



DETERMINAÇÃO DE 3-MCPD E GLICIDOL EM ÓLEOS VEGETAIS POR MEIO DE  
CROMATOGRAFIA GASOSA COM DETECTOR DE MASSAS

DETERMINATION OF 3-MCPD AND GLYCIDOL IN VEGETABLE OILS THROUGH GAS  
CHROMATOGRAPHY WITH MASS DETECTOR

Marcelo Balleste <sup>1</sup> i

Kerley Cristiane Victorino Romão <sup>2</sup> ii

Data de submissão: (07/12/2023) Data de aprovação: (04/12/2024)

**RESUMO**

Este estudo investigou a presença de 3-MCPD e glicidol em óleos comestíveis, como canola, soja, azeite e girassol. Esses contaminantes podem representar riscos à saúde, e sua formação está associada a exposição a altas temperaturas durante o processo de refino ou cozimento. Utilizando uma técnica sensível de cromatografia gasosa, foi possível detectar concentrações mínimas desses contaminantes. Embora o Brasil não tenha regulamentações específicas para esses contaminantes, algumas marcas de óleos mostraram diferenças significativas nas concentrações, destacando a necessidade de melhorias em processos de controle. No geral, este estudo ressalta a importância do controle de qualidade para garantir a segurança dos óleos comestíveis e sugere a consideração de limites máximos de contaminação no Brasil, visando a proteção da saúde dos consumidores. A conclusão que se obteve é que apenas a amostra A do óleo de soja não atende aos limites estabelecidos, necessitando de um controle mais rigoroso em seu processo.

**Palavras-chave:** 3-MCPD; Glicidol; contaminantes; cromatografia gasosa; detector de massas.

**ABSTRACT**

This study investigated the presence of 3-MCPD and glycidol in edible oils such as canola, soybean, olive, and sunflower oils. These contaminants can pose health risks, and their formation is associated with exposure to high temperatures during the refining or cooking process. Using a sensitive gas chromatography technique, it was possible to detect minimal concentrations of these contaminants. Although Brazil does not have specific regulations for these contaminants, some oil brands showed significant differences in concentrations, highlighting the need for improvements in quality control processes. Overall, this study emphasizes the importance of quality control to ensure the safety of edible oils and suggests considering maximum contamination limits in Brazil to protect consumers' health. The conclusion reached is that only sample A of the soybean oil does not meet the established limits, requiring stricter control in its process.

<sup>1</sup> Pós-graduado na Faculdade de Tecnologia SENAI Mario Amato, E-mail: [marcelo.balleste@yahoo.com](mailto:marcelo.balleste@yahoo.com)

<sup>2</sup> Professora na Faculdade de Tecnologia SENAI Mario Amato, E-mail: [kerley.romao@sp.senai.br](mailto:kerley.romao@sp.senai.br)



**Keywords:** 3-MCPD; Glicidol; contaminants; gas chromatography; mass detector.

## 1 INTRODUÇÃO

A crescente preocupação com a segurança alimentar tem levado a uma maior atenção para a presença de contaminantes em óleos vegetais comestíveis, como o 3-monocloropropano-1,2-diol (3-MCPD) e o glicidol. Estes compostos têm despertado interesse devido aos riscos potenciais que representam para a saúde humana, conforme. (Arisseto, 2013). A origem desses contaminantes está associada ao processamento e aquecimento de óleos e gorduras, processos que podem desencadear a formação dessas substâncias indesejadas. Além disso, tanto o 3-MCPD quanto o glicidol são ésteres de cloropropanóis e glicidil éteres, respectivamente, que podem surgir durante reações envolvendo ácidos graxos e glicerol (Plantinga, Van Toorn, Van Der Stegen, 1991). Esses compostos têm sido associados a potenciais efeitos adversos à saúde, incluindo toxicidade hepática e renal, bem como a possibilidade de indução de câncer, de acordo com a Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer (IARC) em 2000. Portanto, a avaliação sistemática e rigorosa dessas substâncias em alimentos é de extrema relevância para assegurar a segurança alimentar e proteger a saúde pública.

A análise desses contaminantes apresenta desafios significativos devido à baixa concentração em que ocorrem nas amostras e à complexidade das matrizes alimentares em que estão presentes, como ressaltado pela Comissão Europeia em 2017 (Sante, 2017). No entanto, a utilização da técnica de cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (GC/MS) tem se destacado como uma abordagem eficaz para a identificação e quantificação desses ésteres em óleos vegetais comestíveis, conforme demonstrado por Silva *et al.* em 2017.

Estudos de avaliação da presença e níveis de contaminação desses compostos em óleos comercializados têm sido conduzidos em diversas regiões do mundo (Ramli *et al*, 2023). Essas pesquisas contribuem para um maior entendimento sobre a exposição do consumidor a esses contaminantes e ajudam a orientar políticas de segurança alimentar.

Além disso, a investigação dos processos de aquecimento e refinamento de óleos vegetais tornou-se uma área de estudo relevante para compreender a formação e estabilidade dos ésteres indesejados durante o processamento industrial como discutido por Oliveira, (2017). Essa compreensão é fundamental para o estabelecimento de boas práticas de fabricação que visam garantir a qualidade e segurança dos produtos finais disponibilizados aos consumidores.

O presente estudo teve como principal objetivo avaliar a presença dos contaminantes 3-MCPD e glicidol em óleos vegetais comestíveis de três marcas comerciais de Canola, Soja, Azeite e Girassol. Os resultados deste estudo contribuem para o conhecimento e controle dessas substâncias indesejadas nos produtos alimentícios, reforçando a importância da vigilância e regulamentação na indústria alimentar.



## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Revisão de literatura

Segundo a pesquisa conduzida por Tonelotto (2019), o conceito de "cloropropanóis" é empregado para caracterizar uma classe de agentes contaminantes químicos resultantes do glicerol, notáveis pela existência de álcoois e dióis com três átomos de carbono ligados a um ou dois átomos de cloro.

A análise de proteína vegetal hidrolisada por ácido clorídrico (PVH ácida) na década de 1980 revelou a presença de 30 compostos diferentes, incluindo monocloropropanodióis (MCPDs) e dicloropropanóis (DCPs).

Os resultados indicaram que o 3-MCPD foi o cloropropanol mais predominante, seguido pelo 2-monocloropropano-1,3-diol (2-MCPD), 2,3-dicloropropan-1-ol (2,3-DCP) e 1,3-dicloropropan-2-ol (1,3 DCP), com concentrações relativas de 10%, 1% e 0,1%, respectivamente. Além disso, foi observado que o 2,3-DCP e o 3-MCPD estão presentes como misturas racêmicas de seus enantiômeros, (R)- e (S)- (Arisseto, 2013).

Por outro lado, os ésteres de cloropropanóis se referem a configurações onde grupos hidroxila estão esterificados com ácidos graxos. Essas substâncias estéricas podem ser categorizadas como ésteres de MCPD e ésteres de DCP, variando de acordo com o número de átomos de cloro incorporados à estrutura molecular. Os ésteres de MCPD se desdobram em ésteres de 3-MCPD e ésteres de 2-MCPD, enquanto os ésteres de DCP se fragmentam em ésteres de 2,3-DCP e ésteres de 1,3-DCP, correspondendo à posição do cloro na configuração molecular. Além disso, os ésteres de 3-MCPD e 2-MCPD podem ser divididos em monoésteres e diésteres, dependendo do grau de esterificação apresentado pelos grupos hidroxila (Tonelotto, 2019).

Estudos trouxeram evidências do envolvimento de íons aciloxônios na reação. Ficou demonstrado que esses íons são formados a partir de diacilgliceróis após a hidrólise de triglicerídeos (TAGs) em meio aquoso na presença de ácido. Além disso, pesquisas conduzidas por Rahn e Yaylayan (2011) utilizando a espectroscopia infravermelho por transformada de Fourier mostraram que íons aciloxônios podem ser gerados em um ambiente não aquoso diretamente a partir de monoglicerídeos (MAGs), diglicerídeos (DAGs) e triglicerídeos (TAGs), por meio de uma reação de ataque nucleofílico interno no grupo éster. A alteração da posição do grupo éster (em DAGs e TAGs) resultaria na criação de um íon aciloxônio, com potencial para ser transformado em diésteres de 2- e 3-MCPD. Enquanto isso, o deslocamento do grupo hidroxila (em DAGs e MAGs) levaria à formação de um íon aciloxônio, que posteriormente poderia gerar monoésteres de 2- e 3-MCPD. (Rahn, Yaylayan, 2011).

Em estudos com animais, o 3-MCPD e o glicidol, tanto em suas formas livres quanto esterificadas, foram rapidamente decompostos no organismo após ingestão. O 3-MCPD causou danos nos rins de ratos, enquanto o glicidol aumentou o risco de câncer em diversos órgãos, possivelmente por danificar o DNA. A falta de dados impede uma avaliação completa dos efeitos do 2-MCPD, mostrando a importância de se ter um controle sob estas substâncias (EFSA, 2016)

### 2.2 Normatização

O 3-MCPD foi designado como um provável agente carcinogênico para seres humanos

(grupo 2B) pela Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer (IARC) (IARC, 2012). Por outro lado, os dados toxicológicos disponíveis para o composto 2-MCPD são escassos, e não existem limites regulatórios estabelecidos para esse componente até o momento. Portanto, o composto 2-MCPD não foi abordado no presente estudo devido à falta de informações sobre sua avaliação de exposição (IARC, 2012).

No que diz respeito ao glicidol, também foi categorizado pela IARC como uma substância com provável capacidade carcinogênica para seres humanos (grupo 2A) (IARC, 2000). Além disso, a natureza eletrofílica do anel epóxido presente no glicidol permite sua ligação covalente com macromoléculas celulares, incluindo o DNA e a hemoglobina, resultando em potencial genotoxicidade e mutações (IARC, 2000).

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo determinar a presença dos contaminantes 3-monocloropropano-1,2-diol e glicidol em óleos vegetais comestíveis. Isso é de particular importância devido ao aumento significativo no consumo de alimentos gordurosos, decorrente das mudanças nos hábitos alimentares da população brasileira. Embora haja uma crescente preocupação com a presença desses contaminantes, ainda são poucos os estudos no Brasil que abordam a avaliação do risco dos compostos 3-monocloropropano-1,2-diol e glicidol em óleos vegetais comestíveis.

### 3 METODOLOGIA

Este estudo representou uma análise abrangente e repetida, realizada em triplicata, abordando três distintas marcas de óleos vegetais amplamente consumidos, incluindo Canola, Soja, Azeite e Girassol.

O método oficial AOCS Cd 29c-13 (2- and 3-MCPD Fatty Acid Esters and Glicidol Fatty Acid Esters in Edible Oils and Fats by GC/MS, 2017) segundo AOCS (2017) foi utilizado para o desenvolvimento do estudo, baseia-se na conversão dos ésteres de glicidol em derivados halogenados, os ésteres de 3-monobromopropano-1,2-diol (3-MBPD), os quais possuem uma estrutura semelhante aos ésteres de MCPD. Os ésteres de 3-MBPD, em conjunto com os ésteres de 3-MCPD, são subsequentemente transformados em suas formas livres (não esterificadas) em uma solução metanólica de ácido sulfúrico. Os ésteres metílicos dos ácidos graxos produzidos durante a reação são extraídos e separados da amostra. O 3-MCPD e 3-MBPD são derivatizados com ácido fenilborônico (PBA) para a formação de derivados voláteis estáveis e analisados por (GC/MS). Para a quantificação são adicionados padrões internos deuterados às amostras de óleo.

Em 2015, o EC Joint Research Centre (JRC) publicou um método validado para determinar os ésteres de MCPD e glicidol utilizando GC/MS, com uma abordagem semelhante ao da AOCS Cd 29a-13, que pode ser aplicado para a maioria das matrizes de alimentos. Foram realizadas análise em triplicata de cada óleo comestível, sendo utilizado tubo de ensaio, vial de 2ml, tolueno, Tert-butil metil éter, hidróxido de sódio, 2-metilpentano, acetato de etila, dietiléter, iso-octano, solução cloreto de sódio, solução brometo de sódio, sulfato de sódio, ácido sulfúrico e solução saturada de ácido fenil borônico.

O processo de extração dos ésteres de 3-MCPD e glicidol de amostras de óleos vegetais comestíveis foi conduzido seguindo o procedimento estabelecido no método AOCS Cd 29c-13, que é reconhecido por sua confiabilidade e precisão. Este método envolve várias etapas essenciais para garantir a exatidão dos resultados.

Os ésteres de glicidol presentes nas amostras foram submetidos à conversão em

derivados halogenados, especificamente os ésteres de 3-monobromo-propano-1,2-diol (3-MBPD). Este procedimento tem o objetivo de facilitar a análise e quantificação. Essa conversão é uma etapa crítica, pois afeta a precisão dos resultados.

Após a conversão, tanto os ésteres de 3-MCPD quanto os ésteres de 3-MBPD foram transformados em suas formas livres, ou seja, na forma não esterificada. Isso foi alcançado por meio do uso de uma solução metanólica de ácido sulfúrico, que desencadeou a liberação desses compostos de suas formas esterificadas.

Em seguida, para a quantificação dos ésteres de 3-MCPD e glicidol, utilizou-se a técnica de cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (GC/MS). Este é um método sensível e preciso que permite a separação e identificação de compostos com base em suas propriedades de massa e retenção cromatográfica. Para estabelecer as concentrações de 3-MCPD e glicidol nas amostras, foi construída uma curva de calibração com cinco pontos diferentes, cada um contendo concentrações conhecidas dos contaminantes, variando de  $0,05 \text{ mg.L}^{-1}$  à  $5 \text{ mg.L}^{-1}$ . Cada ponto da curva foi preparado e analisado duas vezes para garantir a confiabilidade dos resultados.

Foram conduzidas análises em triplicata de quatro variedades de óleos, provenientes de três marcas distintas: Canola, Soja, Azeite e Girassol.

O equipamento utilizado para estas análises foi o Cromatógrafo Gasoso da marca Agilent, modelo 5977B GC/MSD *Single*. O volume de injeção foi de  $1\mu\text{L}$ , usando um modo de injeção "splitless pulsado" a temperatura de  $250^\circ\text{C}$ . O gás de arraste utilizado foi o hélio, com fluxo de  $1,2 \text{ ml.min}^{-1}$ . A coluna cromatográfica empregada foi da marca Agilent, modelo DB-5MS UI.

**Figura 1 – Processo de preparo de amostra**



Fonte: Próprio autor

Etapa 1: Preparação da Amostra (coleta, pesagem e homogeneização).

Nesta etapa, o objetivo é coletar a amostra do óleo que deseja analisar. Após a coleta, a amostra é pesada para determinar a quantidade exata a ser analisada. Homogeneizar a amostra.

Etapa 2: Extração dos Compostos de Interesse

Na segunda etapa, busca-se separar os compostos de interesse, como 3-MCPD e Glicidol, da matriz da amostra. Isso é alcançado por meio do uso de um solvente apropriado, capaz de dissolver esses compostos específicos. A escolha do solvente importante, pois ele deve ser seletivo o suficiente para extrair os compostos desejados, sem interferência de outros componentes, no caso o acetato de etila ou tolueno.

Etapa 3: Concentração dos Compostos de Interesse

Após a extração, é necessário concentrar os compostos de interesse para que possam ser detectados em concentrações baixas. Esse processo envolve a remoção do solvente utilizado na etapa anterior, geralmente por meio da evaporação controlada. O objetivo é reduzir o volume da solução, concentrando assim os compostos de interesse em uma forma mais adequada para a análise posterior.

Etapa 4: Análise por GC/MS

Na quarta etapa, os compostos de interesse, ou seja, o 3-MCPD e o Glicidol, são submetidos à análise utilizando um equipamento GC/MS. Este é um passo que permite a separação e identificação dos compostos presentes na amostra. O GC, Cromatógrafo Gasoso, separa os compostos com base em sua volatilidade e afinidade com a coluna, enquanto o MS identifica os compostos com base em suas massas moleculares e espectros de fragmentação.

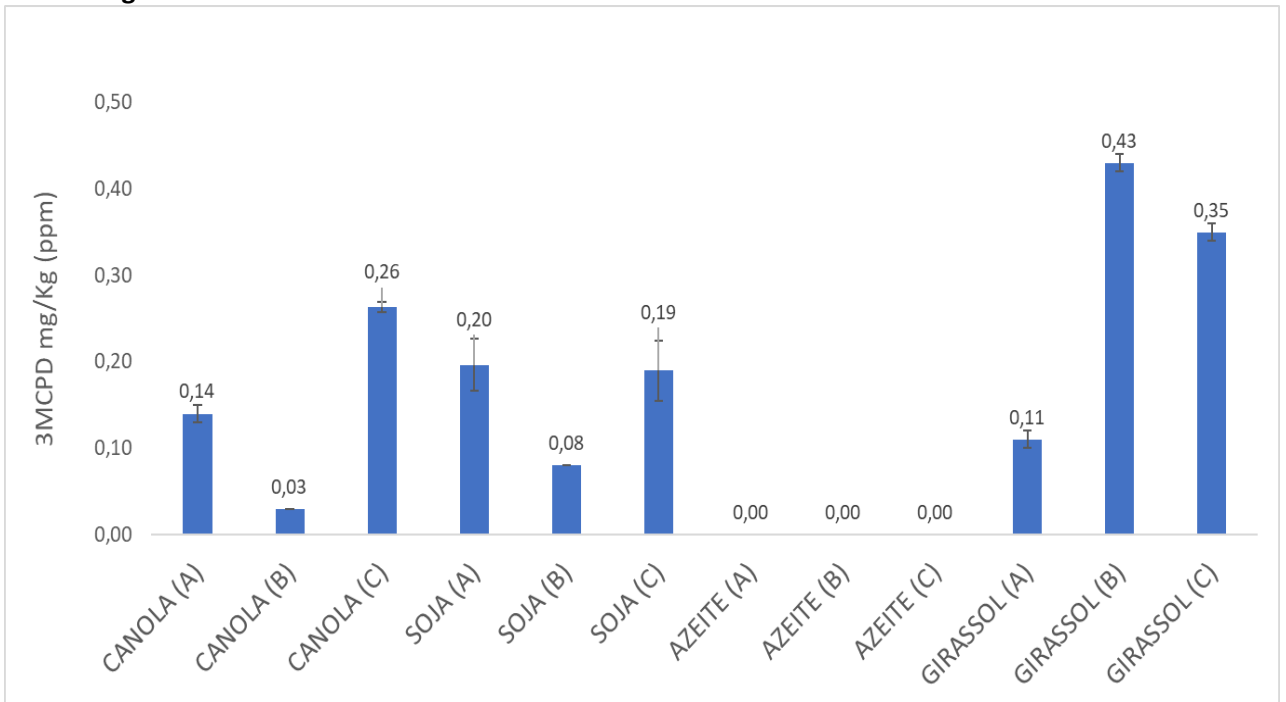
Etapa 5: Interpretação dos Resultados

Por fim, a quinta etapa envolve a interpretação dos resultados obtidos na análise por GC/MS. Isso inclui a quantificação dos níveis de 3-MCPD e Glicidol na amostra, comumente comparando-os com padrões de concentrações conhecidos. Essa comparação permite determinar a quantidade precisa desses compostos na amostra de óleo, fornecendo informações essenciais para a avaliação de sua qualidade e segurança.

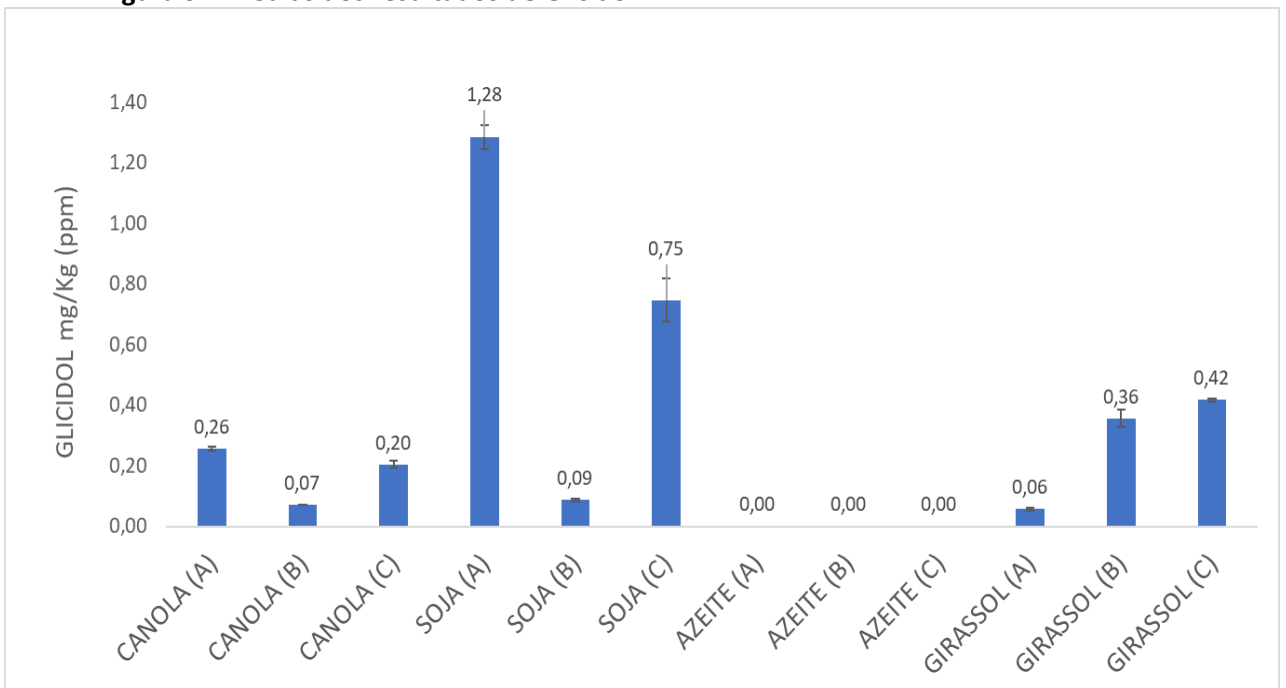
### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O principal objetivo dessas análises foi determinar as concentrações médias dos contaminantes 3-MCPD e glicidol presentes nesses produtos, uma tarefa importante para a segurança alimentar. Vale ressaltar que a Comissão Europeia adotou regulamentações rigorosas, conforme estabelecido no Regulamento (UE) 2018/290, que atualizou o Regulamento (CE) 1881/2006, com o propósito de salvaguardar a saúde dos consumidores e garantir a segurança alimentar. As regulamentações estipulam limites máximos permitidos para a presença de 3-MCPD em óleos e gorduras vegetais destinados ao consumo humano, com o mais recente limite fixado em  $1,25 \text{ mg.kg}^{-1}$  (limite máximo).

A média dos resultados de 3-MCPD e Glicidol são apresentados na figura 2 e 3 e na figura 4 representa a curva de calibração que foi utilizada nas análises.

**Figura 2 – Médias dos resultados de 3MCPD**

Fonte: Próprio autor

**Figura 3 – Médias dos resultados de Glicidol**

Fonte: Próprio autor

Os resultados obtidos neste estudo revelaram variações significativas nas concentrações de 3-MCPD e glicidol entre as diferentes marcas e tipos de óleos avaliados. No caso do óleo de canola, observou-se uma média de  $0,14 \text{ mg.kg}^{-1}$  para a marca A, enquanto a marca B registrou uma média de  $0,03 \text{ mg.kg}^{-1}$  e a marca C apresentou uma média de  $0,26 \text{ mg.kg}^{-1}$ , destacando a variação considerável entre essas marcas (tabela 1, figura 2 e 3). O

mesmo padrão de variação foi observado no óleo de soja, com resultados de 0,19 mg.kg<sup>-1</sup> para a marca A, 0,08 mg.kg<sup>-1</sup> para a marca B e 0,21 mg.kg<sup>-1</sup> para a marca C, mostrando a importância da seleção cuidadosa do óleo consumido (tabela 2, figura 2 e 3).

**Tabela 1. Triplicata de resultado de análise de 3 – MCPD e Glicidol do óleo de canola de três marcas diferentes:**

Óleo	Marca	3 –MCPD (mg.kg <sup>-1</sup> )	Glicidol (mg.kg <sup>-1</sup> )
Canola	A	0,15	0,25
Canola	A	0,14	0,26
Canola	A	0,13	0,26
Canola	B	0,03	0,07
Canola	B	0,03	0,07
Canola	B	0,03	0,07
Canola	C	0,26	0,21
Canola	C	0,26	0,21
Canola	C	0,27	0,19

Fonte: Próprio autor

**Tabela 2. Triplicata de resultado de análise de 3 – MCPD e Glicidol do óleo de soja de três marcas diferentes:**

Óleo	Marca	3 –MCPD (mg.kg <sup>-1</sup> )	Glicidol (mg.kg <sup>-1</sup> )
Soja	A	0,19	1,33
Soja	A	0,23	1,26
Soja	A	0,17	1,26
Soja	B	0,08	0,09
Soja	B	0,08	0,08
Soja	B	0,08	0,09
Soja	C	0,15	0,83
Soja	C	0,21	0,71
Soja	C	0,21	0,70

Fonte: Próprio autor

Para o azeite, todos os resultados ficaram abaixo do limite de quantificação, o que sugere que não houve variação significativa entre as marcas e que a presença de 3-MCPD e glicidol foi insignificante (tabela 3, figuras 2 e 3).

Confome Kamikata e Tfouni (2018) uma vez que o processo de obtenção do azeite extra virgem não envolve altas temperaturas, a ausência de ésteres nesses produtos é um forte indicativo de adulteração, possivelmente pela adição de óleos refinados.



**Tabela 3. Triplicata de resultado de análise de 3 – MCPD e Glicidol do Azeite de três marcas diferentes:**

Óleo	Marca	3 –MCPD (mg.kg <sup>-1</sup> )	Glicidol (mg.kg <sup>-1</sup> )
Azeite	A	0,00	0,00
Azeite	A	0,00	0,00
Azeite	A	0,00	0,00
Azeite	B	0,00	0,00
Azeite	B	0,00	0,00
Azeite	B	0,00	0,00
Azeite	C	0,00	0,00
Azeite	C	0,00	0,00
Azeite	C	0,00	0,00

Fonte: Próprio autor

Analisando os resultados para o óleo de girassol, observou-se uma média de concentração de 0,11 mg.kg<sup>-1</sup> para a marca A, enquanto a marca B registrou uma média de 0,43 mg.kg<sup>-1</sup> e a marca C apresentou 0,35 mg.kg<sup>-1</sup>. Similarmente, as concentrações médias de glicidol também variaram entre as marcas, destacando a influência da escolha do óleo no teor desses contaminantes (tabela 4, figuras 2 e 3).

**Tabela 4. Triplicata de resultado de análise de 3 – MCPD e Glicidol do óleo de girassol de três marcas diferentes:**

Óleo	Marca	3 –MCPD (mg.kg <sup>-1</sup> )	Glicidol (mg.kg <sup>-1</sup> )
Girassol	A	0,10	0,06
Girassol	A	0,11	0,06
Girassol	A	0,12	0,05
Girassol	B	0,44	0,34
Girassol	B	0,43	0,39
Girassol	B	0,42	0,34
Girassol	C	0,34	0,42
Girassol	C	0,35	0,42
Girassol	C	0,36	0,41

Fonte: Próprio autor

O Regulamento UE 2020/1322 publicado no Jornal Oficial União Europeia em 23 de setembro de 2020 definiu o limite máximo de 1,25 mg.kg<sup>-1</sup> para 3-MCPD e glicidol em óleos vegetais. A maioria das amostras analisadas atende a esse requisito, apenas a marca A da soja se encontra acima do limite (1,25 mg.kg<sup>-1</sup>) que foi estabelecido pela Comissão, assim precisando um maior controle em seu processo.

Com relação aos demais é um indicativo positivo de que os óleos testados estão dentro dos limites permitidos para a presença de 3-MCPD. No entanto, é imperativo ressaltar a necessidade de uma monitorização contínua das concentrações de 3-MCPD nos óleos para assegurar a conformidade constante com os

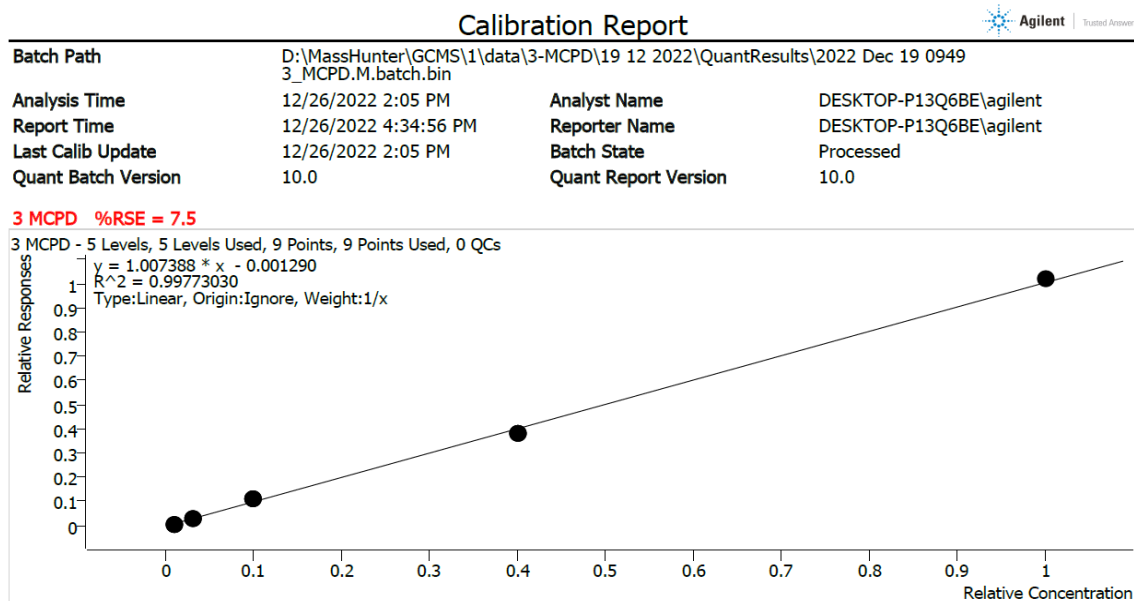
regulamentos e, conseqüentemente, a proteção da saúde dos consumidores.

Importante salientar que, embora os limites máximos para glicidol não tenham sido mencionados na atualização regulatória citada, a análise e controle dessa substância apresenta importância crítica devido aos potenciais riscos à saúde humana. A ausência de uma especificação regulatória não deve ser interpretada como justificativa para negligenciar a análise de glicidol. É fundamental manter a vigilância e avaliar constantemente os níveis dessa substância, a fim de garantir a segurança dos produtos alimentares.

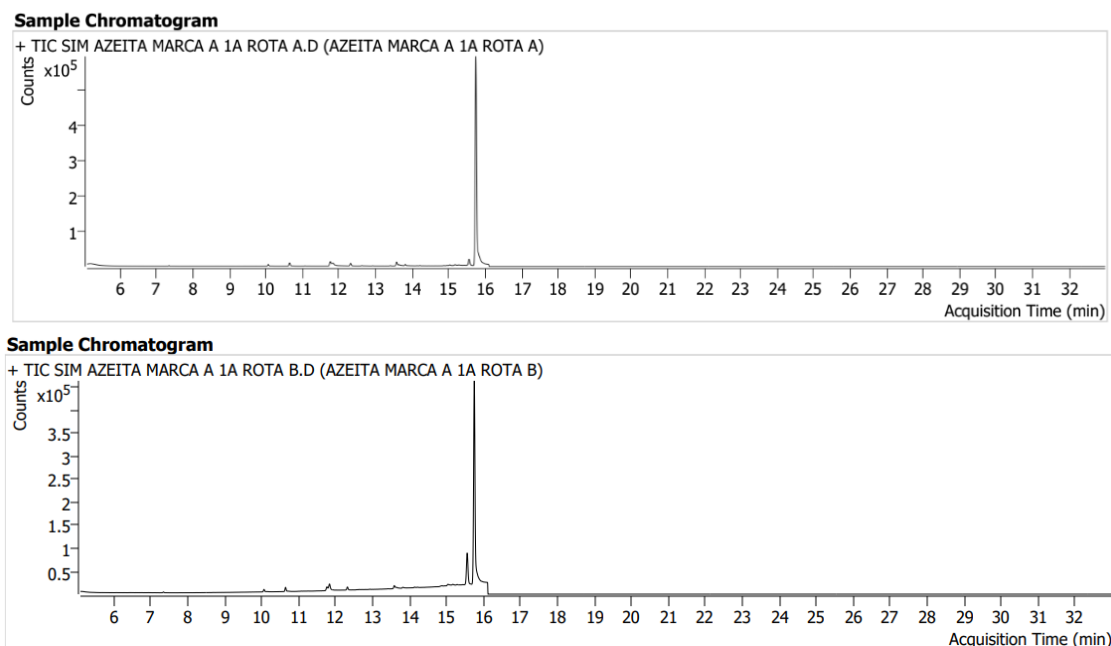
A faixa de quantificação do equipamento utilizado para as análises ( $0,05 \text{ mg.kg}^{-1}$  à  $5 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) é apropriada, uma vez que os resultados das concentrações obtidas estão dentro dessa faixa. Isso valida a precisão e sensibilidade do equipamento na detecção e quantificação de 3-MCPD e glicidol em níveis relevantes.

Em síntese, os resultados deste estudo destacam a necessidade de análises rigorosas em óleos vegetais para assegurar a conformidade com os limites máximos estabelecidos para a presença de 3-MCPD, especialmente em face da recente atualização regulatória. A contínua monitorização e controle dessas substâncias são fundamentais para garantir a qualidade e segurança dos produtos alimentares disponibilizados aos consumidores, bem como para o cumprimento das regulamentações de segurança alimentar.

**Figura 4 – Curva de calibração 3MCPD**



Fonte: Próprio autor

**Figura 5 – Cromatogramas das análises realizadas em amostras :**

Fonte: Próprio autor

A escolha de apresentar apenas um cromatograma representativo dos resultados neste artigo foi baseada em critérios de concisão e clareza, visando aprimorar a compreensão e focar nos aspectos mais significativos desta pesquisa cromatográfica.

Os cromatogramas acima foram selecionado para representar os resultados. Os resultados reflete de maneira as principais descobertas ao longo deste estudo. A semelhança dos perfis cromatográficos entre os óleos analisados sugere que os resultados obtidos em relação aos contaminantes 3-MCPD e glicidol são consistentes e aplicáveis a todas as amostras testadas.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste estudo revelam informações essenciais sobre a qualidade e a segurança dos óleos vegetais comestíveis disponíveis no mercado brasileiro. Embora atualmente o Brasil não tenha regulamentações específicas para controlar os contaminantes 3-MCPD e glicidol em óleos comestíveis, fica evidente que algumas marcas demonstram um compromisso maior com a qualidade e a segurança de seus produtos, mesmo em um cenário sem obrigatoriedade legal.

Conforme Matthäus e Pudel (2022), a prevenção da formação de ésteres envolve o controle rigoroso dos componentes iniciais (matéria-prima e óleo bruto) e a aplicação de técnicas como lavagem, ajuste de pH e redução de temperatura durante o processamento. Além disso, métodos alternativos de desodorização, como a destilação de caminho curto ou o uso de aditivos, podem ser empregados.

No caso dos azeites de oliva analisados, a ausência dos contaminantes 3-MCPD e glicidol sugere que essas marcas adotam práticas rigorosas em seus processos de fabricação, priorizando a integridade do produto final e a saúde dos consumidores. No entanto, os

resultados mais variáveis encontrados nos óleos de girassol, canola e soja chamam a atenção quanto a importância de um controle mais restrito durante o processamento desses óleos. A variação significativa nas concentrações de 3-MCPD e glicidol entre as marcas indica que algumas empresas podem estar mais atentas às condições de produção do que outras. Essa diferença ressalta a necessidade de implementar boas práticas de fabricação e monitorar os parâmetros que influenciam a formação desses contaminantes, como temperatura e umidade.

É importante ressaltar que os resultados deste estudo se basearam em uma análise de um número limitado de marcas comerciais de cada tipo de óleo. Portanto, a pesquisa pode ser considerada como um ponto de partida para uma avaliação mais ampla e precisa da presença desses contaminantes em óleos comestíveis no Brasil. O desenvolvimento de regulamentações específicas para controlar esses contaminantes também pode ser uma medida importante para proteger a saúde pública e garantir a qualidade dos alimentos consumidos no país.

Em resumo, os achados deste estudo destacam a importância da vigilância e do controle de contaminantes em produtos alimentares, mesmo na ausência de regulamentações rigorosas. A busca por práticas de fabricação responsáveis e a melhoria contínua dos métodos analíticos são fundamentais para assegurar que os óleos vegetais comestíveis atendam aos padrões de segurança alimentar e minimizem os riscos à saúde dos consumidores. Mais pesquisas e regulamentações podem ser necessárias para garantir a qualidade e a segurança desses produtos no mercado brasileiro.

## REFERÊNCIAS

AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY – AOCS. **2- AND 3-MCPD Fatty acid esters and glycidol fatty acid esters in edible oils and fats by GC/MS**. AOCS Official Method Cd 29c-13. Revised 2017. 14p.

ARISSETO, A. P. *et al.* Ésteres de cloropropanóis e de glicidol em alimentos. **Química Nova**, v. 36, n. 9, p. 1406-1415, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/VsYWcKW5JXYYtZY9HWci9sf/> . Acesso em: 17 jul. 2023.

EFSA PANEL ON CONTAMINANTS IN THE FOOD CHAIN (CONTAM). Risks for human health related to the presence of 3-and 2-monochloropropanediol (MCPD), and their fatty acid esters, and glycidyl fatty acid esters in food. **Efsa Journal**, v. 14, n. 5, p. e04426, 2016. Disponível em: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2016.4426> . Acesso em: 17 jul. 2023.

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER – IARC. **Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans**. v.77, p. 469–486. Lyon: IARC, 2000.

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER – IARC. **Review of Human Carcinogens**. v. 100. . Lyon: IARC, 2012.

KAMIKATA, K.; TFOUNI, S. A. V. **Contaminação de azeite de oliva com ésteres de 3-MCPD, 2-MCPD e glicidol e correlação com os parâmetros de identidade e qualidade**. 2018.

Dissertação – (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, SP, 2018. Disponível em:

<http://repositorio.ital.sp.gov.br/jspui/bitstream/123456789/93/1/Dissertacao%20Kamille%20Kamikata.pdf> . Acesso em: 09 fev. 2023.

MATTHÄUS, Bertrand; PUDEL, Frank. Mitigation of MCPD and glycidyl esters in edible oils. **Processing contaminants in edible oils**. AOCS Press, 2022. p. 23-64.

OLIVEIRA, S. P. **Regulamentação global: Foco em ésteres de 3-MCPD e ésteres Glicídicos com base no parecer científico da EFSA em 2016**. 2017. Dissertação - (Mestrado em Biotecnologia Alimentar) – Departamento de Química, Universidade de Aveiro, Aveiro, 2017. Disponível em: <http://ria.ua.pt/handle/10773/22485> . Acesso em: Acesso em: 09 fev. 2023.

PLANTINGA, W. J.; VAN TOORN, W. G.; VAN DER STEGEN, G. H. D. Determination of 3-chloropropane-1, 2-diol in liquid hydrolysed vegetable proteins by capillary gas chromatography with flame ionization detection. **Journal of Chromatography A**, v. 555, n. 1-2, p. 311-314, 1991.

RAHN, A. K. K.; YAYLAYAN, V. A. What do we know about the molecular mechanism of 3-MCPD ester formation?. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 113, n. 3, p. 323-329, 2011.

RAMLI, N. A. S. *et al.* Determination of process contaminants 2-and 3-MCPD esters and glycidyl esters in palm-based glycerol by indirect analysis using GC-MS. **Food Additives & Contaminants: Part A**, v. 40, n. 10, p. 1307-1321, 2023.

SANTE EUROPEAN COMISSION. **Guidance document on analytical quality control and method validation procedures for pesticide residues analysis in food and feed**. 2017.

Document No. SANTE/11813/2017. Disponível em:

[https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/plant/docs/pesticides\\_mrl\\_guidelines\\_wrkdoc\\_2017-11813.pdf](https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/plant/docs/pesticides_mrl_guidelines_wrkdoc_2017-11813.pdf) . Acesso em: 09 fev. 2023.

SILVA, P. T. de S. e, *et al.* **Análises de multirresíduos de pesticidas em cebola empregando cromatografias líquida e gasosa acopladas à espectrometria de massas**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2017.

TONELOTTO, R. A. C. **Avaliação da presença do 3-monocloro-1, 2-propanediol e glicidol em óleos vegetais comestíveis utilizando GC/MS/MS e seu risco toxicológico**. 2019. Dissertação – (Mestrado em Fisiopatologia e Toxicologia) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2019. Disponível em:

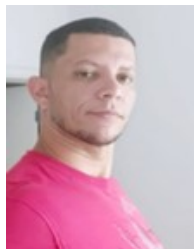
[https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9143/tde-18032019-](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9143/tde-18032019-153354/publico/Renata_Aparecida_Cerqueira_Tonelotto_ME_Corrigida.pdf)

[153354/publico/Renata Aparecida Cerqueira Tonelotto ME Corrigida.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9143/tde-18032019-153354/publico/Renata_Aparecida_Cerqueira_Tonelotto_ME_Corrigida.pdf) . Acesso em: 09 fev. 2023

## Sobre os Autores

---

### <sup>i</sup> **Marcelo Balleste**



Pós-graduação em Análise Instrumental Avançada pelo SENAI-SP (2022), graduação em Tecnólogo em Processos Químicos pela Unianchieta (2005), e Curso Técnico em Química pelas Escolas Padre Anchieta (2003). Experiência em análises físico-químicas de matérias-primas e produtos acabados, incluindo técnicas avançadas como cromatografia líquida e gasosa, espectrofotometria e controle de calibração de equipamentos. Atua em diversos setores industriais, como alimentose química fina.

### <sup>ii</sup> **Kerley Cristiane Victorino Romão**



Possui graduação em Química pelo Centro Universitário Fundação Santo André. Pós-Graduação em Gestão de Controles Ambientais pelo SENAI-SP. Mestrado pela Faculdade Medicina do ABC com ênfase em Fármacos. Ministra aulas Graduação e Pós-Graduação da Faculdade Tecnologia SENAI Mario Amato, nos cursos de Tecnologia em Polímeros e Engenharia de Automação e Controle. Tem experiência na área de Química analítica, com ênfase em Análise Instrumental. Trabalhou com elastômeros durante 10 anos. <https://orcid.org/0009-0003-2808-7339>