



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS-UFGD

FACULDADE DE ENGENHARIA-FAEN

ENGENHARIA DE ALIMENTOS

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DOS ÓLEOS DE FRITURA DE 4 DIFERENTES
PASTELARIAS DA CIDADE DE DOURADOS-MS

Cristian Rocha

Thalita Santos Alves

DOURADOS

2018

Cristian Rocha

Thalita Santos Alves

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DOS ÓLEOS DE FRITURA DE 4 DIFERENTES
PASTELARIAS DA CIDADE DE DOURADOS-MS**

Trabalho de Conclusão de Curso
Apresentado à Universidade Federal
da Grande Dourados, para obtenção do
título de Bacharel graduada em
Engenharia de alimentos. Orientadora:
Prof. Dra. Rosalinda Arévalo Pinedo.

DOURADOS

2018

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DOS ÓLEOS DE FRITURA DE PASTELARIAS DA CIDADE DE DOURADOS-MS

QUALITY ASSESSMENT OF FRYING OILS OF 4 PASTRIES FROM THE CITY OF DOURADOS-MS

ROCHA, Cristian¹, SANTOS, Thalita¹,

AREVALO, Rosalinda Arévalo Pinedo^{1*}

¹Faculdade de Engenharia - Engenharia de Alimentos – Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Engenharia – CEP: 79823-672 – Dourados – MS – Brasil.

*Autor para correspondência: arevaloros@hotmail.com

RESUMO:

No Brasil e no mundo alimentos fritos são muito consumidos devido que durante o processo de fritura, os atributos sensoriais são intensificados. Porém quando os óleos são utilizados de forma prolongada ou são submetidos a elevadas temperaturas ocorre uma série complexa de reações, produzindo muitos compostos de degradação, que modificam a sua qualidade que podem colocar em risco a saúde do consumidor. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade do óleo de fritura de pastelarias da cidade de Dourados-MS. Realizou-se análises físicas e químicas de quatro estabelecimentos que produzem pasteis fritos, sendo que as amostras foram coletadas a cada 15 dias por um período aproximadamente de 3 meses. As análises aplicadas para avaliação da qualidade de óleos proveniente dos quatro estabelecimentos que produzem pasteis fritos, foram: índice de peróxido (meq/kg), índice de acidez, índice de iodo, ponto de fusão (°C), compostos polares totais (%), ponto de fumaça, índice de refração ($n_{D^{40}}$). Os resultados encontrados na presente pesquisa foram que durante o 1º mês de coleta tanto para amostra A, B, C, D, o índice de peróxido estava acima do permitido (10,0 meq/kg), os valores mínimos encontrados foram (B) $8,26 \pm 1,59$ (C) $41,88 \pm 5,49$. Após esse período A e C apresentaram valores dentro da legislação ANVISA $3,21 \pm 0,19$ (C) e $8,87 \pm 0,74$ (A). No índice de acidez todas as amostras apresentavam valores acima do permitido pela legislação que é de 0,3 KOH/g. Nas amostras A, B e C os índices de iodo estavam fora do permitido, assim como ponto de fusão, compostos polares totais (%), ponto de fumaça, índice de refração, encontrou-se um alto grau de saturações possível devido à misturas com gorduras ao óleo vegetal

Palavras-chave: Fritura, óleos vegetais, degradação

In Brazil and in the world fried foods are very consumed because during the frying process, the sensorial attributes are intensified. However, when oils are used extensively or subjected to high temperatures, a complex series of reactions occurs, producing many degradation compounds that modify their quality that may endanger the health of the consumer. The present work had as objective to evaluate the quality of the frying oils of pastries of the city of Dourados-MS. Physical and chemical analyzes of four establishments producing fried pastry were carried out, and samples were collected every 15 days for a period of approximately 3 months. The analyzes applied for the evaluation of the quality of oils from the establishments producing fried pastry were: peroxide index (meq / kg), acid index, iodine value, melting point (oC), total polar compounds, smoke point, refractive index (n D40). The results found in the present study were that during the first month of collection for sample A, B, C, D the peroxide index was higher than allowed (10.0 meq / kg), the minimum values found were (B) 8.26 ± 1.59 and (C) 41.88 ± 5.49 . After this period A and C presented values within the legislation ANVISA 3.21 ± 0.19 (C) and 8.87 ± 0.74 (A). In the acidity index, all the samples had values above that allowed by the legislation that is 0.3 KOH / g. In samples A, B and C the iodine indices were not allowed as well as melting point, total polar compounds (%), smoke point, refractive index, possibly due to a high degree of possible saturations mixed with fats to the oil used.

Key words: Frying, vegetable oils, degradation

INTRODUÇÃO

No mundo todo, alimentos fritos são muito consumidos, devido a que seu preparo ser rápido e prático, assim mesmo as frituras melhoram os atributos sensoriais dos alimentos (JORGE, 2010; MASSON *et al.*, 1999).

Fritura são processos complexos no qual o alimento é submerso em óleo quente, que age como meio de transferência de calor, conferindo ao mesmo características sensoriais agradáveis de cor, sabor, textura e palatabilidade. Além dessas alterações positivas, também podem ocorrer reações, que modificam as qualidades funcionais e nutricionais do alimento podendo chegar a níveis em que não se consegue mais produzi-los com qualidade (COSINI, 2006).

Nas frituras, os óleos são parcialmente hidrolisados para formar ácidos graxos livres, glicerol, mono e diglicerídeos e estes compostos vão se acumulando no óleo depois de repetidas frituras. Por outra parte, os óleos também sofrem oxidações com degradação dos triglicerídeos formando peróxidos, compostos polares (polímeros, dímeros, ácidos graxos livres, diglicerídios e ácidos graxos livres oxidados) (FRITSCH, 1981).

Distinguem-se dois tipos de fritura de imersão: contínua e descontínua. A fritura contínua, é normalmente utilizada pelo mercado industrial de snacks extrusados, massas fritas, pré-fritura e fritura de batatas. Já a fritura descontínua é empregada, principalmente, pelo mercado institucional que compreende as redes de fast food, restaurantes, lanchonetes, cantinas escolares e pastelarias (SANIBAL e MANCINE, 2002).

Nos estabelecimentos, alimentos fritos são preparados para consumo imediato, como: lanchonetes, restaurantes, pastelarias e redes de *fast food*, sendo que não é possível a utilização de métodos analíticos para avaliar a qualidade dos óleos de fritura. Por isso, é necessário o uso de provas rápidas e eficazes, já que estes locais não possuem a estrutura, nem os recursos de um laboratório. Comumente, os estabelecimentos usam critérios de descarte como cor, espuma, tempo de uso e presença de fumaça, porém, esta avaliação subjetiva não é suficiente para classificar o óleo como próprio ou não para uso. Como solução para este problema, existem vários testes rápidos que oferecem praticidade e eficácia no controle da utilização do óleo (LOPES e JORGE, 2004).

A oxidação de lipídios é uma reação de ocorrência inevitável e espontânea, responsável por alteração direta no valor comercial, acometidos em corpos graxos, e também em todos os produtos formulados a partir deles, como alimentos, cosméticos e medicamentos (RAMALHO e JORGE, 2005).

Um dos desdobramentos da oxidação lipídica, é o desenvolvimento do ranço, e da formação de aldeídos e outros compostos voláteis, conferindo odores desagradáveis como *off flavors* e *off odors* a diversos tipos de carnes e derivados, principalmente em carnes pré cozidas, que após o armazenamento, manifestam aroma/sabor de requentado (FERRARI, 1998).

A oxidação é uma das reações químicas mais importantes que ocorrem durante o processo de fritura. Esta reação é influenciada por diferentes fatores, como altas temperaturas, presença de oxigênio e presença de ácidos graxos não saturados em alta taxa, alvos dessa reação (GUPTA, 2005).

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a qualidade, parâmetros físicos e químicos de óleos utilizados em frituras em 4 diferentes pastelarias da cidade de Dourados-MS.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostras

Foram coletadas amostras de óleo de soja, utilizados em frituras em 4 diferentes estabelecimentos (pastelarias) da cidade de Dourados-MS. Para cada estabelecimento amostrado foi dado uma letra como identificação sendo A, B, C e D de tal forma que se mantenha sigilo. A coleta das amostras realizou-se a cada 15 dias por um período de 3 meses aproximadamente .

Depois de coletadas, as amostras foram encaminhadas até os laboratórios do Curso de Engenharia de Alimentos da Faculdade de Engenharia-FAEN da Universidade Federal da Grande Dourados-UFGD, onde foram conservadas em temperatura ambiente, até a realização das análises.

Determinações analíticas

Realizaram-se as análises de índice de peróxido, índice de acidez, índice de iodo, índice de refração, e ponto de fusão, conforme o Manual de Normas Analíticas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008).

Para a determinação do ponto de fumaça utilizou-se o Método oficial da AOCS Cc 9a-48 (AOCS, 2004).

Os compostos polares foram medidos através do controlador de óleos alimentares Testo 270, instrumento de medição portátil para a rápida inspeção de óleos alimentares sendo os resultados expressos os em porcentagem. O aparelho fornece informações sobre o envelhecimento dos óleos em consequência do efeito do aquecimento.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Índice de Peróxido

Na Tabela 1 encontram-se os valores da determinação de índice de peróxido (rancidez oxidativa) dos 4 estabelecimentos (A, B, C e D) que utilizaram óleos para produzir pasteis fritos da cidade de Dourados-MS.

Nos diferentes estabelecimentos pesquisados são utilizados fritadeiras a gás, o mesmo apresenta uma maior relação superfície volume o qual tem um efeito drástico na velocidade de alteração e degradação do óleo, devido a uma maior exposição da superfície do óleo em contato com o ar, cujo efeito acelera de forma direta a rancidez oxidativa .

Tabela 1: Índice de peróxido do óleo de soja utilizado de 4 estabelecimentos da cidade de Dourados (A, B, C e D).

Índice de peróxido (mq/kg amostra)				
Coletas	Amostras			
	A	B	C	D
1	19,52±0,29 ^b	11,72±0,06 ^c	33,0±0,40 ^a	33,45±0,78 ^a
2	16,19±3,62 ^b	8,26±1,59 ^c	41,88±5,49 ^a	16,49±2,23 ^b
3	8,87±0,74 ^c	15,55±1,46 ^b	3,69±0,20 ^d	34,87±3,14 ^a
4	9,48±1,72 ^b	4,42±0,11 ^c	3,23±0,19 ^d	36,31±1,44 ^a
5	15,86±0,76 ^b	11,55±0,7 ^c	4,13±0,43 ^d	32,46±0,89 ^a
6	20,61±2,6 ^a	9,93±0,48 ^b	5,57±1,1 ^c	22,1±0,27 ^a
7	28,96±1,83 ^a	5,37±0,86 ^c	5,68±0,86 ^c	7,73±0,8 ^b
8	12,64±0,52 ^b	12,58±0,48 ^b	8,20±3,21 ^c	26,85±0,89 ^a
Médias	16,50 ± 1,51	9,92± 0,72	13,17±1,48	26,28±1,30

Letras iguais na mesma linha indicam que as amostras não diferiram entre si ($p>0,05$) pelo teste de Tukey.

Como pode ser observado na Tabela 1 as médias de índice de peróxido de cada amostras obtidas nos diferentes dias de coletas foram $16,50 \pm 1,51$, $9,92 \pm 0,72$, $13,17 \pm 1,48$, $26,28 \pm 1,30$ (meq\Kg), respectivamente para as amostras A, B, C e D.

Pode-se observar que durante o 1º mês de coleta tanto para amostra A, B, C, D o índice de peróxido estava acima do permitido (10,0 mq/kg), os valores mínimos encontrados foram (B) $8,26 \pm 1,59$ a (C) $41,88 \pm 5,49$. Após a coleta 3 e 4, as amostras A e C apresentaram valores dentro da legislação ANVISA (2006) $3,21 \pm 0,19$ (C) e $8,87 \pm 0,74$ (A), estes valores condiz que o processo de cozimento não afetaria a saúde do consumidor, devido que as reações de degradação não estão com elevado desenvolvimento. Após esse período, a amostra A (5ª e 6ª coleta) e amostra D deveriam ser descartadas. Pelo valor apresentado nas amostras A e D após a 5ª e 6ª coleta, o índice de peróxido está com desenvolvimento das reações de degradação de forma acelerada, isto pode ser devido que as frituras nestes estabelecimentos acontecem de forma descontínua, ou seja, o óleo é reaquecido, as elevadas temperaturas utilizadas e os pasteis fritos, deixam resíduos, ou partículas que queimam e aceleram o processo degradativo. Nogueira *et al.*, (2010) demonstraram que, quanto maior o índice de peróxido, haverá maior formação de produtos danosos para a saúde de consumidor, visto que os compostos resultante podem causar efeitos mutagênicos, assim como uma predisposição à arteriosclerose e ação cancerígena. Faustino (2015) no trabalho caracterização físico- química de óleo residual de fritura tratado com terra clarificante confirma diminuir, valores de 16 meq/kg mesmo com terra clarificante.

Índice de acidez

A Tabela 2 mostra o Índice de acidez (mg KOH/g amostra) encontrados nos 4 estabelecimentos (A,B,C e D) pesquisados.

Tabela 2: Índice de acidez (%) do óleo de soja utilizado em diferentes pastelarias.

Coletas	Índice de acidez (KOH/g)			
	A	B	C	D
1	0,97±0,09 ^b	1,01±0,33 ^b	1,90±0,08 ^a	0,65±0,15 ^{bc}
2	0,82±0,35 ^b	0,54±0,0 ^b	1,52±0,1 ^a	1,48±0,28 ^a
3	0,46±0,06 ^d	0,64±0,06 ^c	1,57±0,05 ^a	1,17±0,14 ^b
4	0,60±0,03 ^c	0,25±0,07 ^d	1,54±0,11 ^a	0,92±0,41 ^b
5	0,46±0,15 ^b	0,42±0,09 ^{bc}	1,016±0,16 ^a	0,59±0,04 ^b
6	0,41±0,0 ^c	0,66±0,11 ^b	1,41±0,05 ^a	0,6±0,06 ^b
7	0,46±0,06 ^d	0,72±0,05 ^c	1,75±0,14 ^a	0,96±0,10 ^b
8	0,92±0,5 ^b	0,27±0,0 ^c	2,09±0,08 ^b	1,65±0,73 ^{ab}
Médias	0,63±0,15	0,56±0,08	1,60±0,09	1,00±0,24

Letras iguais na mesma linha indicam que as amostras não diferiram entre si ($p>0,05$) pelo teste de Tukey.

As médias de índice de acidez da Tabela 2 de cada amostra obtida nos diferentes dias de coletas foram de 0,63±0,15 (A), 0,56±0,08 (B), 1,60±0,09 (C), 1,00±0,24 (D) KOH/g .

Dos quatro estabelecimentos que produzem pasteis fritos, somente a amostra A da 4^a e 7^a coleta obteve resultados acima do teor máximo permitido pela ANVISA (2006) que é de 0,3% ou 0,3 KOH/g. Porém de acordo com Códex alimentarius (1999) o limite da acidez em óleos vegetais refinados é de 0,6 mg KOH/g. O óleo nesta pesquisa realizada na amostra do estabelecimento (A) estava dentro dos limites do Codex. Estes resultados da amostra A são muito semelhantes aos encontrados por Soares et al (2014) que obteve índice de acidez de 0,2 a 0,7%. Ribeiro e Saravalli (2004), demonstraram que o estado de conservação esta intimamente relacionada com a qualidade e o grau de pureza do óleo.

Segundo a ANVISA (2006) o valor máximo permitido para índice de acidez é de 0,3 KOH/g e de acordo com essas médias obtidas verificou-se que houve um aumento no índice de acidez em todas as amostras de óleos avaliadas. De acordo com Saguy e Dana (2003) este aumento nos resultados de índice de acidez, pode ser atribuído ao desenvolvimento de reações hidrolíticas, que são aceleradas pelo aquecimento, presença de água no alimento que está sendo frito, quantidade de partículas queimadas provenientes do alimento e acumuladas no recipiente. No caso dos pastéis fritos, o que se pode observar nas amostras, após um certo tempo de descanso, os óleos apresentaram grande quantidade de partículas que se desprende o que pode

estar comprometendo a qualidade final na fritura, isto foi observado nas amostras coletadas, que após 2 horas mostraram sedimentos.

Índice de iodo

A Tabela 3 tem-se a determinação do índice de iodo (g iodo/100g amostra) encontrados nas 4 amostras dos estabelecimentos pesquisados.

Tabela 3: Índice de Iodo de óleo utilizado para fritura de 4 estabelecimentos avaliados.

Coletas	Índice de iodo (iodo/100g amostra)			
	Amostras			
	A	B	C	D
1	108,0±2,45 ^b	110,3±0,60 ^b	103,46±3,0 ^{bc}	127,2±3,66 ^a
2	119,61±1,04 ^a	118,0±0,90 ^a	100,22±6,54 ^b	95,8±3,89 ^b
3	114,81±0,43 ^{ab}	112,58±4,52 ^{ab}	121,32±5,25 ^a	105,9±0,75 ^b
4	113,17±2,08 ^c	120,25±2,49 ^b	117,81±0,58 ^b	134,5±3,11 ^a
5	119,20±0,23 ^c	92,64±0,60 ^d	125,68±0,61 ^b	131,72±3,81 ^a
6	118,0±1,45 ^a	118,94±1,21 ^a	107,77±1,96 ^b	117,42±5,16 ^a
7	116,81±1,32 ^b	110,78±1,71 ^c	105,35±3,54 ^d	124,8±1,87 ^a
8	101,62±2,43 ^c	127,2±0,92 ^b	101,69±1,54 ^c	130,25±0,28 ^a
Médias	113,90±1,43	113,84±1,62	110,41±2,90	120,94±2,82

Letras iguais na mesma linha indicam que as amostras não diferiram entre si ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey.

Através das médias das amostras obtidas, foi possível destacar que somente o óleo da amostra D obteve-se o valor da margem permitida pela legislação da ANVISA (2006). Segundo (MAIA, 2006), quanto maior o índice de iodo, maior o número de duplas ligações (insaturações) presentes no óleo, sendo assim, há uma maior probabilidade da amostra ser considerada um óleo do que uma gordura, pois, é sabido de que os óleos possuem um maior grau de insaturação do que as gorduras, o que justifica elas serem sólidas à temperatura ambiente (25°C). Por esta razão, as amostras A, B e C possivelmente foram misturadas com gorduras para o processo de fritura do pastel, pois segundo os valores de referência da ANVISA (2006), o índice de iodo do óleo de soja deve estar entre 120 e 143 g de iodo / 100g.

Em estudos realizados por Fuentes (2011), sobre a avaliação de óleos de soja e entre outros óleos vegetais, durante o armazenamento, observou-se um valor médio do índice de 125,2 g de iodo /100g, valor bem próximo aos apresentados nesse trabalho, o que comprova a elevação do índice de iodo, ocasionado por fatores externos, como a exposição ao calor e oxigênio, promovendo o aumento de dienos e trienos conjugados de ligações insaturadas, além

de ser uma ferramenta de auxílio da identificação de adulterações ocasionadas pela mistura de diferentes óleos vegetais (CHOE e MIN, 2007; MARQUES, 2015; FERREIRA, 2015).

Ponto de fumaça

A Tabela 4 apresenta os pontos de fumaça encontrados para os 4 estabelecimentos.

Tabela 4: Ponto de fumaça de óleo de soja utilizado em 4 pastelarias da cidade de Dourados Ms.

Coletas	Amostras (°C)			
	A	B	C	D
1	110,5±1,5 ^d	139,5±4,5 ^c	151,5±3,5 ^b	185±3,33 ^a
2	139,5±1,66 ^c	172,5±2,5 ^b	180,5±2,0 ^a	105,4±2,1 ^d
3	178,5±1,5 ^b	180,5±1,5 ^b	167,5±1,3 ^c	189±1,2 ^a
4	146,5±2,0 ^b	105,4±1,5 ^c	179,5±0,5 ^a	101,6±1,2 ^d
5	142±1,2 ^b	145,0±1,5 ^a	111,5±2,5 ^c	116,9±2,3 ^c
6	82,0±1,2 ^a	83,0±2,3 ^a	80,5±2,5 ^a	55,5±1,6 ^b
7	140,0±1,7 ^c	184,5±2,7 ^b	198,0±1,5 ^a	140,0±2,5 ^c
8	145,0±2,5 ^a	101,3±2,4 ^c	104,0±1,2 ^c	128,1±2,5 ^b
Médias	135,50±1,65	138,96±2,36	146,62±1,87	127,68±2,09

Letras iguais na mesma linha indicam que as amostras não diferiram entre si ($p>0,05$) pelo teste de Tukey.

Segundo Quaglia e Bucarelli (2001) o valor indicado como limite crítico para o ponto de fumaça do óleo usado é entre 170 a 180 °C. Com relação as médias do ponto de fumaça do óleo de soja da Tabela 4, verificou-se que as amostras não se enquadram neste padrão de temperatura, pois apresentaram valores inferiores a este.

O ponto de fumaça do óleo cai durante a fritura devido ao aumento da concentração de produtos de decomposição de baixa massa molecular, gerados principalmente por hidrólise.

Tal fato pode ser explicado pelos resultados obtidos no presente trabalho, que os estabelecimentos fazem reposição de óleo novo para obter maior volume, pois há uma grande concentração de produtos residuais em processo de decomposição devido a hidrólise que sofre o óleo das pastelarias.

Muitos países adotam este indicador como parâmetro para a determinação da qualidade do óleo fresco e usado (QUAGLIA e BUCARELLI, 2001).

O ponto de fumaça do óleo fresco é considerado ideal acima de 200°C (KOCHAR, 1998).

Ponto de Fusão

A Tabela 5 apresenta os pontos de fusão dos óleos de fritura avaliados das 4 pastelarias da cidade de Dourados.

Tabela 5: Ponto de fusão de óleo de soja utilizado em diferentes pastelarias da cidade de Dourados.

Coletas	Amostras (°C)			
	A	B	C	D
1	23,8±0,2 ^a	24,1±0,2 ^a	23,8±0,2 ^a	27,7±0,1 ^b
2	22,1±0,1 ^b	21,8±0,2 ^b	45±0,1 ^a	27,6±0,1 ^c
3	20,2±0,2 ^d	20,6±0,1 ^c	26,1±0,3 ^b	28,7±0,1 ^a
4	20,3±0,1 ^c	20,3±0,3 ^c	37,5±0,2 ^a	28,8±0,2 ^b
5	21,7±0,1 ^d	24,6±0,2 ^c	58±0,3 ^a	25,7±0,1 ^b
6	22,7±0,1 ^c	24±0,2 ^b	56±0,1 ^a	28,2±0,3 ^d
7	22,4±0,1 ^b	21,5±0,5 ^c	46±0,9 ^a	21,4±0,25 ^c
8	22,0±0,2 ^b	22,2±0,3 ^b	35,2±0,1 ^a	20,1±0,2 ^c
Médias	21,9±0,01	25,38±0,03	40,95±0,03	26,02±0,02

Letras iguais na mesma linha indicam que as amostras não diferiram entre si ($p>0,05$) pelo teste de Tukey.

Na Tabela 5, para o ponto de fusão, a amostra A e B estão dentro dos padrões característicos do baixo ponto de fusão para óleos vegetais, tal como demonstra Silva e Gioielli (2006), onde enfatizam que o pontos de fusão é proporcional ao acréscimo de ácidos graxos na cadeia, e o decréscimo associado com aumento da insaturação, no caso de óleos quanto maior o ponto de fusão maior adição de gordura, assim também Ramalho e Suarez 2013, destacam que o ponto de fusão em temperatura de 25°C os óleos são líquidos e gorduras são sólidas ou pastosa ao igual pesquisado por Bassani e Maciel (2003). A amostra C foi a única que apresentou comportamento diferente das demais com elevado ponto de fusão médio 40,95, fator que possibilita afirmar que estabelecimento portador dessas amostra, utilizam gordura vegetal para seus processos. De acordo com Machado *et al.*, (2006) em seus estudos realizados com óleo de babaçu, o ponto de fusão foi de 26 °C a 34°C, este óleo possui elevada porcentagem de ácidos graxos saturados e portanto elevado ponto de fusão, os efeitos acometidos no processamento são bem menores, quando comparados sobre a influencia do processamento em óleo de soja. Kojiro (2010) em estudos com oleína de palma encontrou-se ponto de fusão bem elevado, 50°C a 52°C, isso mostra a grande variedade do comportamento e composição de óleos e gorduras.

Compostos Polares

A Tabela 6 apresenta os pontos de fusão encontrados para os 4 estabelecimentos de pasteis na cidade de Dourados Ms.

Tabela 6: Compostos polares (%) de óleo de soja utilizado em diferentes pastelarias.

Coletas	Amostras (°C)			
	A	B	C	D
1	25±0,05 ^b	23±0,02 ^c	29,0±0,015 ^a	29,0±2,0 ^a
2	26,25±1,25 ^b	25,5±4,5 ^b	33,75±0,75 ^a	17,25±4,75 ^{bc}
3	30,25±1,75 ^b	30,75±0,25 ^b	24,5±0,9 ^c	40,75±4,75 ^a
4	34,25±4,25 ^a	25,0±0,0 ^b	19,25±0,75 ^c	32,75±0,25 ^a
5	17,5±2,0 ^b	30,25±0,75 ^a	17,5±0,0 ^b	8,5±1,5 ^c
6	21,5±6,5 ^b	19,25±2,25 ^b	18,25±1,00 ^b	31±1,0 ^a
7	26,72±1,27 ^a	22,5±2,5 ^{ab}	14,25±0,75 ^c	28,5±4,5 ^a
8	33,25±2,75 ^a	33,25±5,25 ^a	21,5±0,10 ^b	29,75±2,25 ^a
Médias	26,84±2,48 ^a	26,19±2,22 ^a	22,25±0,53 ^b	27,19±2,62 ^a

Letras iguais na mesma linha indicam que as amostras não diferiram entre si ($p>0,05$) pelo teste de Tukey.

Os valores médios obtidos de compostos polares totais, estão apresentados na Tabela 6 das amostras analisadas em porcentagem foram 26,84±2,48, 26,19±2,22, 22,25±0,53 e 27,19±2,62 respectivamente para A, B, C e D, apenas a amostra C atendem a norma de qualidade as demais amostras encontram-se fora dos limites recomendados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) para óleos vegetais refinados que estabelecem como ponto de descarte para óleos vegetais submetidos á frituras o limite máximo de 25 % de composto polares totais (OSAWA *et al.*, 2010).

Lumley (2003), estudando as alterações que ocorrem nos óleos no processo de fritura, destacou que o conteúdo de compostos polares totais em um óleo novo deve variar entre 0,4 a 6,4%, isso demonstra uma grande variação na porcentagem de compostos polares totais de óleos em seu estado inicial, que no decorrer do processo e dos ciclos de fritura, a porcentagem vai elevando-se, conforme foi observado no presente trabalho.

Masson (1997), observou que certas amostras obtiveram porcentagem de CTP bem próximos dos teores presentes em óleos novos, apontando pouco tempo de uso, enquanto que as demais amostras apresentaram degradação avançada, segundo suas observações, a baixa degradação em algumas amostras deve-se a incorporação de uma quantidade específica de óleo ao produto, após a fritura, o que proporcionou uma reposição mais acelerada de óleo novo que, dessa forma contribuiu para diminuir a degradação do óleo, e conseqüentemente o aumento dos compostos polares totais.

Em estudos sobre instabilidade oxidativa e compostos polares totais realizadas com óleo de soja refinado e gordura vegetal hidrogenada pelo método cromatográfico de coluna, os autores obtiveram o valor de $25,66\% \pm 0,88$, valor bem próximo aos apresentados neste trabalho, além disso, destacou-se o aumento do CTP em óleo de soja refinado, a cada novo ciclo de fritura, devido a influência da temperatura e da umidade, exercem sobre os óleos, alterando sua estrutura (JORGE *et al.*, 2005; SILVA e ZOCH, 2012).

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, observa-se que a amostra C de óleo de soja apresentou melhor comportamento, pois foi o que obteve menor média dos teores de compostos polares totais, tendo em vista o bom reuso do óleo, por parte do estabelecimento. Tavares *et al.* (2007) avaliaram óleos de fritura em restaurantes, e observaram que 20% das amostras, continham compostos polares acima do valor máximo estabelecido pela legislação.

Uma alternativa para os estabelecimentos analisados, que tiveram suas amostras alteradas, é aumentar a rotatividade do óleo fresco, para evitar que ultrapasse o teor máximo de compostos polares totais (25%), e recomenda-se um nível de reposição diária entre 15 a 25% em relação à capacidade da fritadeira (CAMILO *et al.*, 2010).

Índice de Refração

A Tabela 7 apresenta o índice de refração encontrados para os 4 estabelecimentos.

Tabela 7: Índice de refração (n_D^{40}) de óleo de soja utilizado em diferentes pastelarias da cidade de Dourados.

Coletas	Amostras			
	A	B	C	D
1	1,46±0,0	1,46±0,0	1,46±0,0	1,46±0,0
2	1,46±0,0	1,47±0,0	1,46±0,0	1,46±0,0
3	1,47±0,0	1,46±0,0	1,46±0,0	1,46±0,0
4	1,46±0,0	1,46±0,0	1,46±0,0	1,46±0,0
5	1,46±0,0	1,46±0,0	1,46±0,0	1,46±0,0
6	1,46±0,0	1,37±0,01	1,45±0,0	1,45±0,0
7	1,38±0,0	1,43±0,03	1,45±0,0	1,44±0,04
8	1,21±0,0	1,43±0,022	1,45±0,0	1,42±0,01
Médias	1,42±0,0	1,44±0,02	1,45±0,0	1,45±0,02

O índice de refração possibilita identificar o grau e o tipo de insaturações dos ácidos graxos constituintes do triglicerídeo, com características e faixas limites distintas para cada tipo de óleo, essas propriedades são influenciadas pela degradação oxidativa e a temperatura pela qual o óleo foi submetido (JORGE *et al.*, 2005, ORDÓÑEZ, 2005).

Os índices de refração obtiveram um valor médio de $1,42 \pm 0,0$ para amostra A, $1,44 \pm 0,02$ para amostra B, $1,45 \pm 0,0$ para amostra C $1,45 \pm 0,0$ e $1,45 \pm 0,02$ para amostra D (Tabela 7). Todos os valores médios obtidos estão abaixo do especificado pela Instrução Normativa IN nº 49, que estabelecem valores para o índice de refração do óleo de soja $1,46-1,47$ n D ⁴⁰ (ANVISA, 2006).

Em estudos realizados por AZEVEDO *et al.* (2012) sobre frituras de mandioca palito, submetidas a óleo com diferentes graus de insaturações, obtiveram resultados de 1,474 para o índice de refração do óleo de soja, não havendo diferença significativa entre os tempos de fritura tanto para o óleo de soja e para a gordura vegetal, porém os valores estavam acima da IN nº 49 para óleo de soja refinado . Apesar de haver diminuição no teor de ácidos graxos poli-insaturados em óleos vegetais, sujeito ao processo de fritura ocorre à formação de dienos conjugados e polímeros, fator que possibilita o aumento no índice de refração no decorrer do processo (CORSINI, 2004).

Martins *et al.* (2010), no estudo, analisaram a qualidade físico-química do óleo de soja utilizados em restaurantes do município Sobral- Ce e observaram que houve variação do índice de refração de 1,472 a 1,473 durante o uso das amostras em frituras, em tempos distintos, entretanto os resultados não apresentaram diferença significativa entre a amostras, assim como observou-se no presente trabalho.

Tyagi e Vasishtha (1996), em pesquisas com óleo de soja, constataram que as variações no índice de refração, são devidas a alterações oxidativas e com a polimerização de óleos e gorduras. Jorge e Lopes (2003), obtiveram no estudo sobre avaliação de óleo e gorduras de frituras, o índice de refração próximo 1,4610 a 1,4965 para óleos coletados no comércio, e destacaram um aumento no valor do índice de refração em óleos utilizado em frituras, quando comparados aos que não são aquecidos. A presença de ácidos graxos poli-insaturados colabora para deixar o produto com maior suscetibilidade à ruptura das insaturações, causando o aumento do índice de refração.

CONCLUSÃO

O estudo comparativo entre as quatro amostras pesquisadas dos estabelecimentos de pastéis fritos pôde-se concluir que existem diferenças entre as alterações ocorridas nos óleos, constatando-se assim, que a composição, qualidade inicial, e o período de uso dos mesmos, influenciaram significativamente na quantidade de compostos formados durante as frituras.

Através dos resultados foi possível concluir que os óleos coletados apresentaram valores insatisfatórios com relação à qualidade, sendo o estabelecimento B, o que melhor apresentou resultados positivos com relação a qualidade, porém na maioria das análises realizadas os resultados estavam fora dos padrões da legislação vigente, o que determina que os mesmos estejam inadequados para o consumo final do processo de fritura, podendo gerar danos à saúde do consumidor.

Finalmente, a falta de legislação específica no Brasil, impossibilita a fiscalização e sanções nos estabelecimentos, portanto é de extrema importância a elaboração de leis, para que as autoridades sanitárias possam tomar providências e garantir a melhoria da alimentação ofertada a toda população, de tal forma que se garanta a saúde do consumidor.

REFEÊNCIAS

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 482, de 23 de setembro de 2006. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Óleos e Gorduras Vegetais.

AOCS. OFFICIAL METHODS AND RECOMMENDED PRACTICES OF THE AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY. CHAMPAIGN: AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY, 2004.

AZEVEDO, R. A.; JALES, A. K.; LIRA SILVA, J. A.; LOPES, A. S.; PASSOS, C. A. A. **Avaliação físico-química de óleos com diferentes graus de Insaturação submetidos à fritura de mandioca palito.** Artigo Científico (Graduação em tecnologia de alimentos). Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará. 2p. 2012.

BASSANI, F. G.; MACIEL, W. M. **CARACTERIZAÇÃO DE ÓLEOS NATURAIS.** Artigo científico (Graduação em Engenharia Química). Universidade Estadual de Campinas. 1p. 2003.

CAROLINE VIEIRA FAUSTINO, Caracterização físico-química do óleo residual de fritura tratado com terra clarificante para utilização na produção de biodiesel, trabalho de conclusão de curso, UTFPR-30 pág. 2015.

CAMILO, M. V.; ALMEIDA, T. D.; ARAUJO, P. M.; CARDOSO, A. L.; ANDRADE, C. J.; BONELLI M. **Avaliação da qualidade de óleos e gorduras de fritura em bares, restaurantes e lanchonetes.** Artigo científico. (Graduação em engenharia de alimentos) Universidade Estadual Paulista. 1p. 2010.

CHOE, E.; MIN, D.B. Chemistry of Deep-Fat Frying Oils. JOURNAL OF FOOD SCIENCE. v. 72, N 5, 2007.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, códex standard for named vegetable oils (Codex – Stan 200-1999) Rone : FA/ WHO, alinam 99/17, disponível em: [HTTP: www.fao.org/ ?/004/ y2774E/ y2774e04.htm](http://www.fao.org/?/004/y2774E/y2774e04.htm), 1999.

CORSINI, M. S.; *Dissertação de Mestrado*, Universidade Estadual Paulista, Brasil, 2004.

DOBARGANES, M. C.; MÁRQUEZ-RUIZ, G. Regulation of used frying fats and validity of quick tests for discarding the fats. **Grasas y Aceites**, Sevilla, v. 49, n. 3/4, p. 331-335, 1998.

FAUSTINO, V. C. Caracterização físico-química do óleo residual de fritura tratado com terra clarificante para utilização na produção de biodiesel, trabalho de conclusão de curso, UTFPR-30 pág. 2015.

FERRARI, B. K. C. **Oxidação lipídica em alimentos e sistemas biológicos: mecanismos gerais e implicações nutricionais e patológicas**. Artigo científico (Graduação em Nutrição). Universidade Estadual de Campinas. 1p. 1998.

FRITSCH, C. W. Measurements of frying fat deterioration: A Brief Review. *JAOCS*, p. 272-274, 1981.

FUENTES, A. H. P. **Avaliação da qualidade de óleos de soja, canola, milho e girassol durante o armazenamento**. Dissertação (Graduação em Engenharia de alimentos) Universidade Federal de Santa Catarina. 3p. 2011.

GIOIELLI, A. L.; SILVA, C. R. **Propriedades físicas de lipídios estruturados obtidos a partir de banha e óleo de soja**. Revista científica (Graduação de ciências farmacêuticas). Universidade de São Paulo. 3p. 2006.

GUPTA, M.K., 2005. *Frying Oils*. Bailey's Industrial Oil and Fat Products. John Wiley & Sons, Inc, 2005.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo). **Métodos físico-químicos para análise de 453 alimentos** -- São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1020p. 2008.

JORGE, N, SOARES, B. B. P, LUNARDI, V. M.; MALACRIDA, C. R. **Alterações físico-químicas dos óleos de girassol, milho e soja em frituras**. *Química Nova*, v. 28, N. 6, p. 947-951, 2005.

JORGE, N. **Matérias graxas alimentícias**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2010. v. 1. 139 p.

JORGE, N.; LOPES, R.M. **AVALIAÇÃO DE ÓLEOS E GORDURAS DE FRITURAS COLETADOS NO COMÉRCIO DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO-SP***. Artigo Científico (mestrado em engenharia de alimentos) Universidade estadual de campinas. 4p. 2003

KOJIRO, O. **Produção e análises de bio-óleo e biodiesel utilizando oleaginosas que possam contribuir para o aumento da matriz energética renovável brasileira.** Dissertação de mestrado (Graduação em química). Universidade de Brasília. 5p. 2010.

LEITÃO, M. F. de F. **Microbiologia e deterioração do pescado fresco e refrigerado de origem fluvial ou marinha.** In: Simpósio sobre controle de qualidade microbiológico, químico, físico e organoléptico de pescado e derivado, 1994, Campinas. Anais... Campinas: ITAL, 1994. p.11-26.

LUMLEY ID. **Polar compounds in heated oils.** In: Varela G, Bender AE, Morton ID, editores. *Frying of foods: principles, changes, new approaches.* Chichester: Ellis Horwood;2003.166-73.

MACHADO, C. G.; CHAVES, P. J.; ANTONIASSI, R. **COMPOSIÇÃO EM ÁCIDOS GRAXOS E CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DE ÓLEOS HIDROGENADOS DE COCO BABAÇU** (Graduação em tecnologia em alimentos). Universidade Federal de Viçosa. 4.p. 2006.

MAIA, E.L. Material Didático Teórico. Tecnologia do Pescado I, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

MÁRQUEZ-RUIZ, G.; Pérez-Camino, M. C.; Dobarganes, M. C.; *Grasas y Aceites* **1990**, 41, 432.

MARTINS F. F. F., MACEDO S. F. L., CARVALHO L. DE S., FARIAS K. C., CAVALCANTE C. E. B., JALES K. A. Avaliação da qualidade físico- química de óleos de fritura utilizados em restaurantes da cidade de Sobral - Ce. **II Simpósio em Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Aracajú-SE, 2010.

MASSON, L. **Comportamiento de aceite poliinsaturados en la preparación de patatas fritas para consumo inmediato: formación de nuevos compuestos y comparación de métodos analíticos.** *Grasas y Aceites*, v. 48, n. 5, p. 273-281, 1997.

MASSON, L. et al. Fat deterioration in deep fat frying «french fries» potatoes at restaurant and food shop sector. *Grasas y Aceites*, Sevilla, v. 50, n. 6, p. 460-468, 1999.

ORDÓÑEZ, A. P, Rodriguez, M.I. C, Álvarez, L.F, SANZ, M.L.G, MINGUILLÓN, PERALES, L, H, CORTECERO, M.D.S. **Tecnología de alimentos-Componentes dos alimentos processados.** Porto Alegre: vol.1, Artmed, 2005.

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. 1, p. 47-55, Jan./Mar. 2010.

- QUAGLIA, G.B.; BUCARELLI, F.M. Effective Process Control in Frying. In: Rossell, J.B. (Ed.). Frying, Improving quality. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England. 2001, p.p 243 – 272.
- RAMALHO, H. F.; SUAREZ, P. **Química dos Óleos e Gorduras e seus Processos de Extração e Refino**. Revista científica (Graduação de química). Universidade de Brasília. 1p. 2013.
- RAMALHO, V. C.; JORGE, N. **Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos**. Artigo científico (Departamento de Engenharia e tecnologia de alimentos). Universidade Estadual Paulista. 3p. 2005.
- RUFF, N. et al. **Distribution of α -tocopherol in fillets of turbot (*scophthalmus maximus*) and atlantic halibut (*hippoglossus hippoglossus*), following dietary α -tocopheryl acetate supplementation**. Aquaculture nutrition, v.10, p.75-81, 2004.
- SAGUY, I. S.; DANA, D. **Integrated approach to deep fat frying: Engineering, nutrition, health and consumer aspects**. Journal of Food Engineering, p. 143-152, 2003.
- SANIBAL, E. A. A.; MANCINE, F. J. Alterações Físicas, Químicas e Nutricionais de Óleos Submetidos ao Processo de Fritura. Caderno de Tecnologia de Alimentos & Bebidas, 2002.
- SILVA, M. C.; ZOCH, N. A. **DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS POLARES EM ÓLEOS DE FRITURA POR CROMATOGRAFIA EM COLUNA**. Artigo científico. (Graduação em química) Universidade de Cruz Alta. 4p. 2012.
- SOARES, T. N, S; PAVÃO, D.P.; SILVA, R.S.; SANTOS, T.S, M; LOURENZO, M. S. N. Determinação do índice de acidez em vegetais e gorduras utilizados em bares e restaurantes no litoral da cidade de São Luiz – MA, 54º Congresso Química. 2014.
- TAVARES M, GONZALEZ E, SILVA MLP, BARTOSI RCF. **Avaliação da qualidade de óleos e gorduras utilizados para fritura no comércio da região metropolitana da Baixada Santista**, estado de São Paulo. Rev. Inst. Adolfo Lutz. 2007; 66 (1): 40-4.
- TYAGI, V. K.; VASISHTHA, A. K. Changes in the characteristics and composition of oils during deep-fat frying. **Journal of the American Oil Chemists Society**, Chicago, v. 73, n. 4, p. 499-506, 1996.