

ÓLEO DE COCO EXTRAVIRGEM: ALTERAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAIS ACARRETADAS PELA FRITURA E POR DIFERENTES CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO

Mariana Nunes de Lima Emídio

Universidade Federal de Minas Gerais
Departamento de Alimentos, BH, MG

Ludmila Fernanda Souza de Oliveira

Universidade Federal de Minas Gerais
Departamento de Alimentos, BH, MG

Lúcia Helena Esteves dos Santos Laboissière

Universidade Federal de Minas Gerais
Departamento de Alimentos, BH, MG

Marina Campos Zicker

Universidade Federal de Minas Gerais
Departamento de Alimentos, BH, MG

Renata Adriana Labanca

Universidade Federal de Minas Gerais
Departamento de Alimentos, BH, MG

RESUMO: Objetivos: Investigar alterações físico-químicas e sensoriais do óleo de coco extravirgem (OCEV) acarretadas pela fritura e por diferentes condições de armazenamento. Métodos: Foram realizadas análises de índice de acidez (IA), peróxido (IP) e análise sensorial em amostras de OCEV. Estas foram: amostras novas e vencidas há 7 e 24 meses (lotes 1 (L1) e 2 (L2), respectivamente), armazenadas por 4 meses nas condições: refrigeradas, exposta à luz (RL1 e RL2); refrigeradas, protegidas da luz (RP1 e RP2); em temperatura ambiente, expostas à luz (AL1 e AL2); em temperatura

ambiente, protegidas da luz (AP1 e AP2) e amostras novas (N) dos respectivos lotes, além de uma amostra nova, não submetida ao calor (N) e duas coletadas após 5^a e 10^a fritura (T5 e T10, respectivamente). Resultados: O L2 apresentou IA maior em relação ao L1, sob mesmas condições. O IA das amostras refrigeradas foi menor em relação ao daquelas mantidas em temperatura ambiente. Dentre aquelas submetidas à fritura, a T10 alcançou maior IP. Na análise sensorial, a amostra N apresentou menor intensidade de cor e turbidez tanto em comparação às L1 e L2, quanto às T5 e T10. O odor característico de coco foi mais intenso na amostra N, em comparação às demais amostras. A viscosidade não foi diferente entre as amostras. Conclusão: Quanto maior o tempo de armazenamento, maior a degradação do OCEV. Refrigerar aumenta a estabilidade desse produto. O OCEV submetido à fritura apresentou alterações sensoriais significativas, mas sem comprometimento dos parâmetros físico-químicos.

PALAVRAS-CHAVE: Óleo de coco extravirgem; Alterações físico-químicas; Análise sensorial; Armazenamento; Fritura.

EXTRA VIRGIN COCONUT OIL: PHYSICAL–CHEMICAL AND SENSORY CHANGES CAUSED BY DEEP-FAT FRYING AND BY DIFFERENT STORAGE CONDITIONS

ABSTRACT: Objectives: The aim of this work was to investigate, physical–chemical and sensory characteristics of extra virgin coconut oil (EVCO) obtained by frying and by different storage conditions. Methods: Acidity index (AI), peroxide (IP) and sensorial analysis were performed on OCEV samples. These samples were: new and expired samples by 7 and 24 months (batches 1 (L1) and 2 (L2), respectively), stored for 4 months under refrigerated, exposed to light (RL1 and RL2); refrigerated, protected from light (RP1 and RP2); at room temperature, exposed to light (AL1 and AL2); at room temperature, protected from light (AP1 and AP2) and (N) and fresh samples (N) of the respective batches, in addition to a new sample, not submitted to heat (N) and two samples collected after the 5th and 10th frying (T5 and T10, respectively) . Results: The L2 showed higher AI than L1, both stored in the same conditions. The AI of the refrigerated samples was lower than AI of the samples maintained at room temperature. Among the samples submitted to frying, the T10 showed the highest IP. In the sensory analysis, N sample showed lower intensity of color and turbidity in comparison to L1 and L2, as well as to T5 and T10. The characteristic coconut odor was more intense in sample N, compared to others samples. The viscosity was not different between samples. Conclusion: The longer the storage time, the greater is the degradation of EVCO. Refrigeration increases physical-chemical stability of this product. The OCEV submitted to the frying presented significant sensorial alterations, but did not showed degradation of the physical-chemical parameters...

KEYWORDS: Extra virgin coconut oil; Physical–chemical changes; Sensory evaluation; Storage; Deep-fat frying.

1 | INTRODUÇÃO

A preocupação com alimentação saudável é crescente nas últimas décadas, devido, principalmente, ao desenvolvimento da indústria alimentícia e de pesquisas que abordam o potencial de determinados alimentos na prevenção e tratamento de doenças crônicas não-transmissíveis (DCNTs) (MALTA; SILVA JÚNIOR, 2013; BRASIL, 2014;). Neste contexto, o óleo de coco extravirgem (OCEV) vem sendo amplamente estudado devido aos seus prováveis benefícios à saúde.

A maior parte dos triglicerídeos do OCEV é de cadeia saturada (cerca de 90%), sendo que aproximadamente 70% destes são de cadeia média (TCM). O óleo de coco é obtido do fruto *Cocos nucifera L.* (coco), e quando extraído da polpa fresca do fruto, sem aplicação de calor e de refinamento, é chamado de óleo de coco extravirgem, o que resulta em um produto de elevada qualidade nutricional e sensorial (THIEME, 1970; CALLADO; PAULA JR, 1999).

As características físicas, químicas e sensoriais do OCEV variam de acordo com

a origem e o método de obtenção do produto, período e condições de armazenamento do mesmo (DAYRIT et al. 2011; MANSOR et al. 2012). Esses fatores podem, portanto, interferir na vida útil do OCEV. O processo de fritura, por exemplo, pode resultar na formação de diversos produtos de decomposição, afetando a qualidade sensorial e nutricional do óleo (ARAÚJO, 2008; KHAN et al. 2011).

Para investigar a estabilidade físico-química do OCEV, análises de índice de acidez (IA) e de peróxido (IP) são úteis para identificar degradação por formação de ácidos graxos livres (AGLs) e pela oxidação (COSTA, 2006; ARAÚJO, 2008). Além disso, utiliza-se a análise sensorial para identificar possível degradação de um alimento, ou para estabelecer a vida de prateleira de produtos alimentícios (BIEDRZYCKI, 2008).

Diante do crescente aumento do consumo do OCEV por populações em todo o mundo, é de grande relevância investigar possíveis alterações ocorridas nas características físico-químicas e sensoriais do OCEV quando este é submetido à fritura e/ou a diferentes condições de armazenamento.

2 | MÉTODOS

2.1 Análise físico-química

Foram utilizadas amostras de uma mesma marca de OCEV adquirido no mercado consumidor de Belo Horizonte / MG. As amostras vencidas foram classificadas de acordo com o lote a que pertenciam, sendo lote 1 (há 7 meses vencida) ou lote 2 (há 24 meses vencida), e ainda de acordo com a condição de armazenamento, sendo elas: refrigeradas e exposta à luz ambiente (RL1 e RL2), refrigeradas e protegidas da luz ambiente (RP1 e RP2), em temperatura ambiente e expostas à luz ambiente (AL1 e AL2) e em temperatura ambiente e protegidas da luz ambiente (AP1 e AP2). As amostras novas (N) dos respectivos lotes também foram analisadas previamente.

Foram utilizadas ainda, amostras de outro lote de OCEV: duas coletadas em dois diferentes momentos do processo de fritura (T5 e T10), além da amostra nova *in natura*, aberta no momento da análise (N). Ao todo foram utilizadas 13 amostras para esta análise.

Todas as amostras vencidas foram armazenadas e suas respectivas temperaturas foram aferidas diariamente por termômetro digital com sensor externo. A temperatura média do armazenamento em temperatura ambiente foi de 23,9°C ($\pm 1,8^\circ\text{C}$), e o armazenamento refrigerado em média de 4,8°C ($\pm 2,6^\circ\text{C}$). Para análise das amostras novas *in natura*, armazenadas e submetidas à fritura foram determinados IA e IP.

Fritura: Uma quantidade de 1,0 Kg de batata inglesa (*Solanum tuberosum*) *in natura*, já descascada e picada em formato palito, foi agrupada em dez porções de 100g. Dos 500 mL de OCEV utilizados, foram aquecidos 460 mL a 180°C ($\pm 5^\circ\text{C}$) em panela de aço inoxidável. Após atingir esta temperatura, foi adicionada a primeira

porção de batatas. Cada porção foi frita por imersão em sistema aberto por 5 minutos e 30 segundos. Após cada fritura aferiu-se a temperatura do óleo, por meio de um termômetro digital tipo espeto, e uma nova porção de batatas foi imersa, apenas quando o termômetro atingiu 180°C ($\pm 5^\circ\text{C}$) (CHE MAN; WAN HUSSIN, 1998; KHAN et al. 2008; KHAN et al. 2011; SEMWAL, 2015; SRIVASTAVA, 2015). O processo de fritura foi de modo contínuo, sem reposição com óleo fresco. Foram retiradas três amostras de 40 mL de OCEV, uma nova, no momento da abertura da embalagem, e outras duas, após a 5^a(T5) e a 10^a fritura (T10) de batatas, para posteriores análises físico-químicas e sensoriais, realizadas imediatamente após o processo.

O IA foi analisado por método de acidez titulável, expresso em ácido láurico (%), conforme a American OilChemistsSociety (Ca – 5a40) (AOCS, 2009). O IP, expresso em milequivalentes de oxigênio ativo por kg de óleo (mEq de oxigênio / 1000g), foi determinado por método de titulação de acordo com a American OilChemistsSociety (Cd 8-53) (AOCS, 2003). As análises foram realizadas em triplicata, considerando o valor médio entre as análises.

Os valores médios obtidos foram avaliados por Análise de Variância (ANOVA) e quando o valor F foi significativo - ao nível de 5% de significância - aplicou-se o teste de Tukey. Para a análise das amostras armazenadas e novas dos lotes 1 e 2, foi realizada ainda a comparação pareada, aplicando-se o teste T, também com 5% de significância (PIMENTEL-GOMES, 1999). O software utilizado para realizar a análise estatística dos resultados foi o GraphPad Prism® versão 7.00.

2.2 Análise Sensorial

A análise sensorial foi desenvolvida no Laboratório de Análise Sensorial e Estudos do Consumidor (LASEC) da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), em quatro etapas: Recrutamento de Voluntários, Seleção de Julgadores, Treinamento e Teste de Ordenação. Todos os testes foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa (COEP), conforme registro do protocolo: 031043/2017.

O recrutamento de voluntários apresentou como público alvo a comunidade acadêmica da Universidade. Requisitos considerados: idade entre 18 e 60 anos, não apresentar doença respiratória ou alergia respiratória em crise, não ter aversão ao coco ou seus derivados. Fumantes, gestantes, crianças e idosos foram enquadrados nos critérios de exclusão da pesquisa (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1991).

Considerando que o odor característico de coco é um importante atributo sensorial do OCEV e, posteriormente, seria avaliado na etapa final (Teste de Ordenação), foi aplicado o Teste de Reconhecimento de Odores na etapa de Seleção de Julgadores, objetivando-se selecionar aqueles com boa acuidade olfativa (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 199; DUTCOSKY, 1996). O teste foi aplicado para 76 candidatos, que foram instruídos a identificar, somente pelo odor, com os olhos vendados, 15 amostras de

produtos variados (ASTM, 1981).

As amostras utilizadas no Teste de Reconhecimento de Odores foram: amendoim torrado e moído; azeite de oliva extravirgem; canela em pó; coco ralado; cravo-da-índia; erva-doce; folha de louro desidratada; leite de coco; leite em pó integral; manteiga; mel; óleo de coco extravirgem (*in natura*); orégano desidratado; sabão de coco (barra) e vinagre de maçã. Todas as amostras foram codificadas com números aleatórios de três dígitos, envoltos por papel alumínio e fechados hermeticamente (STONE; SIDEL, 1985; MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1991).

A avaliação dos resultados ocorreu por meio da atribuição de pontos, conforme Dutcosky (1996), sendo atribuído para os acertos: três pontos; para associações muito relacionadas ao produto: dois pontos; termos ligeiramente relacionados: um ponto; termos incorretos ou espaço sem resposta: zero. Foram selecionados para o treinamento os julgadores que obtiveram maior número de acertos ($\geq 50\%$), ou seja, $\geq 22,5$ pontos (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1991).

A fase de treinamento se justifica por possibilitar que os julgadores se familiarizem com a metodologia e os termos utilizados na ficha de avaliação, garantindo julgadores aptos para o teste final (STONE; SIDEL, 1985; TEXEIRA, 2009). Nessa etapa os julgadores também assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). O Treinamento foi realizado em três repetições, sendo que em cada uma os julgadores analisaram a intensidade de quatro atributos: cor, viscosidade, odor característico de coco e turbidez. Para cada atributo foram preparadas quatro amostras, totalizando, então, 16 amostras. Cada uma delas foi identificada com números aleatórios de três dígitos, diferente em cada repetição, e apresentadas em blocos completos balanceados (STONE; SIDEL, 1985; MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1991). A composição das amostras utilizadas nesta fase estão na tabela 1.

Atributo Sensorial	Composições	Amostras	Concentrações (%)
Cor	Corante amarelo* em solução 10% ácido acético	1	$6,4 \cdot 10^{-6}$
		2	$2,7 \cdot 10^{-5}$
		3	$4 \cdot 10^{-5}$
		4	$5,8 \cdot 10^{-5}$
Viscosidade	Gelatina em pó incolor	1	0
		2	14
		3	18
		4	22
Odor característico de coco	Solução OCEV em óleo mineral	1	10
		2	50
		3	80
		4	100
Turbidez	Solução Carboximetil-celulose (CMC)	1	2,5
		2	5
		3	10
		4	15

Tabela 1 - Treinamento de julgadores: composição das amostras

*Corante amarelo para fins alimentícios - composição: água, álcool e corante artificial amarelo tartrazina; OCEV: Óleo de Coco Extravirgem.

Para os testes de odor característico de coco e de viscosidade foram atribuídos critérios de seleção diferentes dos demais (por se tratarem de testes com dificuldade moderada). Foram eliminados os seguintes candidatos, respectivamente: os que apresentaram pontuação inferior a 50% para cada atributo e/ou que em todas as repetições erraram todas as posições da ordem de pelo menos um dos atributos; candidatos que, em apenas duas repetições, erraram todas as posições da ordem de pelo menos um dos atributos; e candidatos cuja pontuação foi diminuindo ao longo das repetições, uma vez que é esperada a evolução com um número de acertos crescente ao longo dos testes para que o julgador seja considerado treinado (TEIXEIRA; MEINERT; BARBETTA, 1987; TEXEIRA, 2009).

Os julgadores considerados treinados foram convocados para a realização da última etapa: Teste de Ordenação. Neste, as amostras foram apresentadas de maneira casualizada, balanceada, não-monádica e o delineamento aplicado foi o de blocos completos aleatorizados (STONE; SIDEL, 1985; MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1991).

Foram realizados dois Testes de Ordenação para avaliar a ocorrência de alterações sensoriais, sendo um para verificar o impacto do tipo de armazenamento e outro para verificar os desfechos do processo de fritura. Em ambos os testes foram utilizadas 3 amostras de OCEV e o painel final foi composto por 12 julgadores, garantindo a aplicação do delineamento de blocos completos aleatorizados (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1991).

Por fim, no Teste de Ordenação, para a análise do OCEV submetido à fritura, foram utilizadas as amostras T5 e T10, além da amostra nova, aberta no momento da análise. Para verificar se as diferentes condições de armazenamento interferiram nas características sensoriais das amostras, foram utilizadas duas amostras de OCEV vencidas, retiradas dos mesmos lotes da análise físico-química, mantidas à temperatura ambiente e expostas à luz (AL1 e AL2), totalizando, então, 5 amostras. A escolha das amostras AL1 e AL2 para a análise sensorial baseou-se na intenção de reproduzir as mesmas condições em que os óleos são armazenados nos domicílios da população brasileira, proporcionando maior correlação e inferência com a realidade.

Na realização dos Testes de Ordenação os julgadores foram solicitados a colocar em ordem crescente de intensidade cada atributo avaliado: cor, viscosidade, odor característico de coco e turbidez. Os resultados obtidos foram avaliados por meio do teste de Friedman ao nível de 5% de significância (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1991).

3 | RESULTADOS

3.1 Análise Físico-Química

Todas as amostras do lote 2 (L2) apresentaram aumento significativo do IA em relação às do lote 1 (L1), quando submetidas às mesmas condições de armazenamento.

Dentre as amostras do L1 a amostra que apresentou maior percentual do IA foi a AP. No que se refere ao IA as amostras AL, RP e N não apresentaram diferença significativa entre si, enquanto a amostra RL apresentou o menor valor, esse que não se diferiu de N. Já no L2 a amostra AL apresentou maior IA, seguida da AP. As amostras RP e RL não diferiram significativamente entre si em relação ao IA, e a amostra N foi a que apresentou menor valor desse parâmetro (Figura 1).

As amostras do L1 e do L2 apresentaram IP abaixo do limite de quantificação, em todas as replicatas.

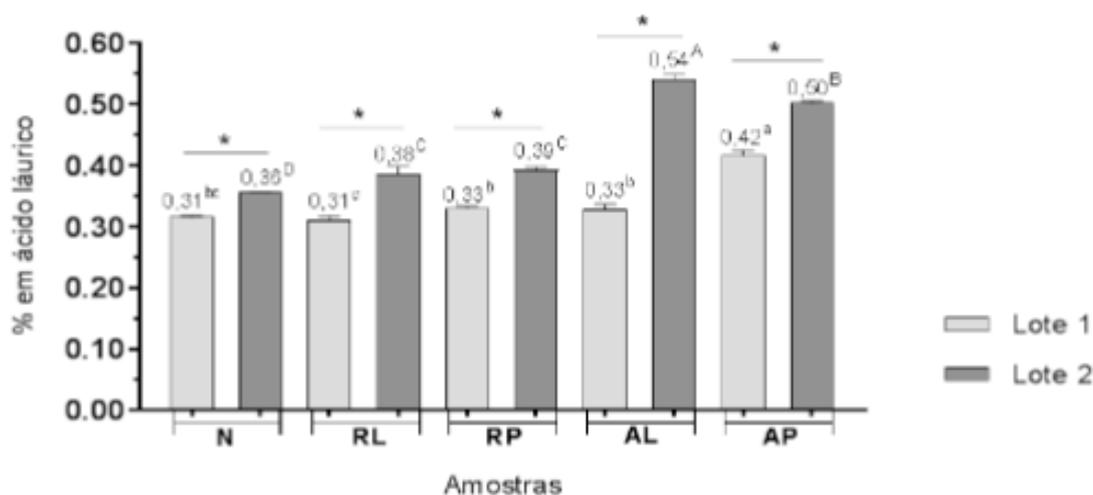


Figura 1 - Índice de acidez de amostras de OCEV dos lotes 1 e 2 novas e armazenadas sob diferentes condições de armazenamento

N: amostras novas; RL: amostras refrigeradas e exposta à luz ambiente; RP: amostras refrigeradas e protegidas da luz ambiente; AL: amostras em temperatura ambiente e expostas à luz; AP: amostras em temperatura ambiente e protegidas da luz. As letras a, b, bc e c representam ordem decrescente do índice de acidez para as amostras do L1 e A, B, C e D para as amostras do L2;

*Diferença estatisticamente significativa, a 5% de significância, pelo Teste de Tukey, entre amostras de L1 e L2, sob as mesmas condições.

As amostras submetidas ao processo de fritura de batatas não apresentaram aumento de IA em nenhum dos tempos avaliados em relação à amostra N (Figura 2). Entretanto, o IP apresentou-se significativamente elevado na amostra T10. Embora tenha ocorrido aumento do IP na amostra T5 (0,70 meq.kg⁻¹), esse valor não é estatisticamente diferente do valor de IP da amostra N (0,33 meq.kg⁻¹) (Figura 3).

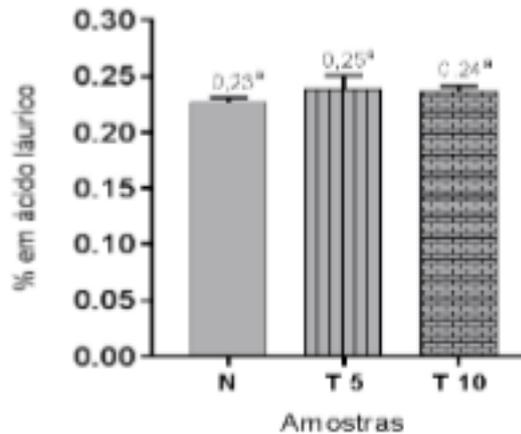


Figura 2 - Índice de acidez das amostras de OCEV nova e submetidas à fritura de batatas

N (Nova): amostra in natura, aberta no momento da análise; T5 (Tempo 5): amostra após 5^a fritura; T10 (Tempo 10): amostra após 10^a fritura. Médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si, a 5% de significância, pelo Teste de Tukey.

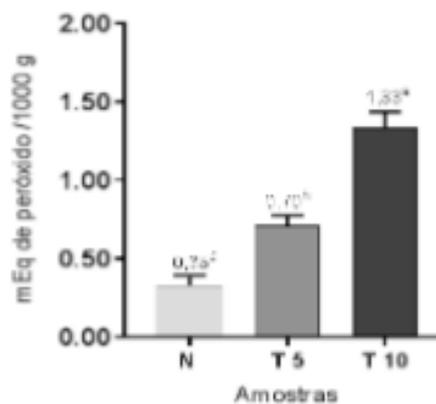


Figura 3 - Índice de peróxido das amostras de OCEV nova e submetidas à fritura de batatas

Médias seguidas de letras diferentes diferem estatisticamente entre si, a 5% de significância, pelo Teste de Tukey.

3.2 Análise Sensorial

Dentre os 76 julgadores recrutados no Teste de Reconhecimento de Odores, foram selecionados 31, para a fase do Treinamento, com pontuação entre 51 a 77,8%, naquele teste. Dos candidatos selecionados, somente 24 participaram da etapa de treinamento, por motivo de desistência dos demais. Por meio do Treinamento foram selecionados 12 julgadores que apresentaram o melhor desempenho, para compor o painel final do Teste de Ordenação.

Dentre os 12 julgadores a maior parte erado sexo feminino (75%), apresentava

idade entre 26 e 35 anos (66,7%), era estudante de graduação em Farmácia (66,7%) e possuía renda mensal média entre 1e5 salários mínimos (63,6%). O óleo relatado como o mais consumido pelos julgadores foi o óleo de soja (83,3%). O baixo consumo de óleo de coco pelos julgadores foi justificado por: falta de hábito e de conhecimento sobre o produto e pelo preço elevado do mesmo. Apesar disso, 83,4% dos julgadores relatam que estavam dispostos a utilizá-lo para fins culinários. Foi relatado ainda que a principal forma de armazenamento de óleos vegetais era em temperatura ambiente, local fresco, arejado e protegido da luz.

Em relação aos resultados do Teste de Ordenação, dentre os atributos avaliados, a viscosidade foi o único que não apresentou diferença perceptível entre a amostra nova e as amostras submetidas à diferentes condições de armazenamento e à fritura (Quadros 1 e 2).

Atributo Sensorial	Amostras		
Cor	L1 ^a	L2 ^a	N ^b
Viscosidade	N ^a	L1 ^a	L2 ^a
Odor característico de coco	N ^a	L1 ^{ab}	L2 ^b
Turbidez	L1 ^a	L2 ^a	N ^b

Quadro 1 - Resultado do teste de ordenação de amostras de OCEV armazenadas por diferentes períodos

L1 (lote 1): amostra armazenada por 7 meses após o vencimento; L2 (lote 2): amostra armazenada por 24 meses após o vencimento; ambas em temperatura ambiente sem proteção da luz; N (Nova): amostra aberta no momento da análise. Amostras seguidas de letras diferentes diferem estatisticamente entre si, por um valor maior ou igual ao valor crítico tabelado (12), a 5% de significância, pelo Teste de Friedman.

Atributo Sensorial	Amostras		
Cor	T10 ^a	T5 ^a	N ^b
Viscosidade	N ^a	T5 ^a	T10 ^a
Odor característico de coco	N ^a	T5 ^b	T10 ^b
Turbidez	T10 ^a	T5 ^{ab}	N ^b

Quadro 2 - Resultado do teste de ordenação de amostras de OCEV submetidas à fritura

N (Nova): amostra não aquecida, aberta no momento da análise; T5 (Tempo 5): amostra após 5ª fritura; T10 (Tempo 10): amostra após 10ª fritura. Amostras seguidas de letras diferentes diferem estatisticamente entre si, por um valor maior ou igual ao valor crítico tabelado (12), a 5% de significância, pelo Teste de Friedman.

Os L1 e L2 não apresentaram diferença entre si, em termos de intensidade de cor e turbidez, entretanto, ambos os lotes diferiram significativamente da amostra N

(Quadro 1). No que se refere ao atributo odor característico de coco, o L2 diferiu da amostra nova e do L1, apresentando menor intensidade (Quadro 1). Entretanto, em relação a esse atributo sensorial, a amostra L1 não se diferenciou da N, nem do L2 (Quadro 1). Alguns julgadores relataram que a amostra L2 apresentou odor de ranço, característico de sabão.

Em relação as amostras submetidas à fritura, a intensidade de cor aumentou ao longo do processo (Figura 4), sendo que a amostra N - que não passou por aquecimento - diferiu das amostras coletadas após a 5ª e 10ª fritura, porém essas duas amostras não diferiram entre si (Quadro 2). Em relação à intensidade de odor característico de coco, a fritura acarretou diferença entre a amostra N e as T5 e T10, entretanto, essas últimas não apresentaram diferença entre si (Quadro 2). Entretanto, o tempo decorrido durante a fritura não influenciou na perda da intensidade desses dois atributos sensoriais. No que se refere à turbidez, a amostra coletada após a décima fritura, quando comparada com a amostra nova, apresentou maior intensidade, já a amostra T5 não se diferiu da N nem da T10 significativamente (Quadro 2). As alterações na intensidade de cor e turbidez do OCEV submetido à fritura podem ser observadas na Figura 4.



Figura 4 - Amostras N, T5 e T10 submetidas à fritura de batatas

4 | DISCUSSÃO

O IA é um importante parâmetro de qualidade em óleos, de acordo com órgãos que estabelecem padrões de identidade e qualidade (PIQs) dos óleos (TEIXEIRA; MEINERT; BARBETTA, 1987). Todas as amostras do L2 apresentaram maior IA em relação ao L1, em todas as condições analisadas, o que evidencia uma associação positiva entre a degradação do OCEV e o tempo decorrido após o vencimento. Esses resultados corroboram com Sriwastava e colaboradores (2013), que verificaram que o armazenamento em temperatura ambiente por 12 meses, aumentou o IA dos óleos de coco, principalmente os do tipo extravirgem.

O tipo de armazenamento também foi determinante na estabilidade físico-química do OCEV, já que o IA das amostras refrigeradas (RL1, RL2 e RP1, RP2), com prazos de validade expirados, alcançaram valores de IA próximos aos das respectivas

amostras novas (N).

A exposição à luz se mostrou determinante na degradação das amostras do L2, uma vez que as amostras AL1 AL2 apresentaram maior IA em relação às amostras AP1 e AP2. Por outro lado, as amostras armazenadas à temperatura ambiente do L1 obtiveram resultados diferentes do esperado, pois a amostra AL1 apresentou menor IA em comparação com a AP1, o que demonstra que a exposição à luz, neste caso, não levou a degradação do OCEV. Esses resultados ocorreram apenas com o L1, e não estão de acordo com o que é encontrado na literatura científica (ARAÚJO et al. 2012; SRIVASTAVA; SEMWAL; SHARMA, 2013). Uma explicação possível é que além da exposição à luz, o IA também pode se alterar de acordo com: natureza e a qualidade da matéria prima, qualidade e grau de pureza e processamento do óleo (PNS, 2007), o que sugere que outros fatores, além daqueles controlados neste estudo, podem ter influenciado na degradação do OCEV do L1, desde a fabricação até o momento da análise.

Vale ressaltar que, desde o início do estudo, as amostras (N) dos lotes 1 e 2 registraram IA superiores aos PIQs do OCEV ($\geq 0,2\%$), não estando de acordo com o recomendado (APCC, 2006; PNS, 2007;).

O IP das amostras novas e vencidas do L1 e L2 foi igual a 0,0 mEq de peróxido/1.000g de OCEV, o que sugere que o armazenamento não propiciou alterações dos valores de IP. Entretanto, a oxidação do óleo pode ter ocorrido, uma vez que na fase de indução pode ocorrer retardo da formação de peróxidos por ação de antioxidantes, e já na fase terminal, os peróxidos podem se decompor por serem instáveis quimicamente, podendo subestimar sua quantificação (RUKMINI; RAHARJO, 2010; ARAÚJO et al. 2012). Em estudo de Rukmini e Raharjo (2010), evidenciou-se correlação negativa entre IP e teor de clorofila encontrado em OCEV armazenado sem proteção de luz.

Em relação as amostras submetidas a fritura, além da alta temperatura, a composição da batata utilizada na cocção pode ter contribuído para o aumento do IP, já que a umidade e outros componentes presentes no alimento influenciam na formação de peróxidos durante a fritura (ARAÚJO et al. 2012). Embora tenha sido evidente o processo de degradação, observado pelo aumento do IP, este índice indicou baixa oxidação do OCEV por apresentar-se em conformidade com os valores aceitáveis ($<3,0$ meq/1.000g) mesmo após dez frituras, de acordo com os PIQs do OCEV *in natura* fresco (APCC, 2006). Ghazali e colaboradores (2009), após a fritura, observaram uma taxa de formação de peróxidos significativamente maior no óleo de palma ($P < 0,05$), do que no OCEV, que apresentou maior resistência à oxidação, fato atribuído ao seu menor nível de ácidos graxos insaturados. Por este motivo o óleo de coco é considerado estável e adequado para a fritura (BARRERA-ARRELANO, 2002; ICS, 2014; KUMAR; KRISHNA, 2015).

Em comparação com o IA, o IP demonstra ser o melhor para avaliação da estabilidade físico-química do OCEV submetido à fritura.

O armazenamento por tempo prolongado e sob condições desfavoráveis, assim como a fritura, geraram alterações físico-químicas e sensoriais nos OCEVs. Todos os atributos sensoriais avaliados, exceto a viscosidade, foram afetados negativamente pelas condições analisadas neste estudo.

A cor é um indicador da qualidade dos óleos vegetais (INDIAN STANDARD SPECIFICATION FOR COCONUTOIL, 2014). O OCEV é incolor, logo, as alterações de cor, que acontecem ao longo do armazenamento ou da fritura no mesmo, são facilmente perceptíveis. Fato que foi observado pelos julgadores no presente estudo, ao comparar as amostras utilizadas na fritura e as vencidas com as suas respectivas amostras novas.

A amostra nova apresentou odor característico de coco mais preservado em relação à amostra armazenada por mais tempo (L2), esta - segundo o relato dos julgadores - apresentou o odor de ranço, característico de sabão, o que indica importante degradação do óleo (KHAN et al. 2011; SRIVASTAVA; SEMWAL; SAJEEVKUMAR, 2017). O processo de fritura também afetou o odor característico de coco das amostras, resultando no aparecimento de odor rançoso.

A amostra nova de OCEV *in natura* é translúcida, enquanto as amostras vencidas (L1 e L2) apresentavam-se turvas, além de conter substâncias dispersas. Resultados semelhantes foram encontrados por Ng e colaboradores (2014), que compararam uma amostra de OCEV (100%) com emulsões de produtos variados. A turbidez das amostras contendo emulsões foi maior em relação à amostra pura de OCEV, comprovada pela análise da dispersão da luz. Embora no presente estudo todas as amostras sejam de OCEV puro, a turbidez variou de forma progressiva, na medida em que se aumentou o período de armazenamento ou o tempo de fritura, comprovando que a turbidez ocorreu provavelmente apenas pela degradação do produto.

É importante ressaltar que o presente estudo é o único que avaliou, em termos físico-químicos e sensoriais, amostras com prazo de validade ultrapassado, o que é importante como parâmetro de comparação com amostras novas.

5 | CONCLUSÃO

É possível concluir que manter o OCEV em temperatura ambiente e exposto à luz (condições sugeridas por fabricantes do OCEV), resulta na maior degradação físico-química e sensorial do produto, em relação ao armazenamento refrigerado e protegido da luz.

O tempo de armazenamento também influencia nas características físico-químicas e sensoriais do OCEV de forma gradativa, ou seja, quanto maior o período, maior a degradação.

Utilizar o OCEV em substituição a outros óleos vegetais para fritar gera alterações sensoriais indesejáveis, mas não ocasiona em degradação físico-química significativa.

Na utilização culinária do OCEV é necessário atentar-se para o período e condições de armazenamento, bem como para o número de frituras, se submetido a esse processo, para preservar a qualidade do produto.

A vida de prateleira e até o prazo de validade do OCEV podem ser prolongados, desde que sejam observadas condições ideais de armazenamento: sob refrigeração e protegido da luz.

REFERÊNCIAS

American Oil Chemists Society (AOCS). **Free Fatty Acids. Sampling and analysis of commercial fats and oils**, Ca 5a - 40, 2009.

American Oil Chemists Society (AOCS). **Peroxide Value – Acetic Acid – Isooctano Methol. Sampling and analysis of commercial fats and oils**, Cd 8b-90, 2003.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS - ASTM. **Guidelines for the selection and training of sensory panel members**. Philadelphia: ASTM, 1981.

ARAÚJO, Júlia Maria. **Química de Alimentos: teoria e prática**. 4. ed. Viçosa: Editora UFV, 2008.
Asian And Pacific Coconut Community (APCC), 2006.

BARRERA-ARRELANO, Daniel et al. Loss of tocopherols and formation of degradation compounds at frying temperatures in oils differing in degree of unsaturation and natural antioxidant content. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 82, n. 14, p. 1696-1702, 2002.

BIEDRZYCKI, Aline. **Aplicação da avaliação sensorial no controle de qualidade de uma indústria de produtos cárneos**. 2008. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

BRASIL Ministério da Saúde. **Guia alimentar para a população brasileira. Secretaria de Atenção à Saúde**. Departamento de Atenção Básica. 2. Ed. Distrito Federal, 2014.

CALLADO, Nelia; PAULA JR, Durval Rodrigues de. **Gerenciamento de resíduos de uma indústria de processamento de coco - estudo de caso**. 19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental; 1999; Rio De Janeiro. São Paulo: 1999.

CHE MAN, Y. B.; WAN HUSSIN, W. R. Comparison of the frying performance of refined, bleached and deodorized palm olein and coconut oil. **Journal of food lipids**, v.5, n.1, p.197- 210, 1998.

COSTA, Ticiana Leite. **Características físicas e físico-químicas do óleo de duas cultivares de mamona**. 2006. 116 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Campina, Grande Campina Grande, 2006.

DAYRIT, Fabian et al. Quality characteristics of virgin coconut oil: Comparisons with refined coconut oil. **Pure and Applied Chemistry**, v. 83, n. 9, p.1789–1799, 2011.

DUTCOSKY, Silvia Deboni. **Análise Sensorial de Alimentos**. Curitiba: Champagnat, 1996.

GHAZALI, Hasanah Mohdet al. Oxidative stability of virgin coconut oil compared with RBD palm olein in deep-fat frying of fish crackers. **Journal of Food Agriculture and Environment**, v.7, n. 3-4, p. 23 – 27, 2009.

Indian Standard Specification for Coconut Oil (Third Revision IS 542). ICS No. 67.200 **Methodoftest**

KHAN, Mohammad Imtiyajet al. Studies on chemical and sensory parameters of coconut oil and its olein blends with sesame oil and palm olein during wheat flour-based product frying. **Journal of Food Science and Technology**, v. 48, n. 2, p.175–182, 2011.

KHAN, Mohammad Imtiyajet al. Studies on quality of coconut oil blends after frying potato chips. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 85, n. 12, p. 1165–1172, 2008.

KUMAR, Prasanth; KRISHNA, Gopala. Physicochemical characteristics of commercial coconut oils produced in India. **Grasas y Aceites**, v. 66, n.1, p. 1-11, 2015.

MALTA, Deborah Carvalho; SILVA JÚNIOR, Jarbas Barbosa da. Plano de Ações Estratégicas para o enfrentamento das Doenças Crônicas Não Transmissíveis no Brasil e a definição das metas globais para o enfrentamento dessas doenças até 2025: uma revisão. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 151-164, 2013.

MANSOR, T. S. T. et al. Physicochemical properties of virgin coconut oil extracted from different processing methods. **International Food Research Journal**, v.19, n. 3, p.837-845, 2012.

MEILGAARD, Morten C.; CIVILLE, Gail Vance; CARR, Thomas B. **Sensory evaluation techniques**. 2. ed. Boca Raton: CRS Press, 1991

NG, Siou Pei et.al. Stability of a concentrated oil-in-water emulsion model prepared using palm olein-based diacylglycerol / virgin coconut oil blends: Effects of the rheological properties, droplet size distribution and microstructure. **Food Research International**, v. 64, n. 1, p. 919-930, 2014.

PIMENTEL-GOMES, Frederico. **Curso de estatística experimental**. 13. ed. Piracicaba: Nobel, 1999. **Philippine National Standard (PNS)**, 2007.

RUKMINI, Ambar; RAHARJO, Sri. Pattern of Peroxide Value Changes in Virgin Coconut Oil (VCO) Due to Photo-Oxidation Sensitized by Chlorophyll. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 87, n.12, p. 1407–1412, 2010.

SRIVASTAVA, Yashi; SEMWAL, Anil Dutt. A study on monitoring offrying performance and oxidative stability of virgin coconut oil (VCO) during continuous / prolonged deep fat frying process using chemical and FTIR spectroscopy. **Journal of Food Science and Technology**, v.52, n. 2, p. 984-991, 2015.

SRIVASTAVA, Yashi; SEMWAL, Anil Dutt; SHARMA, Gopal Kumar. Studies on storage stability of hot extracted (HEVCO) and cold extracted virgin coconut oil (CEVCO) in different flexible and rigid packaging system. **International Food Research Journal**, v.20, n. 4, p. 1971-1976, 2013.

SRIVASTAVA, Yashi; SEMWAL, Anil Dutt; SAJEEVKUMAR, Vallayil Appukuttan; SHARMA, Gopal Kumar. Melting, crystallization and storage stability of virgin coconut oil and its blends by differential scanning calorimetry (DSC) and Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR). **Journal of Food Science and Technology**, v. 54, n.1, p.45– 54, 2017.

STONE, Herbert; SIDEL, Joel. **Sensory evaluation practices**. Flórida: Academic press, 1985.

TEIXEIRA, Evanilda; MEINERT, Elza Maria; BARBETTA, Pedro Alberto. **Análise sensorial de alimentos**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1987.

TEXEIRA, Lílían Viana. Análise sensorial na indústria de alimentos. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 366, n. 64, p. 12-21, 2009.

THIEME, Johann Gottfried. **La indústria del aceite de coco**. Roma: FAO, 1970.