



Faculdade de Veterinária

Departamento de Produção Animal e Tecnologia de Alimentos

Secção de Tecnologia de Alimentos

Licenciatura em Ciência e Tecnologia de Alimentos

TRABALHO DE CULMINAÇÃO DE ESTUDO

TEMA:

Controlo da qualidade do óleo de fritura numa indústria de *Catering* em
Maputo

Estudante:

Jolena Licone

Supervisora:

Mestre Salma Aly Bacar Somar

Co-supervisora:

Prof^a.Doutora.Custódia Macuamule

Maputo, Agosto de 2025

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar ao Senhor, meu Deus, pelo dom da vida, por ter-me guardado até hoje e, por ter-me permitido chegar nesta fase. Sou muito grata.

Em segundo lugar aos meus pais, João Licone e Helena Licone, pelo amor, protecção, educação e por todos os sacrifícios que fizeram para me ver bem e a crescer. Não saberia como agradecer de forma justa por tanto que fizeram e fazem até hoje. Aos meus irmãos, que são a minha companhia diária, pelo suporte e apoio que deram, principalmente na fase de escrita do meu trabalho de final do curso. À família em geral, que directa ou indirectamente contribuiu para que eu me formasse.

À todos meus colegas de turma, que estiveram comigo nesta jornada que não foi fácil, ao Carlos, Albertina, Shirley que estiveram mais próximos de mim durante o percurso, e ao Luís que não só esteve próximo durante o percurso, mas também na fase de escrita do trabalho, não mediu esforços para partilhar comigo o seu conhecimento, dedicando seu tempo para me explicar e dar ideias. Muito obrigada.

Às minhas amigas, Marla e Vicky, obrigada pelo suporte e encorajamento nesta fase.

Agradeço à Sociedade Moçambicana de Serviços (SMS) por ter-me recebido, e por ter permitido com que eu pudesse colocar em prática os conhecimentos adquiridos durante a minha formação, em especial à Directora da Qualidade, Mestre Salma Somar por sua gentileza, simpatia, disponibilidade para esclarecer qualquer tipo de dúvida e por partilhar comigo o seu conhecimento.

Um especial agradecimento às minhas supervisoras, Mestre Salma Somar e Prof^a. Doutora Custódia Macuamule, pelo suporte, paciência, ensinamentos, dedicação, orientações brilhantes, o que tornou possível a realização deste trabalho. A todos os docentes da Faculdade de Veterinária e não só, pela dedicação em partilhar todo conhecimento que tinham sobre Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Muito obrigada!

ACRÔNIMOS E ABREVIATURAS

3- MCPDE – 3 monocloropropanodiol

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

BPM - Boas Práticas de Manipulação

CPT – Compostos Polares Totais

HACCP – *Hazard Analysis And Critical Control Point* / Análise de perigos e pontos críticos de controlo

OR- *Odds Ratio*

RDC – Resolução da Directoria Colegiada

SA – Serviços de Alimentação

SMS – Sociedade Moçambicana de Serviços

LISTA DE TABELAS

Tabela I: Principais reacções de deterioração do óleo durante o processo de fritura.....	10
Tabela II: Teor de absorção de óleo em alguns salgados fritos.....	12
Tabela III- Métodos de controlo de qualidade do óleo de fritura e os respectivos equipamentos.....	13
Tabela IV: Limites legais de compostos polares totais em óleos de fritura.....	15
Tabela V: Classificação da degradação do óleo.....	20
Tabela VI: Associação entre o estado inicial do óleo e a qualidade final.....	26
Tabela VII: Avaliação da qualidade do óleo em função do tipo de alimento frito.....	27
Tabela VIII: Análise logística multivariada das condições de fritura sobre a qualidade do óleo....	28

LISTA DE FIGURAS

Figura I: Reacção para obtenção da molécula de triacilglicerol.....	6
Figura II: Esquema representativo das fases de degradação do óleo de fritura por imersão, desde o óleo novo até a necessidade de substituição.....	7
Figura III: Descrição simplificada do processo de coleta.....	17
Figura IV: (a)- Embalagem de oleotest®; (b)- Tubo de teste e respectiva escala colorimétrica.....	18
Figura V: Observação do resultado do teste de óleo.....	19
Figura VI: Estágios de coloração do óleo observados durante a fritura.....	24
Figura VII: Recipiente usado para fazer o descarte do óleo.....	29

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico I: Variação da temperatura de fritura de batatas.....	22
Gráfico II: Variação da temperatura de fritura de salgados.....	23
Gráfico III: Associação entre a qualidade do óleo e a temperatura de fritura.....	25
Gráfico IV: Qualidade do óleo em função da frequência de fritura.....	26

ÍNDICE

RESUMO	VII
ABSTRACT	VIII
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJECTIVOS	2
2.1. Geral	2
2.2. Específicos	2
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
3.1. Restauração colectiva e perigos associados	3
3.2. O processamento por fritura	3
3.2.1. <i>Processo de fritura</i>	4
3.2.2. <i>Tipos de fritura</i>	4
3.2.4. <i>Fases da degradação do óleo de fritura</i>	6
3.2.5. <i>Reações químicas do óleo durante a fritura</i>	8
3.2.6. <i>Efeitos da fritura nos alimentos</i>	10
3.2.7. <i>Efeitos da fritura na saúde</i>	11
3.3. Compostos polares totais	12
3.4. Monitoria e controlo de qualidade do óleo de fritura	12
3.5. Métodos de controlo da qualidade do óleo de fritura	13
3.6. Descarte do óleo	14
3.7. Aspectos legais sobre a fritura	14
4. MATERIAL E MÉTODOS	16
4.1. Local de estudo	16
4.2. Tipo de estudo	16
4.3. Amostragem e Colheita de Amostras	16
4.4. Oleotest®	18
4.5. Análise estatística dos resultados	20
4.5.1. <i>Critérios de inclusão para a análise por tipo de alimento</i>	21
5. RESULTADOS	22
5.1. Temperatura de fritura	22
5.2. Avaliação sensorial da qualidade do óleo: cor, aroma e resíduos	23
5.3. Avaliação da influência da temperatura na qualidade do óleo	24
5.3.1. <i>Influência da frequência de fritura na qualidade do óleo</i>	25

5.3.2.	<i>Influência do estado inicial do óleo na sua qualidade</i>	26
5.3.3.	<i>Influência do tipo de alimento na qualidade do óleo de fritura</i>	27
5.4.	Influência combinada dos factores operacionais na degradação do óleo.....	27
5.5.	Procedimentos de descarte do óleo de fritura.....	28
6.	DISCUSSÃO	30
6.1.	Temperatura de fritura e impacto na qualidade do óleo.....	30
6.2.	Frequência de fritura e degradação progressiva.....	30
6.3.	Tipo de alimento e velocidade de deterioração do óleo de fritura.....	31
6.4.	Estado inicial e mistura de óleos.....	32
6.5.	Avaliação combinada dos factores.....	33
6.6.	Práticas de descarte observadas.....	34
7.	CONCLUSÃO.....	36
8.	RECOMENDAÇÕES.....	37
9.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
	ANEXOS	45

RESUMO

A qualidade do óleo de fritura é um fator crítico para a segurança dos alimentos, a saúde dos consumidores e a eficiência dos serviços de restauração coletiva. Este estudo teve como objetivo avaliar a qualidade do óleo de fritura utilizado na preparação de batatas e salgados (chamussas, rissóis e *spring rolls*) em uma empresa de restauração coletiva localizada na cidade de Maputo, Moçambique. Foram monitoradas variáveis como temperatura de fritura, frequência de reutilização, estado inicial do óleo e prática de descarte. A colheita de amostras foi realizada por conveniência, tendo sido analisadas 112 amostras (53 de salgados e 59 de batatas), por meio do teste rápido Oleotest® e posterior teste de razão de chances entre os grupos/tratamentos (Odds Ratio). Os resultados indicaram que o número de frituras, o estado inicial do óleo e o tipo de alimento influenciaram significativamente a degradação do óleo, sendo os salgados os que mais aceleraram esse processo. A temperatura de fritura ultrapassou o limite de 180 °C em alguns ciclos, especialmente no preparo de batatas. Além disso, verificou-se que a decisão sobre o descarte do óleo era baseada em critérios sensoriais, sem uso de métodos analíticos ou registos formais, sobre o que pode representar riscos à saúde pública e ao meio ambiente. Conclui-se que práticas operacionais inadequadas, como frituras sucessivas, mistura de óleos e ausência de controlo de temperatura, comprometem a qualidade do óleo e dos alimentos. Recomenda-se o estabelecimento de protocolos internos de controlo e descarte, bem como regulamentações nacionais que orientem a gestão adequada do óleo de fritura.

Palavras-chave: qualidade do óleo, fritura, restauração colectiva, compostos polares, descarte de óleo.

ABSTRACT

The quality of frying oil is a critical factor for food safety, consumer health, and the efficiency of collective food services. This study aimed to assess the quality of frying oil used in the preparation of potatoes and snacks (samosas, rissoles, and spring rolls) in a collective catering company located in Maputo, Mozambique. Variables such as frying temperature, reuse frequency, type of food, initial state of the oil, and disposal practices were monitored. Sample collection followed a convenience sampling method, and 112 samples (53 from snacks and 59 from potatoes) were analyzed using the rapid Oleotest® method and statistical analysis (Odds Ratio). The results showed that the number of fryings, the initial state of the oil, and the type of food significantly influenced oil degradation, with snacks accelerating the deterioration more than potatoes. Frying temperatures exceeded the 180 °C limit in some cycles, especially during potato preparation. Additionally, it was observed that oil disposal decisions were based on sensory criteria, without analytical testing or formal recording, might pose risks to public health and the environment. It is concluded that inadequate operational practices—such as excessive reuse, mixing of oils, and lack of temperature control—compromise both oil and food quality. It is recommended to establish internal protocols for monitoring and disposal, as well as national regulations to guide the proper management of frying oil.

Keywords: oil quality, deep frying, collective catering, polar compounds, oil disposal.

1. INTRODUÇÃO

Os alimentos podem ser consumidos ao natural, cozidos, assados ou fritos, conforme a preparação culinária, e devem estar organizados em cardápios e refeições diárias adequadas ao estado nutricional dos indivíduos (Catering Aéreo, 2022).

A expansão dos serviços de alimentação impulsionam o consumo de alimentos fritos, dada a praticidade e rapidez que este método oferece (Osawa *et al.*, 2010). Os óleos e gorduras são amplamente utilizados na preparação de alimentos, contribuindo para o sabor, textura e aroma (Martins *et al.*, 2014), e a fritura destaca-se como uma das formas mais comuns de preparo, a ser apreciada mundialmente (Sun *et al.*, 2019; Cahill *et al.*, 2014).

Autores como Rabelo e Ferreira (2008) e Batista *et al.* (2010) associam o elevado consumo de frituras ao modelo de vida moderno, no qual o tempo reduzido para a preparação de refeições caseiras estimula a procura por alimentos de fácil e rápida produção.

Contudo, o uso inadequado dos óleos no processo de fritura, sobretudo a sua reutilização frequente, pode comprometer a qualidade do alimento. A exposição prolongada a altas temperaturas favorece a formação de compostos químicos tóxicos, como radicais livres e ácidos gordos saturados, que estão associados a efeitos adversos à saúde, como envelhecimento celular precoce, distúrbios gastrointestinais e doenças cardiovasculares (Silva *et al.*, 2014; Baptista e Linhares, 2005).

Diante disso, a aplicação rigorosa das BPM é uma estratégia eficaz para minimizar riscos e garantir um controlo de qualidade adequado na produção de alimentos (Rosa, 2015).

Outro desafio relevante é o impacto ambiental causado pelo descarte incorrecto do óleo residual de fritura. Por ser insolúvel em água, esse resíduo pode obstruir redes de esgoto, dificultar a oxigenação de corpos hídricos e contaminar o solo e os lençóis freáticos (Nunes, 2011). Segundo Araújo *et al.* (2022), um único litro de óleo despejado no esgoto pode poluir até 25.000 litros de água.

Países como Alemanha, Suécia e Japão já dispõem de regulamentos específicos para o destino final de óleos e gorduras de fritura (Nunes, 2011). Em Moçambique, entretanto, não existem normas específicas para esse fim, o que, somado à falta de informação por parte de estabelecimentos do sector alimentar, reforça a importância de se dispor de métodos analíticos acessíveis e eficazes para avaliar a qualidade dos óleos utilizados.

Diante do exposto, o presente estudo tem como objectivo avaliar a qualidade do óleo de fritura utilizado numa indústria de restauração colectiva em Maputo, Moçambique, e propor práticas adequadas para a gestão e descarte final.

2. OBJECTIVOS

2.1. Geral

- Controlar a qualidade do óleo de fritura utilizado na preparação de batatas fritas e salgados (chamussas, rissóis e *Spring rolls*) numa indústria de restauração colectiva em Maputo.

2.2. Específicos

- Monitorar as temperaturas do óleo de fritura durante o processo de confecção;
- Analisar o efeito das condições de fritura (temperatura, estado do óleo, frequência de frituras, misturas e tipo de alimento) sobre a qualidade do óleo;
- Descrever os procedimentos de descarte do óleo utilizado;
- Traçar recomendações para a gestão adequada do óleo utilizado na preparação de batatas fritas, chamussas, rissóis e *Spring rolls*.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Restauração colectiva e perigos associados

A restauração colectiva representa um modelo de serviço distinto da restauração tradicional, sendo baseada na celebração de contratos de fornecimento de refeições entre clientes institucionais — como organizações públicas e privadas — e empresas especializadas em *catering* (Pinto e Ávila, 2015). Nessa relação, as refeições são preparadas nas instalações da empresa e posteriormente distribuídas aos clientes. Os beneficiários desses serviços abrangem comunidades específicas, como pacientes, funcionários e visitantes de hospitais, trabalhadores da administração pública, membros de instituições privadas, entre outros (Pinto e Ávila, 2015).

Uma das características fundamentais da restauração colectiva é a existência de um público fixo e regular, o que exige uma organização precisa em termos de ementas e quantidades de matérias-primas, ajustadas ao tipo e volume da população atendida (Baptista e Linhares, 2005).

Entretanto, a operação em larga escala e a diversidade de alimentos preparados expõem a restauração colectiva à grandes perigos associados aos alimentos, que podem ser classificados em três categorias principais: perigos físicos (como fragmentos de vidro ou metal), perigos químicos (como resíduos de detergentes ou produtos de degradação de óleos de fritura) e perigos biológicos (como bactérias patogênicas, vírus e parasitas).

De acordo com Baptista e Linhares (2005), a inadequada manipulação de alimentos em serviços de restauração colectiva pode comprometer a segurança dos alimentos, colocando em risco a saúde dos consumidores. O controlo rigoroso das Boas Práticas de Manipulação (BPM) torna-se, portanto, essencial para prevenir contaminações e garantir a qualidade das refeições servidas. A fritura encontra-se entre os métodos amplamente aplicados na indústria de restauração colectiva.

3.2. O processamento por fritura

Segundo Boccato (2009), a fritura é basicamente um processo de desidratação (ou de secagem), em que o óleo serve como meio de transferência de calor para o alimento, a conferir aos produtos as características de odor e sabor.

"É um processo barato e rápido de transferência simultânea de calor e massa (componentes presentes no alimento passam para o óleo) que altera as características sensoriais e nutricionais, como resultado de interacções complexas entre alimento e óleo" (Ziaifar *et al*, 2008 citado por Oke *et al*, 2017). "A fritura é um método de cozimento eficiente porque é resultado da alta temperatura e da rápida transferência de calor" (Sanibal & Filho, 2002 citado por Oke *et al*, 2017).

Fellows (2006) acrescenta que, o processo de fritura tem acção preservadora causada pela destruição térmica de microrganismos, enzimas e redução da actividade de água na superfície do alimento.

Um dos objectivos fundamentais da fritura é tornar os alimentos mais aceitáveis. A gordura é o agente palatável natural por excelência. Esta gordura absorvida exerce um efeito condicionador na crosta, bem como um efeito umedecido nos alimentos, contribuindo assim para a popularidade dos alimentos fritos, nomeadamente pela sua crocância e sabor agradável (Oke *et al*, 2017).

"As mudanças nos alimentos e no óleo dependem das características do alimento, do tipo de óleo, da relação superfície/volume do óleo, da taxa de incorporação de ar no óleo, da temperatura, do processo de aquecimento, da duração da imersão e do tipo de material do recipiente de fritura" (Oke *et al*, 2017).

3.2.1. Processo de fritura

A fritura é um processo altamente complexo onde uma grande quantidade de fenómenos ocorrem simultaneamente. Mais especificamente, ocorre transferência simultânea de calor, humidade e óleo entre o produto e o meio de aquecimento (óleo de fritura). Há também a formação de uma camada de crosta. Ainda assim, a composição do óleo muda constantemente ao longo do processo. Para Oke (2017), é extremamente importante compreender o que está a acontecer durante o processo de fritura para que a optimização do processo possa ser alcançada.

3.2.2. Tipos de fritura

De acordo com Fellows (2006), existem dois métodos principais de fritura comercial que se distinguem pelo método de transferência de calor, a saber: fritura superficial e a fritura por imersão.

Fritura superficial ou por contacto

Neste método, o alimento é colocado em uma frigideira que contém uma fina camada de óleo, e o calor é transferido para a superfície inferior do alimento principalmente por condução da superfície quente da frigideira através da fina camada de óleo. A fritura por contacto, é mais adequada para alimentos que apresentam uma grande relação superfície/volume. Por exemplo: *bacon* em fatias, ovos, hambúrgueres, entre outros. A temperatura atingida varia com a quantidade de óleo ou gordura utilizada, e com a libertação do vapor de água pelo alimento (cujas bolhas levantam o alimento da superfície quente), fazem com que os alimentos salteados tenham uma cor irregular no final da fritura (Fellows 2006).

Fritura por Imersão

A fritura por imersão é um processo em que a transferência de calor ocorre por uma combinação de convecção do óleo quente e condução no interior do alimento. As superfícies do alimento recebem um tratamento térmico semelhante, produzindo coloração e aparência uniformes, uma vez que o alimento é totalmente imerso em óleo aquecido entre 120°C e 180°C. Esse método é indicado para alimentos de diferentes formatos; contudo, alimentos com formas irregulares ou com maior relação superfície/massa tendem a absorver e reter volumes maiores de óleo após a fritura (Fellows, 2006; Oke *et al.*, 2017).

De acordo com Oke *et al.* (2017), a fritura por imersão oferece várias vantagens, incluindo maior velocidade de cocção, eficiência energética, consistência do produto final, além de adicionar cor, sabor, textura crocante e contribuir para a preservação de micronutrientes.

A fritura por imersão pode ser classificada em dois sistemas: contínuo e descontínuo. No sistema contínuo, utilizado principalmente na indústria alimentícia, o alimento é frito em uma única etapa com o óleo aquecido de forma contínua, sendo comum na produção de *snacks* extrusados, massas fritas e batatas pré-fritas. Enquanto no sistema descontínuo, característico de processos caseiros e institucionais — como redes de *fast food*, restaurantes, lanchonetes e cantinas escolares — o óleo é repetidamente aquecido, resfriado e reaquecido (Freire *et al.*, 2013).

Segundo Damy e Jorge (2003), o método de fritura descontínua promove alterações físico-químicas mais acentuadas no óleo, como o aumento dos teores de acidez, escurecimento e elevação dos compostos polares totais, tornando-se, portanto, mais destrutivo para os óleos e gorduras em comparação com o sistema de aquecimento contínuo. Isso ocorre porque o aquecimento intermitente, aliado à exposição frequente ao oxigénio durante os ciclos de resfriamento e reaquecimento, favorece processos de oxidação, formação de compostos tóxicos, degradação dos triacilgliceróis e perda acelerada da qualidade do óleo.

Para efeitos do presente trabalho, o termo fritura refere-se à fritura por imersão utilizando o método descontínuo, tal como praticado em serviços de restauração colectiva.

3.2.3. Composição dos Óleos e Gorduras

Os óleos e as gorduras são substâncias hidrofóbicas, ou seja, insolúveis em água, podendo ter origem animal ou vegetal. Ambos são compostos predominantemente por ésteres de triacilgliceróis, que resultam da reacção de esterificação entre o glicerol e ácidos gordos (Reda e Carneiro, 2007).

Os triacilgliceróis são compostos que, dependendo da sua constituição e da temperatura ambiente, podem apresentar consistência sólida ou líquida. Quando se encontram na forma sólida, são

denominados gorduras; quando líquidos, são denominados óleos. As gorduras de origem animal (como a banha e a manteiga) apresentam, geralmente, alta concentração de ácidos gordos saturados, o que lhes confere a característica de serem sólidas à temperatura ambiente. Enquanto os óleos de origem vegetal, como o de soja, milho e girassol, apresentam cadeias carbónicas com uma ou mais insaturações (ligações duplas), o que justifica a sua forma líquida à temperatura ambiente (Reda e Carneiro, 2007).

Na indústria de restauração colectiva, os óleos vegetais são os mais amplamente utilizados na preparação de alimentos, devido às suas propriedades tecnológicas, ao custo reduzido e ao perfil mais saudável de ácidos gordos insaturados em comparação com as gorduras animais. A Figura 1 ilustra a reacção de formação de uma molécula de triacilglicerol.

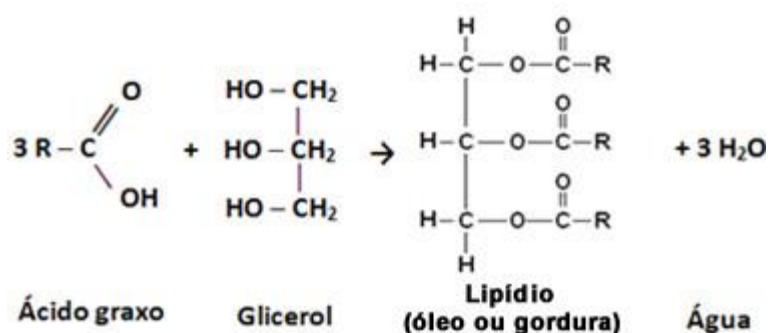


Figura I: Reacção para obtenção da molécula de triacilglicerol.

3.2.4. Fases da degradação do óleo de fritura

O processo de fritura pode ser dividido em cinco fases distintas, cada uma com características físico-químicas específicas, relacionadas ao estado de degradação do óleo (Knospe *et al.*, 2009).

Fase 1 — Óleo Novo:

O óleo encontra-se fresco, sem qualquer tipo de degradação. Quando aquecido pela primeira vez, permite a formação de uma camada de vapor ao redor do alimento, reduzindo a absorção de óleo e iniciando a formação de uma superfície crocante.

Fase 2 — Início da Degradação:

Formam-se os primeiros compostos polares e os primeiros odores típicos da fritura, indicativos do desgaste inicial do óleo.

Fase 3 — Reações de Maillard:

Com a evaporação progressiva da água do alimento, ocorrem as reações de Maillard — reações químicas entre açúcares e proteínas — que conferem a cor dourada, aromas e sabores característicos aos alimentos fritos. A coloração do óleo torna-se amarelo-acastanhada.

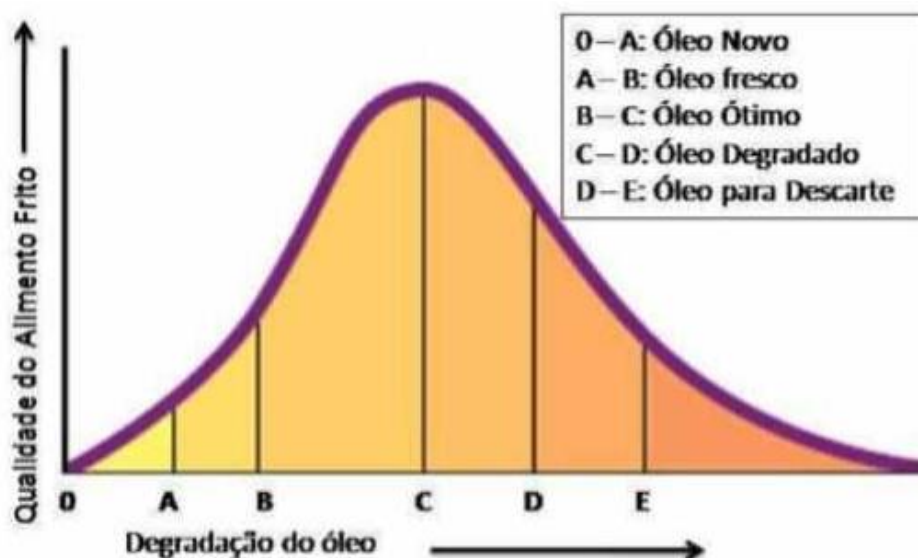
Fase 4 — Degradação Avançada:

O óleo apresenta grande quantidade de compostos polares totais, a qualidade diminui drasticamente, e os alimentos fritos passam a ter sabor, textura e odor desagradáveis. O aumento da oxidação e polimerização acelera a degradação.

Fase 5 — Substituição do Óleo:

Devido à deterioração extrema do óleo, este é descartado, sendo substituído por óleo novo fresco, adquirido pela cozinha ou indústria de restauração, reiniciando-se assim o ciclo da fritura.

Figura II: Esquema representativo das fases de degradação do óleo de fritura por imersão, desde o óleo novo até a necessidade de substituição.



Fonte: Adaptado de Boccato, 2011

De acordo com Prata (2011), a degradação do óleo de fritura pode ser representada em cinco fases distintas. Na **fase O-A**, o óleo é considerado novo, sem qualquer alteração significativa nas propriedades físico-químicas ou sensoriais, e não compromete a qualidade dos alimentos fritos. Enquanto na **fase A-B**, o óleo ainda é considerado fresco; os alimentos adquirem leve tostagem e textura mais crocante, mas ainda sem impacto negativo perceptível na qualidade (Boccato, 2011).

A **fase B-C** corresponde ao ponto de uso ideal do óleo. Nessa etapa, segundo Paul e Mittal (1997), alimento atinge características sensoriais desejáveis, como a cor dourada, aroma típico de fritura e crocância adequada. Entretanto, na **fase C-D**, observa-se o início da degradação do óleo, marcada pelo escurecimento, alteração do sabor e formação de compostos polares totais, que comprometem a qualidade e segurança do alimento, como indicam Del Ré e Jorge (2006).

Por fim, na **fase D-E**, o óleo apresenta sinais claros de deterioração: formação de espuma, odor rançoso, viscosidade aumentada e possível formação de compostos tóxicos como acroleína e aldeídos (Freire *et al.*, 2013; Lima *et al.*, 2021). Nesse ponto, o óleo deve ser descartado imediatamente, pois o seu uso representa risco à saúde do consumidor.

3.2.5. Reações químicas do óleo durante a fritura

Durante o processo de fritura, o óleo é exposto simultaneamente a altas temperaturas, oxigênio do ar e humidade dos alimentos. Essas condições promovem várias reacções químicas, como a oxidação, hidrólise e polimerização, que alteram progressivamente a composição do óleo e influenciam directamente a qualidade dos alimentos fritos. Com o tempo, essas alterações levam à formação de compostos indesejáveis, tanto do ponto de vista sensorial quanto nutricional, sendo fundamental compreender as principais transformações que ocorrem nesse meio térmico-lipídico (Bordin, Kunitake, Aracava, & Trindade, 2013).

Hidrólise

As reacções hidrolíticas são catalisadas pela acção do calor e humidade. A humidade forma vapor, que evapora com uma acção borbulhante e diminui gradualmente à medida que os alimentos são fritos. A água, nucleófilo fraco, ataca a ligação éster dos triacilgliceróis e produz di e monoacilgliceróis, glicerol e ácidos gordos livres. O conteúdo de ácidos gordos livres no óleo de fritura aumenta com o número de frituras. O valor dos ácidos gordos livres é usado para monitorar a qualidade do óleo de fritura (Oke *et al.*, 2017).

Oxidação

Segundo o autor supracitado, o oxigénio na fritura reage com o óleo. O mecanismo químico da oxidação térmica é principalmente o mesmo da auto-oxidação. A auto-oxidação lipídica está associada à reacção do oxigénio com ácidos gordos insaturados e acontece em três etapas: iniciação, propagação e término. Na iniciação, são formados radicais livres a partir da retirada de um hidrogénio do carbono da molécula do ácido gordo, em condições favorecidas por luz e calor. A propagação é a etapa em que os radicais livres são prontamente susceptíveis ao ataque atmosférico, sendo convertidos em outros radicais, formando peróxidos e hidroperóxidos, dienos conjugados, hidróxidos e cetonas, que são os produtos primários da oxidação e que podem se decompor em pequenos fragmentos ou permanecer na molécula do triacilgliceroldimérico e

polimérico. Na última etapa do processo de oxidação, dois radicais combinam-se, formando produtos estáveis (produtos secundários de oxidação), obtidos por cisão e rearranjo dos peróxidos (epóxidos, compostos voláteis e não voláteis). À medida que se aumenta o uso do óleo na fritura, as reacções de oxidação se intensificam e há produção de moléculas complexas e compostos voláteis que libertam aroma desagradável. Nesse ponto, a fritura produz muita fumaça e, conseqüentemente, o alimento tem a sua vida útil diminuída, apresentando aroma, sabor e aparência desagradável, podendo apresentar excesso de óleo absorvido e o centro do alimento não completamente cozido (Freire *et al.*, 2013).

Polimerização

Durante a fritura, especialmente em temperaturas entre 120 °C e 200 °C, ocorrem reacções de polimerização térmica nos óleos, que contribuem significativamente para a sua deterioração. Esses processos envolvem a formação de compostos de alto peso molecular, como triglicerídeos polimerizados, ácidos gordos e cíclicos e outras estruturas complexas derivadas, em especial dos ácidos linoleico e linolênico, que são altamente insaturados (Gertz, Klostermann & Kochhar, 2000).

Esses polímeros resultam do entrelaçamento de moléculas reactivas formadas por oxidação térmica, levando ao aumento da viscosidade, escurecimento e formação de espuma no óleo (Saguy & Dana, 2003). Além disso, essas alterações reduzem a qualidade dos alimentos fritos e estão associadas à formação de compostos potencialmente tóxicos quando consumidos repetidamente (Chloe & Min, 2006).

Como resultado, é mais difícil a evaporação da água do óleo, o que significa que, o calor não consegue chegar aos alimentos adequadamente, não pode ocorrer qualquer reacção de escurecimento e os alimentos ficam secos e enrugados. Ao mesmo tempo, o óleo tem maior tendência a grudar nos alimentos quando é removido da frigideira, o que por sua vez resulta em maior perda de gordura na frigideira. Após a polimerização, a quantidade de substâncias voláteis na gordura é reduzida. Em alguns casos, a formação visível de fumaça pode ser menos intensa em óleos já degradados, não por estarem mais estáveis, mas porque os compostos voláteis já foram parcialmente libertados em usos anteriores, o que reduz temporariamente a emissão visível. No entanto, isso não indica segurança, pois o óleo continua quimicamente comprometido (Choe & Min, 2006). Além da mudança de cor, os óleos de cozinha com alta proporção de polímeros são caracterizados por um alto grau de formação de espuma com poros finos (Testo SE & Co. KgaA, 2015). Na tabela 1 estão apresentadas em resumo, as principais reacções de deterioração do óleo e os produtos formados.

Tabela I- Principais reacções de deterioração do óleo durante o processo de fritura.

Reacção	Causa	Principais compostos formados
Hidrólise	Humidade dos alimentos e calor	Ácidos gordos livres, monoacilgliceróis, diacilgliceróis, glicerol
Oxidação	Exposição ao oxigénio e altas temperaturas	Hidroperóxidos, dienos conjugados, aldeídos, cetonas, epóxidos, ácidos gordos oxidados
Polimerização	Temperaturas elevadas	Dímeros e polímeros de triacilgliceróis, compostos polares totais, aumento da viscosidade do óleo

(Adaptado de Freire *et al.*, 2013; Cintra 2021; Kemin, 2022)

3.2.6. Efeitos da fritura nos alimentos

A fritura é um dos métodos de cocção mais amplamente utilizados tanto em contextos domésticos quanto industriais, influenciando significativamente as características físicas, sensoriais e nutricionais dos alimentos. Este processo térmico envolve a imersão de alimentos em óleo aquecido, promovendo uma rápida desidratação da superfície e o desenvolvimento de uma crosta característica, ao mesmo tempo que altera a composição nutricional do produto final (Bouchon *et al.*, 2003; Saguy & Dana, 2003).

Existe uma preocupação crescente em compreender como os diversos factores envolvidos no processo de fritura, como o tipo de óleo, temperatura e tempo de exposição, afectam o valor nutritivo dos alimentos processados (Rani *et al.*, 2020). Os atributos sensoriais de um alimento frito, como o sabor, a cor e a crocância, dependem da matéria-prima, do meio de fritura e das condições operacionais. Quando a gordura penetra no alimento, pode alterar selectivamente a sua composição. Alterações indesejáveis podem ocorrer simultaneamente, incluindo a perda de nutrientes, especialmente vitaminas, devido à elevada temperatura ou à oxidação enzimática durante o preparo ou em exposições prolongadas ao calor (Pedreschi *et al.*, 2005).

As mudanças nos minerais são geralmente insignificantes, uma vez que esses elementos têm baixa solubilidade em óleo e, na maioria dos casos, não são voláteis. Estudos indicam que os minerais são reactivamente estáveis durante a fritura, especialmente em temperaturas entre 165 e 185 °C e com tempos curtos de cocção (Krokida *et al.*, 2001). Em relação aos aminoácidos essenciais, não existe consenso na literatura sobre perdas significativas, embora a lisina seja notoriamente vulnerável à reacção de Maillard, o que leva à sua redução durante o processo (Friedman, 1996).

Além disso, o teor lipídico dos alimentos fritos tende a aumentar devido à absorção e retenção de óleo. De acordo com o USDA (2013), o consumo energético médio pode aumentar em 42% nas

batatas fritas e 53% nos hambúrgueres. A digestibilidade da gordura também é comprometida quando o processo utiliza óleos reutilizados, o que pode favorecer a formação de compostos tóxicos (Oke *et al.*, 2017). A qualidade nutricional do produto final está, portanto, directamente relacionada à qualidade do óleo utilizado; compostos tóxicos formados durante a degradação térmica podem ser transferidos para o alimento, comprometendo a segurança e o valor nutricional.

3.2.7. Efeitos da fritura na saúde

Durante o processo de fritura, são formados produtos tóxicos ou cancerígenos, tais como acroleína e peróxidos. Além disso, as alterações físicas e químicas dos óleos de fritura podem levar à produção de aldeídos, cetonas, radicais livres e ácidos gordos trans, que são incorporados aos alimentos fritos e também são prejudiciais à saúde humana (Guillén & Goicoechea, 2008). Tais compostos podem causar doenças de natureza cardiovascular, além de cancro, artrite e envelhecimento precoce (Sebedio & Ratnayake, 2009).

O cancro ou neoplasias malignas têm o seu desenvolvimento influenciado directa ou indirectamente pela qualidade e tipo do alimento, assim como pelo emprego de métodos inadequados de preparo e conservação dos produtos alimentícios (*World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research*, 2007). Os compostos formados pela oxidação de lipídios possivelmente inibem ou retardam a acção da lipase pancreática na hidrólise de triacilgliceróis não oxidados, tornando a digestibilidade diminuída com o aumento dos compostos poliméricos (Choe & Min, 2007).

Estudos com óleos aquecidos por longos períodos, a temperaturas elevadas, demonstraram que os produtos resultantes contêm mais de 50% de compostos polares totais, provocando severas irritações do trato gastrointestinal, diarreia, redução do crescimento e, em alguns casos, morte de animais em laboratório (Naz *et al.*, 2004).

Diversos estudos comprovam a influência da alimentação nos lipídios séricos e na evolução da arterosclerose (Kris-Etherton *et al.*, 2002), e outros mostram a dificuldade de melhorar os hábitos alimentares das populações (Monteiro *et al.*, 2013). O tipo de ácido gordo oferecido na dieta pode levar ao aumento de gordura no tecido adiposo, ganho de peso corporal e, conseqüentemente, ao desenvolvimento de doenças crónicas não transmissíveis (Freire *et al.*, 2013).

Tabela II: Teor de absorção de óleo em alguns salgados fritos

Produto	Teor de gordura no produto cru (%)	Teor de gordura após fritura (%)
Rissol	1,2	12,5
Coxinha	1,5	15,7
Pastel	1,0	17,4
Batata frita	0,1	39,8
Frango sem pele	3,9	9,9

(Adaptado de Mah, 2014; Brannan, 2013)

3.3. Compostos polares totais

Durante o processo de fritura, várias substâncias de degradação são produzidas na gordura como resultado das reacções de oxidação, hidrólise e polimerização. Essas substâncias são referidas sob o termo colectivo "compostos polares totais" (CPT), os quais incluem ácidos gordos livres, monoglicerídeos, diglicerídeos e diversos produtos de oxidação, como aldeídos e cetonas (Ramesh & Murughan, 2021). Os CPT afectam não apenas a consistência, o sabor e a aparência do alimento, mas também a qualidade da fritura. Por exemplo, um produto frito em óleo muito utilizado forma rapidamente uma crosta escura e absorve mais gordura. Em óleos com alta proporção de compostos polares, a água escapa mais rapidamente, o produto seca por fora e pode tornar-se oco por dentro, aumentando o contacto do óleo com a superfície e promovendo maior penetração de gordura e escurecimento (Li *et al.*, 2020). Num estudo desenvolvido por Grootveld e os seus colaboradores concluiu-se que o consumo de óleos degradados, com altos níveis de CPT, pode causar dores de estômago, problemas digestivos, inflamações e até alterações hepáticas.

3.4. Monitoria e controlo de qualidade do óleo de fritura

Na maioria dos casos, a degradação do óleo de fritura é avaliada com base na inspecção visual. Por exemplo, os *chefs* ou engenheiros de fábrica usam a experiência para decidir quando descartar o óleo com base na formação excessiva de espuma, odor, fumaça, mudanças de cor e degustação dos produtos alimentícios. No entanto, esses métodos não são confiáveis devido à sua natureza subjectiva e esses parâmetros podem se manifestar apenas quando o óleo já se tornou inseguro para a reutilização (Machado *et al.*, 2015).

Na fritura industrial, a equipa de qualidade pode monitorar vários parâmetros químicos durante a operação de fritura, num esforço para manter a qualidade ideal. Na verdade, o monitoramento do óleo de fritura é essencial para evitar efeitos desagradáveis nos produtos acabados, que podem afectar não apenas o sabor, mas também a saúde dos consumidores (Rheonics, 2021).

3.5. Métodos de controlo da qualidade do óleo de fritura

Segundo Freire *et al.* (2013), devido à complexidade do processo de fritura, não há um único método capaz de avaliar com precisão a deterioração dos óleos. Dos inúmeros métodos e equipamentos que têm sido utilizados para analisar a qualidade dos óleos, alguns são caros e longos para a obtenção dos resultados. Entretanto, existem índices analíticos rápidos, simples e precisos, que podem ser de grande interesse para conhecer a evolução dos óleos de fritura em aplicações mais exequíveis. Assim como métodos analíticos que quantificam de forma directa os compostos formados durante a oxidação, entre os quais se destaca a determinação de Compostos Polares Totais (CPT), além de métodos rápidos e reprodutíveis, tais como: determinação de ácidos gordos livres por meio do índice de acidez, índice de peróxidos, índice de iodo e testes colorimétricos. A determinação de CPT é um tipo de análise padrão amplamente reconhecida e confiável no monitoramento do grau de degradação de óleos e gorduras utilizados em fritura. A cromatografia a gás é considerada a técnica oficial internacional recomendada por diversos órgãos reguladores, como a AOCS (*American Oil Chemists' Society*), para a determinação precisa dos CPT em óleos de fritura. Devido à sua complexidade e tempo de execução, a cromatografia a gás não é indicada para análises de rotina no controlo da qualidade de frituras industriais. Por isso, têm-se difundido métodos alternativos e mais acessíveis, como o Oleotest. Teste 270 e outros equipamentos de leitura rápida, capazes de estimar o grau de deterioração com resultados confiáveis (Freire *et al.*, 2013).

Em resumo, a tabela 3 apresenta os métodos de controlo da qualidade do óleo de fritura abordados no texto, e os respectivos equipamentos.

Tabela III- Métodos de controlo de qualidade do óleo de fritura e os respectivos equipamentos

Método Oficial	Composto a medir	Teste rápido	
		Com base na cor	Com base em alterações químicas/físicas
Cromatografia a gás	Compostos polares totais	Oleotest Oxifrit-test	Testo 270 Food Oil Sensor (FOS)
Índice de acidez Índice de peróxido Índice de iodo	Ácidos gordos livres	————	Low Range Shortening Monitor (LRSM)

(Adaptado de Freire *et al.*, 2013; Testo SE & Co. KgaA, 2015).

3.6. Descarte do óleo

A determinação do ponto de descarte do óleo de fritura tem implicações económicas e sanitárias importantes: se descartado precocemente, resulta em desperdício e aumento de custos operacionais; se descartado tardiamente, compromete a qualidade dos alimentos e a saúde dos consumidores (Malacrida & Jorge, 2006).

Além dos prejuízos económicos, o descarte incorrecto do óleo de cozinha representa uma séria ameaça ambiental. Quando despejado em ralos ou directamente na rede de esgoto, o óleo pode causar entupimentos e danificar o sistema de saneamento, exigindo a aplicação de substâncias químicas para desobstrução, o que agrava ainda mais o impacto ambiental (Silva & Lira, 2013).

Em contacto com corpos de água, o óleo forma uma película sobre a superfície que impede a passagem da luz solar, afectando a fotossíntese de organismos aquáticos como os fitoplânctons, fundamentais na cadeia alimentar e na produção de oxigênio (Rodrigues *et al.*, 2014). Além disso, ao sofrer processos de oxidação e decomposição, o óleo liberta gases como o metano, que contribui significativamente para o efeito estufa e a formação de ozono ao nível do solo (Fernandes *et al.*, 2012).

Quando o descarte ocorre no lixo comum, o óleo pode infiltrar-se no solo, tornando-o impermeável e prejudicando o crescimento das plantas e a actividade de microrganismos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica. Isso pode causar alagamentos urbanos e contaminação do lençol freático (Souza *et al.*, 2011).

A alternativa mais sustentável e recomendada é o armazenamento do óleo usado em recipientes como garrafas PET, para posterior entrega em pontos de coleta especializados. Esse resíduo pode ser reciclado e transformado em sabão, biodiesel e outros produtos, contribuindo para a economia circular e a redução dos impactos ambientais (Moura *et al.*, 2015; Almeida *et al.*, 2016).

3.7. Aspectos legais sobre a fritura

Diversos países estabeleceram regulamentações específicas para controlar a qualidade dos óleos e gorduras utilizados na fritura, visando proteger a saúde pública e garantir a segurança dos alimentos. Essas normas geralmente fixam limites máximos para compostos polares totais (CPT) e determinam temperaturas adequadas para o processo de fritura.

Em Portugal, o Decreto-Lei n.º 240/94, de 22 de setembro, estabelece normas de qualidade para as gorduras e óleos comestíveis utilizados na fritura, bem como condições específicas de utilização desses produtos na preparação e fabrico de géneros alimentícios. Este decreto visa salvaguardar

a saúde pública e criar regras e hábitos de produção e comercialização de géneros alimentícios fritos.

Complementando a este decreto, a Portaria n.º 1135/95, de 15 de setembro, estabelece regras a observar na utilização das gorduras e óleos na preparação e fabrico de géneros alimentícios fritos.

No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), por meio do Informe Técnico nº 11 de 2004, recomenda que a temperatura máxima para fritura seja de 180°C, controlada por termostato nas frigideiras industriais. Em frigideiras domésticas sem termostato, não se deve permitir a elevação da temperatura a ponto de produzir fumaça. A tabela a seguir apresenta os limites legais de compostos polares totais em alguns países:

Tabela IV: Limites legais de compostos polares totais em óleos de fritura

País	Valor de CPT em %
Alemanha	24
Áustria	27
Bélgica	25
Brasil	25
Canadá	24
Chile	25
Espanha	25
França	25
Hungria	30
Itália	25
Países Baixos	27
Polónia	25
Portugal	25
Suíça	27
África do Sul	25

(Adaptado de informações disponíveis em regulamentações nacionais)

Em relação a Moçambique, até o momento, não foram encontradas regulamentações específicas que estabeleçam limites legais para compostos polares totais ou temperaturas máximas de fritura. No entanto, considerando as práticas internacionais e a importância da segurança dos alimentos, é recomendável que o país desenvolva e implemente normas que assegurem a qualidade dos óleos de fritura utilizados, visando proteger a saúde dos consumidores e alinhar-se às boas práticas internacionais.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Local de estudo

O estudo foi desenvolvido numa empresa localizada na cidade de Maputo, especializada na produção e fornecimento de refeições em quantidades industriais para diversas finalidades, como aviação comercial e executiva, outros meios de transporte, gestão de refeitórios empresariais, escolares e hospitalares, além de serviços de *catering* para eventos corporativos e sociais.

A empresa conta com um quadro de 163 trabalhadores, composto por pessoal especializado e capacitado que actua nas áreas administrativa, logística e operacional, garantindo o cumprimento rigoroso dos padrões internacionais de qualidade, higiene e segurança dos alimentos. O funcionamento é contínuo, 24 horas por dia, em regime de turnos adaptado às exigências específicas de cada secção de produção e entrega.

Diariamente, são preparadas em média 3.600 refeições, podendo atingir até 5.000 refeições por dia com a capacidade instalada actual de 25.000 refeições diárias com o equipamento total disponível. A cozinha industrial da empresa está equipada com sistemas modernos de cocção, refrigeração, conservação e embalagem, com áreas distintas para diferentes tipos de processamento alimentar, incluindo preparação de saladas, refeições quentes, frios e sobremesas.

O cardápio é variado e contempla diferentes categorias alimentares, desde pratos típicos da culinária moçambicana até refeições internacionais. Entre os alimentos mais frequentemente confeccionados estão carnes grelhadas e guisadas, arroz, massas, vegetais cozidos, saladas, sopas, sobremesas, bem como alimentos fritos como batatas fritas, frango empanado, pastéis, rissóis, chamussas, *springrolls* e badjias. Os alimentos fritos, em particular, são produzidos em grande escala, utilizando fritadeiras industriais com controlo de temperatura, sendo uma das categorias mais críticas no que diz respeito à qualidade do óleo utilizado e à segurança dos alimentos.

4.2. Tipo de estudo

O estudo é de natureza observacional com abordagem sistemática com elementos qualitativos e semi-quantitativos que avalia a qualidade dos óleos de fritura em condições reais, desde o início da utilização do óleo até à sua eliminação, durante 30 dias.

4.3. Amostragem e Colheita de Amostras

A amostragem foi realizada por conveniência, conforme metodologia descrita por Bruini (2007), uma vez que não foi possível empregar métodos probabilísticos. Essa limitação deveu-se à dinâmica operacional da empresa, que funciona em regime contínuo de produção com turnos rotativos, além de haver acesso restrito a determinadas áreas de fritura durante a produção, por razões de

segurança dos alimentos e higiene, limitando a circulação de pessoas externas à equipe operacional. Adicionalmente, o tempo disponível para a coleta das amostras era reduzido, pois a observação foi feita durante os próprios ciclos reais de produção, o que inviabilizou a seleção aleatória de amostras.

Apesar dessas limitações, adotou-se o critério de amostragem nos momentos e locais previamente autorizados, buscando abarcar diferentes turnos, produtos e fritadeiras, o que permitiu observar padrões reais de funcionamento, tendo atendido ao que Gil (2008) considera como amostragem intencional representativa em contextos operacionais restritos.

Foram coletadas amostras de óleo utilizado na fritura de batata (em palitos e em cubos) e de salgados (chamussas, rissóis e *spring rolls*). As coletas ocorriam sempre no final de cada fritura, em diferentes momentos do ciclo de uso do óleo, permitindo acompanhar a degradação progressiva. Foram observadas as seguintes variáveis:

- Estado do óleo na primeira fritura;
- Frequência de fritura;
- Temperatura do óleo durante a fritura;
- Cor e aparência do óleo após fritura;
- Presença de resíduos visíveis.

Ao todo, foram coletadas 53 amostras de óleo da fritura de salgados e 59 amostras de óleo da fritura de batatas. As amostras foram organizadas por lotes sequenciais, sendo que cada lote era composto por cinco amostras. O primeiro lote representava as primeiras análises, o segundo lote as análises seguintes, e assim por diante, até completar o total de lotes.

Figura III: Descrição simplificada do processo de coleta (Autora, 2025)



No processo de recolha das amostras, foram utilizados os seguintes equipamentos e utensílios:

- Termômetro digital Lacor™: faixa de medição de -40°C a 230°C.
- Três kits Oleotest®: cada kit com capacidade para 40 testes.
- Suportes anti-queimadura
- Colher de sobremesa de aço inoxidável
- Caneta e papel toalha
- Fritadeiras industriais: quatro unidades, cada uma com cuba de 7 L em aço inox, aquecidas por energia elétrica.
- Basculante: com volume total de 88.357,5 litros, utilizado com cerca de 12 a 13 litros de óleo por operação.

Para sistematizar os dados, foi elaborada uma ficha de coleta de amostras (ver Anexo 1).

A avaliação do estado do óleo foi realizada ao final das frituras por meio da aplicação dos testes com kit Oleotest®, conforme descrito na secção 4.4.

4.4. Oleotest®

Este equipamento consiste num teste colorimétrico, simples, rápido e fiável, que permite em poucos minutos avaliar a qualidade do óleo para fritura - figura 4 (a). (oleotest, 2013).

O teste baseia-se na reacção química que ocorre entre o óleo de fritura e uma mistura de reagentes incluindo hidróxido de sódio e álcool. A escala de cores, expressa na figura 4 (b), divide-se em 5 níveis de CPT claramente definidos.

a)



b)



Figura IV: (a)- Embalagem de oleotest®; (b)- Tubo de teste e respectiva escala colorimétrica

A aplicação do Oleotest® seguiu as instruções da ficha técnica do fabricante, conforme descrito a seguir:

1. Retirou-se a tampa do tubo de ensaio da embalagem;
2. O tubo foi colocado no suporte anti-queimadura fornecido pelo fabricante;
3. Com o óleo a aproximadamente 60 °C, introduziu-se o líquido no tubo até ao traço inferior indicado na etiqueta;
4. O tubo foi fechado com a tampa e retirado do suporte. Quando o óleo não estava suficientemente quente para activar o reagente, o tubo era aquecido por breves segundos no micro-ondas ou mergulhado em água quente;
5. Agitou-se o tubo até que o conteúdo ficasse homogêneo. Após a reacção, a mistura adquiria uma consistência mais espessa;
6. Após 2 minutos, mantendo o tubo na vertical, comparava-se a cor obtida com a escala de cores fornecida pelo fabricante;
7. Caso a cor atingisse o nível 4 na escala, significava que o óleo estava próximo do limite legal de 25% de compostos polares;
8. Após o teste, os tubos eram armazenados em local seco, fresco e ao abrigo da luz. Os resultados permanecem estáveis por vários meses, podendo ser usados como registo da análise.

A validade destes testes é de 1 ano, sendo, portanto, fiável a sua utilização como registo neste estudo, que teve a duração de cerca de 30 dias (oleotest 2013).



Figura 5: observação do resultado do teste de óleo

Expressão dos resultados

De seguida, a tabela 5 apresenta a classificação da degradação do óleo de acordo com a percentagem dos compostos polares.

Tabela V: Classificação da degradação do óleo

Porcentagem dos compostos polares	Classificação da degradação do óleo
Menor que 14%	óleo fresco
14 -18%	Pouco usado
18 - 22%	Usado, mas ainda estável.
22 - 24 %	Muito usado, troque o óleo.
Mais que 25%	Óleo inapto para consumo.

(Adaptado de Testo SE & Co. KgaA, 2015).

4.5. Análise estatística dos resultados

Os dados foram analisados com o programa *Stata*, por meio de uma regressão ordinal para estudar a relação entre a qualidade e as demais variáveis, foi utilizado como referência para o processo o limite máximo de 180 °C, conforme recomendado pela ANVISA para a fritura de alimentos.

Foi realizada uma análise estatística descritiva simples, incluindo médias e desvio padrão para as variáveis de estudo. Os resultados foram apresentados sob forma de gráficos e tabelas elaborados através do programa *Microsoft Excel*, e também na forma de *Odds Ratio*.

Para avaliar a relação entre as condições de fritura e a qualidade do óleo, utilizou-se a medida estatística *Odds Ratio* (OR), ou razão de chances, que quantifica a força de associação entre uma variável de exposição (ex.: temperatura, tempo de uso) e um desfecho (ex.: degradação do óleo). A interpretação do OR é directa: valores acima de 1 indicam aumento da chance de ocorrência do evento com a exposição; valores abaixo de 1 indicam protecção ou menor chance (Szumilas, 2010; Tenny & Hoffman, 2017).

Para avaliar a associação entre variáveis relacionadas ao processo de fritura e a qualidade final do óleo, foi utilizada a regressão logística binária, por meio da qual se estimaram os valores de *Odds Ratio* (OR), os respectivos intervalos de confiança (IC 95%) e os valores de p.

A variável dependente (desfecho) foi definida como a qualidade do óleo no final do ciclo de fritura, classificada como aceitável ou degradada, com base nos critérios sensoriais (cor, aroma, presença de resíduos) e nos resultados do teste Oleotest®.

As variáveis independentes incluíram:

- Estado inicial do óleo (classificado como: novo, usado e misturado);
- Temperatura de fritura média por ciclo;
- Frequência de reutilização do óleo (n.º de frituras).

A categoria de referência adotada no modelo foi o óleo novo, permitindo a comparação do risco relativo de degradação para os demais grupos.

Os cálculos foram realizados em *Microsoft Excel* e posteriormente validados com o apoio de planilhas de regressão logística simplificada. Os resultados com valor de p inferior a 0,05 foram considerados estatisticamente significativos.

4.5.1. Critérios de inclusão para a análise por tipo de alimento

Das 112 amostras de óleo coletadas durante o estudo (53 provenientes da fritura de salgados e 59 da fritura de batatas), foram seleccionadas 76 amostras para a análise comparativa entre os dois grupos alimentares. A selecção considerou apenas as amostras que:

- Foram submetidas ao teste Oleotest® com resultado válido;
- Apresentaram ficha de coleta devidamente preenchida com todas as variáveis observadas;
- Correspondiam a ciclos completos de fritura com controlo de temperatura registado.

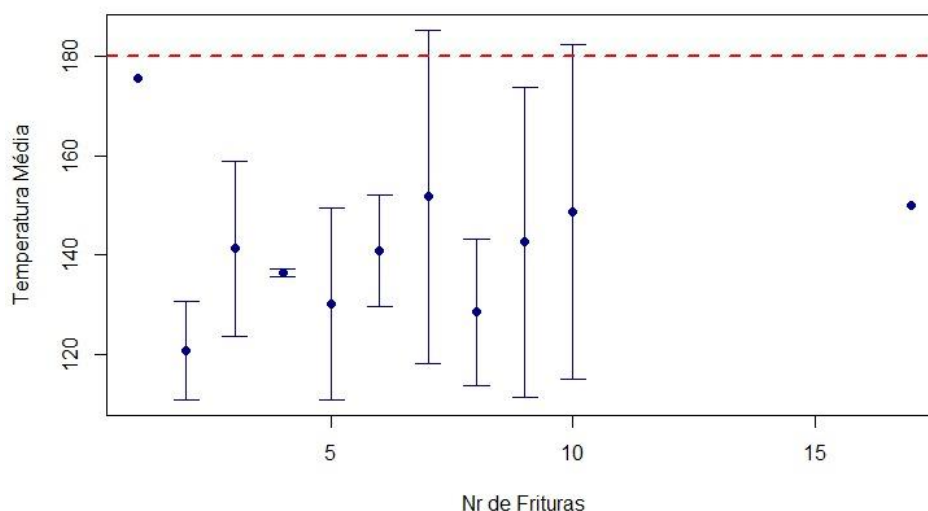
Assim, foram incluídas 37 amostras provenientes da fritura de salgados e 39 da fritura de batatas, classificadas de acordo com o grau de degradação do óleo: pouco usado, usado mas estável, muito usado e inapto para o consumo. Essa amostragem foi utilizada para calcular a associação entre o tipo de alimento e a qualidade final do óleo, conforme apresentado na Tabela 7.

5. RESULTADOS

5.1. Temperatura de fritura

Os gráficos 1 e 2, representam a variação de temperatura ao longo das frituras de batatas e salgados. Está representada a temperatura média e o desvio padrão em cada ponto. Considerando o regulamento da ANVISA, que a temperatura máxima para fritura é de 180°C, observa-se que em alguns pontos foi ultrapassado este limite em ambos gráficos.

Gráfico I: Variação da temperatura de fritura de batatas

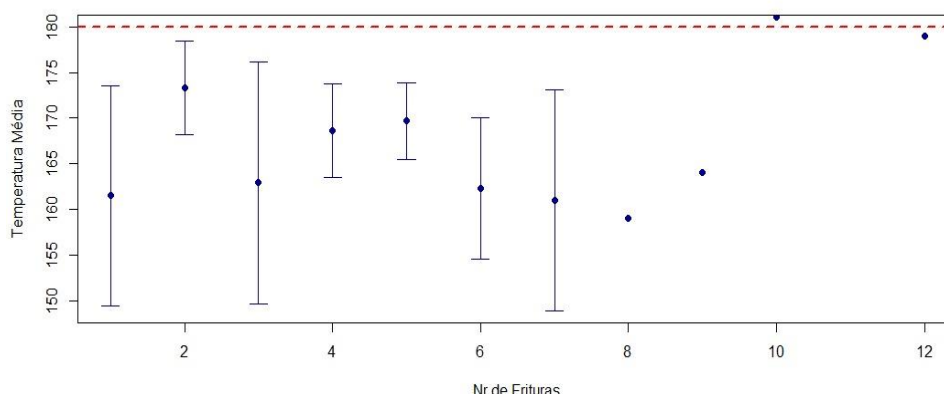


O gráfico apresenta as temperaturas médias observadas durante a fritura de batatas, ao longo de diferentes ciclos de fritura, representados no eixo X como "N.º de frituras". Cada ponto representa a temperatura média registada em um ciclo, enquanto as barras verticais indicam o desvio padrão, ou seja, a variação da temperatura durante aquele período.

A linha vermelha tracejada no gráfico representa o limite máximo recomendado para a fritura de alimentos (180 °C), conforme o regulamento Técnico nº 11/2004 da ANVISA, servindo como referência de segurança para o processo.

Observou-se que, embora a maioria das temperaturas médias tenham permanecido abaixo do limite de 180 °C, em alguns ciclos (por exemplo, nas frituras 7, 9 e 10), a temperatura média se aproximou ou ultrapassou esse valor, indicando possível risco de degradação térmica do óleo. Além disso, os altos desvios padrão em certos ciclos revelam instabilidade no controle térmico durante a fritura, o que pode comprometer a qualidade e segurança dos alimentos.

Gráfico II: Variação da temperatura de fritura de salgados (Autora, 2025)



O gráfico ilustra a evolução da temperatura média do óleo utilizada na fritura de salgados ao longo de diferentes ciclos de fritura, representados no eixo X como “N.º de frituras”. Assim como no Gráfico 1, cada ponto corresponde à média de temperatura em um ciclo de fritura, enquanto as barras verticais representam o desvio padrão, indicando a oscilação de temperatura naquele ciclo.

A linha vermelha tracejada marca o limite de 180 °C, valor máximo recomendado para fritura de alimentos conforme o regulamento Técnico n.º 11/2004 da ANVISA. Essa linha serve como referência para avaliar a conformidade térmica durante o processo.

Observou-se que nas primeiras frituras (1 a 8), as temperaturas médias mantiveram-se abaixo do limite regulamentar. No entanto, a partir da fritura 9, os valores ultrapassaram 180 °C, sugerindo menor controlo da temperatura nos ciclos finais. Esse aumento pode estar relacionado à repetição do uso do óleo ou à necessidade de manter a produtividade elevada, o que exige maior aquecimento.

A presença de altos desvios padrão nas primeiras medições indica grande instabilidade térmica no início do processo, enquanto os ciclos finais mostram menos variação, embora com temperaturas elevadas, o que pode comprometer a qualidade do óleo e aumentar a formação de compostos indesejáveis (Choe & Min, 2006; Freire e al. 2013).

5.2. Avaliação sensorial da qualidade do óleo: cor, aroma e resíduos

Resíduos: Durante a fritura de salgados, especialmente nos alimentos empanados, foram observadas partículas sólidas visíveis no óleo a partir do 3.º ciclo de fritura, tornando-se mais frequentes e densas a partir do 5.º ciclo. Em contrapartida, nas frituras de batatas, a presença de resíduos foi mínima até o 7.º ciclo, sendo identificados resíduos visíveis somente a partir do 8.º ciclo em diante.

Aroma: No início do uso, o óleo apresentava aroma neutro e fresco. A partir do 5.º ciclo de fritura de batatas, observou-se a presença de odor ligeiramente alterado, e a partir do 8.º ciclo, o odor foi caracterizado como mais intenso e desagradável. No caso da fritura de salgados, o odor alterado foi identificado já no 4.º ciclo, intensificando-se nos ciclos subsequentes.

Cor: A coloração do óleo apresentou alterações progressivas ao longo dos ciclos de fritura. Durante a fritura de batatas, o óleo manteve-se com tonalidade amarela clara até o 6.º ciclo, escurecendo gradualmente a partir do 7.º ciclo e atingindo coloração castanho claro no 9.º ciclo. Já na fritura de salgados, observou-se escurecimento mais precoce, com mudança perceptível da cor para amarelo escuro no 4.º ciclo e castanho-escuro a partir do 7.º ciclo. A figura 7 apresenta os diferentes estágios da cor do óleo durante a fritura.

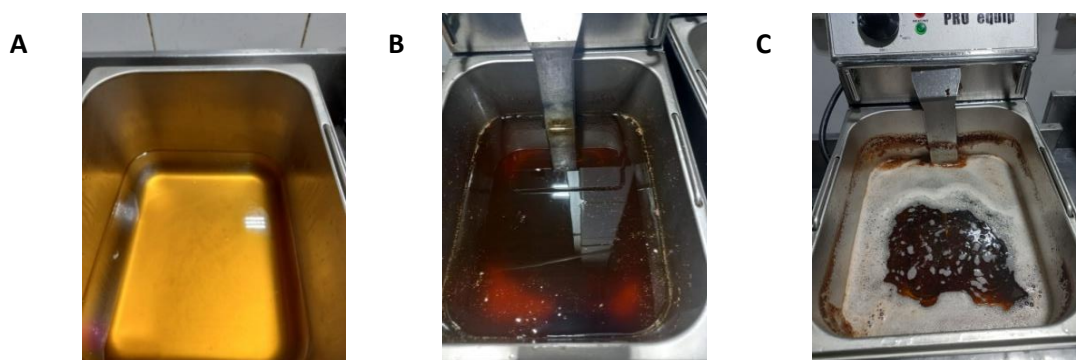


Figura VI – Estágios de coloração do óleo observados durante a fritura

(A) Óleo fresco com coloração amarelo claro, utilizado nas primeiras frituras.

(B) Óleo em uso intermediário, apresentando coloração âmbar escurecida após múltiplas frituras.

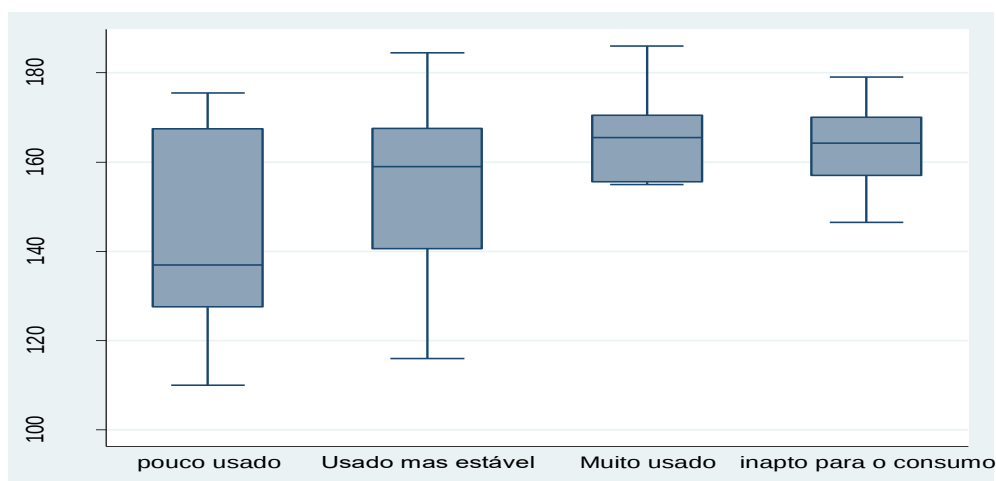
(C) Óleo altamente degradado, com coloração castanho-escuro e presença visível de resíduos carbonizados.

5.3. Avaliação da influência da temperatura na qualidade do óleo

Para avaliar as condições de fritura em relação à qualidade do óleo, usou-se a medida estatística de *Odds Ratio* (OR), ou Razão de Chances, que é uma medida de associação entre uma exposição e um resultado.

No Gráfico 3, observa-se a relação entre a temperatura de fritura e a qualidade do óleo classificada em quatro categorias: pouco usado, usado mas estável, muito usado e inapto. A razão de chances calculada foi de $OR = 3,2$, o que indica que, para cada aumento de $1^{\circ}C$ na temperatura do óleo, a chance de ele se degradar aumenta em 3,2 vezes.

Gráfico III – Associação entre a qualidade do óleo e a temperatura de fritura



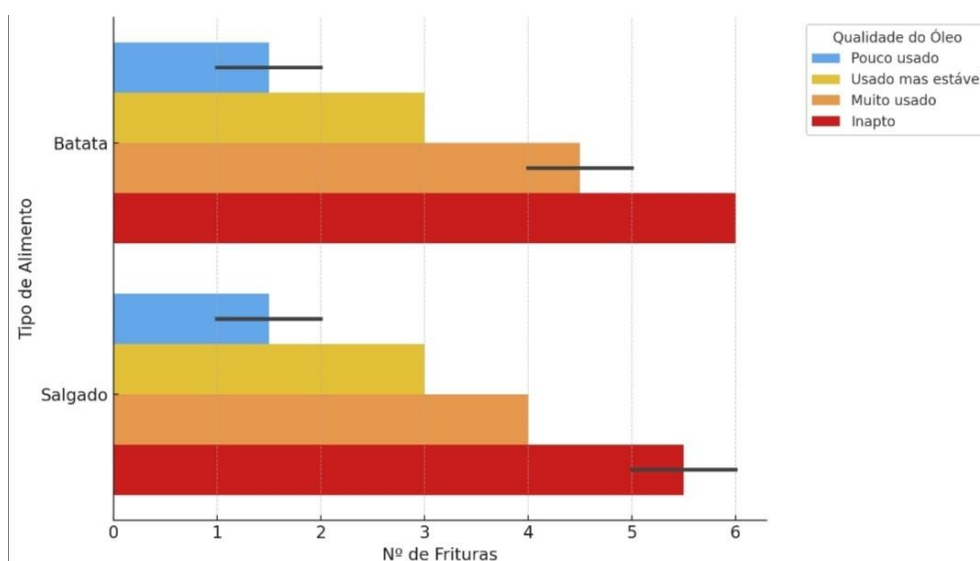
5.3.1. Influência da frequência de fritura na qualidade do óleo

O número de frituras realizadas no mesmo óleo demonstrou exercer grande influência na sua degradação. A análise estatística indicou um Odds Ratio de 24.8, tendo sugerido que, óleos utilizados em mais de cinco ciclos de fritura apresentam 24.8 vezes mais chances de estarem deteriorados, em comparação com aqueles utilizados até cinco vezes. Observou-se ainda, que a partir da sexta fritura, a maioria das amostras analisadas já ultrapassava os limites de qualidade, sendo consideradas inaptas para o uso. Esse valor de OR foi calculado considerando os dados agregados para ambos os tipos de alimentos (batatas e salgados). Entretanto, análises separadas indicam que o óleo utilizado na fritura de salgados degrada-se mais rapidamente do que aquele utilizado para batatas, embora o ponto crítico de descarte ocorra próximo a seis frituras em ambos os casos.

Para batatas, o óleo manteve boa qualidade até o 7.º ciclo de fritura, sendo considerado inapto a partir do 8.º ciclo, onde apresentava escurecimento acentuado, odor alterado e presença de resíduos finos. Para salgados, o óleo tornou-se inapto mais precocemente, já a partir do 6.º ciclo, devido à liberação de partículas de empanamento e alterações sensoriais visíveis. Vide Gráfico 4:

Esses dados indicam que o tipo de alimento influencia directamente o tempo de vida útil do óleo, sendo recomendável, com base nos resultados deste estudo, substituí-lo após 6 ciclos de fritura de salgados e até 7 ciclos no caso de batatas.

Gráfico IV – Qualidade do óleo em função da frequência de fritura



5.3.2. Influência do estado inicial do óleo na sua qualidade

A Tabela 6 apresenta os resultados da análise entre o estado inicial do óleo e a sua qualidade final, tendo como referência o óleo novo. Os valores foram obtidos por regressão logística, e a medida de associação utilizada foi o *Odds Ratio* (OR).

Observou-se que iniciar uma fritura com óleo previamente usado aumenta em 4,64 vezes as chances de degradação, em comparação com o uso de óleo novo. O intervalo de confiança (IC 95%) para este OR varia de 1,54 a 13,98, e o valor de $p = 0,007$, indicando que o resultado é estatisticamente significativo.

No caso do uso de óleo misturado (combinação de óleos em diferentes estágios de uso), o OR foi de 21,6, com $p < 0,001$ e IC 95% entre 4,1 e 114,4.

Tabela VI – Associação entre o estado inicial do óleo e a qualidade final

Estado inicial	Odds Ratio (OR)	Intervalo de Confiança	Valor p
Usado	4.64	1,54 – 13,98	0,007
Misturado	21.60	4,10 – 114,40	<0,001
Referência	Óleo novo	-	-

5.3.3. Influência do tipo de alimento na qualidade do óleo de fritura

A Tabela 7 apresenta a distribuição da qualidade final do óleo em função do tipo de alimento submetido à fritura: batatas e salgados. A avaliação foi feita com base em critérios sensoriais e nas respostas do Oleotest®, classificando o óleo em quatro níveis: pouco usado, usado mas estável, muito usado e inapto para o consumo.

Tabela VII – Avaliação da qualidade do óleo em função do tipo de alimento frito

Produto	Pouco usado	Usado mas estável	Muito usado	Inapto para o consumo	Total
Salgados	8	19	4	6	37
Batata	20	18	1	0	39
Total	28	37	5	6	76

Ao analisar os dados, observou-se que o óleo utilizado na fritura de salgados degradou-se mais rapidamente: 6 amostras foram classificadas como inaptas para consumo, enquanto nenhuma amostra de óleo usado na fritura de batatas atingiu esse nível de deterioração.

O Odds Ratio (OR) calculado para a relação entre tipo de alimento e degradação do óleo foi de 80.2, indicando que a chance do óleo se tornar impróprio para consumo é 80 vezes maior quando se fritam salgados, em comparação com batatas.

Quanto à consistência dos dados, os números mostram uma distribuição lógica e coerente, com maior deterioração nos casos de fritura de salgados, o que é esperado pela presença de empanados e resíduos sólidos. As variações entre as categorias não indicam instabilidade, mas sim um padrão de impacto diferente por tipo de alimento, o que sustenta a conclusão de que os salgados aceleram mais a degradação do óleo.

5.4. Influência combinada dos factores operacionais na degradação do óleo

Após a análise individual dos factores de degradação do óleo de fritura, foi realizada uma regressão logística múltipla, incluindo simultaneamente as variáveis mais relevantes: temperatura, número de frituras, estado inicial do óleo e tipo de produto frito. Essa abordagem permite verificar o efeito de cada factor, controlando os demais, ou seja, avaliando a sua influência de forma combinada.

A Tabela 8 apresenta os *Odds Ratios* (OR) com respectivos intervalos de confiança a 95% (IC95%) e valores de p, que indicam a significância estatística das associações.

Tabela VIII – Análise logística multivariada das condições de fritura sobre a qualidade do óleo

Variável	Odds Ratio (OR)	IC95%	Valor de p
Temperatura (°C)	1,00	0,97 – 1,03	0,820
Nº de frituras	1,77	1,37 - 2,29	<0,001
Estado inicial	10,14	2,92 – 35,10	<0,001
Tipo de produto	0,10	0,02 – 0,46	0,003

Temperatura: OR = 1,00; p = 0,820

Não apresentou associação estatisticamente significativa com a degradação do óleo. Isso significa que, ao controlar os outros factores, a temperatura isoladamente não teve impacto directo na classificação final da qualidade do óleo.

Número de frituras: OR = 1,77; p < 0,001

Cada fritura adicional aumenta em 77% a chance do óleo se tornar degradado, o que é altamente significativo do ponto de vista estatístico.

Estado inicial do óleo: OR = 10,14; p < 0,001

Quando o óleo já estava previamente usado ou misturado, a chance de degradação foi mais de 10 vezes maior comparado ao uso de óleo novo.

Tipo de produto (referência: salgados): OR = 0,10; p = 0,003

A fritura de batatas (comparada aos salgados) apresentou risco significativamente menor de degradação do óleo. Esse valor sugere que o óleo tem 90% menos chance de se deteriorar quando usado para batatas, o que é estatisticamente relevante.

5.5. Procedimentos de descarte do óleo de fritura

Durante o período de observação, verificou-se que o descarte do óleo utilizado ocorria principalmente com base em critérios sensoriais, como alteração da cor, presença de espuma e formação de fumaça, conforme relatado pelos cozinheiros responsáveis. Em poucas ocasiões, o descarte foi realizado com base nos resultados do teste de qualidade Oleotest®.

A decisão sobre o momento de descarte era atribuída ao cozinheiro de turno, que autorizava a equipa de limpeza a realizar a remoção do óleo das fritadeiras. O óleo descartado era depositado em um recipiente plástico com capacidade aproximada de 20 litros, localizado em uma área externa ao bloco de confecção.

Foi observado que o recipiente raramente encontrava-se cheio, e não havia ficha de registo ou controlo formal dos volumes descartados. Além disso, não foi identificada a presença de empresa

especializada responsável pela recolha e destinação final do resíduo durante o período de estudo. O descarte era realizado, em média, três vezes por semana.



Figura VII: Recipiente usado para fazer o descarte do óleo

6. DISCUSSÃO

6.1. Temperatura de fritura e impacto na qualidade do óleo

Os resultados demonstraram que, embora a maior parte das temperaturas se mantivesse dentro do limite indicado de 180 °C, conforme a Resolução RDC nº 206/2004 da ANVISA (Brasil, 2004), em vários ciclos de fritura, especialmente durante a preparação das batatas, esse valor foi ultrapassado, atingindo picos de até 187 °C. Essa constatação acende um alerta, pois temperaturas elevadas promovem a quebra dos ácidos gordos insaturados, intensificam os processos oxidativos e contribuem para a formação de compostos tóxicos e potencialmente cancerígenos, como acroleína, hidroperóxidos, aldeídos e cetonas (Freire, Silva & Costa, 2013; Paul & Mittal, 1997).

Estudos demonstram que a temperatura de fritura é um dos factores mais críticos no controlo da qualidade do óleo. Segundo Saguy e Dana (2003), acima de 180 °C ocorre não apenas degradação térmica acelerada, mas também aumento da formação de compostos polares totais, sendo esses considerados indicadores confiáveis da deterioração.

A maior oscilação térmica observada no preparo das batatas pode ser explicada pela ausência de termóstato no equipamento basculante, o que dificultou o controlo adequado da temperatura ao longo dos ciclos. Essa falha operacional é relevante, visto que o controlo automático da temperatura é uma das principais estratégias para preservar a estabilidade dos óleos, segundo Gertz *et al.* (2000). A fritura em sistemas que não estabilizam a temperatura leva ao superaquecimento local e à repetição de choques térmicos, o que favorece reações de polimerização, oxidação e hidrólise (Choe & Min, 2006).

Damy e Jorge (2003) observaram que sistemas sem termorregulação favoreceram a formação de produtos de degradação já nas primeiras horas de uso, reduzindo a vida útil do óleo mesmo antes de alcançar os limites críticos de descarte.

Portanto, os dados do presente estudo reforçam a importância de equipamentos com termóstato funcional e de monitoramento contínuo da temperatura, tanto como medida de controlo da qualidade do óleo quanto de garantia da segurança dos alimentos dos produtos fritos.

6.2. Frequência de fritura e degradação progressiva

A frequência de reutilização do óleo demonstrou ser um dos factores mais determinantes na sua degradação. Os dados revelaram que, com o aumento do número de ciclos de fritura, houve uma elevação significativa nos níveis de compostos polares totais (CPT), sendo este um dos principais indicadores de deterioração da qualidade do óleo (Paul & Mittal, 1997). A análise estatística indicou uma razão de chances (*OR*) de 24,8, reforçando a forte associação entre uso repetido e perda de qualidade do óleo.

Este resultado está de acordo com os achados de Del Ré e Jorge (2006), que observaram que óleos reutilizados por várias frituras, mesmo com intervalos curtos de tempo entre uma fritura e outra, apresentaram acúmulo progressivo de resíduos, aumento da acidez e escurecimento, tornando o óleo impróprio para uso antes mesmo de atingir o tempo médio previsto de descarte.

No presente estudo, observou-se que o óleo ficou inapto para uso após seis frituras no caso dos salgados e sete frituras no caso das batatas, evidenciando uma resposta diferenciada consoante o tipo de alimento. Isso se explica, em parte, pelas características dos alimentos: os salgados, por serem empanados ou recheados, tendem a liberar mais resíduos sólidos durante a fritura, o que intensifica a formação de compostos resultantes de reações de Maillard e carbonização, acelerando a degradação do óleo (Lima & Gonçalves, 1995; Freire *et al.*, 2013).

Além disso, o aumento do número de frituras também está relacionado à formação de polímeros e oxidação secundária, especialmente em óleos que não são devidamente filtrados entre os ciclos de uso. Segundo Choe e Min (2006), cada nova fritura acelera a formação de radicais livres e polímeros de triacilgliceróis, alterando a viscosidade, cor, aroma e segurança do óleo utilizado. Essas alterações favorecem a formação de compostos potencialmente tóxicos, como aldeídos e hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, que têm sido associados a efeitos inflamatórios, citotóxicos e até carcinogênicos no organismo humano (Barera-Arellano *et al.*, 2019; Warner, 2004).

Portanto, os dados sugerem que limitar o número de reutilizações do óleo, com base em medições objectivas, como o teste de compostos polares, é fundamental para garantir a segurança dos alimentos, minimizar riscos toxicológicos e atender a padrões de qualidade exigidos pela legislação internacional (Tavares *et al.*, 2007).

6.3. Tipo de alimento e velocidade de deterioração do óleo de fritura

Os dados revelaram que o tipo de alimento submetido à fritura exerce influência significativa na velocidade de degradação do óleo. Observou-se que os salgados empanados (como rissóis, chamussas e *Spring rolls*) aceleraram substancialmente o processo de deterioração, apresentando níveis elevados de escurecimento, formação de espuma e alteração sensorial do óleo. A estatística mostrou um (OR) de 80,2, indicando uma probabilidade muito maior de degradação do óleo em comparação à fritura de batatas.

Esse resultado está alinhado aos achados de Lima e Gonçalves (1995) e Paul e Mittal (1997), que relatam que alimentos empanados, por conterem farinha, proteínas e resíduos sólidos, favorecem a ocorrência de reações de Maillard, carbonização e polimerização. Essas reações, além de intensificarem a cor escura do óleo, produzem compostos voláteis e polares, como aldeídos,

acrilamida e aminas heterocíclicas, associados a efeitos tóxicos no trato gastrointestinal, aumento do estresse oxidativo, mutagenicidade e risco potencial e doenças crônicas como cancro e patologias cardiovasculares (EFSA, 2015).

Além disso, os resíduos que se desprendem durante a fritura, como crostas de empanamento, tendem a permanecer no óleo, onde passam por degradação térmica sucessiva, contribuindo para o acúmulo de compostos tóxicos. Segundo Freire *et.al.* (2013), partículas alimentares que permanecem no meio de fritura intensificam a formação de aldeídos, cetonas e outros produtos de oxidação.

Outro ponto relevante é a composição lipídica dos alimentos. De acordo com Wong *et al.* (2017), produtos de origem animal, especialmente carnes como o frango, possuem maior teor de ácidos gordos e precursores de ésteres de 3-MCPD (3-monocloropropano-1,2-diol), compostos considerados potencialmente carcinogénicos, que se formam com mais facilidade em frituras repetidas. Embora o presente estudo não tenha incluído carnes, a presença de recheios ricos em gordura nos salgados pode ter contribuído para essa tendência de degradação acelerada.

Por outro lado, as batatas demonstraram comportamento mais estável. Segundo Choe e Min (2006), vegetais como a batata apresentam menor teor lipídico e maior concentração de antioxidantes naturais, como a vitamina C e compostos fenólicos, os quais retardam a degradação oxidativa do óleo durante a fritura. Isso explica, em parte, a maior durabilidade do óleo utilizado para batatas observada no presente estudo.

Esses achados reforçam a importância de classificar o tipo de alimento frito como um factor determinante no plano de gestão do óleo. O uso contínuo do mesmo óleo para produtos de composições muito distintas, sem filtração e monitoramento, pode levar a riscos à segurança dos alimentos e à perda de qualidade sensorial dos produtos finais.

6.4. Estado inicial e mistura de óleos

O estado inicial do óleo utilizado no início da fritura demonstrou ser um factor crítico para a degradação ao longo dos ciclos. Os dados do presente estudo evidenciam que o uso de óleo previamente utilizado ou de misturas entre óleo novo e óleo degradado compromete significativamente a qualidade final do produto e reduz o tempo de vida útil do óleo.

O *Odds Ratio* (OR) para o óleo misturado foi de 21,6, enquanto o OR= 4,64, deu uma indicação, que iniciar o processo de fritura com óleo já degradado ou misturado aumenta drasticamente as chances de degradação acelerada, quando comparado ao uso exclusivo de óleo novo. Isso confirma

que a prática comum de “renovar” o óleo degradado com óleo fresco não apenas não recupera as suas propriedades, como também compromete o novo óleo adicionado.

De acordo com Hellín e Claussel (1984), a mistura de óleos em diferentes estágios de degradação favorece reacções catalíticas entre os produtos de oxidação e os triacilgliceróis ainda estáveis, acelerando a deterioração do sistema como um todo. Essa interação química torna o ambiente de fritura altamente instável e prejudicial à qualidade dos alimentos.

Complementando, Freire *et al.* (2013), afirmam que, quando o óleo novo é adicionado ao óleo velho sem que este tenha sido descartado, os produtos de oxidação já formados funcionam como iniciadores de reacções degradativas, o que reduz substancialmente a durabilidade do óleo novo. A prática, portanto, não representa uma economia real, mas sim uma antecipação da necessidade de descarte.

Além disso, segundo Gertz *et al.* (2000), óleos que passam por múltiplos ciclos sem renovação completa apresentam índices elevados de polímeros, escurecimento e perda de propriedades sensoriais, sendo recomendável o descarte antes mesmo de atingir o limite legal de compostos polares.

Dessa forma, os resultados do presente estudo reforçam que a utilização exclusiva de óleo novo por ciclo e a não mistura entre diferentes estágios de degradação são práticas indispensáveis para garantir a qualidade dos alimentos fritos, a eficiência operacional e a segurança do consumidor.

6.5. Avaliação combinada dos factores

Com o objectivo de compreender o efeito simultâneo das variáveis sobre a degradação do óleo, realizou-se uma análise multivariada, cujos resultados reforçam os achados das análises isoladas e possibilitam uma interpretação mais robusta dos determinantes da qualidade do óleo durante a fritura.

Dentre os factores avaliados, os que apresentaram maior significância estatística foram: número de frituras (OR = 1,77; $p < 0,001$), estado inicial do óleo (OR = 10,14; $p < 0,001$) e tipo de produto (OR = 0,10 para batatas, e salgados como categoria de referência; $p = 0,003$). Esses resultados confirmam que a degradação do óleo não ocorre de forma aleatória, mas sim em resposta a interações entre práticas operacionais e características físico-químicas dos alimentos fritos.

A variável “número de frituras” demonstrou que cada ciclo adicional de fritura aumenta em média 77% a chance de degradação significativa, o que colabora com os estudos de Del Ré e Jorge (2006)

e Saguy e Dana (2003), que relacionam o uso contínuo do óleo com a intensificação das reacções de oxidação, polimerização e escurecimento.

O estado inicial do óleo, por sua vez, teve um impacto ainda mais expressivo. Um OR superior a 10 indica que iniciar a fritura com óleo já parcialmente degradado multiplica por dez as chances de aceleração da deterioração, o que está em linha com os achados de Freire *et al.* (2013) e Hellín e Claussel (1984), que alertam para os riscos de práticas como a mistura de óleos ou a reutilização indiscriminada sem filtração.

Quanto ao tipo de alimento, o valor de OR = 0,10 para batatas (em relação aos salgados) sugere que as batatas são aproximadamente 90% menos propensas a causar degradação acelerada no óleo, o que reforça a evidência de que produtos empanados e ricos em gordura favorecem mais intensamente as reacções químicas prejudiciais ao óleo de fritura (Wong *et al.*, 2017; Lima & Gonçalves, 1995).

A análise combinada permite ainda concluir que não é um único factor que determina o ponto de descarte do óleo, mas sim a convergência de práticas inadequadas (como número excessivo de frituras e mistura de óleos) com o tipo de produto frito. Essa perspectiva reforça a necessidade de protocolos operacionais padronizados e uso de testes objectivos de qualidade, como o Oleotest®, para garantir decisões seguras e tecnicamente embasadas.

6.6. Práticas de descarte observadas

Durante o período de estudo, verificou-se que a decisão sobre o descarte do óleo de fritura era tomada, na maioria das vezes, com base em critérios sensoriais, como cor escura, presença de espuma, odor forte ou formação de fumaça. Embora esses aspectos sejam indicativos de degradação, o uso exclusivo desses parâmetros não garante precisão nem segurança sanitária. Essa constatação é sustentada por Machado *et al.* (2015), que afirmam que a avaliação sensorial isolada não é suficiente para classificar um óleo como próprio ou impróprio ao consumo, dada a subjectividade e a variação de percepção entre os manipuladores.

De forma semelhante, Lima, Silva e Oliveira (2021) observaram que, em unidades de alimentação colectiva, é comum o descarte ser realizado apenas quando há sinais visíveis de deterioração, o que pode significar que o óleo já ultrapassou os limites aceitáveis de compostos polares totais antes mesmo da sua remoção. A ausência de instrumentos objectivos de medição, como testes rápidos ou ensaios laboratoriais, compromete a segurança dos consumidores e pode resultar em alimentos contaminados com compostos nocivos, como acroleína e aldeídos oxidados.

Outro factor preocupante observado foi a falta de um sistema formal de registo e rastreio do descarte. O óleo usado era depositado em um recipiente plástico externo sem acompanhamento quantitativo ou controlo documental, o que possibilitava desvios e reutilizações não autorizadas. Essa realidade representa um risco à saúde pública, especialmente se o óleo for redireccionado para a reutilização clandestina ou doméstica, como advertido por Souza *et al.* (2011) e Fernandes *et al.* (2012).

Além dos riscos à saúde humana, destaca-se o impacto ambiental. O descarte incorrecto de óleo na rede de esgoto ou no solo pode provocar entupimentos, atrair vectores de doenças, impermeabilizar o solo e contaminar corpos hídricos. Conforme apontado por Nayak *et al.* (2016), o despejo inadequado de óleo é uma das principais causas de poluição urbana e contribui para a degradação da qualidade da água e para a emissão de gases de efeito estufa, como o metano, resultantes da decomposição anaeróbia dos resíduos oleosos.

Portanto, é evidente a necessidade da adopção de procedimentos internos claros sobre o descarte, com a designação de responsáveis, uso de métodos analíticos confiáveis e parcerias com empresas certificadas para recolha e reaproveitamento ambientalmente seguro do óleo, como para a produção de sabão, biodiesel ou outros fins industriais sustentáveis.

7. CONCLUSÃO

O presente estudo permitiu avaliar as condições de fritura e a qualidade do óleo utilizada numa empresa de restauração colectiva em Maputo.

Observou-se que a temperatura de fritura utilizada nas batatas ultrapassou os 180 °C indicados.

A frequência de reutilização do óleo mostrou-se determinante para a sua deterioração, com os resultados a apontar que, após 6 frituras para salgados e 7 para batatas, o óleo se tornava impróprio para o consumo, conforme demonstrado pelos níveis de compostos polares.

O tipo de alimento também influenciou significativamente a degradação do óleo, sendo os salgados, sobretudo empanados, os que mais aceleraram esse processo, em comparação com as batatas.

Concluiu-se ainda que o estado inicial do óleo, especialmente quando misturado, contribui fortemente para a perda da sua qualidade, reduzindo o tempo seguro de utilização.

Por fim as práticas de descarte do óleo na empresa foram baseadas apenas em critérios sensoriais, sem controlo técnico ou registo sistemático, o que representa um risco tanto para a saúde pública quanto para o meio ambiente.

8. RECOMENDAÇÕES

Para a indústria de restauração colectiva

- Controlar rigorosamente a temperatura de fritura, utilizando termóstatos calibrados e instrumentos de medição adequados, evitando ultrapassar os 180 °C.
- Evitar a mistura de óleos novos com óleos usados, uma vez que essa prática acelera a degradação do novo óleo e reduz a sua vida útil.
- Estabelecer limites operacionais para o número de reutilizações do óleo, baseados em testes objectivos como o Oleotest®, e não apenas em avaliações sensoriais.
- Filtrar regularmente o óleo entre os ciclos de fritura, preferencialmente de forma automatizada, removendo partículas alimentares que aceleram a degradação.
- Designar um responsável técnico pela verificação da qualidade do óleo e pelo registo dos ciclos de utilização e descarte.
- Implementar procedimentos internos claros de descarte, com ficha de controlo e cronograma de recolha.

Para as autoridades reguladoras

- Estabelecer normas e regulamentos nacionais sobre limites de compostos polares totais e acidez em óleos de fritura, conforme praticado em outros países.
- Tornar obrigatório o uso de métodos rápidos e reconhecidos para avaliação da qualidade do óleo em estabelecimentos de alimentação colectiva.
- Incentivar a recolha selectiva de óleo usado, promovendo parcerias com empresas de reciclagem que possam convertê-lo em sabão, biodiesel ou outros produtos.

Para a comunidade académica

- Realizar estudos semelhantes em contextos informais (como mercados, barracas e cantinas escolares), onde o uso e descarte de óleo pode ser ainda mais negligenciado.
- Comparar a eficiência de diferentes testes rápidos de qualidade do óleo, como Oleotest®, Testo® e Testo270, avaliando custo-benefício, confiabilidade e aplicabilidade local.
- Desenvolver tecnologias de monitoramento acessíveis e adaptadas às realidades de pequenas unidades de alimentação, especialmente em países em desenvolvimento.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Informe Técnico nº 11, de 5 de Outubro de 2004. **Dispõe sobre Boas Práticas de Fabricação para utilização e descarte de óleos utilizados em frituras**. Brasília: Anvisa, 2004. Disponível em: https://www.gov.br/anvisa/ptbr/assuntos/alimentos/informes/copy_of_11de2004 acesso: maio de 2024
- ALMEIDA, S. T., PEREIRA, C. M., & RODRIGUES, L. F. **A reutilização do óleo de cozinha usado como alternativa ambientalmente correta**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, 2016. 92–97.
- ARAÚJO, A. R. da R.; GUIMARÃES, B.; BARBOSA, C. da S.; COSTA, C. E. A. DE S.; DE SOUSA, L. A. S. Logística reversa: óleo residual de fritura, uma proposta para os restaurantes da praça da alimentação do shopping Boulevard, Belém Pará. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, , v. 5, n. 2, p. 1517–1531, 2022. DOI: 10.34188/bjaerv5n2-006.
- BOUCHON, P., AGUILERA, J. M., & PYLE, D. L. (2003). Structure oil-absorption relationships during deep-fat frying. *Journal of Food Science*, 2711-2716. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2003.tb05793.x>
- BAPTISTA, P.; LINHARES, M. (2005). **Higiene e Segurança Alimentar na Restauração**. Consultoria em Formação Integrada. Guimarães- Forvisão: Volume I.
- BORDIN, K., KUNITAKE, M. T., ARACAVA, K. K., & TRINDADE, C. S. F. **Changes in food caused by deep fat frying – A review**. 2013. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 63(1), 5–13.
- BATISTA, A. P. A., FERNANDES, L. T. M., & LESSA, N. M. V. (2010). Avaliação da quantidade de óleos e gorduras utilizados na preparação do cardápio semanal de uma unidade produtora de alimentos (UPA), o impacto à saúde do comensal e verificação do descarte adequado ao meio ambiente. **Nutrição em Minas Gerais**, Vol.2 pag. 624– 636.
- BOCCATO, J. C. (2009). **A Qualidade do Óleo de Fritura em Food Service**. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/ALIMENTOS/informes/11_051004.htm. Acesso em: 06 Março 2024.
- BOCCATO, V.R.C. (2011). **Estudo da degradação de óleos vegetais utilizados na fritura de alimentos em uma unidade de alimentação e nutrição** (Trabalho de Conclusão de Curso). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG.
- BRANNAN, R. G. (2013). **Effect of Maillard reaction and lipid oxidation on food quality: A review**. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 1503–1511. <https://doi.org/10.1080/10408398.2011.577540>
- BRUINI, A.L. (2007) . **Estatística aplicada à gestão empresarial**. São Paulo: Atlas. 377p. ISBN 978- 85-224-4732-9

- BARRERA-ARELLANO, D., RUIZ-MÉNDEZ, M. V., & VELASCO, J. (2019). **Degradation of edible oils during frying and the formation of toxic compounds: A review.** *Grsas y Aceites*, e298.
- CHOE, E., & MIN, D. B. (2006). **Mechanisms and factors for edible oil oxidation.** *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 169–186. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2006.00009.x>
- CHOE, E., & MIN, D. B. (2007). **Chemistry of deep-fat frying oils.** *Journal of Food Science*. R77–R86. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2007.00352.x>
- CAHILL, L. E., PAN, A., CHIUVE, S. E., SUN, Q., WILLETT, W. C., HU, F. B., & RIMM, E. B. (2014). Fried-food consumption and risk of type 2 diabetes and coronary artery disease: A prospective study in 2 cohorts of US women and men. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.2 pag.667–675.
- CINTRA, A. F. A., & KEMIN, L. (2021). **Óleo e gordura na alimentação: qualidade, descarte e implicações ambientais.** São Paulo: Editora Universidade Paulista.
- CATERING AÉREO (2022). **Catering aéreo e a qualidade nutricional dos produtos comercializados.** *Revista Brasileira de Alimentação e Nutrição*, 23–28. Disponível em: <https://rbac.cia.emnuvens.com.br/revista/article/download/152/238/448>. Acesso em: 26 abr. 2025.
- DAMY, P. F., & JORGE, N. (2003). **Estabilidade oxidativa de óleos e gorduras em sistemas de aquecimento.** *Revista Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 113–120.
- DEL RÉ, P.V.; JORGE, N. (2006). **Comportamento de óleos vegetais em frituras descontínuas de produtos pré-fritos congelados.** *Revista Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Campinas- São Paulo.
- EFSA (*European Food Safety Authority*). (2015). **Scientific opinion on acrylamide in food.** *EFSA Journal*, 4104.
- FRIEDMAN, M. (1996). **Food browning and its prevention: An overview.** *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 631–653.
- FELLOWS, P. J. (2006). **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e práticas.** 2.ed. Porto Alegre: Artmed. 602p. ISBN 978-85-363-0652-0
- FERNANDES, D. C., GONÇALVES, R. V., & CARDOSO, G. T. (2012). **Reutilização de óleo de cozinha: aspectos ambientais e legais.** *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*. 116–123.
- FREIRE, P. C. M.; MANCINI-FILHO, J.; FERREIRA, A. P. C. (2013). Principais alterações físico-químicas em óleos e gorduras submetidos ao processo de fritura por imersão: regulamentação e efeitos na saúde. **Revista de Nutrição**. pag: 353-368. DOI: <https://doi.org/10.1161/01.CIR.0000038493.65177.94>

- GERTZ, C., KLOSTERMANN, S., & KOCHHAR, S. P. (2000). **Testing and comparing oxidative stability of vegetable oils and fats at frying temperature.** European Journal of Lipid Science and Technology, 543–551. [https://doi.org/10.1002/1438-9312\(200009\)102:8/9<543::AID-EJLT543>3.0.CO;2-B](https://doi.org/10.1002/1438-9312(200009)102:8/9<543::AID-EJLT543>3.0.CO;2-B)
- GIL, A. P. (2008). **Metódos e técnicas de pesquisa social** (6. Ed.). São Paulo: Atlas
- GUILLÉN, M. D., & GOICOECHEA, E. (2008). **Toxic compounds formed during the frying process: A review.** Food Chemistry. 507–521. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.02.037>
- HELLÍN, L.C; CLAUSSEL, M.P.R. (1984). **Incidência de la fritura en la composition de fraccionlipidica de diversos aperitivos de consumo generalizado ennuestropais.** Anal. Bromat, v.36, n.1, p.5-31.
- KROKIDA, M. K., OREOPOULOU, V., MAROULIS, Z. B., & MARINOS-KOURIS, D. (2001). **Colour changes during deep fat frying.** Journal of Food Engineering. 219–225. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(00\)00154-5](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(00)00154-5)
- KRIS-ETHERTON, P. M., HARRIS, W. S., & APPEL, L. J. (2002). **Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease.** Circulation. 2747–2757. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.0000038493.65177.94>
- KNOSPE, S., KOWALSKI, R., & LACHENMEIER, D. W. (2009). **Application of rapid tests for the determination of polar compounds in used frying oils.** European Food Research and Technology, 785-790. <https://doi.org/10.1007/s002117-008-0980-1>
- KEMIN FOOD TECHNOLOGIES – Asia. (2022, 27 de Abril). **Kemin lança indicador de economia para óleo de fritura na Ásia [Comunicado de imprensa].** PR Newswire. Recuperado de: <https://www.prnewswire.com/news-releases/kemin-food-technologies--asia-launches-cost-savings-indicator-for-frying-oil-301534900.html>
- LIMA, J. R.; GONÇALVES, L. A. G. (1995). O Processo de fritura: alterações observadas em óleos e gorduras. **Boletim Sociedade Brasileira Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 2. Disponível em: <https://doi.org/12.122380/10408399709527995> acesso: Set. 2024
- LI, Y., YANG, W., DONG, J., ZHANG, J., & ZHENG, X. (2020). **Metabolomics reveals the toxicological effects of polar compounds from frying palm oil.** Food & Function. 1463–1473. <https://doi.org/10.1039/C9FO02728A>
- LIMA, D. O., & GONÇALVES, D. R. (2021). **Avaliação da qualidade e descarte de óleos reutilizados em estabelecimentos comerciais.** Revista Higiene Alimentar. 22–29.
- MALACRIDA, C.R; JORGE, N. (2006). **Influência da relação superfície/volume e do tempo de fritura sobre as alterações da mistura azeite de dendê-óleo de soja.** Revista Ciência Agrotecnológica, v.30,n.4,pag.724-730. doi:10.1590/S1413-70542006000400019

- MONTEIRO, C. A., MOUBARAC, J. C., CANNON, G., NG, S. W., & POPKIN, B. **Ultra-processed products are becoming dominant in the global food system.** Obesity Reviews, 2013. 21–28. <https://doi.org/10.1111/obr.12107>
- MARTINS, D. M. ., BROILO, M. ., & ZANI, V. (2014). **Óleos e gorduras: utilização no processo produtivo de restaurantes comerciais de Porto Alegre.** Nutrire: Revista da Sociedade Brasileira para Alimentação e Nutrição v.39, pag 25–39. Disponível em: <https://doi.org/10.4322/nutrire.2014.004> acesso em: Março de 2024
- MAH, E. (2014). **Nutrition and frying oils: new insights into oxidative stability and health implications.** Food Chemistry. 62–67.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.03.088>
- MACHADO, C. S., OLIVEIRA, A. C., & ALMEIDA, C. G. (2015). **Práticas de descarte de óleos de fritura em unidades de alimentação.** Boletim do Instituto de Saúde Pública. 56–62.
- MOURA, B. H. G.; ARAÚJO, F. S.; ARAÚJO, H. R. R.; SANTOS, K. V.; PADILHA, M. F. P.; SOUZA, T. R. P.; MACEDO, J. M.; AMARAL, C. (2015). **Descarte do óleo de fritura dos pequenos empreendedores que actuam no centro da cidade do Porto Velho, Rondônia.** South American Journal of Basic Education, Technical and Technological. 2015,ISSN: 2446-4821. Vol 2 n.2 p 34-44.
- NAZ, S., SHEIKH, H., SIDDIQI, R., & SAYEED, S. A. (2004). **Oxidative stability of olive, corn and soybean oil under different conditions.** Food Chemistry. 253–259.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.01.050>
- NAYAK, P. K.; DASH, U.; RAYAGURU. K.; KRISHNAN, K. R. (2016). **Physio-chemical changes during repeated frying of cooked oil: A review.** Journal of Food Biochemistry, v. 40, n. 3, p. 371-390. Disponível em:
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jfbc.12215> acesso: Maio de 2024.
- NUNES, I. A. (2011). **Reciclagem de óleo residual de fritura nas indústrias alimentícias: um estudo de caso.** Relatório científico. Universidade de Brasília. Palmas-TO,Brasil. 16,18p
- OKE, E. ; IDOWU, M. A. ; SOBUKOLA, O.P. ; ADEYEYE, S.A.O.; e AKINSOLA, A.O. (2017). **Frying of Food: A Critical Review.** Journal of Culinary Science & Technology. 23 Junho. DOI:10.1080/15428052.2017.1333936.
- OleoTest. (2024) . Disponível em: <http://www.oleotest.com/pt-pt/o-produto> consultado em Março.
- OSAWA, C. C.; GONÇALVES, L. A. G.; MENDES F. M. **Avaliação dos óleos e gorduras de fritura de estabelecimentos comerciais da cidade de Campinas/ SP. As boas práticas de fritura estão sendo atendidas?** Alimentos e Nutrição Araraquara, v. 21, n.3, pag. 47–56, 2010. Disponível em: <https://diretorio.rcaap.pt/handle/1/724> acesso: Março de 2024

- PORTUGAL (DECRETO-LEI Nº240/ 94, 22 DE SETEMBRO). **Diário da República- I-Série-B**. Ministérios da Agricultura, da Saúde e do Ambiente e Recursos Naturais. Portugal
- PEDRESCHI, F., MOYANO, P., KAACK, K., & GRANBY, K. (2005). **Color changes and acrylamide formation in fried potato slices**. Food Research International. 1–9.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2004.08.005>
- PAUL, S.; MITTAL, G. S. (1997). **Regulating the use of degraded oil/fat in deep-fat/oil food frying**. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, v. 37, n. 7, p. 635-662. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10408399709527793> acesso: Out. 2024
- PRATA, L. C. (2011). **Reciclagem de óleos vegetais residuais (Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Química)**. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG.
- PINTO, A.H.; ÁVILA, H. (2015). **Os Desafios da Restauração Colectiva e o Nutricionista como Impulsionador do seu Desenvolvimento**. Acta Potuguesa de Nutrição. v.2, p. 22–32. Disponível em: <https://actaportuguesadenutricao.pt/edicoes/os-desafios-da-restauracao-coletiva-e-o-nutricionista-como-impulsionador-do-seu-desenvolvimento/> acesso: maio de 2024.
- RABELO, A. R.; FERREIRA, M. O. (2008). **Coleta selectiva de óleo residual de fritura para aproveitamento industrial**. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Católica de Goiás, Goiana. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/55543801/COLETA-SELETIVA-DE-OLEO-RESIDUAL-DE-FRITURA-PARA-AP> acesso: Abril de 2024
- RODRIGUES, A. B., SILVA, F. M., & CAMPOS, J. P. (2014). **Avaliação do descarte de óleo de cozinha por estabelecimentos comerciais**. Revista Ambiente & Água. 343–351.
<https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1340>
- REDA, S. Y. e CARNEIRO, P. I. B. **Óleos e gorduras: aplicações e implicações**. Universidade Federal do Pampa. Revista Analytica. Março de 2007. Artigo Nº27. Disponível em:
<https://cursos.unipampa.edu.br/cursos/engenhariadealimentos/disciplinas/files/2008/04/art07.pdf>. Acesso em: 24 de Maio de 2024
- RAMESH, P., & MURUGHAN, M. (2021). **Polar Compounds in Frying Oils: A Review**. Applied Ecology and Environmental Sciences. 20–27. <https://doi.org/10.12691/aees-9-1-3>
- RHEONICS. (2021). **Monitoramento contínuo da degradação do óleo de fritura em fritadeiras industriais**. Disponível em: <https://pt.rheonics.com/solutions-item/continuous-monitoring-of-frying-oil-degradation-in-industrial-food-fryers/>. Acesso em: 04 de Junho de 2024.
- ROSA, P. T.; GUELBE, T. F. (2015). **Implantação do manual de Boas Práticas de Manipulação em cozinha pedagógica de uma instituição de ensino na cidade de campo mourão – PR. Trabalho de conclusão de curso**. In Universidade Tecnológica Federal do Paraná- Departamento Académico de Alimentos. Disponível em:

https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6562/2/CM_COALM_2015_1_02.pdf
acesso: Maio de 2024.

- RANI, R. A., SHAMSUDIN, R., CHIN, N. L., & YUSOF, Y. A. (2020). **Deep-fat frying of food: An overview on some critical aspects**. International Food Research Journal. 383–392.
- SAGUY, I. S., & DANA, D. (2003). **Integrated approach to deep fat frying: Engineering, nutrition, health and consumer aspects**. Journal of Food Engineering. 143–152. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(02\)00245-7](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(02)00245-7)
- SEBEDIO, J. L., & RATNAYAKE, W. M. N. (2009). **Trans fatty acids in human nutrition**. European Journal of Lipid Science and Technology. 985–998. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200900104>
- SOUZA, M. L., PEREIRA, L. C., & ANTUNES, M. M. (2011). **Destino final dos óleos residuais: estudo de caso em estabelecimentos da cidade de Curitiba**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental. 823–831.
- SILVA, E. J., & LURA, F. A. (2013). **Avaliação das condições de reutilização de óleo em frituras em estabelecimentos populares**. Revista Saúde & Ambiente. 50–56.
- SILVA, I. B. R. A., ARAÚJO, R. A., FERREIRA, N. A. (2014). **Efeito da peroxidação de óleos utilizados em frituras na saúde**. In **Faculdades Integradas ICESP- Promove de Brasília**.. Disponível em: <https://www.souenfermagem.com.br/wp-content/uploads/2022/03/EFEITO-DA-PEROXIDACAO-DE-OLEOS-UTILIZADOS-EM-FRITURAS-NA-SAUDE-HUMANA.pdf> acesso: Março de 2024
- SUN, Y., LIU, B., SNETSELAAR, L. G., ROBINSON, J. G., WALLACE, R. B., PETERSON, L. L., & BAO, W. (2019). **Association of fried food consumption with all cause, cardiovascular, and cancer mortality: Prospective cohort study**. BMJ (Online). Disponível em: <https://doi.org/10.1136/bmj.k5420> acesso: Abril de 2024.
- SZUMILAS, M. Explaining Odds Ratios. **National Library of Medicine**. Agosto de 2010. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2938757/> acesso: Out. 2024
- TAVARES, M. (2007). **Avaliação da qualidade de óleos e gorduras utilizados para fritura no comércio da região metropolitana da Baixada Santista, estado de São Paulo**. Revista do Instituto Adolfo Lutz, v. 66, n. 1, p. 40-44. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6562/2/CM_COALM_2015_1_02.pdf
- TENNY, S ; HOFFMAN, M.R. Odds Ratio. **StatPearlsPublishing**. Junho de 2017. Disponível em: https://europepmc.org/article/nbk/nbk431098#__NBK431098_ai__ acesso: Out. 2024
- Testo SE & Co. KgaA. (2015). **Guia de campo Medição de óleo de cozinha: Conselhos práticos dicas e truques**. MirorOil. Disponível em: <https://miroil.com/wp-content/uploads/2024/04/Field-Guide-Cooking-oil-2020-EN.pdf>. Acesso em: 04 de Junho de 2024

- USDA. (2013). **Departamento de Agricultura dos Estados Unidos**. Disponível em: <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/6572>
- WARNER, K. (2004). **Chemical and physical characteristics of frying oils and their effects on food**. Food Research International, 135-144.
- WORLD CANCER RESEARCH FUND/AMERICAN INSTITUTE FOR CANCER RESEARCH. (2007). **Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer: a Global Perspective**. Washington DC: AICR.
- WONG, Y.H; LAI, O.M; ABAS, F.; NYAM, K.L; NEHDI, I.; MOHAMMED, H. (2017). **Factores que impactam a formação de ésteres 3-MCPD e ésteres glicídicos durante a fritura profunda de carne de peito de frango**. Contaminantes Químicos e Qualidade dos Alimentos. MultidisciplinaryDigital PublishingInstitute, v.10. disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods10102266> acesso: Out.2024

ANEXOS

Anexo 1: ficha de recolha de amostras

[illegible]