

1ª edição

# A QUÍMICA DOS CANABINOIDES POR TRÁS DA MACONHA - UMA LIÇÃO PARA A VIDA

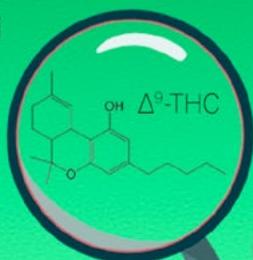
coleção  
química  
forense

VOL  
07

Bruna Cameiro Pires  
Diemerson Saccheto  
Nayara Araujo dos Santos  
Tailla Conti Bergamini Terzi  
Wanderson Romão



Versão e-book



INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

Tailla Conti Bergamini Terci

Bruna Carneiro Pires

Diemerson Sacchetto

Nayara Araujo dos Santos

Wanderson Romão

Química Forense

Volume 7:

**A química dos canabinoides por trás da maconha- uma  
lição para a vida**

**1º Edição  
Vitória  
2022**

## Autores



### **Tailla Conti Bergamini Terci**

Graduada em Química (2015) pelo Instituto Federal do Espírito Santo (IFES). Pós graduada em Ensino de Química (2021) pelo Instituto Prominas (Faculdade Única) e também em Gestão de Segurança dos Alimentos (2022) pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (SENAC). Atualmente é mestranda do Mestrado Profissional em Química (ProfQui) do IFES. Atua como docente da rede Estadual desde o ano de 2019. Também docente da Faculdade Pitágoras, nos cursos de Biomedicina, Farmácia, Odontologia, Fisioterapia e Medicina Veterinária.



### **Nayara Araujo dos Santos**

Graduada em Química (2015) pelo Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), Mestre (2018) e Doutora (2022) em Química pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), com pesquisas desenvolvidas na área de Química Analítica, subárea Química Forense. Especialização (em andamento) na área de educação e divulgação em ciências (EDIV) pelo Ifes.



### **Bruna Carneiro Pires**

Graduada em Química Bacharelado (2014) pela Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), Mestra (2016) e Doutora (2021) em Ciências também pela Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), com pesquisas desenvolvidas na área de Química de Materiais e Analítica, Realização de estágio de pós-doutoramento no período de 2021 a 2022 pelo Programa de Pós-Graduação em Química (PPGQUI) da UFES.

### **Diemerson Sacchetto**



Diretor Geral e Professor-Pesquisador do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES - campus Vila Velha), com atuação nos Cursos Técnicos, nas Graduações, nas especializações em formação de professores (EDIV e EISMA), no Doutorado/Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática (Educimat), Mestrado em Ensino de Humanidades (PPGEH) e no Mestrado em Ensino de Química (PROFQui). Pós-doutorado e Doutorado em Psicologia, Mestrado em História Social e Política (UFES). Especialista em Gestão de Políticas Públicas; Especialista em Educação de Jovens e Adultos; Especialista em Filosofia e Psicanálise; MBA em Gestão Escolar (USP); Bacharel e Licenciado em Filosofia pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF); Psicólogo formado pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES); Bacharel em Direito (UFES). Tem experiência nos seguintes temas: Psicologia Social (Representações Sociais e Identidade Social); Ensino, História e Filosofia das Ciências; Formação de Professores; Gênero e Religião. Ex-presidente do Conselho Regional de Psicologia do ES (CRP-16) - gestão 2016-2019.



### **Wanderson Romão**

Graduado em Química (2006) pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Mestre em Química (2009) e Doutor em Ciências (2010) pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). No período de 2011 a 2012 realizou estágio de pós-doutoramento pelo Programa de Pós-Graduação em Química (PPGQUI) da UFES. Professor docente do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) - Campus Vila Velha, desde 2012. Professor permanente do PPGQUI UFES, desde 2011. Atualmente é coordenador do Laboratório de Petroquímica e Forense ([petroforense.ufes.br](http://petroforense.ufes.br)), Diretor de Pesquisa, Pós-Graduação e Extensão do IFES Campus Vila Velha (2017-atual) e membro afiliado da Academia Brasileira de Ciências (ABC), desde 2021.



Editora do Instituto Federal de Educação, Ciência  
e Tecnologia do Espírito Santo  
R. Barão de Mauá, nº 30 - Jucutuquara  
29040-689 - Vitória - ES  
www.edifes.ifes.edu.br | editora@ifes.edu.br

**Reitor:** Jadir José Pela

**Pró-Reitor de Administração e Orçamento:** Lezi José Ferreira

**Pró-Reitor de Desenvolvimento Institucional:** Luciano de Oliveira Toledo

**Pró-Reitora de Ensino:** Adriana Pionttkovsky Barcellos

**Pró-Reitor de Extensão:** Lodovico Ortlieb Faria

**Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação:** André Romero da Silva

**Coordenador da Edifes:** Adonai José Lacruz

### Conselho Editorial

Aldo Rezende \* Aline Freitas da Silva de Carvalho \* Aparecida de Fátima Madella de Oliveira  
\* Felipe Zamborlini Saiter \* Gabriel Domingos Carvalho \* Jamille Locatelli \* Marcio de Souza  
Bolzan \* Mariella Berger Andrade \* Ricardo Ramos Costa \* Rosana Vilarim da Silva \* Rossanna  
dos Santos Santana Rubim \* Viviane Bessa Lopes Alvarenga.

### Dados internacionais de Catalogação na Publicação (Biblioteca do Campus Vila Velha)

T315q Terci, Tailla Conti Bergamini.

A química dos canabinoides por trás da maconha : uma lição para a vida.  
1. ed. / Tailla Conti Bergamini Terci ... [et al]. – Vila Velha:  
Edifes Acadêmico, 2022.

73 p.: il.; col., 30 cm.

Inclui bibliografia.

ISBN: 978-85-8263-633-6 (E-Book)

Coleção Química Forense; v. 7.

Grupo de pesquisa Petroleônica e Forense

1. Química - Estudo e ensino. 2. História em quadrinhos - Ensino. 3.  
Drogas. I. Programa de Pós-Graduação Profissional em Química. II. Título.  
III. Instituto Federal do Espírito Santo.

CDD: 540.7

Bibliotecária: Valéria Rodrigues de Oliveira CRB6-ES nº 477

DOI: 10.36524/9788582636336

### Revisão de texto:

Bruna Carneiro Pires

Diemerson Sacchetto

Nayara Araujo dos Santos

Tailla Conti Bergamini Terci

Wanderson Romão

**Projeto gráfico:** Tailla Conti Bergamini Terci

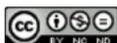
**Diagramação:** Diego Figueiredo da Silva

**Capa:** Tailla Conti Bergamini Terci

**Imagem de capa:** Tailla Conti Bergamini Terci

*Dados internacionais de Catalogação na Publicação Bibliotecária: Camila Rodrigues  
Quaresma Martins - CRB6-ES nº 963*

*Esta obra está licenciada com uma Licença Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0  
Brasil.*



Caro leitor,

O sétimo volume da coletânea de histórias em quadrinhos sobre Química Forense intitulado em "A química dos canabinoides por trás da maconha - uma lição para a vida" apresenta uma proposta divertida e inédita, que possibilita, com uma linguagem simples e científica, o aprendizado sobre uma subárea das Ciências Forenses, as drogas de abuso, que demanda de muitos conhecimentos de biológicos, farmacêuticos e químicos. Neste cenário, este livro tem como público alvo estudantes de ensino médio, e todos os amantes de HQ e deste assunto abordado, que acompanharão um importante aventura do perito estagiário Henrique, personagem principal, e da perita Elisa, especialista em Toxicologia Forense. A aventura trata-se de um estudante que foi pego comprando uma substância suspeita na saída do horário de aula, na qual foi enviada para análise para confirmação da droga de abuso maconha. Diante da ação policial e o estudo científico dos peritos associados a conhecimentos de Toxicologia Forense, o caso torna-se possível de ser desvendado e provado. Análises laboratoriais e investigações são traçadas, até que ao final tenha-se a produção de um laudo pericial, que reúne todos os indícios e provas relatados por profissionais em segurança pública. Isto é, um final surpreendente, você não pode ficar de fora dessa! Venha solucionar este caso com o perito estagiário Henrique!

Boa leitura!

*Wanderson Romão*

---

Prof. Dr. Wanderson Romão

Instituto Federal do Espírito Santo, IFES - Campus Vila Velha

<http://lattes.cnpq.br/9121022613112821>

## Corpo Editorial

### Nayara Araujo dos Santos

Graduada em Química (2015) pelo Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), Mestre (2018) e Doutora (2022) em Química pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), com pesquisas desenvolvidas na área de Química Analítica, subárea Química Forense. Especialização (em andamento) na área de educação e divulgação em ciências (EDIV) pelo Ifes.

### Rayana Alvarenga Costa

Técnica em Química pelo Instituto Federal do Espírito Santo - IFES (2009). Graduada em Licenciatura em Química pelo Instituto Federal do Espírito Santo - IFES (2014). Mestre em Química pela Universidade Federal do Espírito Santo (2016) com dissertação intitulada "Análise de resíduo de disparo de armas de fogo utilizando ICP-MS: caracterização de munições limpas." Doutora em Química (Ufes) onde desenvolveu pesquisa na área de química forense utilizando app de smartphone associado a análises quimiométricas. Tem experiência na área de Química Analítica: preparo de soluções/padrões, análise instrumental por ICP-MS e ICP OES, análises físico-química de água e efluentes e tratamento de dados.

### Hildegardo Seibert França

Possui graduação em Farmácia Industrial pela Universidade Federal Fluminense (2003), mestrado em Química de Produtos Naturais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2005) e doutorado em Química de Produtos Naturais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2010). Atualmente é professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES). Tem experiência na área de Farmácia, com ênfase em Farmacognosia, Química de Produtos Naturais e Farmacobotânica atuando principalmente nos seguintes temas: Controle de Qualidade de Medicamentos Fitoterápicos e Drogas Vegetais, Isolamento e elucidação estrutural de substâncias de Plantas Superiores, Ensaios Biológicos.

## 2. Ilustrações

Pixton (<https://www.pixton.com/>)

## 3. Diagramação

Tailla Conti Bergamini Terzi

## PERSONAGENS:

**Perita  
Clara**



**Estagiário  
Henrique**



**Traficante  
João**



**Estudante  
Israel**



**Estudante  
Paulo**



**Policial  
Joaquim**



**Policial  
Elisa**





Durante a ronda dos policiais houve um acontecimento com um dos alunos da escola.







Israel caminhou em direção a esquina da escola onde está localizado um ponto de ônibus. Mas a polícia fazia patrulha por toda a rua.



E aí, *brother*? Me passa o bagulho bem rápido. Eu não quero demorar. Você tomou cuidado para ninguém nos notar?

Claro que tomei, cara! Tenho certeza que você vai gostar bastante desta maconha. Em breve irá me retornar.



O policial Joaquim percebeu que Israel não havia ido embora como de costume, porém conseguiu avistá-lo e notou que ele estava conversando com um suspeito já conhecido na região. Então, decidiu se aproximar.





Israel ficou quieto.



Israel, isso não é coisa para você.  
Parece muito com maconha.  
Precisaremos enviar o material  
para o laboratório de química legal  
para confirmar a composição.



Vocês  
precisarão nos  
acompanhar até  
a delegacia.





No caminho para a delegacia.





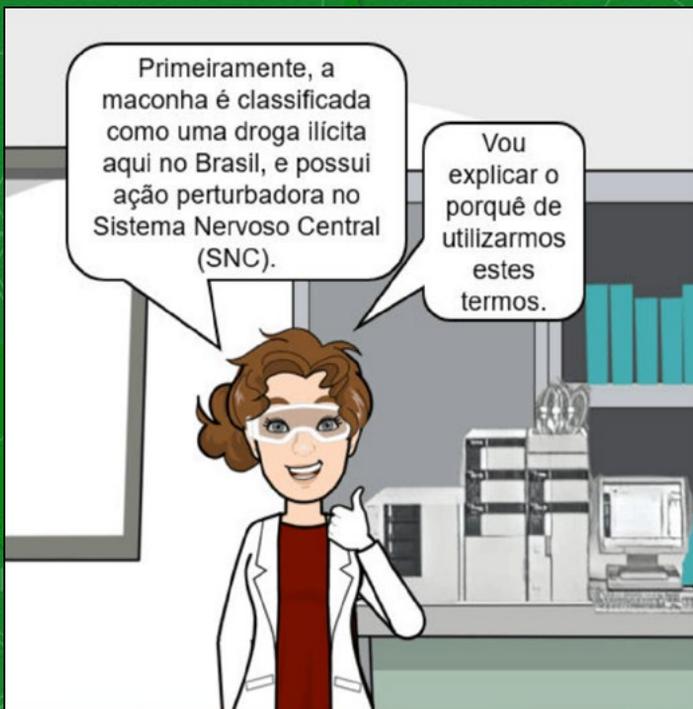
Mais tarde, no laboratório de perícia criminal...

Nos laboratórios de análises.









Primeiramente, a maconha é classificada como uma droga ilícita aqui no Brasil, e possui ação perturbadora no Sistema Nervoso Central (SNC).

Vou explicar o porquê de utilizarmos estes termos.



Segundo a OMS (Organização Mundial da Saúde), “droga é toda substância natural ou sintética que introduzida no organismo vivo, pode modificar uma ou mais de suas funções.”

Além disso, as drogas também são classificadas de acordo com sua legalidade e ação no SNC.



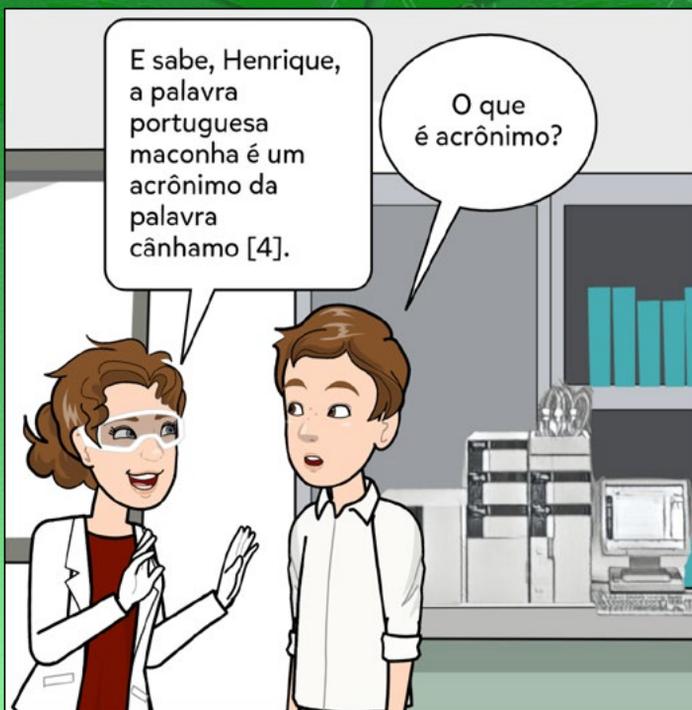
Olha aqui no notebook. Esta é a classificação das drogas quanto a legalidade [1].

LEGALIDADE	DEFINIÇÃO
LÍCITA	Incluem substâncias como o álcool, nicotina, cafeína, entre outros.
ILÍCITA	São aquelas que a comercialização é proibida pela justiça. Também são conhecidas como drogas de abuso e causam forte dependência.

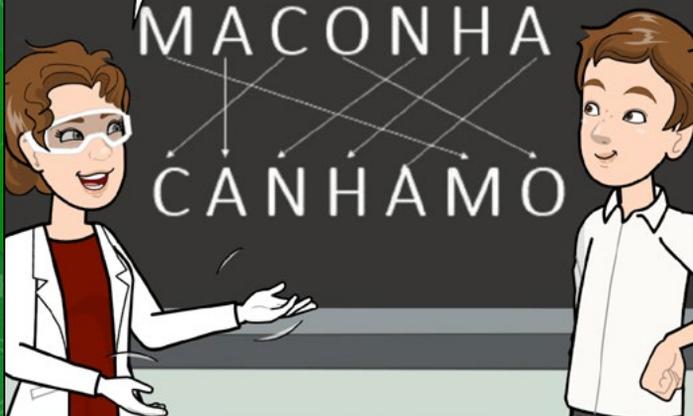


Aqui está a classificação de acordo com a ação no organismo [2].

Tipo de droga	Ação no SNC
Depressora	Inibem os mecanismos cerebrais; causam sonolência e diminuição da atividade motora.
Estimulante	Produzem sensação de bem estar e euforia; aumentam o estado de alerta, a atividade motora e a estimulação cardiovascular.
Perturbadora	São alucinógenas e produzem alterações qualitativas no SNC.



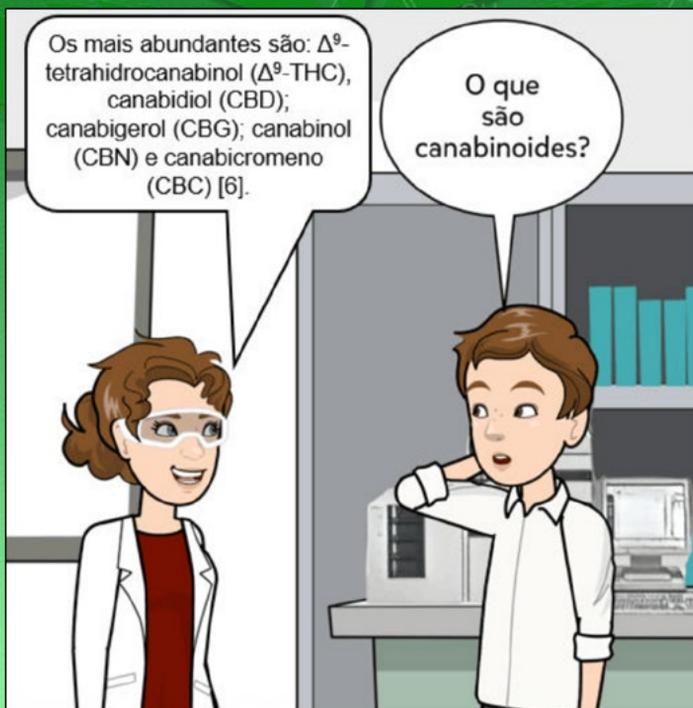
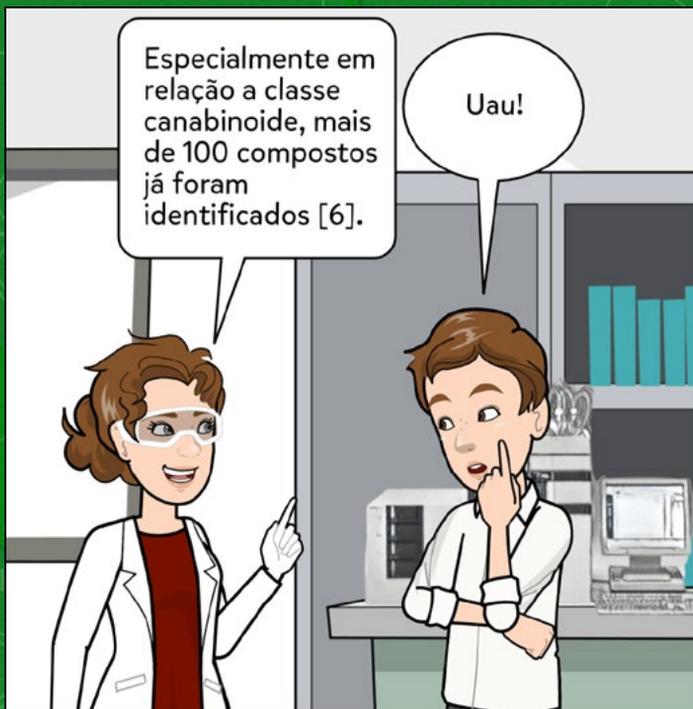
Quando as palavras possuem as mesmas letras, mas em ordens diferentes, chamamos de acrônimo.

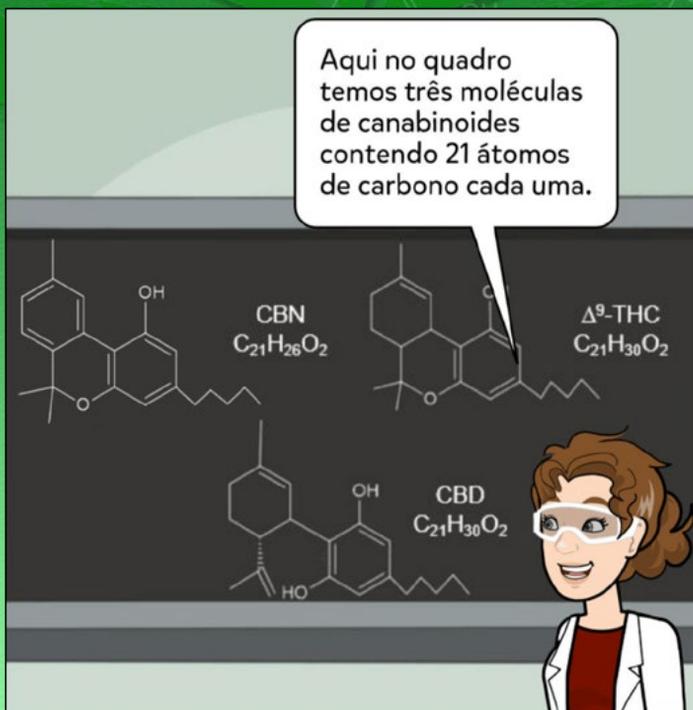


Uma outra coisa interessante da maconha são os sintomas causados ao fazer o uso desta droga.

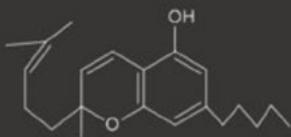




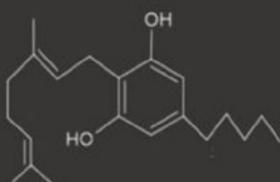




Aqui temos mais dois exemplos. Além disso, temos as representações das fórmulas estruturais e moleculares destes mesmos canabinoides.



CBC  
 $C_{21}H_{30}O_2$



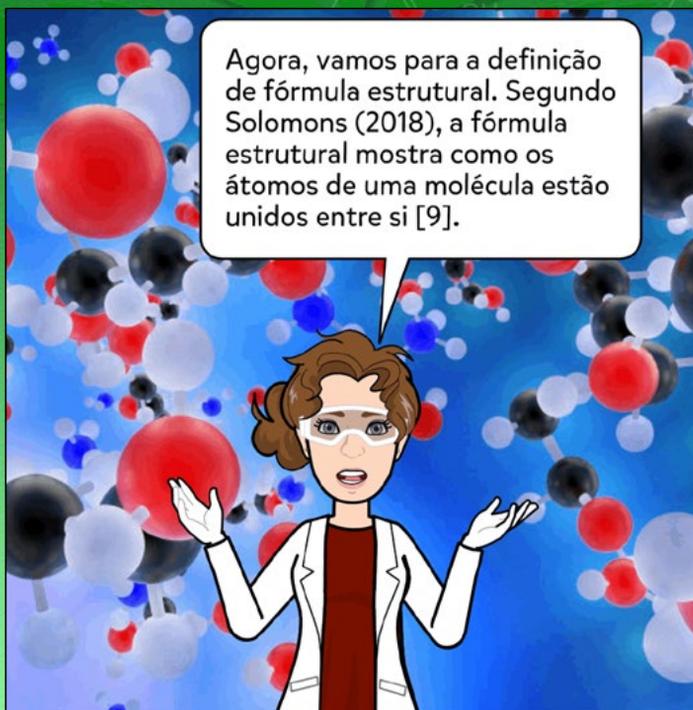
CBG  
 $C_{21}H_{32}O_2$



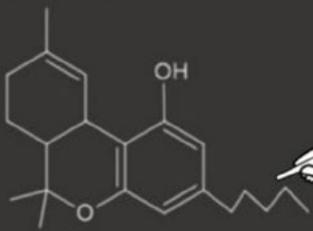
Você lembra o que são fórmulas moleculares e estruturais?

Nossa, Clara, não. Você pode me ensinar?





Fórmula estrutural:



Fórmula molecular:  
 $C_{21}H_{30}O_2$

Aqui temos o exemplo do  $\Delta^9$ -THC.



E agora, Henrique! Conseguiu lembrar?

Sim. Mas olhando as fórmulas moleculares dos canabinoides CBC, CBD e  $\Delta^9$ -THC notamos que são idênticas. E agora?







Veja, Henrique, se calcularmos a massa molecular do  $\Delta^9$ -THC obteremos 314g.

Uau!

<table border="1"> <tr> <td colspan="18"> <table border="1"> <tr> <td>1</td><td colspan="16"></td><td>2</td> </tr> <tr> <td>3</td><td>4</td><td colspan="14"></td><td>10</td> </tr> <tr> <td>11</td><td>12</td><td colspan="14"></td><td>18</td> </tr> <tr> <td>19</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td> </tr> <tr> <td>37</td><td>38</td><td>39</td><td>40</td><td>41</td><td>42</td><td>43</td><td>44</td><td>45</td><td>46</td><td>47</td><td>48</td><td>49</td><td>50</td><td>51</td><td>52</td><td>53</td><td>54</td> </tr> <tr> <td>55</td><td>56</td><td>72</td><td>73</td><td>74</td><td>75</td><td>76</td><td>77</td><td>78</td><td>79</td><td>80</td><td>81</td><td>82</td><td>83</td><td>84</td><td>85</td><td>86</td><td>87</td> </tr> <tr> <td>89</td><td>90</td><td>104</td><td>105</td><td>106</td><td>107</td><td>108</td><td>109</td><td>110</td><td>111</td><td>112</td><td>113</td><td>114</td><td>115</td><td>116</td><td>117</td><td>118</td><td>119</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>																		<table border="1"> <tr> <td>1</td><td colspan="16"></td><td>2</td> </tr> <tr> <td>3</td><td>4</td><td colspan="14"></td><td>10</td> </tr> <tr> <td>11</td><td>12</td><td colspan="14"></td><td>18</td> </tr> <tr> <td>19</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td> </tr> <tr> <td>37</td><td>38</td><td>39</td><td>40</td><td>41</td><td>42</td><td>43</td><td>44</td><td>45</td><td>46</td><td>47</td><td>48</td><td>49</td><td>50</td><td>51</td><td>52</td><td>53</td><td>54</td> </tr> <tr> <td>55</td><td>56</td><td>72</td><td>73</td><td>74</td><td>75</td><td>76</td><td>77</td><td>78</td><td>79</td><td>80</td><td>81</td><td>82</td><td>83</td><td>84</td><td>85</td><td>86</td><td>87</td> </tr> <tr> <td>89</td><td>90</td><td>104</td><td>105</td><td>106</td><td>107</td><td>108</td><td>109</td><td>110</td><td>111</td><td>112</td><td>113</td><td>114</td><td>115</td><td>116</td><td>117</td><td>118</td><td>119</td> </tr> </table>																		1																	2	3	4															10	11	12															18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	89	90	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	<table border="1"> <tr> <td><b>H</b></td> </tr> <tr> <td>1,00794g</td> </tr> <tr> <td>Hidrogênio</td> </tr> </table>		<b>H</b>	1,00794g	Hidrogênio	<table border="1"> <tr> <td><b>C</b></td> </tr> <tr> <td>12,0107g</td> </tr> <tr> <td>Carbono</td> </tr> </table>		<b>C</b>	12,0107g	Carbono	<table border="1"> <tr> <td><b>O</b></td> </tr> <tr> <td>15,9994g</td> </tr> <tr> <td>Oxigênio</td> </tr> </table>		<b>O</b>	15,9994g	Oxigênio
<table border="1"> <tr> <td>1</td><td colspan="16"></td><td>2</td> </tr> <tr> <td>3</td><td>4</td><td colspan="14"></td><td>10</td> </tr> <tr> <td>11</td><td>12</td><td colspan="14"></td><td>18</td> </tr> <tr> <td>19</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td> </tr> <tr> <td>37</td><td>38</td><td>39</td><td>40</td><td>41</td><td>42</td><td>43</td><td>44</td><td>45</td><td>46</td><td>47</td><td>48</td><td>49</td><td>50</td><td>51</td><td>52</td><td>53</td><td>54</td> </tr> <tr> <td>55</td><td>56</td><td>72</td><td>73</td><td>74</td><td>75</td><td>76</td><td>77</td><td>78</td><td>79</td><td>80</td><td>81</td><td>82</td><td>83</td><td>84</td><td>85</td><td>86</td><td>87</td> </tr> <tr> <td>89</td><td>90</td><td>104</td><td>105</td><td>106</td><td>107</td><td>108</td><td>109</td><td>110</td><td>111</td><td>112</td><td>113</td><td>114</td><td>115</td><td>116</td><td>117</td><td>118</td><td>119</td> </tr> </table>																		1																	2	3	4															10	11	12															18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	89	90	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119																																	
1																	2																																																																																																																																																													
3	4															10																																																																																																																																																														
11	12															18																																																																																																																																																														
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36																																																																																																																																																													
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54																																																																																																																																																													
55	56	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87																																																																																																																																																													
89	90	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119																																																																																																																																																													
<b>H</b>																																																																																																																																																																														
1,00794g																																																																																																																																																																														
Hidrogênio																																																																																																																																																																														
<b>C</b>																																																																																																																																																																														
12,0107g																																																																																																																																																																														
Carbono																																																																																																																																																																														
<b>O</b>																																																																																																																																																																														
15,9994g																																																																																																																																																																														
Oxigênio																																																																																																																																																																														



Aqui estão os elementos que constituem o  $\Delta^9$ -THC e suas respectivas massas atômicas.

Aqui está sua fórmula molecular e estrutural, e o cálculo da massa molecular.

$\Delta^9$ -TCH  
 $C_{21}H_{30}O_2$

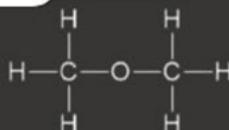
C=12g x 21=252g  
H=1g x 30=30g  
O=16g x 2=32g  
MM= 314g

Henrique, além disso, você sabia que os compostos com mesma fórmula molecular são chamados de isômeros?

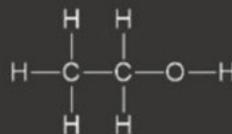
Vixe, o que é isso?

Uma das definições de isomeria é quando tem-se duas ou mais substâncias, que apresentam a mesma fórmula molecular e diferentes fórmulas estruturais.

Veja este exemplo.



etoxietano



etanol

Aqui temos os tipos de isomeria.

TIPOS DE ISOMERIA

CONSTITUCIONAL

ESTEREOISOMERIA

CIS/TRANS

CENTROS ASSIMÉTRICOS

A isomeria constitucional se divide nestes cinco tipos.

**ISOMERIA  
CONSTITUCIONAL**

CADEIA  
POSIÇÃO  
FUNÇÃO  
METAMERIA  
TAUTOMERIA

Na isomeria de cadeia os isômeros possuem a mesma função química e cadeias carbônicas diferenciadas [9].

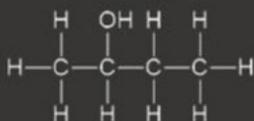


Metilciclopentano

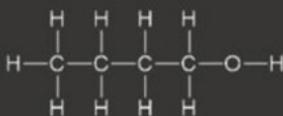


Cicloexano

Um outro tipo, a isomeria de posição, a diferença está na posição que a insaturação, a ramificação ou o grupo funcional ocupa na cadeia de carbonos [9].

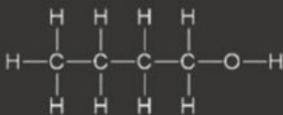


Butan-2-ol

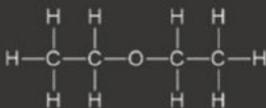


Butan-1-ol

Na isomeria de função a diferença está nos grupos funcionais [9].

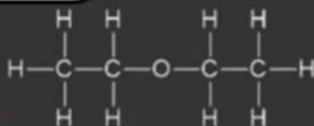


Função: álcool

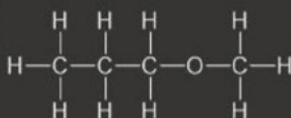


Função: éter

A metameria ocorre quando os isômeros pertencem à mesma função orgânica, mas diferem na posição de um heteroátomo na cadeia carbônica [11].



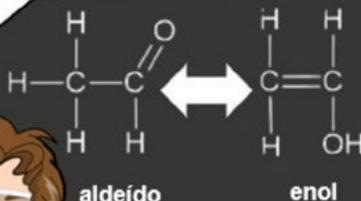
**Etóxietano**



**Metóxipropano**

Heteroátomo:  
átomo diferente  
de carbono na  
cadeia principal  
(O, S, N, P).

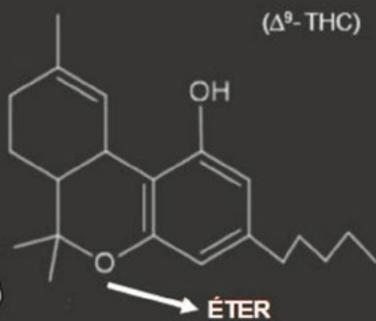
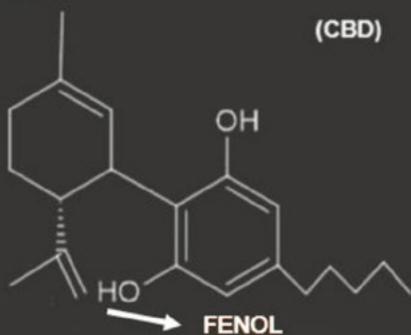
E por fim, a tautomeria é um caso especial de isomeria de função em que um dos isômeros é quimicamente mais estável do que o outro, o que faz com que eles entrem em equilíbrio, mesmo pertencendo a funções químicas diferentes [11].



Por exemplo, o  $\Delta^9$ -THC e CBD, são isômeros planos de função.

Você pode me explicar melhor, Clara?

Vamos olhar  
melhor esses dois  
canabinoides. Em que  
eles se diferenciam?



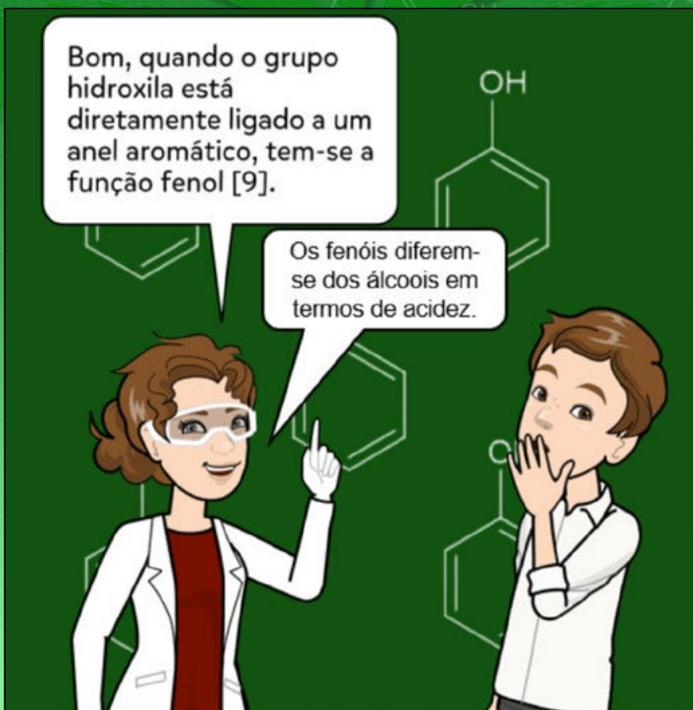
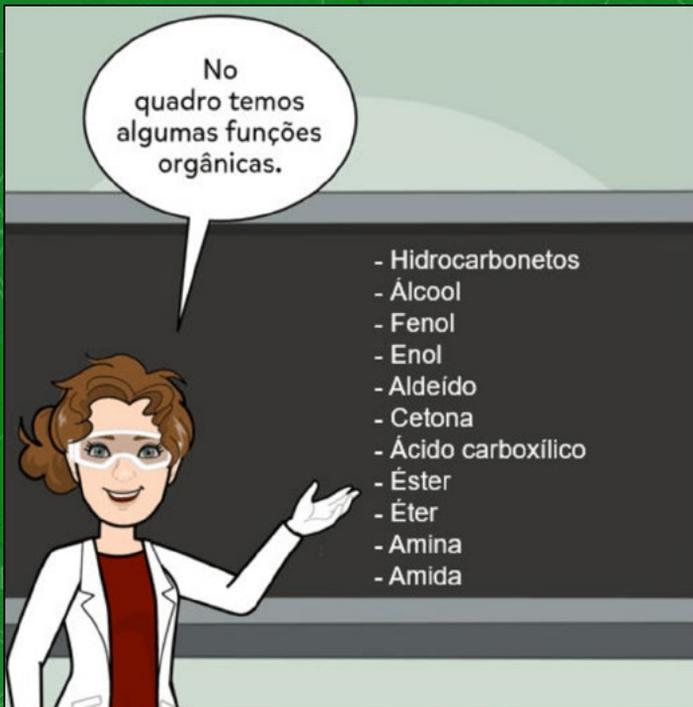


No quadro temos algumas funções orgânicas.

- Hidrocarbonetos
- Álcool
- Fenol
- Enol
- Aldeído
- Cetona
- Ácido carboxílico
- Éster
- Éter
- Amina
- Amida

Bom, quando o grupo hidroxila está diretamente ligado a um anel aromático, tem-se a função fenol [9].

Os fenóis diferem-se dos álcoois em termos de acidez.



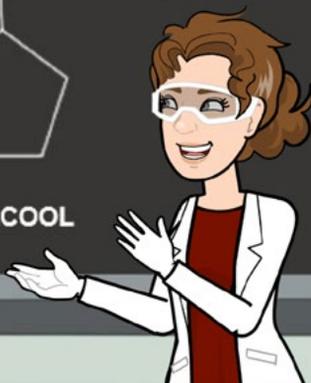
Aqui temos um fenol e um álcool, e podemos observar que a hidroxila do álcool está ligada a uma cadeia saturada.



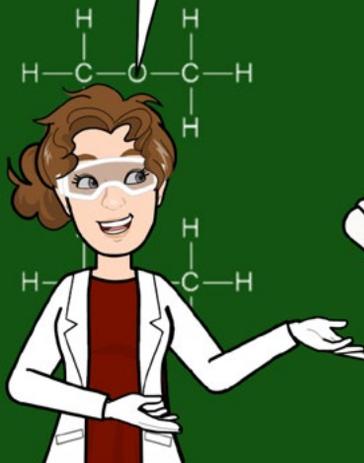
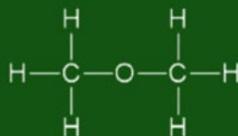
FENOL



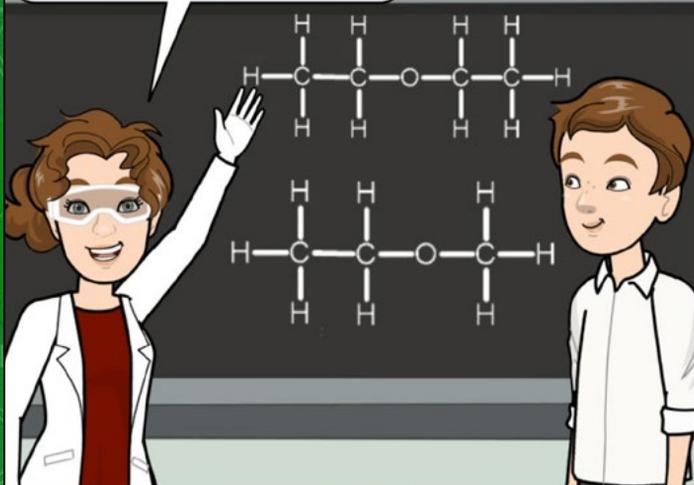
ÁLCOOL



Já os éteres, têm fórmula geral  $R-O-R$  ou  $R-O-R'$ , em que R pode ser um grupo alquila ou fenila diferente de  $R'$  [9].



Neste exemplo, na primeira estrutura os radicais são iguais, ao contrário da segunda estrutura, em que temos radicais diferentes.



Além disso, temos outro tipo de isomeria, a molécula  $\Delta^9$ -THC possui um estereoisômero.

Hum, é mesmo?

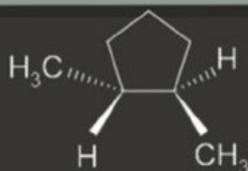


Estereoisômeros, um outro tipo de isomeria, são moléculas que possuem a mesma conectividade, mas os átomos têm arranjos diferentes no espaço [11].

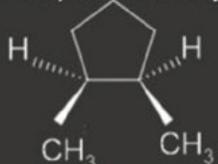
Um exemplo de estereoisômeros são os isômeros geométricos. E eles podem ser distinguidos pelos prefixos *cis* e *trans* [11].



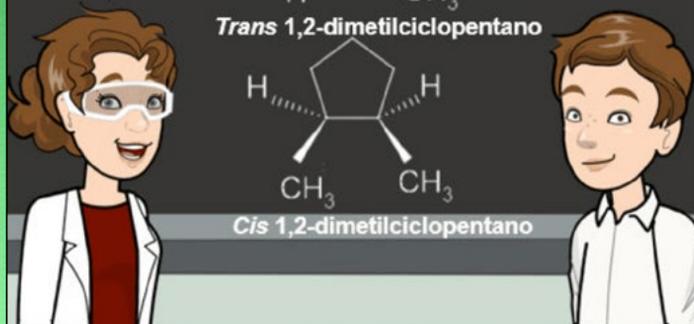
Neste exemplo de estereoisômeros, temos uma isomeria geométrica com compostos *cis* e *trans*.



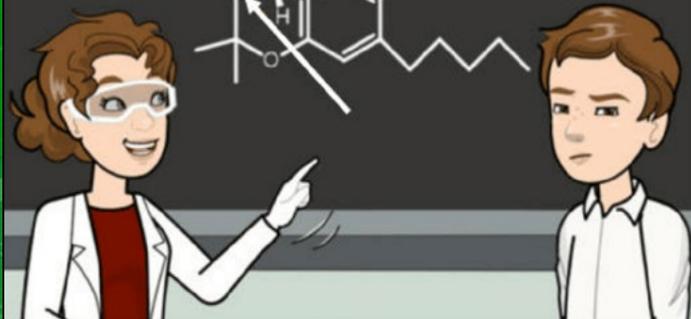
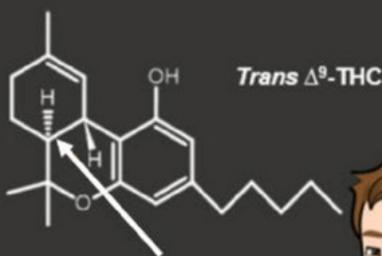
*Trans* 1,2-dimetilciclopentano



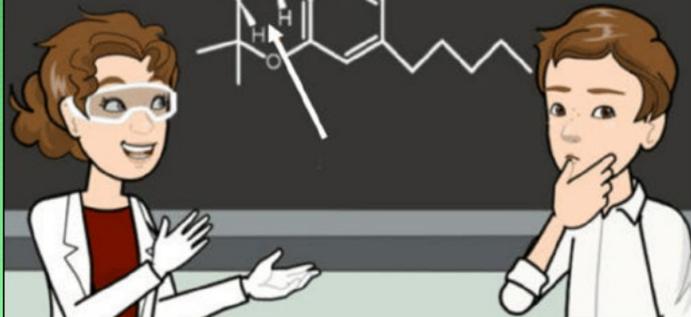
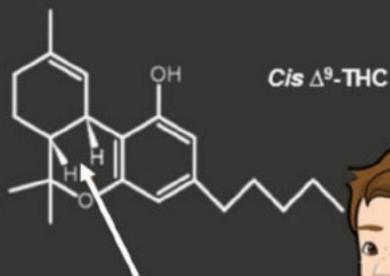
*Cis* 1,2-dimetilciclopentano



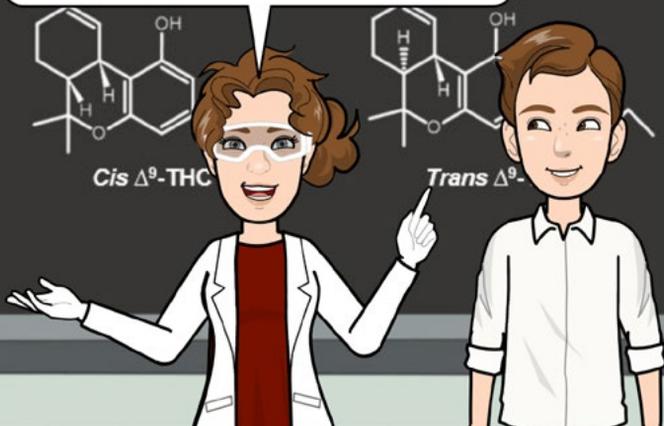
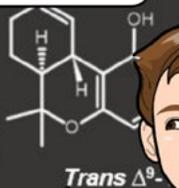
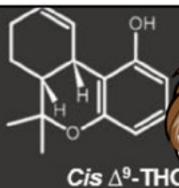
Observe a estereoisomeria no  $\Delta^9$ -THC. A diferença está entre os carbonos apontados pela seta.



No *trans* os hidrogênios estão em planos diferentes, ao contrário do que ocorre no composto *cis*.



Além disso, as diferentes disposições espaciais dos átomos podem provocar alterações nas propriedades físicas das moléculas como, por exemplo, na temperatura de ebulição, resultando na diferença de polaridade destes compostos.

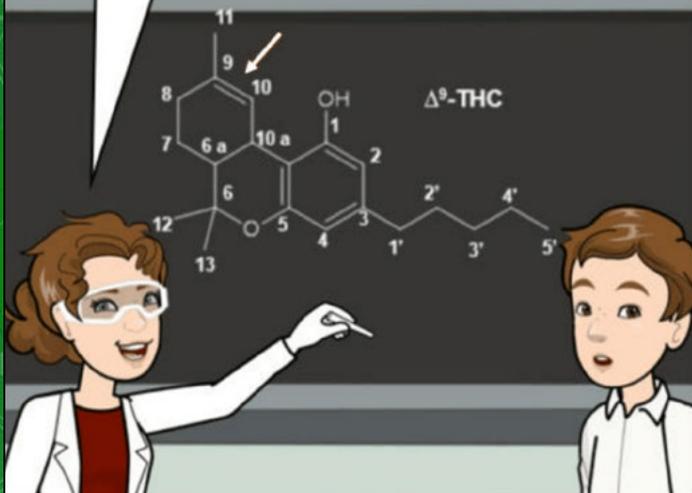


O  $\Delta^9$ -THC possui também um isômero de posição.

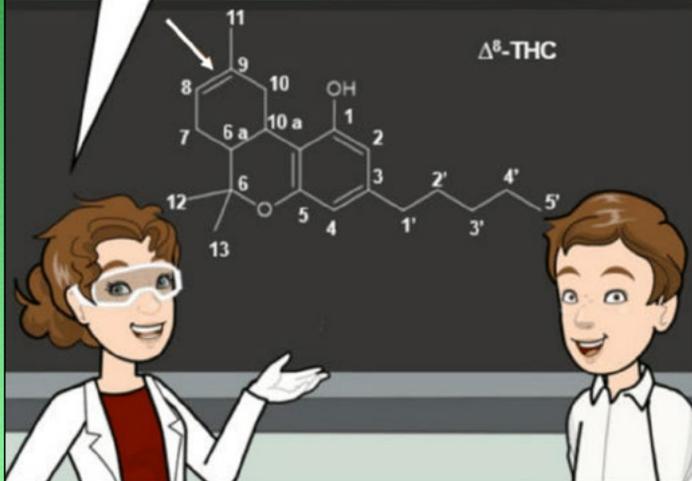
Caramba, estou sem palavras!

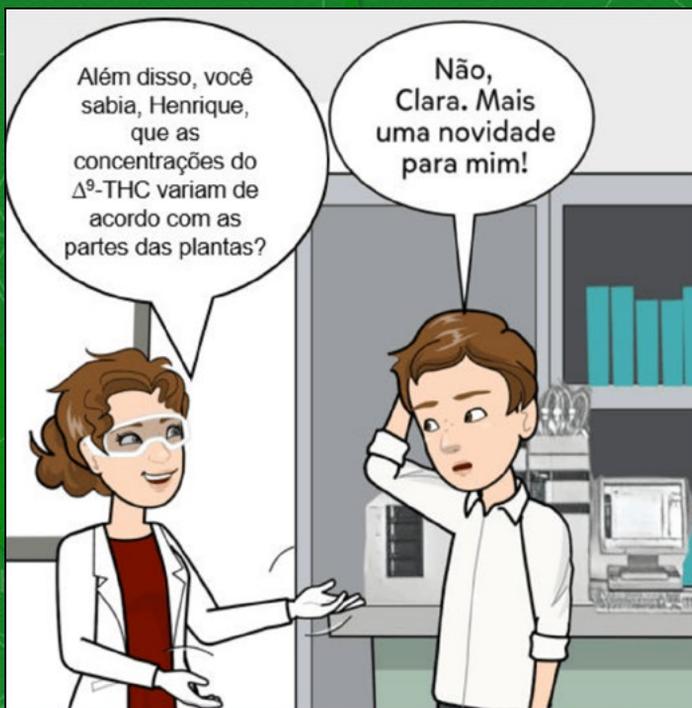


Observe as setas, Henrique. No  $\Delta^9$ -THC a dupla ligação está no carbono de número 9.



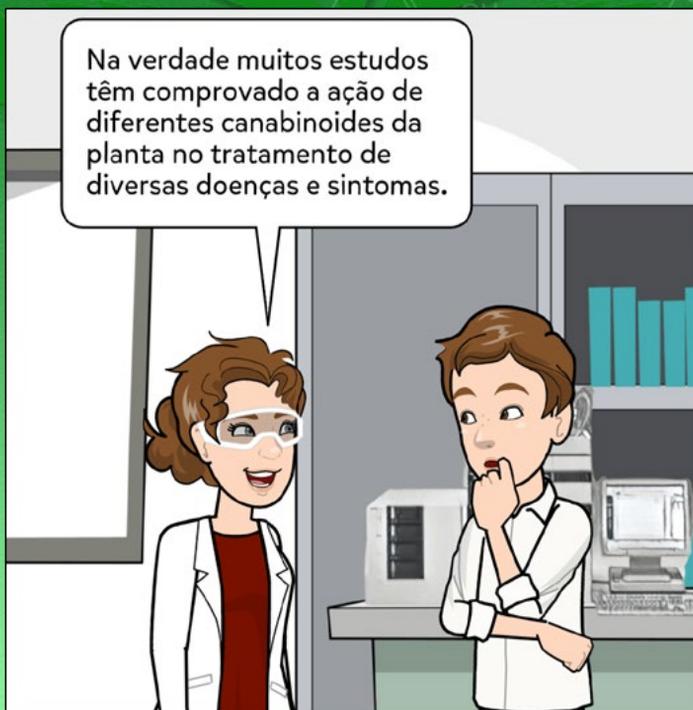
Já no  $\Delta^8$ -THC, a dupla ligação está no carbono de número 8.





				
<b>Flores</b>	<b>Folha</b>	<b>Caule</b>	<b>Raiz</b>	<b>Semente</b>
10-12% $\mu\text{g/g}$	1-2% $\mu\text{g/g}$	0,1- 0,3% $\mu\text{g/g}$	<0,03% $\mu\text{g/g}$	Sem concentração definida.





Embora o  $\Delta^9$ -THC seja o componente psicotrópico da planta, o CBD exerce vários efeitos farmacológicos, como a ação antiinflamatória, diabetes, câncer e doenças neurodegenerativas, entre outros [13].



Agora vamos para as nossas análises.

Vamos lá, Clara!





Neste ensaio colorimétrico a reação ocorre em meio alcalino e tem início quando o sal *Fast Blue B* reage com os canabinoides extraídos da amostra suspeita em etapa anterior.

Com isso, uma nova molécula (complexo: sal e canabinoide) com coloração avermelhada indica um resultado positivo.



A coloração formada é resultante da combinação das cores produzidas pela reação do sal com diferentes canabinoides (THC=vermelho; CBN=púrpura e CBD=laranja) [14].



**Pesar 100 mg da amostra suspeita.**

**Adicionar 2mL de éter de petróleo.**

**Transferir 300  $\mu$ l do extrato para o papel de filtro.**

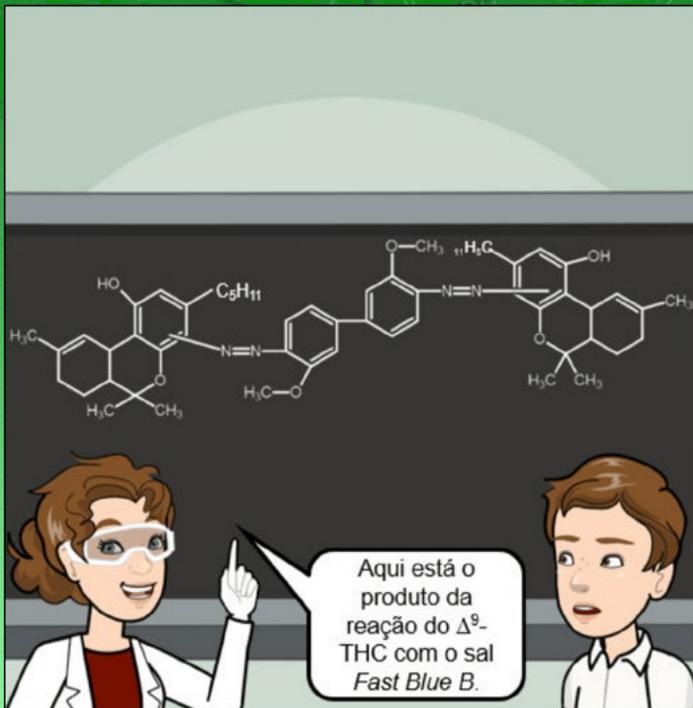
**Adicionar 5 gotas do Fast Blue B.**

Seguiremos os seguintes procedimentos para nossa análise.

Alguns minutos depois!



Veja,  
Henrique! Temos  
o resultado da  
análise colorimétrica.

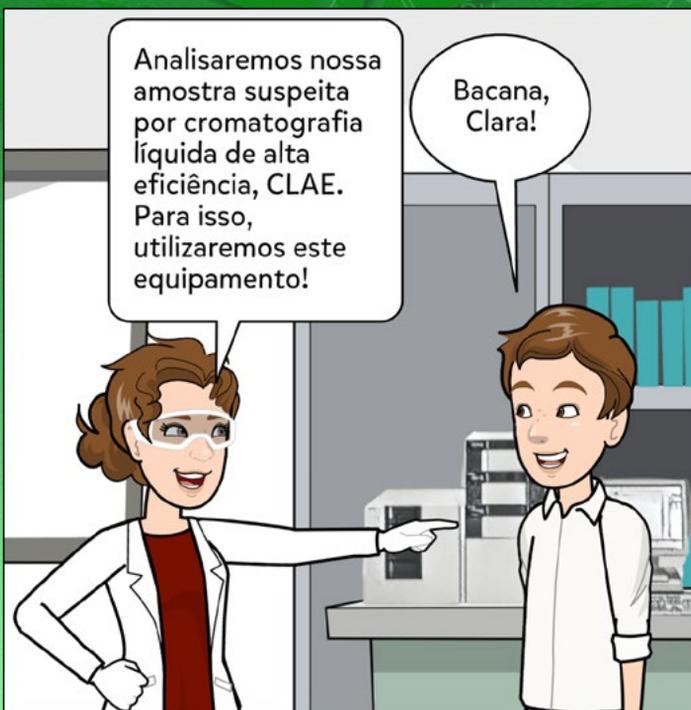


Apesar da coloração apontar um possível resultado positivo, apenas essa resposta não é suficiente. Por isso, faremos um teste mais conclusivo. Vamos voltar para a outra parte do laboratório.

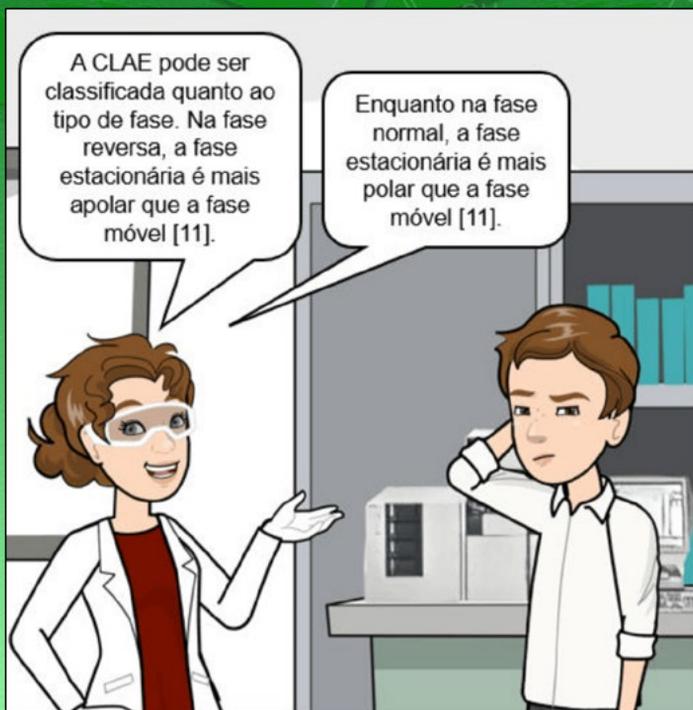


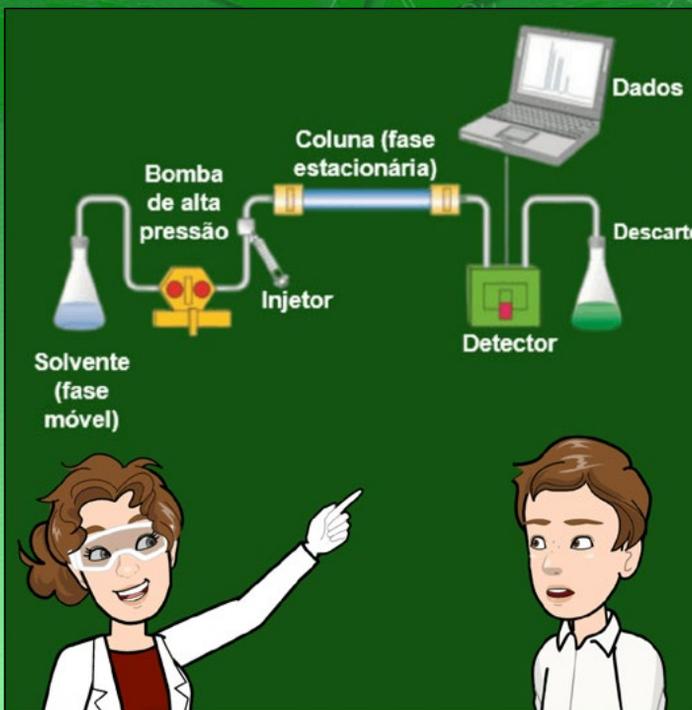
Analisaremos nossa amostra suspeita por cromatografia líquida de alta eficiência, CLAE. Para isso, utilizaremos este equipamento!

Bacana, Clara!









Após injeção e interação com a fase estacionária, a amostra chega ao detector que detectará os sinais mostrados no computador.

Nós utilizaremos o padrão de  $\Delta^9$ -THC para comparação e comprovação do resultado obtido na análise da amostra.



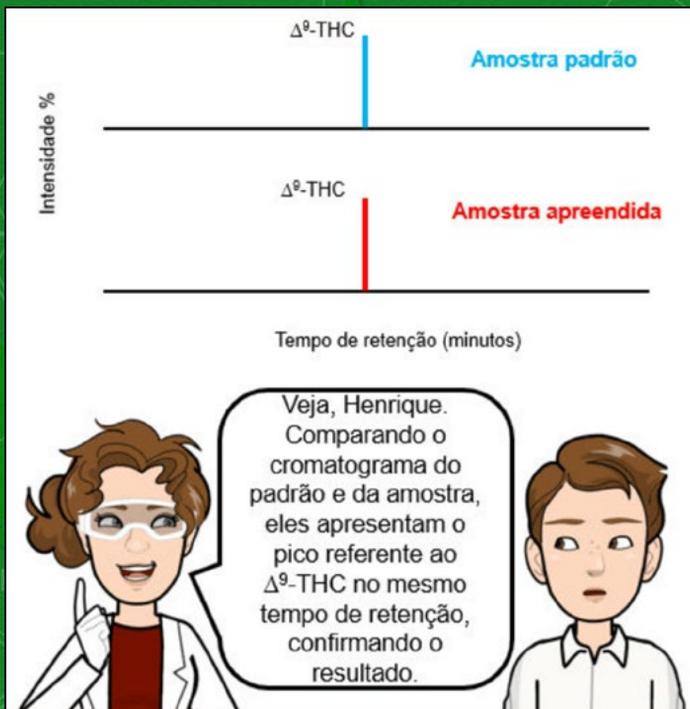
Após injetar o padrão de  $\Delta^9$ -THC por CLAE-EM com  $m/z$  313, que será nosso sinal de referência, vamos injetar nossa amostra suspeita.

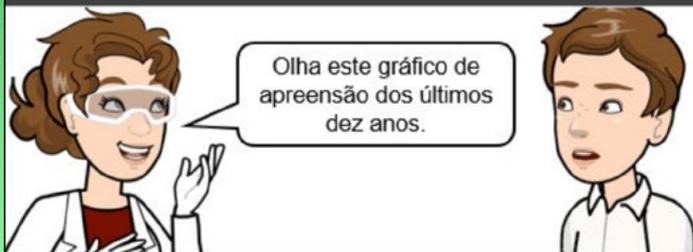




Algum tempo depois.

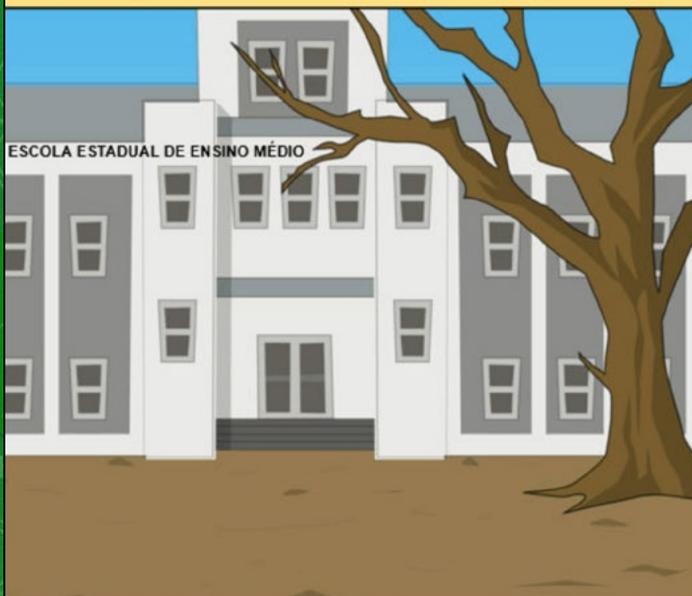








Após o ocorrido, o patrulhamento foi intensificado na região e a escola iniciou campanhas de conscientização sobre drogas em parceria com a segurança pública.



No escritório da polícia.



No escritório da polícia.

Conforme as diretrizes do delegado o suspeito será transferido para o sistema prisional e o estudante cumprirá medidas educativas já que é menor de idade.

Vou avisar a escola.



Este crime se enquadra na Lei 11.343, de 23 de agosto de 2006, conhecida como Lei das Drogas. Diante da confirmação das análises, foi feito os procedimentos conforme esta lei. Este é o nosso dever!



## Atividades:



Que tal exercitarmos o que aprendemos sobre a droga de abuso maconha?

QUESTÃO 1: Analise as afirmativas abaixo e assinale "V" para verdadeiro e "F" para falso.

- ( ) A maconha é uma droga estimulante e ilícita.
- ( ) A maconha é produzida a partir da planta *Cannabis sativa* Linnaeus.
- ( ) A *Cannabis* possui apenas canabinoide em sua composição química.

QUESTÃO 2: O que é um canabinoide? Mencione um exemplo de canabinoide apresentado na HQ.

---



---

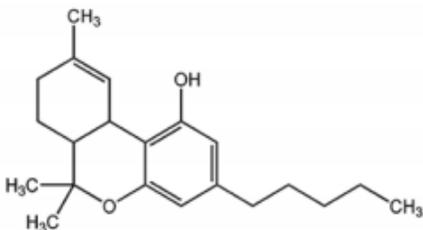


---



---

QUESTÃO 3: Sabe-se que o  $\Delta^9$ -THC é um dos componentes da maconha e sua fórmula estrutural está representada abaixo:

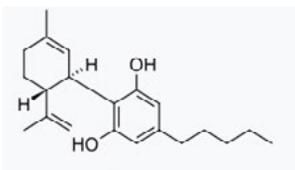


A partir desta imagem, identifique em qual das alternativas abaixo está a correta representação da fórmula molecular do  $\Delta^9$ -THC:

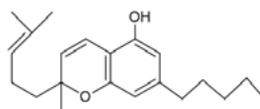
- a)  $C_{21}H_{27}O_2$
- b)  $C_{21}H_{28}O_3$
- c)  $C_{22}H_{27}O_2$
- d)  $C_{22}H_{30}O_3$
- e)  $C_{21}H_{30}O_2$

QUESTÃO 4: A partir das fórmulas estruturais dos compostos abaixo, identifique se são ou não isômeros. Justifique a sua resposta. Em caso afirmativo, determine também qual o tipo de isomeria existente.

CBD



CBC




---

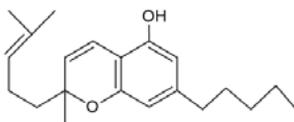


---



---

QUESTÃO 5: Um dos componentes da maconha é o canabinoide CBC (estrutura representada a seguir). Assinale a alternativa correspondente as funções orgânicas presentes nesta molécula:



- a) Álcool e fenol.
- b) Álcool e ácido carboxílico.
- c) Éter e fenol.
- d) Álcool e éter.
- e) Álcool e amina.

QUESTÃO 6: Calcule a massa molecular do canabinoide CBN, sabendo que sua fórmula molecular é:  $C_{21}H_{26}O_2$ . (Dados: C=12g; H=1g; O=16g)

---

---

---

QUESTÃO 7: A *Cannabis* possui diferentes teores de  $\Delta^9$ -THC (principal composto psicoativo da planta) em sua estrutura. Cite as regiões da planta que possuem do menor ao maior teor (ordem crescente) desta molécula.

---

---

---

QUESTÃO 8: A respeito da temática abordada na HQ: "A química dos canabinoides por trás da maconha - uma lição para a vida", volume 7, responda:

a) Qual é o nome do teste colorimétrico, que ocorre em meio alcalino, cuja reação é atribuída à natureza fenólica dos canabinoides?

---

b) Qual o nome da técnica cromatográfica altamente eficiente na detecção de diversos compostos orgânicos, incluindo o  $\Delta^9$ -THC?

---

QUESTÃO 9: Aprendemos alguns conceitos e palavras na HQ: "A química dos canabinoides por trás da maconha - uma lição para a vida". Encontre essas palavras no caça-palavras abaixo:

U T E I U T O E U A R P  
N A O H E O H E D N T E  
E N E M A U S E P S E R  
S A C O A D T Q I S G T  
O Ã Ç A R T X E A H O U  
I R E I N L P F B S E R  
H E O R T N E I O C A B  
T D F E R E A F D K G A  
A T E M E E M B O S P D  
A H N O C A M E I U E O  
N N O S A A S E S S A R  
Z N L I T A D N G H L A

CANNABIS  
EXTRAÇÃO

FENOL  
ISOMERIA

MACONHA  
PERTURBADORA

QUESTÃO 10: Qual lei ficou conhecida como "Lei das Drogas"?

---

---

---

---

---

## VOCÊ SABIA!?

A Cannabis foi umas das primeiras plantas cultivadas sem o propósito de servir de alimento, e sim de produzir, no início, fibra para fiação de tecido e, mais tarde, a fabricação de papel.

Posteriormente outros de seus produtos, como as sementes, foram utilizadas na alimentação humana e animal.

As espécies femininas são mais ricas em compostos psicoativos comparadas às espécies masculinas.



## VOCÊ SABIA!?

Podemos utilizar as matrizes biológicas para detecção da maconha. Que pode ser através dos fluidos corporais ou amostras de queratina (cabelo ou pelos).

Os fluidos corporais apresentam uma janela de detecção muito pequena se comparada as amostras de queratina.

A detecção na saliva, por exemplo, é entre 12 e 24 horas após o uso, enquanto nos cabelos, o período é de 1 a 6 meses.



## Glossário:

**$\Delta^9$ -tetrahidrocabinol ( $\Delta^9$ -THC):** principal substância psicoativa da planta *Cannabis* e da droga maconha.

**Acrônimo:** Palavra que se forma pela junção das primeiras letras ou das sílabas iniciais de um grupo de palavras, de uma expressão.

**Alcalino:** possui caráter básico.

**Alucinógena:** Diz-se das substâncias que provocam alucinações artificiais ou estados eufóricos.

**Analitos:** Componente de uma amostra que é alvo de análise ou tem interesse para uma análise.

**Anorexígenos:** Que provoca a anorexia: medicamento anorexígeno.

**Apolar:** sem polos.

**Cadeia carbônica:** conjunto de átomos de carbono e de heteroátomos que compõem as moléculas orgânicas.

**Cafeína:** molécula alcaloide do café.

**Canabicromeno:** substância presente na *Cannabis* e na maconha, que pertence a uma família de compostos orgânicos conhecida como canabinoide.

**Canabidiol:** composto que está presente na *Cannabis* amplamente utilizado para fins medicinais.

**Canabigerol:** composto que está presente na *Cannabis* e tem sido estudado como analgésico não psicoativo.

**Canabinoide:** (fitocanabinoides) grupos de compostos terpenofenólicos isolados da *Cannabis sativa* L.

**Canabinol:** canabinoide. Composto que está presente na *Cannabis*, e principal produto da degradação do  $\Delta^9$ -THC.

**Cannabis:** gênero de Angiosperma que inclui três variedades principais diferentes: *Cannabis sativa*, *Cannabis indica* e *Cannabis ruderalis*.

**Compostos nitrogenados:** composto químico orgânico que contém átomos de nitrogênio em sua estrutura.

**Cromatografia líquida de alta eficiência:** é um método de separação de compostos químicos em solução, onde a separação ocorre por meio da ação de uma fase móvel (FM) a uma fase estacionária (FE).

**Cromatograma:** é a representação gráfica (normalmente intensidade x tempo de retenção) do resultado em análise por cromatografia, ou seja, resposta obtida pelo detector em função do tempo à concentração de analito.

**Detector:** responsáveis pela detecção dos componentes (analitos) de uma amostra durante sua eluição.

**Dioicas:** plantas que apresentam flores femininas e masculinas.

**Eluidos:** separação de uma mistura de partículas.

**Éter de petróleo:** solvente orgânico utilizado em processos de extração de compostos polares. Uma mistura de hidrocarbonetos, composta principalmente pelo pentano e o hexano, que se obtém na destilação do petróleo.

**Extração:** ato ou efeito de extrair.

**Extrato etéreo:** contém substâncias extraídas pelo éter (solvente).

**Farmacológico:** relativo à farmacologia.

**Fase estacionária:** em cromatografia, refere-se a um sólido ou um líquido imobilizado no qual os analitos são distribuídos durante a passagem da fase móvel.

**Fase móvel:** em cromatografia, trata-se do líquido ou gás que arrasta o analito através da fase estacionária líquida ou sólida.

**Fast Blue B:** teste colorimétrico para identificação de canabinoide em amostras suspeitas de maconha ou outros derivados ilícitos da *Cannabis*.

**Flavonoides:** substâncias de origem vegetal. Metabólitos secundários da classe dos polifenóis e que possuem baixo peso molecular.

**Função química:** é um agrupamento de substâncias que apresentam propriedades semelhantes (grupos funcionais).

**Grupo funcional:** agrupamento de átomos que aparece na estrutura da cadeia carbônica e que é responsável pela semelhança no comportamento químico de uma série de compostos.

**Heteroátomo:** qualquer átomo de um composto orgânico que não seja carbono ou hidrogênio.

**Hidrocarbonetos:** substância ou composto formado por átomos de carbono e de hidrogênio.

**Isótopos:** são átomos de um mesmo elemento químico que possuem a mesma quantidade de prótons (mesmo número atômico), mas diferenciam-se pelo número de massa.

**Insaturação:** condição do composto orgânico formado por duas ou três ligações entre carbonos.

**Laudo:** texto que contém um parecer técnico.

**Letargia:** incapacidade de reagir e de expressar emoções; apatia, inércia e/ou desinteresse.

**Lícita:** conforme com a lei.

**Maconha:** um dos principais produtos ilícitos (drogas de abuso) derivado da planta *Cannabis*.

**Média ponderada:** é a soma dos produtos, dos valores pelos seus pesos, dividido pela soma dos pesos.

**Metanol:** álcool metílico. Um dos principais solventes orgânicos utilizados em amostras polares.

**Molécula:** grupamento de dois ou mais átomos, unidos por ligações covalentes.

**Nicotina:** substância orgânica nitrogenada, pertencente ao grupo alcaloide.

**Papel de filtro:** papel poroso que serve para filtrar líquidos.

**Polar:** que possui polos.

**Psicoativo:** que atua no sistema nervoso central.

**Ramificação:** espécies orgânicas que aparecem substituindo um ou mais átomos de hidrogênio de uma cadeia de hidrocarbonetos, elas também são conhecidas como Grupos orgânicos substituintes.

**Saturada:** que possui ligações simples entre carbonos.

**Sistema nervoso central:** é a parte do sistema nervoso formada pelo encéfalo e pela medula espinhal.

**Solvente:** substância que dissolve o soluto em uma solução, está presente em maior quantidade do que o soluto.

**Taquicardia:** Aceleração da frequência cardíaca, dos batimentos, do ritmo das pulsações cardíacas que, normalmente, se refere ao que está acima de cem batimentos por minuto.

**Temperatura de ebulição:** temperaturas que determinados líquidos passam para o estado gasoso.

GABARITO:

- 1- F, V, F
- 2- O termo "canabinoide" refere-se não apenas às substâncias químicas isoladas da *Cannabis sativa* L., compostos terpenofenólicos, mas também aos seus derivados e produtos de transformação.
- 3- Letra E
- 4- Os compostos são isômeros pois apresentam a mesma fórmula molecular, sendo presente a isomeria de função.
- 5- Letra C.
- 6- C:  $12 \times 21 = 252\text{g}$   
H:  $1 \times 26 = 26\text{g}$   
O:  $16 \times 2 = 32\text{g}$   
Logo, a massa molecular é igual a 310g.
- 7- A ordem crescente das partes das plantas com teor do  $\Delta^9$ -THC nas plantas é: semente, raiz, caule, folha e flores.
- 8- a) *Fast Blue B*  
b) Cromatografia líquida de alta eficiência.
- 9-

Chegou a hora de conferir os resultados!



P  
E  
R  
T  
U  
R  
B  
A  
D  
O  
R  
A

C  
O  
O  
A  
Ç  
A  
R  
T  
X  
E  
I  
N  
R  
N  
F  
E  
A  
E  
M  
B  
A  
H  
N  
O  
C  
A  
M  
I  
O  
S  
L  
I

## Referência:

- 1- PASSAGLI, Marcos. Toxicologia Forense: Teoria e Prática. 2. ed. Campinas, São Paulo: Millennium, 2009. p. 50-180.
- 2-LIMA, Eloisa Helena de. EDUCAÇÃO EM SAÚDE E USO DE DROGAS: UM ESTUDO ACERCA DA REPRESENTAÇÃO DA DROGA PARA JOVENS EM CUMPRIMENTO DE MEDIDAS EDUCATIVAS. 2013. 246 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências na Área de Concentração Saúde Coletiva., Fundação Oswaldo Cruz, Belo Horizonte, 2013.
- 3- United Nations Office On Drugs And Crime – UNODC, 2013 – Vienna. World Drug Report. Disponível em: <<http://www.unodc.org/unodc/index.html>>
- 4 - CARLINI, Elisaldo A.; RODRIGUES, Eliana; GALDURÓZ, José C. F. Cannabis sativa L. e substâncias canabinoides em medicina. Centro Brasileiro de Informações sobre drogas psicotrópicas - CEBRID. Departamento de psicologia, 2004.
- 5- MARIOTTI, K. C., MARCELO, M. C. A., ORTIZ, R. S., BORILLE, B. T., DOS REIS, M., FETT, M. S., LIMBERGER, R. P. Seized cannabis seeds cultivated in greenhouse: A chemical study by gas chromatography-mass spectrometry and chemometric analysis. *Sci. Justice*, 56(1), 35-41, 2016.
- 6- DE BACKER, B., MAEBE, K., VERSTRAETE, A. G., CHARLIER, C. Evolution of the Content of THC and Other Major Cannabinoids in Drug-Type Cannabis Cuttings and Seedlings During Growth of Plants. *J. Forensic Sci.*, 57(4), 918-922, 2012.
- 7- SKOOG, WEST, HOLLER, CROUCH, Fundamentos de Química Analítica, Tradução da 8ª Edição norte-americana, Editora Thomson, São Paulo-SP, 2006.
- 8- ATKINS, P.; JONES, L.; LAVERMAN, L. Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2018. 830 p.
- 9- SOLOMONS, T.W. Graham; SNYDER, C. R.; FRYHLE, Craig B. Química orgânica. 12. ed. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018. v. 1 / 2018.
- 10- USBERCO, João; Salvador, Edgard. Química Geral. 12ª.ed. São Paulo: Saraiva, 2006. 480 p.
- 11- SOLOMONS, T. W. G., FRUHLE, C. B., Química Orgânica, 7ª edição, LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S. A., Rio de Janeiro, 2001, p.76-77.
- 12 - United Nations Office On Drugs And Crime - UNODC, 2009. Recommended methods for the identification and analysis of cannabis and cannabis products. Manual for use by national drug analysis laboratories. Vienna. Disponível em: <http://www.unodc.org/unodc/en/data-and-analysis/WDR-2009.html>. Acesso em: 02 jan. 2018.
- 13- OLIVEIRA, M. Senado discute uso medicinal da maconha. Disponível em <<https://www12.senado.leg.br/noticias/infomaterias/2021/07/cannabis-medicinal-realidade-a-esperada-regulamentacao>> Acesso em 20 de dezembro de 2021.
- 14- BORDIN, Dayanne Cristiane; MESSIAS, Marcos; LANARO, Rafael; CAZENAVE, Sílvia Oliveira Santos; COSTA, José Luiz. Análise forense: pesquisa de drogas vegetais interferentes de testes colorimétricos para identificação dos canabinoides da maconha (Cannabis Sativa L.): pesquisa de drogas vegetais interferentes de testes colorimétricos para identificação dos canabinoides da maconha (cannabis sativa l.). *Química Nova*, [S.L.], v. 35, n. 10, p. 2040-2043, 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-40422012001000025>.
- 15 - DOS SANTOS, N. A. et al. Analysis of Isomeric Cannabinoid Standards and Cannabis Products by UPLC ESI TWIM-MS: a Comparison with GC MS and GC × GC-QMS. *Journal of the Brazilian chemical Society*. v. 30, n. 1, p. 60-70, jan. 2019. DOI: <https://doi.org/10.21577/0103-5053.20180152>.

O sétimo volume da coletânea de livros de Química Forense intitulado "A química dos canabinoides por trás da maconha - uma lição para a vida!" é resultado de um projeto de mestrado na área de Ensino de química do Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes) - campus Vila Velha, em parceria com o laboratório de Petroleômica e Forense ([http:// petroforense.ufes.br/](http://petroforense.ufes.br/)), vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes). Nesse volume, o 20º produto educacional do Ifes - VV, são apresentadas as etapas que norteiam desde a apreensão de um material suspeito até a conclusão do laudo pericial. Um diferencial evidente está nas abordagens científicas em relação as componentes presentes na planta utilizada na produção do material ilícito, curiosidades e algumas potencialidades. Todos os processos e procedimentos são apresentadas com uma linguagem simples e científica, e alguns conceitos e definições importantes são explorados nos diálogos, como: drogas de abuso, maconha, teste colorimétrico, cromatografia em camada delgada, cromatografia líquida acoplada a um espectrômetro de massas, entre outros, cooperando assim para a divulgação da ciência!

## REALIZAÇÃO



Edifes



UFES



INSTITUTO  
FEDERAL  
Espírito Santo



## APOIO



CAPES  
#88887.177382/2018-00



CNPq  
#465450/2014-8  
Conselho Nacional de Desenvolvimento  
Científico e Tecnológico



FAPERGS  
#17/2551-0000520-1



FUNDAÇÃO DE APOIO À PESQUISA DO ESPÍRITO SANTO