

# FORMAS DE DETECÇÃO DA CROMATOGRAFIA LÍQUIDA

COSTA, Dayane Lindsey <sup>1</sup>

RU 2787311

COSTA, Jane Dias Oliveira da <sup>2</sup>

RU 2805298

STIER, Paulo Henrique <sup>3</sup>

## RESUMO

A história da cromatografia começa por estudos de um químico alemão na primeira década de XX, usando papel para analisar corantes principalmente pela condução da separação, nos quais sua função básica da cromatografia foi separar amostras orgânicas e inorgânicas ao particulado e ao nível celular único com o propósito de medir e identificar essas partículas. O presente estudo tem como objetivo analisar as formas de detecção da cromatografia líquida nos conhecimentos, aplicação das vantagens e desvantagens. Usou-se como metodologia na revisão bibliográfica para delinear a descrição e objetividade das formas de detecção da cromatografia líquida. Nos resultados, abordados em seu contexto, o uso da cromatografia líquida é usualmente para análise ambiental, de alimentos, controle de qualidade e testes de limpeza. Considera-se nesse estudo, que as formas de detecção da cromatografia líquida, tornou-se um instrumento indispensável na pesquisa orgânica e bioquímica mais geralmente, sua função de detectar está essencialmente em separar e identificar diferentes elementos dentro dos compostos. Atualmente, seu emprego em vários laboratórios é considerado indispensável, ou seja, conhecer suas vantagens, limitações, componentes e os critérios de alternativa entre os equipamentos e acessórios disponíveis tem sido de suma importância no trabalho realizado por profissionais de laboratórios químicos, farmacêuticos, bioquímicos em sua prática e a técnica tem sido útil para uma ampla gama de processos na análise química.

**Palavras-chave:** Análise Química. Cromatografia Líquida. Detecção. Formas.

## 1 INTRODUÇÃO

A área da Química é sempre de vários desafios, contudo, a sua evolução foi diferenciada por novos resultados acompanhado das tecnologias, que tem a sua contribuição em pesquisas e estudos fundamentais no atual cenário da sociedade.

Em outras palavras, a abordagem desse estudo teve como linha a busca por conhecimentos sobre a Cromatografia Líquida esboçada por métodos e eficácia nas

---

<sup>1</sup> Aluna do Centro Universitário Internacional – UNINTER. Artigo apresentado como Trabalho de Conclusão de Curso. 2º Semestre – 2021.

<sup>2</sup> Aluna do Centro Universitário Internacional – UNINTER. Artigo apresentado como Trabalho de Conclusão de Curso. 2º Semestre – 2021.

<sup>3</sup> Professor Orientador no Centro Universitário Internacional – UNINTER.

formas de sua detecção, entre os estudos mais relevantes que foram delineados na produção textual sobre conceitos, ideias e fatores importantes para a área de laboratórios e na realização das tarefas de seus profissionais.

O presente estudo tem como objetivo analisar as formas de detecção da cromatografia líquida nos conhecimentos, aplicação das vantagens e desvantagens. Ainda para desenvolver e ampliar na literatura, os objetivos específicos foram: descrever estudos sobre a cromatografia líquida; mostrar os principais detectores aplicados na cromatografia líquida; e, analisar as vantagens e desvantagens em outras variedades de cromatografia líquida.

Dessa forma, a complementação do estudo sobre a Cromatografia Líquida, em seu contexto, demonstra como uma das ferramentas essenciais na área da Química, principalmente nas tarefas realizadas em laboratórios.

Sobre a Cromatografia, Collins, Braga e Bonato (2006) explica-a como sendo um método físico-químico de separação dos elementos de uma mistura, efetivada por meio da distribuição desses elementos de uma mistura, concretizada em duas fases, que estão em contato íntimo.

Contudo, sobre a Cromatografia, ficou claro em sua abordagem as formas de detecção da cromatografia líquida, nos quais encontrou para realizar o estudo, aplicação dos dois principais detectores sendo: destrutivos e não destrutivos, ou seja, a base para realizar a pesquisa terá o foco também da detecção entre os tipos de detectores existentes e as suas diferenças.

Em outras palavras, na literatura encontrada, ficou claro que a Cromatografia é eficaz assim como diferentes componentes dentro de uma combinação são gamados para a superfície adsorvente da etapa estacionária com níveis variáveis dependendo da polaridade de cada componente e suas propriedades estruturais únicas, e além disso sua interação com a fase móvel. A separação adquirida com a cromatografia da coluna baseia-se em fatores adjuntos à amostra.

Assim, como problemática, foi percebida que os diferentes detectores possuem características próprias, mas seu uso depende da sensibilidade do detector, nos quais ao buscar entender os tipos e diferenças na cromatografia líquida, encontrou-se como exemplo o detector de massa com boa sensibilidade.

Deste modo, o questionamento foi: Qual a contribuição dos tipos e diferenças de detectores em suas principais vantagens e desvantagens disponíveis para uma ampla gama de aplicações?

E para responder ao problema, tem-se como justificativa buscar conhecimentos, entender os métodos aplicados da cromatografia líquida em muitas combinações de fase estacionária / móvel, e podendo ser empregadas ao separar uma mistura, e ainda existem vários tipos diferentes de Cromatografia que são classificados com base nos estados físicos dessas fases, segundo pesquisas encontradas na literatura, no entanto, caberá descrever, as formas de detecção da cromatografia líquida.

Portanto, neste estudo além da conceituação e o interesse em abordar a temática, é importante ressaltar que a cromatografia líquida de alto desempenho (HPLC) é uma técnica de Cromatografia frequente e se delinea o processo de separação e identificação de compostos de uma mistura de substâncias.

## **2 HISTÓRICO DA CROMATOGRAFIA**

A Cromatografia teve seu marco inicial estudado na primeira década do século XX, em que seu uso mais antigo, foi percorrido pelo químico Alemão Friedlieb Ferdinand Runge, no ano de 1855.

As afirmações de Pacheco et al (2015) salientam que a técnica foi descoberta em meados de 1800, por um químico de corante alemão conhecido Friedlieb Ferdinand Runge, onde seus estudos foram separar os corantes em um papel filtro e aconteceu devido a duas razões, afinidade de elementos de corante para o papel filtro e além disso, diferentes componentes de corante nos quais tinham diferentes pesos moleculares e o estudioso utilizou a água para a etapa móvel e papel filtro para a etapa estacionária.

O termo Cromatografia está ligado a “uma palavra grega, veio como "Khroma" para cor e "grafiano" para escrever. Portanto, são os efeitos analisados escritos em cores” (PACHECO, et al, 2015).

Esse relato de fenômeno cromatográfico foi discutido, estudado e pesquisado durante décadas, até chegar ao seguinte desenvolvimento em que a técnica aplicada cromatográfica seria um grupo de fórmulas analíticas pelos quais as misturas são separadas em seus constituintes individuais (PACHECO, et al, 2015).

Em dizeres de Caiado (2018, p.1) explica a importância dos estudos e pesquisas dos químicos e biólogos:

ainda não haviam conseguido encontrar uma maneira de separar as substâncias contidas nos extratos vegetais e animais. Foi quando Tswett teve a brilhante idéia de encher com carbonato de cálcio um tubo de vidro semelhante a uma bureta (aberto na parte superior e com uma torneira na parte inferior). O tubo foi fixado na posição vertical e sobre o carbonato de cálcio foi colocado um extrato de folhas e depois adicionado éter de petróleo. Tswett percebeu que o extrato vegetal estava sendo arrastado para a parte inferior da coluna e que a cor verde escura original estava sendo decomposta em zonas coloridas com duas tonalidades de verde (clorofilas), laranja (caroteno) e amarela (xantofila).

Sob tal reflexão, e no contexto da história da Cromatografia, entende-se que os diferentes elementos de uma mistura de pigmentos, correspondendo a uma lei, são determinados na coluna carbonato de cálcio e podem então ser qualitativamente e quantitativamente verificados.

E Caiado (2018, p.1) salienta e afirma:

Estava descoberto um método de separação dos componentes de uma mistura. Embora Tswett tenha dado a ele o nome cromatografia, referindo-se às zonas coloridas, essa técnica se aplica também a substâncias incolores. A cromatografia é um método físico químico de separação dos componentes de uma mistura, realizada através da distribuição desses componentes entre duas fases, que estão em contato. Uma das fases permanece fixa, denominada fase estacionária, enquanto a outra move-se através dela, por isso denominada fase móvel. Durante a passagem da fase móvel sobre a fase estacionária, as substâncias da mistura são distribuídas entre duas fases, de maneira que as menos solúveis na fase estacionária (mais solúveis na fase móvel) têm uma movimentação mais rápida ao longo da coluna, enquanto as mais solúveis na fase estacionária serão seletivamente retidas, tendo uma movimentação mais lenta.

Em considerações de russo Mikhail Tsvet no ano de 1901 a 1903, explicou a cromatografia em seu contexto da história não apenas como um método de análise de cores que ele havia idealizado, ou seja, obter elementos puros do pigmento, tudo o que ele tinha que fazer era colher amostras de cada zona de cor. Este era o começo fundamental por trás da ciência da Cromatografia, ampliando assim os conteúdos e marco inicial.

### **3 ESTUDOS SOBRE OS DETECTORES**

A importância de um detector está em seu componente mais caro e sofisticado do sistema cromatográfico. Este instrumento tem a função em que mede de forma contínua determinada propriedade física ou físico-química da amostra, ou da solução que a contém, e envia um sinal para registro, comumente e absolutamente proporcional à centralização do componente na amostra. Em outras

palavras, este sinal é gerado assim que o efluente sai da coluna e chega ao detector.

Segundo Collins, Braga e Bonato (2006) um detector em termos de sua aproveitamento a um verificado problema, ou avaliar as qualidades de um certo padrão, devem-se levar em conta certos parâmetros gerais. Um detector pode ser universal ou seletivo, segundo a sua disposição de trabalhar com todos os tipos de amostras ou com uma classe ou tipo de substância, concomitantemente. Em comum, os detectores universais são os mais buscados, sobretudo pelos laboratórios de pesquisa nos quais se trabalha com vários tipos de amostras.

Os seletivos, que podem ter maior detectabilidade e realizam melhor a apreciação de amostras difíceis, estão mais favoráveis em detectar certos componentes em quantidade muito pequenas, tem ampla veemência para laboratórios que executam análises rotineiras com combinados similares (PAGAN, 2019).

Deste modo, a correspondência dos estudos de Barzotto (2019) salienta que os detectores podem ser assinalados como destrutivos e não destrutivos. Detectores ópticos por absorvência no ultravioleta-visível e infravermelho, por fluorescência e por índice de refração são não destrutivos e permitem recolher a amostra para posterior caracterização, ou ser acoplados a outros detectores a fim de alcançarem elementos qualitativas para assimilação dos diversos compostos presentes na amostra. Os detectores eletroquímicos e espectrômetros de massas são exemplos de detectores destrutivos.

No entanto, Uma instrumentação melhor é requerida para a CLAE em relação à detectabilidade dos detectores para a monitoração do efluente que sai da coluna. Infelizmente, as propriedades físicas ou físico-químicas da amostra e da fase móvel, são muitas vezes, similares. Determinadas soluções para o problema de detecção têm sido procuradas no desenvolvimento da CLAE:

- Medidas diferenciadas de propriedades gerais de ambas, amostras e fase móvel;
- Medidas de uma propriedade da amostra que não é apresentada pela fase móvel;
- Detecção após a eliminação da fase móvel.

Uma multiplicidade de detectores tem sido desenvolvida para a CLAE, baseando-se em uma dessas soluções.

Nos estudos de Gomes et al (2020) a existência da quantidade mínima detectável retribui à quantidade de amostra que causa um sinal três vezes maior que o nível de ruído. Esse parâmetro pode ser utilizado para conferir os detectores quanto à sua resposta quantitativa. Assim, essa faixa linear ou linearidade é conceituada como o espaço no qual a resposta do detector é absolutamente adequada segundo o (desvio de 5%) e à centralização da amostra. Para se prevalecer-se a resposta do detector como uma medida quantitativa, é mais apropriada que o sinal gerado sustente uma relação unidimensional com a centralização da amostra.

Assim, com base nos detectores, a sensibilidade é a relação entre o sinal dado e a quantidade de amostra que causa esse sinal. Esse é um termo relativo pois, a partir de um mesmo detector, o sinal adquirido pode ser muito diferente para várias amostras. A sensibilidade é avaliada pelo ângulo de inclinação da tangente à curva analítica. Quanto maior o ângulo de inclinação, maior a sensibilidade, ou seja, a mesma quantidade causa um maior incremento da resposta do detector, refletindo em maior área ou altura do pico (COLLINS, BRAGA, BONATO, 2006).

E deste modo, os detectores são qualificados em duas categorias. Os detectores sensíveis à centralização produzem um sinal,  $S$ , que é adequado a concentração,  $c$ , da amostra no eluente. Os detectores sensíveis à massa produzem um sinal que é ajustado à velocidade do fluxo de massa, ou seja, ao dígito de moléculas ou íons da amostra,  $n$ , por unidade de tempo,  $\Delta t$ , no eluente (COLLINS, BRAGA, BONATO, 2006).

Os detectores eletroquímicos, de espalhamento de luz, condutividade e fotocondutividade são sensíveis à massa. Os detectores de absorvância de luz no ultravioleta-visível e infravermelho, bem como o detector por fluorescência, são sensíveis à concentração (COLLINS, BRAGA, BONATO, 2006, p 369)

Assim, sendo a classe de detectores mais empregadas em CLAE é a óptica, que engloba os de absorvância (fotométrico de comprimento de onda fixo, espectrofotométrico de comprimento de onda variável, espectrofotométrico por arranjo de diodos), índice de refração, fluorescência e espalhamento de luz.

Em ideias abordadas por estudos de Collins, Braga e Bonato (2006, 370):

Outros detectores relacionam-se ao que chamamos de espectrômetro de massas, os eletroquímicos (amperométrico ou coulométrico) e de condutividade elétrica. Estes são mais característicos e menos empregados. Os detectores por arranjo de diodos, infravermelho e espectrômetro de

massas são considerados tanto qualitativos como quantitativos, e os demais destinam-se a fins quantitativos.

Assim, recentemente, a maior parte dos detectores não é versátil ou universal, nem exhibe todas as alternativas almejadas. Não tem, para a CLAE, detectores equivalentes aos de condutividade térmica ou por ionização em chama, usados em cromatografia gasosa.

Apesar disso, existem detectores que abonam uma extensa faixa de aplicações; raramente há um emprego da CLAE cuidadosamente comprometido pelo detector. Se estes componentes da amostra contemporizam em suas propriedades físicas e físico-químicas, pode ser necessária a utilização de dois ou mais detectores em série, para garantir que cada um dos componentes de interesse seja medido adequadamente.

### 3.1 CROMATOGRAFIA LÍQUIDA E SEUS FUNDAMENTOS

Na literatura, esboços apontam que a Cromatografia líquida (LC) é uma técnica de separação na qual a fase móvel é um líquido, entendido em que se realizada por uma coluna a LC é individualmente benéfica para a separação de íons ou moléculas que são dissolvidas em um solvente (RAMOS, CREMASCO, 2015).

Em explicações de Mathias (2014), a cromatografia líquida simples versa em uma coluna com um fundo frito que conserva uma fase estacionária em estabilização com um solvente. Essas etapas estacionárias frequentemente comuns abrangem sólidos, grupos iônicos em uma resina, líquidos em um suporte sólido inerte e partículas inertes porosas. A mistura a ser separada é carregada na parte superior da coluna acompanhada por mais solvente.

Em outras palavras, os diferentes componentes da mistura acontecem pela coluna em diferentes taxas devido às modificações no comportamento de particionamento entre o líquido móvel e as fases estacionárias.

Assim, estudos despontam que a cromatografia líquida é mais vastamente empregada do que outros processos, como a cromatografia gasosa, assim como as amostras avaliadas não necessitam ser volatilizadas. Além disso, as mudanças de temperatura têm um resultado diminuto na cromatografia líquida, ao oposto de outros tipos de cromatografia.

### 3.2 CROMATOGRAFIA DE ALTO DESEMPENHO (HPLC)

Sob a base de vários estudos, encontrou-se como resultado, a cromatografia líquida de alta eficiência sendo um relevante membro de toda uma família de técnicas de separação, uma vez que se obtém, para separar misturas que dominam um amplo número de compostos similares.

Segundo estudos de Collins, Braga e Bonato (2006) salienta que diversos, os nomes são empregados no domínio dessa técnica, uma vez que a cromatografia líquida está interligada a alta agilidade, alta compressão, alto performance, alta resolução e alta ação, e assim, o nome mais utilizado no português se menciona como cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE).

Na literatura, as explicações sobre a CLAE está vinculada aos instrumentos que podem ser completamente automatizados. É um tipo de cromatografia líquida que concentra colunas cheias com materiais notadamente em preparações e uma fase móvel, eluída sob altas compressões. Ela tem a competência de alcançar separações e análises quantitativas de uma ampla multiplicidade de compostos presentes em vários tipos de modelos, em escala de tempo de poucos minutos, com alta resolução, eficácia e detectabilidade.

A cromatografia líquida atual que geralmente utiliza pequenas partículas de embalagem e uma pressão bastante alta é conhecida como HPLC. É basicamente uma forma altamente melhorada de cromatografia de coluna frequentemente usada por bioquímicos para separar aminoácidos e proteínas devido ao seu comportamento diferente em solventes relacionados com a quantidade de carga eletrônica de cada um (MATHIAS, 2014, p.25).

Recentemente, o uso da Cromatografia de alto Desempenho, tem-se em diversos laboratórios, uma grande importância considerável no seu desempenho e se tornou praticamente indispensável (COLLINS, BRAGA, BONATO, 2006).

A importância da Cromatografia Líquida, também tem desvantagens que estão vinculadas no difícil detectar coeluição com HPLC e isso pode proceder em categorização de compostos ambíguos. O equipamento imprescindível para administrar o HPLC além disso tem maior custo e sua operação pode ser complicada (GOMES, et al, 2020).

Em outras palavras, conhecer suas vantagens, limitações, componentes e os discernimentos de alternativa entre as escolhas de equipamentos e acessórios eu são disponíveis, se tornou o empenho deliberativo entre os profissionais de laboratórios químicos, farmacêuticos, bioquímicos e outros.



## 4 METODOLOGIA

A metodologia teve como proposta os conceitos e fundamentos na revisão bibliográfica para delinear a descrição das ideias dos autores, investigando sobre os possíveis resultados abordados das concepções sobre a temática.

Para realizar o estudo foi necessário buscar materiais na literatura que pudesse contemplar a produção escrita de modo que seus principais conceitos permitissem desenvolver um estudo mais preciso sobre a temática.

Estudos de Gil (2010, p.11) apontam que:

É uma etapa fundamental em todo trabalho científico fornece o embasamento do trabalho. Consiste no levantamento, seleção, fichamento e arquivamento de informações relacionadas à pesquisa livros, revistas, jornais, teses, dissertações, anais, etc. É imprescindível antes de todo e qualquer trabalho científico fazer uma pesquisa bibliográfica exaustiva sobre o tema em questão.

Utilizou-se o Google acadêmico com as bases de dados que pudessem contemplar o estudo de caso em campo auxiliando com a formação de ideias e propostas que teve como relevante a investigação e concepção sobre a temática nos quais os desafios são muitos.

Para separar os materiais foram escolhidos por períodos entre 2000 a 2021, utilizando os mais recentes e alguns mais antigos que são importantes na escrita e desenvolvimento deste trabalho.

E do mesmo modo, foi realizada uma leitura interpretativa nas quais foram possíveis desenvolver sobre o tema, teor, método, publicações mais recentes, revistas e documentos que pudessem alçar o material para sua fundamentação e consolidação da análise.

Posteriormente, ao propor todos os materiais que foram empregados para a produção textual, e chegar-se assim na busca final pelos materiais mais recentes, que enquadram com a temática e seus objetivos podendo assim iniciar a pesquisa com uma leitura de convergência de ideias e conceitos dos autores escolhidos.

Deste modo, apresentou-se os resultados encontrados sobre a análise comparativa sobre a cromatografia líquida com os principais detectores, vantagens e desvantagens.

Todo o planejamento com estudo de uma cromatografia líquida técnica usada para separar uma amostra em suas partes individuais. Essa separação ocorre a partir das interações da amostra com as fases móvel e estacionária.

Ao pensar na temática notou-se principalmente a importância ainda de realizar um estudo de caso sobre a temática através desse tipo de pesquisa nos quais poderá avigorar melhor os resultados e discussão do tema.

A finalidade da avaliação será buscar conhecimentos sobre a diferença de ambos os instrumentos e sua eficácia nos resultados e precisão abordados dentro do contexto pesquisado do título: “Formas de detecção da cromatografia líquida”.

## **5 RESULTADOS ESPERADOS**

A base da cromatografia líquida tende a busca de conhecimentos empíricos científicos tanto na sua definição, contextualização química, resultados, vantagens e desvantagens bem como nos seus principais detectores aplicados em que são findados na ação a cromatografia líquida de alto desempenho (HPLC).

Com base em estudos Colins, Braga e Bonato (2006) entende-se que a cromatografia líquida de elevada eficiência é um importante membro de toda uma família de técnicas de separação, uma vez que consegue separar misturas que contêm um grande número de compostos similares. Presentemente, seu emprego em vários laboratórios é considerado indispensável.

Com base em Colins, Braga e Bonato (2006, p.17) menciona-se que:

A cromatografia é um método físico-químico de separação dos componentes de uma mistura, realizada através da distribuição desses componentes de uma mistura, realizada através da distribuição desses componentes em duas fases, que estão em contato íntimo. Uma das fases permanece estacionária, enquanto a outra se move através dela. Durante a passagem da fase móvel sobre a fase estacionária, os componentes da mistura são distribuídos pelas duas fases de tal forma que cada um deles é seletivamente retido pela fase estacionária o que resulta em migrações diferenciais desses componentes. Existem várias formas de realizar o processo cromatográfico.

Ao avaliar suas vantagens, limitações, elementos e os discernimentos de opção entre as alternativas de equipamentos e acessórios disponíveis tem como fundamental a preparação dos materiais para que os profissionais de laboratórios químicos, farmacêuticos, bioquímicos e outros, realizem suas tarefas de forma clara

e objetiva atendendo principalmente aos testes que são facilmente reproduzidos por meio do processo automatizado.

Um estudo realizado por Neto (2007) foi determinante na conceituação e história inicial da cromatografia líquida de alto desempenho deparou-se a preferência em aplicações que envolvem produtos farmacêuticos, alimentos, ciências biológicas e polímeros.

É como salienta Ramos e Cremasco (2014, p.1-2):

A cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) possui vários modos de operação, como reciclo no estado estacionário e injeção empilhada. Isso possibilita o aumento da quantidade injetada, independentemente do número de componentes presentes na mistura.

Segundo Ramos e Cremasco (2015) o histórico e surgimento da cromatografia por Mikhail Semenovitch Tswettem (1903) quando pesquisava pigmentos vegetais e para avaliar moléculas orgânicas de diferentes tipos, principalmente farmacêuticas a partir do ano 1920. Em suma, historicamente, a invenção da cromatografia ampliou novas pesquisas e facilitou possíveis tipos de trabalhos industriais, como do químico orgânico e nesses campos, notadamente a indústria farmacêutica.

Tendo em mente os diversos campos onde essa técnica foi frequente, entendeu-se que em casos de uso da cromatografia, foram fundamentais nas questões para os produtos farmacêuticos para separar a mistura de drogas.

De acordo com Collins, Braga e Bonato (2006, p. 273):

Nas últimas três décadas, ocorreu o desenvolvimento de vários detectores espectrofotométricos que operam em comprimento de onda variável e houve um aumento na utilização dos detectores eletroquímicos, por fluorescência e por fluorescência induzida por laser, bem como o acoplamento com o espectrômetro de massas.

Com essa evolução e modernidade mais presente nas tecnologias, o desenvolvimento a cromatografia líquida de alto desempenho, para a análise de ensaio e impurezas orgânicas nos quais a aplicação de métodos para a separação ocorrera com base nas interações químicas ou físicas da amostra com as fases móvel e estacionária (GOMES, SANTOS, FARIA, 2020).

Existem vários tipos de detectores disponíveis, mas a seleção do detector na cromatografia líquida com método de fase móvel, e técnica de separação com base na polaridade, ou seja, o detector não destrutivo, e é determinada pela interação de cada composto da amostra com a fase móvel e as fases estacionárias. Isso

comumente é devido à polaridade da amostra em relação às fases (BARZOTTO, 2019).

Em outras palavras, estudos de Martin e James em 1952 discutiram a utilização de um detector pela condutividade térmica, centrado em ideias de Ray (1954) e posteriormente, surgiu os equipamentos essenciais com um vasto mercado inicialmente nos Estados Unidos e Inglaterra nos quais foram realizados outros estudos centralizados no detector por ionização em chama, por Pretorius e contribuintes do procedimento cromatográfico.

Em estudos de Collins, Braga e Bonato (2006) os principais detectores podendo ser especificado em universal ou seletivo, e com outros tipos que projetam-se diretamente Detectores ópticos por absorvência no ultravioleta-visível e infravermelho, por fluorescência e por índice de refração são não destrutivos e permitem recolher a amostra para posterior caracterização, ou ser acoplados a outros detectores a fim de obterem informações qualitativas para identificação dos vários compostos presentes na amostra. Os detectores eletroquímicos e espectrômetros de massas são exemplos de detectores destrutivos.

A classe de detectores mais utilizadas em CLAE é a óptica, que engloba os de absorvência (fotométrico de comprimento de onda fixo, espectrofotométrico de comprimento de onda variável, espectrofotométrico por arranjo de diodos), índice de refração, fluorescência e espalhamento de luz.

Na visão de Collins, Braga e Bonato (2006) a contribuição e surgimento do detector é o elemento mais custoso e sofisticado do sistema cromatográfico. Ele proporciona de forma persistente alguma propriedade física ou físico-química da amostra, ou do recurso que a descrevam, e expede um sinal para registro, comumente absolutamente adequado à centralização do componente na amostra. Esse sinal é suscitado igualmente que o efluente sai da coluna e chega ao detector.

Na Waters (2021, p.1):

Como exemplo usou-se detectores da marca Waters que é referência mundial, opera em 35 países, incluindo 14 fabricas com produtos disponíveis em mais de 100 países. A Waters define os sistemas UPLC como sistemas que oferecem o verdadeiro desempenho UPLC, não importando se é para desenvolvimento de métodos rotineiramente ou para análises periódicas e processamento de grande número de amostras. Os detectores UPLC permitem que se aproveite o desempenho UPLC e obtenha aumento na resolução necessária para melhoria na caracterização das amostras complexas. As tecnologias pioneiras como o sistema Acquity Ultra Performance LC (UPLC) foram baseadas nos princípios da sensibilidade, da resolução e da velocidade. As separações superiores e de alta eficiência proporcionadas pela tecnologia UPLC requerem a adição de

técnicas de detecção de alto desempenho capazes de obter e de quantificar efetivamente esse tipo de dados.

Diante disso, a Cromatografia Líquida tem tipos e formas de detectores diferentes em que as vantagens e desvantagens do método comprovado usado para separar amostras complexas em seus constituintes e sem dúvida, o procedimento mais importante para isolar e purificar produtos químicos.

Segundo estudos de Pagan et al (2019) salienta que embora esse método seja tão preciso, têm basicamente quatro tipos diferentes de cromatografia: cromatografia gasosa, cromatografia líquida de alto desempenho, cromatografia em camada fina e cromatografia em papel. Cada um tem suas próprias vantagens e benefícios em múltiplos setores, da saúde à ciência forense.

Collins, Braga e Bonato (2006, p.392) salientam que:

Apesar de ser uma técnica relativamente nova, já conta com um número enorme de publicações em química e bioquímica, as quais descrevem as mais diversas aplicações. Em vários casos, essas aplicações consistem em determinações de substâncias cujas análises por outras técnicas são muito difíceis ou demoradas ou mesmo impossíveis.

Dentre esses estudos, a importância das formas de detectores na cromatografia líquida em que sua detecção de HPLC é usualmente fundamentada na detecção não destrutiva, como UV, RI, detectores de matriz de fotiodo, condutividade e detecção de laser (CHERIYEDATH, 2019, WATRES, 2021).

Na visão de Barzotto (2019) a base por outro lado, está integrado a detecção por cromatografia gasosa sendo amplamente abalizada em princípios destrutivos, como FID, NPD e FPD. Os detectores de espectrometria de massa comuns a LC e GC são de natureza destrutiva.

No entanto, Gomes, Santos e Faria (2020) explicam que os solventes de HPLC são caros em comparação com os gases comuns para análises e detecção. Além do preço dos solventes, o custo de manutenção dos sistemas de Cromatografia Líquida de Alta Performance, além disso é maior devido às altas pressões desenvolvidas nas bombas e colunas. A análise de GC (cromatografia gasosa) em comparação tem menores custos de manutenções.

A Waters (2021, p.1) salienta que:

A Waters caracteriza seus detectores como tendo células de fluxo projetadas para aumentar a resolução e a sensibilidade nas separações UPLC, ampla faixa linear que permite a quantificação e a identificação de picos tanto das impurezas de baixo nível quanto dos compostos principais,

recursos para garantir que se consiga detectar das separações mais básicas até as mais complexas sem que haja perda de informação.

Em considerações da literatura, ainda que muitos tipos diferentes de técnicas de cromatografia permaneçam recentemente em uso, os métodos de cromatografia líquida HPLC, UPLC e LC-MS são mais vastamente empregados para a separação e determinação quantitativa de compostos orgânicos precisam de maiores conhecimentos e leituras para outras pesquisas dos parâmetros principais das formas dos detectores da cromatografia líquida para o seu desenvolvimento e otimização.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O estudo da Cromatografia líquida teve como marco referencial as concepções da literatura na abordagem das formas de detectores pois, com os avanços diretos das tecnologias tal processo teve grande importância.

Assim, no deparar com a literatura, foram de suma importância considerar que as estratégias inovadoras modificam a instrumentação analítica como o HPLC está aumentando em popularidade e possibilitam sobretudo, ao âmbito industrial, aperfeiçoar as tendências a partir do processo a eficiência dessas técnicas superando suas desvantagens, tornando-as uma alternativa popular, particularmente nas indústrias farmacêutica e medicinal para que possam minimizar falhas e outros problemas, bem como, maximizar a qualidade nos quais o HPLC com a formas de detectores trazem resultados de alta resolução e fáceis de ler.

Assim, como os principais dados da revisão bibliográfica inicialmente, forma realizados em uma busca de critérios de fundamentação teórica sob o conhecimento prática dos materiais encontrados, nos quais para os resultados serão demonstrados que a cromatografia líquida tornou-se vastamente aceita em laboratórios em todo o mundo, como uma técnica analítica eficaz que separa os compostos mistos em seus componentes individuais por meio das formas e tipos de detectores.

A base inicial dos resultados buscou essencialmente a contribuição dos detectores diante do tema e seu objetivo, bem como a busca e compreensão de conhecimentos revisados e encontrados nos estudos da literatura sobre os tipos, usos e importância dos detectores sobre o destaque como técnica analítica qualitativa e quantitativa.

Assim, o método de detecção de HPLC é não destrutivo, normalmente usando um detector espectroscópico ultravioleta-visível (UV / Vis) ou um detector de índice de refração (RID).

Nos resultados, abordados em seu contexto, o uso da cromatografia líquida é usualmente para análise ambiental, de alimentos, controle de qualidade e testes de limpeza.

Considera-se nesse estudo, que as formas de detecção da cromatografia líquida, tornou-se um instrumento indispensável na pesquisa orgânica e bioquímica mais geralmente, sua função de detectar está essencialmente em separar e identificar diferentes elementos dentro dos compostos.

Assim, considera-se que atualmente, seu emprego em vários laboratórios é considerado indispensável, ou seja, conhecer suas vantagens, limitações, componentes e os critérios de alternativa entre os equipamentos e acessórios disponíveis tem sido de suma importância no trabalho realizado por profissionais de laboratórios químicos, farmacêuticos, bioquímicos em sua prática e a técnica tem sido útil para uma ampla gama de processos na análise química.

## REFERÊNCIAS

BARZOTTO, Ionete Lúcia Milani. **Otimização de extratos de eugenia involucrata DC.** Tese de doutorado defendida no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica da Universidade do Vale do Paraíba. São José Dos Campos, SP. 2019.

CAIADO, Luiz Eduardo. **Cromatografia a história de sua criação.** 2018. Disponível em: <<https://pt.linkedin.com/pulse/cromatografiahist%C3%B3riadesuacria%C3%A7%C3%A3o-luiz-caiado-certquim>>. Acesso em: 02 dez.2021.

COLLINS C.H., BRAGA, GL., BONATO, P.S. **Fundamentos de cromatografia.** Campinas: Editora da UNICAMP, 2006.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo, Editora Atlas, 2010.

GOMES, KÁTHIA A.; SANTOS, ALYSON L.R.; FARIA, Aniziiio M. **Avaliação de aditivos de fase móvel e temperatura na vida útil de colunas para cromatografia líquida de alta eficiência.** Artigo • Quím. Nova 43 (3) • Mar 2020.

MATHIAS, Jeniffer. **Tipos de Cromatografia Líquida.** 2014. Disponível em: <<https://www.innovatechlabs.com/newsroom/603/types-liquid-chromatography/>>. Acesso em: 03 out.2021.

NETO, Álvaro José dos Santos. **Cromatografia líquida multidimensional e espectrometria de massas em tandem para análise direta de fármacos em fluídos biológicos**: da escala convencional à miniaturizada. Tese apresentada Instituto de Química São Carlos Universidade de São Paulo, 2007.

PACHECO, Sidney, et al. História da Cromatografia Líquida. **Revista Virtual de Química**. Volume 7, Número 4, Julho-Agosto 2015.

PAGAN, Fausto de Souza, et al. **Validação de método analítico para quantificação do Fipronil por cromatografia líquida de alta eficiência**. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.16 n.29; p. 2459 2019.

RAMOS, A. M.; CREMASCO, M. A. **Separação sequencial de piperonal por cromatografia líquida de alta eficiência**. Área temática: Engenharia das Separações e Termodinâmica. Fevereiro 2015. vol. 1 num. 2 - XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química.

WATERS. **Nosso Relatório de Sustentabilidade 2021**. 2021. Disponível em:<<https://www.waters.com/nextgen/br/pt.html>>. Acesso em: 15 out.2021.