



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

BEATRIZ SPONHOLZ OLIVEIRA
JÉSSICA PEREZ MIYASATO

PADRONIZAÇÃO DA METODOLOGIA DE PREPARO DE AMOSTRAS VEGETAIS
DE *Cannabis sativa* APREENDIDAS NO ESTADO DO PARANÁ EM 2021 PARA
IDENTIFICAÇÃO POR ESPECTROMETRIA DE INFRAVERMELHO COM
TRANSFORMADA DE FOURIER (FT-IR)

CURITIBA

2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

BEATRIZ SPONHOLZ OLIVEIRA
JÉSSICA PEREZ MIYASATO

PADRONIZAÇÃO DA METODOLOGIA DE PREPARO DE AMOSTRAS VEGETAIS
DE *Cannabis sativa* APREENDIDAS NO ESTADO DO PARANÁ EM 2021 PARA
IDENTIFICAÇÃO POR ESPECTROMETRIA DE INFRAVERMELHO COM
TRANSFORMADA DE FOURIER (FT-IR)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
disciplina de Monografia do Curso de Farmácia,
Setor de Ciências da Saúde da Universidade
Federal do Paraná, como requisito parcial para
obtenção do grau de Bacharel em Farmácia.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Wagner

CURITIBA

2022

RESUMO

A maconha (*Cannabis sativa* L.) é um vegetal muito conhecido pelo uso recreativo e farmacológico, no entanto, por se tratar de uma droga ilícita no Brasil, é constantemente apreendida e analisada pelas Polícias Científicas (PCP). No Paraná, o Laboratório de Química da PCP é o órgão responsável por essas análises, e utiliza um equipamento categoria A para as análises, o Espectrômetro de Infravermelho com transformada de Fourier (FTIR). Por isso, tem-se a necessidade de padronizar a metodologia de análise dessas amostras vegetais pelo FTIR, a fim de se obter resultados fidedignos e reproduzíveis. As variáveis analisadas foram: aplicação do extrato no equipamento, quantidade de amostra, solvente extrator, volume de solvente e tempo de extração. Concluiu-se que as condições ótimas de análise são a aplicação em ângulo de 90°, pesando 300 mg de amostra, utilizando 600 µL de hexano, extraído pelo tempo de 2 horas.

Palavras chave: Espectrômetro de Infravermelho; *Cannabis sativa*; Padronização de preparo de amostras.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	- REPRESENTAÇÃO DO FTIR UTILIZADO NO TRABALHO	10
FIGURA 2	- FLUXOGRAMA DE PADRONIZAÇÃO DAS ANÁLISES	11
FIGURA 3	- ASPECTOS MORFOLÓGICOS DA <i>C. sativa</i> L	14
FIGURA 4	- ESTRUTURA QUÍMICA DOS METABÓLITOS SECUNDÁRIOS	15
FIGURA 5	- REAÇÃO DO SAL FAST AZUL B (TESTE KN) COM DUAS MOLÉCULAS DE THC	20
FIGURA 6	- TESTE COLORIMÉTRICO FAST BLUE B	20
FIGURA 7	- REAÇÃO DO TESTE DUQUENOIS-LEVINE, CONSTITUINTES DA <i>Cannabis sativa</i> L. E VANILINA	21
FIGURA 8	- ETAPAS DO TESTE DE DUQUENOIS-LEVINE	21
FIGURA 9	- DIFERENTES TONS DE ROXO PARA O TESTE DE DUQUENOIS - LEVINE	22
FIGURA 10	- DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE ESPECTRÔMETRO DE INFRAVERMELHO COM TRANSFORMADA DE FOURIER (FT-IR)	23
FIGURA 11	- ESPECTRO DE D9-THC POR INFRAVERMELHO	24

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	- TÉCNICAS ANALÍTICAS PARA IDENTIFICAÇÃO DE DROGAS	18
TABELA 2	- RESULTADOS OBTIDOS A PARTIR DAS DIFERENTES MASSAS	25
TABELA 3	- RESULTADOS OBTIDOS A PARTIR DE DIFERENTES SOLVENTES	26
TABELA 4	- RESULTADOS OBTIDOS A PARTIR DOS DIFERENTES VOLUMES	27
TABELA 5	- RESULTADOS OBTIDOS A PARTIR DOS DIFERENTES TEMPOS DE EXTRAÇÃO	27

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 OBJETIVOS	8
2.1 Objetivos gerais	8
2.2 Objetivos específicos	8
3 MATERIAIS E MÉTODOS	9
3.1 Sobre as amostras	9
3.2 Sobre o equipamento	9
3.3 Sobre o local do trabalho	10
3.4 Sobre os experimentos	11
3.4.1 Forma de aplicação do extrato no amostrador	11
3.4.2 Quantidade de amostra	12
3.4.3 Solvente extrator	12
3.4.4 Volume de solvente	12
3.4.5 Tempo de extração	12
3.4.6 Sobre as análises de dados	12
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
4.1 <i>Cannabis sativa</i> L.	14
4.2 Farmacologia dos canabinoides	17
4.3 Identificação da <i>Cannabis sativa</i>	19
4.3.1 Metodologias de identificação da <i>C. sativa</i>	20
4.4.1 Testes colorimétricos	20
4.4.2 Teste Fast Blue B	20
4.4.3 Teste Duquenois-Levine	22
4.5 Espectrômetro de Infravermelho com Transformada de Fourier (FT-IR)	24
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
6 CONCLUSÃO	30
REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

A classificação botânica da *Cannabis sativa* aconteceu em 1753, por Carolus Linnaeus ou Carl von Linné (1707-1778), e é popularmente conhecida no Brasil como maconha. Esse vegetal possui inúmeras formas de utilização há milhares de anos, abrangendo desde usos recreacionais até usos médicos, no entanto, atualmente, encontra-se categorizada como droga de controle especial, e, desde 1961, está presente na lista da Convenção Única sobre Entorpecentes da ONU (PASSAGLI; MARINHO, 2013).

C. sativa é uma planta herbácea anual, podendo chegar até 4 metros de altura, com folhas estipuladas, as inferiores são opostas e as superiores alternadas. Possui tricomas glandulares, inflorescências e fruto (LÓPEZ *et al.*, 2014).

Vários constituintes, com diferentes atividades psicoativas, podem ser extraídos da *C. sativa* L. possui 489 compostos já identificados, compreendendo terpenos, flavonoides, alcaloides, canabinoides, estilbenos, amidas fenólicas e linamidas. Os canabinoides são os metabólitos mais abundantes, sendo o *delta-9-tetrahydrocannabinol* (THC) o mais conhecido (LÓPEZ *et al.*, 2014).

Dentre os metabólitos secundários da *C. sativa* L., além do *delta-9-THC*, os outros mais frequentes são o canabidiol (CBD) e o canabinol CBN - que se diferenciam um pouco na estrutura química. Outros tipos de canabidiol, tal como o cannabigerol (CGB), canabicromeno (CBC) e canabinodiol (CBND) também são encontrados, em menor concentração (FLORES-SANCHEZ; VERPOORT, 2008).

Devido a suas propriedades entorpecentes, a *C. sativa* L. compõe a lista de substâncias controladas. É a droga ilícita mais cultivada, traficada e consumida do mundo, e dados da Polícia Federal mostram que, no Brasil, é a droga de maior apreensão em todas as regiões do país (BORDIN *et al.*, 2012).

A legislação que regulamenta a posse, cultivo e consumo da *Cannabis sativa* L. no Brasil é a Lei 11.343/2006. No entanto, para que a justiça possa atuar, o material apreendido deve ser devidamente analisado, a fim de comprovar a composição do mesmo, sendo feito por laboratórios oficiais (BRASIL, 2006).

No Paraná, o órgão responsável pela análise desse material é a Polícia Científica, constituída pelo Instituto de Criminalística (IC) e pelo Instituto Médico Legal (IML). O Instituto de Criminalística possui três departamentos, sendo eles de Toxicologia Forense, Biologia Molecular Forense e Química Forense.

A divisão de Química Forense é o ramo das ciências forenses voltado para a elaboração de provas materiais para a justiça poder atuar devidamente, através da análise de substâncias diversas em matrizes, tais como drogas lícitas e ilícitas, resíduos de incêndio, explosivos, tintas e fibras, entre outros (ROMÃO et al., 2011).

De acordo com a Scientific Working Group for the Analysis of Seized Drugs (SWGDRUG), é recomendado que, para liberação de um laudo, seja feita mais de uma análise do material, utilizando metodologias diferentes.

A PCP-PR detém de um equipamento que realiza uma análise aprofundada da amostra, sendo uma das melhores metodologias determinadas pelo SWGDRUG, o Espectrômetro de Infravermelho, mais especificamente o com transformada de Fourier (FT-IR).

A espectroscopia na região do Infravermelho com transformada de Fourier (FT-IR) é uma técnica de espectroscopia fundamentada na absorção molecular. A energia quando absorvida por uma determinada molécula, promove transições vibracionais e rotacionais. A interação da radiação infravermelho (IV) com a matéria ocorre com o acoplamento do campo elétrico oscilante da vibração molecular e o da radiação incidente. A faixa de radiação do infravermelho, no espectro eletromagnético, ocorre na faixa entre o visível e microondas sendo que a faixa de maior interesse se encontra na região de 4000 a 400 nm (CANTOR; SCHIMMEL, 1980).

As vantagens dos instrumentos de FT-IR em relação aos espectrômetros dispersivos compreende uma maior velocidade e sensibilidade, tendo melhor aproveitamento da potência luminosa, calibração do comprimento de onda mais exata, desenho mecânico simples e a eliminação virtual de problemas de radiação espúria e emissão IV (SKOOG *et al.*, 2006).

Uma vez que esse equipamento está ao alcance do uso, tem-se a necessidade de padronizar uma técnica de preparo das amostras para a identificação das amostras, a fim de uniformizar a análise por todas as Polícias Científicas no Brasil, assegurando a reprodutibilidade dos resultados. Mustafa C. Ungan (2006) diz que a padronização minimiza incertezas e a variabilidade dos processos, e é o que esse trabalho tem o objetivo de trazer.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos gerais:

Determinar as melhores condições de padronizar o preparo de material para a análise de amostras vegetais de *Cannabis sativa* L. por Espectrometria de Infravermelho com transformada de Fourier (FT-IR)

2.2 Objetivos específicos:

- Determinar qual o melhor método de aplicação da amostra no equipamento Espectrômetro de Infravermelho com transformada de Fourier (FT-IR).
- Estabelecer a quantidade a ser pesada,
- Estabelecer o solvente extrator,
- Determinar o volume de solvente a ser utilizado
- Padronizar o tempo de extração para as amostras vegetais de *Cannabis sativa* L. apreendidas no Estado do Paraná.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Sobre as amostras

O principal objeto de estudo foram as amostras vegetais de *Cannabis sativa* L., apreendidas em todo estado do Paraná. Uma amostragem do apreendido é redirecionada a PCP/PR, e fica na cadeia de custódia, até ser encaminhada para o Laboratório de Química Forense do Paraná, em Curitiba, a fim de ser analisada.

Cada droga tem um ofício emitido pela Delegacia de apreensão, tendo também um número utilizado para rastreio interno. As amostras são armazenadas e transportadas em invólucros individuais, tendo cada uma um lacre plástico próprio com número exclusivo.

O material na cadeia de custódia é então designado para os peritos criminais, que farão as análises laboratoriais necessárias para emitir um laudo com informações e dados confiáveis e relevantes que auxiliarão no julgamento do Poder Judiciário.

O material utilizado neste trabalho foram amostras previamente analisadas pelos peritos, tendo seu resultado laudado e já devidamente emitido. Cada amostra possuía, em média, 10 g de material vegetal para ser utilizado em todos os testes.

O material apresentava-se parcialmente fresco, com suas particularidades próprias de amostras vegetais - a irregularidade da planta com presença de frutos e galhos em diferentes proporções.

3.2 Sobre o equipamento

O equipamento utilizado para a realização dos testes e análises foi o Espectrômetro de Infravermelho com transformada de Fourier (FT-IR), o Alpha II®, da Bruker, conforme FIGURA 1, localizado no laboratório de Química Forense.

FIGURA 1 - Representação do FTIR utilizado no estudo.



FONTE: Bruker.

Para a realização do processamento dos dados coletados pelo equipamento, se utilizou o *software* OPUS, através dele é possível fazer a comparação e sobreposição dos espectros obtidos no equipamento e dos contidos nas bibliotecas com espectros das substâncias padrão.

Para uma leitura de qualidade, é necessário, antes de cada série de leituras, realizar a leitura de fundo do equipamento, o que pode interferir no resultado. Para isso, uma limpeza rigorosa é realizada no cristal, utilizando álcool isopropílico. Todas as leituras foram realizadas com a temperatura do equipamento regulada para 80° C

3.3 Sobre o local do trabalho

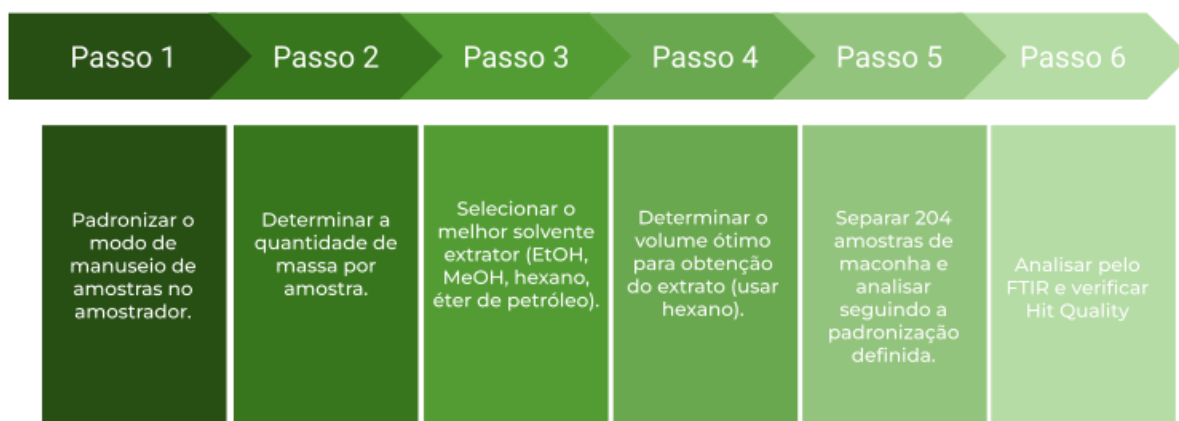
O estudo se deu no laboratório de Química Forense do estado do Paraná, localizado no bairro Tarumã, em Curitiba-PR. O laboratório é responsável pela perícia de drogas, materiais de caráter químico, combustíveis e venenos que foram apreendidos. A estrutura laboratorial é composta por uma sala ampla, com 5 bancadas de uso diário e uma sala interna separada, cercada por vidro, apelidada de 'aquário' - seção destinada, principalmente, para armazenagem de alguns reagentes, perícia de venenos e descarte das drogas. O laboratório também continha todos os reagentes, insumos e equipamentos necessários para o desenvolvimento do estudo.

O estudo era feito ao fim do expediente normal do laboratório, a fim de não coincidir com as necessidades de uso dos equipamentos pelos peritos, uma vez que o uso do espectrômetro de Infravermelho era compartilhado.

3.4 Sobre os experimentos

Para a padronização do melhor método de preparo de amostras vegetais para análise, as seguintes variáveis foram levadas em conta: forma de aplicação do extrato no equipamento, quantidade de amostra, solvente extrator, volume de solvente e tempo de extração. Em todas as etapas que as amostras estiveram em contato com o solvente, estas foram agitadas, por agitador tipo vortex, por 1 minuto, a fim de obter uma melhor extração. Um fluxograma foi feito para organizar o processo de padronização, como demonstrado na FIGURA 2.

FIGURA 2 - FLUXOGRAMA DE PADRONIZAÇÃO DAS ANÁLISES



FONTE: As autoras (2022).

3.4.1 Forma de aplicação do extrato no amostrador

Foi levado em conta a angulação da aplicação, tal como quantidade de extrato captado pelo capilar de vidro usado para a aplicação e tempo de contato do capilar com o cristal do espectrômetro. Apenas a angulação de 90°, volume captado de aproximadamente 1 cm comprimento do capilar e tempo de aplicação de meio segundo (um toque rápido) foram analisadas.

3.4.2 Quantidade de amostra

Para a análise da massa foram separados 150 mg, 300 mg, 450 mg e 600 mg, em um microtubo de plástico (2mL). O solvente inicialmente utilizado foi o hexano (1 mL), pois era o solvente comumente utilizado nas análises anteriormente no Laboratório de Química Forense.

3.4.3 Solvente extrator

Para a análise de solventes, os extratores orgânicos com potencial de extrair os compostos de interesse das amostras que foram utilizados são: hexano, éter de petróleo, metanol e diclorometano.

3.4.4 Volume de solvente

Após a determinação da massa e dos solventes, para as análises da melhor quantidade de solvente, em volume (μL), foram utilizados os volumes, em triplicata de 300 μL , 400 μL , 500 μL , 600 μL e 700 μL .

3.4.5 Tempo de extração

Para a análise do melhor tempo de extração, determinado em horas (h), foram realizados testes em 0h, 2h, 6h e 24h, após a adição do solvente, em contato com a amostra. As amostras eram mantidas na geladeira, na temperatura de 2 - 8° C, até o tempo da análise, a fim de evitar a evaporação do solvente, exceto as amostras de 0h que já eram analisadas logo após a adição do solvente.

3.4.6 Sobre as análises de dados

Para cada variável testada, foram realizadas as análises em triplicata, e também foi realizado o cálculo da média e do desvio padrão (σ) de cada variável. Além disso, após cada teste, já foi utilizado o conhecimento adquirido do teste anterior, dessa forma, o solvente que foi definido no teste

descrito no tópico “c” já foi utilizado para os testes seguintes de volume de solvente e tempo de extração.

Após a determinação da forma de analisar as amostras, foram testadas 204 novas amostras vegetais, a fim de comprovar que a técnica padronizada leve a um resultado mais confiável, sendo estas amostras também analisadas por média e desvio padrão (σ).

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 *Cannabis sativa* L.

Segundo a literatura, o cultivo da *C. sativa* iniciou-se há 4000 anos a.C., seguido da utilização pelos chineses, na produção de itens têxteis. A *C. sativa* não é natural no Brasil e foi trazida clandestinamente pelos escravos africanos na época da colonização do país, em meados de 1500, em especial de Angola (PASSAGLI; MARINHO, 2013).

No Brasil, as preparações da planta *Cannabis sativa* L. são popularmente conhecidas como maconha, e o vegetal em si foi classificado botanicamente em 1753 por Carl von Linné (PASSAGLI; MARINHO, 2013).

Segundo documento oficial do governo brasileiro (Ministério das Relações Exteriores, 1959):

"A planta teria sido introduzida em nosso país, a partir de 1549, pelos negros escravos, como alude Pedro Corrêa, e as sementes de cânhamo eram trazidas em bonecas de pano, amarradas nas pontas das tangas" (Pedro Rosado)

O uso recreativo da *C. sativa* foi disseminado pela população escrava no Brasil, atingindo até os índios brasileiros, que posteriormente passaram a cultivar a planta para consumo próprio. Esse quadro mudou na segunda metade do século XIX, quando os efeitos hedonísticos e medicinais da maconha foram apresentados ao mundo com a divulgação de trabalhos do Prof. Jean Jacques Moreaus, da Faculdade de Medicina de Tours, na França (CARLINI, 2006).

A *C. sativa* foi citada em diversos formulários médicos no Brasil, com o nome de cigarrilhas Grimault. Em 1930, continuavam a ser citadas as preparações a base de maconha, citando seus efeitos terapêuticos em compêndios médicos e catálogos farmacêuticos. No entanto, nessa época também iniciaram-se os processos de repressão ao uso da planta, com o aumento das forças e medidas policiais. Representantes brasileiros compararam a toxicidade de perigo das preparações de maconha com o próprio ópio em eventos internacionais. E desde então, a *C. sativa* L. foi tratada como substância nociva (CARLINI, 2006).

A legislação que proíbe o plantio, cultura, colheita e exploração da *Cannabis sativa* por particulares no Brasil é a Lei nº 11.343/2006 (BRASIL, 2006).

Cannabis é um gênero pertencente à família *Cannabaceae*, que também inclui o gênero *Humulus* e outros oito gêneros (UNODC, 2022).

O “Manual para uso dos laboratórios nacionais de análises de drogas” do Escritório das Nações Unidas sobre Drogas e Crime considera que a planta apresenta apenas uma espécie reconhecida, sendo ela a *Cannabis sativa* L. (Linnaeus) (UNODC, 2009).

Outras espécies relatadas para o gênero, como (*C. sativa* subsp. *sativa*, *C. sativa* subsp. *indica*, *C. sativa* subsp. *ruderalis*, *C. sativa* subsp. *spontanea*, *C. sativa* subsp. *kafiristanca*) atualmente são reconhecidas como subespécies da *C. sativa* L. (SMALL, CRONQUIST, 1976; UNODC, 2009).

A maioria das mudas de *Cannabis* apresentam-se dióicas (em que flores femininas e masculinas são encontradas em diferentes plantas), apesar de que monóicas também são encontradas ocasionalmente. As estaminadas (masculinas) apresentam-se mais robustas e mais altas que as pistiladas (femininas) (UNODC, 2022). A FIGURA 1 ilustra os aspectos morfológicos da *C. sativa* L.

FIGURA 3 - ASPECTOS MORFOLÓGICOS DA *C. sativa* L.



FONTE: UNODC (2022).

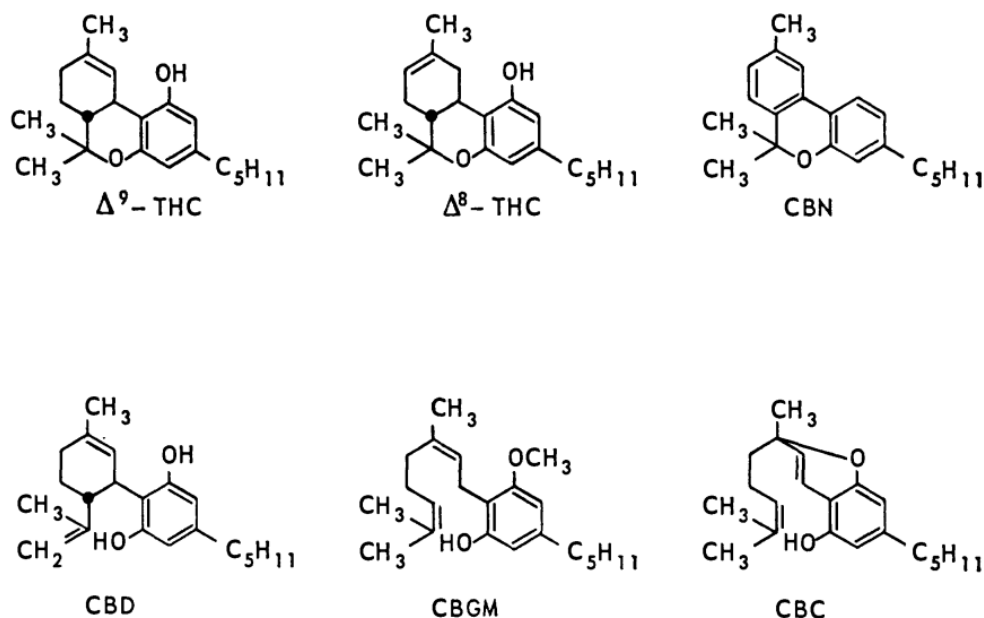
Vários constituintes, com diferentes atividades psicoativas, podem ser extraídos da *C. sativa* L. Ela possui 489 compostos já identificados, compreendendo terpenos, flavonoides, alcaloides, canabinoides, estilbenos, amidas fenólicas e linamidas. Os canabinoides são os metabólitos mais abundantes, sendo o *delta-9-tetrahydrocannabinol* (THC) o mais conhecido (LÓPEZ *et al.*, 2014).

A secreção de THC é mais abundante no topo das flores e nas folhas. A quantidade de resina secretada é influenciada por condições ambientais durante o crescimento (luz, temperatura e umidade), o gênero da planta, e o período de colheita. O THC contido varia entre as partes da planta: de 10-12 % nas flores, 1-2% nas folhas, 0,1-0,3 % nos caules, até 0,03% nas raízes (UNODC, 2009).

Os canabinóides são metabólitos encontrados na espécie *C. sativa*, a concentração deles está associada a fatores ambientais e genéticos. Entretanto, o tempo de cultivo e os métodos de secagem, estocagem e extração podem alterar a quantidade de desses produtos de metabolização presentes na planta (BONFÁ, VINAGRE 2008).

Dentre os metabólitos secundários da *C. sativa* L., além do *delta*-9-THC, os outros mais frequentes são o canabidiol (CBD) e o canabinol CBN - que se diferenciam um pouco na estrutura química. Outros tipos de canabidiol, tal como o cannabigerol (CGB) e o canabicromeno (CBC) também são encontrados, em menor concentração (FLORES-SANCHEZ; VERPOORT, 2008).

FIGURA 4 - ESTRUTURA QUÍMICA DOS METABÓLITOS SECUNDÁRIOS



Estrutura molecular dos canabidioides: THC = tetrahydrocanabinol, CBN = canabinol, CBD = canabidiol, CBGM = cannabigerol monometil éter e CBC = canabicromeno.

FONTE: Adaptado de SMALL; CRONQUIST (1976)

Existem critérios de classificação de quimiotipos da planta de *Cannabis*, que levam em conta a proporção dos dois principais canabinoides, o THC e o CBD, sendo uma destas classificações: (i) Tipo fibra, contém menos de 0,3% de delta 9 -THC e mais CBD; (ii) Tipo intermediário, quando a planta apresenta mais que 0,5% de Δ^9 -THC e mais do que 0,5% de CBD; e (iii) Tipo droga, quando a concentração de Δ^9 -THC varia de 2-8% (TROFIN *et al.*, 2012).

4.2 Farmacologia dos canabinoides

Em 1988, o primeiro receptor canabinoide foi identificado, sendo denominado receptor endocanabinoide 1 (CB₁), cinco anos depois, em 1993, o receptor endocanabinoide 2 (CB₂) foi descoberto. Ambos pertencem à família de receptores de membrana celular acoplados à proteína G (LESSA; CAVALCANTI; FIGUEIREDO, 2016).

No sistema nervoso central, o CB₁ está localizado, principalmente, nos terminais nervosos pré-sinápticos, e tem maior responsabilidade pelos efeitos dos canabinoides. Já o receptor CB₂ está mais ligado ao sistema imune, mas também pode se expressar nos neurônios (SAITO; WOTJAK; MOREIRA, 2010). O receptor CB₁ localiza-se em áreas que podem mediar a maioria dos efeitos que afetam as funções cognitivas, dor e memória de curto prazo, controle e coordenação motora, hipotermia e hiperfagia no hipotálamo (BONFÁ, VINAGRE 2008).

Três tipos de canabinoides são descritos na literatura: os fitocannabinoides, os sintéticos e os endógenos (LESSA; CAVALCANTI; FIGUEIREDO, 2016).

A absorção dos canabinoides ocorre majoritariamente via inalatória, no entanto, a farmacocinética dos administrados por via intravenosa é muito semelhante. Após a inalação, leva de 3 a 10 minutos para o pico de concentração plasmática ser atingido tanto da forma de THC quanto do CBD (GRAÇA, 2020). Os efeitos gerais podem durar de duas a três horas (BONFÁ, VINAGRE 2008).

As formulações orais contendo THC exibem padrões variáveis de absorção e estão sujeitas ao elevado efeito de primeira passagem pelo metabolismo hepático (EICHLER *et al.*, 2012).

Devido a sua alta lipofilicidade, o THC atravessa a membrana alveolar facilmente, entrando nos capilares pulmonares e sendo bombeados pelo coração para todo o organismo (BONFÁ, VINAGRE 2008). A distribuição dos canabinoides é

rápida, para os órgãos mais vascularizados como pulmão, coração, cérebro e fígado. A distribuição pode ser variável, considerando a lipofilicidade do THC e sua absorção em tecidos adiposos, podendo levar até a um acúmulo de canabinoides nesses tecidos (GRAÇA, 2020).

A biotransformação dos canabinoides ocorre predominantemente no fígado, sendo realizada pelo citocromo P450 e isoenzimas CYP2C19, CYP2C9 e CYP3A4. Outras partes do organismo, como intestino e cérebro, que também apresentam esse citocromo, são capazes de metabolizar os canabinoides. A excreção se dá pelas fezes e urina (GRAÇA, 2020).

A principal forma de excreção dos canabinoides são os metabólitos ácidos, podendo ser detectados na urina até 12 dias após a administração, sendo que o primeiro exame negativo pode começar a aparecer a partir do 8,5 dia, para os consumidores não-frequentes (GRAÇA, 2020). A meia-vida de eliminação do THC pode ser maior que 48 horas, justificando a detecção dias após o consumo (BONFÁ, VINAGRE 2008).

Os efeitos dos canabinoides nos receptores podem influenciar a cognição, percepção, funcionamento motor, apetite, sono, neuroproteção, neurodesenvolvimento e liberação hormonal. A descoberta de receptores endocanabinoides e de seus ligantes endógenos tornou possível postular a existência de um sistema canabinóide neuromodulatório (CRIPPA *et al.*, 2005).

O principal efeito psicoativo é o aumento da capacidade mental, no sentido de consciência das coisas geralmente inacessíveis, por desabilitação de filtros que, em situações normais, bloqueiam sinais e funções do sistema nervoso central relacionados a emoções e memória. É considerada uma droga psicótica leve. Os efeitos físicos são muitos, desde taquicardia, xerostomia, broncodilatação, até midríase, tontura e diminuição da percepção da dor (BONFÁ, VINAGRE 2008).

Os efeitos nos receptores CB₁ e CB₂ variam conforme a substância que se ligou a eles. O THC tem alto poder de ligação com o receptor CB₁, resultando em fortes efeitos associados ao uso da *Cannabis*, diferentemente do CBN, que tem baixa afinidade por esse receptor, e quando há a ligação, nenhum ou pouco efeito é produzido (MEDEIROS *et al.*, 2020).

Sabe-se também que os canabinoides ao se ligar ao receptor CB₁ agem como estimulantes de apetite, permitem o alívio de dores neuropáticas, possuem efeito

ansiolítico e euforizante, em casos depressivos e de ansiedade (BONFÁ, VINAGRE 2008).

A ativação dos receptores endocanabinoides CB₂ modula a resposta inflamatória em diferentes modelos de inflamação como na colite, inflamação renal, artrite, edema de pata e em respostas inflamatórias de origem infecciosas, como na sepse experimental e na neuroinflamação induzida pelo vírus HIV (SILVA, 2016).

4.3 Identificação da *Cannabis sativa*

As técnicas utilizadas para a identificação das amostras apreendidas variam conforme a substância a qual se quer identificar. No caso da *Cannabis*, a identificação da planta macro e micro morfológicamente era essencial no passado, no entanto, na atualidade, essa técnica não é amplamente empregada, sendo ela muito demorada, atrasando a demanda de análises (SOUZA *et al.*, 2006).

Atualmente, outras técnicas são utilizadas, mais diretas, rápidas e assertivas. Conforme tabela abaixo (TABELA 1), as técnicas são divididas em A, B e C, segundo recomendação do Scientific Working Group for the Analysis of Seized Drugs (SWGDRUG). Se for realizada uma técnica de categoria A, tem-se a necessidade de realizar apenas mais uma técnica, podendo ser A, B ou C, totalizando duas análises. Se não houver uma técnica A disponível, deve-se realizar três técnicas de categoria B ou C. Reforçando que, trata-se de uma recomendação, para maior confiabilidade do periciado, porém o perito libera o laudo conforme suas convicções.

TABELA 1 - TÉCNICAS ANALÍTICAS PARA IDENTIFICAÇÃO DE DROGAS

Categoria A	Categoria B	Categoria C
Espectroscopia Infravermelho	Eletroforese Capilar	Teste de Cor
Espectrometria de Massas	Cromatografia em Fase Gasosa	Espectroscopia de Fluorescência
	Cromatografia Líquida	Espectroscopia Ultravioleta
	Cromatografia em Camada Delgada	

FONTE: SWGDRUG (2022).

4.3.1 Metodologias de identificação da *C. sativa*

São utilizados dois tipos de testes, o presuntivo e o confirmatório. Os testes presuntivos são realizados por inspeção visual e testes de cor. Já os confirmatórios utilizam de análises por instrumentação.

As análises, na Polícia Científica do Paraná, são realizadas em três etapas, podendo ser realizado mais uma etapa, em casos de indeterminação da substância. Na primeira etapa é feito uma inspeção visual da substância apreendida, nesta inspeção visual é previamente identificado o tipo de material. É nesta primeira etapa que irá direcionar quais testes serão necessários fazer no material. Os testes colorimétricos recomendados para análise de amostras que apresentem provável presença de canabinoides são os testes de Fast Blue B e de Duquenois-Levine.

Na terceira etapa é realizada a espectrometria de infravermelho com transformada de Fourier (FT-IR). Dependendo do resultado obtido na espectrometria, ainda é possível realizar a quarta etapa, que é a cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-MS), uma técnica também de categoria A, porém que demanda maior tempo, insumos e instrumentação.

4.4.1 Testes colorimétricos

Os testes colorimétricos são utilizados como método crítico para análise preliminar de drogas. Para a triagem da *Cannabis sativa L.* os teste colorimétricos mais aplicados são Fast Blue B e Duquenois-Levine. Estas reações ocorrem devido à natureza fenólica da estrutura química dos canabinoides. Entretanto, outros compostos semelhantes presentes em outros vegetais podem reagir de maneira semelhante (BORDIN *et al.*, 2012).

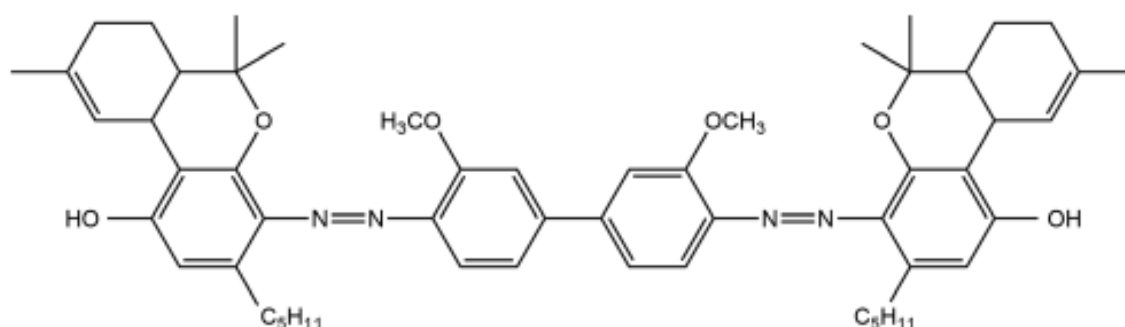
4.4.2 Teste Fast Blue B

O teste de Fast Blue B é do tipo corante azo, onde as reações em que os grupos são ligados através do grupo azo são chamadas de reações de acoplamento.

Esses corantes podem existir como cátions e podem formar sais, que também são conhecidos como sais de diazônio (BELL, 2006).

A reação do Fast Blue B na triagem da *Cannabis sativa L.* é devido à sua natureza fenólica da molécula de canabinoides, o mecanismo de reação ocorre quando o extrato da *Cannabis sativa L.* reage com o Fast Blue B, formando um produto de cor vermelho-púrpura, ilustrado na FIGURA 5 (ELKIN, 2019).

FIGURA 5: REAÇÃO DO SAL FAST AZUL B (TESTE KN) COM DUAS MOLÉCULAS DE THC



FONTE: ELKIN (2019)

O resultado da coloração é devido a associação de cores produzidas pela reação de diferentes canabinoides, sendo o canabidiol: laranja, D9-tetrahydrocannabinol: vermelho e Canabinol: roxo (ELKIN, 2019).

FIGURA 6: TESTE COLORIMÉTRICO FAST BLUE B

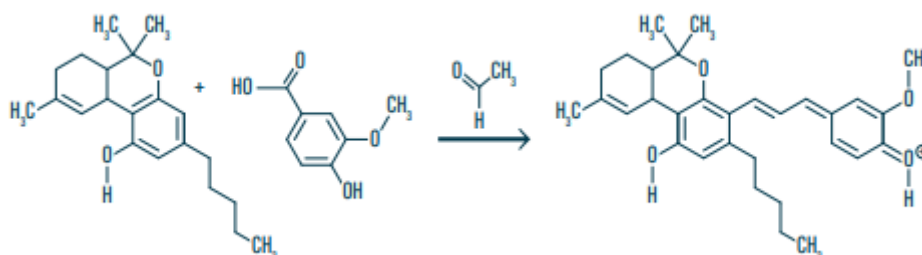


FONTE: Os autores (2022)

4.4.3 Teste Duquenois-Levine

O reagente de Duquenois-Levine consiste em três partes, apresentada na FIGURA 07. A primeira solução é uma mistura de 1% de acetaldeído (CH_3CHO) e 2% de vanilina [$(\text{CH}_3\text{O})(\text{OH})\text{C}_6\text{H}_3\text{CHO}$] em etanol.

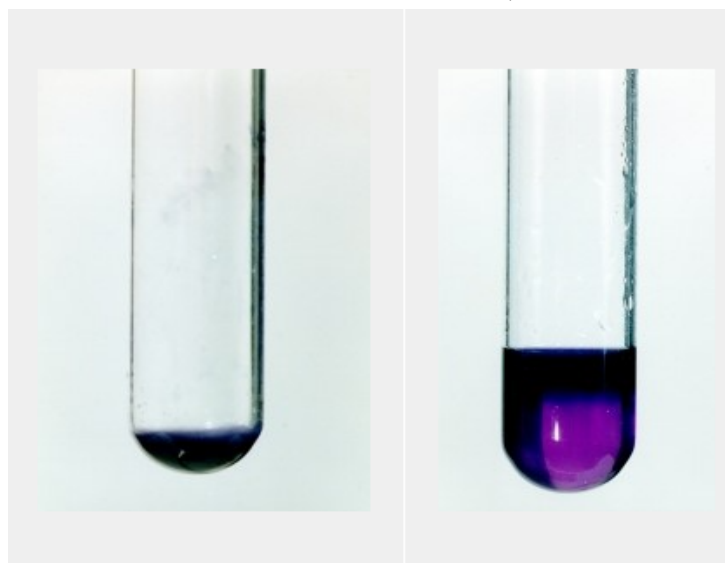
FIGURA 7: REAÇÃO DO TESTE DE DUQUENOIS-LEVINE, CONSTITUINTES DA *Cannabis sativa* L. E VANILINA



FONTE: RAMOS (2019).

A segunda solução consiste em ácido clorídrico concentrado, e a terceira solução é o clorofórmio. Quando as três soluções são adicionadas à amostra, várias camadas são formadas. Se essa camada desenvolver uma cor roxa, é um indício de que a maconha pode estar presente na amostra (FIGURA 08).

FIGURA 8: ETAPAS DO TESTE DE DUQUENOIS-LEVINE



FONTE: DIVISION OF CRIMINAL INVESTIGATION (2022).

Assim como no teste de Fast Blue B, a reação colorimétrica que ocorre é devido à natureza fenólica da estrutura química dos canabinoides. Por isso, estes testes não apresentam especificidade, pois outros compostos análogos presentes nos vegetais podem se comportar de maneira semelhante.

FIGURA 9: DIFERENTES TONS DE ROXO PARA O TESTE DE DUQUENOIS-LEVINE



FONTE: DIVISION OF CRIMINAL INVESTIGATION (2022)

4.5 Espectrômetro de Infravermelho com Transformada de Fourier (FT-IR)

As propriedades de absorvância do Infravermelho são utilizadas para sondar as características estruturais da molécula. Quando as moléculas são expostas à luz infravermelha, a energia da luz é absorvida pelas ligações com capacidade de absorver a mesma frequência de radiação incidente, fazendo com que os átomos e ligações das moléculas vibrem e possam ser detectadas (ELKIN, 2019).

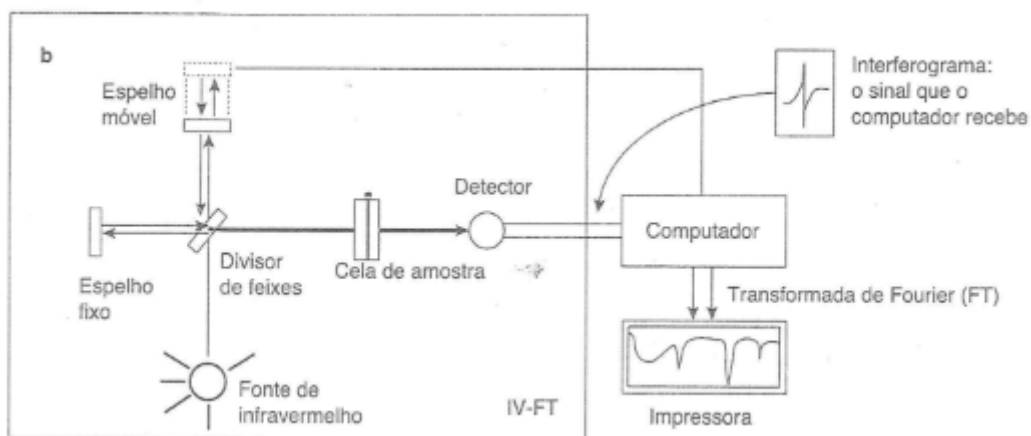
Neste processo de absorção, a energia absorvida faz com que aumente a amplitude dos movimentos vibracionais das ligações na molécula. Entretanto, nem todas as ligações de uma molécula conseguem absorver a energia do infravermelho, somente as ligações que possuem um momento de dipolo são capazes de absorver radiação infravermelho (SILVERSTEIN; WEBSTER, 2006).

Em um Espectrômetro de Infravermelho com Transformada de Fourier (FT-IR), o monocromador é substituído por um interferômetro (FIGURA 10), onde o caminho óptico fornece um padrão chamado interferograma, sendo um sinal complexo que abrange todas as frequências que formam o espectro infravermelho.

No Espectrômetro de Infravermelho com Transformada de Fourier (FT-IR) é utilizado uma operação matemática conhecida como Transformada de Fourier

(FT), que separa as frequências das absorções individuais no interferograma, gerando um espectro virtualmente igual ao obtido com um espectrômetro dispersivo (SILVERSTEIN; WEBSTER, KIEMLE 2006).

FIGURA 10: DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE ESPECTRÔMETRO DE INFRAVERMELHO COM TRANSFORMADA DE FOURIER (FT-IR)

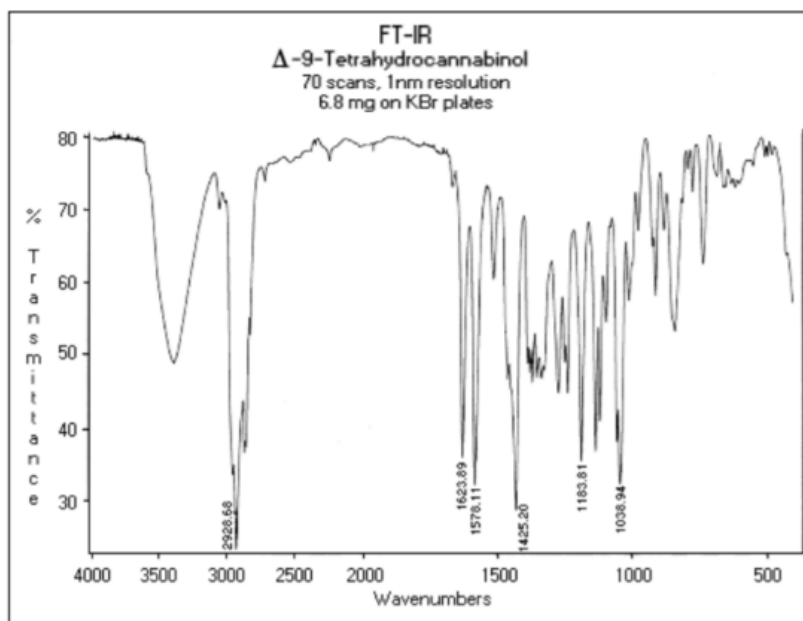


FONTE: SILVERSTEIN, WEBSTER (2006).

O FT-IR é um dos instrumentos mais utilizados em laboratórios criminais, pois as estruturas da maioria das moléculas diferem entre si, quase todos os compostos têm um espectro FT-IR único. Compostos com espectros semelhantes requerem análises adicionais para identificação.

No caso da *C. sativa*, a principal substância pesquisada e identificada pelo FT-IR é o THC, e seu espectro está apresentado na FIGURA 11. O espectro é um gráfico representado por bandas no qual o eixo das abscissas indica a posição de máxima absorvância e o eixo das ordenadas, a porcentagem de transmitância.

FIGURA 11: ESPECTRO DE D9-THC POR INFRAVERMELHO



FONTE: SWGDRUG (s.d)

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A padronização de identificação de amostras vegetais de *Cannabis sativa* apreendidas no Paraná em 2021 por espectrometria de infravermelho com transformada de Fourier (FT-IR) foi realizada por método de amostragem.

Em algumas amostras, os resultados obtidos para canabinoides pelo espectrômetro foi na forma de 11-OH- Δ 9-THC. Esse resultado é um equívoco das próprias bibliotecas de espectros, uma vez que esse composto é um produto da metabolização do THC no corpo humano, e o extrato analisado é direto da amostra vegetal. O fato dos espectros serem bastante semelhantes é uma justificativa para o aparecimento desse composto na leitura e, por ser um análogo do THC, é utilizado para a identificação das amostras de *Cannabis*.

Em relação à massa, foi demonstrado que existe uma correlação entre a maior quantidade de vegetal a ser extraído e a maior semelhança do extrato com o de compostos canabinoides presentes nas bibliotecas de espectros de infravermelho. Entretanto, não foi possível realizar as análises com 450 mg e 600 mg de vegetal, pois, com estas quantidades de vegetal, o solvente adicionado era absorvido rapidamente pela amostra e, conseqüentemente, não restavam quantidades suficientes de extrato para as análises por FT-IR. A quantidade padronizada de 300 mg foi a que melhor apresentou resultados, com menor desvio padrão entre as replicatas, além disso, preservou uma quantidade suficiente de solvente extrator para ser analisado no equipamento. A TABELA 2 demonstra esses resultados.

TABELA 2 - RESULTADOS OBTIDOS A PARTIR DAS DIFERENTES MASSAS

RESULTADOS OBTIDOS A PARTIR DAS DIFERENTES MASSAS															
Amostras															
MASSA (mg)	1			2			3			Média			Desvio Padrão		
	D9-THC	THC-A	11OH-THC	D9-THC	THC-A	11OH-THC	D9-THC	THC-A	11OH-THC	D9-THC	THC-A	11OH-THC	D9-THC	THC-A	11OH-THC
150	578	ND	552	449	ND	476	663	ND	622	563,3	ND	550	88,0	ND	59,6
300	563	ND	655	478	ND	648	610	ND	662	550,3	ND	655	54,6	ND	5,7
450	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
600	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP

FONTE: As autoras (2022)

LEGENDA: NP - Não foi possível adquirir os dados; ND - Não detectado.

Com relação ao teste de solventes, todos apresentaram boa capacidade extratora, ainda que os resultados dados pelo equipamento fossem apenas do THC-A, diferentemente dos outros testes em que D9-THC e 11 OH-THC também apareceram. O diclorometano mostrou-se ser o mais inconstante dos quatro solventes analisados. O éter de petróleo e o hexano apresentaram menor variação entre as replicatas, e o hexano e o metanol apresentaram maiores resultados provenientes da extração (TABELA 3).

Apesar dos resultados serem positivos para os quatro solventes, o hexano mostrou-se o mais potente extrator de canabinoides, com a menor variação entre as replicatas e ainda é mais econômico dos quatro solventes, e por isso ficou decidido a padronização da extração com o hexano.

TABELA 3 - RESULTADOS OBTIDOS A PARTIR DOS DIFERENTES SOLVENTES

RESULTADOS OBTIDOS A PARTIR DOS DIFERENTES SOLVENTES					
Amostras					
	1	2	3	Média	Desvio Padrão
Solventes	THC-A	THC-A	THC-A	THC-A	THC-A
Eter de P.	866	859	854	859,7	4,92
Hexano	955	955	958	956,0	1,41
Dicloromet.	964	667	863	831,3	123,30
Metanol	950	952	937	946,3	6,65

FONTE: As autoras (2022)

Quanto aos volumes utilizados, as amostras com os volumes de 300 μL , 400 μL e 500 μL não foram analisadas, visto que as amostras não obtiveram quantidade de extrato suficiente para as análises em triplicata, sendo majoritariamente absorvidas pelo vegetal. Conforme observado na TABELA 4, não há uma grande diferença entre os resultados obtidos com 600 μL e 700 μL . Por isso, por questões de menor uso de solventes, menor produção de resíduos, e por consequência, maior economia, foi determinado 600 μL de solvente para as análises.

TABELA 4 - RESULTADOS OBTIDOS A PARTIR DOS DIFERENTES VOLUMES

RESULTADOS OBTIDOS A PARTIR DOS DIFERENTES VOLUMES															
Amostras															
Volume (µL)	1			2			3			Média			Desvio Padrão		
	D9-THC	THC-A	11OH-THC	D9-THC	THC-A	11OH-THC	D9-THC	THC-A	11OH-THC	D9-THC	THC-A	11OH-THC	D9-THC	THC-A	11OH-THC
300	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
400	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
500	NP	NP	NP	NP	NP	NP	433	481	388	433	481	388	0	0	0
600	474	576	424	419	561	408	ND	695	ND	446,5	610,7	416	27,5	59,9	8
700	521	669	ND	489	683	197	445	354	319	485	568,7	258	31,2	151,9	61

FONTE: As autoras (2022)

LEGENDA: NP - Não foi possível adquirir os dados; ND - Não detectado.

Já em relação aos tempos de extração da amostra com o solvente, pela TABELA 5 é possível observar que o tempo de 2 horas é o que apresentou o melhor resultado quando comparamos os resultados. Além disso, o tempo de 2 horas é um tempo conveniente, pois as amostras conseguem ser processadas em um tempo hábil na rotina do laboratório.

TABELA 5 - RESULTADOS OBTIDOS A PARTIR DOS DIFERENTES TEMPOS DE EXTRAÇÃO

RESULTADOS OBTIDOS A PARTIR DOS DIFERENTES TEMPOS															
Amostras															
Tempo (h)	1			2			3			Média			Desvio Padrão		
	D9-THC	THC-A	11OH-THC	D9-THC	THC-A	11OH-THC	D9-THC	THC-A	11OH-THC	D9-THC	THC-A	11OH-THC	D9-THC	THC-A	11OH-THC
0	348	249	531	344	247	491	412	316	518	368,0	270,7	513,3	31,2	32,1	16,7
2	839	589	702	838	571	794	852	584	795	843,0	581,3	763,7	6,4	7,6	43,6
6	530	420	668	615	478	660	827	552	777	657,3	483,3	701,7	124,9	54,0	53,4
24	567	578	692	695	498	760	267	572	678	509,7	549,3	710,0	179,4	36,4	35,8

FONTE: As autoras (2022)

6 CONCLUSÃO

Após a análise dos dados obtidos nos experimentos, conclui-se que, para uma melhor análise das amostras vegetais de *Cannabis sativa* L. por espectrometria de infravermelho com transformada de Fourier, levando em conta economia, praticidade no laboratório, melhor detecção dos compostos extraídos e menor variância entre os resultados, as condições ótimas são as seguintes: 300 mg de amostra, uso do solvente hexano, em volume de 600 µL, pelo tempo de 2 horas.

Desta maneira, otimizando-se as condições para a realização do experimento de FT-IR são obtidos resultados fidedignos que permitem uma melhor identificação de canabionoides e permitem ao perito toxicologista emitir um laudo com respaldo de uma técnica padronizada.

REFERÊNCIAS

BELL, S. **Forensic Chemistry**. New Jersey: Prentice Hall, 2006, p.281-318.

BONFÁ, L.; VINAGRE, R. Uso de canabinoides na dor crônica e em cuidados paliativos. **Revista Brasileira de Anestesiologia**. v. 58, n. 3, p. 267-279. 2008. DOI: 10.1590/S0034-70942008000300010

BORDIN, C. D. et al. Análise forense: pesquisa de drogas vegetais interferentes de testes colorimétricos para identificação dos canabinoides da maconha (*Cannabis sativa* L.) **Química Nova**. v. 35, n.10 p. 2040-2043. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422012001000025>

BRASIL. **Lei nº 11.343 de 23 de agosto de 2006**. Institui o Sistema Nacional de Políticas Públicas sobre Drogas - Sisnad. Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/496317/000936179.pdf?sequence=1> Acesso em 29/06/2022

CANTOR, C. R.; SCHIMMEL, P. R. **Biophysical Chemistry: Part I**. San Francisco: W. H. Freeman and Company, 1980.

CARLINI, E. A. A história da maconha no Brasil. **Jornal Brasileiro de Psiquiatria**. v. 55, n. 4, p. 314-317, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0047-20852006000400008>

CRIPPA, J. A. et al. Efeitos cerebrais da maconha - resultados dos estudos de neuroimagem. **Rev. Bras. Psiquiatria**. n. 27, p. 70-78, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbp/a/FmxBSz7SQQNBkYVDxQj35SD/?format=pdf&lang=pt> Acesso em: 23 jul 2022.

Division of criminal investigation. **Criminalistics Laboratory - Drug identification section**. Disponível em:

<<https://dps.iowa.gov/divisions/criminal-investigation/criminalistics-laboratory/drug-identification>> Acesso em: 23 jul 2022

ELKINS, Kelly M. **Introduction to Forensic Chemistry**. 1 ed. Boca Raton: CRC Press, 2019.

EICHLER, M.; et al. Heat Exposure of Cannabis sativa Extracts Affects the Pharmacokinetic and Metabolic Profile in Healthy Male Subjects. **Planta Medica**, Nova York., v. 78, n. 7, p. 686–691, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0031-1298334>

FLORES-SANCHEZ, I. J.; VERPOORTE, R. Secondary metabolism in cannabis. **Phytochemistry Reviews**, v. 7, n. 3, p. 615–639, 2008. DOI: [doi:10.1007/s11101-008-9094-4](https://doi.org/10.1007/s11101-008-9094-4)

GODOY-MATOS, A. F. de.; et al. O sistema endocanabinoide: novo paradigma no tratamento da síndrome metabólica. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**. v. 50, n. 2, p. 390-399. 2006. DOI:<https://doi.org/10.1590/S0004-27302006000200025>

GRAÇA, M. C. S. **Canabinoides**: estrutura química, efeitos farmacológicos e utilização terapêutica. 2020. 66 f. Trabalho de conclusão de Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas. Instituto Universitário Egas Moniz, Almada, Portugal. Disponível em: <https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/35091/1/Gra%C3%A7a_Margarida_Correia_Salero.pdf> Acesso em 23 jul 2022.

LESSA, M. A.; CAVALCANTI, I. L.; FIGUEIREDO, N. V. Derivados canabinoides e o tratamento farmacológico da dor. **Revista Dor**, São Paulo-SP, v. 17, n. 1, p. 47-51, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5935/1806-0013.20160012>

LÓPEZ, G. E. A. et al. Cannabis sativa L., uma planta única. **Revista mexicana de Ciências Farmacêuticas**. v. 45. n. 4. p. 1-6. Dez, 2014. Disponível em:

<https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-0195201400040004> Acesso em 25 de junho 2022

MEDEIROS, F. C.; et al. Uso medicinal da *Cannabis sativa* (Cannabaceae) como alternativa no tratamento da epilepsia. Curitiba: **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 41510- 41523, 2020. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n6-623>

PASSAGLI, M., MARINHO, P. A. **Toxicologia forense - teoria e prática**. 5ª ed. Editora Millennium. p. 207-214. 2018.

UNODC. Por que a potência da maconha é importante? 2009. Disponível em: <<https://www.unodc.org/lpo-brazil/pt/frontpage/2009/04/29-por-que-a-potencia-da-maconha-e-importante.html>> Acesso em: 24 jul 2022.

RAMOS, V.D. **Perícia forense: química forense**. 1 ed. Estácio. Rio de Janeiro, 2019, p.67.

ROMÃO, W.; et al. Química forense: perspectivas sobre novos métodos analíticos aplicados à documentoscopia, balística e drogas de abuso. **Química Nova**. v. 34, n. 10, p. 1717-1728. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422011001000005>

SAITO, V. M.; WOTJAK, C. T.; MOREIRA, F. A. Exploração farmacológica do sistema endocanabinoide: novas perspectivas para o tratamento de transtornos de ansiedade e depressão? **Revista Brasileira de Psiquiatria**, v. 32, supl I, p. 7-14, 2010. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbp/a/dPP9G5tCc8NNkbBj6cbjcwk/?format=pdf&lang=pt>> Acesso em: 24 jul 2022

SILVA, M. A. **Efeitos agonistas do receptor canabinoide 2 na resposta inflamatória induzida por Mycobacterium bovis BCG**. 98 f. Tese de doutorado em Biologia Celular e Molecular. Instituto Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/23134/2/magaiver_silva_ioc_dout_2016.pdf> Acesso em: 22 jul 2022.

SILVERSTEIN, R. M.; WEBSTER, F. X.; KIEMLE, D. J. **Identificação espectrométrica de compostos orgânicos**. 7. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2006.

SKOOG, D. A.; WEST, D. M.; HOLLER, F. J.; CROUCH, S. R. **Fundamentos de Química Analítica**, Tradução da 8ª Edição norte-americana, São Paulo - SP: Editora Thomson, 2006. Pág. 734.

SMALL, E.; CRONQUIST, A. **A Practical and Natural Taxonomy for Cannabis**. *Taxon*, v. 25, n. 4, p. 405-435, 1976. DOI: <https://doi.org/10.2307/1220524>

SOUZA, D. Z.; et al. Roteiro ilustrado para identificação morfológica da *Cannabis sativa* L. **Revista Perícia Federal**. Ano VII, n. 24, p. 16-22, mai-ago, 2006.

Scientific Working Group for the Analysis of Seized Drugs (SWGDRUG). **PART III B - Methods of Analysis/Analytical Scheme for Identification of Drugs or Chemicals Recommendations**. Version 8.0, p.14,2019. Disponível em: <https://swgdrug.org/Documents/SWGDRUG%20Recommendations%20Version%208_FINAL_ForPosting_092919.pdf> Acesso em: 23 jul 2022.

TROFIN, I. G.; et al. Identification and characterization of special types of herbal cannabis. **UPB Scientific Bulletin**, v. 74, n. 1, p. 119-130, 2012. Disponível em: <https://www.scientificbulletin.upb.ro/rev_docs_arhiva/full354_493232.pdf> Acesso em: 23 jul 2022.

UNODC. United Nations Office on Drugs and Crime. **Recommended Methods for the Identification and Analysis of Cannabis and Cannabis Products**. United Nations Publication, Vienna, 2022. Disponível em: <https://www.unodc.org/documents/scientific/Recommended_methods_for_the_identification_and_analysis_of_cannabis_and_cannabis_products.pdf> Acesso em: 23 jul 2022.

UNGAN, M. C. Standardization through process documentation. **Business Process Management Journal**. v. 12. n. 2. p. 135-148. 2006. DOI: <https://doi.org/10.1108/14637150610657495>