, 1978)

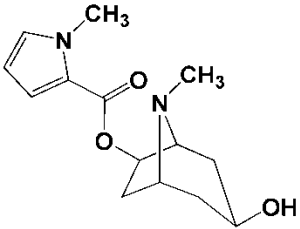
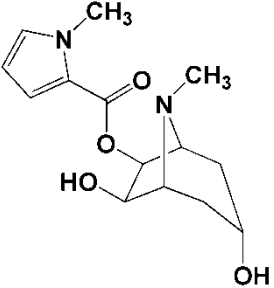
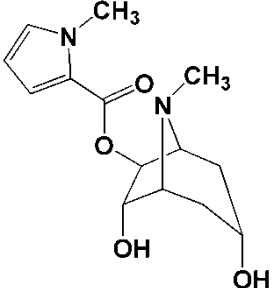
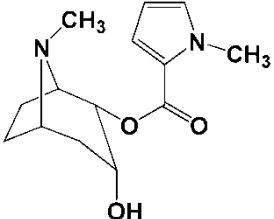
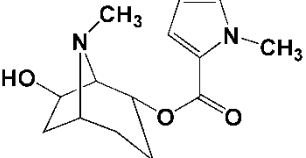
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>catuabina B</p>	<i>E. vacciniifolium</i>	(GRAF; LUDE, 1978)
 <p>Catuabina F</p>	<i>E. vacciniifolium</i>	(HOLMSTEDT, <i>et al</i> 1977)
 <p>7β-Hidroxicatuabina F</p>	<i>E. vacciniifolium</i>	(HOLMSTEDT, <i>et al</i> 1977)
 <p>Catuabina H</p>	<i>E. vacciniifolium</i>	(HOLMSTEDT, <i>et al</i> 1977)

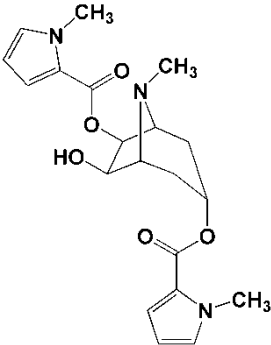
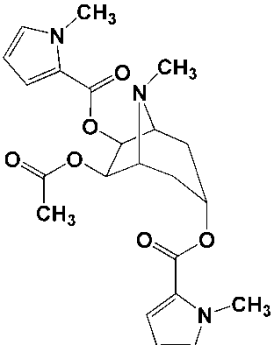
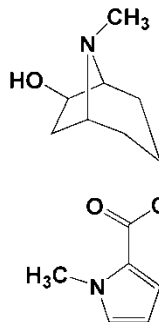
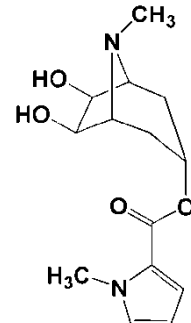
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>3αH-Catuabina H</p>	<i>E. vacciniifolium</i>	(HOLMSTEDT, <i>et al</i> 1977)
 <p>7β-Hidroxicatuabina H</p>	<i>E. vacciniifolium</i>	(HOLMSTEDT, <i>et al</i> 1977)
 <p>7α-Hidroxicatuabina H</p>	<i>E. vacciniifolium</i>	(HOLMSTEDT, <i>et al</i> 1977)
 <p>Vaccinina A</p>	<i>E. vacciniifolium</i>	(HOLMSTEDT, <i>et al</i> 1977)
 <p>Vaccinina B</p>	<i>E. vacciniifolium</i>	(HOLMSTEDT, <i>et al</i> 1977)

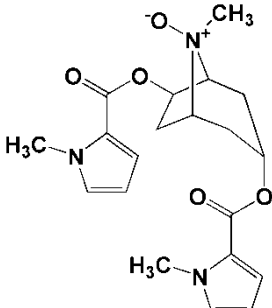
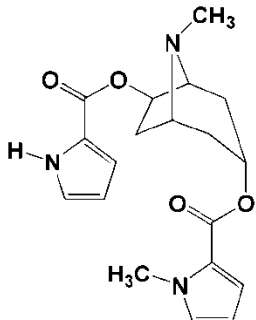
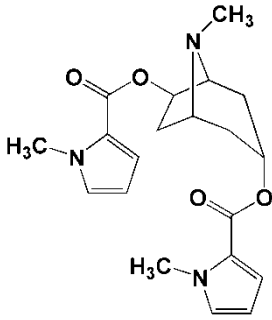
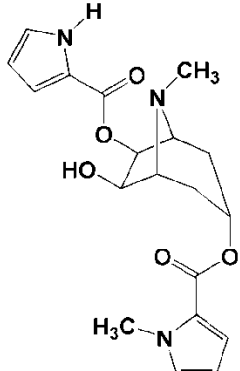
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>7β-Hidroxicatuabina;</p>	<i>E. vacciniifolium</i>	(HOLMSTEDT, <i>et al</i> 1977)
 <p>7β-Acetilcatuabina;</p>	<i>E. vacciniifolium</i>	(HOLMSTEDT, <i>et al</i> 1977)
 <p>Catuabina I</p>	<i>E. vacciniifolium</i>	(HOLMSTEDT, <i>et al</i> 1977)
 <p>7β-Hidroxicatuabina I</p>	<i>E. vacciniifolium</i>	(HOLMSTEDT, <i>et al</i> 1977)

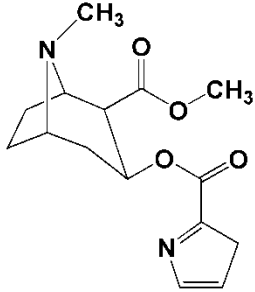
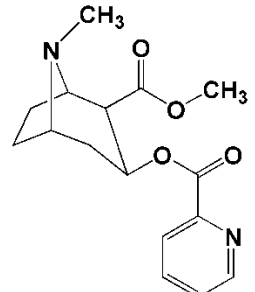
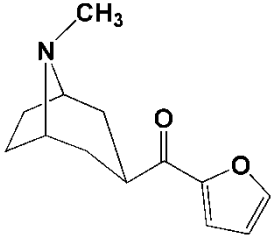
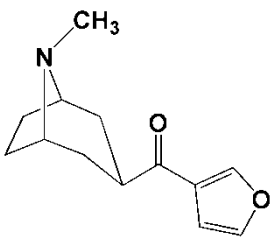
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>Catuabina; N-óxido</p>	<i>E. vacciniifolium</i>	(HOLMSTEDT, <i>et al</i> 1977)
 <p>Catuabina D</p>	<i>E. vacciniifolium</i>	(HOLMSTEDT, <i>et al</i> 1977)
 <p>catuabina C</p>	<i>E. vacciniifolium</i>	(HOLMSTEDT, <i>et al</i> 1977) (GRAF; LUDE, 1978)
 <p>7β-Hidroxicatuabina D</p>	<i>E. vacciniifolium</i>	(HOLMSTEDT, <i>et al</i> 1977)

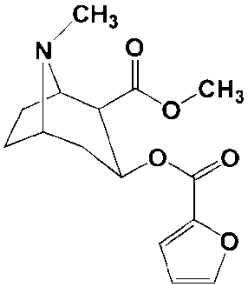
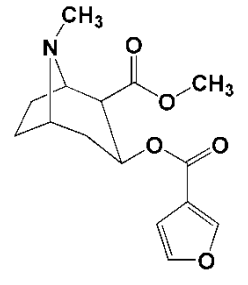
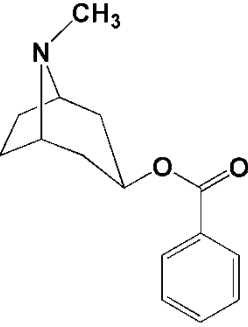
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>éster metílico de 2'-pirroloilecgonina</p>	<i>E. coca</i>	(MOORE; CASALE, 1997)
 <p>éster metílico de nicotinoilecgonina</p>	<i>E. coca</i>	(MOORE; CASALE, 1997)
 <p>3β-(2-furoiloxi)tropano</p>	<i>E. dekindtii</i>	(AL-YAHYA, <i>et al</i> , 1979)
 <p>3β-(3-furoiloxi)tropano</p>	<i>E. dekindtii</i>	(AL-YAHYA, <i>et al</i> , 1979)

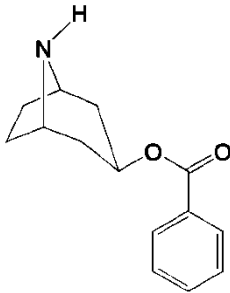
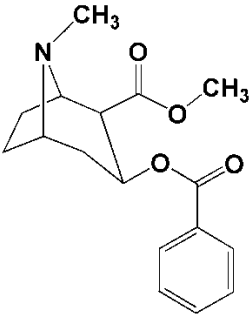
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>éster metílico de 2'-furanilecgonina</p>	<i>E. coca</i>	(MOORE; CASALE, 1997)
 <p>éster metílico de 3'-furanilecgonina</p>	<i>E. coca</i>	(MOORE; CASALE, 1997)
 <p>tropacocaina</p>	<i>E. argentinum</i>	(ZUANAZZI, <i>et al</i> , 1997) (GRIFFIN; LIN, 2000)
	<i>E. coca</i>	(CASALE; MOORE, 1994) (CASALE; MOORE, 1996b)
	<i>E. cuneatum</i>	(EL-IMAM; EVANS; GROUT, 1988)
	<i>E. dekindtii</i>	(AL-YAHYA; EVANS; GROUT, 1979) (EVANS, 1981)
	<i>E. ecarinatum</i>	(EL-IMAM; EVANS; GROUT, 1988)
	<i>E. macrocarpum</i>	(EVANS, 1981) AL-SAID, M., 1986
	<i>E. monogynum</i>	(CHRISTEN, <i>et al</i> , 1985)
	<i>E. pelleterianum</i>	(HOLMSTEDT, <i>et al</i> 1977)
	<i>E. sideroxyloides</i>	(AL-SAID; EVANS; GROUT, 1986)

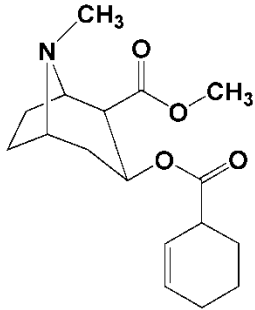
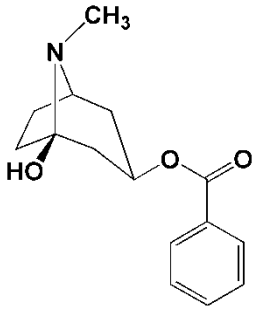
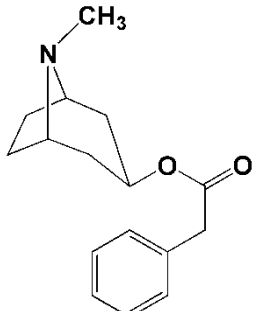
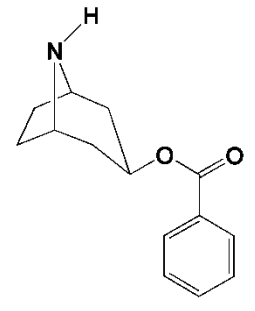
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>3β-benzoyloxytropane</p>	<i>E. mamacoca</i>	(ZUANAZZI, <i>et al</i> , 1997) (GRIFFIN; LIN, 2000)
 <p>cocaína</p>	<i>E. campestre</i>	(EVANS, 1981)
	<i>E. cataractarum</i>	(HOLMSTEDT, <i>et al</i> 1977)
	<i>E. coca</i>	(CASALE; MOORE, 1996b)
	<i>E. deciduum</i>	(HOLMSTEDT, <i>et al</i> 1977)
	<i>E. dekindtii</i>	(HOLMSTEDT, <i>et al</i> 1977)
	<i>E. gracilipes</i>	(HOLMSTEDT, <i>et al</i> 1977)
	<i>E. hondense</i>	(HOLMSTEDT, <i>et al</i> 1977)
	<i>E. laetevirens</i>	(BIERI, <i>et al</i> , 2006)
	<i>E. monogynum</i>	(HOLMSTEDT, <i>et al</i> 1977)
	<i>E. novogranatense</i>	(EVANS, 1981)
	<i>E. panamense</i>	(HOLMSTEDT, <i>et al</i> 1977)
	<i>E. pelleterianum</i>	(EVANS, 1981) (ZUANAZZI, <i>et al</i> , 1997)
<i>E. pulchrum</i>	(HOLMSTEDT, <i>et al</i> 1977)	

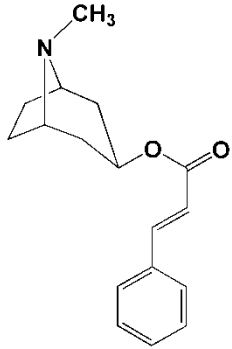
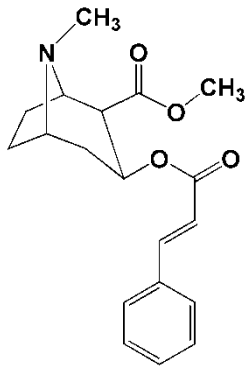
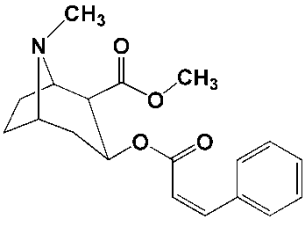
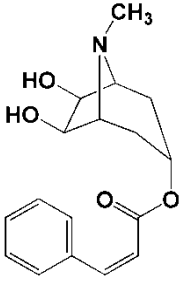
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>éster metílico de heptadienoilecgonina</p>	<i>E. coca</i>	(CASALE; MOORE, 1996a)
 <p>1-hidroxitropacocaína</p>	<i>E. novogranatense</i>	(GRIFFIN; LIN, 2000)
 <p>3β-fenilacetoxitropano</p>	<i>E. dekindtii</i>	(AL-YAHYA, <i>et al</i> , 1979)
 <p>nortropacocaína</p>	<i>E. mamacoca</i>	(GRIFFIN; LIN, 2000)

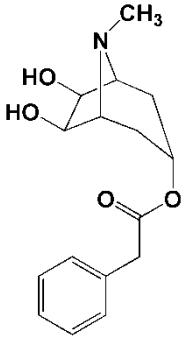
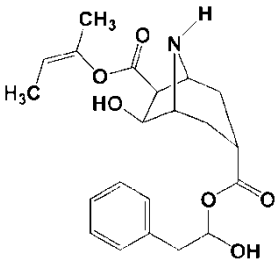
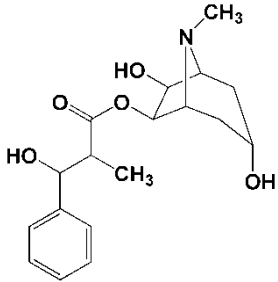
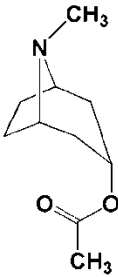
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>eritrozeilanina B</p>	<i>E. zeylanicum</i>	(BRINGMANN, <i>et al</i> , 2000)
 <p><i>trans</i>-cinnamoilcocaína</p>	<i>E. coca</i>	(CASALE; MOORE, 1996b)
 <p><i>cis</i>-cinnamoilcocaína</p>	<i>E. coca</i>	(CASALE; MOORE, 1996b)
 <p>3-cinnamoiloxitropan-6, 7-diol</p>	<i>E. argentinum</i>	(EL-IMAM; EVANS; GROUT, 1988)

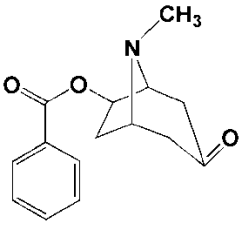
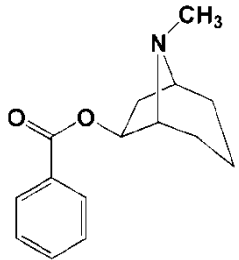
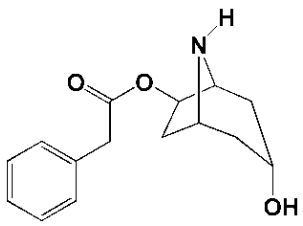
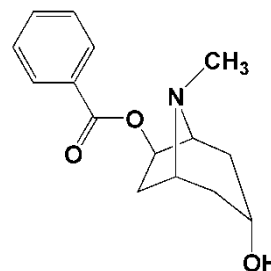
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>3-Acetato de Fenila do tropano 3<math>\alpha</math>,6<math>\beta</math>,7<math>\beta</math>-triol</p>	<i>E. pervillei</i>	(SILVA, <i>et al</i> , 2001)
 <p>(+)-6<math>\beta</math>-tigloiloxi-3<math>\alpha</math>-2-hidroxi-3-fenilpropioniloxi)-nortropan-7<math>\beta</math>-ol</p>	<i>E. argentinum</i>	(EVANS, 1981)
 <p>3<math>\alpha</math>-Hidroxi-6<math>\beta</math>-(3'-hidroxi-2'-metil-3'-fenilpropioniloxi)-7<math>\beta</math>-hidroxitropano</p>	<i>E. moonii</i>	(KHATTAK, <i>et al</i> 2002)
 <p>3<math>\alpha</math>-acetoxitropano</p>	<i>E. lucidum</i>	(BRACHET, <i>et al</i> , 1997)

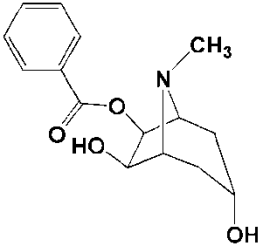
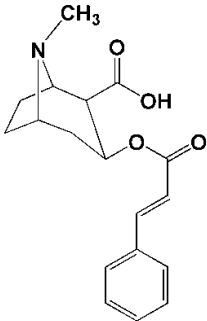
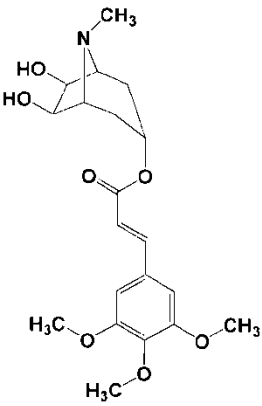
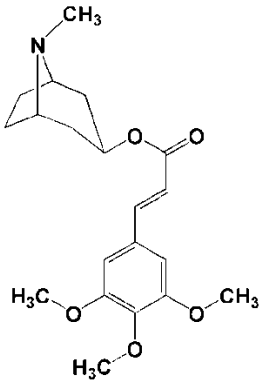
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>6β-benzoiloxitropan-3-ona</p>	<i>E. monogynum</i>	(CHRISTEN, <i>et al</i> , 1985)
	<i>E. zambesiicum</i>	(CHRISTEN, <i>et al</i> , 1993)
 <p>6β-Benzoiloxi-3α-hidroxitropano</p>	<i>E. rotundifolium</i>	(CHÁVEZ, <i>et al</i> , 2002)
 <p>3α-Hidroxi-7β-fenilacetoxi-nor-tropano</p>	<i>E. moonii</i>	(KHATTAK, <i>et al</i> 2002)
 <p>6β-benzoiloxitropan-3α-ol</p>	<i>E. cumanense</i>	(EL-IMAM; EVANS; GROUT, 1988) (GRIFFIN; LIN, 2000)
	<i>E. cuneatum</i>	(EL-IMAM; EVANS; GROUT, 1988)
	<i>E. glaucum</i>	(EL-IMAM; EVANS; GROUT, 1988)
	<i>E. monogynum</i>	(EVANS, 1981) (CHRISTEN, <i>et al</i> , 1985)
	<i>E. zambesiicum</i>	(CHRISTEN, <i>et al</i> , 1993) (GRIFFIN; LIN, 2000)

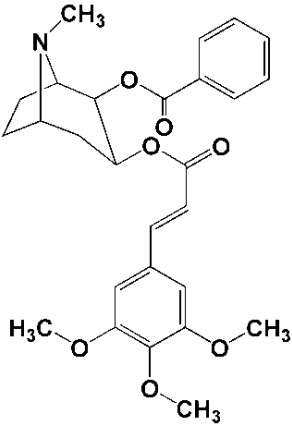
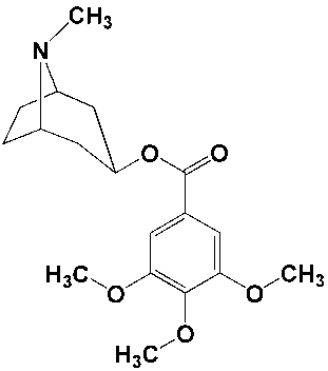
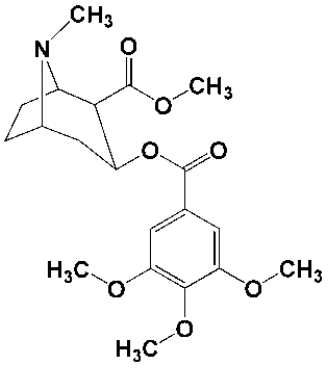
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>6β-benzoyloxitropan-3α, 7β-diol</p>	<i>E. zambesiicum</i>	(CHRISTEN, <i>et al</i> , 1993) (GRIFFIN; LIN, 2000)
 <p>cinnamoilecgonina</p>	<i>E. coca</i>	(EVANS, 1981)
 <p>Pervileína H</p>	<i>E. pervillei</i>	(CHIN, <i>et al</i> , 2006)
 <p>3α-(3', 4', 5'-trimetoxicinamoiloxi)tropano</p>	<i>E. ellipticum</i>	(EVANS, 1981)
	<i>E. hypericifolium</i>	(AL-SAID, EVANS; GROUT, 1989)
	<i>E. monogynum</i>	(EVANS, 1981) (CHRISTEN, <i>et al</i> , 1985)
	<i>E. zambesiicum</i>	(CHRISTEN, <i>et al</i> , 1993) (GRIFFIN; LIN, 2000)

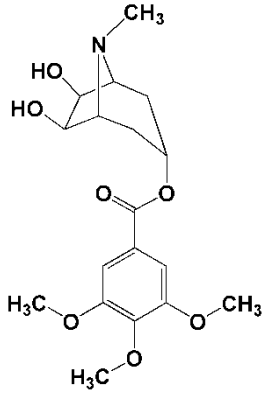
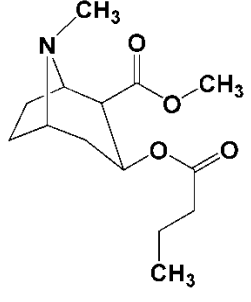
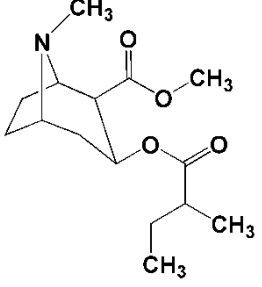
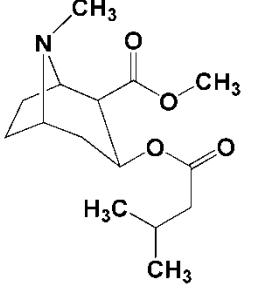
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>2-β-benzoiloxi-3α-(3', 4', 5'-trimetoxi-cinamoil)cocaína</p>	<i>E. coca</i>	(CASALE; MOORE, 1994)
 <p>3',4',5'-trimetoxicocaína</p>	<i>E. coca</i>	(CASALE; MOORE, 1994)
 <p>3',4',5'-trimetoxitropacocaína</p>	<i>E. coca</i>	(CASALE; MOORE, 1994)

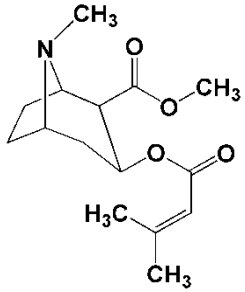
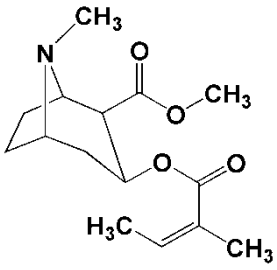
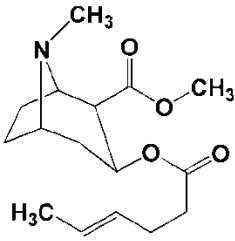
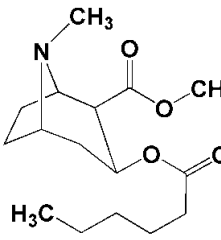
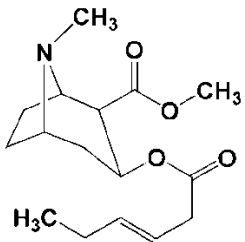
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>3α-(3', 4', 5'-trimetoxibenzoiloxi)tropan-6β, 7β-diol</p>	<i>E. monogynum</i>	(EVANS, 1981) (CHRISTEN, <i>et al</i> , 1985)
 <p>éster metílico de butiroilecgonina</p>	<i>E. coca</i>	(CASALE; MOORE, 1996a)
 <p>éster metílico de metilbutiroilecgonina</p>	<i>E. coca</i>	(CASALE; MOORE, 1996a)
 <p>éster metílico de isovaleroilecgonina</p>	<i>E. coca</i>	(CASALE; MOORE, 1996a)

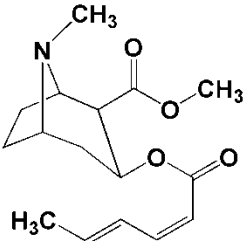
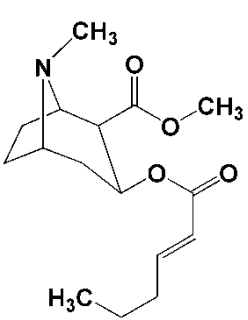
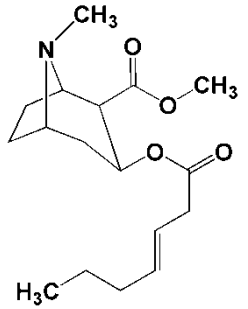
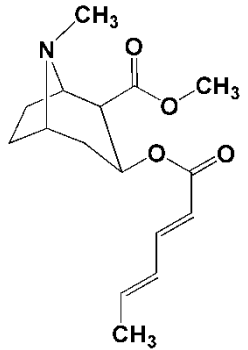
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>éster metílico de senecioilecgonina</p>	<i>E. coca</i>	(CASALE; MOORE, 1996a)
 <p>éster metílico de tigloilecgonina</p>	<i>E. coca</i>	(CASALE; MOORE, 1996a)
 <p>éster metílico de <i>trans</i>-4-hexenoilecgonina</p>	<i>E. coca</i>	(CASALE; MOORE, 1996a)
 <p>éster metílico de hexanoilecgonina</p>	<i>E. coca</i>	(CASALE; MOORE, 1996a)
 <p>éster metílico de <i>trans</i>-3-hexenoilecgonina</p>	<i>E. coca</i>	(CASALE; MOORE, 1996a)

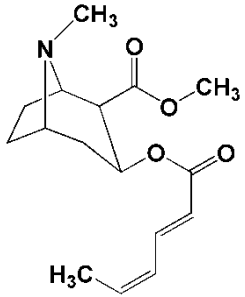
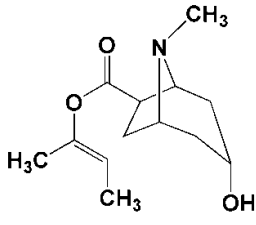
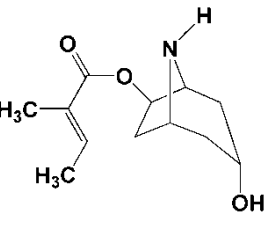
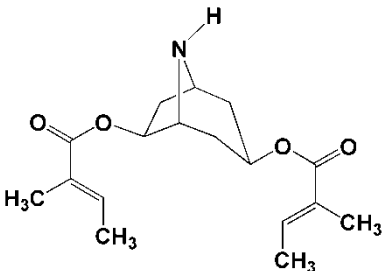
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>éster metílico de <i>cis,trans</i>-2,4-hexadienoilecgonina</p>	<i>E. coca</i>	(CASALE; MOORE, 1996a)
 <p>éster metílico de <i>trans</i>-2-hexenoilecgonina</p>	<i>E. coca</i>	(CASALE; MOORE, 1996a)
 <p>éster metílico de <i>trans</i>-3-heptenoilecgonina</p>	<i>E. coca</i>	(CASALE; MOORE, 1996a)
 <p>éster metílico de <i>trans,trans</i>-2,4-hexadienoilecgonina</p>	<i>E. coca</i>	(CASALE; MOORE, 1996a)

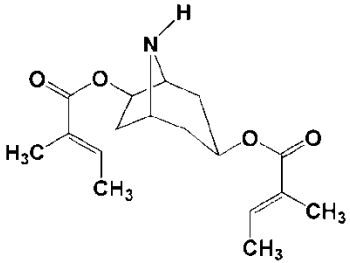
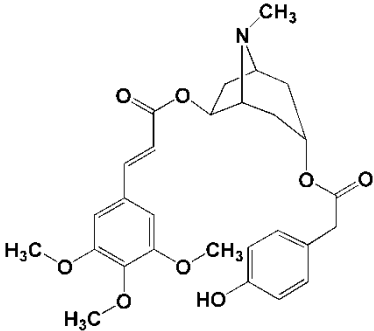
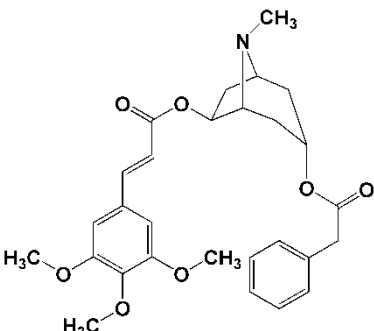
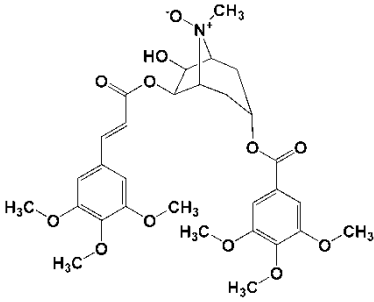
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>éster metílico de <i>trans,cis</i>-2,4-hexadienoilecgonina</p>	<i>E. coca</i>	(CASALE; MOORE, 1996a)
 <p>6β-tigloiloxitropan-3α-ol</p>	<i>E. argentinum</i>	(EL-IMAM; EVANS; GROUT, 1988)
	<i>E. cuneatum</i>	(EL-IMAM; EVANS; GROUT, 1988)
	<i>E. zambesiacum</i>	(CHRISTEN, <i>et al</i> , 1993)
 <p>6β-tigloiloxinortropan-3α-ol</p>	<i>E. argentinum</i>	(EVANS, 1981)
 <p>metilecgonina</p>	<i>E. coca</i>	(EL-IMAM; EVANS; GROUT, 1988) (GRIFFIN; LIN, 2000)
	<i>E. dekindtii</i>	(AL-YAHYA; EVANS; GROUT, 1979) (EVANS, 1981)
 <p>3β, 7β-ditigloiloxinortropano</p>	<i>E. argentinum</i>	(ZUANAZZI, <i>et al</i> , 1997)

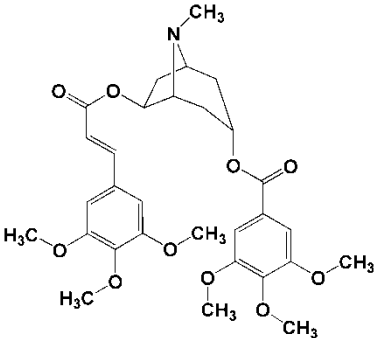
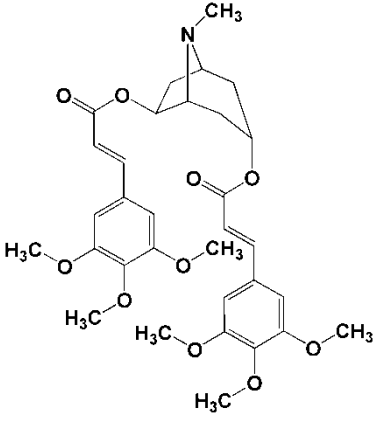
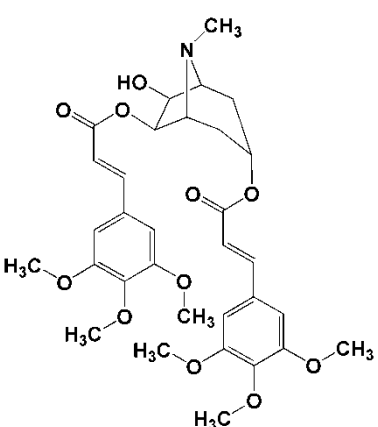
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>3β, 6β-ditigloiloxinortropano</p>	<i>E. argentinum</i>	(ZUANAZZI, <i>et al</i> , 1997)
 <p>Pervilleína;</p>	<i>E. pervillei</i>	(SILVA, <i>et al</i> , 2001)
 <p>Pervilleína F</p>	<i>E. pervillei</i>	(SILVA, <i>et al</i> , 2001)
 <p>N-Óxido de Pervilleína A</p>	<i>E. pervillei</i>	(SILVA, <i>et al</i> , 2001)

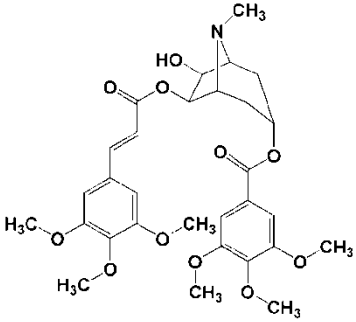
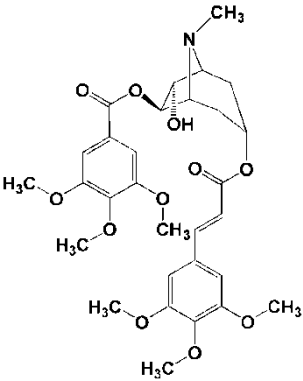
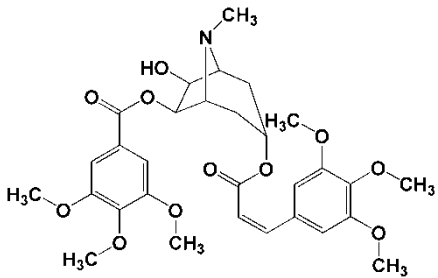
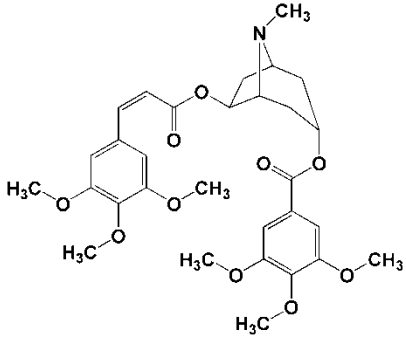
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>Pervileína B</p>	<i>E. pervillei</i>	(SILVA, <i>et al</i> , 2001)
 <p>Pervileína C</p>	<i>E. pervillei</i>	(SILVA, <i>et al</i> , 2001)
 <p>Pervileína D</p>	<i>E. pervillei</i>	(SILVA, <i>et al</i> , 2001)

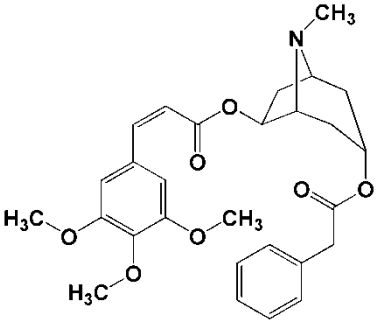
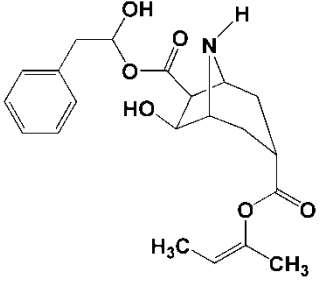
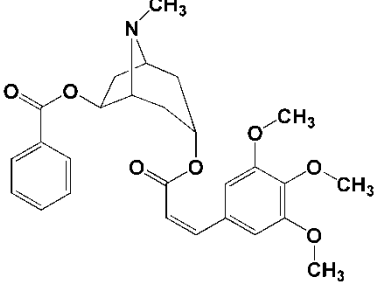
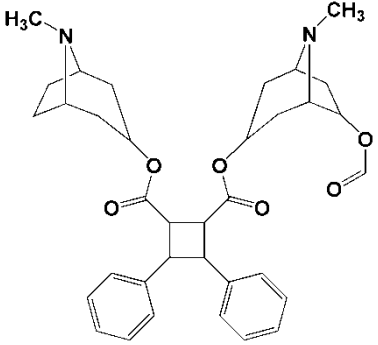
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>Pervileína A</p>	<i>E. pervillei</i>	(SILVA, <i>et al</i> , 2001)
 <p>valeroidina</p>	<i>E. zambesiacum</i>	(CHRISTEN, <i>et al</i> , 1993)
 <p>7β-hidroxi-6β-(3,4,5-trimetoxibenzoiloxi)-3α-(E)-(3,4,5-trimetoxicinamoiloxi)-tropano</p>	<i>E. rotundifolium</i>	(CHÁVEZ, <i>et al</i> , 2002)
 <p>cis-Pervileína B</p>	<i>E. pervillei</i>	(CHIN, <i>et al</i> , 2006)

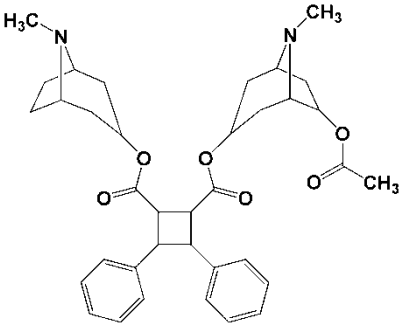
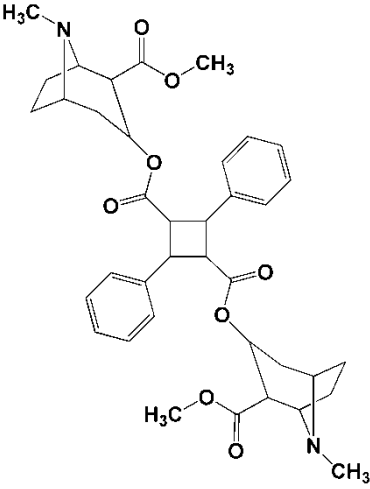
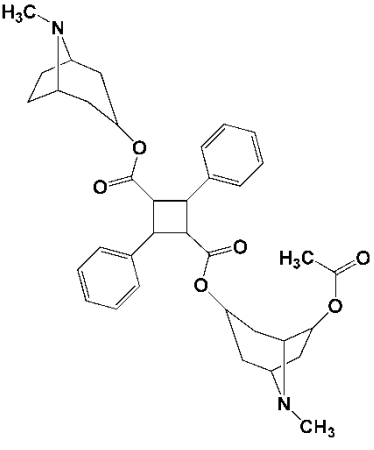
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p><i>cis</i>-Perveleína F</p>	<i>E. pervillei</i>	(CHIN, <i>et al</i> , 2006)
 <p>7-hidroxi-6-(2-hidroxi-3-fenilpropioniloxi)-3<math>\alpha</math>-tigloiloxinortropano</p>	<i>E. argentinum</i>	(EL-IMAM; EVANS; GROUT, 1988)
 <p>6<math>\beta</math>-benzoiloxi-3<math>\alpha</math>-(Z)-(3,4,5-trimetoxicinamoiloxi)-tropano</p>	<i>E. rotundifolium</i>	(CHÁVEZ, <i>et al</i> , 2002)
 <p>mooniina A</p>	<i>E. moonii</i>	(RAHMAN, <i>et al</i> , 1998) (GRIFFIN; LIN, 2000)

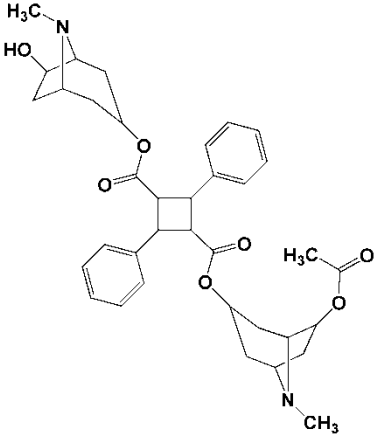
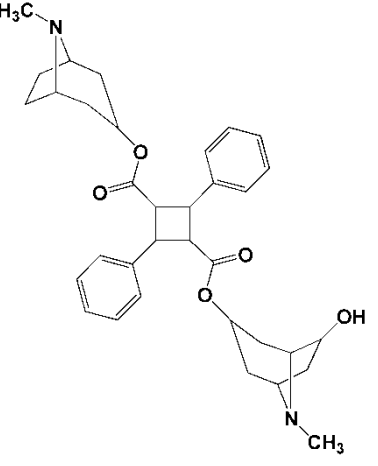
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p style="text-align: center;">mooniina B</p>	<i>E. moonii</i>	(RAHMAN, <i>et al</i> , 1998) (GRIFFIN; LIN, 2000)
 <p style="text-align: center;"><math>\alpha</math>-truxilina; <math>\beta</math>-truxilina</p>	<i>E. novogranatense</i>	(GRIFFIN; LIN, 2000)
 <p style="text-align: center;">3,3'-truxililoxi-6'-acetoxiditropano</p>	<i>E. coca</i>	(GRIFFIN; LIN, 2000)

(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p data-bbox="336 824 826 857">3,3'-truxilolil-6'-hidroxi-6'-acetoxiditropano</p>	<i>E. coca</i>	(GRIFFIN; LIN, 2000)
 <p data-bbox="373 1361 778 1395">3,3'-truxiloloxi-6'-hidroxiditropano</p>	<i>E. coca</i>	(GRIFFIN; LIN, 2000)

### 2.6.3.3 Compostos fenólicos

Compostos fenólicos ou polifenólicos são aqueles que possuem um ou mais núcleos aromáticos com substituintes hidroxiladas e/ou seus derivados funcionais (ésteres, éteres, glicosídeos e outros). Esses metabólitos são amplamente distribuídos no reino vegetal e quase ausente em algas e fungos. (CARVALHO, GOSMANN e SCHENKEL, 2010)

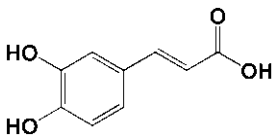
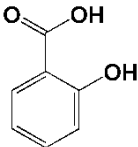
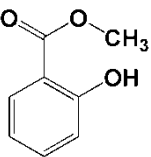
Dentre os principais compostos fenólicos, destacam-se os flavonoides que apresentam variadas formas estruturais, entretanto a maioria dos representantes dessa classe possuem quinze átomos de carbono em seu núcleo fundamental constituído de duas fenilas ligadas por uma cadeia de três carbonos entre elas. Os

flavonoides biossintetizados apresentam-se frequentemente oxigenados, muitas vezes ligados com açúcares, essa forma é chamada de conjugada também é conhecida como heterosídeos, sendo que, quando a ligação se dá por meio de uma hidroxila são denominados O-heterosídeos, quando por intermédio de um átomo de carbono são denominados de C-heterosídeos e quando se encontram sem o açúcar é chamado de aglicona ou de forma livre.(CARVALHO, GOSMANN e SCHENKEL, 2010)

Nos organismos vegetais são diversas as funções dos flavonoides, desde proteção contra insetos, fungos vírus, bactérias e a incidência de raios ultravioleta e visível, há atração de animais com finalidade de polinização, ação antioxidante, controle da ação de hormônios vegetais, efeito alelopáticos e ação inibitória contra enzimas. De modo análogo também são diversas as aplicações comerciais dos flavonoides, sendo empregado desde de pigmentos no setor de cortume, até na fabricação de fármacos com atividade antitumoral anti-inflamatória, antioxidante, antiviral entre outras.(ZUANAZZI; MONTANHA; ZUCOLOTTO, 2017)

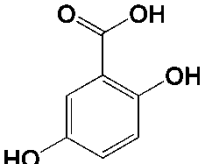
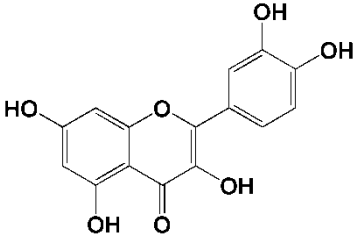
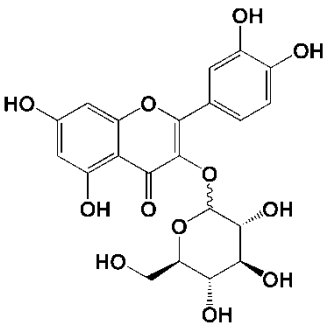
O quadro 4 apresenta uma relação dos principais compostos fenólicos identificados no gênero *Erythroxylum*.

**Quadro 4:** Compostos fenólicos identificados no gênero *Erythroxylum*

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 Ácido caféico	<i>E. coca</i>	(HEGNAUER, 1981)
	<i>E. cuneatum (mig) Kurtz</i>	(HEGNAUER, 1981)
 Ácido salicílico	<i>E. coca</i>	(HEGNAUER, 1981)
 Salicilato de metila	<i>E. coca</i>	(HEGNAUER, 1981)

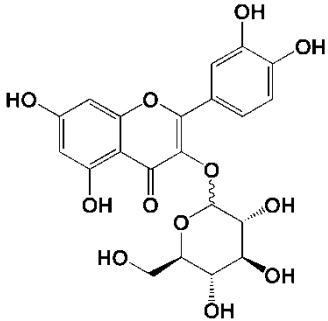
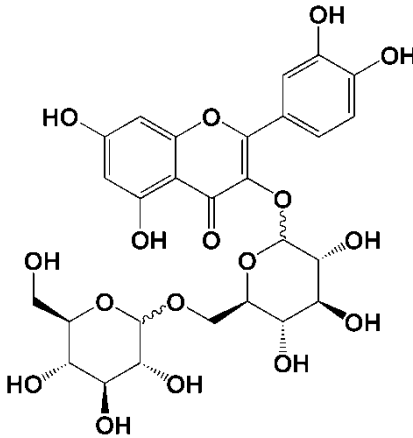
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p data-bbox="501 555 695 589">Ácido Gentísico</p>	<i>E. novogranatense</i> <i>Hieron</i>	(HEGNAUER, 1981)
 <p data-bbox="533 891 671 925">Quercetina</p>	<i>E. coca var. ipadu</i>	(HEGNAUER, 1981); (JOHNSON; SCHMIDT; NORMAN, 1998)
 <p data-bbox="456 1574 751 1608">Quercetina 3-glicosídeo</p>	<i>E. barbatum</i>	(BARREIROS, <i>et al.</i> , 2005) (BOHM, <i>et al.</i> , 1988) (HEGNAUER, 1981);
	<i>E. campestre</i>	(BARREIROS, <i>et al.</i> , 2005) (BOHM, <i>et al.</i> , 1988) (HEGNAUER, 1981);
	<i>E. daphinites</i>	(BARREIROS, <i>et al.</i> , 2005) (BOHM, <i>et al.</i> , 1988) (HEGNAUER, 1981);
	<i>E. cf. loefgrenii</i>	(BARREIROS, <i>et al.</i> , 2005) (BOHM, <i>et al.</i> , 1988) (HEGNAUER, 1981);
	<i>E. nummularia</i>	(BARREIROS, <i>et al.</i> , 2005) (BOHM, <i>et al.</i> , 1988) (HEGNAUER, 1981);

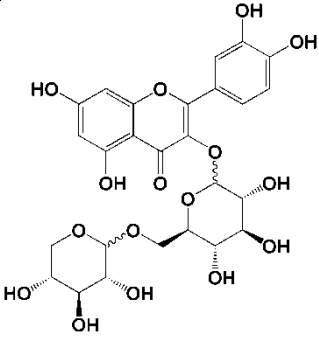
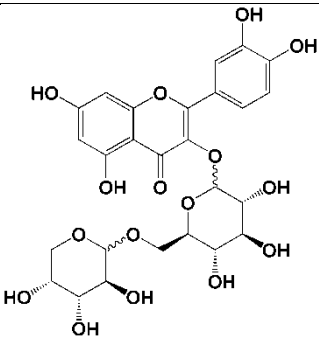
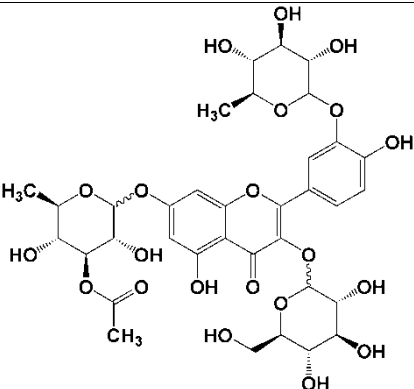
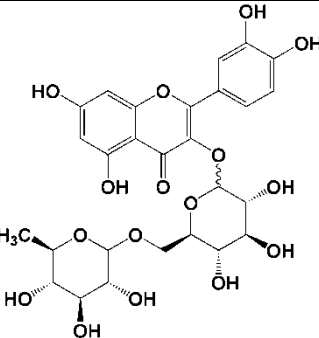
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p data-bbox="459 1019 742 1052">Quercetina 3-glicosídeo</p>	<i>E. pruinosa</i>	(BARREIROS, <i>et al.</i> , 2005) (BOHM, <i>et al.</i> , 1988) (HEGNAUER, 1981);
	<i>E. squamatum</i>	(BARREIROS, <i>et al.</i> , 2005) (BOHM, <i>et al.</i> , 1988) (HEGNAUER, 1981);
	<i>E. suberosum</i>	(BARREIROS, <i>et al.</i> , 2005) (BOHM, <i>et al.</i> , 1988) (HEGNAUER, 1981);
	<i>E. subracemosum</i>	(BARREIROS, <i>et al.</i> , 2005) (BOHM, <i>et al.</i> , 1988) (HEGNAUER, 1981);
	<i>E. subrotundum</i>	(BARREIROS, <i>et al.</i> , 2005) (BOHM, <i>et al.</i> , 1988) (HEGNAUER, 1981);
 <p data-bbox="422 1848 774 1881">Quercetina 3-glico-glicosídeo</p>	<i>E. vacciniifolium</i>	(BOHM, <i>et al.</i> , 1988)

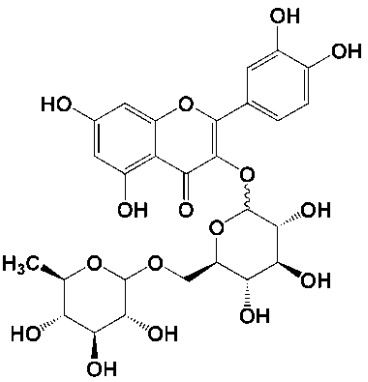
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>Quercetina 3-glico-xilósídeo</p>	<i>E. barbatum</i>	(BOHM, <i>et al.</i> , 1988)
	<i>E. campestre</i>	(BOHM, <i>et al.</i> , 1988)
	<i>E. squamatum</i>	(BOHM, <i>et al.</i> , 1988)
	<i>E. suberosum</i>	(BOHM, <i>et al.</i> , 1988)
 <p>Quercetina 3-glico-arabinosídeo</p>	<i>E. campestre</i>	(BOHM, <i>et al.</i> , 1988)
 <p>Quercetina 3-Gli-7-AcRha-3'-Rha</p>	<i>E. novogranatense</i> <i>var. truxillense</i>	(JOHNSON; SCHMIDT; NORMAN, 1998)
 <p>Rutina</p>	<i>E. argentinum</i>	(BOHM, <i>et al.</i> , 1988) (GONZÁLEZ-GUEVARA, <i>et al.</i> , 2006) (HEGNAUER, 1981) (GONZÁLEZ-GUEVARA, <i>et al.</i> , 2006) (INIGO; POMILIO, 1985)

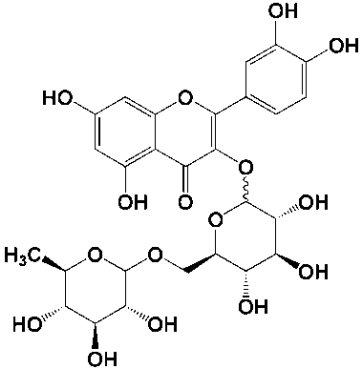
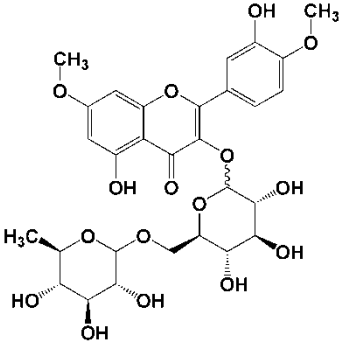
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p data-bbox="558 1344 638 1377">Rutina</p>	<i>E. engleri</i>	(BOHM, <i>et al.</i> , 1988) (GONZÁLEZ-GUEVARA, <i>et al.</i> , 2006) (HEGNAUER, 1981) (GONZÁLEZ-GUEVARA, <i>et al.</i> , 2006) INIGO e POMILIO, (1985)
	<i>E. laurifolium</i>	(BOHM, <i>et al.</i> , 1988) (GONZÁLEZ-GUEVARA, <i>et al.</i> , 2006) (HEGNAUER, 1981) (GONZÁLEZ-GUEVARA, <i>et al.</i> , 2006) (INIGO; POMILIO, 1985)
	<i>E. cf. loefgrenii</i>	(BOHM, <i>et al.</i> , 1988) (GONZÁLEZ-GUEVARA, <i>et al.</i> , 2006) (HEGNAUER, 1981) (GONZÁLEZ-GUEVARA, <i>et al.</i> , 2006) (INIGO; POMILIO, 1985)
	<i>E. minutifolium</i>	(BOHM, <i>et al.</i> , 1988) (GONZÁLEZ-GUEVARA, <i>et al.</i> , 2006) (HEGNAUER, 1981) (GONZÁLEZ-GUEVARA, <i>et al.</i> , 2006) (INIGO; POMILIO, 1985)

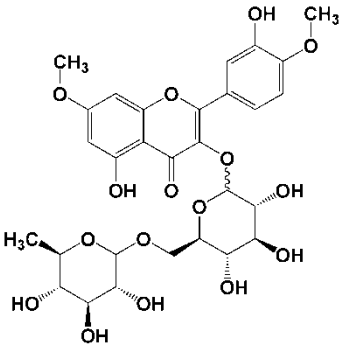
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>Rutina</p>	<p><i>E. prinosum</i></p>	<p>(BOHM, <i>et al.</i>, 1988)  (GONZÁLEZ-GUEVARA, <i>et al.</i>, 2006)  (HEGNAUER, 1981)  (GONZÁLEZ-GUEVARA, <i>et al.</i>, 2006)  (INIGO; POMILIO, 1985)</p>
	<p><i>E. subracemosum</i></p>	<p>(BOHM, <i>et al.</i>, 1988)  (GONZÁLEZ-GUEVARA, <i>et al.</i>, 2006)  HEGNAUER, (1981)  (GONZÁLEZ-GUEVARA, <i>et al.</i>, 2006)  (INIGO; POMILIO, 1985)</p>
	<p><i>E. vacciniifolium</i></p>	<p>(BOHM, <i>et al.</i>, 1988)  (GONZÁLEZ-GUEVARA, <i>et al.</i>, 2006)  (HEGNAUER, 1981)  (GONZÁLEZ-GUEVARA, <i>et al.</i>, 2006)  (INIGO; POMILIO, 1985)</p>
 <p>Ombuim 3-rutinosídeo</p>	<p><i>E. argentinum</i></p>	<p>(BOHM, <i>et al.</i>, 1988)  (BONEFELD; FRIEDRICH; KOLODZIEJ, 1986)  (GONZÁLEZ-GUEVARA, <i>et al.</i>, 2006)  (HEGNAUER, 1981)  (INIGO; POMILIO, 1985)</p>

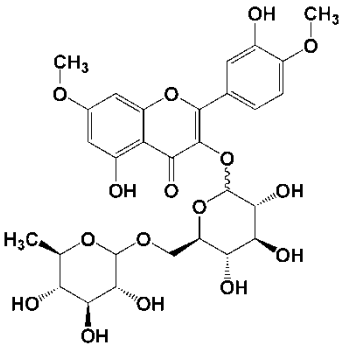
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p data-bbox="464 1328 735 1357">Ombuim 3-rutinosídeo</p>	<p data-bbox="1002 544 1150 573"><i>E. barbatum</i></p>	<p data-bbox="1209 376 1461 405">(BOHM, <i>et al.</i>, 1988)</p> <p data-bbox="1225 427 1445 517">(BONEFELD; FRIEDRICH; KOLODZIEJ, 1986)</p> <p data-bbox="1225 528 1445 618">(GONZÁLEZ- GUEVARA, <i>et al.</i>, 2006)</p> <p data-bbox="1209 640 1461 669">(HEGNAUER, 1981)</p> <p data-bbox="1233 692 1453 741">(INIGO; POMILIO, 1985)</p>
	<p data-bbox="1002 947 1150 976"><i>E. campestre</i></p>	<p data-bbox="1209 786 1461 815">(BOHM, <i>et al.</i>, 1988)</p> <p data-bbox="1225 837 1445 927">(BONEFELD; FRIEDRICH; KOLODZIEJ, 1986)</p> <p data-bbox="1225 938 1445 1028">(GONZÁLEZ- GUEVARA, <i>et al.</i>, 2006)</p> <p data-bbox="1209 1050 1461 1079">(HEGNAUER, 1981)</p> <p data-bbox="1233 1102 1453 1151">(INIGO; POMILIO, 1985)</p>
	<p data-bbox="1002 1350 1150 1379"><i>E. daphinites</i></p>	<p data-bbox="1209 1189 1461 1218">(BOHM, <i>et al.</i>, 1988)</p> <p data-bbox="1225 1240 1445 1330">(BONEFELD; FRIEDRICH; KOLODZIEJ, 1986)</p> <p data-bbox="1225 1341 1445 1431">(GONZÁLEZ- GUEVARA, <i>et al.</i>, 2006)</p> <p data-bbox="1209 1453 1461 1482">(HEGNAUER, 1981)</p> <p data-bbox="1233 1505 1453 1554">(INIGO; POMILIO, 1985)</p>
	<p data-bbox="1018 1753 1134 1783"><i>E. engleri</i></p>	<p data-bbox="1209 1592 1461 1621">(BOHM, <i>et al.</i>, 1988)</p> <p data-bbox="1225 1644 1445 1733">(BONEFELD; FRIEDRICH; KOLODZIEJ, 1986)</p> <p data-bbox="1225 1744 1445 1834">(GONZÁLEZ- GUEVARA, <i>et al.</i>, 2006)</p> <p data-bbox="1209 1856 1461 1886">(HEGNAUER, 1981)</p> <p data-bbox="1233 1908 1453 1957">(INIGO; POMILIO, 1985)</p>

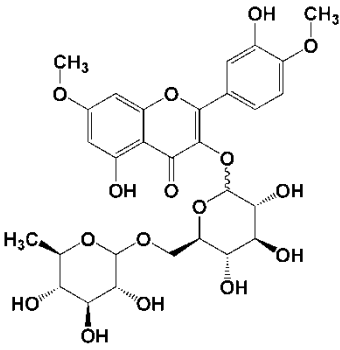
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p data-bbox="464 1328 735 1357">Ombuim 3-rutinosídeo</p>	<p data-bbox="986 544 1166 573"><i>E. cf. loefgrenii</i></p>	<p data-bbox="1209 376 1461 405">(BOHM, <i>et al.</i>, 1988)</p> <p data-bbox="1225 427 1445 517">(BONEFELD; FRIEDRICH; KOLODZIEJ, 1986)</p> <p data-bbox="1225 539 1445 629">(GONZÁLEZ- GUEVARA, <i>et al.</i>, 2006)</p> <p data-bbox="1209 651 1461 680">(HEGNAUER, 1981)</p> <p data-bbox="1233 703 1453 748">(INIGO; POMILIO, 1985)</p>
	<p data-bbox="986 947 1166 976"><i>E. minutifolium</i></p>	<p data-bbox="1209 786 1461 815">(BOHM, <i>et al.</i>, 1988)</p> <p data-bbox="1225 837 1445 927">(BONEFELD; FRIEDRICH; KOLODZIEJ, 1986)</p> <p data-bbox="1225 949 1445 1039">(GONZÁLEZ- GUEVARA, <i>et al.</i>, 2006)</p> <p data-bbox="1209 1061 1461 1090">(HEGNAUER, 1981)</p> <p data-bbox="1233 1113 1453 1158">INIGO e POMILIO, (1985)</p>
	<p data-bbox="962 1328 1190 1417"><i>E. novogranatense</i> <i>var</i> <i>novogranatense</i></p>	<p data-bbox="1209 1189 1461 1218">(BOHM, <i>et al.</i>, 1988)</p> <p data-bbox="1225 1240 1445 1330">(BONEFELD; FRIEDRICH; KOLODZIEJ, 1986)</p> <p data-bbox="1225 1352 1445 1442">(GONZÁLEZ- GUEVARA, <i>et al.</i>, 2006)</p> <p data-bbox="1209 1464 1461 1494">(HEGNAUER, 1981)</p> <p data-bbox="1233 1516 1453 1561">(INIGO; POMILIO, 1985)</p>
	<p data-bbox="994 1753 1158 1783"><i>E. pruinosum</i></p>	<p data-bbox="1209 1592 1461 1621">(BOHM, <i>et al.</i>, 1988)</p> <p data-bbox="1225 1644 1445 1733">(BONEFELD; FRIEDRICH; KOLODZIEJ, 1986)</p> <p data-bbox="1225 1756 1445 1845">(GONZÁLEZ- GUEVARA, <i>et al.</i>, 2006)</p> <p data-bbox="1209 1868 1461 1897">(HEGNAUER, 1981)</p> <p data-bbox="1233 1919 1453 1964">(INIGO; POMILIO, 1985)</p>

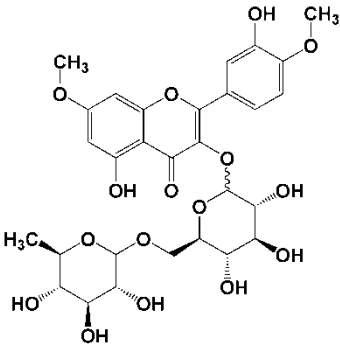
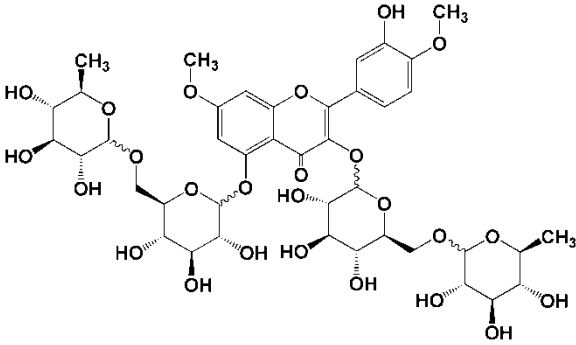
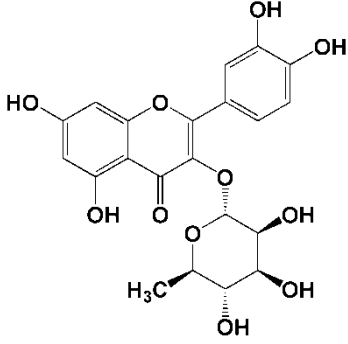
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p data-bbox="464 1328 735 1357">Ombuim 3-rutinosídeo</p>	<i>E. squamatum</i>	(BOHM, <i>et al.</i> , 1988) (BONEFELD; FRIEDRICH; KOLODZIEJ, 1986) (GONZÁLEZ- GUEVARA, <i>et al.</i> , 2006) (HEGNAUER, 1981) (INIGO; POMILIO, 1985)
	<i>E. subracemosum</i>	(BOHM, <i>et al.</i> , 1988) (BONEFELD; FRIEDRICH; KOLODZIEJ, 1986) (GONZÁLEZ- GUEVARA, <i>et al.</i> , 2006) (HEGNAUER, 1981) (INIGO; POMILIO, 1985)
	<i>E. subrotundum</i>	(BOHM, <i>et al.</i> , 1988) (BONEFELD; FRIEDRICH; KOLODZIEJ, 1986) (GONZÁLEZ- GUEVARA, <i>et al.</i> , 2006) (HEGNAUER, 1981) (INIGO; POMILIO, 1985)
	<i>E. tenue</i>	(BOHM, <i>et al.</i> , 1988) (BONEFELD; FRIEDRICH; KOLODZIEJ, 1986) (GONZÁLEZ- GUEVARA, <i>et al.</i> , 2006) (HEGNAUER, 1981) (INIGO; POMILIO, 1985)

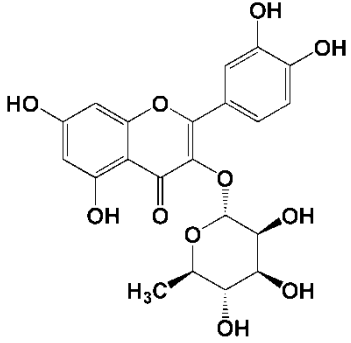
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>Ombuim 3-rutinosídeo</p>	<p><i>E. ulei</i></p>	<p>(BOHM, <i>et al.</i>, 1988)            (BONEFELD;            FRIEDRICH;            KOLODZIEJ, 1986)            (GONZÁLEZ-GUEVARA, <i>et al.</i>, 2006)            (HEGNAUER, 1981)            (INIGO; POMILIO, 1985)</p>
 <p>Ombuim 3-rutinosídeo-5-rutinosídeo</p>	<p><i>E. argentinum</i></p>	<p>(BOHM, <i>et al.</i>, 1988)            (INIGO; POMILIO, 1985)</p>
 <p>Quercitrina</p>	<p><i>E. argentinum</i></p>	<p>(BOHM, <i>et al.</i>, 1988);            (CHÁVEZ, <i>et al.</i>, 1996);            (GONZÁLEZ-GUEVARA, <i>et al.</i>, 2006)            (HEGNAUER, 1981)            (INIGO; POMILIO, 1985)</p>

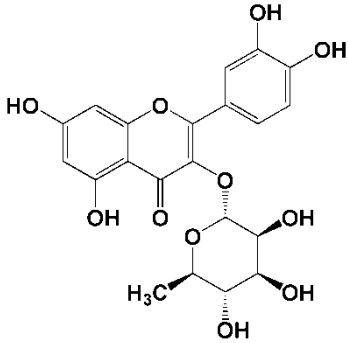
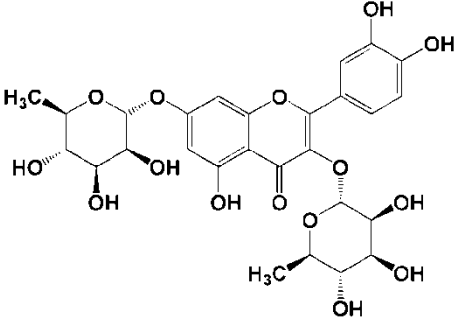
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p data-bbox="533 1265 667 1294">Quercitrina</p>	<i>E. daphinites</i>	(BOHM, <i>et al.</i> , 1988); (CHÁVEZ, <i>et al.</i> , 1996); (GONZÁLEZ-GUEVARA, <i>et al.</i> , 2006) (HEGNAUER, 1981) (INIGO; POMILIO, 1985)
	<i>E. leal costae</i>	(BOHM, <i>et al.</i> , 1988); (CHÁVEZ, <i>et al.</i> , 1996); (GONZÁLEZ-GUEVARA, <i>et al.</i> , 2006) (HEGNAUER, 1981) (INIGO; POMILIO, 1985)
	<i>E. cf. loefgrenii</i>	(BOHM, <i>et al.</i> , 1988); (CHÁVEZ, <i>et al.</i> , 1996); (GONZÁLEZ-GUEVARA, <i>et al.</i> , 2006) (HEGNAUER, 1981) (INIGO; POMILIO, 1985)
	<i>E. minutifolium</i>	(BOHM, <i>et al.</i> , 1988); (CHÁVEZ, <i>et al.</i> , 1996); (GONZÁLEZ-GUEVARA, <i>et al.</i> , 2006) (HEGNAUER, 1981) INIGO e POMILIO, (1985)

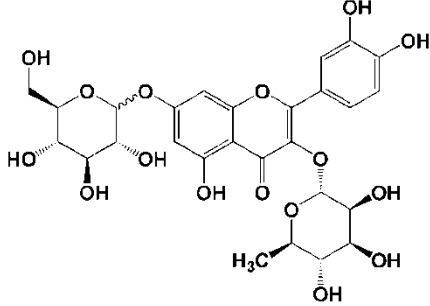
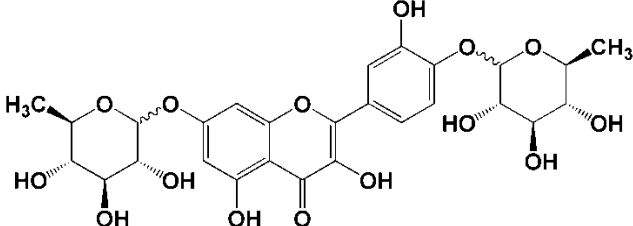
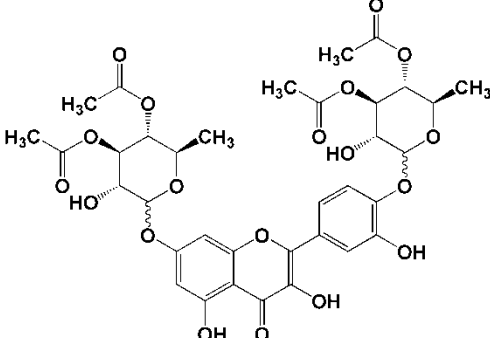
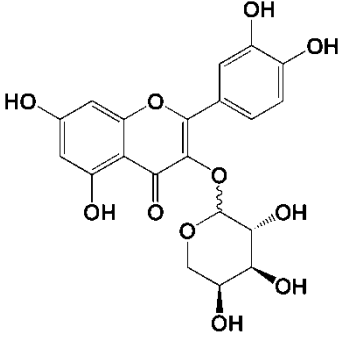
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p data-bbox="533 1077 667 1111">Quercitrina</p>	<p data-bbox="995 528 1158 562"><i>E. pruinosa</i></p>	<p data-bbox="1206 376 1465 712">(BOHM, <i>et al.</i>, 1988); (CHÁVEZ, <i>et al.</i>, 1996); (GONZÁLEZ-GUEVARA, <i>et al.</i>, 2006) (HEGNAUER, 1981) (INIGO; POMILIO, 1985)</p>
	<p data-bbox="967 898 1182 931"><i>E. subracemosum</i></p>	<p data-bbox="1206 745 1465 1081">(BOHM, <i>et al.</i>, 1988); (CHÁVEZ, <i>et al.</i>, 1996); (GONZÁLEZ-GUEVARA, <i>et al.</i>, 2006) (HEGNAUER, 1981) (INIGO; POMILIO, 1985)</p>
	<p data-bbox="979 1267 1177 1301"><i>E. vacciniifolium</i></p>	<p data-bbox="1206 1122 1465 1458">(BOHM, <i>et al.</i>, 1988); (CHÁVEZ, <i>et al.</i>, 1996); (GONZÁLEZ-GUEVARA, <i>et al.</i>, 2006) (HEGNAUER, 1981) (INIGO; POMILIO, 1985)</p>
 <p data-bbox="440 1827 762 1861">Quercitrina 7-rhamnosídeo</p>	<p data-bbox="979 1659 1177 1693"><i>E. vacciniifolium</i></p>	<p data-bbox="1219 1659 1465 1693">(BOHM, <i>et al.</i>, 1988)</p>

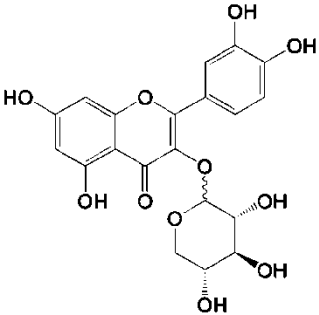
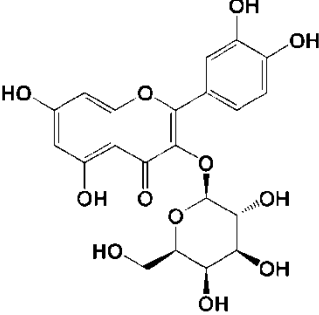
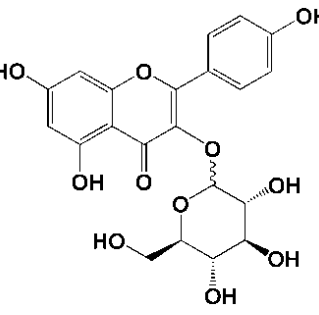
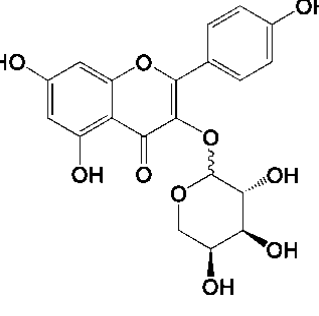
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>Quercitrina 7-glicosídeo</p>	<i>E. vacciniifolium</i>	(BOHM, et al., 1988)
 <p>Quercetina 7,4'-rhamnosídeo</p>	<i>E. uli</i>	(JOHNSON; SCHMIDT, 1999)
 <p>Quercetina 7,4'-tetracetil-dirhamnosídeo</p>	<i>E. coca var. ipadu</i>	(JOHNSON; SCHMIDT; NORMAN, 1998)
 <p>Quercetina 3-arabinosídeo</p>	<i>E. barbatum</i>	(BOHM, et al., 1988)
	<i>E. campestre</i>	(BOHM, et al., 1988)
	<i>E. cuspidifolium</i>	(BOHM, et al., 1988)
	<i>E. pruinatum</i>	(BOHM, et al., 1988)
	<i>E. suberosum</i>	(BOHM, et al., 1988)
	<i>E. vacciniifolium</i>	(BOHM, et al., 1988)

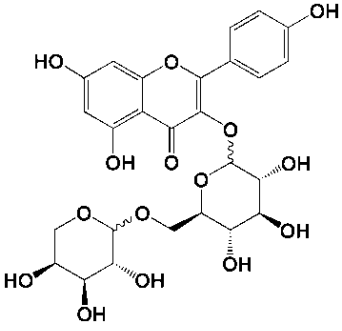
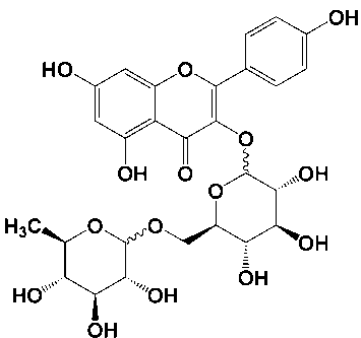
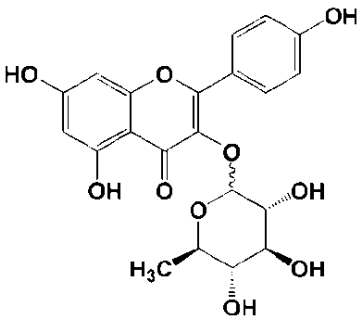
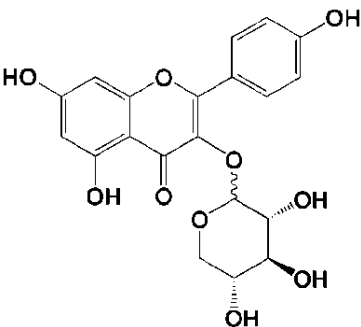
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>Quercetina 3-xilosídeo</p>	<i>E. campestre</i>	(BOHM, et al., 1988)
 <p>Quercetina 3-galactosídeo</p>	<i>E. suberosum</i>	(BOHM, et al., 1988)
 <p>Kaempferol 3-glicosídeo</p>	<i>E. barbatum</i>	(BOHM, et al., 1988)
	<i>E. cf. loefgrenii</i>	(BOHM, et al., 1988)
	<i>E. pruinatum</i>	(BOHM, et al., 1988)
	<i>E. squamatum</i>	(BOHM, et al., 1988)
	<i>E. suberosum</i>	(BOHM, et al., 1988)
	<i>E. tenue</i>	(BOHM, et al., 1988)
 <p>Kaempferol 3-arabinosídeo</p>	<i>E. barbatum</i>	(BOHM, et al., 1988)
	<i>E. cuspidifolium</i>	(BOHM, et al., 1988)
	<i>E. daphinites</i>	(BOHM, et al., 1988)
	<i>E. engleri</i>	(BOHM, et al., 1988)
	<i>E. suberosum</i>	(BOHM, et al., 1988)
	<i>E. vacciniifolium</i>	(BOHM, et al., 1988)

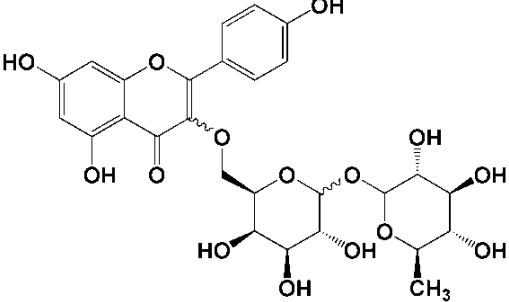
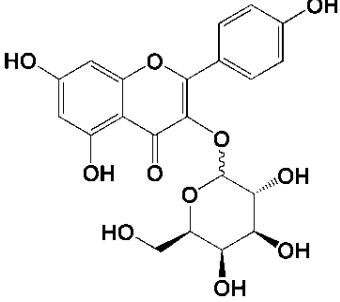
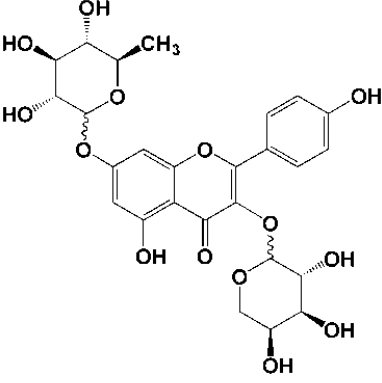
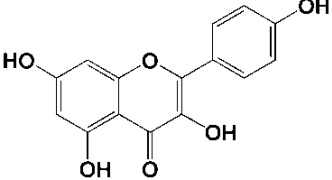
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p data-bbox="405 712 794 745">Kaempferol 3-glico-arabinosídeo</p>	<i>E. campestre</i>	(BOHM, <i>et al.</i> , 1988)
 <p data-bbox="448 1122 758 1155">Kaempferol 3-rutinosídeo</p>	<i>E. cf. loefgrenii</i>	(BOHM, <i>et al.</i> , 1988)
	<i>E. prunosum</i>	(BOHM, <i>et al.</i> , 1988)
	<i>E. subracemosum</i>	BOHM, <i>et al.</i> , (1988)
	<i>E. tenue</i>	(BOHM, <i>et al.</i> , 1988)
	<i>E. vacciniifolium</i>	(BOHM, <i>et al.</i> , 1988)
 <p data-bbox="437 1518 769 1552">Kaempferol 3-rhamnosídeo</p>	<i>E. cf. loefgrenii</i>	(BOHM, <i>et al.</i> , 1988)
	<i>E. prunosum</i>	(BOHM, <i>et al.</i> , 1988)
	<i>E. tenue</i>	(BOHM, <i>et al.</i> , 1988)
	<i>E. vacciniifolium</i>	(BOHM, <i>et al.</i> , 1988)
 <p data-bbox="461 1917 740 1951">Kaempferol 3-xilosídeo</p>	<i>E. suberosum</i>	(BOHM, <i>et al.</i> , 1988)
	<i>E. vacciniifolium</i>	(BOHM, <i>et al.</i> , 1988)

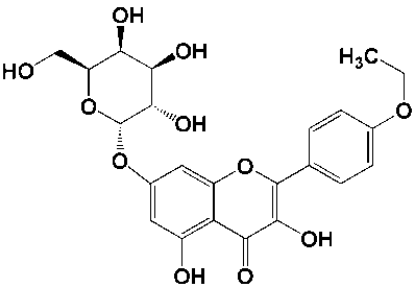
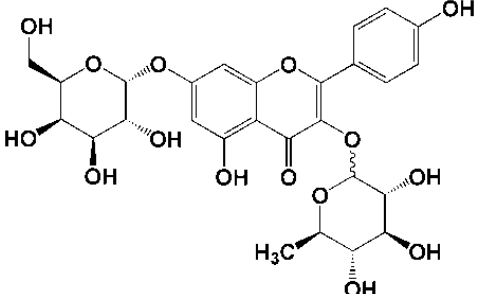
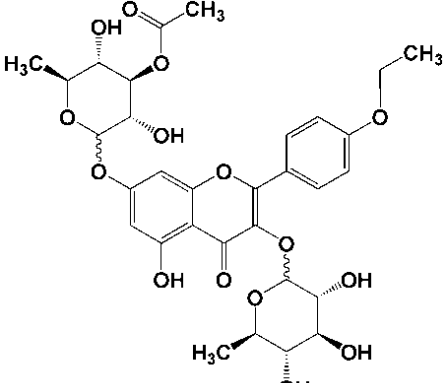
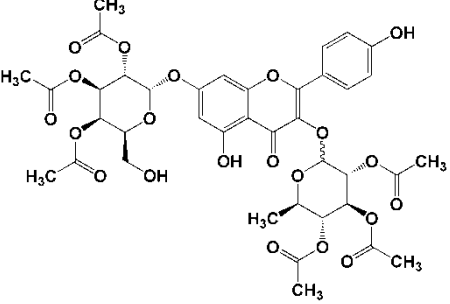
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p data-bbox="405 763 794 792">Kaempferol 3-glico-rhamnosídeo</p>	<i>E. tenue</i>	(BOHM, <i>et al.</i> , 1988)
 <p data-bbox="440 1160 764 1189">Kaempferol 3-galactosídeo</p>	<i>E. vacciniifolium</i>	(BOHM, <i>et al.</i> , 1988)
 <p data-bbox="344 1619 858 1648">Kaempferol 3-arabinosídeo-7-rhamnosídeo</p>	<i>E. vacciniifolium</i>	(BOHM, <i>et al.</i> , 1988)
 <p data-bbox="531 1883 671 1912">Kaempferol</p>	<i>E. coca</i>	(HEGNAUER, 1981)

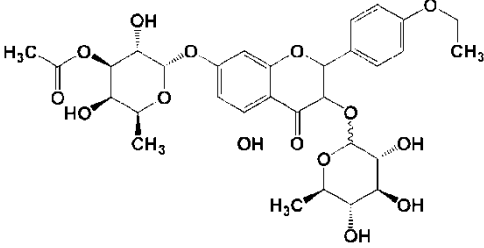
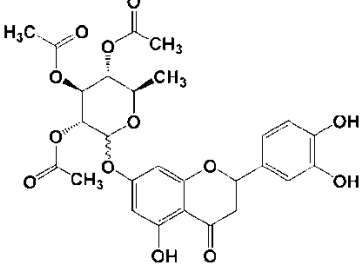
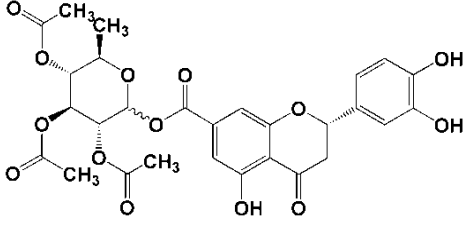
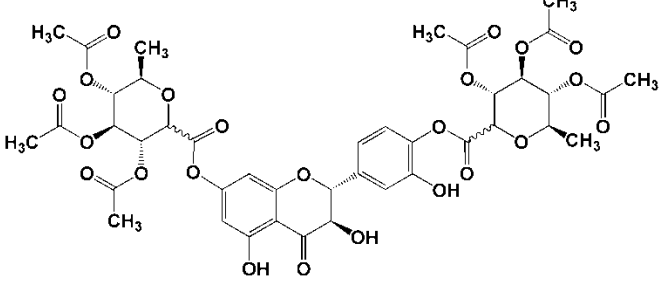
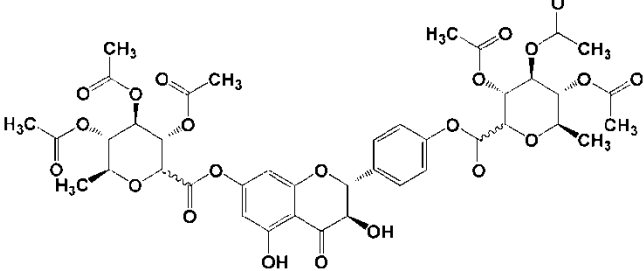
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p data-bbox="400 685 799 719">Kaempferol 4'-Etil-7-galactosídeo</p>	<i>E. laurifolium</i>	(HEGNAUER, 1981)
 <p data-bbox="336 1077 863 1111">Kaempferol 3-rhamnosídeo-7-galactosídeo</p>	<i>E. novogranatense</i> var <i>novogranatense</i>	(JOHNSON; SCHMIDT; NORMAN, 1998)
 <p data-bbox="352 1559 847 1592">Kaempferol 4'-Etil-3,7-Ac-di-rhamnosídeo</p>	<i>E. novogranatense</i> var. <i>truxillense</i>	(JOHNSON; SCHMIDT; NORMAN, 1998)
 <p data-bbox="320 1939 879 2007">Kaempferol 3-tri-acetil-rhamnosídeo-7-tri-acetil-galactosídeo</p>	<i>E. novogranatense</i> var <i>novogranatense</i>	(JOHNSON; SCHMIDT; NORMAN, 1998)

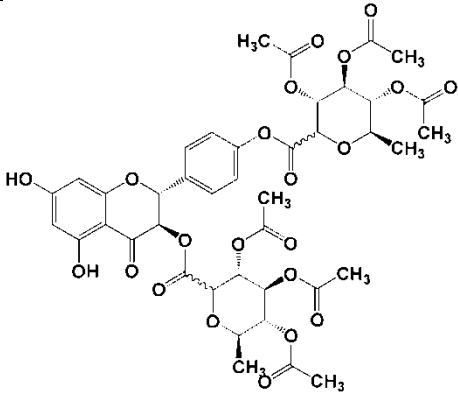
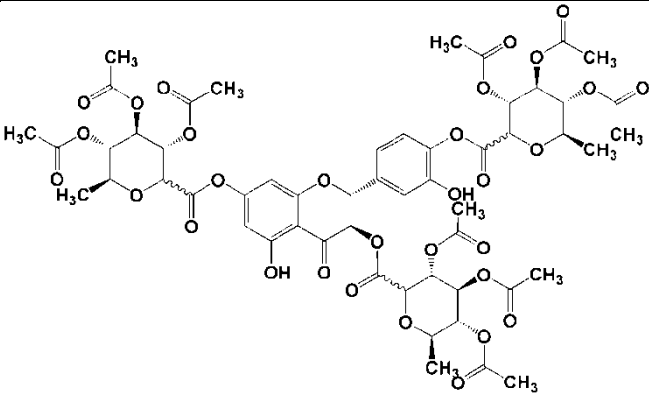
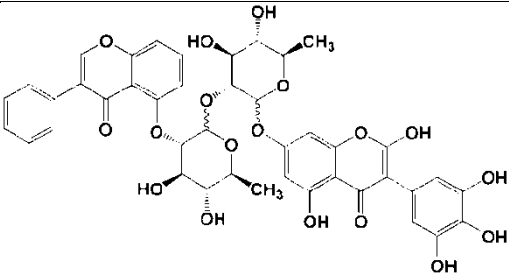
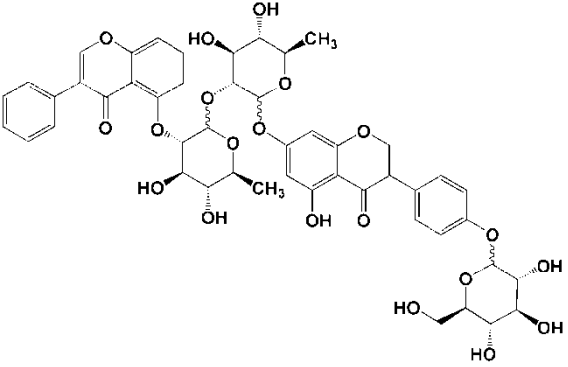
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>1,2-diidro-Kaempferol 4'-Etil-3,7-acetil-di-rhamnosídeo</p>	<i>E. novogranatense</i> <i>var. truxillense</i>	(JOHNSON; SCHMIDT; NORMAN, 1998)
 <p>Eriodictiol 7-tri-acetil-rhamnosídeo</p>	<i>E. coca var. coca</i>	(JOHNSON; SCHMIDT, 1997)
 <p>Taxofolina 3-H-7-tetra-acetilrhamnosídeo</p>	<i>E. coca var. ipadu</i>	(JOHNSON; SCHMIDT; NORMAN, 1998)
 <p>Taxofolina 4',7-tetra-di-acetilrhamnosídeo</p>	<i>E. coca var. ipadu</i>	(JOHNSON; SCHMIDT; NORMAN, 1998)
 <p>Taxofolina 3'-H-4',7-tetra-acetil-di-rhamnosídeo</p>	<i>E. coca var. ipadu</i>	(JOHNSON; SCHMIDT; NORMAN, 1998)

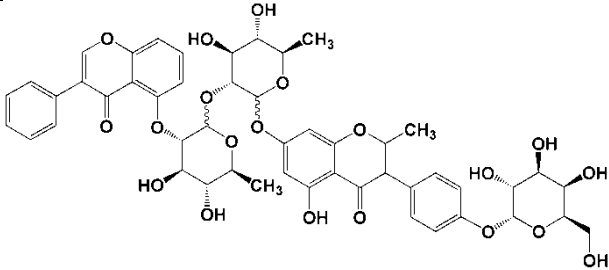
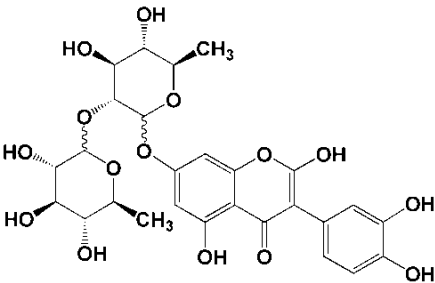
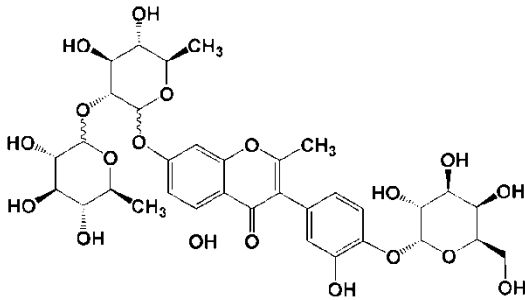
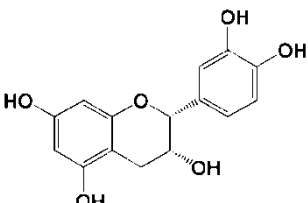
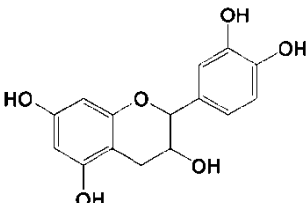
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>Taxofolina 3'-H-4',3-tetra-acetil-di-rhamnosídeo</p>	<i>E. coca var. ipadu</i>	(JOHNSON; SCHMIDT; NORMAN, 1998)
 <p>Taxofolina 4',3,7-tetra-acetil-tri-rhamnosídeo</p>	<i>E. coca var. ipadu</i>	(JOHNSON; SCHMIDT; NORMAN, 1998)
 <p>Baptigenina 7-di-rhamnosídeo-isoflavona</p>	<i>E. ulei</i>	(JOHNSON; SCHMIDT, 1999)
 <p>Genisteina 4'-glicosídeo-7-di-rhamnosídeo-isoflavona</p>	<i>E. ulei</i>	(JOHNSON; SCHMIDT, 1999)

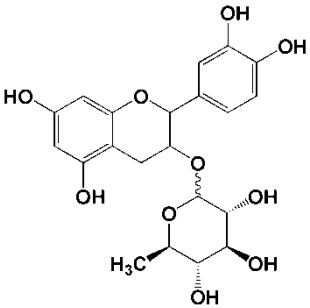
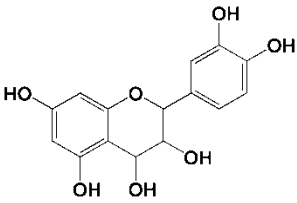
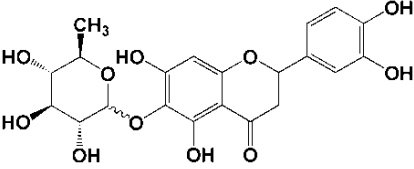
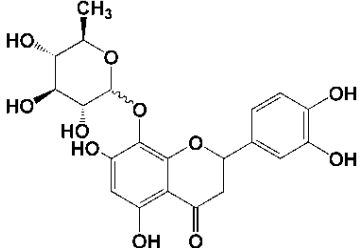
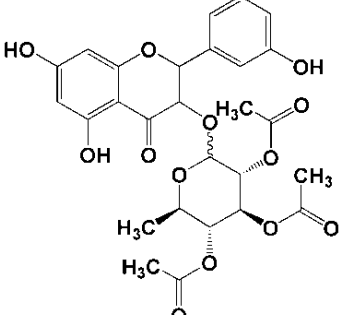
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p data-bbox="280 645 919 703">Genisteína 2-metil-4'-galactosídeo-7-di-rhamnosídeo-isoflavona</p>	<i>E. ulei</i>	(JOHNSON; SCHMIDT, 1999)
 <p data-bbox="512 1032 687 1061">2-Hidro-orobol</p>	<i>E. ulei</i>	(JOHNSON; SCHMIDT, 1999)
 <p data-bbox="453 1406 746 1435">2,3-diidro-2-metil-Orobol</p>	<i>E. ulei</i>	(JOHNSON; SCHMIDT, 1999)
 <p data-bbox="520 1688 679 1718">Epicatequina</p>	<i>E. coca</i>	(CHÁVEZ, <i>et al</i> , 1996); (HEGNAUER, 1981)
 <p data-bbox="536 1973 663 2002">Catequina</p>	<i>E. leal costae</i>	(CHÁVEZ, <i>et al</i> , 1996); (HEGNAUER, 1981)
	<i>E. coca</i>	(HEGNAUER, 1981)

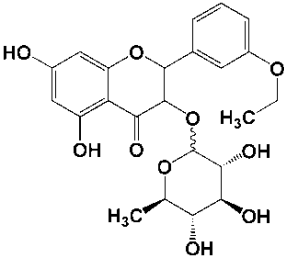
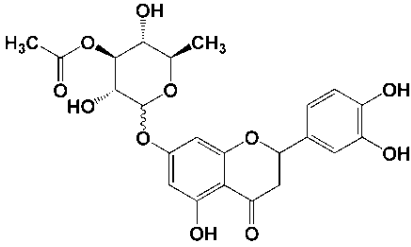
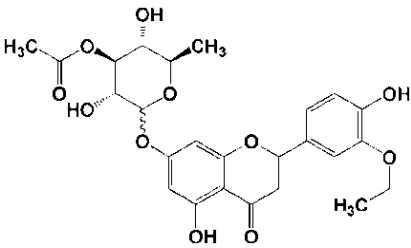
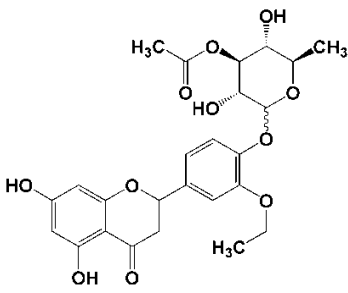
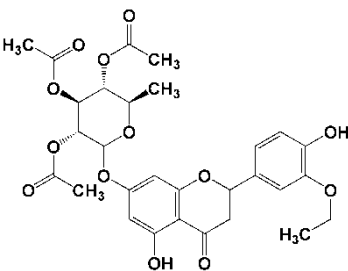
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>Catequina 3-rhamnosídeo</p>	<i>E. novogranatense</i> var <i>novogranatense</i>	(BONEFELD; FRIEDRICH; KOLODZIEJ, 1986)
 <p>Leucocianidina</p>	<i>E. coca</i>	(HEGNAUER, 1981)
 <p>6-Hidroxluteolina 6-rhamnosídeo</p>	<i>E. leal costae</i>	(CHÁVEZ, <i>et al</i> , 1996);
 <p>6-Hidroxluteolina 6-rhamnosídeo</p>	<i>E. leal costae</i>	(CHÁVEZ, <i>et al</i> , 1996);
 <p>Luteolina 3-tri-acetilrhamnosídeo</p>	<i>E. novogranatense</i> var <i>novogranatense</i>	(JOHNSON; SCHMIDT, 1997)

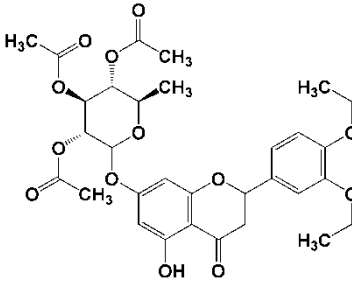
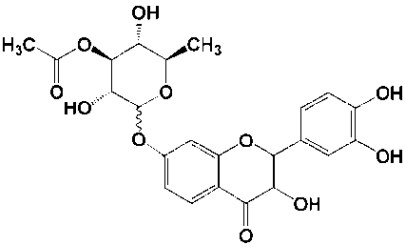
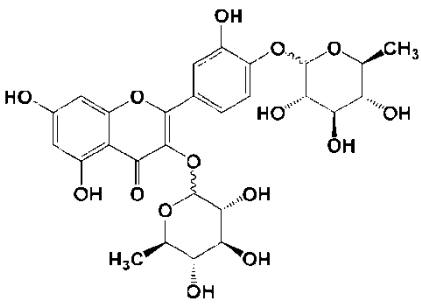
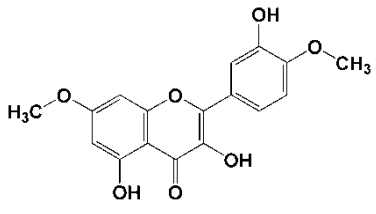
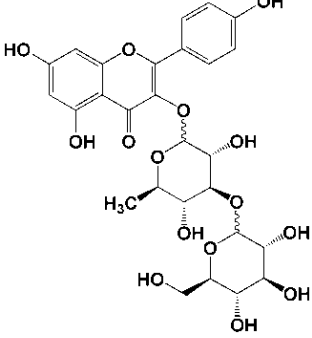
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>Luteolina 3'-etil-3-rhamnosídeo</p>	<i>E. novogranatense</i> var <i>novogranatense</i>	(JOHNSON; SCHMIDT, 1997)
 <p>Eriodictiol 7-acetilrhamnosídeo</p>	<i>E. coca var. coca</i>	(JOHNSON; SCHMIDT, 1997)
 <p>Eriodictiol 3'-etil-7-acetilrhamnosídeo</p>	<i>E. coca var. coca</i>	(JOHNSON; SCHMIDT, 1997)
 <p>Eriodictiol 3'-etil-4'-acetilrhamnosídeo</p>	<i>E. coca var. coca</i>	(JOHNSON; SCHMIDT, 1997)
 <p>Eriodictiol 3'-etil-7-tri-acetilrhamnosídeo</p>	<i>E. coca var. coca</i>	(JOHNSON; SCHMIDT, 1997)

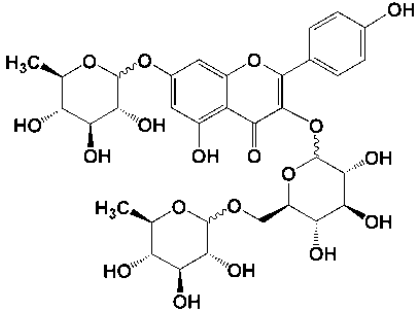
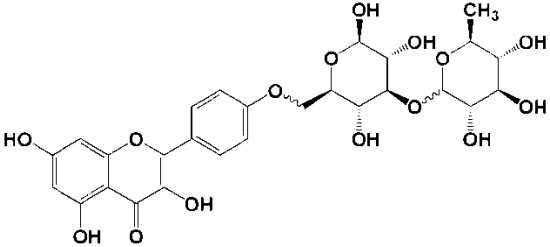
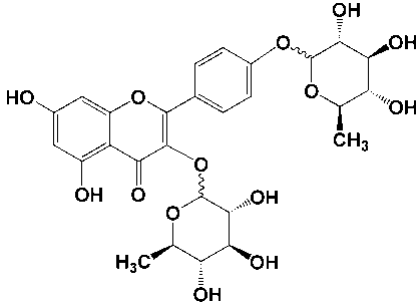
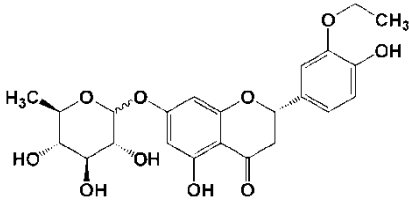
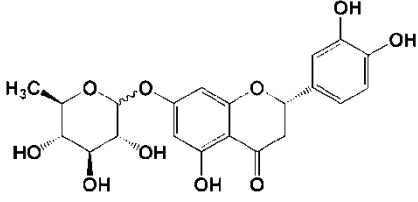
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>Eriodictiol 3',4'-etil-7-tri-acetil- di-rhamnosídeo</p>	<i>E. coca var. coca</i>	(JOHNSON; SCHMIDT, 1997)
 <p>Fisetina 7-acetilrhamnosídeo</p>	<i>E. novogranatense</i> <i>var. truxillense</i>	(JOHNSON; SCHMIDT; NORMAN, 1998)
 <p>Quercetina 4',3-rhamnosídeo</p>	<i>E. coca var. ipadu</i>	(JOHNSON; SCHMIDT; COOPER, (2002)
 <p>Ombuin</p>	<i>E. nummularia</i>	(BARREIROS, <i>et al.</i> , 2005)
 <p>Kaempferol 4'-rhamno-glicosídeo</p>	<i>E. coca var. ipadu</i>	(JOHNSON, <i>et al.</i> , 2003)

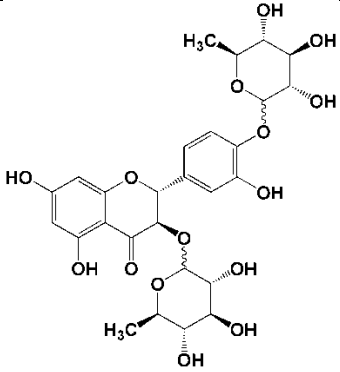
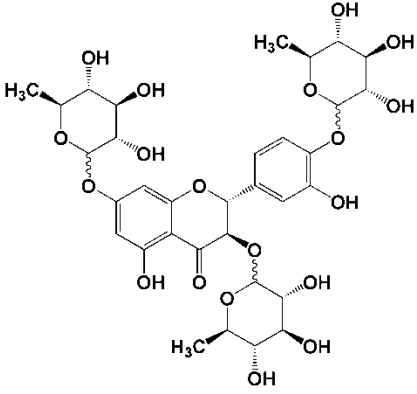
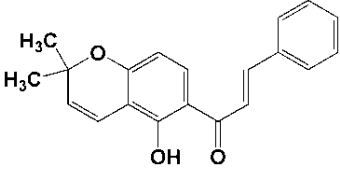
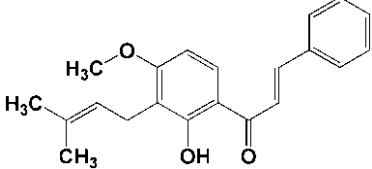
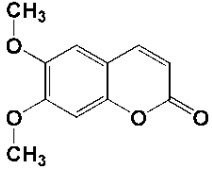
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p data-bbox="352 707 847 741">Kaempferol 7-rhamnosídeo-3-rutinosídeo</p>	<i>E. coca var. ipadu</i>	(JOHNSON; SCHMIDT; COOPER, (2002)
 <p data-bbox="400 1037 805 1070">Kaempferol 4'-glico-rhamnosídeo</p>	<i>E. coca var. ipadu</i>	(JOHNSON; SCHMIDT; COOPER, (2002)
 <p data-bbox="416 1417 783 1451">Kaempferol 4',3 -rhamnosídeo</p>	<i>E. coca var. ipadu</i>	(JOHNSON; SCHMIDT; COOPER, (2002)
 <p data-bbox="400 1697 801 1731">Eriodictiol 3'-etoxi-7-rhamnosídeo</p>	<i>E. coca var. ipadu</i>	(JOHNSON; SCHMIDT; COOPER, (2002)
 <p data-bbox="448 1977 751 2011">Eriodictiol 7-rhamnosídeo</p>	<i>E. coca var. ipadu</i>	(JOHNSON; SCHMIDT; COOPER, (2002)

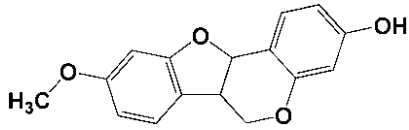
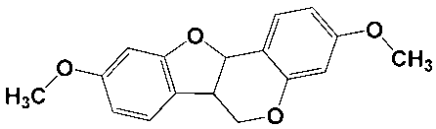
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>Taxofolina 4',3-rhamnosídeo</p>	<i>E. coca var. ipadu</i>	(JOHNSON; SCHMIDT; COOPER, (2002)
 <p>Taxofolina 4'3,7-rhamnosídeo</p>	<i>E. coca var. ipadu</i>	(JOHNSON; SCHMIDT; COOPER, (2002)
 <p>Lonchocarpina</p>	<i>E. barbatum</i>	(dos SANTOS; LIMA; SILVEIRA, 2003)
 <p>Derricina</p>	<i>E. barbatum</i>	(dos SANTOS; LIMA; SILVEIRA, 2003)
 <p>Escoparona</p>	<i>E. barbatum</i>	(dos SANTOS; LIMA; SILVEIRA, 2003)

(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>Medicarpina</p>	<i>E. barbatum</i>	(dos SANTOS; LIMA; SILVEIRA, 2003)
 <p>Homopterocarpina</p>	<i>E. barbatum</i>	(dos SANTOS; LIMA; SILVEIRA, 2003)

#### 2.6.3.4 Terpenos

Os terpenoides compõem uma ampla porção de compostos de origem vegetal, sendo este termo utilizado para as substâncias cuja origem biossintética advém de unidades de isopreno (2-metilbut-1,3dieno), possui esqueletos carbônicos formados pela condensação de um número variável de unidades pentacarbonadas, com baixa massa molar e alta volatilidade. Os compostos terpênicos mais encontrados são os monoterpênicos (constituídos por duas unidades de isopreno e fórmula molecular  $C_{10}H_{16}$ ), sesquiterpenos (constituídos por três unidades de isopreno e fórmula molecular  $C_{15}H_{24}$ ) e os diterpenos (constituídos por quatro unidades de isopreno e fórmula molecular  $C_{20}H_{32}$ ), sendo os monoterpênicos os mais frequentes nas espécies vegetais. (HEINZMANN, SPITZER, SIMÕES, 2017)

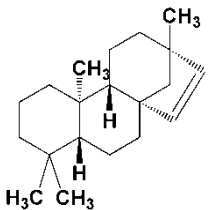
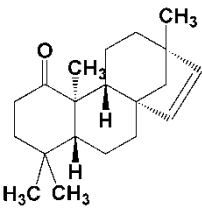
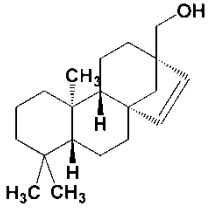
Geralmente são localizados em estruturas secretoras especializadas, como em pelos glandulares, células parenquimáticas diferenciadas, canais oleíferos ou em bolsas lisígenas ou esquizolisígenas, ocasionalmente podem estar estocados em certos órgãos como em flores, folhas ou ainda nas cascas dos caules, madeira, raízes, rizomas, frutos ou sementes. (SPITZER, 2010)

Outrora os terpenóides foram considerados desperdício fisiológico, entretanto em nossos dias verifica-se a funcionalidade ecológica destes compostos especialmente em como inibidores da germinação, na proteção contra predadores, na atração de polinizadores, na proteção contra a perda de água e aumento da

temperatura. Também há estudos que evidenciam efeitos alelopáticos e toxicológicos frente outras espécies vegetais e infestantes, respectivamente (SPITZER, 2010).

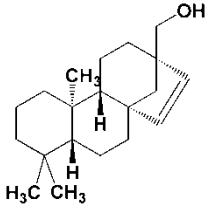
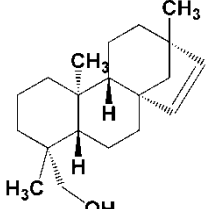
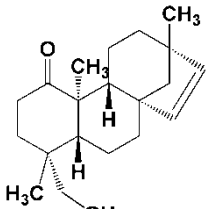
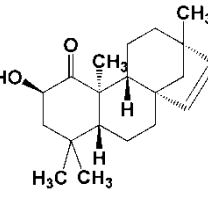
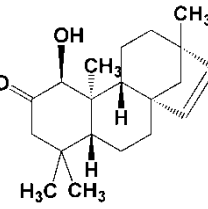
O quadro 5, apresenta uma relação dos principais terpenóides identificados no gênero *Erythroxylum*.

**Quadro 5:** Terpenoides identificados no gênero *Erythroxylum*

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p><i>ent</i>-beier-15-eno (hibaeno)</p>	<i>E. australe</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993a) (CONNOLLY; HARDING, 1972)
	<i>E. monogynum</i>	(CONNOLLY, <i>et al</i> , 1966); (McCRINDLE; MARTIN; MURRAY, 1968)
	<i>E. zambesiacum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
 <p><i>ent</i>-beier-15-en-1-ona</p>	<i>E. argentinum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
	<i>E. australe</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993a) (CONNOLLY; HARDING, 1972)
	<i>E. rotundifolium</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
 <p><i>ent</i>-beier-15-en-17-ol (erythroxlol B)</p>	<i>E. argentinum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
	<i>E. australe</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993a) (CONNOLLY; HARDING, 1972)
	<i>E. monogynum</i>	(McCRINDLE; MARTIN; MURRAY, 1968)

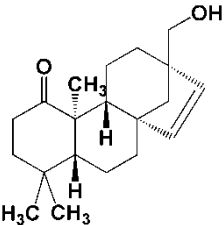
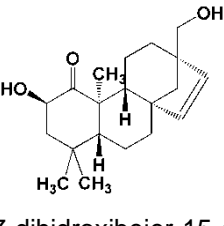
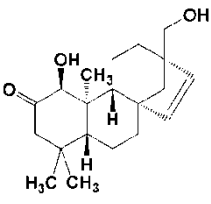
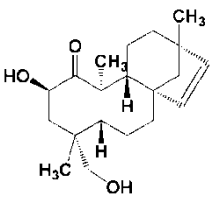
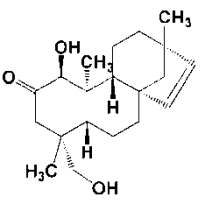
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p data-bbox="371 595 815 629"><i>ent</i>-beier-15-en-17-ol (erythrolyol B)</p>	<i>E. pictum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993c)
	<i>E. rotundifolium</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
	<i>E. zambesiacum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
 <p data-bbox="371 987 815 1021"><i>ent</i>-beier-15-en-19-ol (erythrolyol A)</p>	<i>E. australe</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993a) (CONNOLLY; HARDING, 1972)
	<i>E. monogynum</i>	(McCRINDLE; MARTIN; MURRAY, 1968)
	<i>E. rotundifolium</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
	<i>E. zambesiacum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
 <p data-bbox="403 1379 783 1413"><i>ent</i>-19-hidroxi-beier-15-en-1-ona</p>	<i>E. australe</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993a) (CONNOLLY; HARDING, 1972)
 <p data-bbox="403 1648 783 1682"><i>ent</i>-2β-hidroxi-beier-15-en-1-ona</p>	<i>E. australe</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993a) (CONNOLLY; HARDING, 1972)
 <p data-bbox="403 1928 783 1962"><i>ent</i>-1β-hidroxi-beier-15-en-2-ona</p>	<i>E. australe</i>	(ANSELL, 1993a)

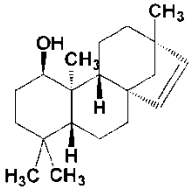
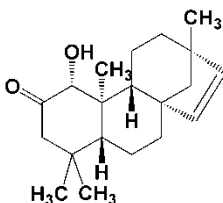
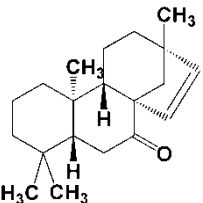
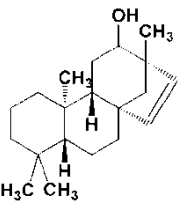
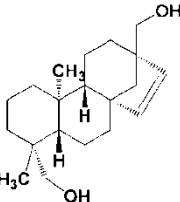
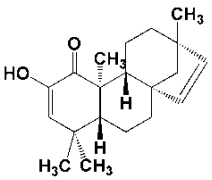
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p><i>ent</i>-17-hidroxiibeier-15-en-1-ona</p>	<i>E. areolatum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
	<i>E. australe</i>	(ANSELL, 1993a)
	<i>E. microphyllum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
	<i>E. pictum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993c)
	<i>E. rotundifolium</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
 <p><i>ent</i>-2<math>\beta</math>,17-dihidroxiibeier-15-en-1-ona</p>	<i>E. argentinum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
	<i>E. australe</i>	(ANSELL, 1993a)
	<i>E. microphyllum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
	<i>E. pictum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993c)
	<i>E. rotundifolium</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
 <p><i>ent</i>-1<math>\beta</math>,17-dihidroxiibeier-15-en-2-ona</p>	<i>E. australe</i>	(ANSELL, 1993a)
	<i>E. pictum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993c)
	<i>E. rotundifolium</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
 <p><i>ent</i>-2<math>\beta</math>,19-dihidroxiibeier-15-en-1-ona</p>	<i>E. australe</i>	(ANSELL, 1993a)
	<i>E. microphyllum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
 <p><i>ent</i>-1<math>\beta</math>,19-dihidroxiibeier-15-en-2-ona</p>	<i>E. australe</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993a) (CONNOLLY; HARDING, 1972)
	<i>E. microphyllum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)

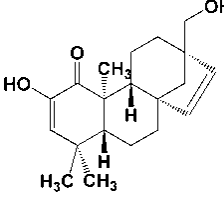
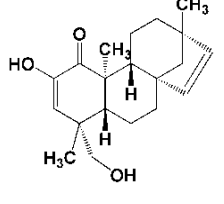
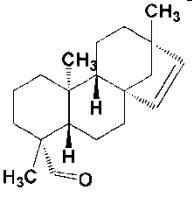
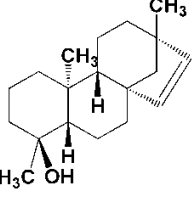
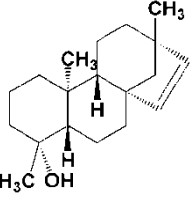
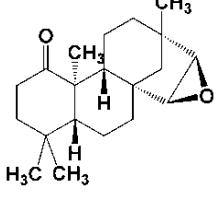
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p data-bbox="475 577 730 611"><i>ent</i>-beier-15-en-1<math>\beta</math>-ol</p>	<i>E. australe</i>	(ANSELL, 1993a)
 <p data-bbox="403 869 786 902"><i>ent</i>-1<math>\alpha</math>-hidroxibeier-15-en-2-ona</p>	<i>E. australe</i>	(ANSELL, 1993a)
 <p data-bbox="464 1160 722 1193"><i>ent</i>-beier-15-en-7-ona</p>	<i>E. argentinum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
	<i>E. rotundifolium</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
 <p data-bbox="467 1440 722 1473"><i>ent</i>-beier-15-en-12-ol</p>	<i>E. zambesiacum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
 <p data-bbox="507 1720 687 1753">erythroxydiol A</p>	<i>E. monogynum</i>	(McCRINDLE; MARTIN; MURRAY, 1968)
 <p data-bbox="387 1977 802 2011"><i>ent</i>-2-hidroxibeier-2,15-dien-1-ona</p>	<i>E. australe</i>	(ANSELL, 1993a)

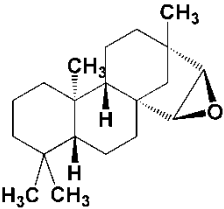
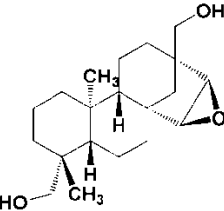
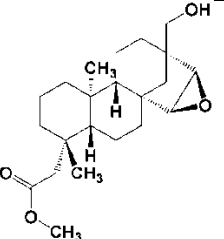
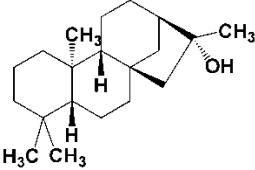
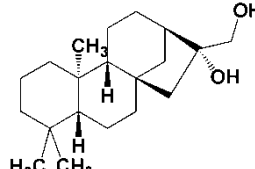
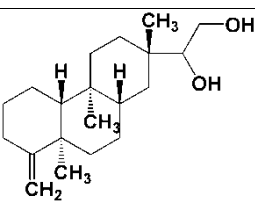
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p><i>ent</i>-2,17-dihidroxi-beier-2,15-dien-1-ona</p>	<i>E. argentinum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
	<i>E. australe</i>	(ANSELL, 1993a)
	<i>E. microphyllum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
	<i>E. pictum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993c)
 <p><i>ent</i>-2,19-dihidroxi-beier-2,15-dien-1-ona</p>	<i>E. australe</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993a) (CONNOLLY; HARDING, 1972)
	<i>E. microphyllum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
 <p><i>ent</i>-beier-15-en-19-al</p>	<i>E. zambesiacum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
 <p>4<math>\beta</math>-hidroxi-18-norhibaeno</p>	<i>E. monogynum</i>	(MARTIN; MURRAY, 1968)
 <p>4<math>\alpha</math>-hidroxi-18-norhibaeno</p>	<i>E. monogynum</i>	(MARTIN; MURRAY, 1968)
 <p><i>ent</i>-15,16-epoxi-beier-1-ona [(+)-hibaeno epoxido]</p>	<i>E. australe</i>	(ANSELL, 1993a)

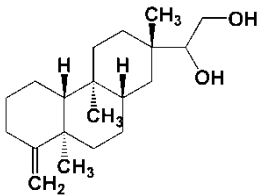
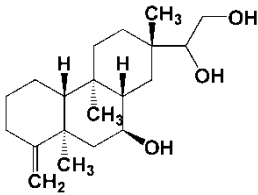
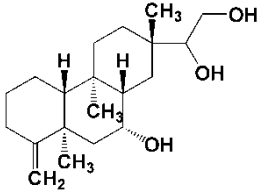
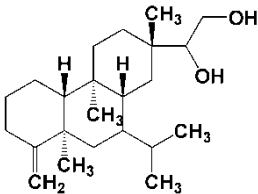
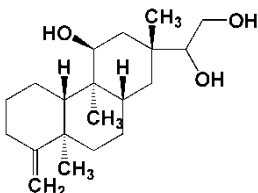
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>(+)-hibaeno epoxido</p>	<i>E. monogynum</i>	(MARTIN; MURRAY, 1968)
	<i>E. zambesiacum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
 <p>erythroxydiol A epoxidado</p>	<i>E. monogynum</i>	(MARTIN; MURRAY, 1968)
 <p>erythroxydiol A epoxiacetilado</p>	<i>E. monogynum</i>	(MARTIN; MURRAY, 1968)
 <p><i>ent</i>-cauran-16β-ol (cauranol)</p>	<i>E. australe</i>	(ANSELL, 1993a)
	<i>E. microphyllum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
	<i>E. pictum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993c)
 <p><i>ent</i>-cauran-16β,17-diol [(-)-cauranodiol]</p>	<i>E. monogynum</i>	(CONNOLLY, <i>et al</i> , 1966)
	<i>E. pictum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993c)
	<i>E. rotundifolium</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
 <p>erythroxydiol Y [(+)-allodevadarool]</p>	<i>E. argentinum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
	<i>E. australe</i>	(ANSELL, 1993a)
	<i>E. delagoense</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)

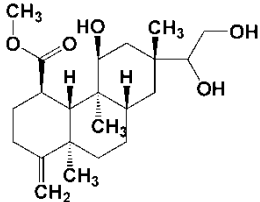
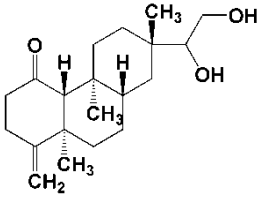
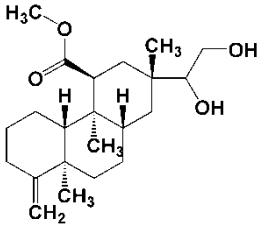
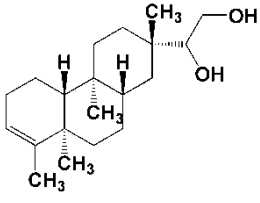
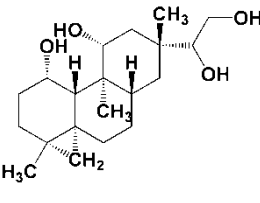
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>erythroxydiol Y [(+)-allodevadarool]</p>	<i>E. macrocarpum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
	<i>E. monogynum</i>	(CONNOLLY, <i>et al</i> , 1966)
	<i>E. pictum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993c)
	<i>E. rotundifolium</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
	<i>E. sideroxyloides</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
 <p><i>ent</i>-dolabra-4(18)-en-7<math>\beta</math>,15<math>\xi</math>,16-triol</p>	<i>E. australe</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993a); (CONNOLLY; HARDING, 1972)
	<i>E. pictum</i>	ANSELL, PEGEL, e TAYLOR, (1993c)
 <p><i>ent</i>-dolabra-4(18)-eno-7<math>\alpha</math>,15S,16-triol</p>	<i>E. sideroxyloides</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
	<i>E. pictum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993c)
 <p><i>ent</i>-5<math>\alpha</math>-dolabr-4(18)-en-15S,16-ol</p>	<i>E. argentinum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
	<i>E. delagoense</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
	<i>E. pictum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993c)
 <p><i>ent</i>-dolabr-4(18)-eno-11<math>\beta</math>,15<math>\xi</math>,16-triol</p>	<i>E. macrocarpum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
	<i>E. sideroxyloides</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)

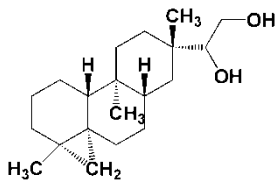
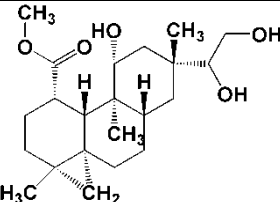
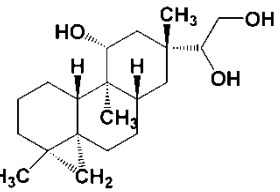
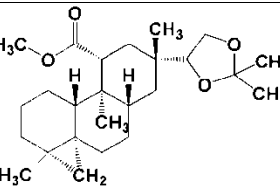
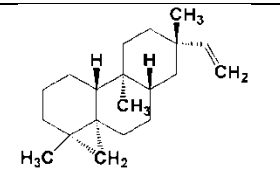
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p><i>ent</i>-1β-acetoxidolabr-4(18)-eno-11β,15ξ,16-triol</p>	<i>E. sideroxyloides</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
 <p><i>ent</i>-15ξ,16-dihydroxidolabra-4(18)-en-1-ona</p>	<i>E. sideroxyloides</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
 <p><i>ent</i>-11β-acetoxidolabr-4(18)-eno-15ξ,16-diol</p>	<i>E. macrocarpum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
	<i>E. sideroxyloides</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
 <p>erythroxydiol Z</p>	<i>E. monogynum</i>	(KAPADI; SOMAN; SOBTI, 1983)
 <p><i>ent</i>-devadaran-1β,11β,15ξ,16-tetrol</p>	<i>E. areolatum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
	<i>E. australe</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993a); (CONNOLLY; HARDING, 1972)
	<i>E. sideroxyloides</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)

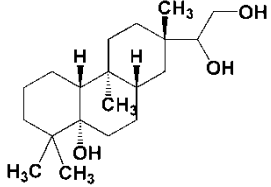
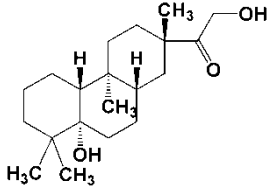
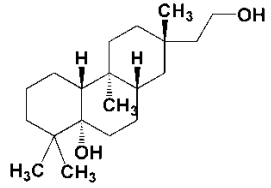
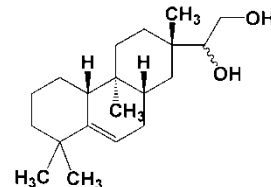
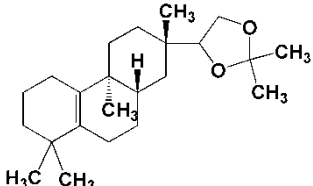
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>erythroxydiol X</p>	<i>E. macrocarpum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
	<i>E. monogynum</i>	(CONNOLLY, <i>et al</i> , 1966)
	<i>E. pictum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993c)
	<i>E. sideroxyloides</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
 <p><i>ent</i>-1β-acetoxidevadaran-11β,15ξ,16-triol</p>	<i>E. areolatum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
	<i>E. pictum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993c)
	<i>E. sideroxyloides</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
 <p><i>ent</i>-devadaran-11β,15ξ,16-triol/ erythroxytriol Q</p>	<i>E. areolatum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
	<i>E. australe</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993a); (CONNOLLY; HARDING, 1972)
	<i>E. macrocarpum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
	<i>E. monogynum</i>	(KAPADI; SOMAN; SOBTI, 1983)
	<i>E. sideroxyloides</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
 <p>erythroxytriol Q acetoxiacetonideo</p>	<i>E. monogynum</i>	(CONNOLLY, <i>et al</i> , 1967) (KAPADI; SOMAN; SOBTI, 1983)
 <p>devadareno</p>	<i>E. monogynum</i>	(CONNOLLY, <i>et al</i> , 1967)

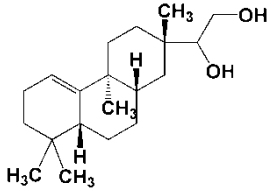
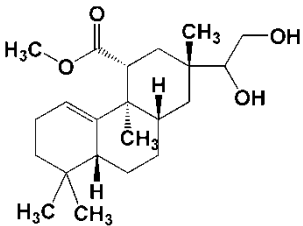
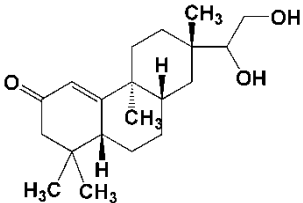
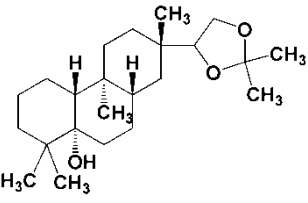
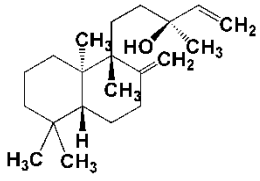
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p data-bbox="438 705 750 739"><i>ent</i>-rosano-5<math>\beta</math>,15<math>\xi</math>,16-triol</p>	<i>E. areolatum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
	<i>E. cuneatum</i>	(ANSELL, 1993b)
	<i>E. monogynum</i>	(KAPADI; SOMAN; SOBTI, 1983)
	<i>E. pictum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993c)
	<i>E. sideroxyloides</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
<i>E. zambesiicum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)	
 <p data-bbox="395 1120 794 1153"><i>ent</i>-5<math>\beta</math>,16-dihydroirosano-15-ona</p>	<i>E. pictum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993c)
 <p data-bbox="470 1384 718 1417"><i>ent</i>-rosan-5<math>\beta</math>,16-diol</p>	<i>E. pictum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993c)
 <p data-bbox="438 1657 762 1691"><i>ent</i>-ros-5(6)-en-15<math>S</math>,16-diol</p>	<i>E. pictum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993c)
 <p data-bbox="347 1937 837 1971"><i>ent</i>-ros-5(10)-eno-15<math>\xi</math>,16-diol acetoneo</p>	<i>E. pictum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993c)

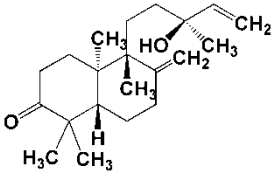
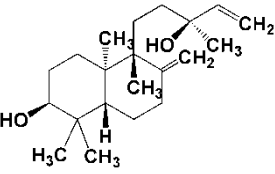
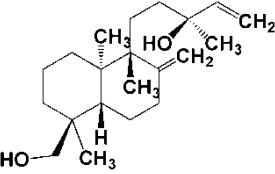
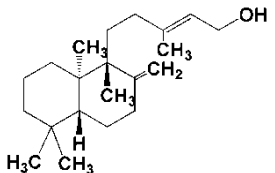
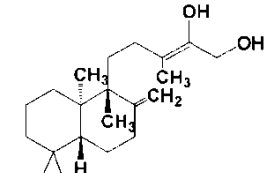
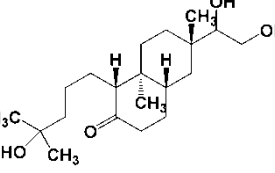
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p><i>ent-5α-ros-1(10)-en-15ξ,16-diol</i></p>	<i>E. zambesiacum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
 <p><i>ent-11α-acetoxi-ros-1(10)-en-15ξ,16-diol</i></p>	<i>E. zambesiacum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
 <p><i>ent-2-oxo-ros-1(10)-15-dieno</i></p>	<i>E. zambesiacum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
 <p><i>erythroxytriol P acetone</i></p>	<i>E. monogynum</i>	(KAPADI; SOMAN; SOBTI, 1983)
 <p><i>ent-labda-8(17),14-dien-13R-ol / (-)-manool</i></p>	<i>E. areolatum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
	<i>E. cuneatum</i>	(ANSELL, 1993b)
	<i>E. delagoense</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
	<i>E. pictum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993c)
	<i>E. rotundifolium</i>	ANSELL, PEGEL, e TAYLOR, (1993b)

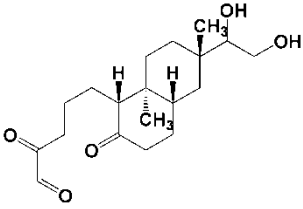
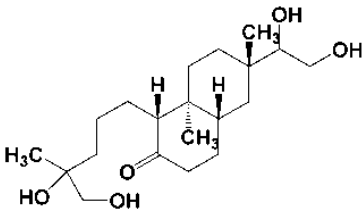
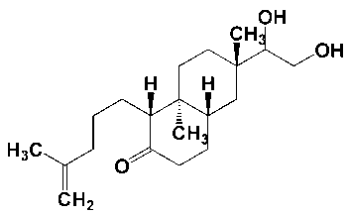
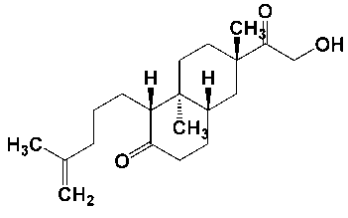
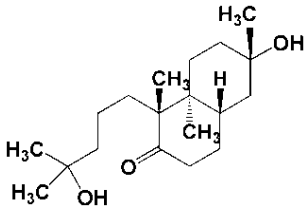
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>3-oxo (-)-manool</p>	<i>E. cuneatum</i>	(ANSELL, 1993b)
	<i>E. pictum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993c)
	<i>E. rotundifolium</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
 <p>3β-hidroxi (-)-manool</p>	<i>E. cuneatum</i>	(ANSELL, 1993b)
	<i>E. pictum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993c)
 <p>18-hidróxi (-)-manool</p>	<i>E. pictum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993c)
	<i>E. rotundifolium</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
 <p><i>ent</i>-labda-8(17),13(16)<i>E</i>-dien-15-ol</p>	<i>E. deciduum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
	<i>E. monogynum</i>	(CONNOLLY, <i>et al</i> , 1967)
	<i>E. pictum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993c)
	<i>E. zambesiacum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
 <p><i>ent</i>-labda-8(17),13<i>E</i>-dien-15,16-diol</p>	<i>E. argentinum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
	<i>E. pictum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993c)
 <p><i>ent</i>-4,15ξ,16-trihidroxipictan-5-ona</p>	<i>E. pictum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993c)

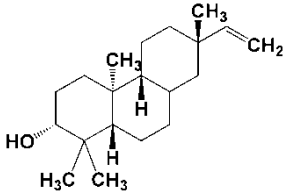
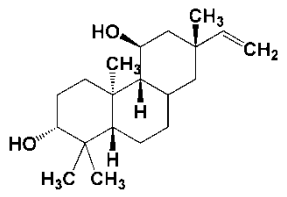
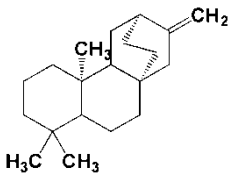
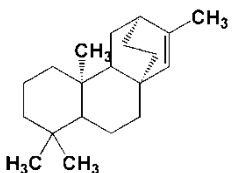
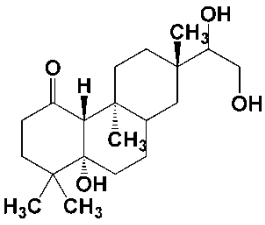
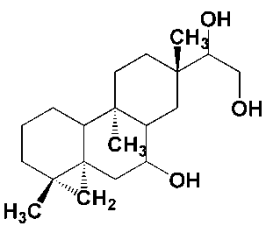
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p><i>ent</i>-15ξ,16-dihidroxi-4ξ,18-epoxipictan-5-ona</p>	<i>E. pictum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993c)
 <p><i>ent</i>-4,15ξ,16,18-tetrahidroxipictan-5-ona</p>	<i>E. pictum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993c)
 <p><i>ent</i>-15ξ,16-dihidroxipictan-4(18)-en-5-ona</p>	<i>E. areolatum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993b)
	<i>E. cuneatum</i>	(ANSELL, 1993b)
	<i>E. delagoense</i>	(ANSELL, 1993b)
	<i>E. microphyllum</i>	(ANSELL, 1993b)
	<i>E. pictum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993c)
	<i>E. rotundifolium</i>	(ANSELL, 1993b)
	<i>E. zambesiicum</i>	(ANSELL, 1993b)
 <p><i>ent</i>-16-hidroxipictan-4(18)-ene-5,15-diona</p>	<i>E. pictum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993c)
 <p><i>ent</i>-4,13α-dihidroxi-15,16-bisnorpictan-5-ona</p>	<i>E. pictum</i>	(ANSELL; PEGEL; TAYLOR, 1993c)

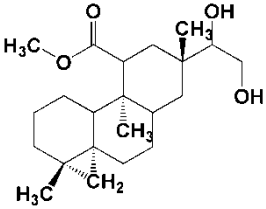
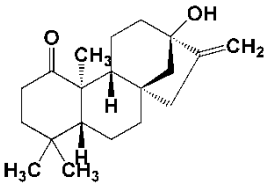
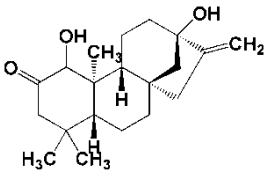
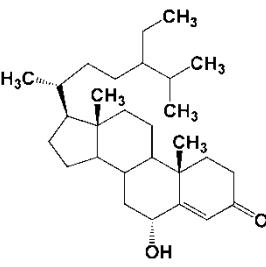
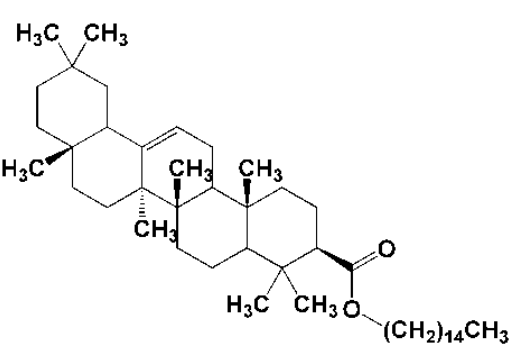
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p><i>ent</i>-pimarane-8(14),15-dien-3β-ol</p>	<i>E. cuneatum</i>	(ANSELL, 1993b)
	<i>E. monogynum</i>	(KAPADI; SOMAN; SOBTI, 1983)
 <p><i>ent</i>-3β,11α-dihidropimara-8(14),15-dieno /pimaradieno</p>	<i>E. cuneatum</i>	(ANSELL, 1993b)
 <p>(-)-atisireno</p>	<i>E. monogynum</i>	(KAPADI; SOMAN; SOBTI, 1983)
 <p>(-)-isoatisireno</p>	<i>E. monogynum</i>	(KAPADI; SOMAN; SOBTI, 1983)
 <p><i>ent</i>-rosan-1-one-5α,15ξ,16-triol</p>	<i>E. barbatum</i>	(dos SANTOS, <i>et al</i> , 2005)
 <p>Devadarool</p>	<i>E. barbatum</i>	(dos SANTOS, <i>et al</i> , 2005)

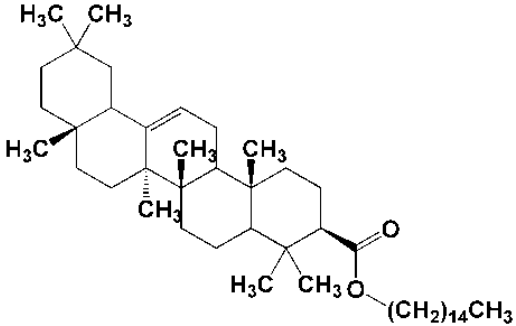
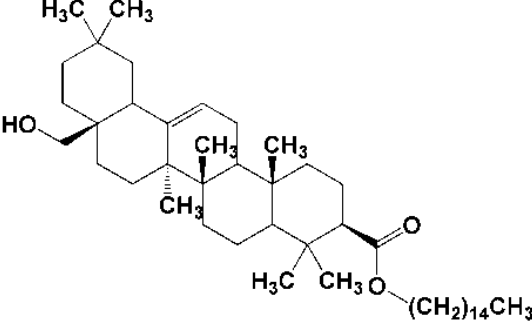
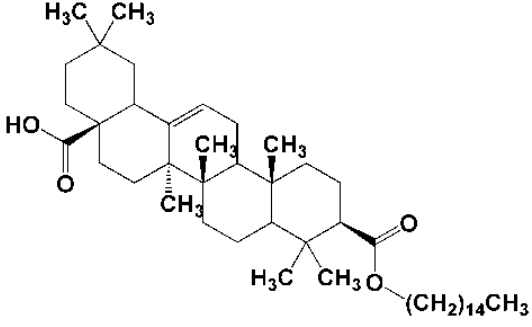
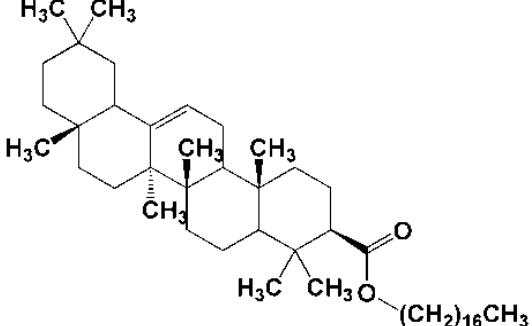
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>Acetoxy-erythroxydiol X</p>	<i>E. barbatum</i>	(dos SANTOS, <i>et al</i> , 2005)
 <p>Erythroxylisina A</p>	<i>E. barbatum</i>	(dos SANTOS, <i>et al</i> , 2005)
 <p>Erythroxylisina B</p>	<i>E. barbatum</i>	(dos SANTOS, <i>et al</i> , 2005)
 <p>Procesterol</p>	<i>E. barbatum</i>	(dos SANTOS; LIMA; SILVEIRA, 2003)
 <p>Palmitato de <math>\beta</math>-amirila</p>	<i>E. leal costae</i>	(CHAVEZ, <i>et al</i> , 1996) (BARREIROS, <i>et al</i> , 2005) (BARREIROS, <i>et al</i> , 2002)
	<i>E. nummularia</i>	(CHAVEZ, <i>et al</i> , 1996) (BARREIROS, <i>et al</i> , 2005) (BARREIROS, <i>et al</i> , 2002)

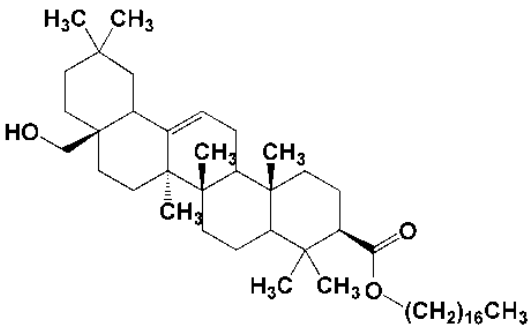
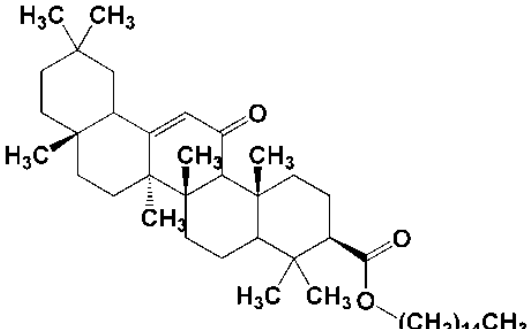
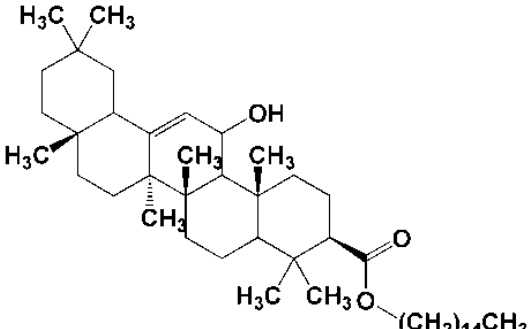
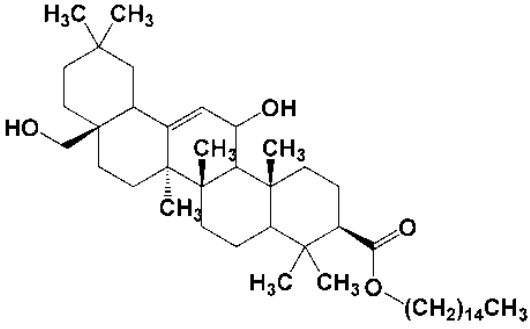
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>Palmitato de <math>\beta</math>-amirila</p>	<i>E. passerinum</i>	(CHAVEZ, <i>et al</i> , 1996) (BARREIROS, <i>et al</i> , 2005) (BARREIROS, <i>et al</i> , 2002)
 <p>Palmitato de erythrodiol</p>	<i>E. nummularia</i>	(BARREIROS, <i>et al</i> , 2005)
 <p>Palmitato do ácido oleanólico</p>	<i>E. nummularia</i>	(BARREIROS, <i>et al</i> , 2005)
 <p>Estearato de <math>\beta</math>-amirila</p>	<i>E. nummularia</i>	(BARREIROS, <i>et al</i> , 2005)

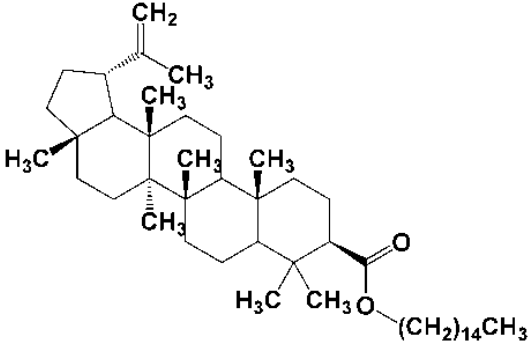
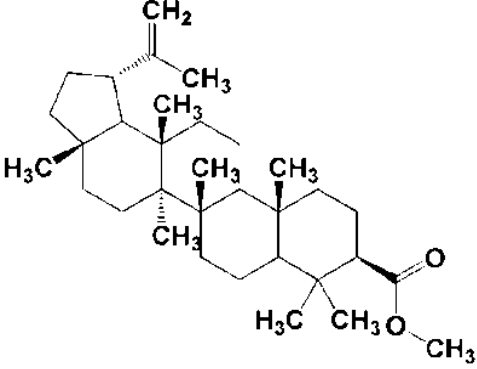
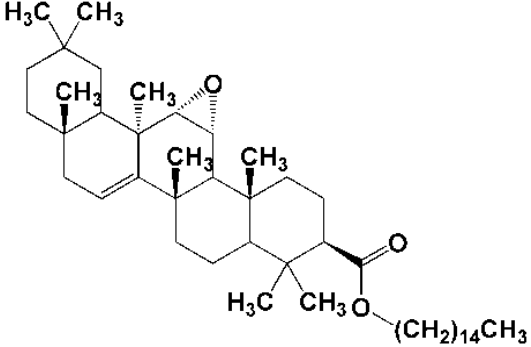
(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p style="text-align: center;">Estearato de erythrodiol</p>	<i>E. nummularia</i>	(BARREIROS, <i>et al</i> , 2005)
 <p style="text-align: center;">Palmitato de 3 β-hidroxi-11-oxo-olean-12-enila</p>	<i>E. passerinum</i>	(BARREIROS, <i>et al</i> , 2002)
 <p style="text-align: center;">Palmitato de 3 β,11 β-diidroxi-olean-12-enila</p>	<i>E. passerinum</i>	(BARREIROS, <i>et al</i> , 2002)
 <p style="text-align: center;">Palmitato de 3 β,28-diidroxi-olean-12-enila</p>	<i>E. passerinum</i>	(BARREIROS, <i>et al</i> , 2002)

(continua)

(continuação)

Composto; Estrutura Química	Espécie	Referências
 <p>Palmitato de lupenila</p>	<i>E. leal costae</i>	(CHAVEZ, et al, 1996)
 <p>Acetato de lupenila</p>	<i>E. leal costae</i>	(CHAVEZ, et al, 1996)
 <p>Palmitato de 3 β-hidroxi-11,12-epoxi-friedolean-14-enila</p>	<i>E. passerinum</i>	(BARREIROS, et al, 2002)

#### 2.6.4 *Erythroxylum campestre*

Uma das espécies ainda pouco estudada pertencente ao gênero *Erythroxylum* é a *Erythroxylum campestre*, A. St. Hil geralmente encontrada em todos os gradientes de Cerrado, desde cerradão até campo limpo, sendo mais comuns em cerrado aberto. É uma espécie subarborescente, com frequência em agrupamentos densos. As folhas são glabras, inteiras, membranáceas, cartáceas ou coriáceas e

possuem estípulas interpeciolares, persistentes ou caducas, de tamanho e consistência variável que podem ser fimbriadas ou enervadas e apresentar ápice bi, tri ou não setuloso (Figura 1) (SILVA, 2013).

**Figura 1** – Aspecto geral dos ramos de *Erythroxylum campestre*, A. St. Hil



Fonte: (UBERLÂNDIA, 2016).

Seu período de floração com início em maio estende-se até junho. Suas flores agrupam-se em fascículos, comumente nas axilas das folhas com aproximadamente 2,8 mm de comprimento, sendo hermafroditas, pentâmeras, actinomorfas, de cor creme-claro e suavemente perfumadas; sépalas conatas na base; pétalas com um apêndice nectarífero ligulado na base, formando um tubo; estames em dois posicionamentos: um oposto às sépalas e outro oposto às pétalas. As flores ficam receptivas por um dia e no segundo dia, as pétalas tornam-se creme-escuro e caem, tendo sua antese no período diurno das 6:00 às 18:00 h. A produção de néctar é de cerca de 1  $\mu$ L por flor e a média da percentagem da concentração de sacarose 18% à temperatura média de 28 °C. Seus frutos são do tipo drupa, vermelho quando maduro e verde quando em fase de maturação (UBERLÂNDIA, 2016).

Em revisão a literatura foram encontrados poucos trabalhos que elucidem as estruturas dos seus principais constituintes químicos das folhas de *Erythroxylum campestre*, bem como a atividade tumoral destes, contudo há registros do uso de infusão das raízes como laxante por pessoas da região do Alto Rio Grande, MG

(RODRIGUES e CARVALHO, 2001). Desta forma o estudo deste espécime vegetal além de viável, dada as disponibilidades da Universidade Estadual de Goiás, mostra-se útil e até necessária tanto academicamente, como social e até comercialmente.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

Isolar e elucidar as estruturas de flavonoides glicosilados das folhas de *Erythroxylum campestre* A. St. Hil.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Desenvolver uma metodologia cromatográfica eficiente para espécie vegetal a ser estudado.
- Isolar os flavonóides das folhas de *Erythroxylum campestre* A. St. Hil.
- Elucidar as estruturas dos compostos isolados.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

Os materiais empregados neste trabalho encontram-se descritos na **Tabela 1**, os solventes **Tabela 2** e equipamentos na **Tabela 3**.

**Tabela 1** – Materiais empregados para cromatografia

Material	Marca
Celulose microcristalina D	Synth
Sílica gel 230-400 <i>mesh</i>	Macherey-Nagel
Diaion HP20	Sigma-Aldrich
Sephadex LH20	Sigma-Aldrich
Cromatofolhas de alumínio sílica gel 60 F <sub>254</sub>	Macherey-Nagel
Secador serigráfico	Skil 1800 W
Lâmpada UV (254 e 365 nm)	-

**Tabela 2** – Reagentes empregados e suas marcas

Reagente	Marca
Acetato de etila PA	Anidrol, Dinâmcia e Neon
Diclorometano PA	Anidrol, Dinâmcia e Neon
Etanol PA	Anidrol, Dinâmcia e Neon
Hexano PA	Anidrol, Dinâmcia e Neon
Metanol PA	Anidrol, Dinâmcia e Neon
Clorofórmio deuterado	Merck
Metanol deuterado	Merck
Vanilina ácida	-

**Tabela 3** – Equipamentos empregados e suas especificações

Equipamentos	Marca/Modelo
Estufa com circulação de ar	MA035 - Marconi

Moinho de facas tipos cróton	MA-580
Evaporador rotativo	TECNAL (TE120) e Quimis Q344B
Balança analítica	Mettler P163
Cromatógrafo líquido de alta eficiência	Agilent – G1311B / PDAG4212B / G131 A / G1329B
Espectrômetro de RMN	Bruker Advanced III – 500 MHz/11,75 Tesla, sonda multinuclear (BBO) 5 mm com detecção direta e gradiente de campo do eixo z (IQ-UFG))

## 4.2 COLETA E IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL BOTÂNICO

As amostras de *Erythroxylum campestre* A.St.-Hil., foram coletadas na reserva de Cerrado localizada no Câmpus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas – Henrique Santillo da Universidade Estadual de Goiás (UEG) Brasil. A referida espécie foi identificada pela Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Mirley Luciene dos Santos e as exsicatas foram depositadas no Herbário da Universidade Estadual de Goiás “HUEG” sob o registro de número 10294.

## 4.3 OBTENÇÃO E FRACIONAMENTO DO EXTRATO BRUTO

Os extratos foram cedidos da coleção obtida pelo Grupo de Pesquisa de Produtos Naturais da UEG - Câmpus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas pelo Professor Dr. Antônio Carlos Severo Menezes, através da seguinte metodologia:

As folhas coletadas (2,3 kg) foram secas em estufa, com circulação de ar a 45°C, em que obteve-se 805,87g de material desidratado, sendo posteriormente moída em moinho de facas Willey, e maceradas com metanol 96%. O líquido obtido foi concentrado em evaporador rotativo para obtenção de um líquido viscoso denominado de extrato bruto metanólico (ECFM) com massa de 199,44g, que seguidamente foi solubilizado em metanol e água (1:3), a fim de que todos os constituintes se solubilizassem por completo.

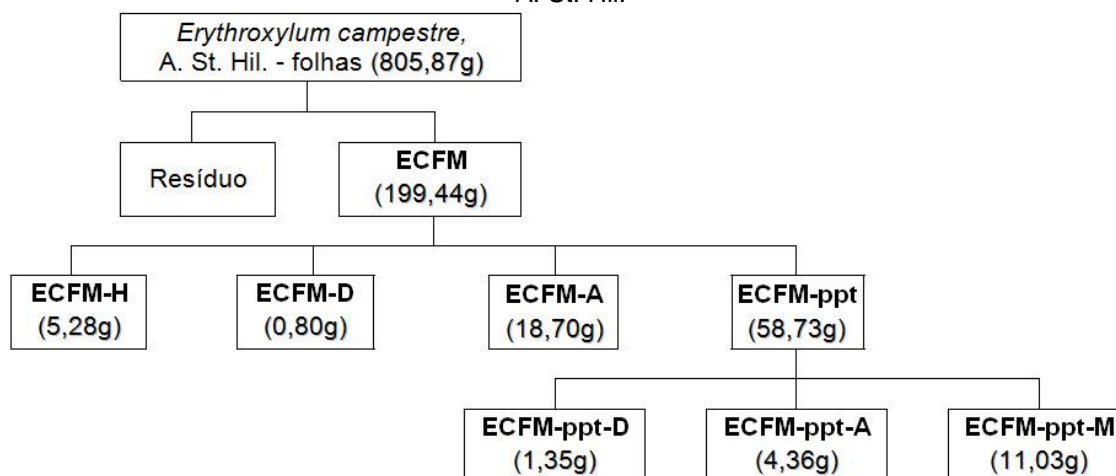
Em seguida, o extrato metanólico foi fracionado por partição líquido-líquido, com solventes em sequência crescente de polaridade (hexano, diclorometano e acetato de

etila). Para designação das frações foi feito uso de siglas com cinco letras, indicando o processo de sua obtenção.<sup>2</sup>

No preparo da fração hexânica (apolar), transferiu-se a solução constituída do extrato metanólico com água (1:3) para um funil de separação, sendo adicionado hexano, obtendo-se, duas fases líquidas imiscíveis, e a formação de um precipitado, denominado ECFM-ppt (58,73g), que foi separado da fase aquosa por filtração a vácuo. Este mesmo procedimento foi empregado com os demais solventes, e as soluções obtidas foram rotaevaporadas para formação das suas respectivas frações, à saber: fração hexânica (ECFM-H), fração diclorometânica (ECFM-D) e fração acetato etílica (ECFM-A), respectivamente com massas 5,28g, 0,80g e 18,70g.

Já o precipitado formado da solução aquosa metanólica, foi submetido a fracionamento por cromatografia em coluna aberta ( $\phi = 3 \text{ cm} \times h = 20 \text{ cm}$ ) utilizando-se celulose microcristalina D como fase estacionária e eluentes em ordem crescente de polaridade: diclorometano, acetato de etila e metanol, obtendo-se, as frações: diclorometânica (ECFMppt-D), acetat etílica (ECFMppt-A) e metanólica (ECFMppt-M), com massas respectivas de 1,35g, 4,36g e 11,03g, conforme expresso na Figura 2.

**Figura 2** – Fluxograma para representação do fracionamento das folhas de *Erythroxylum campestre*, A. St. Hil.



<sup>2</sup> Em que as duas primeiras letras referem-se ao nome da planta, sendo “E” -*Erythroxylum* e “C” -*campestre*, a terceira letra, a parte utilizada, sendo “F” - folhas, em seguida o solvente do extrato bruto de origem, sendo “M” - metanol, e por fim o solvente utilizado no fracionamento, sendo “H”, “D”, “A” e “M” - hexano, diclorometano, acetato de etila e metanol, respectivamente.

## 4.4 ISOLAMENTO

### 4.4.1 Método Cromatográfico Clássico

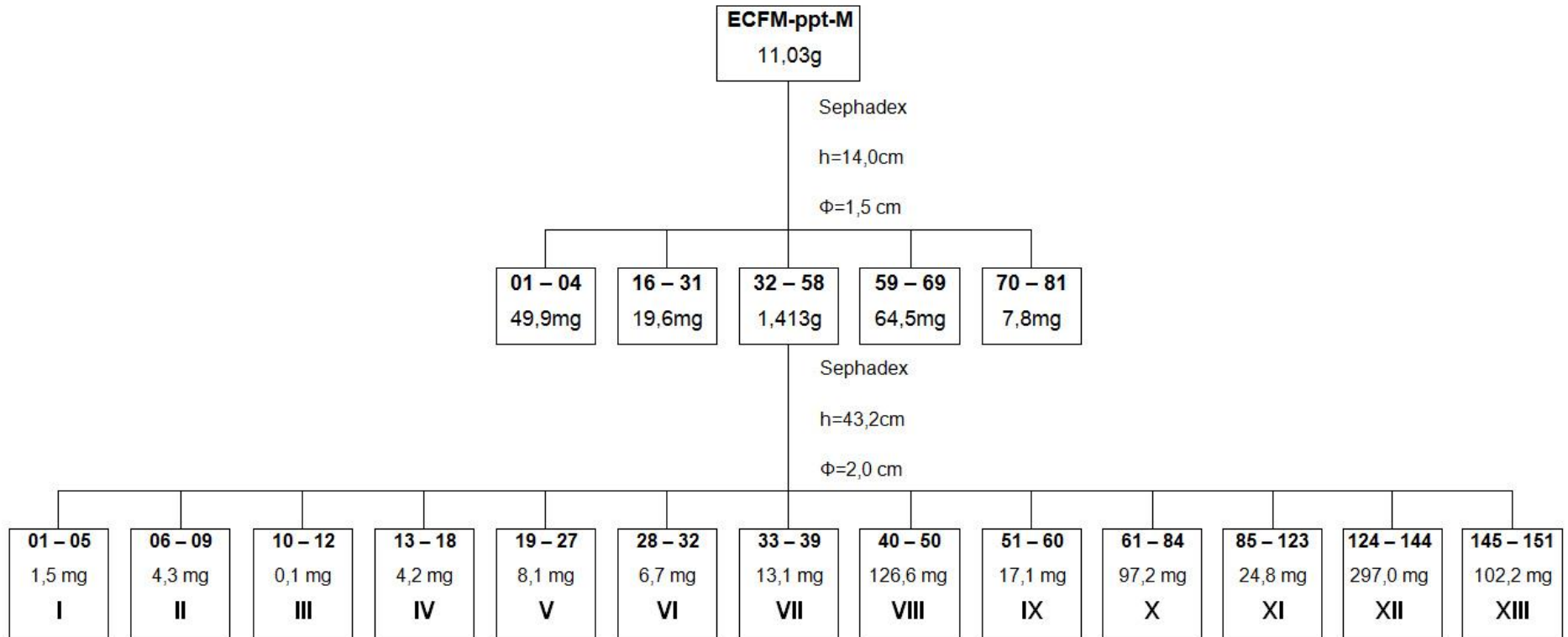
A amostra ECFM-ppt-M (11,03 g) foi fracionada em coluna preparativa ( $h = 14$  cm e  $\Phi = 1,5$  cm), usando-se como fase estacionária sephadex e como fase móvel metanol, após a eluição da amostra foram coletados 81 frascos com capacidade de 10 mL.

Após monitoramento por Cromatografia em Camada Delgada (CCD), as substâncias coletadas foram agrupadas de acordo com os seus fatores de retenção ( $R_f$ ), resultando em cinco frações, sendo que dentre estas a terceira fração (frascos de 40 – 43) foi submetida a um novo refracionamento em coluna preparativa ( $h = 43,2$  cm e  $\Phi = 2,0$  c), usando-se como fase estacionária sephadex e como fase móvel metanol, ao final do procedimento foram coletados 151 frascos com capacidade de 10 mL.

As substâncias coletadas foram reunidas conforme seus  $R_f$  depois de ensaios cromatográficos por CCD, obtendo treze frações. As cinco primeiras frações (I, II, III, IV, V) foram descartadas, por apresentarem em CCD valores de  $R_f$ 's diferentes das demais amostras, bem como baixa massa. As oito frações restantes (VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII e XIII) foram selecionadas para análise via cromatografia líquida de alta eficiência em fase reversa (CLAE/FR).

Toda a metodologia acima descrita pode ser representada graficamente pela figura 3 (pg. 127).

**Figura 3** – Fluxograma para representação do isolamento de ECFM-ppt-M



#### 4.4.2 Método Cromatográfico Qualitativo de Alta Eficiência

Para análise das 08 frações selecionadas (VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII e XIII), cerca de 0,02 mg de cada frasco foi submetida à separação por CLAE-FR pelo uso de uma coluna analítica Luna (C18 250 mm X 4,6 mm 5 $\mu$ M). Os eluentes foram constituídos pela solução A (Metanol) e solução B (solução de ácido fosfórico, pH 2,62) com fluxo de 1,0 mL.min<sup>-1</sup>. O gradiente de concentração variou de 100-0% de A em 8 minutos, de 0-50% de A por mais 8 minutos, de 50-100 % de A por mais 3 minutos, e estabilizou em 100% de A por mais 1 minuto, num total de 20 minutos de análise. A detecção foi realizada por UV-Vis no comprimento de onda de 360 nm.

#### 4.4.3 Método Cromatográfico Quantitativo de Alta Eficiência

Após a confirmação pela análise por CLAE/FR de serem amostras iguais as 08 frações foram reunidas, formando a massa de 684,7mg, nomeada como ECFM-ppt-M' que foi submetida a CLAE/FR, em uma coluna semi-preparativa Luna (C18 250 mm X 10,0 mm 5 $\mu$ M). Os eluentes foram uma solução A (Metanol) e solução B (solução ácido fosfórico, pH 2,62) com fluxo de 1,0 mL/min. O gradiente de concentração variou de 50-80% de A em 35 minutos, 80-95% de A por mais 5 minutos, 95-50 % de A por mais 2 minutos, e estabilizou em 50% de A por mais 3 minutos, num total de 45 minutos de análise. A detecção foi realizada no comprimento de onda fixo de 360 nm.

### 4.5 CARACTERIZAÇÃO

#### 4.5.1 Espectroscopia de Ressonância Magnética Nuclear (RMN)

Os espectros de RMN foram adquiridos em aparelho Bruker Avance III (11,75 T) do Laboratório de Ressonância Magnética Nuclear do Instituto de Química da Universidade Federal de Goiás (IQ-UFG), Goiânia, GO. Utilizou-se *broadband probehead* de 5 mm com gradiente de campo em z à 25°C. Operando na frequência de 500,13 MHz para <sup>1</sup>H e 125,75 MHz para <sup>13</sup>C. Eventualmente, foram realizados experimentos para observar a correlação heteronuclear de quantum-simples (HSQC) e correlação heteronuclear de quantum-múltiplo (HMBC). Utilizou-se metanol

deuterado (fórmula molecular  $\text{CD}_3\text{OD}$ , sigla MeOD) como solvente e tetrametilsilano (fórmula molecular  $\text{Si}(\text{CH}_3)_4$ , sigla TMS) como padrão interno. Os experimentos foram realizados em tubos de 5 mm diâmetro e coletados pelo software Topspin 3.5 desenvolvido pela Bruker Biospin.

#### 4.5.2 Espectrometria de massas (EM)

A EM foi realizada em aparelho Bruker micrOTOF-Q III do Laboratório de Cromatografia e Espectrometria de Massas (LaCEM) do IQ-UFG, Goiânia, GO. A ionização por electrospray (IES) foi operada nos modos negativo e positivo. Foi utilizado nitrogênio de alta pureza (>98%) como nebulizador foi mantida em 0,4 bar e a tensão capilar ajustada em 4500 V. As condições do analisador de massas quadrupolar (Q-TOF) foram: *End plate offset*; -500 V; *Funnel 1*: 200 Vpp; *Funnel 2*: 200 Vpp; *Hexapole RF*: 200 Vpp; *Colisão RF*: 200 Vpp; *Transfer Time*: 85  $\mu\text{s}$  para o modo negativo e 70  $\mu\text{s}$  para o positivo; *Pre Pulse Storage*: 7  $\mu\text{s}$  para o modo negativo e 5  $\mu\text{s}$  para o positivo; *Ion Energy Quadrupole*: 5eV. Os espectros de massa foram adquiridos e processados pelo software Bruker Compass DataAnalysis (Bruker Daltonik, GmbH).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 FRACIONAMENTO DO EXTRATO BRUTO

A relação das massas obtidas pós fracionamento, bem como seu rendimento, encontram-se expressas nas tabelas 4 e 5.

**Tabela 4 – Rendimento das frações do extrato bruto metanólico**

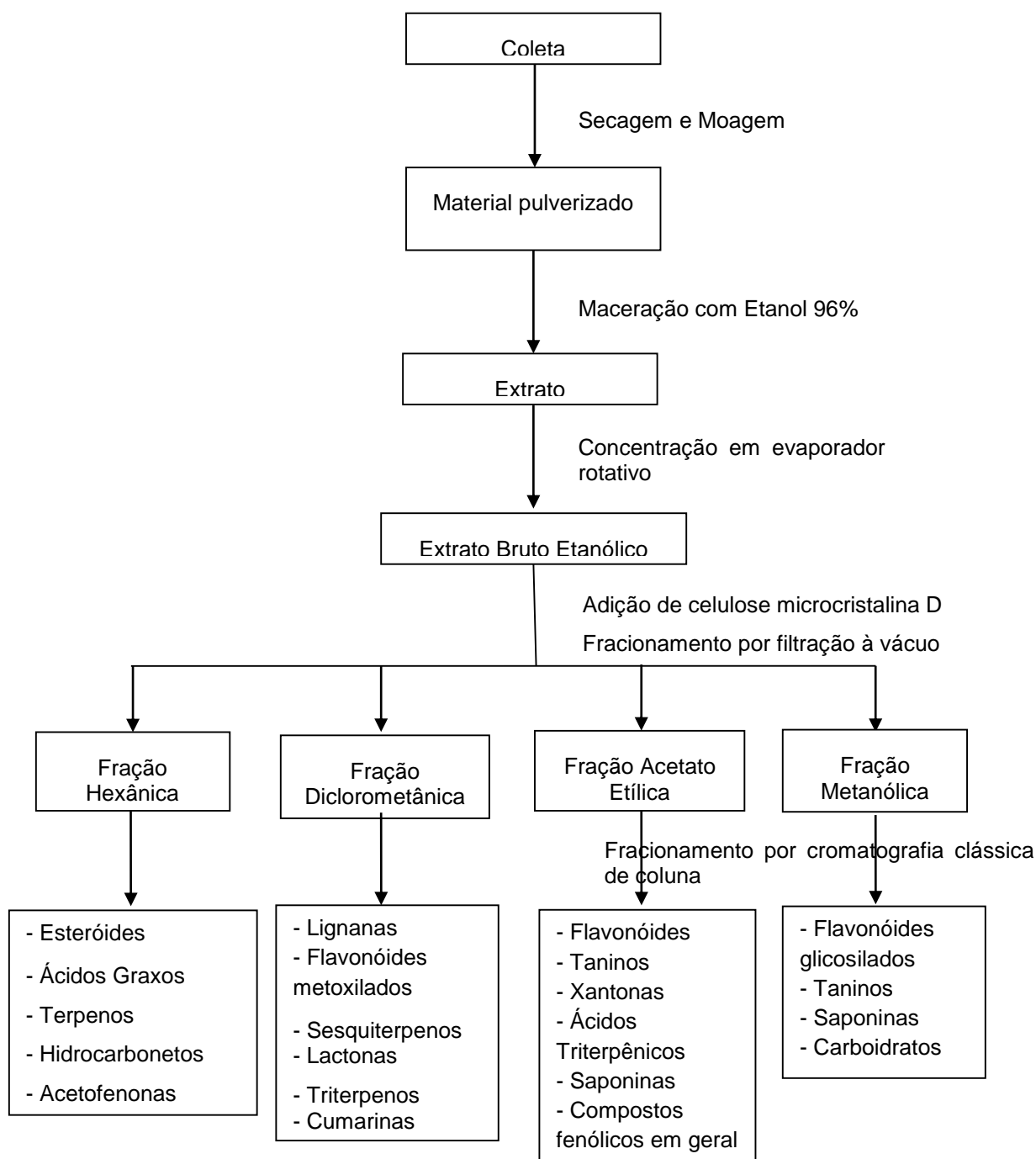
Massa do ECFM	Solvente	Massa obtida (g)	% em relação ao ECFM	Código
199,44g	Hexano	5,28	2,65	ECFM-H
	Diclorometano	0,80	0,40	ECFM-D
	Acetato de etila	18,70	9,38	ECFM-A
	Precipitado	58,73	29,45	ECFM-ppt
	Resíduo	115,93	58,12	-

**Tabela 5 – Rendimento das frações do material precipitado**

Massa do ECFM	Solvente	Massa obtida (g)	% em relação ao ECFM	Código
58,73g	Diclorometano	1,35	2,30	ECFM-ppt-D
	Acetato de etila	4,36	7,42	ECFM-ppt-A
	Metanol	11,03	18,78	ECFM-ppt-M
	Resíduo	41,99	71,50	-

Neste trabalho optou-se por investigar as substâncias contidas na fração ECFM-ppt-M, uma vez que, pós-partição, existe uma grande probabilidade de identificar flavonoides, sobretudo glicosilados, em frações metanólicas, conforme o trabalho de Yunes e Calixto (2001) expresso na figura 4, pg 131

**Figura 4** – Fluxograma da partição e separação dos metabólitos secundários presentes em plantas  
(Fonte: Yunes e Calixto, 2001)



## 5.2 ISOLAMENTO

Para elaboração dos métodos cromatográficos (qualitativo e quantitativo) de alta eficiência prosseguiu-se com base no trabalho de Han e colaboradores (2015).

A análise dos cromatogramas obtidos pelo método cromatográfico qualitativo de alta eficiência proposto, (figura 5, pg 134) abalisou a decisão de unificar o conteúdo dos 8 frascos, uma vez que os respectivos cromatogramas apresentavam 3 picos com tempos de retenção bastante próximos (6,99 minutos, 8,78 minutos e 13,58 minutos), o que pressupou-se tratar dos mesmos compostos, o que justificava a união das frações.

Após a união do conteúdo dos 8 frascos, prosseguiu-se com o isolamento dos constituintes, por uma adaptação da metodologia proposta por Han e colaboradores (2015) descrita no item 4.4.3, uma vez que esse método apresentou eficiência na determinação de rutina, uma das substâncias que supunha constituir o material a ser separado.

O método desenvolvido, denominado métodos cromatográficos quantitativo de alta eficiência mostrou-se bastante eficiente para o isolamento dos constituintes, não obstante requeresse 45 minutos para cada análise. Dessa forma optou-se por trabalhar com uma super dosagem de ECFM-ppt-M' (concentração aproximada de  $25\text{mg.mL}^{-1}$ ) o que embora tenha ultrapassado o limite de detecção do aparelho, não comprometeu o isolamento dos constituintes conforme pode ser verificado na figura 6 (pg. 135).

A partir do método quantitativo proposto, foi possível coletar 08 frascos, rotulados conforme a ordem de coleta e identificados sendo que os tempos coleta estão expressos na tabela 6. O conteúdo de cada recipiente corresponderia aos picos de maior intensidade no cromatograma (figura 7, pg 136). Os picos de menor intensidade, bem como a água mãe foram coletados em recipiente a parte.

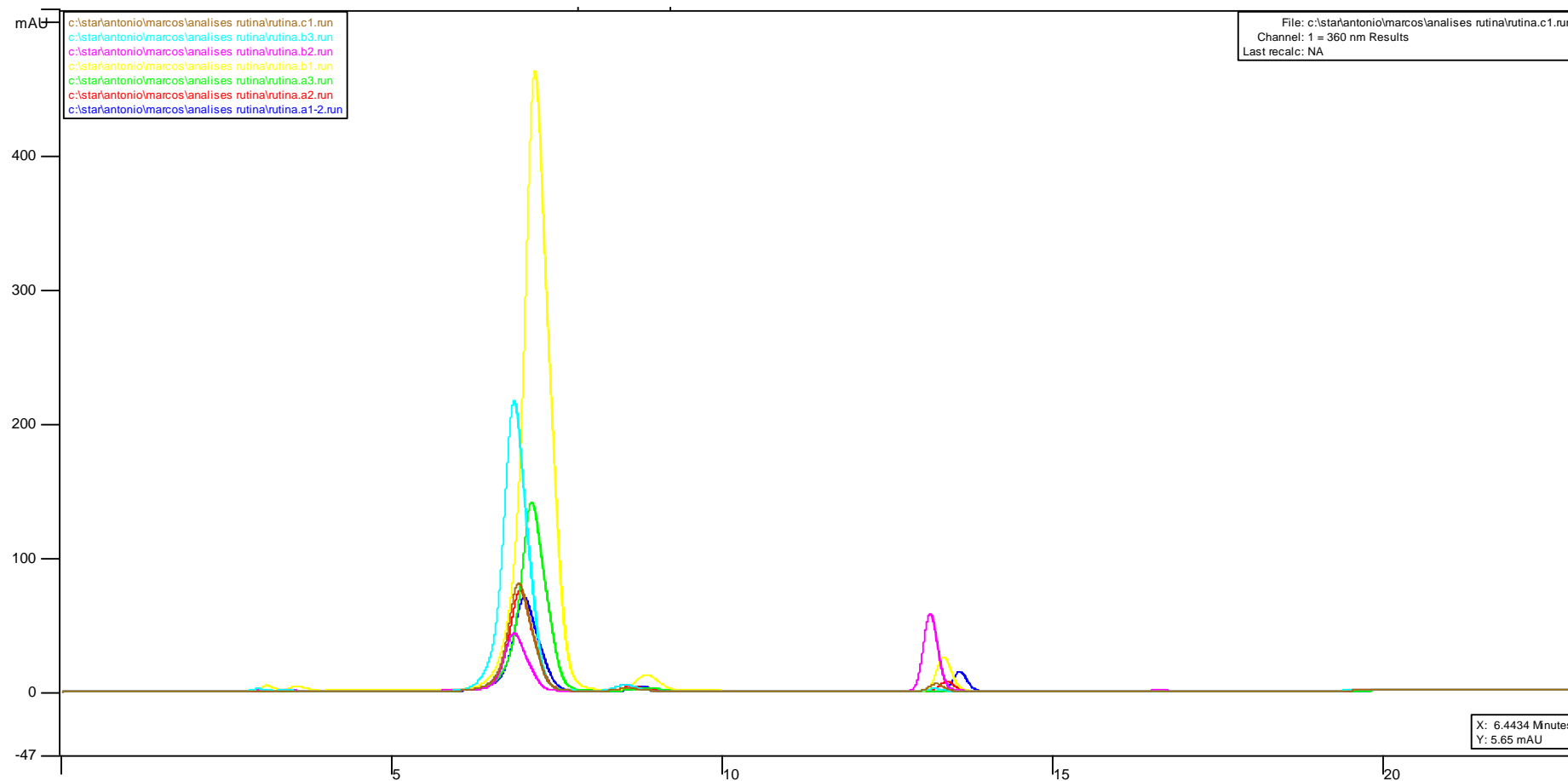
**Tabela 6 – Tempo de coleta dos compostos isolados**

<b>Fração</b>	<b>Tempo de coleta (min)</b>
A1	11,0 – 11,5
B1	13,7 – 14,5
C1	21,0 – 22,3
D1	23,2 – 24,3
E1	24,9 – 27,8
F1	29,9 – 31,1
G1	40,5 – 42,2
H1	37,2 – 37,9

Para retirada dos eluentes das substâncias isoladas, as amostras passaram por evaporação rotativa a baixa pressão para remoção do metanol, o que ocasionou a formação de precipitado na quinta (E1) e sétima (G1) frações, que foram filtrados e armazenados. Posteriormente as amostras foram liofilizadas para remoção da água.

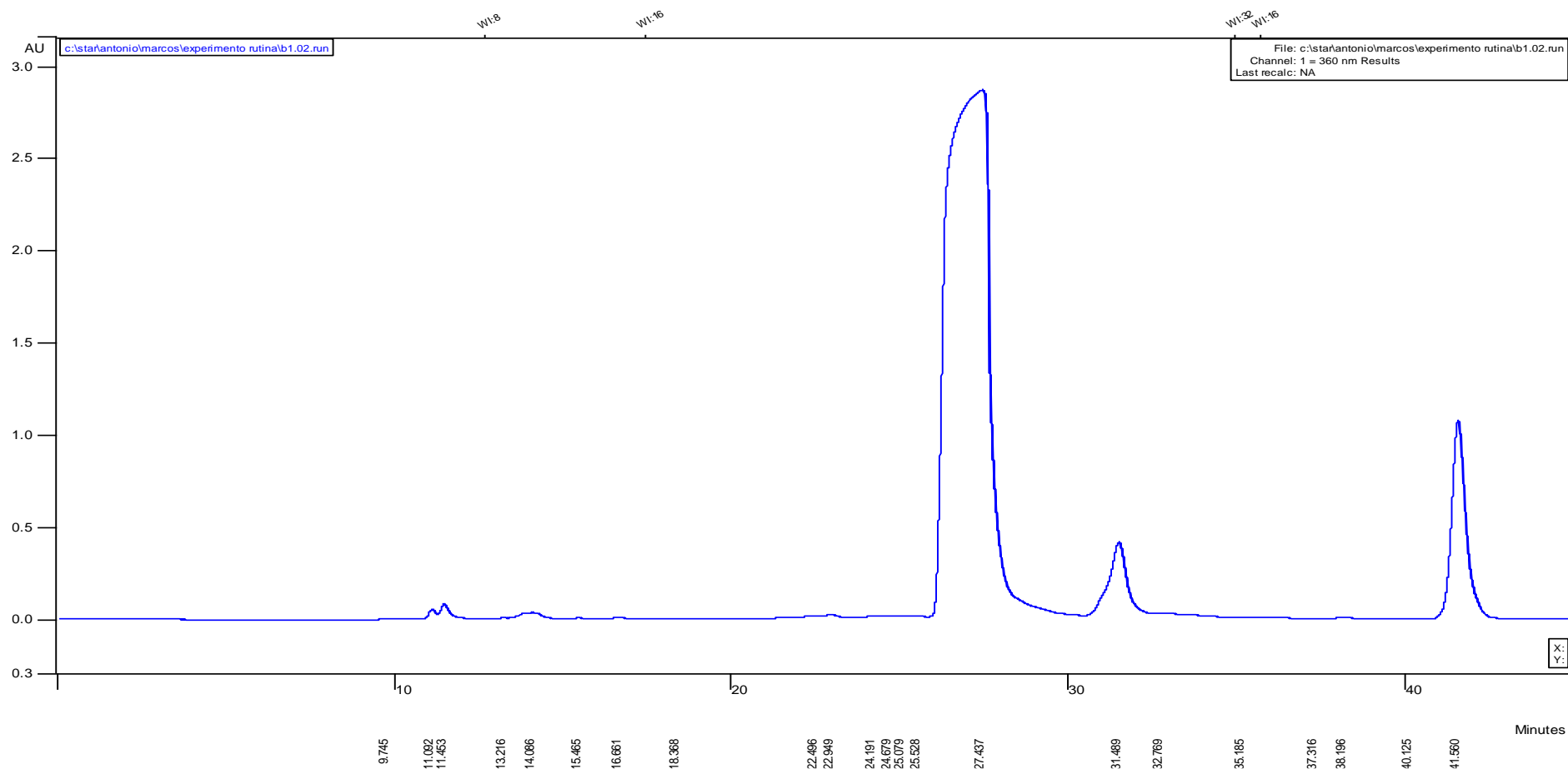
Todo procedimento cromatográfico pode ser representado graficamente pela figura 8 (pg. 136).

Figura 5 – Cromatogramas obtidos para as amostras VI, VII, VIII, IX, X, XI, e XIII



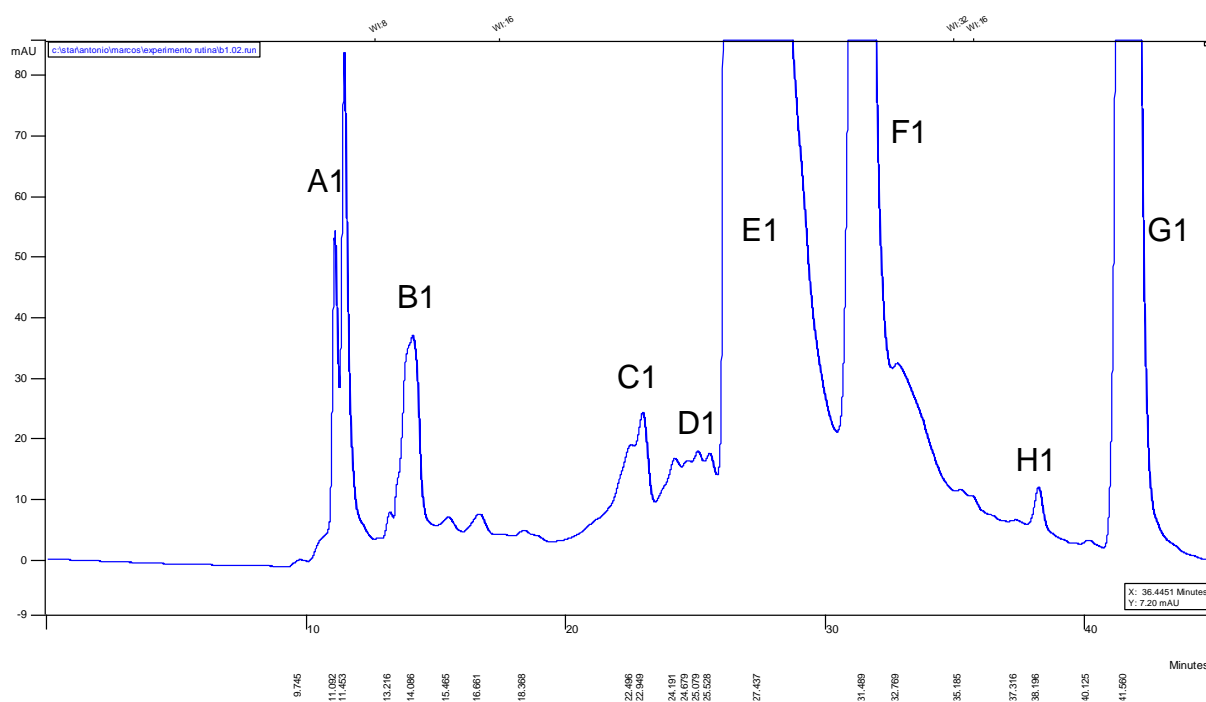
Cromatograma, por CLAE-FR obtido para amostra de trabalho nas seguintes condições: fase estacionária: coluna analítica Luna (C18 250 mm X 4,6 mm 5 $\mu$ M); fase móvel constituída pela solução A (Metanol) e solução B (solução de ácido fosfórico, pH 2,62) com fluxo de 1,0 mL.min<sup>-1</sup>. O gradiente de concentração variou de 100-0% de A em 8 minutos, de 0-50% de A por mais 8 minutos, de 50-100 % de A por mais 3 minutos, e estabilizou em 100% de A por mais 1 minuto, num total de 20 minutos de análise. A detecção foi realizada por UV-Vis no comprimento de onda de 360 nm.

**Figura 6 – Cromatograma do Isolamento dos constituintes de ECFM-ppt-M'**

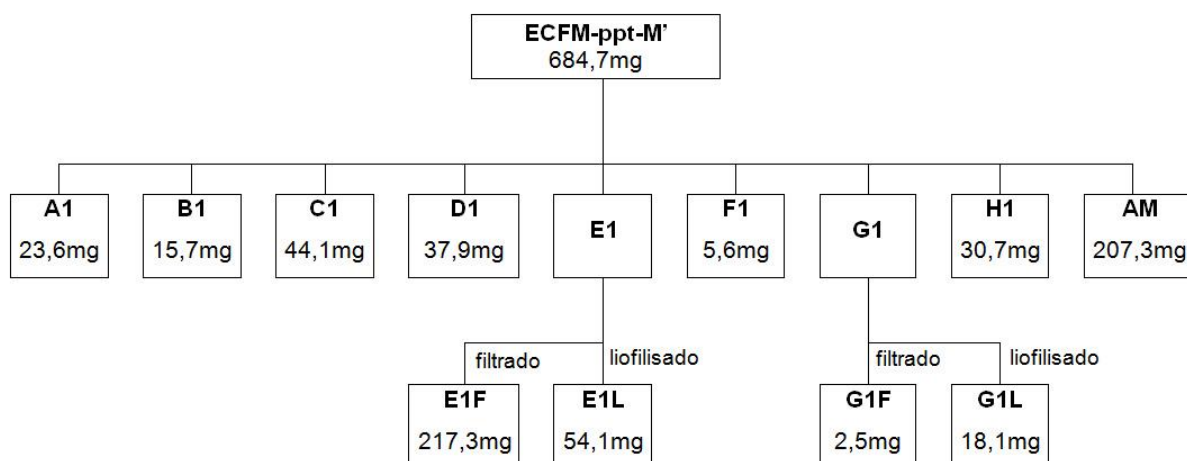


Cromatograma, por CLAE-FR obtido para amostra de trabalho nas seguintes condições: fase estacionária: coluna analítica Luna (C18 250 mm X 4,6 mm 5µM); fase móvel constituída pela solução A (Metanol) e solução B (solução de ácido fosfórico, pH 2,62) com fluxo de 1,0 mL.min<sup>-1</sup>. O gradiente de concentração variou de 50-80% de A em 35 minutos, 80-95% de A por mais 5 minutos, 95-50 % de A por mais 2 minutos, e estabilizou em 50% de A por mais 3 minutos, num total de 45 minutos de análise. A detecção foi realizada no comprimento de onda fixo de 360 nm.

**Figura 7** – Ampliação do cromatograma do isolamento dos constituintes de ECFM-ppt-M' e identificação dos compostos coletados.



**Figura 8** – Fluxograma para representação do isolamento de ECFM por CLAE/FR



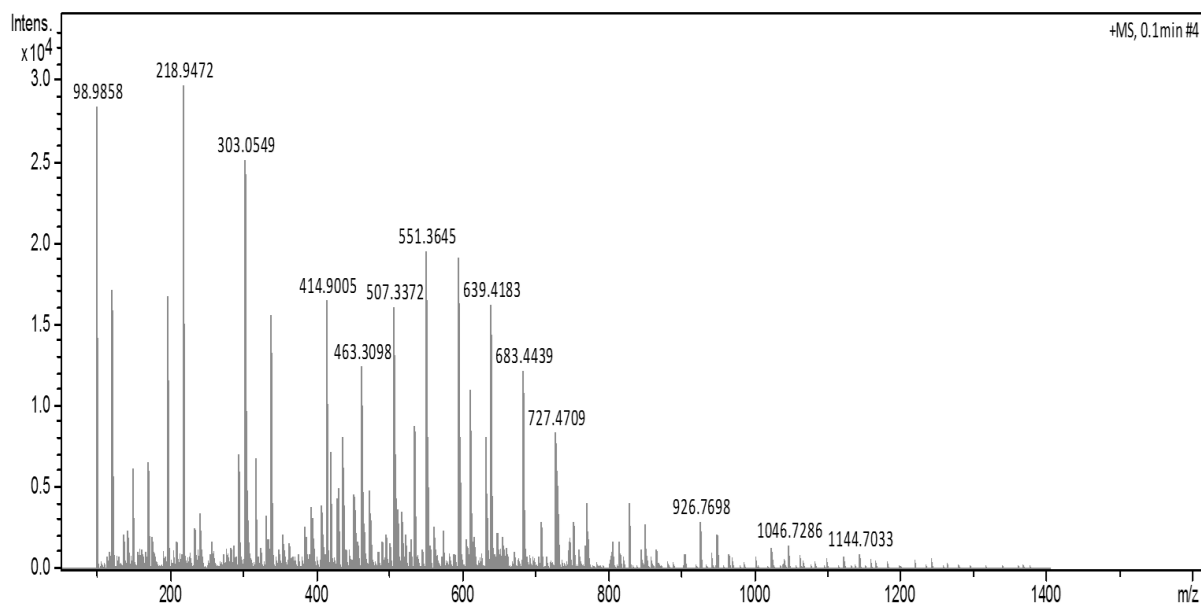
## 6 ELUCIDAÇÃO ESTRUTURAL

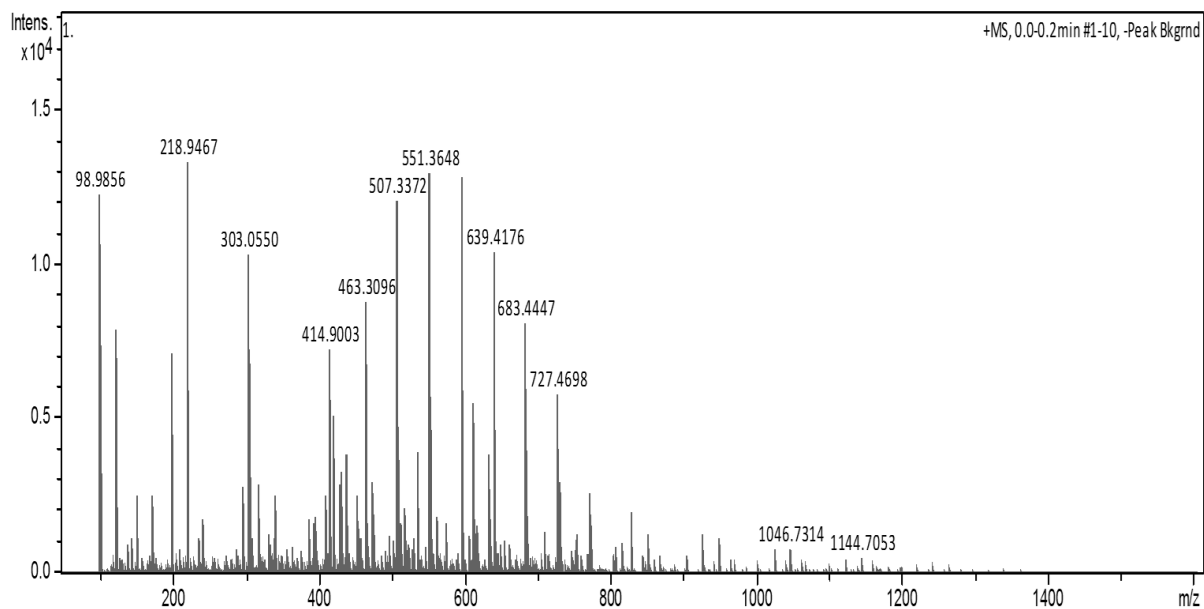
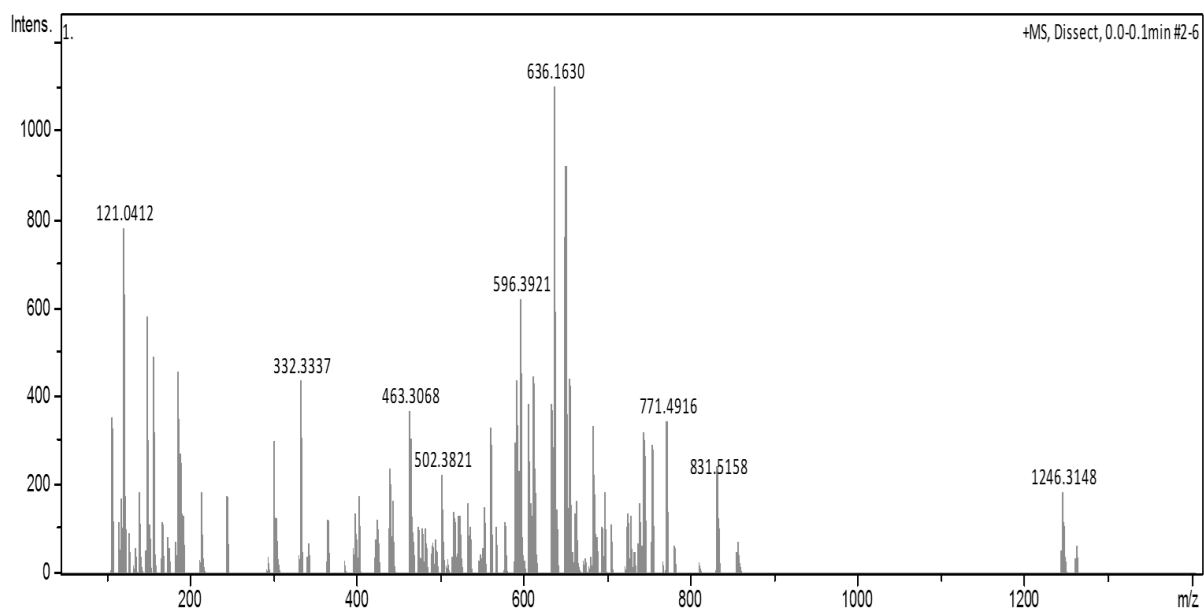
Para elucidação das substâncias presentes nas frações coletadas foram empregados métodos espectrométricos de massa e ressonância magnética nuclear de Hidrogênio e Carbono.

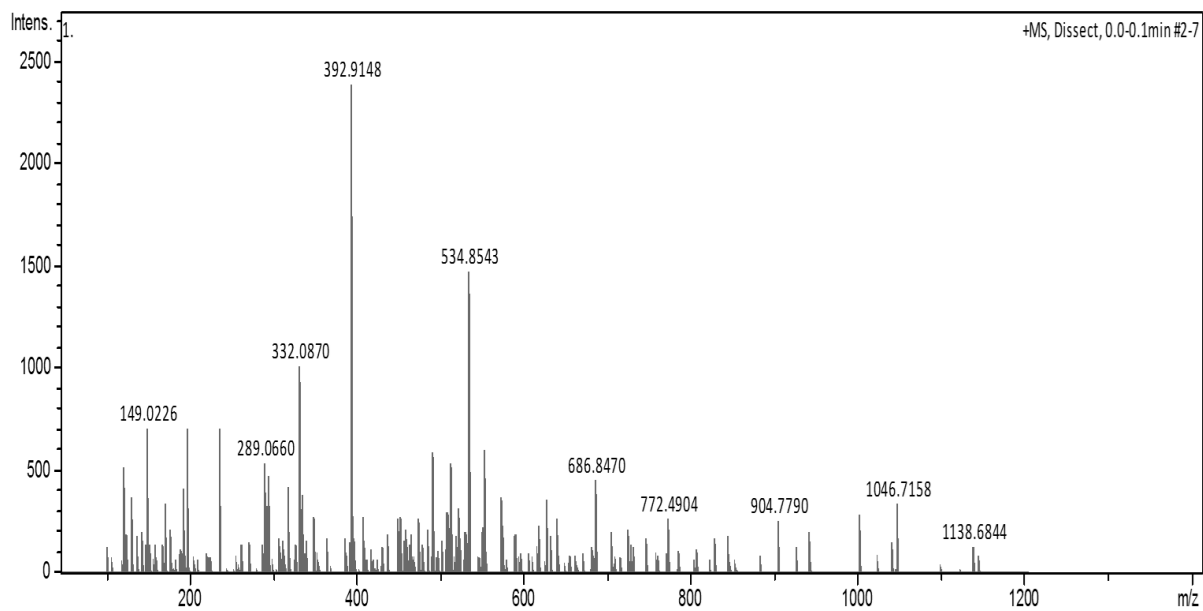
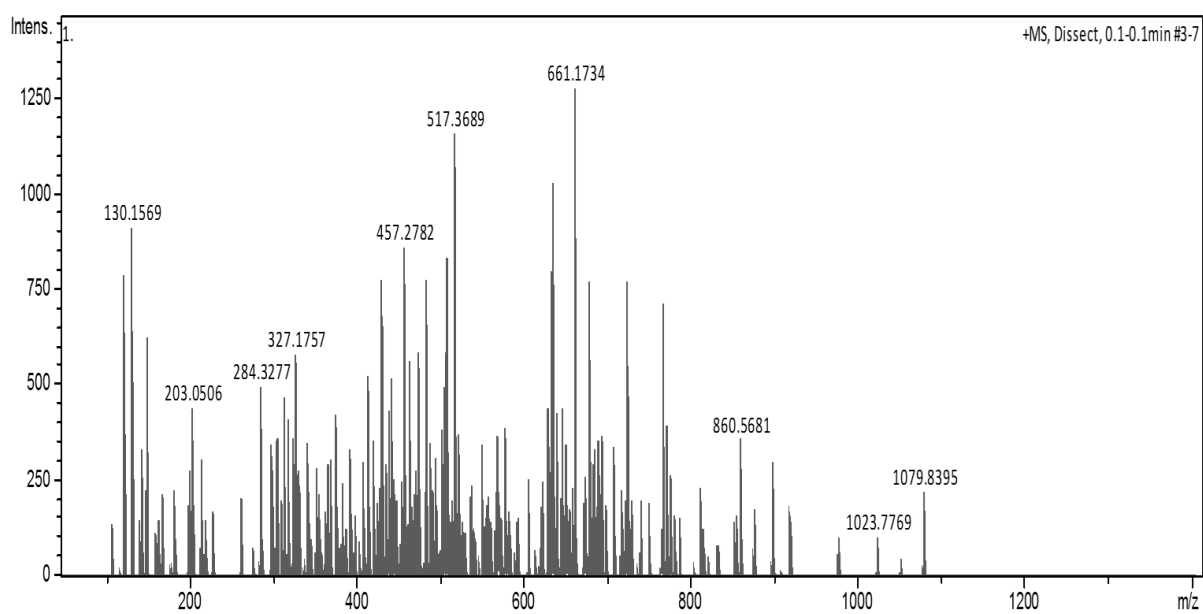
### 6.1 ESPECTROMETRIA DE MASSAS

Das 11 frações adquiridas apenas A1, C1, E1F, F1, G1F, H1 e AM foram selecionadas para serem submetidas a Espectrometria de Massas (EM), a fim de se realizar um monitoramento preliminar, obtendo-se os espectros contidos nas figuras 9, 10 (pg. 138), 11 (pg. 138), 12 (pg. 139), 13 (pg. 139), 14 (pg. 140) e 15 (pg. 140) cujos dados podem ser sintetizados na tabela 7 (Pg. 141).

**Figura 9** – Espectro de EM-IES(-) da fração A1.



**Figura 10** – Espectro de EM-IES(-) da fração C1.**Figura 11** – Espectro de EM-IES(-) da fração E1F.

**Figura 12 – Espectro de EM-IES(-) da fração F1.****Figura 13 – Espectro de EM-IES(-) da fração G1F.**

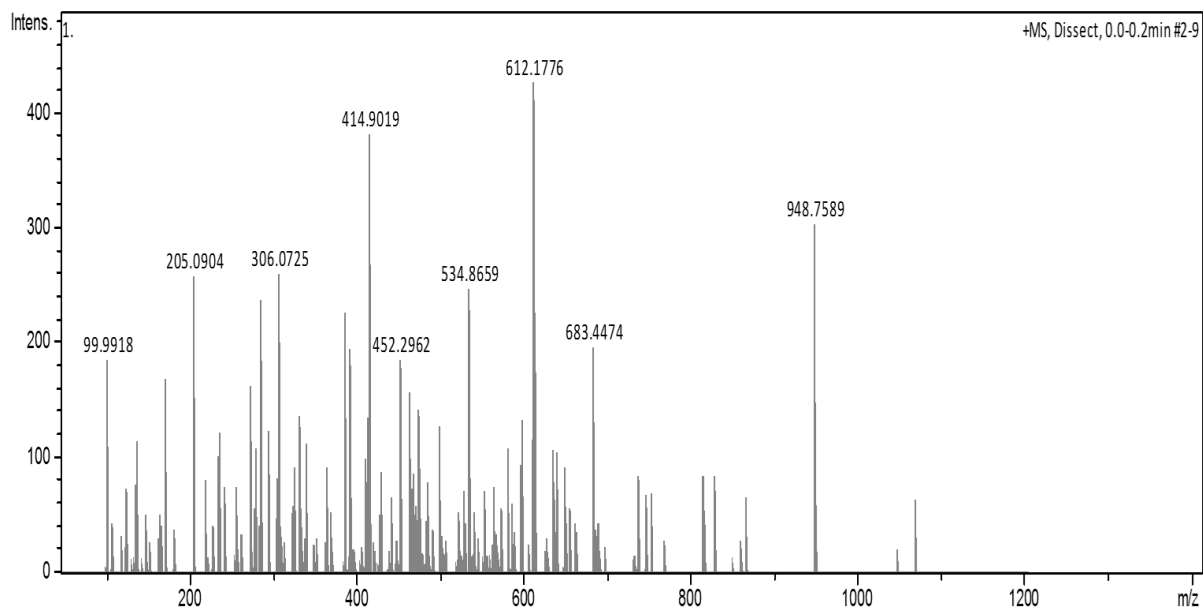
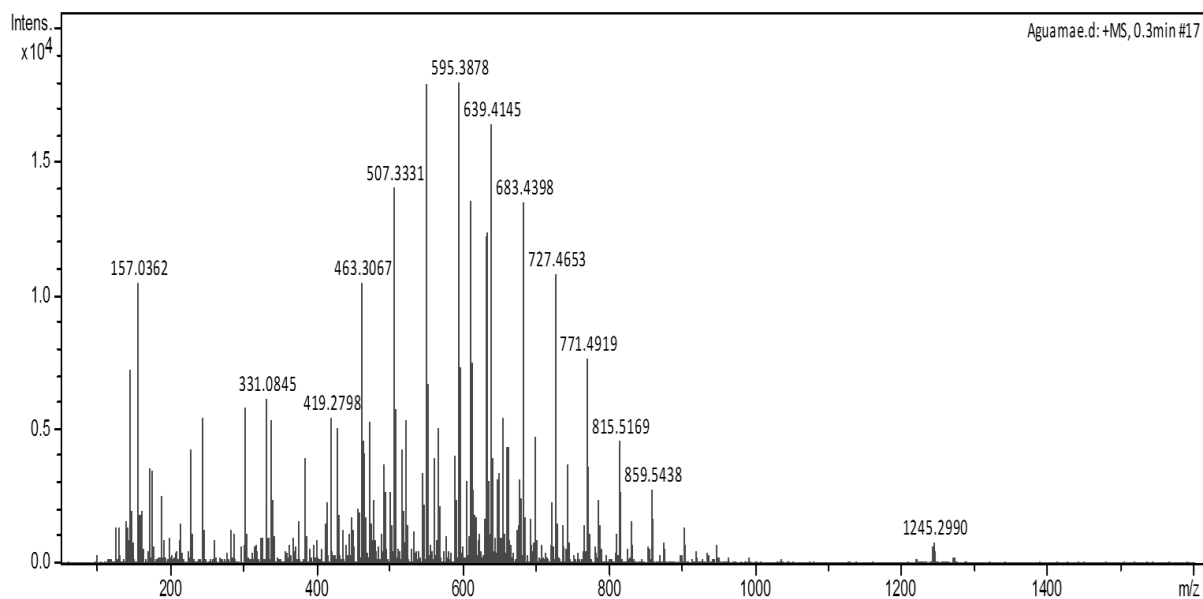
**Figura 14** – Espectro de EM-IES(-) da fração H1.**Figura 15** – Espectro de EM-IES(-) da fração AM.

Tabela 7 – Dados da EM das frações A1, C1, E1F, F1, G1F, H1 e AM

Fração	Íon molecular $m/z$	Pico base $m/z$	Fragmentos iônicos $m/z$
A1	1144.7033	218.9472	1046.7286 / 926.7698 / 771.4967 / 727.4709 / 683.4439 / 639.4183 / 551.3645 / 507.3372 / 463.3098 / 414.9005 / 338.3476 / 303.0549 / 98.9858
C1	1144.7022	218.9473	1046.7306 / 926.7730 / 828.7951 / 727.4714 / 683.4454 / 639.4196 / 595.3929 / 551.3654 / 507.3375 / 463.3104 / 414.9012 / 338.9077 / 303.0551 / 98.9856
E1F	1245.3102	634.1579	815.5211 / 771.4944 / 727.4685 / 551.3627 / 463.3088 / 303.0535 / 245.0883 / 139.0523
F1	1198.7095	595.3916	1122.7155 / 1024.7452 / 926.7677 / 828.7928 / 683.4451 / 639.4170
G1F	1273.3302	595.3815	1023.7755 / 815.5123 / 766.5276 / 722.5038 / 634.1471 / 507.3280 / 463.3000 / 365.1053 / 327.1758 / 203.0511 / 139.0479
H1	1144.7091	218.9481	1046.7346 / 948.7528 / 850.7788 / 727.4724 / 683.4466 / 639.4196 / 595.3934 / 507.3381 / 436.8878 / 338.9081 / 303.0560 / 98.9862
AM	1272.3026	633.1480	903.5696 / 815.5190 / 727.4661 / 547.4085 / 501.3795 / 419.2803 / 303.0523 / 229.0937 / 175.0460 / 127.0252

## 6.2 RESSONÂNCIA MAGNÉTICA NUCLEAR

Mediante consulta a literatura pode-se constatar que os picos base das amostras E1F, F1, G1F e AM (634.1579, 595.3916, 595.3815 e 633.1480  $m/z$ , respectivamente) eram semelhantes as massas moleculares da rutina e kaempferol (610,518 e 594,518, respectivamente), o que apresentava certa coerência, pois conforme exposto na Revisão Bibliográfica o gênero *Erythroxylum* bioproduz uma extensa variedade de flavonoides e justamente para se investigar flavonoides glicosilados é que se optou por realizar a pesquisa na fração ECFM-ppt-M. Destarte as amostras E1F, F1 e AM foram submetidas a análise via ressonância magnética nuclear (RMN).

### 6.2.1 Identificação de E1F

A fração E1F apresenta estado físico sólido, de estrutura amorfa, com coloração amarela e massa de 217,3mg.

No espectro de RMN de  $^1\text{H}$  (figura 17, pg. 145) observa-se na região de hidrogênios aromáticos, um duplete em  $\delta_{\text{H}}$  7,57 ( $J=2,15\text{Hz}$ ) referente ao hidrogênio 2', um duplo duplete em  $\delta_{\text{H}}$  7,53 ( $J=8,61$  e  $2,35\text{Hz}$ ) referente ao hidrogênio 6', um dubleto em  $\delta_{\text{H}}$  6,78 ( $J=8,41\text{Hz}$ ), referente ao hidrogênio 5', um duplete em  $\delta_{\text{H}}$  6,31 ( $J=2,01\text{Hz}$ ) referente ao hidrogênio 8, um duplete em  $\delta_{\text{H}}$  6,12 ( $J=2,06\text{Hz}$ ) referente ao hidrogênio 6. Evidenciando-se um modelo característico de derivados de quercetina.

O espectro de RMN de  $^1\text{H}$ , mostra também a presença de duas unidades de açúcares através dos sinais de hidrogênios anoméricos em  $\delta_{\text{H}}$  5,00 ( $J=7,93\text{Hz}$ ) e em  $\delta_{\text{H}}$  4,42 ( $J=1,21$ ), atribuídos respectivamente aos hidrogênios 1'' e 1'''; além de hidrogênios carbinólicos na região de  $\delta_{\text{H}}$  3,15 – 3,71. Pela constante de acoplamento do duplete absorvendo em  $\delta_{\text{H}}$  5,00 ( $J=7,93\text{Hz}$ ) é possível atribuir a presença de  $\beta$ -D-glicose. Assim como pela constante de acoplamento do duplete absorvendo em  $\delta_{\text{H}}$  4,42 ( $J=1,21$ ) e pela presença de um duplete em  $\delta_{\text{H}}$  1,02 ( $J=6,19$ ) integrando para três hidrogênios, é possível atribuir a presença de  $\alpha$ -L-raminose. (SILVERSTEIN, 2006).

O espectro de RMN de  $^{13}\text{C}$  (figura 18, pg. 146) apresenta um sinal em  $\delta_{\text{C}}$  178,0 típico de carbonila quelada, bem como sinais na região de  $\delta_{\text{C}}$  67,1 – 76,8 e dois sinais em  $\delta_{\text{C}}$  103,28 e 101,02 referentes aos carbonos anoméricos 1'' e 1''' confirmando a existência de duas unidades de açúcares neste flavonóide.

No espectro de HSQC (figura 19, pg. 147) pode-se verificar a correlação dos hidrogênios 6 ( $\delta_{\text{H}}$  6,12) 8 ( $\delta_{\text{H}}$  6,31) 2' ( $\delta_{\text{H}}$  7,57) 5' ( $\delta_{\text{H}}$  6,78) 6' ( $\delta_{\text{H}}$  7,53) 1'' ( $\delta_{\text{H}}$  5,00), 1''' ( $\delta_{\text{H}}$  4,4) e 6''' ( $\delta_{\text{H}}$  1,02) com os carbonos 6 ( $\delta_{\text{C}}$  98,59), 8 ( $\delta_{\text{C}}$  93,59), 2' ( $\delta_{\text{C}}$  116,32), 5' ( $\delta_{\text{C}}$  114,70), 6' ( $\delta_{\text{C}}$  121,76), 1'' ( $\delta_{\text{C}}$  103,28), 1''' ( $\delta_{\text{C}}$  101,02) e 6''' ( $\delta_{\text{C}}$  16,47).

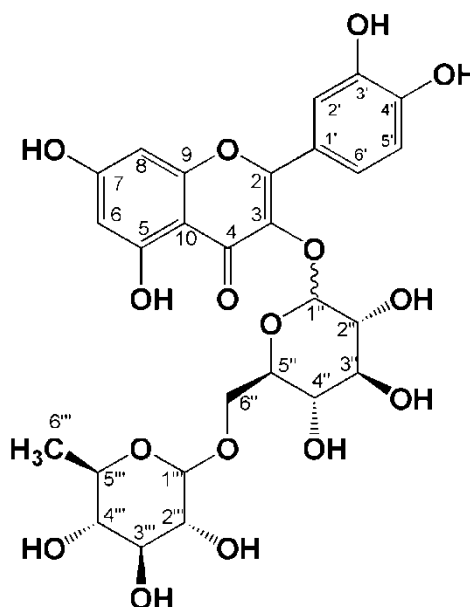
O espectro de HMBC (figura 20, pg. 148) mostra a correlação do hidrogênio 6 ( $\delta_{\text{H}}$  6,12) com os carbonos 5 ( $\delta_{\text{C}}$  161,56), 8 ( $\delta_{\text{C}}$  93,59) e 10 ( $\delta_{\text{C}}$  104,26), a correlação do hidrogênio 8 ( $\delta_{\text{H}}$  6,31) com os carbonos 2 ( $\delta_{\text{C}}$  157,99), 6 ( $\delta_{\text{C}}$  98,59), 7 ( $\delta_{\text{C}}$  164,63) e 10 ( $\delta_{\text{C}}$  104,26), a correlação do hidrogênio 2' ( $\delta_{\text{H}}$  7,57) com os carbonos 2 ( $\delta_{\text{C}}$  157,99), 1' ( $\delta_{\text{C}}$  122,18) e 4' ( $\delta_{\text{C}}$  148,42), a correlação do hidrogênio 5' ( $\delta_{\text{H}}$  6,78) com os carbonos 1' ( $\delta_{\text{C}}$  122,18), 3' ( $\delta_{\text{C}}$  144,45) e 4' ( $\delta_{\text{C}}$  148,42), a correlação do hidrogênio 6' ( $\delta_{\text{H}}$  7,53) com os carbonos 2 ( $\delta_{\text{C}}$  ), 4' ( $\delta_{\text{C}}$  148,42) e 5' ( $\delta_{\text{C}}$  114,70), a

correlação do hidrogênio anomérico 1'' ( $\delta_H$  5,01) da unidade de glicose com o carbono 3 ( $\delta_C$  134,22) do flavonoide, a correlação do hidrogênio anomérico 1''' ( $\delta_H$  4,42) da unidade de raminose com o carbono 6'' ( $\delta_C$  67,18) da unidade de glicose e a correlação do hidrogênio 6''' ( $\delta_H$  1,02) com os carbonos 4''' ( $\delta_C$  72,55) e 5''' ( $\delta_C$  68,35), pertencendo tanto o hidrogênio como os carbonos citados a unidade de raminose.

O estudo dos espectros de RMN de  $^1H$ ,  $^{13}C$ , HSQC e HMBC, e a comparação com os dados de RMN de  $^{13}C$  reportados na literatura (MOURA, VILEGA E SANTOS, 2011) foram concordantes para o flavonoide rutina identificando assim que a fração EF1 trata-se do quercetina-3-rutinosídeo (figura 16).

A seguir são apresentados os espectros de RMN de  $^1H$ ,  $^{13}C$ , HSQC e HMBC da fração E1F, os dados de aquisição dos referidos espectros encontram-se nos apêndices deste trabalho (Apêndices A, pg. 174; B, pg. 175; C, pg. 176; D, pg. 177) e os principais valores de deslocamento encontram-se sintetizados na tabela 8 (pg. 144).

**Figura 16** – Estrutura química do flavonoide rutina.



**Tabela 8** – Dados de RMN de  $^1H$  (MeOD, 500MHz) e  $^{13}C$  (MeOD, 125MHz) da fração E1F comparados a valores da literatura  $^1H$  (DMSO- $d_6$ , 500MHz) e  $^{13}C$  (DMSO- $d_6$ , 125MHz).

Posição	$\delta_H$ (ppm), J(Hz)		$\delta_C$ (ppm)	
	E1F	Literatura	E1F	Literatura
2			157,988	156,5

3			<b>134,219</b>	133,2
4			<b>178,050</b>	177,3
5			<b>161,565</b>	161,2
6	<b>6,1219 (d, J = 2,1)</b>	6,20 (d, J = 2,1)	<b>98,593</b>	98,7
7			<b>164,632</b>	164,5
8	<b>6,3134 (d, J = 1,8)</b>	6,40 (d, J = 2,1)	<b>93,593</b>	93,6
9			<b>157,127</b>	156,4
10			<b>104,260</b>	103,7
1'			<b>122,180</b>	121,5
2'	<b>7,5716 (d, J = 2,15)</b>	(7,53 (d, J = 2,0)	<b>116,317</b>	116,2
3'			<b>144,452</b>	115,2
4'			<b>148,417</b>	148,5
5'	<b>6,7852 (d, J = 8,4)</b>	6,83 (d, J = 9,0)	<b>114,705</b>	115,2
6'	<b>7,533 (dd, J = 8,4 e 2,3)</b>	7,75 (dd, J = 7,8 e 2,4)	<b>121,759</b>	121,0
1''	<b>5,0087 (d, J = 7,7)</b>	5,44 (d, J = 7,2)	<b>103,282</b>	101,2
2''			<b>75,831</b>	75,8
3''			<b>74,328</b>	74,0
4''			<b>70,032</b>	69,9
5''			<b>76,796</b>	76,4
6''			<b>67,179</b>	66,9
1'''	<b>4,4236 (d, J = 1,2)</b>	4,38 (d, J = 1,0)	<b>101,021</b>	100,7
2'''			<b>70,875</b>	70,5
3'''			<b>70,713</b>	70,3
4'''			<b>72,551</b>	71,8
5'''			<b>68,347</b>	68,2
6'''	<b>1,0246 (d, J = 6,0)</b>	0,99 (d, J = 6,0)	<b>16,474</b>	17,6

“ $\delta_H$ ” – Deslocamento químico de hidrogênio; “ $\delta_C$ ” – Deslocamento químico de carbono; “**J**” – Constante de acoplamento; “d” – Duplete; “dd” Duplo duplete; “Hz” Hertz; “Literatura” – Moura, Vilega e Santos (2011); “ppm” – Parte por milhão.

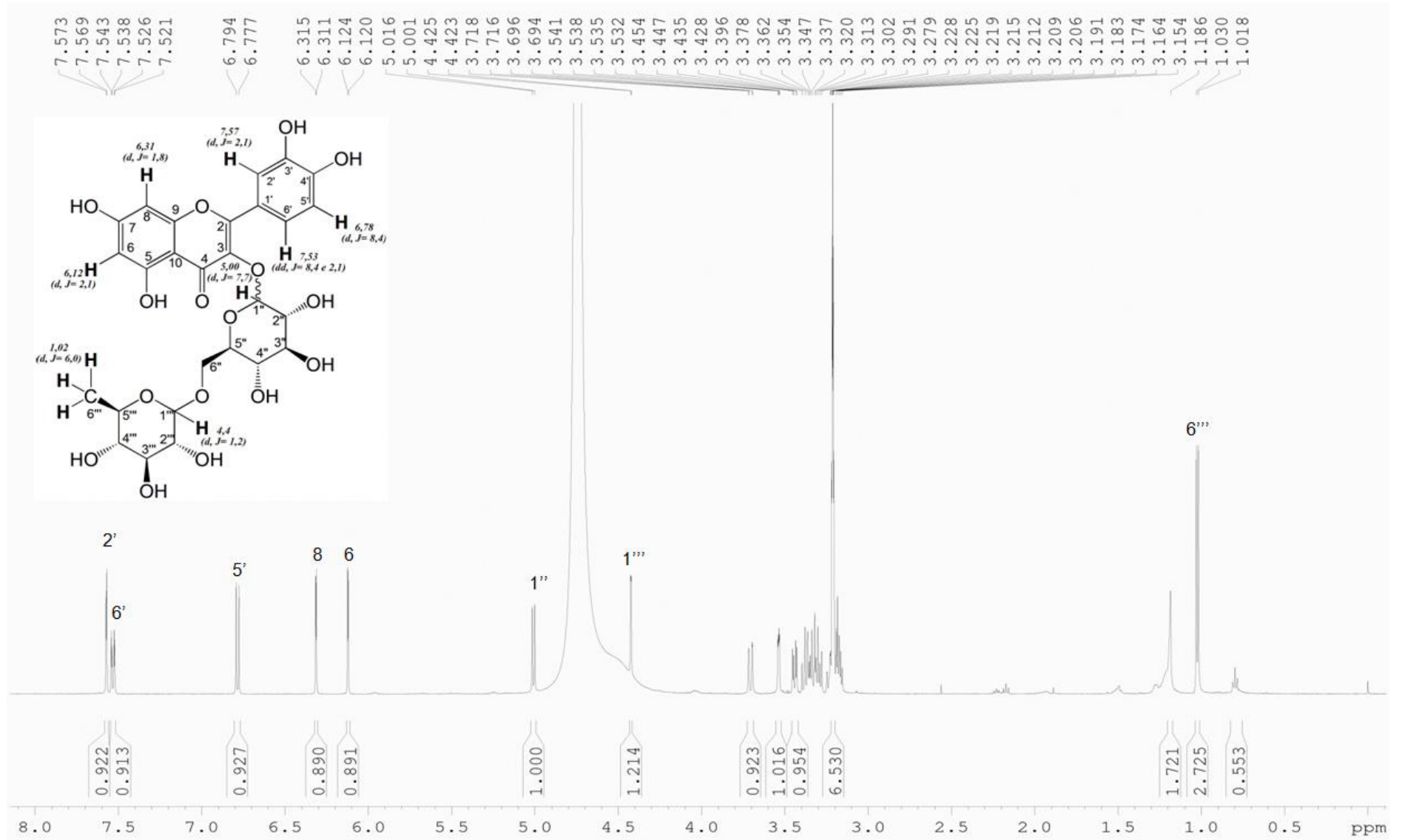
Figura 17 – Espectro de RMN de  $^1\text{H}$  (MeOD, 500MHz) da fração E1F.

Figura 18 – Espectro de RMN de  $^{13}\text{C}$  (MeOD, 125MHz) da fração E1F.

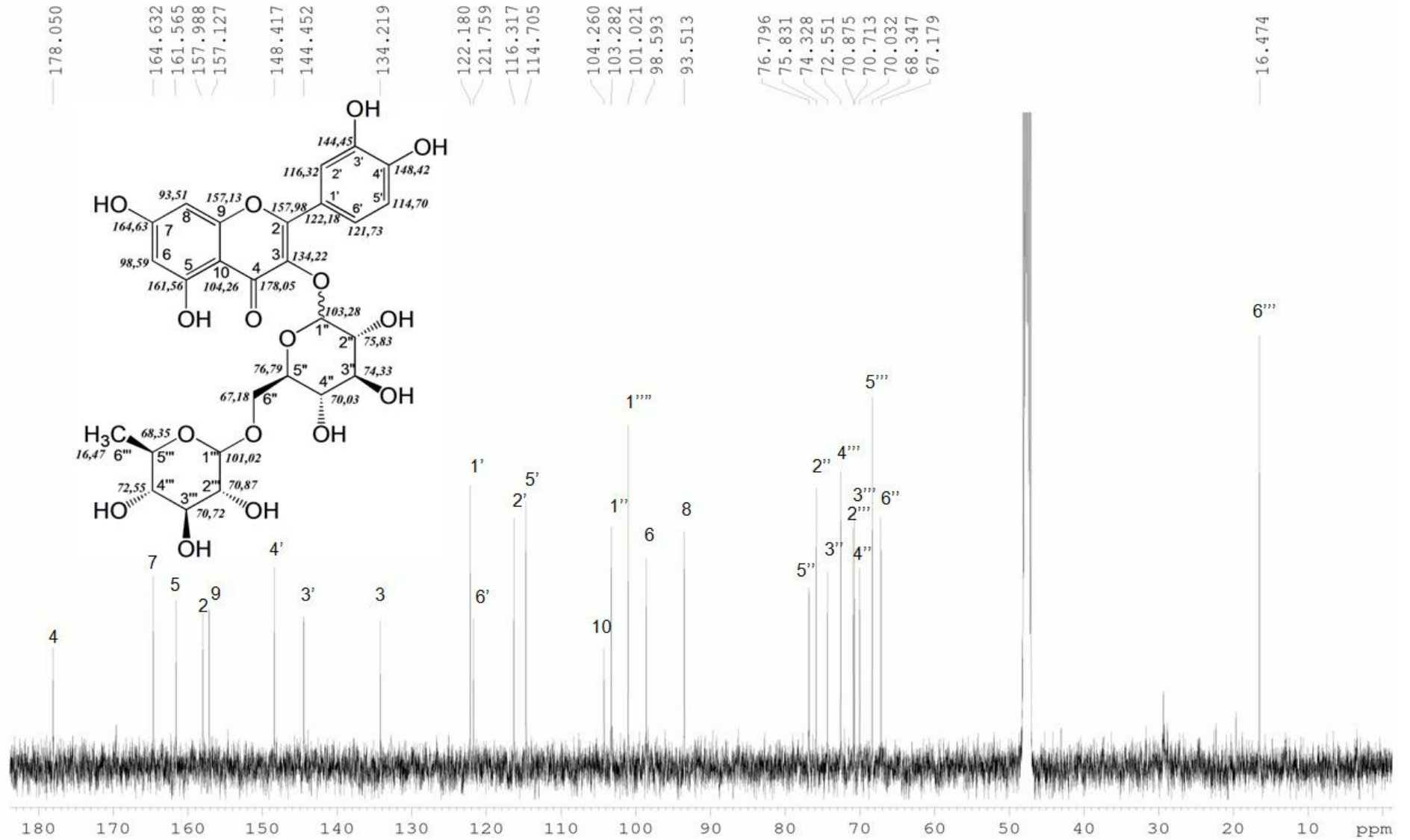


Figura 19 – Mapa de Contorno de HSQC da fração E1F (MeOD,  $^1\text{H}$  500MHz;  $^{13}\text{C}$  125MHz).

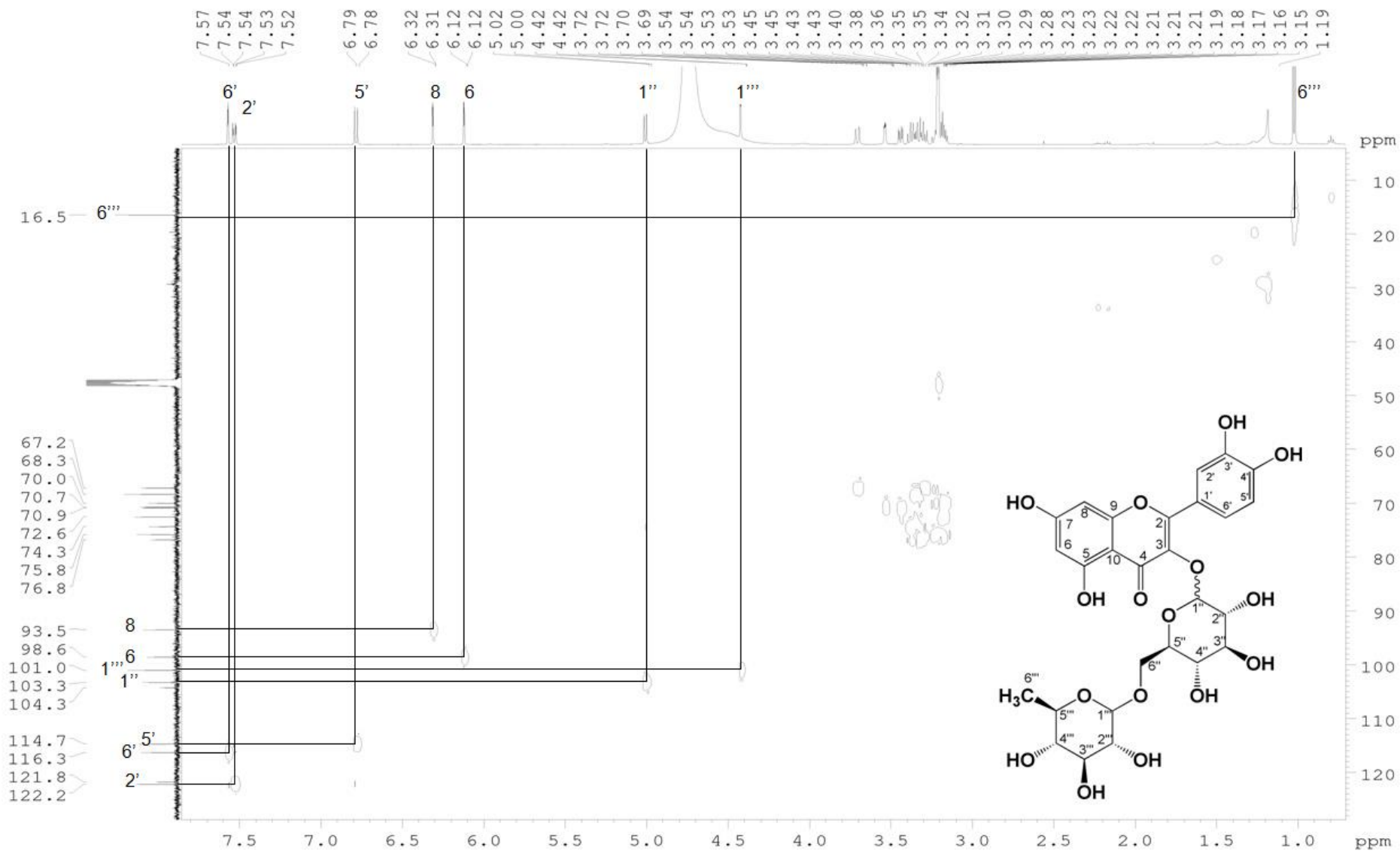
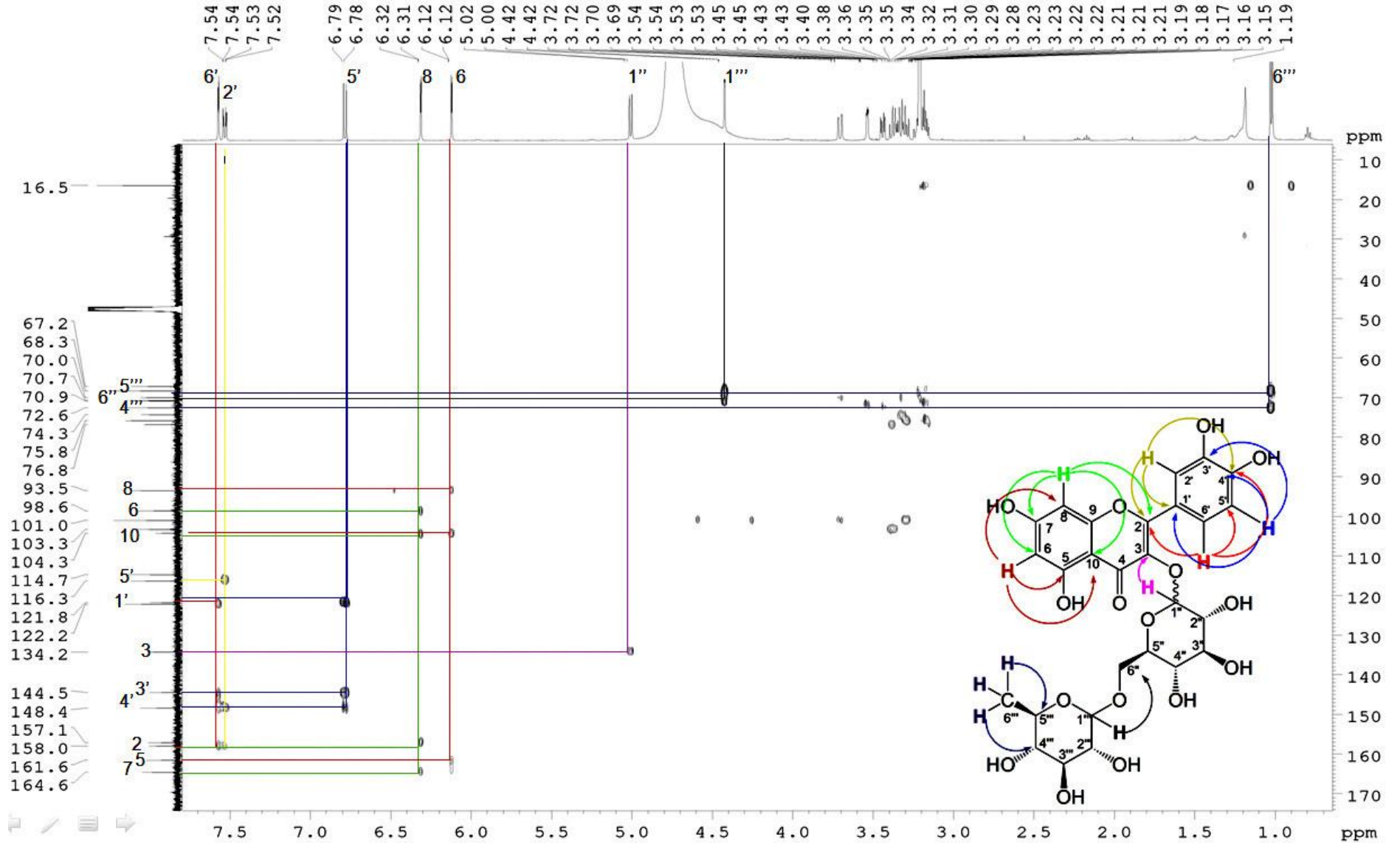


Figura 20 – Mapa de Contorno de HMBC da fração E1F (MeOD,  $^1\text{H}$  500MHz;  $^{13}\text{C}$  125MHz).



## 6.2.2 Identificação de F1

A fração F1, apresenta estado físico sólido, de estrutura amorfa, com coloração amarela e massa de 5,6mg.

No espectro de RMN de  $^1\text{H}$  (figura 22, pg.152) observam-se na região de hidrogênios aromáticos, um dubleto em  $\delta$  6,43 ( $J=6,25\text{Hz}$ ) referente ao hidrogênio 6, um dubleto em  $\delta$  6,25 ( $J=6,25\text{Hz}$ ) referente ao hidrogênio 8, um dubleto em  $\delta$  8,08 ( $J=8,64\text{Hz}$ ) referente ao hidrogênio 2', um dubleto em  $\delta$  6,90 ( $J=8,09\text{Hz}$ ) referente ao hidrogênio 3', um dubleto em  $\delta$  6,93 ( $J=7,35\text{Hz}$ ) referente ao hidrogênio 5' e um dubleto em  $\delta$  8,10( $J=9,00\text{Hz}$ ) referente ao hidrogênio 6'. Mostrando-se um modelo característico de derivados de kaempferol.

O espectro de RMN de  $^1\text{H}$ , mostra também a presença de duas unidades de açúcares através dos sinais de hidrogênios anoméricos  $\delta$  5,14 ( $J= 7,16 \text{ Hz}$ ) e  $\delta$  4,53 ( $J= 1,01$ ) atribuídos respectivamente aos hidrogênios 1'' e 1''' de hidrogênios carbinólicos na região de  $\delta$  3,06 – 3,60. O valor da constante de acoplamento do hidrogênio 1'' em torno de 7,16 Hz sugere que o açúcar está ligado ao flavonoide pela face  $\beta$ , sendo é possível atribuir a presença de  $\beta$ -D-glicose. Bem como pela constante de acoplamento do dupleto em  $\delta_{\text{H}}$  4,53 ( $J=1,01$ ) e pela presença de um dupleto em  $\delta_{\text{H}}$  1,14 ( $J=6,17$ ) integrando para três hidrogênios, é possível atribuir a presença de  $\alpha$ -L-raminose. (SILVERSTEIN, 2006).

Dado a exiguidade de massa do composto não foi possível obter um espectro de RMN  $^{13}\text{C}$  satisfatório, contudo no espectro de HSQC (figura 23, pg. 153) pode-se verificar a correlação dos hidrogênios 6 ( $\delta_{\text{H}}$  6,43), 8 ( $\delta_{\text{H}}$  6,25), 2' ( $\delta_{\text{H}}$  8,08), 3' ( $\delta_{\text{H}}$  6,90), 5' ( $\delta_{\text{H}}$  6,93), 6' ( $\delta_{\text{H}}$  8,10), 1'' ( $\delta_{\text{H}}$  5,14), 1'''  $\delta_{\text{H}}$  4,53) e 6'''( $\delta_{\text{H}}$  1,14) com os carbonos 6 ( $\delta_{\text{C}}$  93,5), 8 ( $\delta_{\text{C}}$  99,0), 2' ( $\delta_{\text{C}}$  131,1), 3' ( $\delta_{\text{C}}$  115,1), 5' ( $\delta_{\text{C}}$  115,1), 6' ( $\delta_{\text{C}}$  129,7), 1'' ( $\delta_{\text{C}}$  103,0), 1''' ( $\delta_{\text{C}}$  101,0) e 6''' ( $\delta_{\text{C}}$  16,7).

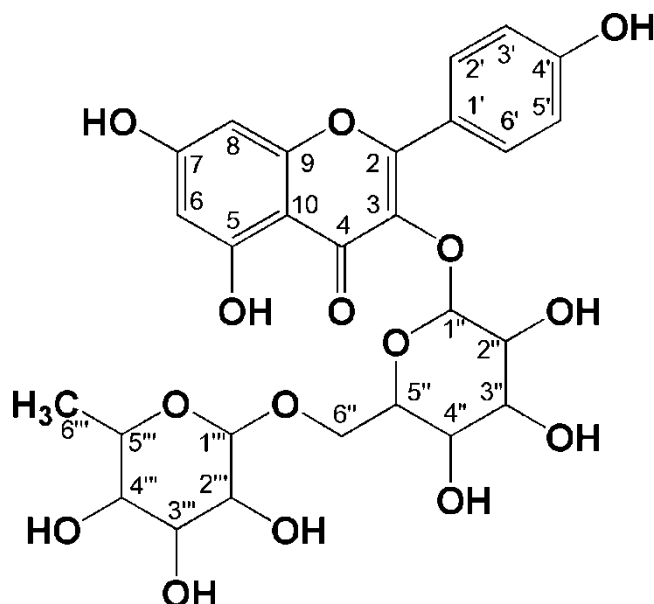
Para as correlações no espectro de HMBC (figura 24, pg. 154) os valores dos hidrogênios foram correlacionados com os de carbono reportados na literatura, assim pode se observar a correlação do hidrogênio 2' ( $\delta_{\text{H}}$  7,57) com o carbono 2' ( $\delta_{\text{C}}$  131,1) e uma correlação com o carbono com valor de deslocamento de 158,5 ppm, podendo ser este valor atribuído aos carbonos 9 ( $\delta_{\text{C}}$  156,82) ou 4' ( $\delta_{\text{C}}$  160,92). Foi constatada a correlação do hidrogênio 3' ( $\delta_{\text{H}}$  6,90) com o carbono com valor de deslocamento de 121,0 ppm sendo este valor atribuído ao carbono 1' ( $\delta_{\text{C}}$  121,39). A

correlação do hidrogênio anomérico 1''' ( $\delta_H$  4,53) da -unidade de raminose com o carbono com valor de deslocamento de 69,7 ppm, podendo este valor ser atribuído ao carbono 4'' ( $\delta_C$  69,23) da glicose ou ao carbono 2''' ( $\delta_C$  69,23) da raminose. Observou-se também a correlação do hidrogênio 6''' ( $\delta_H$  1,02) da unidade de raminose com os carbonos com valores de deslocamento de 67,9 e 72,6 ppm; podendo o valor de 67,9 ser atribuído ao carbono 6'' ( $\delta_C$  67,08) da unidade de glicose ou ao carbono 5''' ( $\delta_C$  67,88) da unidade de raminose, já o valor de 72,6 pode ser atribuído ao carbono 3''' ( $\delta_C$  72,23) ou ao carbono 4''' ( $\delta_C$  73,46), ambos carbonos da unidade de raminose.

O estudo dos espectros de RMN de  $^1H$  HSQC e HMBC, e a comparação com os dados de RMN de  $^{13}C$  reportados na literatura (AKKOL *et al.*, 2015) foram concordantes para o flavonóide kaempferol-3-rutinosídeo (figura 21) identificando assim que a fração F1 trata-se do kaempferol-3-rutinosídeo

A seguir são apresentados espectros de RMN de  $^1H$ , HSQC e HMBC da fração F1, os dados de aquisição dos referidos espectros encontram-se nos apêndices deste trabalho (Apêndices E, pg. 178; F, pg. 179; G, pg. 180) e os principais valores de deslocamento encontram-se sintetizados na tabela 9 (pg. 151).

**Figura 21** – Estrutura química do flavonoide kaempferol-3-rutinosídeo



**Tabela 9** – Dados de RMN de  $^1\text{H}$  (MeOD, 500MHz) e  $^{13}\text{C}$  (MeOD, 125MHz) da fração F1 comparados a valores da literatura  $^1\text{H}$  (DMSO- $d_6$ , 400MHz) e  $^{13}\text{C}$  (DMSO- $d_6$ , 100MHz).

Posição	$\delta_{\text{H}}$ (ppm), J(Hz)		$\delta_{\text{C}}$ (ppm)	
	F1	Literatura	F1	Literatura
2				155,98
3				134,58
4				177,23
5				162,04
6	<b>6,43 (d, J = 6,25)</b>	6,22 (d, J = 2,1)	<b>93,5</b>	98,88
7				163,31
8	<b>6,25 (d, J = 6,25)</b>	6,33 (d, J = 2,1)	<b>99,0</b>	93,98
9				156,82
10				104,79
1'				121,39
2'	<b>8,08 (d, J = 8,64)</b>	8,19 (d, J = 8,7)	<b>131,1</b>	130,76
3'	<b>6,90 (d, J = 8,09)</b>	6,92 (d, J = 8,7)	<b>115,1</b>	113,40
4'				160,92
5'	<b>6,93 (d, J = 7,35)</b>	6,92 (d, J = 8,7)	<b>115,1</b>	114,87
6'	<b>8,10 (d, J = 9,00)</b>	8,19 (d, J = 8,7)	<b>129,7</b>	131,03
1''	<b>5,14 (d, J = 7,16)</b>	5,02 (d, J = 7,8)	<b>103,0</b>	102,11
2''				74,83
3''				75,48
4''		3,15 – 3,90 (m)		69,23
5''				77,65
6''				67,08
1'''	<b>4,53 (d, J = 1,01)</b>	4,45 (d, J = 1,8)	<b>101,0</b>	100,10
2'''				70,89
3'''				72,23
4'''		3,15 – 3,90 (m)		73,46
5'''				67,88
6'''	<b>1,14 (d, J = 6,17)</b>	1,09 (d, J = 6,1)	<b>16,7</b>	18,12

“ $\delta_{\text{H}}$ ” – Deslocamento químico de hidrogênio; “ $\delta_{\text{C}}$ ” – Deslocamento químico de carbono; “J” – Constante de acoplamento; “d” – Duplete; “dd” Duplo duplete; “Hz” – Hertz; “m” – Multiplete; “Literatura” – Akkol e colaboradores, (2015) “ppm” – Parte por milhão.

Figura 22 – Espectro de RMN de <sup>1</sup>H (MeOD, 500MHz) da fração F1.

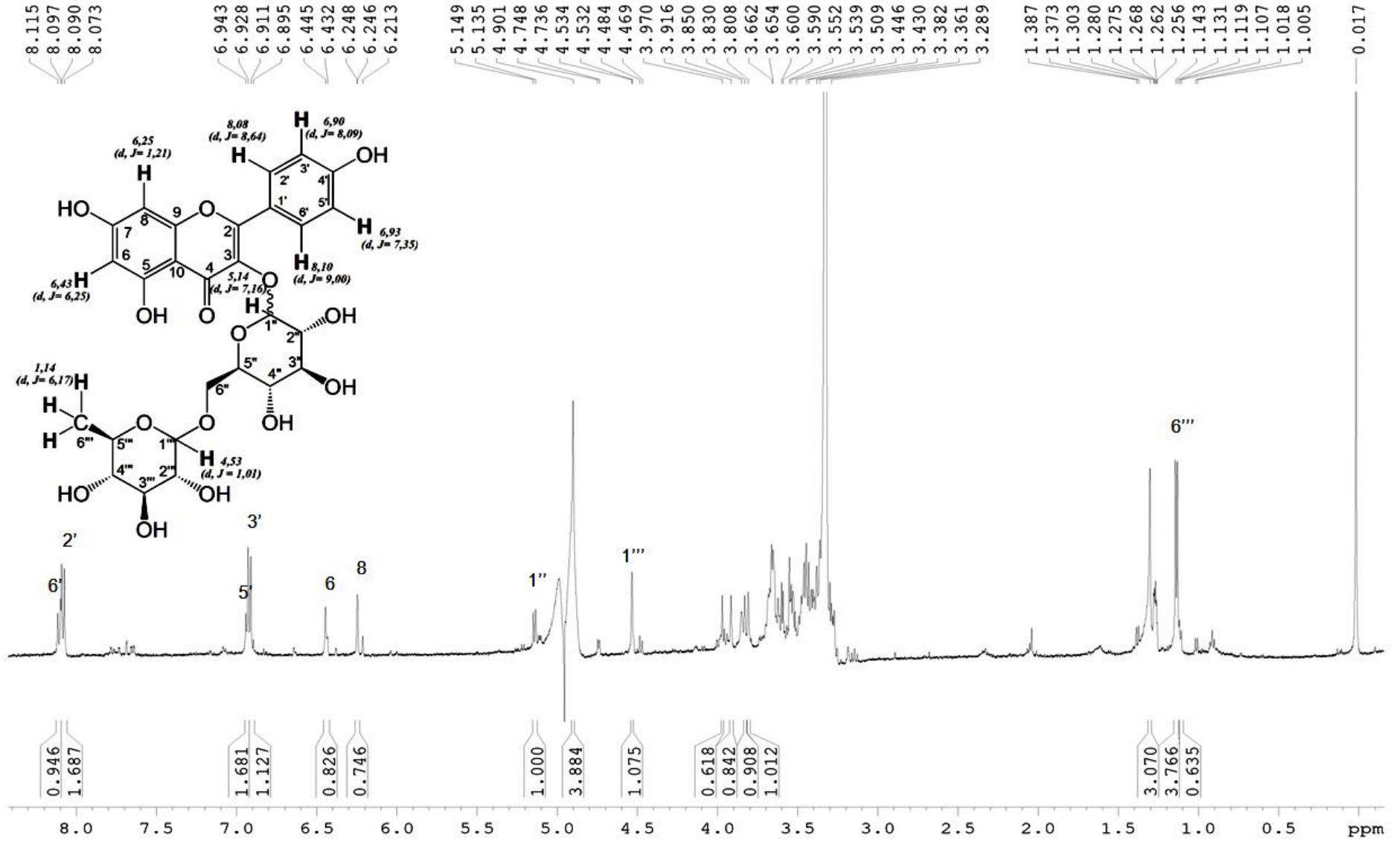


Figura 23 – Mapa de Contorno de HSQC (MeOD,  $^1\text{H}$  500MHz;  $^{13}\text{C}$  125MHz) da fração F1.

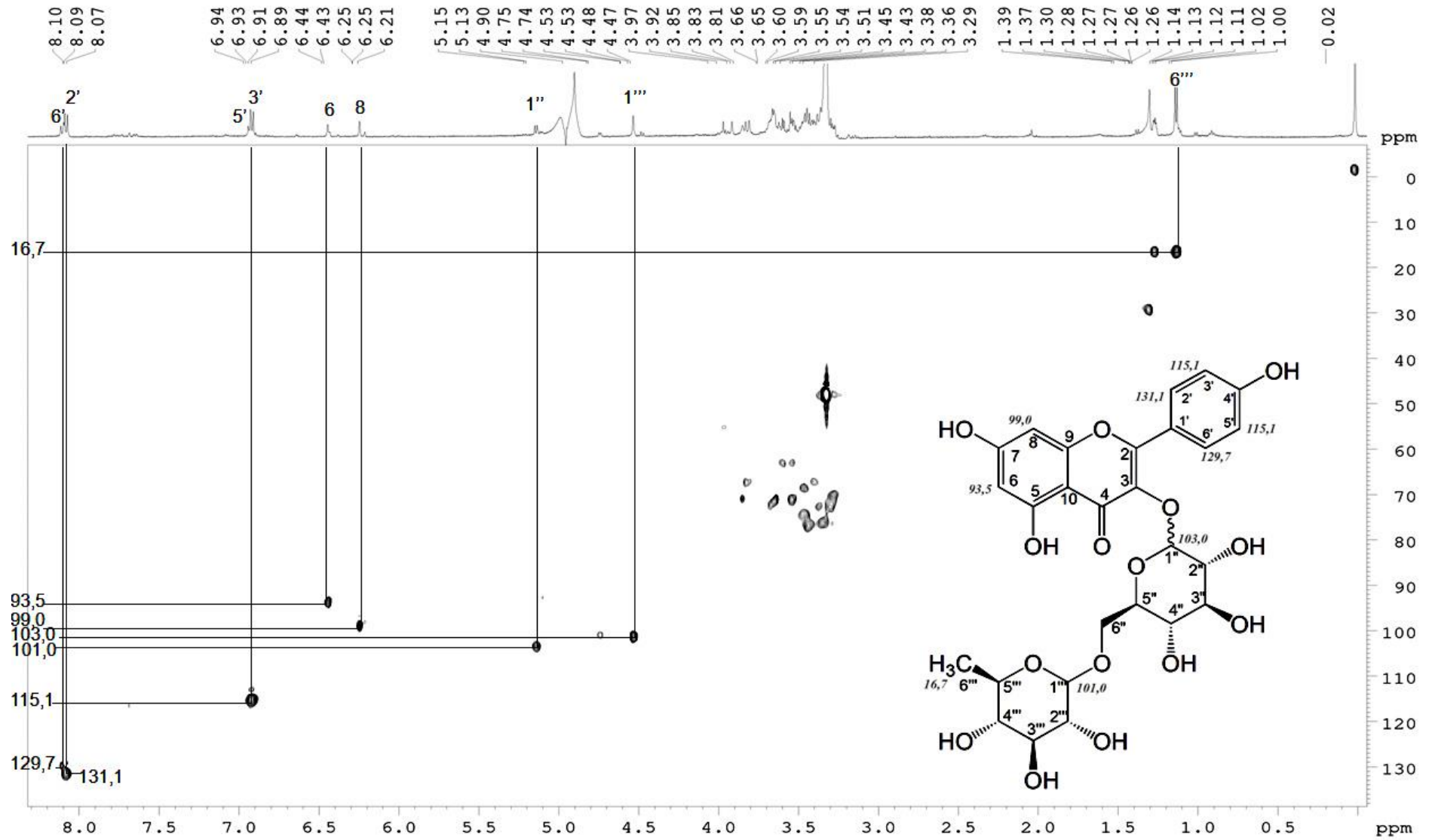
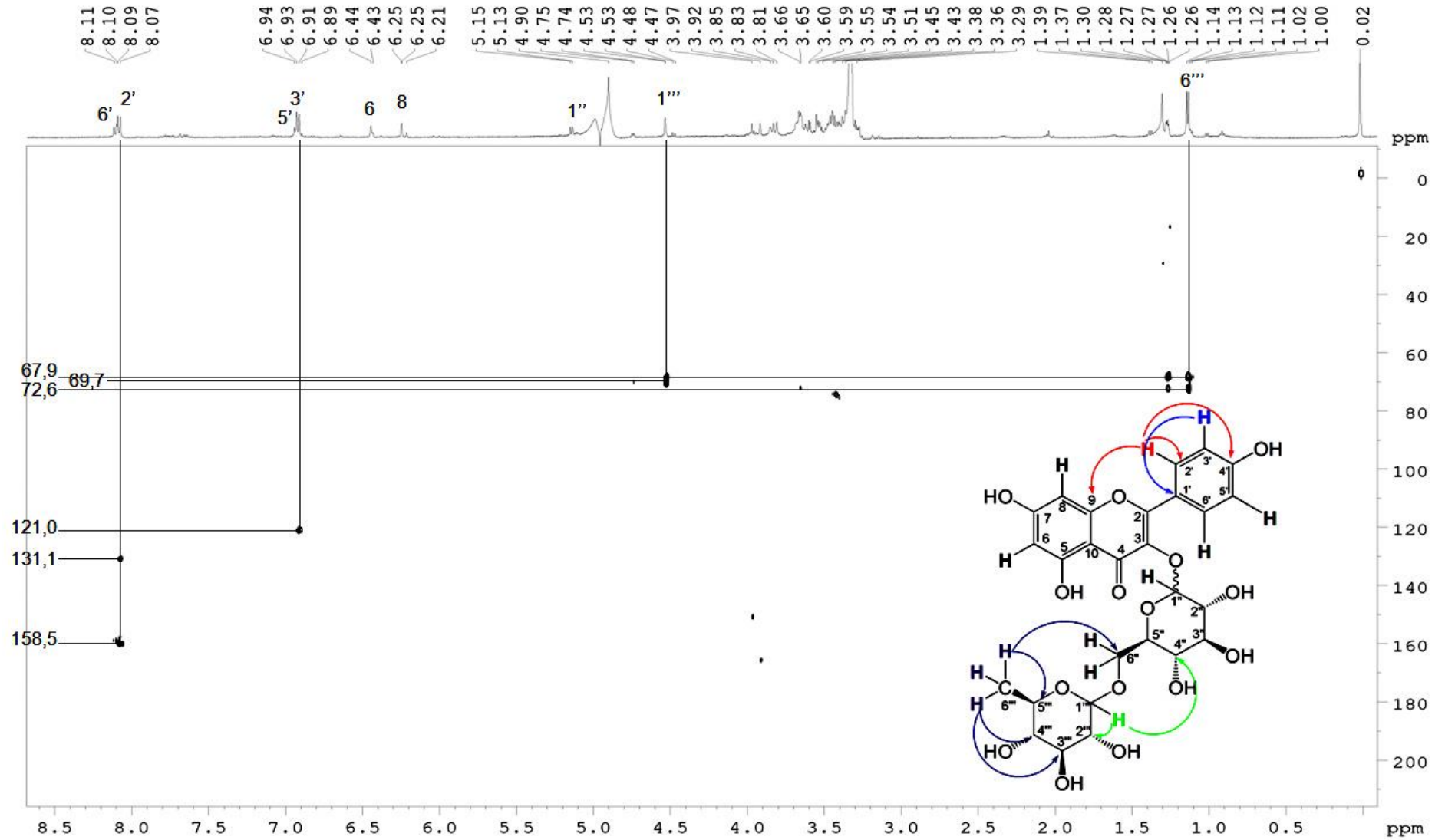


Figura 24 – Mapa de Contorno de HMBC (MeOD,  $^1\text{H}$  500MHz;  $^{13}\text{C}$  125MHz).da fração F1.

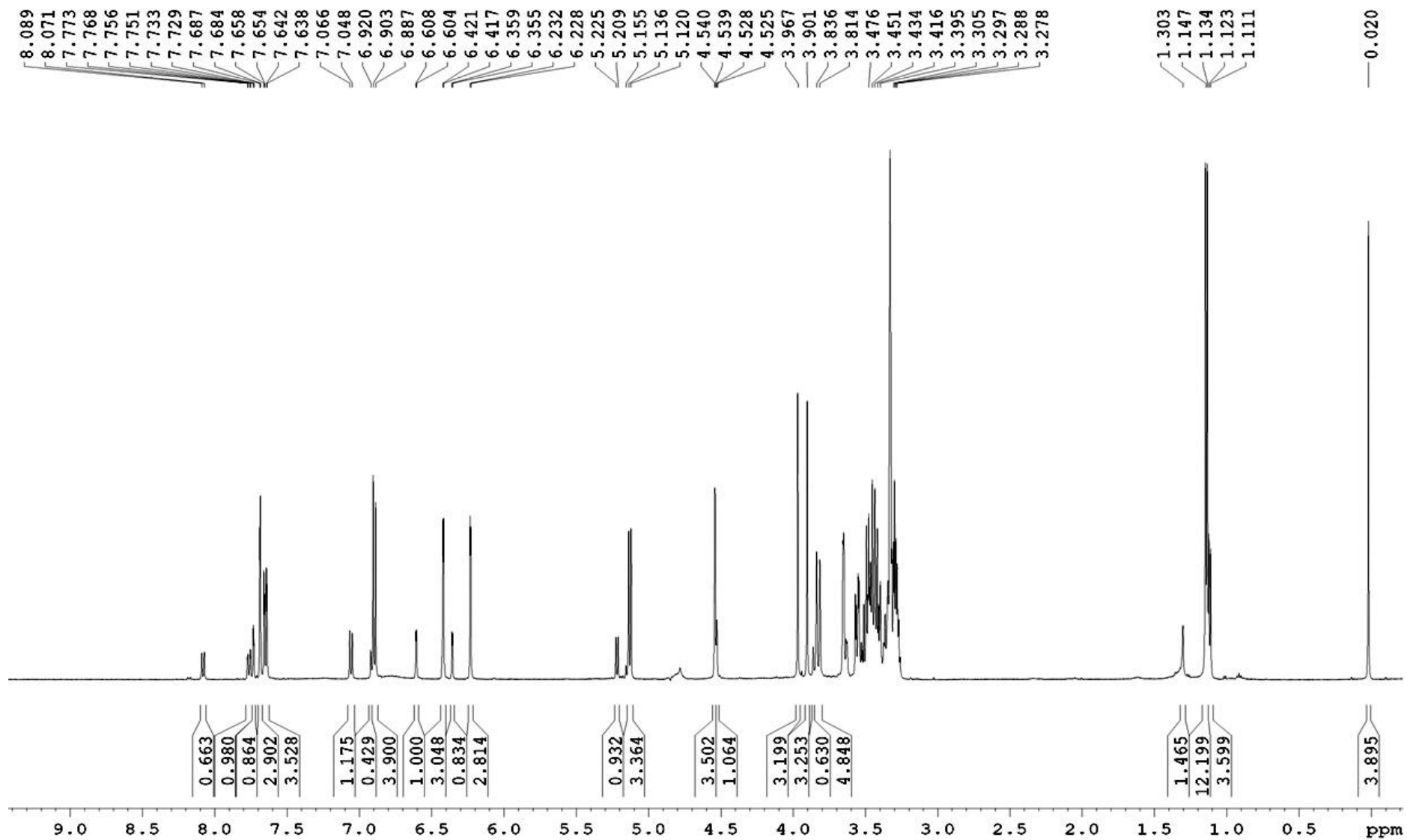


### 6.2.3 Identificação de AM

A fração AM, apresenta estado físico sólido, de estrutura amorfa, com coloração amarela e massa de 207,3mg.

No espectro de RMN de  $^1\text{H}$  (figura 25, pg.156) verifica-se pela integral da intensidade dos picos a presença de mais de uma substância, o que é coerente, pois a fração AM, trata-se da água-mãe, onde foi concentrada todas as partes que não foram coletadas na CLAE-RF, sendo que neste trabalho foi possível propor duas estruturas para as substâncias contidas nesta fração. O composto minoritário foi denominado AM1 e o composto majoritário AM2. Pela análise do espectro de RMN de  $^1\text{H}$  é possível deduzir também a presença de rutina nessa fração.

Figura 25 – Espectro de RMN de  $^1\text{H}$  (MeOD, 500MHz) da fração AM.



### 6.2.3.1 Identificação de AM1

No espectro de RMN de  $^1\text{H}$ , (figura 27, pg. 160 e figura 28, pg. 161) observam-se na região de hidrogênios aromáticos, um dubleto em  $\delta$  6,35 ( $J=2,13\text{Hz}$ ) referente ao hidrogênio 6, um dubleto em  $\delta$  6,60 ( $J=1,86\text{Hz}$ ) referente ao hidrogênio 8, um dubleto em  $\delta$  7,05 ( $J=8,73\text{Hz}$ ) referente ao hidrogênio 3', um dubleto em  $\delta$  8,08 ( $J=9,07\text{Hz}$ ) referente ao hidrogênio 6' e um dubleto em  $\delta$  6,60 ( $J=1,86\text{Hz}$ ). Mostrando-se um modelo característico de derivados de quercetina.

O espectro de RMN de  $^1\text{H}$ , mostra também a presença de duas unidades de açúcares através dos sinais de hidrogênios anoméricos em  $\delta_{\text{H}}$  5,22 ( $J=7,88\text{ Hz}$ ) e em  $\delta_{\text{H}}$  4,53 ( $J=1,41$ ), atribuídos aos hidrogênios 1'' e 1''', respectivamente; além de hidrogênios carbinólicos na região de  $\delta_{\text{H}}$  3,15 – 3,71. Pela constante de acoplamento do dupleto absorvendo em  $\delta_{\text{H}}$  5,22 ( $J=7,88\text{ Hz}$ ) é possível atribuir a presença de  $\beta$ -D-glicose. Assim como pela constante de acoplamento do dupleto absorvendo em  $\delta_{\text{H}}$  4,53 ( $J=1,41$ ) e pela presença de um dupleto em  $\delta_{\text{H}}$  1,12 ( $J=5,96$ ) integrando para três hidrogênios, é possível atribuir a presença de  $\alpha$ -L-raminose. (SILVERSTEIN, 2006).

O espectro de RMN de  $^{13}\text{C}$  (figura 29, pg. 162) apresenta um sinal em  $\delta_{\text{C}}$  179,607 típico de carbonila quelada, os sinais na região de  $\delta_{\text{C}}$  68,61 – 78,22 e dois sinais em  $\delta_{\text{C}}$  102,476 e 100,008 referentes aos carbonos anoméricos 1'' e 1''', confirmam a existência de duas unidades de açúcar neste flavonoide.

No espectro de HSQC (figura 30, pg. 163) pode-se verificar a correlação dos hidrogênios 6 ( $\delta_{\text{H}}$  6,35), 8 ( $\delta_{\text{H}}$  6,60), 3' ( $\delta_{\text{H}}$  7,05), 6' ( $\delta_{\text{H}}$  8,08), 1'' ( $\delta_{\text{H}}$  5,22), 6'' ( $\delta_{\text{H}}$  3,83), 1''' ( $\delta_{\text{H}}$  4,53) e 6''' ( $\delta_{\text{H}}$  1,12) com os carbonos 6 ( $\delta_{\text{C}}$  99,23), 8 ( $\delta_{\text{C}}$  93,35), 3' ( $\delta_{\text{C}}$  117,52), 6' ( $\delta_{\text{C}}$  132,43), 1'' ( $\delta_{\text{C}}$  102,48), 6'' ( $\delta_{\text{C}}$  68,61), 1''' ( $\delta_{\text{C}}$  100,01) e 6''' ( $\delta_{\text{C}}$  17,92).

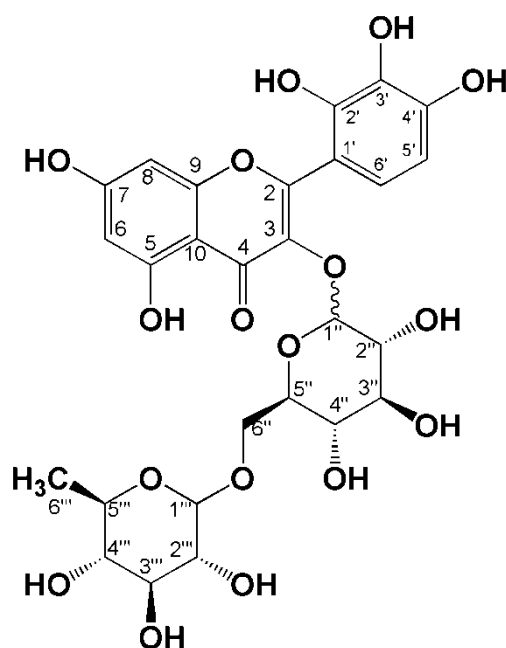
O espectro de HMBC (figura 31, pg. 164) mostra a correlação do hidrogênio 6 ( $\delta_{\text{H}}$  6,35) com os carbonos 5 ( $\delta_{\text{C}}$  163,04), 8 ( $\delta_{\text{C}}$  93,35) e 10 ( $\delta_{\text{C}}$  105,70), a correlação do hidrogênio 8 ( $\delta_{\text{H}}$  6,60) com os carbonos 2 ( $\delta_{\text{C}}$  159,40), 6 ( $\delta_{\text{C}}$  99,23), 7 ( $\delta_{\text{C}}$  167,47) e 10 ( $\delta_{\text{C}}$  105,70), a correlação do hidrogênio 2' ( $\delta_{\text{H}}$  124,27) com os carbonos 2 ( $\delta_{\text{C}}$  159,40), 1' ( $\delta_{\text{C}}$  123,62) e 4' ( $\delta_{\text{C}}$  151,83), a correlação do hidrogênio 3' ( $\delta_{\text{H}}$  7,05) com os carbonos 1' ( $\delta_{\text{C}}$  123,62), 3' ( $\delta_{\text{C}}$  135,961) e 4' ( $\delta_{\text{C}}$  151,83), a correlação do hidrogênio 6' ( $\delta_{\text{H}}$  8,08) com os carbonos 2 ( $\delta_{\text{C}}$  159,40), 4' ( $\delta_{\text{C}}$  151,83) e 5' ( $\delta_{\text{C}}$  117,52), a correlação do hidrogênio anomérico 1'' ( $\delta_{\text{H}}$  5,22) da unidade de glicose com o carbono 3 ( $\delta_{\text{C}}$  136,05) do flavonoide, a correlação do hidrogênio anomérico 1''' ( $\delta_{\text{H}}$  4,53) da unidade de raminose com o carbono 6'' ( $\delta_{\text{C}}$  68,61) da unidade de glicose e a correlação do

hidrogênio 6''' ( $\delta_H$  1,12) com os carbonos 4''' ( $\delta_C$  73,40) e 5''' ( $\delta_C$  69,77), pertencendo tanto o hidrogênio como os carbonos citados a unidade de raminose.

O estudo dos espectros de RMN de  $^1H$ ,  $^{13}C$ , HSQC e HMBC, foram concordante para a estrutura apontada na figura 26. Em revisão a literatura não foram encontrados relatos de flavonoides com essa descrição, sendo a primeira vez em que o mesmo é relatado

A seguir são apresentados os espectros de RMN de  $^1H$ ,  $^{13}C$ , HSQC e HMBC da fração AM com destaque para o composto AM1, os dados de aquisição dos referidos espectros encontram-se nos apêndices deste trabalho (Apêndices H, pg. 181; I, pg. 182; J, pg. 183; K, pg. 184) e os principais valores de deslocamento encontram-se sintetizados na tabela 10 (pg. 159).

**Figura 26** – Estrutura química do flavonoide inédito



**Tabela 10** – Dados de RMN de  $^1H$  (MeOD, 500MHz) e  $^{13}C$  (MeOD, 125MHz) da fração AM com valores atribuídos ao composto AM1 comparados a valores da literatura  $^1H$  (DMSO- $d_6$ , 500MHz) e  $^{13}C$  (DMSO- $d_6$ , 125MHz).

Posição	$\delta_H$ (ppm), J(Hz)		$\delta_C$ (ppm)	
	AM1	Literatura	AM1	Literatura
2			<b>159,397</b>	156,5
3			<b>136,054</b>	133,2
4			<b>179,607</b>	177,3
5			<b>163,038</b>	161,2
6	<b>6,35 (d, J = 2,13)</b>	6,20 (d, J = 2,1)	<b>99,231</b>	98,7
7			<b>167,474</b>	164,5
8	<b>6,60 (d, J = 1,86)</b>	6,40 (d, J = 2,1)	<b>93,346</b>	93,6
9			<b>158,491</b>	156,4
10			<b>105,704</b>	103,7
1'			<b>123,619</b>	121,5
2'		(7,53 (d, J = 2,0))	<b>124,274</b>	116,2
3'			<b>135,691</b>	115,2
4'			<b>151,829</b>	148,5
5'	<b>7,05 (d, J = 8,73)</b>	6,83 (d, J = 9,0)	<b>117,517</b>	115,2
6'	<b>8,08 (d, J = 9,07)</b>	7,75 (dd, J = 7,8 e 2,4)	<b>132,429</b>	121,0
1''	<b>5,22 (d, J = 7,88)</b>	5,44 (d, J = 7,2)	<b>102,476</b>	101,2
2''			<b>77,295</b>	75,8
3''			<b>75,785</b>	74,0
4''			<b>71,539</b>	69,9
5''			<b>78,210</b>	76,4
6''	<b>3,83 (d, J = 11,06)</b>		<b>68,614</b>	66,9
1'''	<b>4,53 (d, J = 1,41)</b>	4,38 (d, J = 1,0)	<b>100,008</b>	100,7
2'''			<b>72,307</b>	70,5
3'''			<b>72,160</b>	70,3
4'''			<b>73,999</b>	71,8
5'''			<b>69,770</b>	68,2
6'''	<b>1,12 (d, J = 5,96)</b>	0,99 (d, J = 6,0)	<b>17,924</b>	17,6

“ $\delta_H$ ” – Deslocamento químico de hidrogênio; “ $\delta_C$ ” – Deslocamento químico de carbono; “J” – Constante de acoplamento; “d” – Duplete; “dd” Duplo duplete; “Hz” – Hertz; “Literatura” – Moura, Vilega e Santos (2011); “ppm” – Parte por milhão

Figura 27 – Espectro de RMN de <sup>1</sup>H (MeOD, 500MHz) da fração AM, com expansões dos picos referentes a AM1

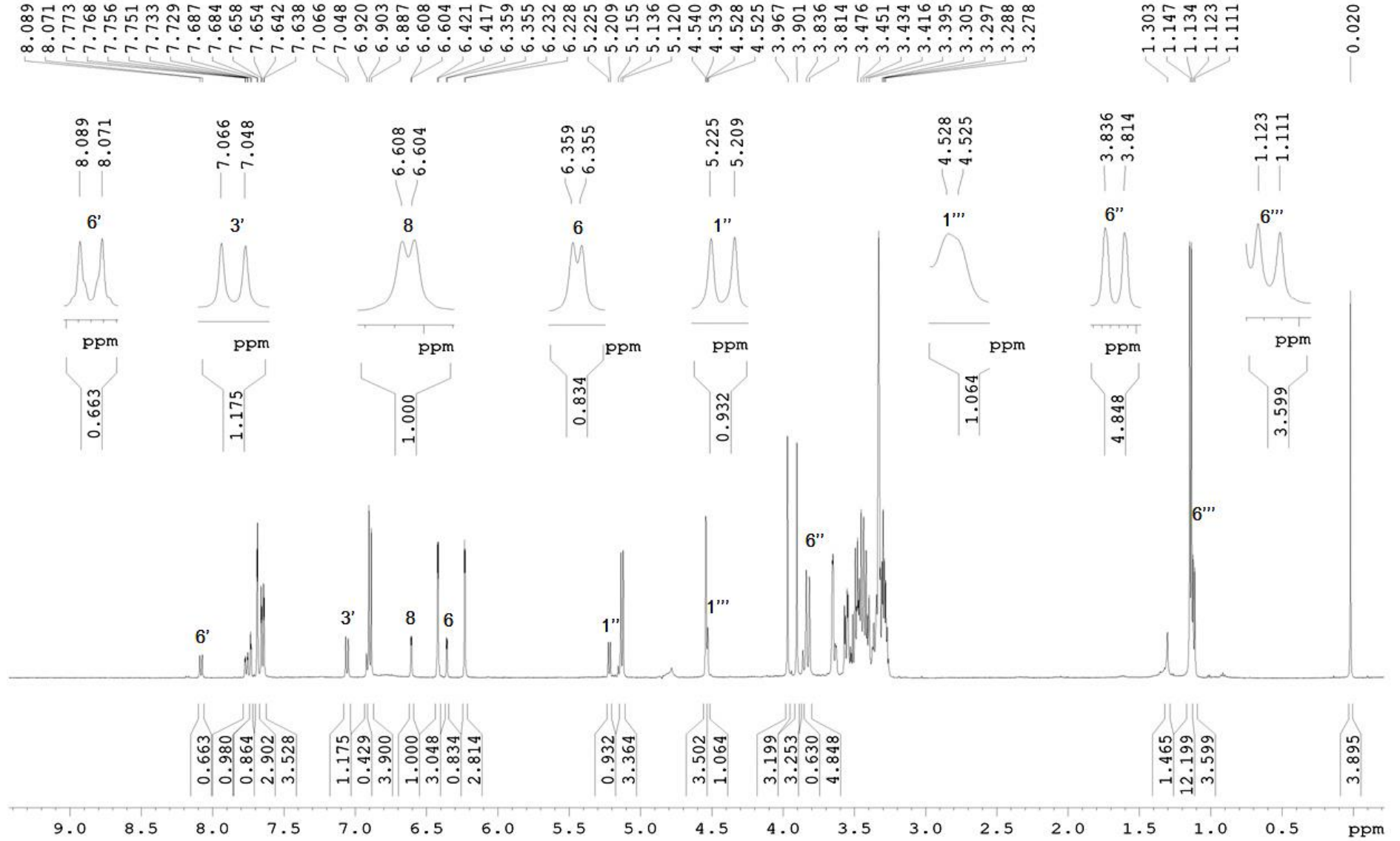


Figura 28 – Espectro de RMN de  $^1\text{H}$  (MeOD, 500MHz) da fração AM com destaque para AM1

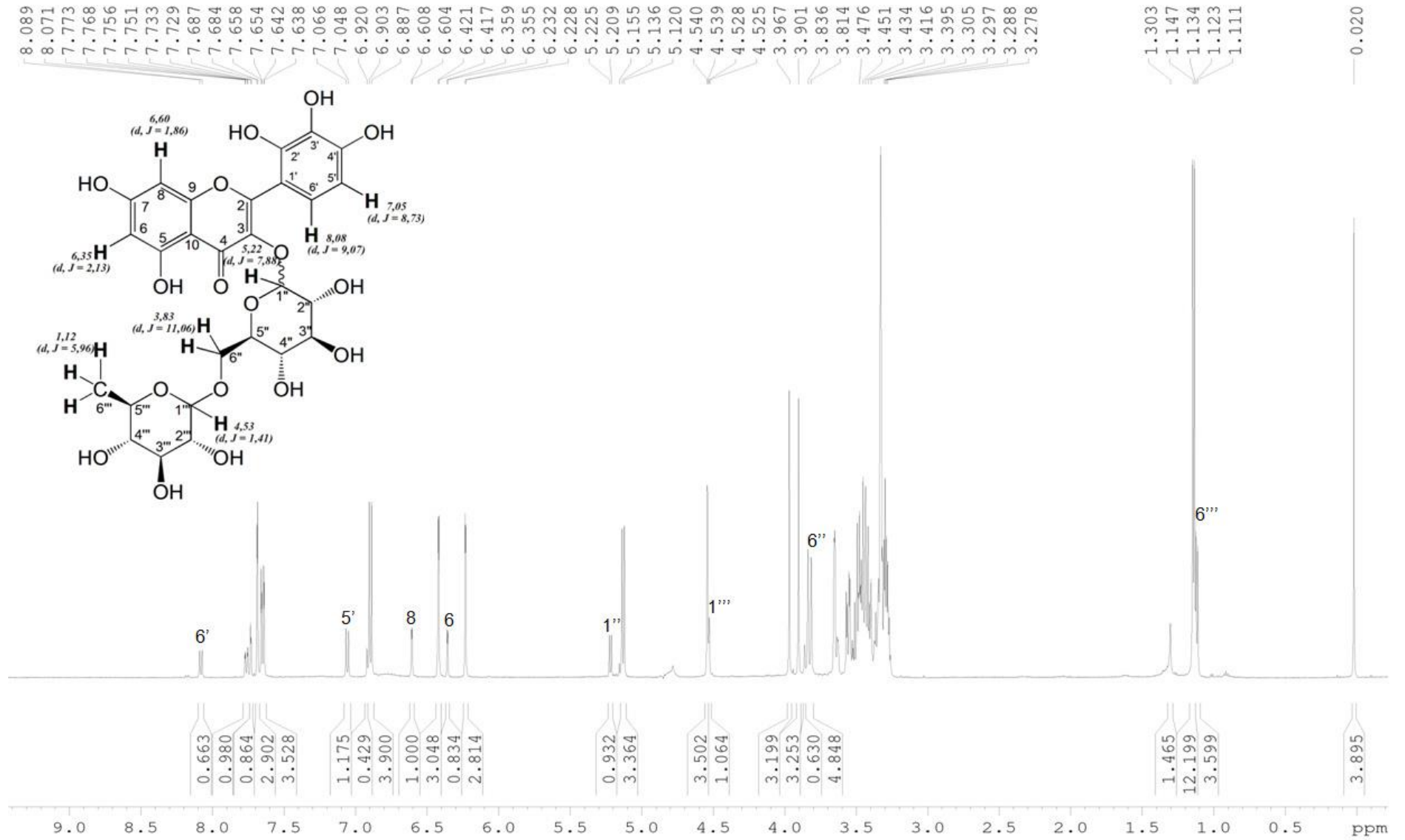


Figura 29 – Espectro de RMN de  $^{13}\text{C}$  (MeOD, 125MHz) da fração AM com destaque para AM1

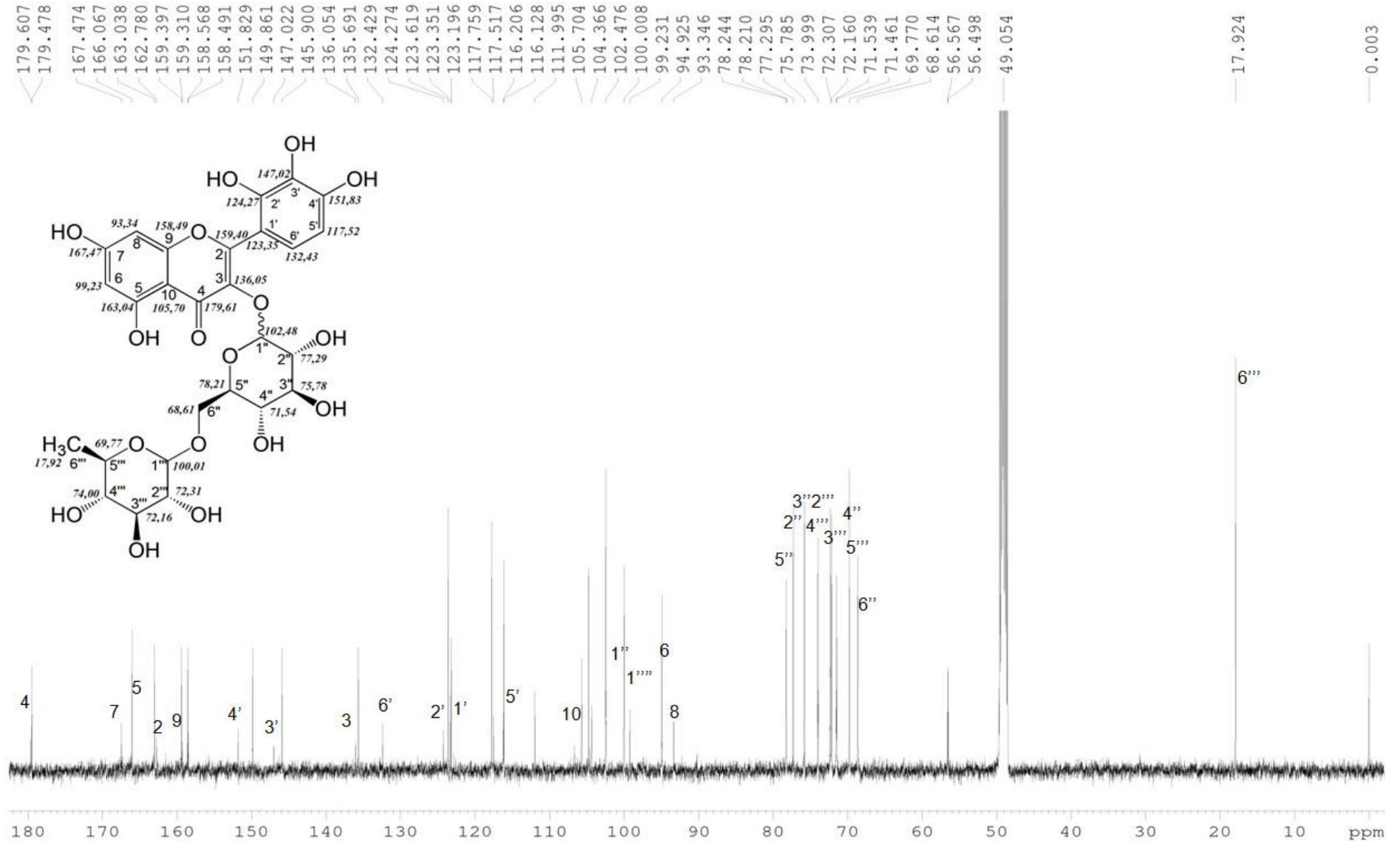


Figura 30 – Mapa de Contorno de HSQC da fração AM (MeOD,  $^1\text{H}$  500MHz;  $^{13}\text{C}$  125MHz) com destaque para AM1

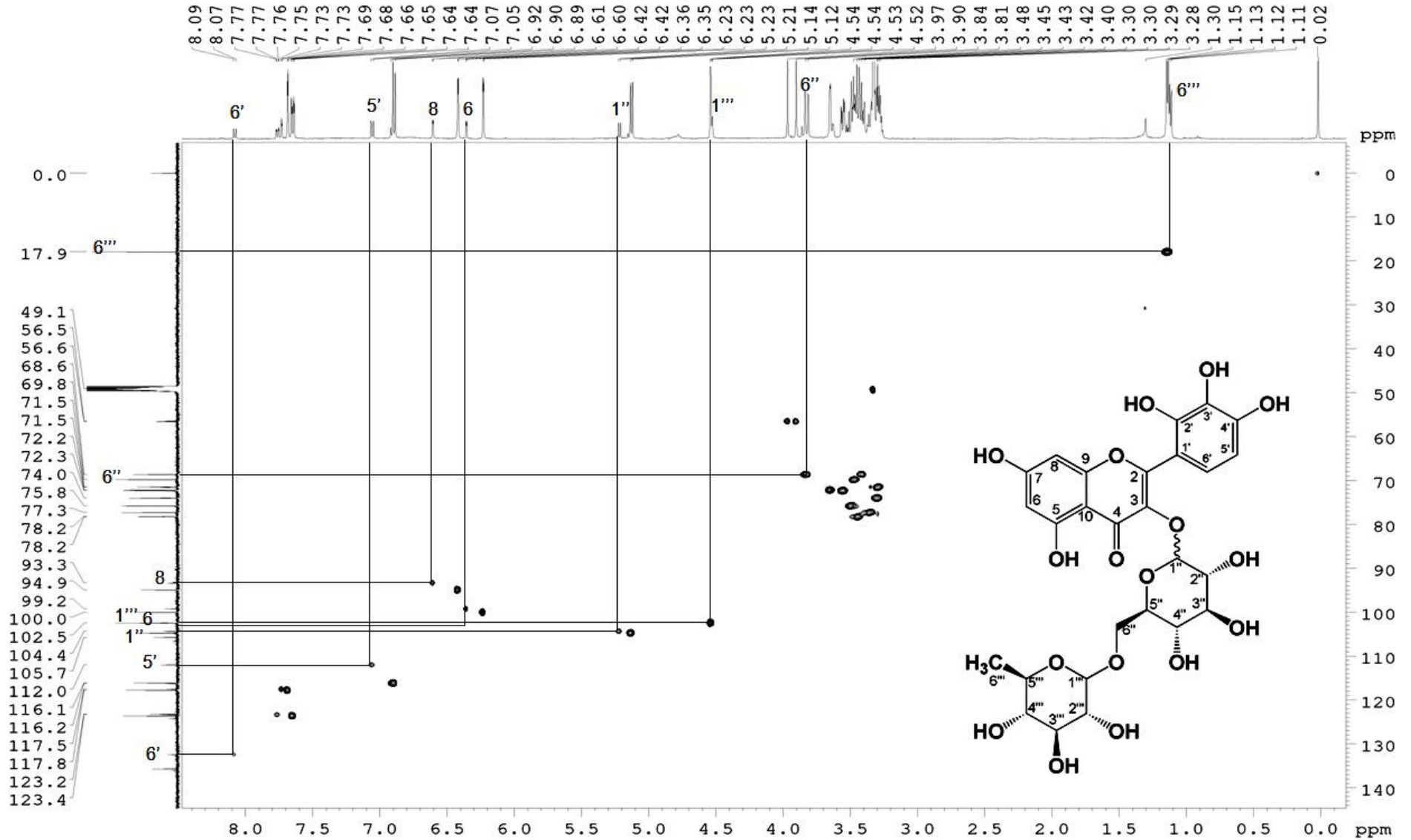
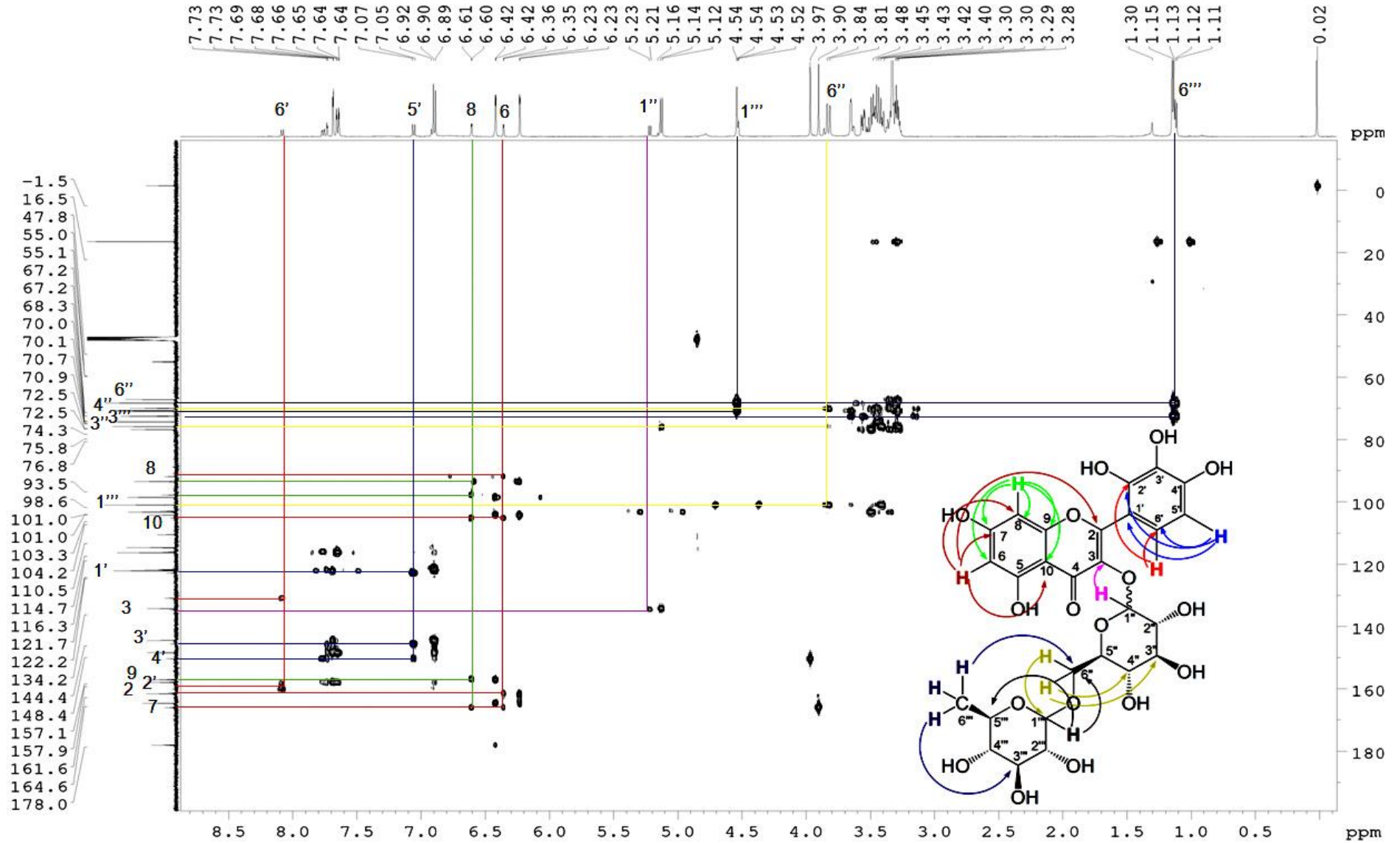


Figura 31 – Mapa de Contorno de HMBC da fração E1F (MeOD,  $^1\text{H}$  500MHz;  $^{13}\text{C}$  125MHz) com destaque para AM1



### 6.2.3.2 Identificação de AM2

No espectro de RMN de  $^1\text{H}$ , (figura 33, pg. 169) observam-se na região de hidrogênios aromáticos, um dubleto em  $\delta$  6,23 ( $J=2,10\text{Hz}$ ) referente ao hidrogênio 6, um dubleto em  $\delta_{\text{H}}$  6,42 ( $J=2,10\text{Hz}$ ) referente ao hidrogênio 8, um dubleto em  $\delta_{\text{H}}$  7,68 ( $J=1,85\text{Hz}$ ) referente ao hidrogênio 2', um dubleto em  $\delta_{\text{H}}$  6,89 ( $J=8,29\text{Hz}$ ) referente ao hidrogênio 5' e um duplo dubleto em  $\delta_{\text{H}}$  7,65 ( $J=8,41$  e  $2,10\text{Hz}$ ). Mostrando-se um modelo característico de derivados de quercetina.

O espectro de RMN de  $^1\text{H}$ , mostra também a presença de dois simpletos ( $\delta_{\text{H}}$  3,90 e 3,97) com valor de integração em torno de 3 o que indica a presença de duas metoxilas no flavonoide. Também é possível observar no espectro, duas unidades de açúcares através dos sinais de hidrogênios anoméricos em  $\delta_{\text{H}}$  5,13 ( $J=7,79$  Hz) e em  $\delta_{\text{H}}$  4,54 ( $J=0,74$ ), atribuídos aos hidrogênios 1'' e 1''', respectivamente; além de hidrogênios carbinólicos na região de  $\delta_{\text{H}}$  3,15 – 3,71. Pela constante de acoplamento do dupleto absorvendo em  $\delta_{\text{H}}$  5,13 ( $J=7,79$  Hz) é possível atribuir a presença de  $\beta$ -D-glicose. Assim como pela constante de acoplamento do dupleto absorvendo em  $\delta_{\text{H}}$  4,54 ( $J=0,74$ ) e pela presença de um dupleto em  $\delta_{\text{H}}$  1,14 ( $J=6,31$ ) integrando para três hidrogênios, é possível atribuir a presença de  $\alpha$ -L-raminose. (SILVERSTEIN, 2006).

O espectro de RMN de  $^{13}\text{C}$  (figura 34, pg. 170) apresenta um sinal em  $\delta_{\text{C}}$  179,48 típico de carbonila quelada, os sinais na região de  $\delta_{\text{C}}$  68,61 – 78,22 e dois sinais em  $\delta_{\text{C}}$  104,37 e 102,48 referentes aos carbonos anoméricos 1'' e 1''', confirmam a existência de duas unidades de açúcar neste flavonóide.

No espectro de HSQC (figura 35, pg. 171) pode-se verificar a correlação dos hidrogênios 6 ( $\delta_{\text{H}}$  6,23), 8 ( $\delta_{\text{H}}$  6,42), 11 ( $\delta_{\text{H}}$  3,90), 2' ( $\delta_{\text{H}}$  7,69), 5' ( $\delta_{\text{H}}$  6,90), 6' ( $\delta_{\text{H}}$  7,65), 7' ( $\delta_{\text{H}}$  3,97), 1'' ( $\delta_{\text{H}}$  5,13), 1''' ( $\delta_{\text{H}}$  4,54) e 6''' ( $\delta_{\text{H}}$  1,14), com os carbonos 6 ( $\delta_{\text{C}}$  99,23), 8 ( $\delta_{\text{C}}$  100,01), 11 ( $\delta_{\text{C}}$  56,57), 2' ( $\delta_{\text{C}}$  117,76), 5' ( $\delta_{\text{C}}$  116,13), 6' ( $\delta_{\text{C}}$  123,62), 7' ( $\delta_{\text{C}}$  56,50), 1'' ( $\delta_{\text{C}}$  104,37), 1''' ( $\delta_{\text{C}}$  102,48) e 6''' ( $\delta_{\text{C}}$  17,92),

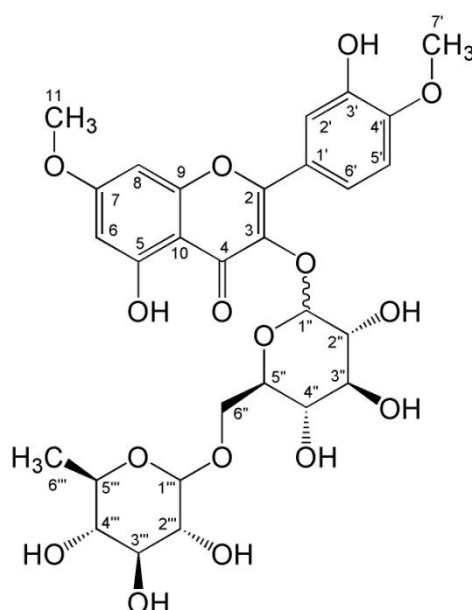
O espectro de HMBC (figura 36, pg. 172) mostra a correlação do hidrogênio 6 ( $\delta_{\text{H}}$  6,23) com os carbonos 5 ( $\delta_{\text{C}}$  163,04), 7 ( $\delta_{\text{C}}$  166,07), 8 ( $\delta_{\text{C}}$  100,01) e 10 ( $\delta_{\text{C}}$  104,37), a correlação do hidrogênio 8 ( $\delta_{\text{H}}$  6,42) com os carbonos 6 ( $\delta_{\text{C}}$  99,23), 7 ( $\delta_{\text{C}}$  166,07), 9 ( $\delta_{\text{C}}$  158,57) e 10 ( $\delta_{\text{C}}$  104,37), a correlação do hidrogênio 11 ( $\delta_{\text{H}}$  3,90) com o carbono 7 ( $\delta_{\text{C}}$  166,07), a correlação do hidrogênio 2' ( $\delta_{\text{H}}$  7,69) com os carbonos 2

( $\delta_c$  159,31), 1' ( $\delta_c$  123,35), 3' ( $\delta_c$  145,90) e 4' ( $\delta_c$  149,86), a correlação do hidrogênio 5' ( $\delta_H$  6,90) com os carbonos 2 ( $\delta_c$  159,31), 1' ( $\delta_c$  123,35), 3' ( $\delta_c$  145,90) e 4' ( $\delta_c$  149,86), a correlação do hidrogênio 6' ( $\delta_H$  7,65) com os carbonos 2 ( $\delta_c$  159,31), 4' ( $\delta_c$  149,86) e 5' ( $\delta_c$  116,13), a correlação do hidrogênio 7' ( $\delta_H$  3,97) com o carbono 4' ( $\delta_c$  149,86), a correlação do hidrogênio anomérico 1'' ( $\delta_H$  5,13) da unidade de glicose com o carbono 3 ( $\delta_c$  135,70) do flavonoide e com o carbono 2'' ( $\delta_c$  77,30) da própria glicose, a correlação do hidrogênio 6'' ( $\delta_H$  3,82) com o carbono 3'' ( $\delta_c$  74,78) da glicose e com os carbonos 1''' ( $\delta_c$  102,48) e 5''' ( $\delta_c$  69,77) da raminose, a correlação do hidrogênio anomérico 1''' ( $\delta_H$  4,54) da unidade de raminose com o carbono 6'' ( $\delta_c$  68,61) da unidade de glicose e com o carbono 5''' ( $\delta_c$  69,77) da própria raminose e a correlação do hidrogênio 6''' ( $\delta_H$  1,14) com os carbonos 1''' ( $\delta_c$  102,48), 4''' ( $\delta_c$  74,00) e 5''' ( $\delta_c$  69,77), pertencendo tanto o hidrogênio como os carbonos citados a unidade de raminose.

O estudo dos espectros de RMN de  $^1H$ ,  $^{13}C$ , HSQC e HMBC, e a comparação com os dados de RMN de  $^{13}C$  reportados na literatura (ALBUQUERQUE *et al.*, 2014) foram concordantes para o flavonóide ombuin-3-rutinosídeo identificando assim que a substância AM2 da fração AM trata-se do ombuin-3-rutinosídeo (figura 32, pg. 167).

A seguir são apresentados os espectros de RMN de  $^1H$ ,  $^{13}C$ , HSQC e HMBC da fração AM com destaque para o composto AM2, os dados de aquisição dos referidos espectros encontram-se nos apêndices deste trabalho trabalho (Apêndices H, pg. 181; I, pg. 182; J, pg. 183; K, pg. 184) e os principais valores de deslocamento encontram-se sintetizados na tabela 11 (pg. 167).

Figura 32 – Estrutura química do ombuin-3-rutinosídeo



**Tabela 11** – Dados de RMN de  $^1\text{H}$  (MeOD, 500MHz) e  $^{13}\text{C}$  (MeOD, 125MHz) da fração AM com valores atribuídos ao composto AM2 comparados a valores da literatura  $^1\text{H}$  (DMSO- $d_6$ , 500MHz) e  $^{13}\text{C}$  (DMSO- $d_6$ , 125MHz).

Posição	$\delta_{\text{H}}$ (ppm), J(Hz)		$\delta_{\text{C}}$ (ppm)	
	AM2	Literatura	AM2	Literatura
2			<b>159,310</b>	156,3
3			<b>135,691</b>	134,0
4			<b>179,478</b>	177,4
5			<b>163,038</b>	160,8
6	<b>6,2305 (d, J = 2,10)</b>	6,36 (d, J = 2,0)	<b>99,231</b>	97,9
7			<b>166,067</b>	165,1
8	<b>6,4186 (d, J = 2,10)</b>	6,67 (d, J = 2,0)	<b>100,008</b>	92,2
9			<b>158,568</b>	156,5
10			<b>104,366</b>	104,8
11	<b>3,9014 (s)</b>	3,88 (s)	<b>56,567</b>	55,6
1'			<b>123,351</b>	122,3
2'	<b>7,6856 (d, J = 1,85)</b>	(7,55 (d, J = 2,0)	<b>117,759</b>	115,7
3'			<b>145,900</b>	145,7
4'			<b>149,861</b>	150,0
5'	<b>6,8951 (d, J = 8,29)</b>	7,4 (d, J = 8,5)	<b>116,128</b>	111,1
6'	<b>7,6482 (dd, J = 8,41 e 2,10)</b>	7,72 (dd, J = 2,5 e 8,5)	<b>123,619</b>	121,5
7'	<b>3,9668 (s)</b>	3,88 (s)	<b>56,498</b>	56,1
1''	<b>5,1279 (d, J = 7,79)</b>	5,38 (d, J = 7,5)	<b>104,366</b>	101,1
2''		3,22 (m)	<b>77,295</b>	74,0
3''		3,25 (m)	<b>74,785</b>	75,7

4''		3,39 (m)	<b>71,461</b>	70,3
5''		3,24 (m)	<b>78,244</b>	76,4
6''	<b>3,8249 (d, J = 11,13)</b>	3,70 (d, J = 11,0)	<b>68,614</b>	66,8
1'''	<b>4,5394 (d, J = 0,74)</b>	4,38 (s)	<b>102,476</b>	100,7
2'''		3,29 (m)	<b>72,307</b>	70,5
3'''		3,08 (m)	<b>72,160</b>	69,8
4'''		3,07 (m)	<b>73,999</b>	71,8
5'''		3,26 (m)	<b>69,770</b>	68,1
6'''	<b>1,1406 (d, J = 6,31)</b>	0,97 (d, J = 6,0)	<b>17,924</b>	17,6

“ $\delta_H$ ” – Deslocamento químico de hidrogênio; “ $\delta_C$ ” – Deslocamento químico de carbono; “J” – Constante de acoplamento; “d” – Duplete; “dd” Duplo duplete; “s” Simpleto; “sl” Simpleto largo; “m” Multiplete; “Literatura” – Albuquerque e colaboradores, (2014)

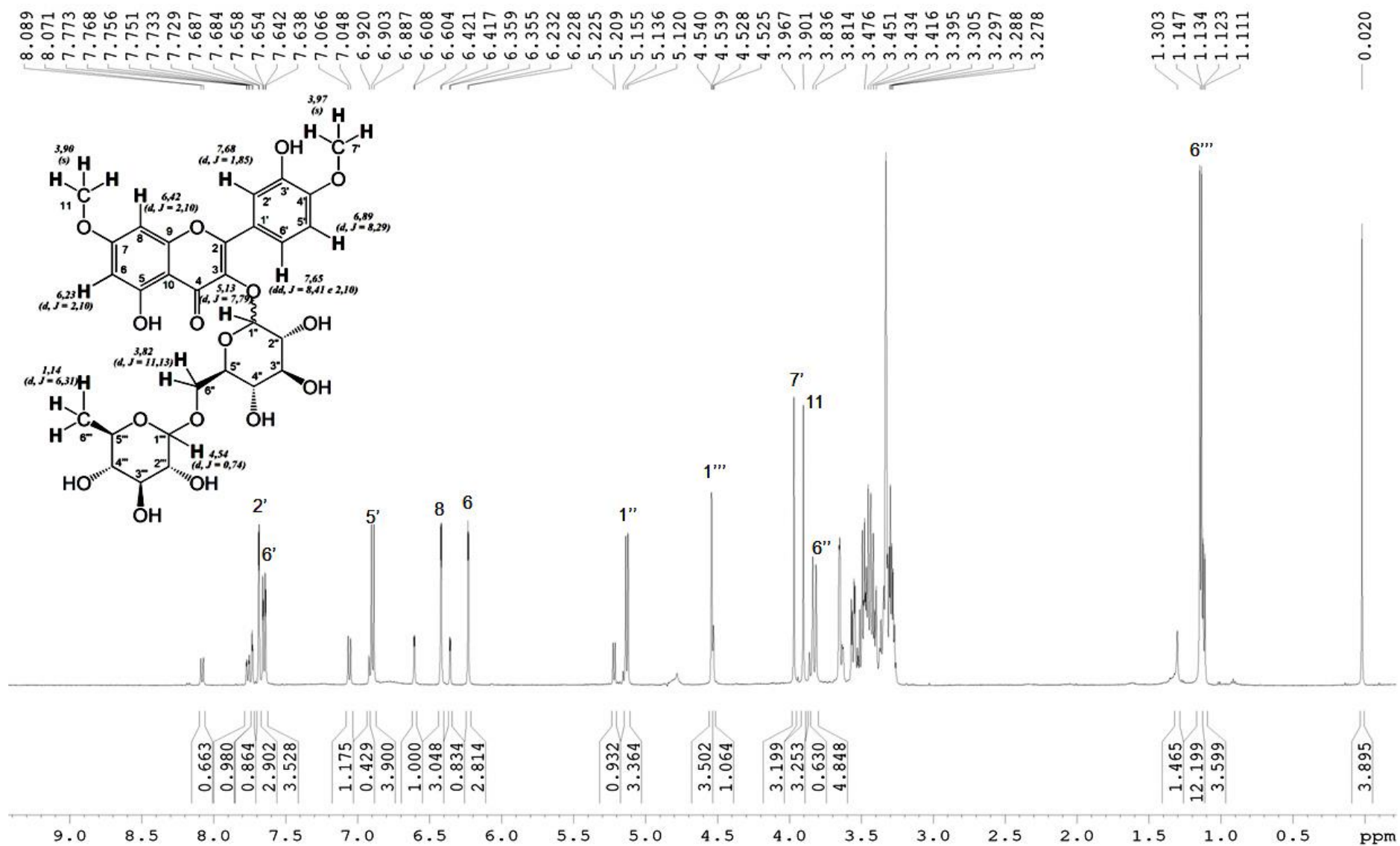
Figura 33 – Espectro de RMN de  $^1\text{H}$  (MeOD, 500MHz) da fração AM, com destaque para AM2

Figura 34 – Espectro de RMN de  $^{13}\text{C}$  (MeOD, 125MHz) da fração AM, com destaque para AM2

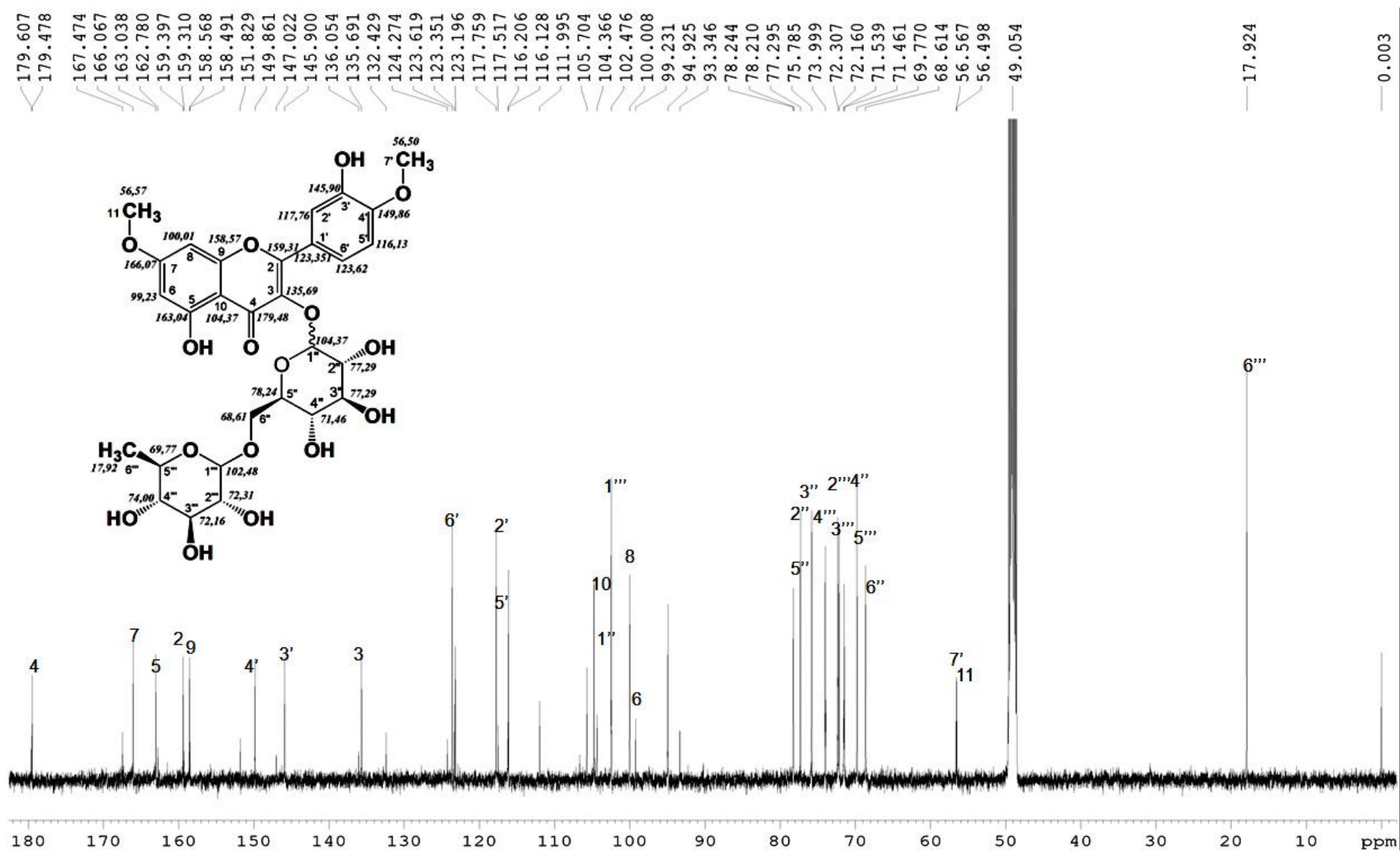


Figura 35 – Mapa de Contorno de HSQC da fração AM (MeOD,  $^1\text{H}$  500MHz;  $^{13}\text{C}$  125MHz) com destaque para AM2

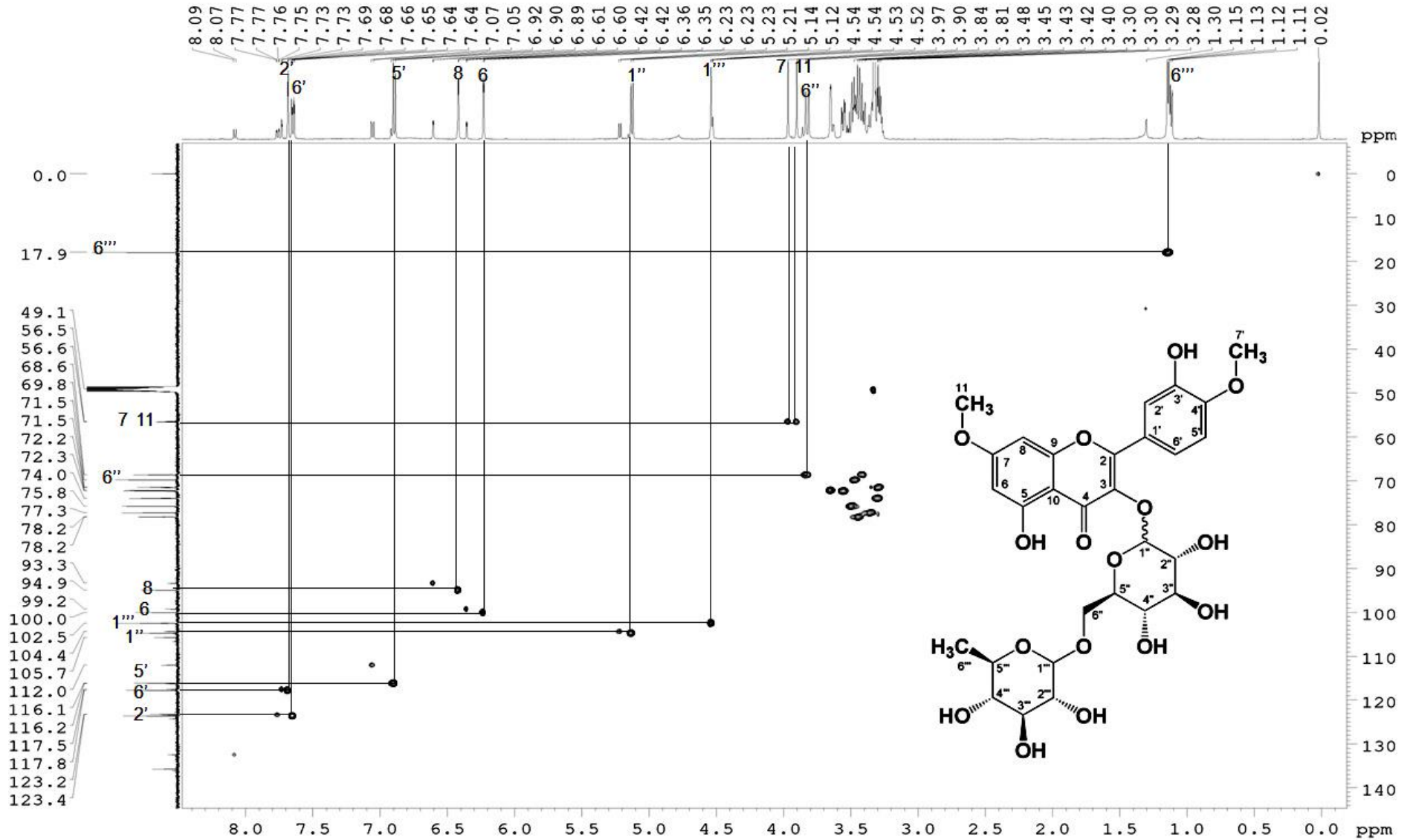
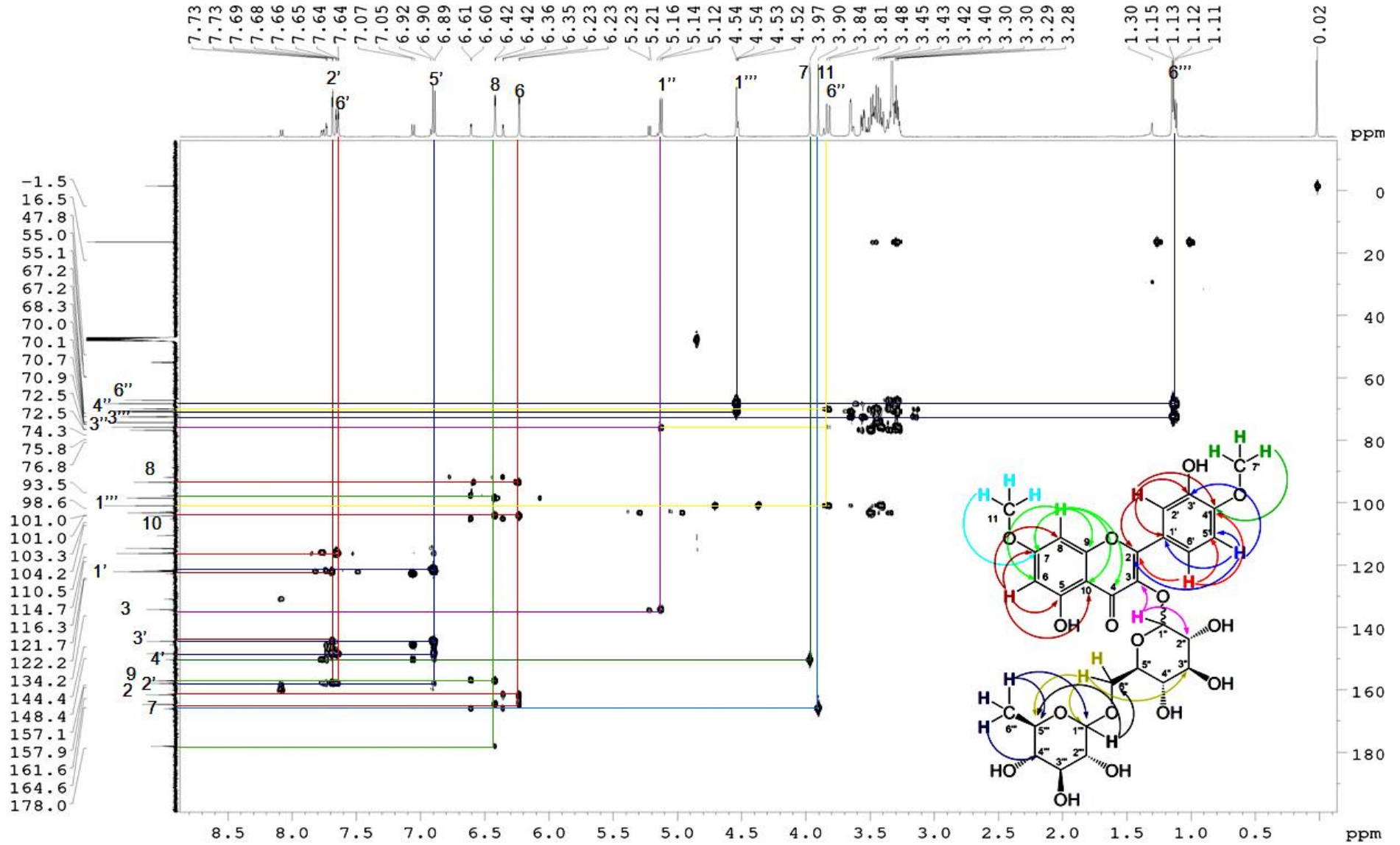


Figura 36 – Mapa de Contorno de HMBC da fração AM (MeOD,  $^1\text{H}$  500MHz;  $^{13}\text{C}$  125MHz) com destaque para AM2



## 7 CONCLUSÕES

- O método desenvolvido para CLAE/FR mostrou-se eficiente para a separação de flavonoides da fração metanólica de *Erythroxylum campestre* sp.
- Foi possível identificar os flavonoides quercetina-3-rutinosídeo (rutina), kaempferol-3-rutinosídeo, ombuin-3-rutinosídeo e um flavonoide inédito.

## APÊNDICE A – Dados de Aquisição do Espectro de RMN 1H de E1F

```
Current Data Parameters
NAME      rabino elf - RUTINA
EXPNO     1
PROCNO    1
```

```
F2 - Acquisition Parameters
Date_     20180411
Time      23.36
INSTRUM   spect
PROBHD    5 mm PABBI 1H/
PULPROG   zg30
TD        65536
SOLVENT   MeOD
NS        16
DS        2
SWH       10000.000 Hz
FIDRES    0.152588 Hz
AQ        3.2767999 sec
RG        71.8
DW        50.000 usec
DE        6.50 usec
TE        298.2 K
D1        1.00000000 sec
TD0       1
```

```
===== CHANNEL f1 =====
SFO1      500.1330885 MHz
NUC1      1H
P1        8.00 usec
PLW1      13.00000000 W
```

```
F2 - Processing parameters
SI        65536
SF        500.1300586 MHz
WDW       EM
SSB       0
LB        0.30 Hz
GB        0
PC        1.00
```

## APÊNDICE B – Dados de Aquisição do Espectro de RMN 13C de E1F

```
Current Data Parameters
NAME      rabino elf - RUTINA
EXPNO      2
PROCNO     1
```

```
F2 - Acquisition Parameters
Date_      20180420
Time       11.00
INSTRUM    spect
PROBHD     5 mm BBO BB-1H
PULPROG    zgpg30
TD         65536
SOLVENT    MeOD
NS         2073
DS         4
SWH        32894.738 Hz
FIDRES     0.501934 Hz
AQ         0.9961472 sec
RG         203
DW         15.200 usec
DE         6.50 usec
TE         300.0 K
D1         2.00000000 sec
D11        0.03000000 sec
TD0        1
```

```
===== CHANNEL f1 =====
SFO1       125.7703637 MHz
NUC1       13C
P1         9.50 usec
PLW1       56.00000000 W
```

```
===== CHANNEL f2 =====
SFO2       500.1320005 MHz
NUC2       1H
CPDPRG[2]  waltz16
PCPD2      80.00 usec
PLW2       22.00000000 W
PLW12      0.49500000 W
PLW13      0.24898000 W
```

```
F2 - Processing parameters
SI         32768
SF         125.7577885 MHz
WDW        EM
SSB        0
LB         1.00 Hz
GB         0
PC         1.00
```

## APÊNDICE C – Dados de Aquisição do Espectro de RMN HSQC de E1F

```
Current Data Parameters
NAME      rabino elf - RUTINA
EXPNO     200
PROCNO    1
```

```
F2 - Acquisition Parameters
Date_     20180412
Time      0.24
INSTRUM   spect
PROBHD    5 mm PABBI 1H/
PULPROG   hsqcedetgpsisp2.3
TD         4096
SOLVENT   MeOD
NS         12
DS         16
SWH        5514.706 Hz
FIDRES     1.346364 Hz
AQ         0.3713707 sec
RG         203
DW         90.667 usec
DE         6.50 usec
TE         299.3 K
CNST2     145.000000
CNST17    -0.500000
D0         0.00000300 sec
D1         1.00000000 sec
D4         0.00172414 sec
D11        0.03000000 sec
D16        0.00020000 sec
D21        0.00344828 sec
D24        0.00086207 sec
IN0        0.00001990 sec
```

```
===== CHANNEL f1 =====
SFO1      500.1325259 MHz
NUC1      1H
P1        8.00 usec
P2        16.00 usec
P28       1000.00 usec
PLW1      13.00000000 W
```

```
===== CHANNEL f2 =====
SFO2      125.7665920 MHz
NUC2      13C
CPDPRG[2]  garp
P3        15.00 usec
P14       500.00 usec
P24       2000.00 usec
P31       1895.00 usec
PCPD2     70.00 usec
PLW0      0 W
PLW2      89.00000000 W
PLW12     4.08669996 W
SPNAM[3]  Crp60,0.5,20.1
SPOAL3    0.500
SPOFFS3   0 Hz
SPW3      30.59600067 W
SPNAM[7]  Crp60comp.4
SPOAL7    0.500
SPOFFS7   0 Hz
SPW7      30.59600067 W
SPNAM[18] Crp60_xfilt.2
SPOAL18   0.500
SPOFFS18  0 Hz
SPW18     7.36990023 W
```

```
===== GRADIENT CHANNEL =====
GPNAM[1]  SMSQ10.100
GPNAM[2]  SMSQ10.100
GPNAM[3]  SMSQ10.100
GPNAM[4]  SMSQ10.100
GPZ1      80.00 %
GPZ2      20.10 %
GPZ3      11.00 %
GPZ4      -5.00 %
P16       1000.00 usec
P19       600.00 usec
```

```
F1 - Acquisition parameters
TD         128
SFO1      125.7666 MHz
FIDRES     392.587952 Hz
SW         199.780 ppm
FnMODE     Echo-Antiecho
```

```
F2 - Processing parameters
SI         1024
SF         500.1300593 MHz
WDW        QSINE
SSB        2
LB         0 Hz
GB         0
PC         1.40
```

```
F1 - Processing parameters
SI         1024
MC2        echo-antiecho
SF         125.7577890 MHz
WDW        QSINE
SSB        2
LB         0 Hz
GB         0
```

## APÊNDICE D – Dados de Aquisição do Espectro de RMN HMBC de E1F

```
Current Data Parameters
NAME      rabino elf - RUTINA
EXPNO     300
PROCNO    1
```

```
F2 - Acquisition Parameters
Date_     20180411
Time      23.38
INSTRUM   spect
PROBHD    5 mm PABBI 1H/
PULPROG   hmbcgp1pndqf
TD         4096
SOLVENT   MeOD
NS         16
DS         16
SWH        9014.423 Hz
FIDRES     2.200787 Hz
AQ         0.2271915 sec
RG         203
DW         55.467 usec
DE         6.50 usec
TE         298.2 K
CNST2     145.0000000
CNST13    10.0000000
D0         0.00000300 sec
D1         1.00000000 sec
D2         0.00344828 sec
D6         0.05000000 sec
D16        0.00020000 sec
INO        0.00001530 sec
```

```
===== CHANNEL f1 =====
SFO1      500.1335009 MHz
NUC1       1H
P1         8.00 usec
P2         16.00 usec
PLW1       13.00000000 W
```

```
===== CHANNEL f2 =====
SFO2      125.7716219 MHz
NUC2       13C
P3         15.00 usec
PLW2       89.00000000 W
```

```
===== GRADIENT CHANNEL =====
GPNAM[1]   SMSQ10.100
GPNAM[2]   SMSQ10.100
GPNAM[3]   SMSQ10.100
GPZ1       70.00 %
GPZ2       30.00 %
GPZ3       65.15 %
P16        1000.00 usec
```

```
F1 - Acquisition parameters
TD         128
SFO1       125.7716 MHz
FIDRES     510.620911 Hz
SW         259.834 ppm
FnMODE     QF
```

```
F2 - Processing parameters
SI         2048
SF         500.1300584 MHz
WDW        SINE
SSB        0
LB         0 Hz
GB         0
PC         1.40
```

```
F1 - Processing parameters
SI         1024
MC2        QF
SF         125.7577885 MHz
WDW        SINE
SSB        0
LB         0 Hz
GB         0
```

## APÊNDICE E – Dados de Aquisição do Espectro de RMN 1H de F1

## Current Data Parameters

NAME f1 bbb  
EXPNO 11  
PROCNO 1

## F2 - Acquisition Parameters

Date\_ 20180906  
Time 17.23  
INSTRUM spect  
PROBHD 5 mm BBO BB-1H  
PULPROG zgpr  
TD 65536  
SOLVENT MeOD  
NS 32  
DS 2  
SWH 10000.000 Hz  
FIDRES 0.152588 Hz  
AQ 3.2767999 sec  
RG 203  
DW 50.000 usec  
DE 6.50 usec  
TE 298.2 K  
D1 1.00000000 sec  
D12 0.00002000 sec  
TD0 1

## ===== CHANNEL f1 =====

SFO1 500.1324775 MHz  
NUC1 1H  
P1 11.75 usec  
PLW1 22.00000000 W  
PLW9 0.00012150 W

## F2 - Processing parameters

SI 65536  
SF 500.1300000 MHz  
WDW EM  
SSB 0  
LB 0.30 Hz  
GB 0  
PC 1.00

## APÊNDICE F – Dados de Aquisição do Espectro de RMN HSQC de F1

```

Current Data Parameters
NAME          f1 bbb
EXPNO         200
PROCNO        1

F2 - Acquisition Parameters
Date_         20180918
Time          4.11
INSTRUM       spect
PROBHD        5 mm PABBI 1H/
PULPROG       hsqcedetgpsisp2.3
TD            4096
SOLVENT       MeOD
NS            120
DS            16
SWH           9014.423 Hz
FIDRES        2.200787 Hz
AQ            0.2271915 sec
RG            203
DW            55.467 usec
DE            6.50 usec
TE            298.1 K
CNST2         145.0000000
CNST17        -0.5000000
D0            0.00000300 sec
D1            1.00000000 sec
D4            0.00172414 sec
D11           0.03000000 sec
D16           0.00020000 sec
D21           0.00344828 sec
D24           0.00086207 sec
IN0           0.00001990 sec

===== CHANNEL f1 =====
SFO1          500.1325259 MHz
NUC1          1H
P1            8.00 usec
P2            16.00 usec
P28           1000.00 usec
PLW1          13.00000000 W

===== CHANNEL f2 =====
SFO2          125.7665920 MHz
NUC2          13C
CPDPRG[2]    garp
P3            15.00 usec
P14           500.00 usec
P24           2000.00 usec
P31           1895.00 usec
PCPD2        70.00 usec
PLW0          0 W
PLW2          89.00000000 W
PLW12         4.08669996 W
SPNAM[3]     Crp60,0.5,20.1
SPOAL3       0.500
SPOFFS3      0 Hz
SPW3         30.59600067 W
SPNAM[7]     Crp60comp.4
SPOAL7       0.500
SPOFFS7      0 Hz
SPW7         30.59600067 W
SPNAM[18]   Crp60_xfilt.2
SPOAL18     0.500
SPOFFS18    0 Hz
SPW18       7.36990023 W

===== GRADIENT CHANNEL =====
GPNAM[1]     SMSQ10.100
GPNAM[2]     SMSQ10.100
GPNAM[3]     SMSQ10.100
GPNAM[4]     SMSQ10.100
GPZ1         80.00 %
GPZ2         20.10 %
GPZ3         11.00 %
GPZ4         -5.00 %
P16          1000.00 usec
P19          600.00 usec

F1 - Acquisition parameters
TD           113
SFO1         125.7666 MHz
FIDRES       444.701385 Hz
SW           199.780 ppm
FnMODE       Echo-Antiecho

F2 - Processing parameters
SI           1024
SF           500.1300000 MHz
WDW          QSINE
SSB          2
LB           0 Hz
GB           0
PC           1.00

F1 - Processing parameters
SI           1024
MC2          echo-antiecho
SF           125.7577890 MHz
WDW          QSINE
SSB          2
LB           0 Hz
GB           0

```

## APÊNDICE G – Dados de Aquisição do Espectro de RMN HMBC de F1

```

Current Data Parameters
NAME          fl bbb
EXPNO         300
PROCNO        1

F2 - Acquisition Parameters
Date_         20180917
Time          17.13
INSTRUM       spect
PROBHD        5 mm PABBI 1H/
PULPROG       hmbcgp1pndqf
TD            4096
SOLVENT       MeOD
NS            240
DS            16
SWH           9014.423 Hz
FIDRES        2.200787 Hz
AQ            0.2271915 sec
RG            203
DW            55.467 usec
DE            6.50 usec
TE            298.2 K
CNST2         145.0000000
CNST13        10.0000000
D0            0.00000300 sec
D1            1.00000000 sec
D2            0.00344828 sec
D6            0.05000000 sec
D16           0.00020000 sec
IN0           0.00001530 sec

===== CHANNEL f1 =====
SFO1          500.1335009 MHz
NUC1           1H
P1             8.00 usec
P2            16.00 usec
PLW1          13.00000000 W

===== CHANNEL f2 =====
SFO2          125.7716219 MHz
NUC2           13C
P3            15.00 usec
PLW2          89.00000000 W

===== GRADIENT CHANNEL =====
GPNAM[1]      SMSQ10.100
GPNAM[2]      SMSQ10.100
GPNAM[3]      SMSQ10.100
GPZ1          70.00 %
GPZ2          30.00 %
GPZ3          65.15 %
P16           1000.00 usec

F1 - Acquisition parameters
TD            128
SFO1          125.7716 MHz
FIDRES        510.620911 Hz
SW            259.834 ppm
FnMODE        QF

F2 - Processing parameters
SI            2048
SF            500.1300048 MHz
WDW           SINE
SSB           0
LB            0 Hz
GB            0
PC            1.00

F1 - Processing parameters
SI            1024
MC2           QF
SF            125.7577885 MHz
WDW           SINE
SSB           0
LB            0 Hz
GB            0

```

## APÊNDICE H – Dados de Aquisição do Espectro de RMN 1H de AM

## Current Data Parameters

NAME am bbb  
EXPNO 11  
PROCNO 1

## F2 - Acquisition Parameters

Date\_ 20180906  
Time 16.55  
INSTRUM spect  
PROBHD 5 mm BBO BB-1H  
PULPROG zgpr  
TD 65536  
SOLVENT MeOD  
NS 32  
DS 2  
SWH 10000.000 Hz  
FIDRES 0.152588 Hz  
AQ 3.2767999 sec  
RG 203  
DW 50.000 usec  
DE 6.50 usec  
TE 298.2 K  
D1 1.00000000 sec  
D12 0.00002000 sec  
TD0 1

## ===== CHANNEL f1 =====

SFO1 500.1324244 MHz  
NUC1 1H  
P1 11.75 usec  
PLW1 22.00000000 W  
PLW9 0.00012150 W

## F2 - Processing parameters

SI 65536  
SF 500.1300000 MHz  
WDW EM  
SSB 0  
LB 0.30 Hz  
GB 0  
PC 1.00

## APÊNDICE I – Dados de Aquisição do Espectro de RMN 13C de AM

## Current Data Parameters

```
NAME          am bbb
EXPNO         2
PROCNO       1
```

## F2 - Acquisition Parameters

```
Date_        20180906
Time         21.35
INSTRUM      spect
PROBHD       5 mm BBO BB-1H
PULPROG      zgpg30
TD           65536
SOLVENT      MeOD
NS           10000
DS           4
SWH          35714.285 Hz
FIDRES       0.544957 Hz
AQ           0.9175040 sec
RG           203
DW           14.000 usec
DE           6.50 usec
TE           298.2 K
D1           0.50000000 sec
D11          0.03000000 sec
TD0          1
```

## ===== CHANNEL f1 =====

```
SFO1         125.7703637 MHz
NUC1         13C
P1           9.50 usec
PLW1         56.00000000 W
```

## ===== CHANNEL f2 =====

```
SFO2         500.1320005 MHz
NUC2         1H
CPDPRG[2]    waltz16
PCPD2        80.00 usec
PLW2         22.00000000 W
PLW12        0.49500000 W
PLW13        0.24898000 W
```

## F2 - Processing parameters

```
SI           32768
SF           125.7577885 MHz
WDW          EM
SSB          0
LB           1.00 Hz
GB           0
PC           1.40
```

## APÊNDICE J – Dados de Aquisição do Espectro de RMN HSQC de AM

```

Current Data Parameters
NAME          am bbb
EXPNO         200
PROCNO        1

F2 - Acquisition Parameters
Date_         20180910
Time          17.14
INSTRUM       spect
PROBHD        5 mm PABBI 1H/
PULPROG       hsqcedetgpsisp2.3
TD            4096
SOLVENT       MeOD
NS            80
DS            16
SWH           9014.423 Hz
FIDRES        2.200787 Hz
AQ            0.2271915 sec
RG            203
DW            55.467 usec
DE            6.50 usec
TE            298.3 K
CNST2         145.0000000
CNST17        -0.5000000
D0            0.00000300 sec
D1            1.00000000 sec
D4            0.00172414 sec
D11           0.03000000 sec
D16           0.00020000 sec
D21           0.00344828 sec
D24           0.00086207 sec
INO           0.00001990 sec

===== CHANNEL f1 =====
SFO1          500.1325259 MHz
NUC1          1H
P1            8.00 usec
P2            16.00 usec
P28           1000.00 usec
PLW1          13.00000000 W

===== CHANNEL f2 =====
SFO2          125.7665920 MHz
NUC2          13C
CPDPRG[2]     garp
P3            15.00 usec
P14           500.00 usec
P24           2000.00 usec
P31           1895.00 usec
PCPD2         70.00 usec
PLW0          0 W
PLW2          89.00000000 W
PLW12         4.08669996 W
SPNAM[3]      Crp60,0.5,20.1
SPOAL3        0.500
SPOFFS3       0 Hz
SPW3          30.59600067 W
SPNAM[7]      Crp60comp.4
SPOAL7        0.500
SPOFFS7       0 Hz
SPW7          30.59600067 W
SPNAM[18]     Crp60_xfilt.2
SPOAL18       0.500
SPOFFS18      0 Hz
SPW18         7.36990023 W

===== GRADIENT CHANNEL =====
GPNAM[1]      SMSQ10.100
GPNAM[2]      SMSQ10.100
GPNAM[3]      SMSQ10.100
GPNAM[4]      SMSQ10.100
GPZ1          80.00 %
GPZ2          20.10 %
GPZ3          11.00 %
GPZ4          -5.00 %
P16           1000.00 usec
P19           600.00 usec

F1 - Acquisition parameters
TD            200
SFO1          125.7666 MHz
FIDRES        251.256287 Hz
SW            199.780 ppm
FnMODE        Echo-Antiecho

F2 - Processing parameters
SI            1024
SF            500.1300000 MHz
WDW           QSINE
SSB           2
LB            0 Hz
GB            0
PC            1.00

F1 - Processing parameters
SI            1024
MC2           echo-antiecho
SF            125.7577890 MHz
WDW           QSINE
SSB           2
LB            0 Hz
GB            0

```

## APÊNDICE K – Dados de Aquisição do Espectro de RMN HMBC de AM

```

Current Data Parameters
NAME          am bbb
EXPNO         300
PROCNO        1

F2 - Acquisition Parameters
Date_         20180910
Time          22.51
INSTRUM       spect
PROBHD        5 mm PABBI 1H/
PULPROG       hmbcgp1pndqf
TD            4096
SOLVENT       MeOD
NS            136
DS            16
SWH           9014.423 Hz
FIDRES        2.200787 Hz
AQ            0.2271915 sec
RG            203
DW            55.467 usec
DE            6.50 usec
TE            298.2 K
CNST2         145.0000000
CNST13        10.0000000
D0            0.00000300 sec
D1            1.00000000 sec
D2            0.00344828 sec
D6            0.05000000 sec
D16           0.00020000 sec
IN0           0.00001530 sec

===== CHANNEL f1 =====
SFO1          500.1335009 MHz
NUC1           1H
P1             8.00 usec
P2            16.00 usec
PLW1          13.00000000 W

===== CHANNEL f2 =====
SFO2          125.7716219 MHz
NUC2           13C
P3            15.00 usec
PLW2          89.00000000 W

===== GRADIENT CHANNEL =====
GPNAM[1]      SMSQ10.100
GPNAM[2]      SMSQ10.100
GPNAM[3]      SMSQ10.100
GPZ1          70.00 %
GPZ2          30.00 %
GPZ3          65.15 %
P16           1000.00 usec

F1 - Acquisition parameters
TD            200
SFO1          125.7716 MHz
FIDRES        326.797394 Hz
SW            259.834 ppm
FnMODE        QF

F2 - Processing parameters
SI            2048
SF            500.1299980 MHz
WDW           SINE
SSB           0
LB            0 Hz
GB            0
PC            1.00

F1 - Processing parameters
SI            1024
MC2           QF
SF            125.7577885 MHz
WDW           SINE
SSB           0
LB            0 Hz
GB            0

```

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGAR, J. T. H., EVANS, W. C., A new tropan heterodiester from *Erythroxylum monogynum* Robx., **Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 27, p. 85, Suppl S, 1975.

AGAR, J. T. H., EVANS, W. C., Alkaloids of the genus *Erythroxylum*. Part 1. *E. monogynum* Roxb. roots. **Journal Of The Chemical Society, Perkin Transactions 1**, [s.l.], n. 14, p.1550-1553, 1976. Royal Society of Chemistry (RSC).

AKKOL, E. K., *et al.* BIOASSAY-Guided Isolation and Characterization of Wound Healer Compounds from *Morus nigra* L. (Moraceae). **Records Of Natural Products: ACG Publications, Gebze**, v. 4, n. 9, p.484-495, 5 mar. 2015.

ALBUQUERQUE, C. H., *et al.* FLAVONOID GLYCOSIDES FROM *Erythroxylum pulchrum* A. St.-Hil. (Erythroxylaceae). **Química Nova**, [s.l.], v. 37, n. 4, p.663-666, 2014. GN1 Genesis Network.

AL-SAID, M. S., EVANS, W. C., GROUT, R. J., Alkaloids of *erythroxylum macrocarpum* and *E. sideroxyloides*. **Phytochemistry**, [s.l.], v. 25, n. 4, p.851-853, 1986.

AL-SAID, M. S., EVANS, W. C., GROUT, R. J., Alkaloids of *Erythroxylum hypericifolium* stem bark. **Phytochemistry**, [s.l.], v. 28, n. 2, p.671-673, jan. 1989.

AL-YAHYA, M. A. I.; EVANS, W. C.; GROUT, R. J.. Alkaloids of the genus *Erythroxylum*. Part 2. *E. dekindtii* (Engl.) O. E. Schultz. **Journal Of The Chemical Society, Perkin Transactions 1**, [s.l.], p.2130-2132, 1979. Royal Society of Chemistry (RSC).

AMARAL JUNIOR, A. *Erythroxylaceae*. In **Flora ilustrada catarinense** (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, p. 64, 1980.

AMOROZO, M. C. M.; GÉLY, A. Uso de plantas medicinais por caboclos do baixo Amazonas Barcarena, PA, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Nova Série, Belém, v. 4, n. 1, p. 47-131, 1988.

ANSELL, S. M., PEGEL, K. H.; TAYLOR, D. A. H., Diterpenes from the timber of *Erythroxylum australe*. **Phytochemistry**, [s.l.], v. 32, n. 4, p.937-943, mar. 1993.

ANSELL, S. M.; PEGEL, K. H., TAYLOR, D. A. H., Diterpenes from the timber of 20 *Erythroxylum species*. **Phytochemistry**, [s.l.], v. 32, n. 4, p.953-959, mar. 1993.

ANSELL, S. M.; PEGEL, K. H.; TAYLOR, D. A. H., Diterpenes from the timber of *Erythroxylum pictum*. **Phytochemistry**, [s.l.], v. 32, n. 4, p.945-952, mar. 1993.

ARNOUS, A.H.; SANTOS, A.S.; BEINNER, R.P.C. Plantas medicinais de uso caseiro - Conhecimento popular e interesse por cultivo comunitário. **Revista Espaço para a Saúde**, v.6, n.2, p.1-6, 2005.

BACCHI, E. M., *et al.* Alcaloides tropânicos In. SIMÕES, C. M. O. *et al.* **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6. ed. 1ª reimp – Porto Alegre: Editora da UFRGS; Florianópolis: Editora d UFSC, 2010.

BARIL, V. L. **L'Empire du Brésil, monographie complète de l'Empire sud-américain**. Ferdinand Sartorius, Libraire-Éditeur. Paris: 1862. Disponível em: <<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k57323999.r=L%27Empire+du+Br%C3%A9sil%2C+monographie+compl%C3%A8te+de+l%27Empire+sud-am%C3%A9ricain.langPT>> Acesso em: 20 jan. 2017.

BARREIROS, M. L. *et al.* Fatty Acid Esters of Triterpenes from *Erythroxylum passerinum*. **Journal Of The Brazilian Chemical Society**, [s.l.], v. 13, n. 5, p.669-673, set. 2002. FapUNIFESP (SciELO).

BARREIROS, M. L., *et al.* Flavonoids and triterpenes from leaves of *Erythroxylum nummularia*. **Biochemical Systematics And Ecology**, [s.l.], v. 33, n. 5, p.537-540, maio 2005.

BERNARDES, L. S. C., *et al.* Produtos naturais e o desenvolvimento de fármacos. In: SIMÕES, C. M. O., *et al* (Org.). **Farmacognosia: Do produto natural ao Medicamento**. Porto Alegre: Artmed, 2017. Cap. 9. p. 107-128.

BIERAS, Angela C.; SAJO, Maria das Graças. Ontogenia foliar de três espécies de *Erythroxylum campestre* P. Browne (Erythroxylaceae) ocorrentes no Cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, [s.l.], v. 27, n. 1, p.71-77, mar. 2004. FapUNIFESP (SciELO).

BIERI, S., *et al.* Cocaine distribution in wild *Erythroxylum* species. **Journal Of Ethnopharmacology**, [s.l.], v. 103, n. 3, p.439-447, fev. 2006.

BOHM, B. A. *et al.* Flavonoid variation in *Erythroxylum*. **Phytochemistry**, [s.l.], v. 27, n. 3, p.833-837, jan. 1988.

BOHM, B. A.; GANDERS, F. R.; PLOWMAN, T. Biosystematics and Evolution of Cultivated Coca (Erythroxylaceae). **Systematic Botany**, [s.l.], v. 7, n. 2, p.121-133, abr. 1982. JSTOR.

BONEFELD, Manfred; FRIEDRICH, Hilmar; KOLODZIEJ, Herbert. (+)-catechin 3-rhamnoside from *Erythroxylum novogranatense*. **Phytochemistry**, [s.l.], v. 25, n. 5, p.1205-1207, abr. 1986.

BORDIGNON, S. A. L., MENTZ, L. A., Nomenclatura e identificação de plantas e outros organismos. In: SIMÕES, C. M. O., *et al* (Org.). **Farmacognosia: Do produto natural ao Medicamento**. Porto Alegre: Artmed, 2017. Cap. 2. p. 11-22.

BRACHET, A., *et al.* Alkaloids of *Erythroxylum lucidum* stem-bark. **Phytochemistry**, [s.l.], v. 46, n. 8, p.1439-1442, dez. 1997.

BRAGA, F. C., RATES, S. M. K., SIMÕES, C. M. O., Avaliação da eficácia e segurança de produtos naturais candidatos a fármacos e medicamentos. In: SIMÕES, C. M. O. *et al* (Org.). **Farmacognosia: Do produto natural ao Medicamento**. Porto Alegre: Artmed, 2017. Cap. 6. p. 53-68.

BRANDÃO, M.G. L., Importância dos registros históricos na investigação e utilização de produtos naturais. In: SIMÕES, C. M. O. *et al* (Org.). **Farmacognosia: Do produto natural ao Medicamento**. Porto Alegre: Artmed, 2017. Cap. 4. p. 29-38.

BRASIL. Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade do Cerrado e Caatinga (CECAT). Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) – Ministério do Meio Ambiente. **Biodiversidade**. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/cecat/conservacao-da-biodiversidade/biodiversidade.html>>. Acesso em: 20 jan. 2017a.

BRASIL. Constituição (1998). Decreto nº 2.519, de 16 de março de 1998. Promulga a Convenção sobre Diversidade Biológica, assinada no Rio de Janeiro, em 05 de junho de 1992.. **Decreto**. Brasília, DF, 16 mar. 1998.

BRASIL. Constituição (2006). **Portaria** nº 971, de 03 de maio de 2006. Aprova a Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares (PNPIC) no Sistema Único de Saúde.. Brasília, DF, 03 maio 2006. Disponível em: <[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2006/prt0971\\_03\\_05\\_2006.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2006/prt0971_03_05_2006.html)>. Acesso em: 20 jun. 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Plantas de Interesse ao SUS**. 2014. Disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/o-ministerio/principal/leia-mais-o-ministerio/465-sctie-raiz/daf-raiz/ceaf-sctie/fitoterapicos-cgafb/l1-fitoterapicos/12552-plantas-de-interesse-ao-sus>>. Acesso em: 20 jan. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **O Bioma Cerrado**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>>. Acesso em: 20 jan. 2017b.

BRINGMANN, G., *et al*. Tropane alkaloids from *Erythroxylum zeylanicum* O. E. Schulz (Erythroxylaceae). **Phytochemistry**, [s.l.], v. 53, n. 3, p.409-416, fev. 2000.

BROCK, A., *et al*. Calystegines in wild and cultivated *Erythroxylum species*. **Phytochemistry**, [s.l.], v. 66, n. 11, p.1231-1240, jun. 2005.

CANUTO, G. *et al*. METABOLÔMICA: DEFINIÇÕES, ESTADO-DA-ARTE E APLICAÇÕES REPRESENTATIVAS. **Química Nova**, [s.l.], p.75-91, 2017. Sociedade Brasileira de Química (SBQ).

CARDOSO, L. S.; *et al*. Etnobotânica de uma Capoeira enriquecida com Castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.), em Moju – PA. **Anais do 9º Seminário Anual de Iniciação Científica**, Belém – PA. 2011.

CARVALHO, J. C. T., GOSMANN, G., SCHENKEL, E. P., Compostos fenólicos: simples e heterosídicos In. SIMÕES, C. M. O. *et al*. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6. ed. 1ª reimp – Porto Alegre: Editora da UFRGS; Florianópolis: Editora d UFSC, 2010.

CASALE, J. F.; MOORE, J. M.. 3',4',5'-Trimethoxy-Substituted Analogs of Cocaine,Cis-/Trans-Cinnamoylcocaine and Tropicocaine: Characterization and Quantitation of New Alkaloids in Coca Leaf, Coca Paste and Refined Illicit Cocaine. **Journal Of Forensic Sciences**, [s.l.], v. 39, n. 2, p.462-472, 1 mar. 1994. ASTM International.

CASALE, J., F.; MOORE, J., M.. Lesser alkaloids of cocaine-bearing plants III. 2-carbomethoxy-3-oxo substituted tropane esters: detection and gas chromatographic-mass spectrometric characterization of new minor alkaloids found in South American *Erythroxylum coca* var. *coca*. **Journal Of Chromatography A**, [s.l.], v. 756, n. 1-2, p.185-192, dez. 1996a.

CASALE, J., F.; MOORE, J., M.. Lesser alkaloids of cocaine-bearing plants II. 3-Oxo-substituted tropane esters: detection and mass spectral characterization of minor alkaloids found in South American *Erythroxylum coca* var. *coca*. **Journal Of Chromatography A**, [s.l.], v. 749, n. 1-2, p.173-180, out. 1996b.

CHAVES, C. G.; *et al.* *Erythroxylum argentinum*: Assays for anti-inflammatory activity. **Journal of Ethnopharmacology**. 22, 117-120, 1988

CHÁVEZ, D., *et al.* Reversal of Multidrug Resistance by Tropane Alkaloids from the Stems of *Erythroxylum rotundifolium*. **Journal Of Natural Products**, [s.l.], v. 65, n. 4, p.606-610, abr. 2002. American Chemical Society (ACS).

CHÁVEZ, J. P. *et al.* Flavonoids and triterpene ester derivatives from *Erythroxylum leal costae*. **Phytochemistry**, [s.l.], v. 41, n. 3, p.941-943, fev. 1996.

CHIN, Y., *et al.* Tropane Aromatic Ester Alkaloids from a Large-Scale Re-collection of *Erythroxylum pervillei* Stem Bark Obtained in Madagascar. **Journal Of Natural Products**, [s.l.], v. 69, n. 3, p.414-417, mar. 2006. American Chemical Society (ACS).

CHRISTEN, P., *et al.* Alkaloids of *Erythroxylum monogynum* root-bark. **Phytochemistry**, [s.l.], v. 38, n. 4, p.1053-1056, mar. 1995.

CHRISTEN, P., *et al.* Alkaloids of *Erythroxylum zambesiicum* stem-bark. **Phytochemistry**, [s.l.], v. 34, n. 4, p.1147-1151, nov. 1993.

COLLINS, C. H., BRAGA, G. L., BONATO, P. S. **Fundamentos de cromatografia**. Campinas: Editora da UNICAMP, 2006. 452p.

CONNOLLY, J. D. *et al.* Constituents of *Erythroxylon monogynum* Roxb. Part III. Erythroxytriols P and Q. **Journal Of The Chemical Society C: Organic**, [s.l.], p.668-674, 1967. Royal Society of Chemistry (RSC).

CONNOLLY, J. D. *et al.* Constituents of *Erythroxylon monogynum* Roxb. Part II. Erythroxydiols X, Y, and Z; two novel skeletal types of diterpenoids. **Journal Of The Chemical Society (C): Organic**, [s.l.], p.268-273, 1966. Royal Society of Chemistry (RSC).

CORRÊA, M. P.; **Dicionário das Plantas Úteis do Brasil**; Ministério da Agricultura: Rio de Janeiro, 1931

DECHAMBRE, A. **Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales**. Typographie Lahure: Paris, 1875. Disponível em: <<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k31227d.r=DECHAMBRE%2C+A+Dictionnaire+encyclopedique+des+sciences+m%C3%A9dicales+Typographie+Lahure+Paris%2C+1875.langPT>> Acesso em: 20 jan. 2017.

DOMINICIS, M. E., FERNÁNDEZ, H., Estudio fitoquímico de *Erythroxylum havanense* Jacq. (Erythroxylaceae), **Revista Cubana de Farmacia**. v. 25, n. 2, p. 137-139, 1991.

EGASSE, E.; DUJARDIN-BEAUMETZ, G. **Les Plantes Médicinales Indigènes et Exotiques, leurs usages thérapeutiques, pharmaceutiques et industriels**. Octave Doin Éditeur: Paris, 1889. Disponível em: <<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k61413605> > Acesso em: 20 jan. 2017.

EL-IMAN, Y. M. A., *et al.* Alkaloids of *Erythroxylum campestre* zambesiaceum root-bark. **Phytochemistry**, [s.l.], v. 26, n. 8, p.2385-2389, jan. 1987.

EL-IMAN, Y. M. A., EVANS, W. C., GROUT, R. J., Alkaloids of *Erythroxylum cuneatum*, *E. ecarinatum* and *E. australe*. **Phytochemistry**, [s.l.], v. 27, n. 7, p.2181-2184, jan. 1988.

EL-IMAN, Y. M. A., EVANS, W. C., PLOWMAN, T.. Alkaloids of some south american *Erythroxylum* species. **Phytochemistry**, [s.l.], v. 24, n. 10, p.2285-2289, jan. 1985.

EVANS, W. C. The comparative phytochemistry of the genus *Erythroxylon*. **Journal Of Ethnopharmacology**, [s.l.], v. 3, n. 2-3, p.265-277, mar. 1981.

FRANÇA, S. C., Bioprocessos inovadores para a produção de metabólitos ativos de plantas. In: SIMÕES, C. M. O., *et al* (Org.). **Farmacognosia: Do produto natural ao Medicamento**. Porto Alegre: Artmed, 2017. Cap. 5. p. 39-52.

GAMBOA, A. G. **Levantamento etnobotânico das Plantas medicinais utilizadas pela população da região central da cidade de Anápolis, Goiás**. 2006. p. 23; Trabalho de conclusão de curso. (Graduação em Biologia). Universidade Estadual de Goiás, Anápolis.

GARCÍA, K. G., LAVAUT, J. A. G., GUEVARA, J. G., GONZÁLEZ, S. P. Género *Erythroxylum*: Análisis de la Información Científica. **Acta farmaceutica bonaerense** 24 (2): 284-290, 2005.

GAVILANES, M. L.; BRANDÃO, M. Plantas consideradas medicinais ocorrentes na reserva biológica municipal do Poço Bonito, município de Lavras – MG. **DAPHNE – Revista do Herbário PAMG**. v. 8, n. 2, p. 57-68, 1998.

GONZÁLEZ-GUEVARA, J. L., *et al.* Flavonoid glycosides from Cuban *Erythroxylum* species. **Biochemical Systematics And Ecology**, [s.l.], v. 34, n. 6, p.539-542, jun. 2006.

GRAF, E., LUDE, W., Alkaloide aus *Erythroxylum vacciniifolium* MARTIUS, 1. Mitt. Isolierung von Catuabin A, B und C. **Archiv Der Pharmazie**, [s.l.], v. 310, n. 12, p.1005-1010, 1977. Wiley.

GRIFFIN, W. J., LIN, G. D., Chemotaxonomy and geographical distribution of tropane alkaloids. **Phytochemistry**, [s.l.], v. 53, n. 6, p.623-637, mar. 2000.

GUERRA, M. P. e NODARI, R. O. Biodiversidade e matérias-primas farmacêuticas In. SIMÕES, C. M. O. *et al.* **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6. ed. 1ª reimpressão – Porto Alegre: Editora da UFRGS; Florianópolis: Editora da UFSC, 2010.

HEGNAUER, R., Chemotaxonomy of Erythroxylaceae (including some ethnobotanical notes on old world species). **Journal Of Ethnopharmacology**, [s.l.], v. 3, n. 2-3, p.279-292, mar. 1981.

HEINZMANN, B. M.; SPITZER, V.; SIMÕES, C. M. O. Óleos Voláteis. In: SIMÕES, C. M. O., *et al* (Org.). **Farmacognosia: Do produto natural ao Medicamento**. Porto Alegre: Artmed, 2017. Cap. 23. p. 349-366.

HENRIQUES, A. T., *et al*. Alcaloides: generalidades e aspectos básicos In: SIMÕES, C. M. O. *et al*. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6. ed. 1ª reimp – Porto Alegre: Editora da UFRGS; Florianópolis: Editora d UFSC, 2010.

HERNANDES, L. S., KATO, E. T. M., BACCHI, E. M., Alcaloides tropânicos. In: SIMÕES, C. M. O., *et al* (Org.). **Farmacognosia: Do produto natural ao Medicamento**. Porto Alegre: Artmed, 2017. Cap. 23. p. 349-366.

HOEHNE, F. C. **Plantas e Substâncias Tóxicas e Medicinais**. Rio de Janeiro: Graphicards, 1939.

HOLMSTEDT, B., JAATMAA, E., LEANDER, K., PLOWMAN, T. Determination of cocaine in some South American species of *Erythroxylum* using mass fragmentography, **Phytochemistry**, v. 16, p. 1753-1755, 1977.

IÑIGO, Raúl P.a.; POMILIO, Alicia B.. Flavonoids from *Erythroxylon argentinum*. **Phytochemistry**, [s.l.], v. 24, n. 2, p.347-349, fev. 1985.

JOHNS, S. R., LAMBERTON, J. A., Meteloidine from *Erythroxylum australe* F. Muell., **Australian Journal Of Chemistry** [s.l.], v. 20, p. 1301, 1967.

JOHNS, Sr; LAMBERTON, Ja; SIOUMIS, Aa. Tropine 3,4,5-trimethoxycinnamate, a new alkaloid from *Erythroxylum ellipticum* (Erythroxylaceae). **Australian Journal Of Chemistry**, [s.l.], v. 23, n. 2, p.421-422, 1970. CSIRO Publishing.

JOHNSON, E. L., SCHMIDT, W. F., EMCHE, S. D., MOSSOBA, M. M., MUSSER, S. M. Kaempferol (rhamnosyl) glucoside, a new flavonol from *Erythroxylum coca car. ipadu.*, **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 31, n. 1, pp. 59-67, 2003.

JOHNSON, E. L.; SCHMIDT, W. F.. Flavonoids as Chemotaxonomic Markers for *Erythroxylum ulei*. **Zeitschrift Für Naturforschung C**, [s.l.], v. 54, n. 11, p.881-888, 1 nov. 1999. Walter de Gruyter GmbH.

JOHNSON, E. L.; SCHMIDT, W. F.; NORMAN, H., A.. Leaf Flavonoids as Chemotaxonomic Markers for Two *Erythroxylum* Taxa. **Zeitschrift Für Naturforschung C**, [s.l.], v. 52, n. 9-10, p.577-585, 1 out. 1997. Walter de Gruyter GmbH.

JOHNSON, E. L; SCHMIDT, W. F; A NORMAN, H.,. Flavonoids as markers for *Erythroxylum* Taxa. **Biochemical Systematics And Ecology**, [s.l.], v. 26, n. 7, p.743-759, out. 1998.

JOHNSON, E. L.; SCHMIDT, W. F.; COOPER, D., Flavonoids as chemotaxonomic markers for cultivated Amazonian coca. **Plant Physiology And Biochemistry**, [s.l.], v. 40, n. 1, p.89-95, jan. 2002.

KAPADI, A. H., SOMAN, R., SOBTI R. R. Higher isoprenoids: part XIV – Diterpenoids of *Erythroxylon monogynum* Roxb. (Part 1): Introduction, isolation & biogenetic considerations, **Indian Journal of Chemistry**, v. 22B, p. 964-969, 1983.

KHATTAK, K. F., ATTA-U.-R., CHOUDHARY, M. L., HEMALAL, K. D., TILLEKERATNE, L. M. New tropane alkaloids from *Erythroxylum mooni*. **Journal Of Natural Products**, [s.l.], v. 65, n. 6, pp. 929-931, 2002.

KLEIN-JÚNIOR, L. C., HENRIQUES, A. T.. Alcaloides: generalidades e aspectos básicos. In: SIMÕES, C. M. O., *et al* (Org.). **Farmacognosia: Do produto natural ao Medicamento**. Porto Alegre: Artmed, 2017. Cap. 20. p. 305-316.

KREIS, W., MUNKERT, J., PÁDUA, R. M., Biosíntese de metabólitos primários e secundários. In: SIMÕES, C. M. O., *et al* (Org.). **Farmacognosia: Do produto natural ao Medicamento**. Porto Alegre: Artmed, 2017. Cap. 11. p. 147-166.

LE MAOUT, E.; DECAISNE, J. **Traité général de botanique descriptive et analytique**. Paris, 1868. Disponível em: <[gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k6149088p.r=Traité+général+de+botanique+descriptive+et+analytique.langPT](http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k6149088p.r=Traité+général+de+botanique+descriptive+et+analytique.langPT)> Acesso em: 20 jan. 2017.

LAINETTI, B. **A cura pelas ervas e plantas medicinais brasileiras**. São Paul: Ediouro, 1979.

LORENZI, H. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008.

MARODIN, S. M. e BAPTISTA, L. R. M. Plantas medicinais do município de Dom Pedro de Alcântara, Estado do Rio Grande do Sul: espécies, famílias e usos em três grupos de população humana. 2002 . **Revista Brasileira de Plantas Medicinais** v.5 p. 1-9.

MARTIN, A., MURRAY, R. D. H., Constituents of *Erythroxylon monogynum* Roxb. Part IV. Two nor-diterpenoid tertiary alcohols and three diterpenoids epoxides, **Journal Of The Chemical Society (C)**, p. 2529-2533, 1968.

MARTINELLI, G.; MORAES, M. A. (Org.). **Livro Vermelho da Flora do Brasil**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson, 2013. 1102 p. Tradução de: Flávia Anderson, Chris Hieatt.

MARTINEZ, S. T.; ALMEIDA, M. R.; PINTO, A. C.. Alucinógenos naturais: um voo da Europa Medieval ao Brasil. **Química Nova**, [s.l.], v. 32, n. 9, p.2501-2507, 2009. FapUNIFESP (SciELO).

MARTIUS, K. F. P. **Systema de materia medica vegetal brasileira**. Tradução de Henrique Velloso d'Oliveira. Rio de Janeiro: Laemmert, 1854

MCCRINDLE, R.; MARTIN, A.; MURRAY, R. D. H.. Constituents of *Erythroxylon monogynum* Roxb. Part I. (+)-Hibaene, [(+)-stachene], erythroxylool A (monogynol),

erythroxylo B, and erythroxydiol A. **Journal Of The Chemical Society C: Organic**, [s.l.], p.1996-2000, 1968. Royal Society of Chemistry (RSC).

MEDEIROS, M. F. T.; FONSECA, V. S.; ANDREATA, R. H. P. Plantas medicinais e seus usos pelos sitiantes da Reserva Rio das Pedras, Mangaratiba, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, [s.l.], v. 18, n. 2, p.391-399, jun. 2004. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-33062004000200019>.

MENDIETA, M. C.; *et al.* Plantas medicinais utilizadas para o cuidado do sistema respiratório com potencial antimicrobiano: contribuições à enfermagem. **Journal of Nursing and Health**. v. 2, n. 2, p. 410-419, 2012.

MENDONÇA, J.O.; CERVI, A. C.; GUIMARÃES, O. A. O gênero *Erythroxyllum campestre* P. Browne (Erythroxyllaceae) do estado do Paraná, Brasil. **Brazilian Archives Of Biology And Technology**, [s.l.], v. 41, n. 3, p.349-358, 1998. FapUNIFESP (SciELO).

MONTELES, R.; PINHEIRO, C. U. B. Plantas medicinais em um quilombo maranhense: uma perspectiva etnobotânica. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. v. 7, n. 2, p. 38-48, 2007

MOORE, J. M., CASALE, J. F., Lesser alkaloids of cocaine-bearing plants. Part I: Nicotinoyl-, 2'-pirroloyl, and 2'- and 3'-fuanoylecgonine methyl éster – Isolation and mass spectral characterization of four new alkaloids of South American *Erythroxyllum coca* var. *coca*, **Journal Of Forensic Sciences**, [s.l.], v. 42, n. 2, p. 246-255, 1997.

MORAES, I. B.; KARSTEN, J.; CASALI, M. P. M.. Uso de Plantas medicinais em regiões de cerrado. **Revista das Ciências da Saúde do Oeste Baiano: Higia**, [s. L.], v. 2, n. 1, p.34-57, maio 2016. Disponível em: <<http://fasb.edu.br/revista/index.php/higia/article/view/141/138>>. Acesso em: 01 jul. 2017.

MOURA, A. C. S., VILEGA, W., SANTOS, L. C. Identificação de alguns constituintes químicos de *Indigofera hirsuta* Linn. (Fabaceae) por CLAE-IES-EM (TOF) e avaliação da atividade antirradicalar. **Química Nova**, [s.l.], v. 34, n. 7, p.1136-1140, 2011. FapUNIFESP (SciELO).

NAKAMURA, A. T. Morfologia e anatomia dos frutos e sementes de três espécies de *Erythroxyllum campestre* P. Browne (Erythroxyllaceae). **Biota Neotropica**, [s.l.], v. 5, n. 1, p.205-206, 2005. FapUNIFESP (SciELO).

OLIVEIRA, V.V. M.; SANTOS, M. A.; SANTOS, M. L.; **Levantamento etnobotânico de plantas medicinais do município de Campo-Limpo de Goiás, Goiás, Brasil**. s/d. Disponível em <[http://www1.unievangelica.edu.br/gc/imagens/file/anais\\_pbic/2007/ResumosPDF/Educacao/Biologia%20-%20IC.%2002.01.pdf](http://www1.unievangelica.edu.br/gc/imagens/file/anais_pbic/2007/ResumosPDF/Educacao/Biologia%20-%20IC.%2002.01.pdf)>. Acesso em 04 jun. 2018.

PASA, M. C.; SOARES, J. J.; GUARIM NETO, G. Estudo etnobotânico na comunidade de Conceição-Açu (alto da bacia do rio Aricá Açu, MT, Brasil). **Acta Botanica Brasilica**, [s.l.], v. 19, n. 2, p.195-207, jun. 2005. FapUNIFESP (SciELO).

PAYO-HILL, A.I. *et al.* Tropane alkaloids from the leaves and stem bark of *Erythroxylon alaternifolium* and *Erythroxylon rotundifolium*. **Phytochemistry**, [s.l.], v. 54, n. 8, p.927-932, ago. 2000.

PEREIRA-DA-SILVA, C.S. **As plantas medicinais no município de Ouro Verde de Goiás, GO, Brasil: uma abordagem etnobotânica**. 2007. Dissertação (Mestrado em Botânica). Universidade de Brasília, Brasília.

PEVSNER, J., *et al* (Org.). **Bioinformatics and Functional Genomics**. 2. ed. New York: Wiley-blackwell, 2009. 1160 p.

PIRES, A. M; ARAÚJO, P. S. Percepção de risco e conceitos sobre plantas medicinais, fitoterápicos e medicamentos alopáticos entre gestantes. **Revista Baiana de Saúde Pública**. v. 35, n. 2, p. 320-333, 2011.

PLOWMAN, T.; RIVIER, L.. Cocaine and Cinnamoylcocaine Content of *Erythroxylum campestre* Species. **Annals Of Botany**, [s.l.], v. 51, n. 5, p.641-659, maio 1983. Oxford University Press (OUP).

RAHMAN, Atta Ur *et al.* Dimeric tropane alkaloids from *Erythroxylum moonii*. **Phytochemistry**, [s.l.], v. 48, n. 2, p.377-383, maio 1998.

REGINATTO, F. H.. Introdução à análise fitoquímica. In: SIMÕES, C. M. O., *et al* (Org.). **Farmacognosia: Do produto natural ao Medicamento**. Porto Alegre: Artmed, 2017. Cap. 7. p. 69-81.

REVILLA, J. **Cultivando a saúde em hortas caseiras e medicinais**. Manaus: INPA, 2001.

RIGONATO, V. D. e ALMEIDA, M. G. A Singularidade do Cerrado: A Interrelação das Populações Tradicionais com as Fitofisionomias. Publicado originalmente em: **VIII EREGEO – Encontro Regional de Geografia**. A geografia no mundo da diversidade. Cidade de Goiás. 2003a. Disponível em: <[http://observatoriogeogoiias.iesa.ufg.br/uploads/215/original\\_Dias\\_valney\\_rigonato\\_singularidade\\_cerrado.pdf](http://observatoriogeogoiias.iesa.ufg.br/uploads/215/original_Dias_valney_rigonato_singularidade_cerrado.pdf)>. Acesso em: 15 set. 2018.

RIGONATO, V. D. e ALMEIDA, M. G. As Fitofisionomias e a Interrelação das Populações Tradicionais com o Bioma Cerrado. Publicado originalmente em: **Relatório de pesquisa**: “Cultura, conhecimento popular e uso das espécies nativas pelos pequenos agricultores do Cerrado”. 2003b. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/VEG\\_Fitofision\\_PopTradicionaisID-5iPeE3VDUr.pdf](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/VEG_Fitofision_PopTradicionaisID-5iPeE3VDUr.pdf)>. Acesso em: 20 ago. 2018.

RIZZO, J.A.; CAMPOS, I.F.P.; JAIME, M.C.; MUNHOZ, G.; MORGATO, W.F. Utilização de plantas medicinais nas cidades de Goiás e Pirenópolis, Estado de Goiás. **Revista Ciências Farmacêuticas**. v.20, n.2. p: 431-447. 1995.

RODRIGUES, V.E.G.; CARVALHO, D.A. Levantamento etnobotânico de plantas medicinais no domínio do cerrado na região do Alto Rio Grande - Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v.25, n.1, p.102-123, 2001.

SANTOS, C. C., *et al.* NMR assignments and X-ray diffraction spectra for two unusual kaurene diterpenes from *Erythroxylum barbatum*. **Magnetic Resonance In Chemistry**, [s.l.], v. 43, n. 12, p.1012-1015, 2005. Wiley.

SANTOS, C. C., LIMA, M. A. S.; SILVEIRA, E. R., Micromolecular secondary metabolites of *Erythroxylum barbatum*. **Biochemical Systematics And Ecology**, [s.l.], v. 31, n. 6, p.661-664, jun. 2003.

SANTOS, L. L.; *et al.* Levantamento etnobotânico de plantas ornamentais na cidade de Ipameri – GO. **Anais do VIII Seminário de Iniciação Científica e V Jornada de Pesquisa e Pós-Graduação**. UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS. 10 a 12 de novembro de 2010.

SHI, S. *et al.* Identification of antioxidants from *Taraxacum mongolicum* by high-performance liquid chromatography–diode array detection–radical-scavenging detection–electrospray ionization mass spectrometry and nuclear magnetic resonance experiments. **Journal Of Chromatography A**, [s.l.], v. 1209, n. 1-2, p.145-152, out. 2008.

SILVA, A.J.R. e ANDRADE, L.H.C. Etnobotânica nordestina: estudo comparativo da relação entre comunidades e vegetação na Zona do Litoral – Mata do Estado de Pernambuco, Brasil. 2005. **Acta Botanica Brasilica** v 19 p. 45-60.

SILVA, C. S. P. e PROENÇA, C. E. B. Uso e disponibilidade de recursos medicinais no município de Ouro Verde de Goiás, GO, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, [s.l.], v. 22, n. 2, p.481-492, jun. 2008. FapUNIFESP (SciELO).

SILVA, G. L., *et al.* Modulation of the multidrug-resistance phenotype by new tropane alkaloid aromatic esters from *Erythroxylum pervillei*. **Journal Of Natural Products**, [s.l.], v. 64, n 12, pp. 1514-1520, 2001

SILVA, J.O.; SOUZA, P.S. Levantamento etnobotânico das plantas medicinais utilizadas pela população da Vila Canaã, região sudeste, Goiânia, Goiás. **Ciência Agrotécnica**, v.32, p.87-88, 2007.

SILVA, L., **Desenvolvimento da antera e do grão de pólen em espécies de Erythroxylum P. Browne (Erythroxylaceae)**. 2013. 57 p. Dissertação (Mestrado em Botânica Aplicada) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

SILVA, M. A. B. *et al.* Levantamento etnobotânico de plantas utilizadas como anti-hiperlipidêmicas e anorexígenas pela população de Nova Xavantina-MT, Brasil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, [s.l.], v. 20, n. 4, p.549-562, set. 2010.

SILVA, N. C. B. *et al.* Uso de plantas medicinais na comunidade quilombola da Barra II – Bahia, Brasil. **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas**. v. 11, n. 5, p. 435 – 453, 2012.

SILVA, N. L. A. *et al.* Triagem fitoquímica de Plantas do Cerrado da Área de Proteção Ambiental Municipal do Inhamum, Caxias, Maranhão. **Scientia Plena**, v.6, n.2, p.1-17, 2010.

SILVA, R. C. *et al.* Plantas medicinais utilizadas na saúde da mulher: riscos na gravidez. **Diálogos & Ciência**, [s.l.], v. 10, n. 32, p.243-246, 1 dez. 2012. Faculdade de Tecnologia e Ciências. SILVA, R. P.; ALMEIDA, A. K. P.; ROCHA, F. A. G. **Os riscos em potencial do uso indiscriminado de plantas medicinais**. p. 1-7. 2010. Disponível em: <<http://congressos.ifal.edu.br/index.php/connepi/CONNEPI2010/paper/viewFile/676/407>>. Acesso em 20 jan. 2017.

SILVERSTEIN, R. M.; WEBSTER, F. X.; KIEMLE, D. J.. **Identificação Espectrométrica de Compostos Orgânicos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2006. 530 p. Tradução de R. B. Alencastro.

SPITZER, C. M. O. S. V., Óleos voláteis In: SIMÕES, C. M. O. *et al.* **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6. ed. 1ª reimp – Porto Alegre: Editora da UFRGS; Florianópolis: Editora d UFSC, 2010.

STEHMANN, J. R.; SOBRAL, M. Biodiversidade no Brasil. In: SIMÕES, C. M. O., *et al* (Org.). **Farmacognosia: Do produto natural ao Medicamento**. Porto Alegre: Artmed, 2017. Cap. 1. p. 1-10.

TRESVENZOL, L. M.; *et al.* Estudo Sobre o Comércio Informal de Plantas Medicinais Em Goiânia e Cidades Vizinhas. **Revista Eletrônica de Farmácia**. v 3, n. 1, p. 22-28, 2006.

TURNER, C. E., ELSOHLY, M. A., HANUS, L., ELSOHLY, H. N. ISOLATION of dihidrocuscohygrine from peruvian coca leaves, **Phytochemistry**, v. 20, n. 6, p. 189-195, 1981.

UBERLÂNDIA, Palinoteca do Instituto de Biologia da Universidade de (Org.). **Erythroxylum campestre A. St.-Hill**. 2016. RCPol - Rede de Catálogos Polínicos online. Disponível em: <[http://chaves.rcpol.org.br/profile/species/eco/eco:pt-BR:Erythroxylum campestre%20campestre](http://chaves.rcpol.org.br/profile/species/eco/eco:pt-BR:Erythroxylum%20campestre%20campestre)>. Acesso em: 12 jun. 2018.

UFRGS - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (Rio Grande do Sul). Ministério da Educação. **Bioprospecção**. 2017. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/patrimoniogenetico/conceitos-e-definicoes/bioprospeccao>>. Acesso em: 20 jan. 2017.

VEIGA JUNIOR, V. F. Estudo do consumo de plantas medicinais na Região Centro-Norte do Estado do Rio de Janeiro: aceitação pelos profissionais de saúde e modo de uso pela população. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, [s.l.], v. 18, n. 2, p.308-313, jun. 2008.

VERDE, G. M. V.; PAULA, J. R.; CANEIRO, D. M. Levantamento etnobotânico das plantas medicinais do cerrado utilizadas pela população de Mossâmedes (GO). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, [s.l.], v. 13, p.64-66, 2003.

VON POSER, G. L., A quimiotaxonomia na sistemática dos seres vivos. In: SIMÕES, C. M. O., *et al* (Org.). **Farmacognosia: Do produto natural ao Medicamento**. Porto Alegre: Artmed, 2017. Cap. 3. p. 23-28.

WERNER, D. **Onde não há médico**. São Paulo: Paulus, 1994.

YUNES, R. A.; e CALIXTO, J. B.. **Plantas Medicinais sob a Ótica da Química Moderna**, Chapecó-SC: Argos, 2001.

ZUANAZZI, J. A. S. *et al.* Alkaloids of *Erythroxylum* (Erythroxylaceae) species from Southern Brazil. **Biochemical Systematics And Ecology**, [s.l.], v. 29, n. 8, p.819-825, ago. 2001.

ZUANAZZI. J. A. S.; MONTANHA, J. A. ; ZUCOLOTTO, S. M. Flavonoides. In: SIMÕES, C. M. O., *et al* (Org.). **Farmacognosia: Do produto natural ao Medicamento**. Porto Alegre: Artmed, 2017. Cap. 1. p. 1-10.