

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

Qualidade do óleo de fritura de mandioca: correlação entre dados analíticos e sensoriais para determinação do ponto de descarte

Carla Romero Matsuoka

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de concentração: Ciência e Tecnologia de Alimentos

**Piracicaba
2009**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Carla Romero Matsuoka
Nutricionista

Qualidade do óleo de fritura de mandioca: correlação entre dados analíticos e sensoriais para determinação do ponto de descarte

Orientadora :
Prof^a. Dra. **MARISA APARECIDA BISMARA REGITANO-d'ARCE**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de concentração: Ciência e Tecnologia de Alimentos

**Piracicaba
2009**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Matsuoka, Carla Romero

Qualidade do óleo de fritura de mandioca: correlação entre dados analíticos e sensoriais para determinação do ponto de descarte / Carla Romero Matsuoka. - - Piracicaba, 2009. 156 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2009. Bibliografia.

1. Análise de alimentos 2. Análise sensorial de alimentos 3. Mandioca 4. Óleo de soja 5. Oxidação I. Título

CDD 664.369
M434q

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

“Dedico principalmente aos meus queridos e amados pais, Carlos e Maria, pelo incondicional amor, apoio e incentivo às minhas conquistas. À minha querida irmã, Anamélia, que mesmo longe sempre me apoiou e incentivou. Ao meu querido Rafael, por estar sempre perto e saber deixar as coisas bem mais alegres e suaves.”

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, que em sua enorme generosidade me encheu de bênçãos, dando-me força para a realização deste trabalho.

À minha família que eu amo muito.

Aos meus pais, por sempre estarem prontos a ouvir o que tenho a dizer, pelo apoio financeiro e moral durante este trabalho.

Ao meu querido Rafael pela compreensão, amor, apoio e incentivo durante a realização do trabalho.

A minha inestimável orientadora professora Dra Marisa Aparecida Bismara Regitano d'Arce, pela confiança depositada desde o início, pela competência com que me orientou e transferiu conhecimentos intelectuais e morais, os quais me foram muito importantes, pois contribuiu para uma pesquisa mais alargada e enriquecedora. Agradeço a oportunidade de tê-la como orientadora, estou-lhe muito grata.

À querida professora Dra Regina Célia Della Modesta agradeço profundamente a amizade, ajuda, dedicação e disponibilidade durante toda a pesquisa, contribuindo para a realização de um trabalho enriquecedor.

À querida professora Thaís Maria Ferreira de Souza Vieira que esteve sempre disposta a me ajudar, em muitas das minhas decisões durante o trabalho, agradeço seu apoio e sugestões para a realização deste trabalho.

À Débora Ravelli, pelo apoio do início ao final deste trabalho, a qual contribuiu para o delineamento do trabalho, me orientou, ajudou e se disponibilizou durante todo o tempo que necessitei de sua ajuda.

A técnica de nosso laboratório, Fernanda Almeida Prado, que sempre me orientou e tornou as atividades mais alegres e divertidas.

Às secretárias Regina, Márcia, Amábile e Gislaine pelas conversas, atenção, apoio, disponibilidade e ajuda durante todo o trabalho, as quais sempre me lembrarei.

Aos meus amigos de laboratório Débora, Aline, Naiane, Celso, Cristiane, Érico, Gustavo agradeço pelas horas de conversas e risadas durante nosso contato.

Aos meus queridos amigos e companheiros de mestrado Luciana Kimie, Luís Fernando, Manoel (Dalá), Luciana (Dieta), Paula, Mila, Adna, Luís Henrique, Denise, Alessandra, Fernanda e Carla, agradeço a amizade e apoio durante toda nossa caminhada.

As bibliotecárias Silvia Maria Zinsly e Beatriz Helena Giongo, agradeço a atenção e o carinho para fazer as correções do presente trabalho.

A todos os funcionários do Departamento, sempre com carinho para atender.

A empresa Cargill Agrícola S.A. que disponibilizou os óleos de soja refinado para a realização do trabalho.

A todos que, de alguma maneira, contribuíram para a realização deste trabalho.

"A humildade é a única sabedoria verdadeira pela qual nós preparamos nossas mentes para todas as possíveis mudanças da vida."

(George Arliss)

"O sucesso nasce do querer. Sempre que o homem aplicar a determinação e a persistência para um objetivo, ele vencerá os obstáculos, e se não atingir o alvo, pelo menos fará coisas admiráveis".

(José de Alencar)

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| RESUMO..... | 13 |
| ABSTRACT | 15 |
| LISTA DE FIGURAS | 17 |
| LISTA DE TABELAS | 19 |
| 1 Introdução | 21 |
| 2 Desenvolvimento..... | 23 |
| 2.1 Óleos vegetais..... | 23 |
| 2.1.1 Processo de fritura | 25 |
| 2.1.1.1 Características do processo de fritura..... | 25 |
| 2.1.1.2 Alterações físicas, químicas e sensoriais..... | 27 |
| 2.1.1.2.1 Hidrólise do óleo..... | 28 |
| 2.1.1.2.2 Oxidação do óleo..... | 29 |
| 2.1.1.2.3 Polimerização do óleo | 33 |
| 2.1.1.3 Fatores que afetam a qualidade do meio de fritura | 34 |
| 2.1.1.4 Métodos de avaliação da qualidade do óleo de fritura | 36 |
| 2.1.1.4.1 Acidez..... | 37 |
| 2.1.1.4.2 Absortividade na região ultravioleta..... | 38 |
| 2.1.1.4.3 Compostos polares totais | 38 |
| 2.1.1.4.4 Teste acelerado de oxidação | 39 |
| 2.1.1.5 Determinação do ponto de descarte | 39 |
| 2.2 Análise sensorial | 41 |
| 2.3 Mandioca..... | 44 |
| 2.4 Material e métodos..... | 45 |

| | | |
|-----------|---|----|
| 2.4.1 | Material | 45 |
| 2.4.2 | Métodos | 46 |
| 2.4.2.1 | Procedimento experimental | 46 |
| 2.4.2.1.1 | Termoxidação do óleo de soja | 46 |
| 2.4.2.1.2 | Preparo da mandioca para fritura | 46 |
| 2.4.2.1.3 | Fritura | 47 |
| 2.4.2.2 | Determinações analíticas..... | 48 |
| 2.4.2.2.1 | Ácidos graxos livres (AGL) | 48 |
| 2.4.2.2.2 | Absortividade em 232 nm e 270 nm | 48 |
| 2.4.2.2.3 | Compostos polares totais (CPT)..... | 49 |
| 2.4.2.2.4 | Estabilidade oxidativa em rancimat..... | 50 |
| 2.4.2.2.5 | Composição em ácidos graxos..... | 50 |
| 2.4.2.2.6 | Teor lipídico e umidade da mandioca frita e cozida | 51 |
| 2.4.2.3 | Análise sensorial..... | 51 |
| 2.4.2.3.1 | Seleção de provadores para as características de cor, aroma, viscosidade e sabor do óleo de soja termoxidado | 52 |
| 2.4.2.3.2 | Treinamento dos provadores para as características de cor, aroma, viscosidade e sabor de óleos de fritura de mandioca | 61 |
| 2.4.2.3.3 | Avaliação sensorial final para determinação do nível de diferença perceptível de oxidação dos óleos de fritura de mandioca..... | 64 |
| 2.5 | Resultados e discussão | 65 |
| 2.5.1 | Processo de fritura..... | 65 |
| 2.5.2 | Ácidos graxos livres (AGL) | 67 |
| 2.5.3 | Dienos e trienos conjugados..... | 69 |
| 2.5.4 | Compostos polares totais | 71 |

| | |
|---|-----|
| | 11 |
| 2.5.5 Período de indução (PI)..... | 72 |
| 2.5.6 Composição de ácidos graxos | 73 |
| 2.5.7 Teor lipídico e umidade da mandioca frita e cozida | 76 |
| 2.5.8 Análise sensorial | 78 |
| 2.5.8.1 Seleção de provadores para as características de cor, aroma, viscosidade e sabor do óleo de soja termoxidado..... | 78 |
| 2.5.8.2 Treinamento dos provadores para as características de cor, aroma, viscosidade e sabor de óleos de fritura de mandioca..... | 84 |
| 2.5.8.3 Avaliação sensorial final para determinação do nível de diferença perceptível de oxidação dos óleos de fritura de mandioca | 93 |
| 3 CONCLUSÕES | 99 |
| REFERÊNCIAS..... | 101 |
| APÊNDICES..... | 115 |

RESUMO

Qualidade do óleo de fritura de mandioca: correlação entre dados analíticos e sensoriais para determinação do ponto de descarte

A fritura é um procedimento que confere aos alimentos características sensoriais de cor, aroma, textura e sabor diferentes. Neste processo a matéria graxa é exposta a agentes de deterioração que promovem a quebra dos triglicerídeos, a oxidação e a polimerização em função do tempo de uso, provocando perdas sensoriais e nutricionais nos alimentos fritos e no próprio óleo. A falta de regulamentação no Brasil que defina o ponto de descarte dos óleos de fritura faz com que este seja realizado de forma subjetiva. O presente trabalho teve o objetivo de avaliar óleo de soja em fritura de mandioca em toletes em diferentes períodos e correlacionar resultados de análise sensorial aos analíticos para determinar o ponto de descarte. As operações de fritura com óleo de soja refinado foram realizadas a 170°C por períodos de 1h06min, 2h, 3h05min, 6h54min e 15h40min. As determinações analíticas realizadas nos óleos foram de ácidos graxos livres (em porcentagem de ácido oléico), teor de compostos polares totais (CPT), absortividade em 232nm e 270nm, período de indução (PI) em Rancimat e composição em ácidos graxos. Nas mandiocas cozidas e fritas foram determinados a umidade e o teor lipídico. Os índices de deterioração indicaram incidência maior de deterioração com o aumento do uso do óleo na fritura. Verificou-se que nos períodos de 1h06min, 2h e 3h05min não houve alterações hidrolíticas, mas sim oxidativas, detectadas pelas análises de CPT e absortividade no UV. Concomitantemente, ocorreu a diminuição da resistência à oxidação, verificado por menores PI's nos períodos mais longos de fritura. A composição em ácidos graxos dos óleos de fritura não apresentou alteração significativa. A umidade da mandioca apresentou-se cada vez menor com os períodos mais longos de fritura. A análise sensorial foi conduzida em três fases: seleção de provadores, em duas etapas, treinamento e avaliação final para as características de cor, aroma, viscosidade e sabor. Para fins de treinamento e seleção dos provadores, óleo termoxidado foi produzido por aquecimento a 170°C por 15 e 32 horas. Os resultados da fase de seleção demonstraram que os candidatos a provadores conseguiram diferenciar os óleos com base no CPT dos óleos puro e termoxidado nas duas etapas envolvidas. Já durante o treinamento, o óleo com 15h40min de fritura foi indicado para descarte pela característica aroma. Na fase final, foi a característica de sabor que determinou a indicação de descarte, coincidindo com a indicação analítica de maior estado de deterioração oxidativo do óleo.

Palavras chaves: Óleo de soja; Análise sensorial; Estabilidade oxidativa; Mandioca; Compostos polares

ABSTRACT

Quality of cassava frying oil: correlation between analytical and sensory data for determining oil disposal point.

Food frying is a procedure which enhances food sensory characteristics of color, texture and flavor. In this process fat is exposed to deterioration agents that promote breakdown of triglycerides, oxidation and polymerization, leading to losses in sensory and nutritional quality of the fried food and in the oil itself. The lack of regulations that determine the extent of frying oil use in Brazil subjects it to a personal judgment. The aim of the present study was to evaluate analytically and sensorially cassava fried in soybean oil for different periods of time and correlate these results in order to determine the point of disposal. Frying operations were conducted with RBD soybean oil at 170 °C for periods of 1h06min, 2h, 3h05min, 6h54min and 15h40min. Oil was analytically characterized by free fatty acids (as percentage of oleic acid), total polar compounds content (TPC), absorptivity at 232nm and 270nm, induction period (IP) from Rancimat and fatty acid composition. Moisture and fat content were determined in the fried and cooked cassava from all periods of heating. Results indicated increase of analytical indexes with longer frying periods. Oils from 1h06min, 2h and 3h05min frying periods showed no hydrolytic changes, however oxidation occurred detected by increases in CPT and UV absorptivity. At the same time, resistance to oxidation decreased as shown from lower IP's at each increase in oil use. The fatty acid composition was not significantly affected by the periods of frying. Cassava moisture reduced with the longer periods of frying. Sensory analysis was performed in three phases: selection of panelists in two steps, training and final evaluation of color, odor, viscosity and taste characteristics. For these analysis, soybean oil was thermoxidized by heating under 170°C for 15 and 32 hours. The results of the selection phase of candidates showed that the panelists were able to differentiate pure from thermoxidized oil based on their TPC. Even during training, panelists indicated the odor of oil from 15h40min to be discarded. In the final phase, taste was the characteristic that led to significant indication of disposal of this same oil, reassuring analytical results of high oxidative status.

Keywords: Soybean oil; Sensory analysis; Oxidative stability; Cassava; Polar compounds

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Molécula de glicerol esterificada a três ácidos graxos | 23 |
| Figura 2 - Representação esquemática (a) de uma secção transversal de um pedaço de alimento durante a fritura, imagem de microscopia eletrônica (b) de uma secção transversal da crosta de uma batata frita | 27 |
| Figura 3 - Reações químicas e físicas que ocorrem durante o processo de fritura..... | 28 |
| Figura 4 - Reação de hidrólise em fritura | 29 |
| Figura 5 - Fases de iniciação, propagação e terminação da oxidação do óleo..... | 31 |
| Figura 6 - Mecanismo de decomposição do hidroperóxido em compostos secundários de oxidação | 32 |
| Figura 7 – Estrutura fenólica dos antioxidantes sintéticos e natural..... | 36 |
| Figura 8 - Ficha controle da seleção de provadores | 54 |
| Figura 9 - Ficha do teste triangular simples utilizada na seleção de provadores | 55 |
| Figura 10 - Apresentação das amostras para seleção dos provadores quanto à cor..... | 56 |
| Figura 11 - Apresentação das amostras para seleção dos provadores quanto ao aroma..... | 56 |
| Figura 12 - Apresentação das amostras para seleção dos provadores quanto a viscosidade e sabor | 56 |
| Figura 13 - Ficha de resultados para acertos e erros dos candidatos a provadores em uma das combinações possíveis da segunda fase | 57 |
| Figura 14 - Gráfico para seleção de provadores através da análise sequencial ($\alpha = 0,01$; $\beta = 0,05$; $p_0 = 35\%$; $p_1 = 65\%$)..... | 60 |

- Figura 15 - Ficha do teste pareado simples de diferença, pareado direcional unicaudal e pareado bicaudal no treinamento e avaliação final, para cor..... 63
- Figura 16 - Percentual de ácidos graxos livres (% ácido oléico) de óleo puro e óleos de fritura de mandioca nos diferentes períodos experimentais..... 68
- Figura 17 - Absortividade nos comprimentos de onda de 232 nm e 270 nm do óleo puro e dos óleos de fritura nos diferentes períodos experimentais..... 70
- Figura 18 - Percentual de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados de óleo puro e óleos de fritura de mandioca nos diferentes períodos experimentais 75
- Figura 19 - Teor lipídico e umidade da mandioca em função dos tempos de fritura..... 77

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1- Nomenclatura e propriedades físicas dos ácidos graxos | 24 |
| Tabela 2 - Composição em ácidos graxos de óleos refinados de canola, girassol, milho e soja e azeite de oliva | 25 |
| Tabela 3 - Métodos físico-químicos para determinação de alterações em óleos de fritura | 37 |
| Tabela 4 - Procedimento experimental de fritura..... | 48 |
| Tabela 5 - Reposição de óleo novo (litros) durante o processo experimental de fritura | 66 |
| Tabela 6 - Compostos polares totais, ácidos graxos livres, absorvidade a 232nm e 270nm e período de indução em óleos de soja refinado puros, óleos termoxidados e óleos de fritura nos diferentes tempos acumulados..... | 67 |
| Tabela 7 - Composição em ácidos graxos (%) do óleo de soja inicial e de fritura de mandioca em toletes nos períodos de 1h6min, 2h, 3h05min, 6h54min e 15h40min..... | 74 |
| Tabela 8 - Tempo médio de fritura por porção, umidade, matéria seca e teor lipídico na mandioca em toletes em diferentes períodos experimentais | 76 |
| Tabela 9 - Acertos e erros de candidatos (C) a provadores na segunda fase da seleção para discriminar diferenças entre óleos termoxidados com diferentes porcentagens de CPT, utilizando amostra A = 4,4% de CPT X amostra B = 6,6% de CPT, para cor e aroma..... | 80 |
| Tabela 10 - Acertos e erros de candidatos (C) a provadores na segunda fase da seleção para discriminar diferenças entre óleos termoxidados com diferentes porcentagens de CPT, utilizando amostra A = 4,4% de CPT X amostra B = 6,6% de CPT, para viscosidade e sabor | 81 |

- Tabela 11 - Acertos e erros totais de candidatos (C) e provadores selecionados ou não para discriminar diferenças entre óleos aquecidos com diferentes porcentagens de CPT, utilizando amostra A = 4,4% de CPT X amostra B = 6,6% de CPT, para cor, aroma, viscosidade e sabor..... 83
- Tabela 12 - Teste pareado de diferença simples (unicaudal) entre o óleo de soja puro (P) e os óleos de fritura (1), (2), (3), (6) e (15) de mandioca 90
- Tabela 13 - Teste pareado direcional (unicaudal) entre o óleo de soja puro (P) e os óleos de fritura (1), (2), (3), (6) e (15) de mandioca para verificar o mais escuro, mais viscoso e mais oxidado 91
- Tabela 14 - Teste pareado (bicaudal) entre o óleo de soja puro (P) e os óleos de fritura (1), (2), (3), (6) e (15) de mandioca, para verificar descarte do óleo mais escuro, mais viscoso e mais oxidado 92
- Tabela 15 - Teste pareado simples de diferença (unicaudal) aplicado na avaliação sensorial final, com provadores selecionados e treinados, para verificar se existe ou não diferença entre o óleo de soja puro (P) e os óleos (1), (2), (3), (6) e (15) de fritura de mandioca em toletes 96
- Tabela 16 - Teste pareado direcional (unicaudal) aplicado na avaliação sensorial final, com provadores selecionados e treinados, para verificar se entre o óleo de soja puro (P) e os óleos (1), (2), (3), (6) e (15) de fritura de mandioca em toletes, qual mais escuro, mais viscoso e mais oxidado..... 97
- Tabela 17 - Teste pareado (bicaudal) aplicado na avaliação sensorial final, com provadores selecionados e treinados, entre o óleo de soja puro (P) e os óleos (1), (2), (3), (6) e (15) de fritura de mandioca em toletes para verificar se seria descartado o óleo mais escuro, mais viscoso, mais oxidado 98

1 INTRODUÇÃO

Os óleos e gorduras são substâncias de grande importância nutricional, por participarem da regulação de várias funções fisiológicas, sensorial, por promoverem alterações de cor, textura, aroma e sabor, e funcional por se comportarem como meio de transferência de calor no preparo dos alimentos (BARROS; VIANNI, 2006; GRISWOLD, 1972).

A cocção por fritura tem ampla aceitação pela população, por ser um método de rápido e fácil preparo, o qual promove características sensoriais muito agradáveis, que podem ser alteradas com o reuso ou sobreuso inadequado do óleo ou gordura, que já sofreu reações de hidrólise, oxidação e polimerização da matéria graxa (WARNER, 2002).

As alterações físico-químicas da degradação do óleo de fritura desencadeiam elevação da acidez do óleo, formação de fumaça, produção de aromas e odores desagradáveis e aumento da viscosidade do óleo, favorecendo de um lado a formação de espuma, e por outro lado, a diminuição da qualidade do alimento tornando-o “organolepticamente” inaceitável ao consumidor ou provador, os quais quando treinados são capazes de detectar, evocar, medir, analisar e interpretar reações às características dos alimentos (ANS; MATTOS; JORGE, 1999; CHAVES, 1993).

No Brasil, a ausência de uma legislação e metodologia específica para o descarte dos óleos de fritura contribui para que os estabelecimentos definam de forma subjetiva o seu descarte, realizando-o antes do ponto ideal, tendo efeito econômico, ou reutilizando sucessivas vezes, expondo muitas vezes o consumidor a alimentos fritos de qualidade comprometida dada a qualidade do óleo absorvido (SANIBAL; MANCINI-FILHO, 2002).

O monitoramento da qualidade e a detecção de compostos de degradação do óleo de fritura devem ser realizados através de determinações analíticas, como o teor de ácidos graxos livres (AGL), de compostos polares totais (CPT), tempo de indução em Rancimat, absorvibilidade em faixa ultravioleta e composição de ácidos graxos, que permitem o estabelecimento do momento adequado de descarte do óleo, apesar dos custos e necessidade de equipamento específico, sem desperdício ou riscos ao

consumidor (ANTONIASSI, 2003; DEL RÉ et al., 2003; SILVA; BORGES; FERREIRA, 1999).

A análise sensorial é uma alternativa que pode ser usada na determinação do ponto de descarte do óleo de fritura, por usar os sentidos humanos para detectar diferenças entre amostras, pois se deseja defini-lo de forma que não comprometa a qualidade do alimento e nem a segurança do consumidor (JORGE et al., 2005a; SANIBAL, MANCINI-FILHO, 2004). Na ausência de regulamentação específica, vários estudos têm sido desenvolvidos com o objetivo de se conhecer mais a fundo as alterações decorrentes do processo de fritura (SANIBAL et al., 2004). Entretanto, a maioria dos trabalhos emprega batatas, diferentes óleos ou gorduras e condições de processo. O óleo de soja é o meio de fritura mais investigado por ser amplamente utilizado por estabelecimentos comerciais. No Brasil, poucos são os trabalhos com a mandioca, alimento conhecido e produzido no país. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade físico-química do óleo de soja em fritura de mandioca em toletes em vários tempos de fritura para determinar o ponto de descarte por meio da correlação entre os resultados analíticos e sensoriais.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Óleos vegetais

Os óleos vegetais são matérias graxas compostas por 98 a 99% de triglicerídeos, formados por uma molécula de glicerol esterificada a três ácidos graxos, contendo frações menores (1 a 2%) de monoglicerídeos, diglicerídeos, glicerol, fosfolipídios, glicolipídios, esteróis entre outros compostos, variando sua composição em ácidos graxos segundo a fonte de origem (AYLÓN, 2009; BOSKOU; ELMADFA, 1999; LEHNINGER; NIELSON; COX, 1995).

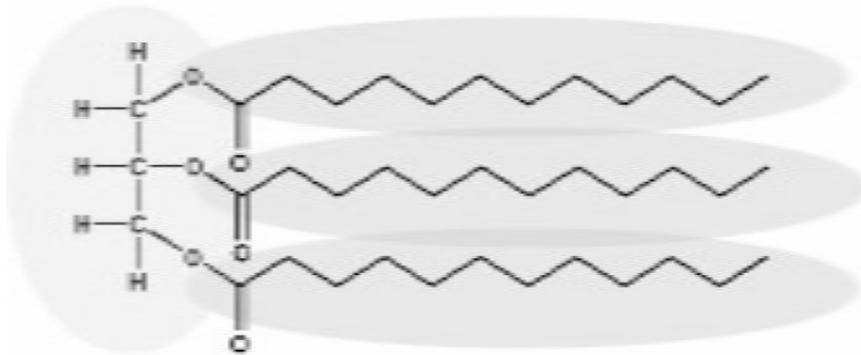


Figura 1 - Molécula de glicerol esterificada a três ácidos graxos

O comprimento da cadeia hidrocarbonada do ácido graxo, número de duplas ligações e a posição determinam o seu ponto de fusão e a estabilidade oxidativa (BELITZ; GROSCH; SCHIEBERLE, 2004; BOBIO; BOBIO, 1992; SANIBAL; MANCINI-FILHO, 2002; SILVA; BORGES; FERRREIRA, 1999; VERGARA et al., 2006).

Os ácidos graxos são classificados como saturados, monoinsaturados (MUFA) e poliinsaturados (PUFA) (SENANAYAKE; SHAHIDI, 2007; St. ANGELO, 1996). Os insaturados são classificados quanto à série omega, sendo ω -9, ácidos graxos não essenciais e ω -3 e ω -6, essenciais à dieta humana, por participarem de várias reações de regulação do organismo (ASSIESA et al., 2004; BOSKOU; ELMADFA, 1999; GREGÓRIO; ANDRADE, 2004; MAHAN; ESCOTT-STUMP, 1998; RISTIC; RISTIC, 2003; SANIBAL; MANCINI-FILHO, 2004; SHILS et al., 1999). Na Tabela 1, podem ser encontrados alguns ácidos graxos e seus pontos de fusão.

Tabela 1- Nomenclatura e propriedades físicas dos ácidos graxos

| Ácido | Símbolo | Ponto de fusão (°C) |
|--|---------|---------------------|
| Butírico (butanóico) | 4:0 | - 7,9 |
| Capróico (hexanóico) | 6:0 | - 3,4 |
| Caprílico (octanóico) | 8:0 | 16,7 |
| Cáprico (decanóico) | 10:0 | 31,3 |
| Láurico (dodecanóico) | 12:0 | 44,2 |
| Mirístico (tetradecanóico) | 14:0 | 54,4 |
| Palmítico (hexadecanóico) | 16:0 | 62,9 |
| Esteárico (octadecanóico) | 18:0 | 69,6 |
| Araquídico (eicosanóico) | 20:0 | 75,4 |
| Behênico (docosanóico) | 22:0 | 80,0 |
| Lignocérico (tetracoisanóico) | 24:0 | 84,2 |
| Oléico (9(cis)-octadecenóico), (ω -9) | 18:1n9 | 13 |
| Linoléico (9(cis),12(cis)-octadecadienóico, (ω -6) | 18:2n6 | -5,0 |
| Linolênico (9(cis),12(cis),15(cis)-octadecatrienóico, (ω -3) | 18:3n3 | -11,0 |

Fonte: Boskou; Elmadfa, 1999; Uieara, 2009.

O óleo de soja refinado é um dos mais importantes óleos vegetais no mundo por ser essencialmente o mais produzido e, por consequência, o mais barato do mercado e largamente utilizado tanto industrialmente quanto em escala doméstica (COLTRO; BURATIN, 2004).

A produção brasileira em óleo de soja refinado na safra de 2008/2009 foi de 5,514 milhões de toneladas, a saber 1,955 milhões exportados e 3,602 milhões consumidos internamente (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS - ABIOVE, 2009).

A proporção dos ácidos graxos saturados e insaturados no óleo de soja refinado é de 60-61% de ácidos graxos poliinsaturados (ácidos linolênico e linoléico), 23-24% de ácidos graxos monoinsaturados (oléico) e 15-17% de ácidos graxos

saturados (palmítico e esteárico) (MORRETO; FETT, 1998). Na Tabela 2, se encontra a composição em ácidos graxos de alguns óleos comestíveis.

Tabela 2 - Composição em ácidos graxos de óleos refinados de canola, girassol, milho e soja e azeite de oliva

| Óleos vegetais | Ácidos graxos saturados (%) | Ácidos graxos monoinsaturados (%) | Ácidos graxos poliinsaturados (%) | |
|----------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------|
| | | | Ácido linoléico | Ácido linolênico |
| Canola | 6 | 58 | 26 | 10 |
| Girassol | 11 | 20 | 69 | 0 |
| Milho | 13 | 25 | 61 | 1 |
| Oliva | 14 | 77 | 8 | <1 |
| Soja | 15 | 24 | 54 | 7 |

Fonte: Reda, 2004.

2.1.1 Processo de fritura

2.1.1.1 Características do processo de fritura

Grande parte dos óleos e gorduras comestíveis produzidos no mundo são consumidos como alimento e sua ingestão se reveste de importância, dada sua função fisiológica como fonte de energia; agente sensorial, realçador de sabor, de palatabilidade e carreador de aromas; e agente funcional, como meio de cocção e preparo de alimentos, dos quais se destaca a fritura na qual age como meio de transferência de calor (BARROS; VIANNI, 2006)

O método de fritar os alimentos é um procedimento conhecido mundialmente e muito popular nas mais diversas classes sociais, principalmente nos grandes centros urbanos, por tornar o preparo de alimentos mais fácil e rápido, comparado a outros métodos como cozer, assar e grelhar (DOBARGANES; PÉREZ-CAMINO, 1991; MALACRIDA; JORGE, 2003; SILVA; BORGES; FERREIRA, 1999).

O processo de fritura se caracteriza por cozer o alimento em óleo ou gordura a temperaturas entre 180°C e 190°C (ANS et al., 1999; VERGARA et al., 2006). O

procedimento industrial é contínuo e ocorre, sem resfriamento intermediário, em fritura de batatas, “snacks”, massas, entre outros. A fritura descontínua acontece pelo uso do óleo em sucessivos processos com aquecimentos e resfriamentos ao longo desse período, sendo amplamente utilizada em restaurantes, lanchonetes, “fast-foods”, ambientes domésticos, pastelarias e bares (ALMEIDA et al., 2006; COLTRO; BURATIN, 2004; CORSINI; JORGE, 2006a; SANIBAL; MANCINI-FILHO, 2002).

O alimento quando submetido à fritura sofre uma elevação rápida de temperatura na sua superfície pela transferência de calor do óleo. A água superficial do alimento entra em ebulição e ao seu redor ocorre uma redução da temperatura do óleo, rapidamente recuperada por convecção, sendo apenas afetada quando existe um excedente de alimento no meio de fritura (Figura 2) (CELLA; REGITANO-d'ARCE; SPOTO, 2002; PINTO et al., 2003; STOKOLS; BORDI, 2005).

A ebulição da água na superfície do alimento é intensificada pela convecção, e a perda na forma de vapor promove a secagem superficial do alimento e a formação de poros, que diretamente está relacionada à intensidade da evaporação. As alterações como reação de Maillard, retrogradação do amido e desnaturação da proteína ocorrem concomitantemente durante este processo (MEHTA; SWINBURN, 2001; MELLEMA, 2003; SAGUY; DANA, 2003; SAHIN, 2000).

A quantidade de óleo absorvida pelo alimento varia entre 10% a 60% do peso total segundo as características do alimento, temperatura de fritura e duração, porosidade, tensão interfacial e superficial, pré-tratamento, qualidade do óleo e composição e formação de crosta (BOSKOU; ELMADFA, 1999; GEBHARDT, 2007; GERTZ, 2000; JORGE; LUNARDI, 2005; PEDRESCHI; MOYANO; 2005; RIMAC-BRNČIĆ et al., 2004; SAGUY; PINTHUS, 1995).

Moreira, Sun e Chen (1997), ao final do processo de fritura de tortilhas chips, relataram que 20% do óleo absorvido pelo alimento se apresentava no seu interior, enquanto 80% do óleo permanecera na superfície, dos quais apenas 64% restou após o resfriamento do alimento. Ufheil e Escher (1996) relataram que 80% do óleo superficial foi absorvido por batatas fritas e concluíram que a condição a que o alimento é submetido durante o resfriamento tem um papel crucial na quantidade absorvida.

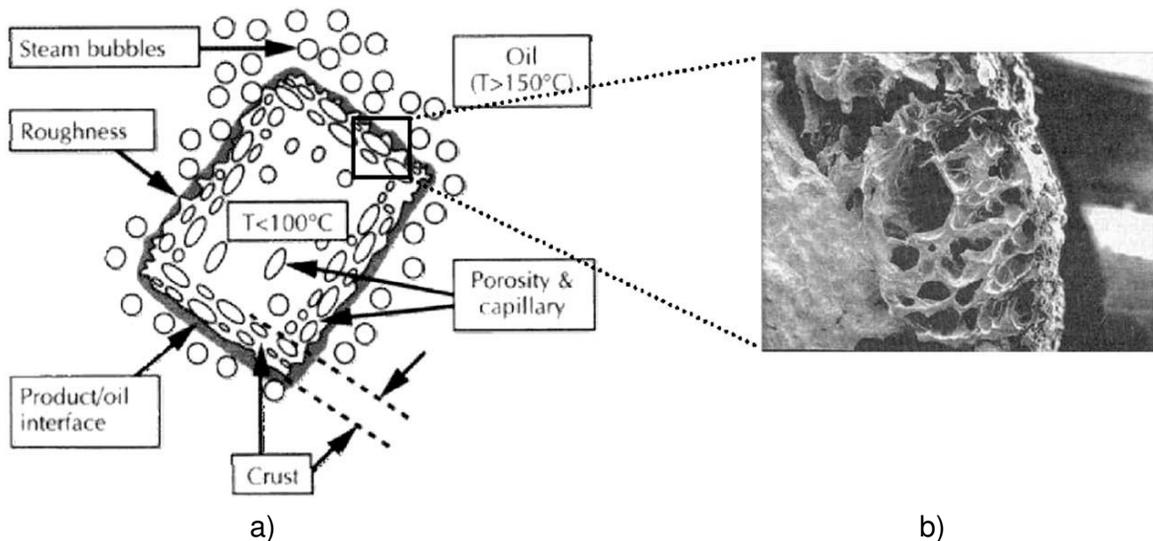


Figura 2 - Representação esquemática (a) de uma seção transversal de um pedaço de alimento durante a fritura, imagem de microscopia eletrônica (b) de uma seção transversal da crosta de uma batata frita (MELLEMA, 2003)

Há autores que relatam que a razão da absorção do óleo pelo alimento é determinada pela umidade presente, do mesmo modo que há situações em que mesmo com grandes quantidades de umidade ocorre reduzida absorção. Indiretamente, o aumento da evaporação resulta em maiores danos à superfície, de forma que a absorção está inversamente relacionada à umidade (MELLEMA, 2003; MOREIRA et al., 1995; SAGUY; DANA, 2003; SAGUY; PINTHUS, 1995; SOUTHERN et al., 2000; RAMÍREZ; CAVA, 2005).

2.1.1.2 Alterações físicas, químicas e sensoriais

Durante o processo de fritura, o óleo é o componente mais crítico do sistema por estar exposto a três agentes que lhe provocam alterações. A água proveniente do próprio alimento, o oxigênio e a temperatura desencadeiam alterações químicas e físicas contribuindo para a sua degradação com alteração das características nutricionais e “organolépticas”, aumento da viscosidade, formação de fumaça, produção de surfactantes e alteração de cor (FRITSCH, 1981; GERHARDT, 2007; JORGE;

LUNARDI, 2004; JORGE; LUNARDI, 2005; ROJO; PERKINS, 1987; STEVENSON; VAISEY-GENSER; ESKIN, 1984; TAVARES et al., 2007).

As principais vias de degradação de óleos são a hidrólise, a oxidação e a polimerização (Figura 3).

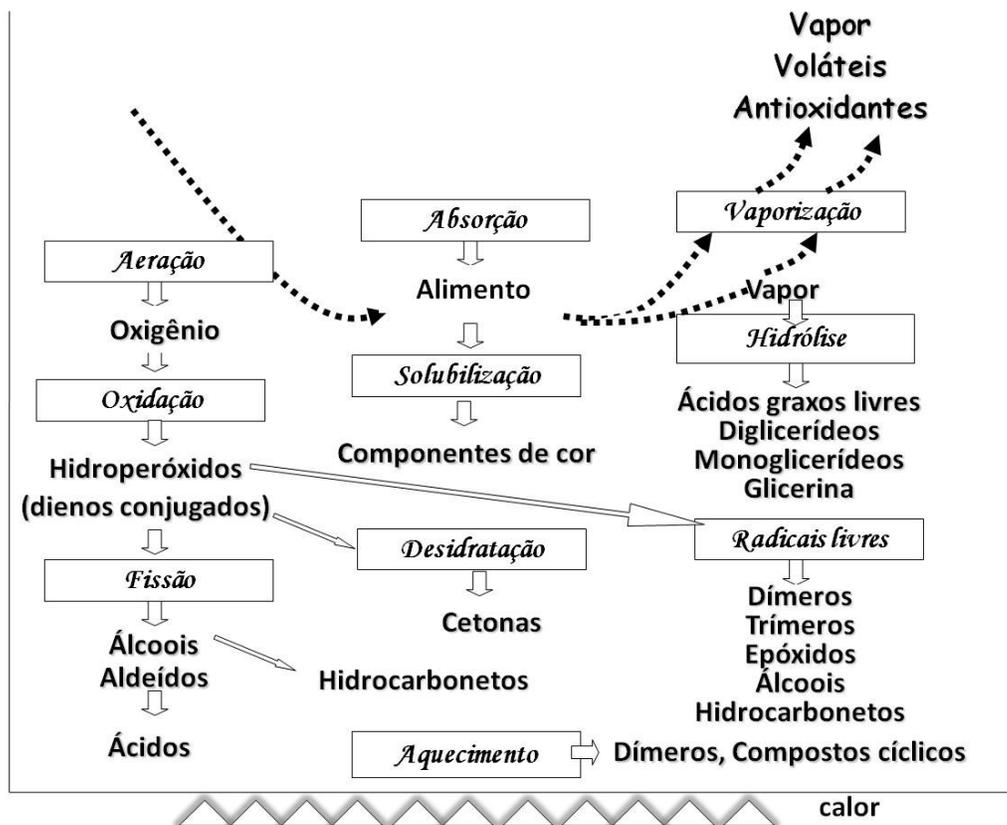


Figura 3 - Reações químicas e físicas que ocorrem durante o processo de fritura (baseado em GERHARDT, 2007)

2.1.1.2.1 Hidrólise do óleo

O alimento quando imerso em óleo quente absorve sua energia térmica e sofre a evaporação da água, desencadeando uma série de reações de degradação da matéria graxa. A água e o vapor agem na ligação éster do triglicerídeo (Figura 4), quebrando-a e formando mono ou diglicerídeo ou ainda glicerol e ácidos graxos livres (AYLÓN, 2009; BOSKOU; ELMADFA, 1999; MACHADO; GARCIA; ABRANTES, 2008; MCSAVAGE; TREVISAN, 2001; NAWAR, 1985).

Particularmente, os ácidos graxos insaturados de cadeia curta e média são mais susceptíveis à hidrólise por serem mais solúveis em água comparados aos ácidos graxos de cadeia longa e saturados (AYLON, 2009; BELITZ; GROSCH; SCHIEBERLE, 2004; NAWAR, 1969; STEVENSON; VAISEY-GENSER; ESKIN, 1984).

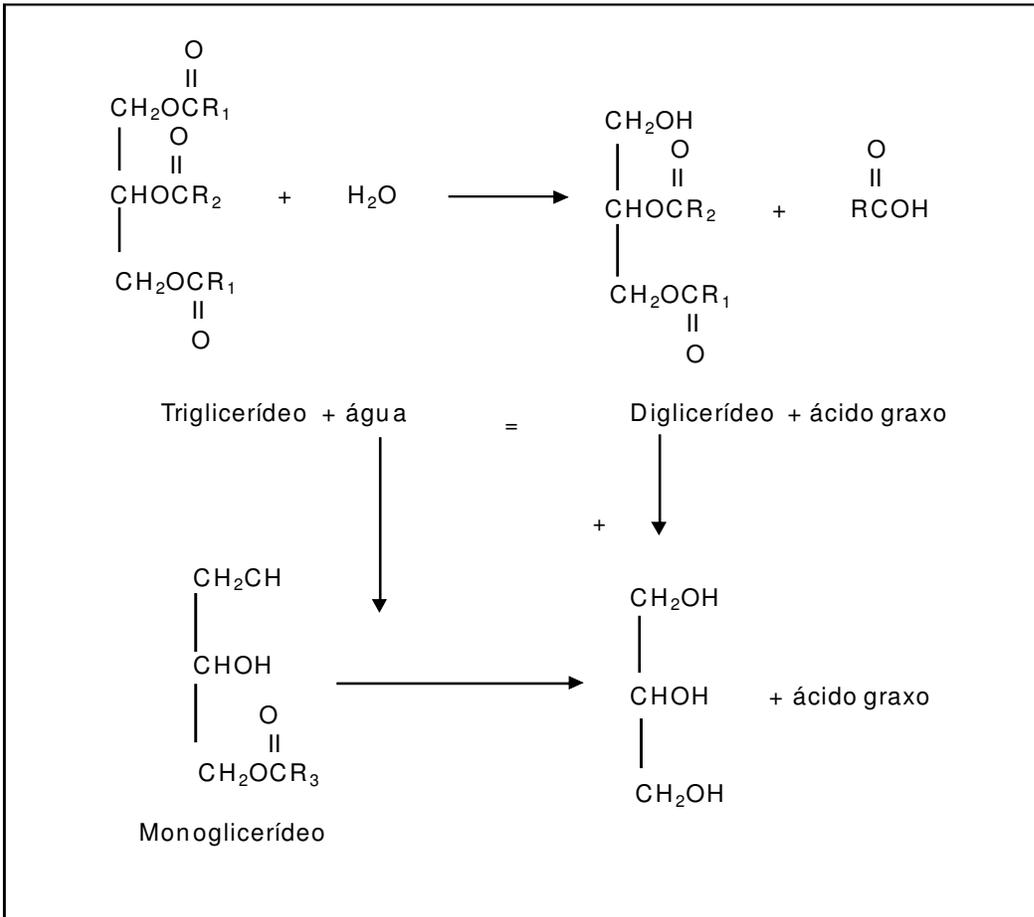


Figura 4 - Reação de hidrólise em fritura (WARNER, 2002)

2.1.1.2.2 Oxidação do óleo

O oxigênio entra em contato com o óleo de fritura de três formas: pela superfície, por difusão no armazenamento, e pela solubilização por convecção com a imersão do alimento no óleo quente. A taxa de oxidação é independente da concentração de oxigênio quando é suficientemente alta, mas quando o teor de oxigênio é baixo, a taxa de oxidação é dependente da concentração de oxigênio e

independente da concentração lipídica. No entanto, as altas temperaturas diminuem a taxa de solubilização do oxigênio no óleo. As reações de oxidação durante a fritura são a autooxidação e termoxidação ou degradação térmica (MIN; BOFF, 2002; NAWAR, 1985)

É importante ressaltar que a autooxidação em temperaturas de 25°C é a mesma que ocorre no processo de fritura; a única diferença é que os compostos primários de oxidação são rapidamente degradados a 190°C em compostos secundários e terciários de oxidação (WARNER, 2002).

O mecanismo químico da oxidação térmica é essencialmente o mesmo que da autooxidação. A oxidação térmica é mais rápida do que a autooxidação, mas dados cinéticos que comparem a oxidação térmica e a autooxidação não estão disponíveis (CHOE; MIN, 2007). O mecanismo de oxidação térmica envolve as etapas de início, propagação e terminação da reação como mostrado na Figura 5.

A oxidação se inicia pela retirada de um hidrogênio do carbono adjacente à dupla ligação da cadeia hidrocarbonada, tendo como subproduto o radical alquila (CHOE; MIN, 2006; GUNSTONE; HARWOOD; DIJKSTRA, 2007) que possui um potencial de redução alto (600 mV) e reage rapidamente com o oxigênio tripleto ($^3\text{O}_2$) produzindo radicais peroxila na taxa de $10^8 - 10^9 \text{M}^{-1}\text{s}^{-1}$ (BOSKOU; ELMADFA, 1999; MIN; BOFF, 2002; NAWAR, 1985).

O radical peroxila com um alto potencial de redução de 1000 mV abstrai um hidrogênio dos ácidos oléico e linoléico e produz peróxidos, que retiram hidrogênio de outra molécula de ácido graxo e forma um novo hidroperóxido e um novo radical alquila, indicando com a formação destes radicais livres o início da propagação (Figura 5). Os radicais peroxilas reagem na taxa de $1,1 \times 10^6 \text{M}^{-1}\text{s}^{-1}$ com outros radicais formando dímeros e polímeros (CHOE; MIN, 2005) e a presença de radicais livres alquila e peroxila aceleram a degradação térmica (CHOE; MIN, 2007).

A força da ligação entre o oxigênio-oxigênio (R-O-O-H) nos hidroperóxidos é relativamente fraca, de 44 kcal/mol, sendo facilmente degradada por hemólise a radicais alcóxila e hidroxila. O radical alcóxila ainda pode reagir com outra alcóxila ou ser decomposto em outros produtos de degradação (MIN; BOFF, 2002). A formação de radicais estáveis, não voláteis e compostos não voláteis indica o término da oxidação,

demonstrada pela fase de terminação (Figura 5) (BELITZ; GROSCH; SCHIEBERLE, 2004; BOSKOU; ELMADFA, 1999; RAMALHO; JORGE, 2006).

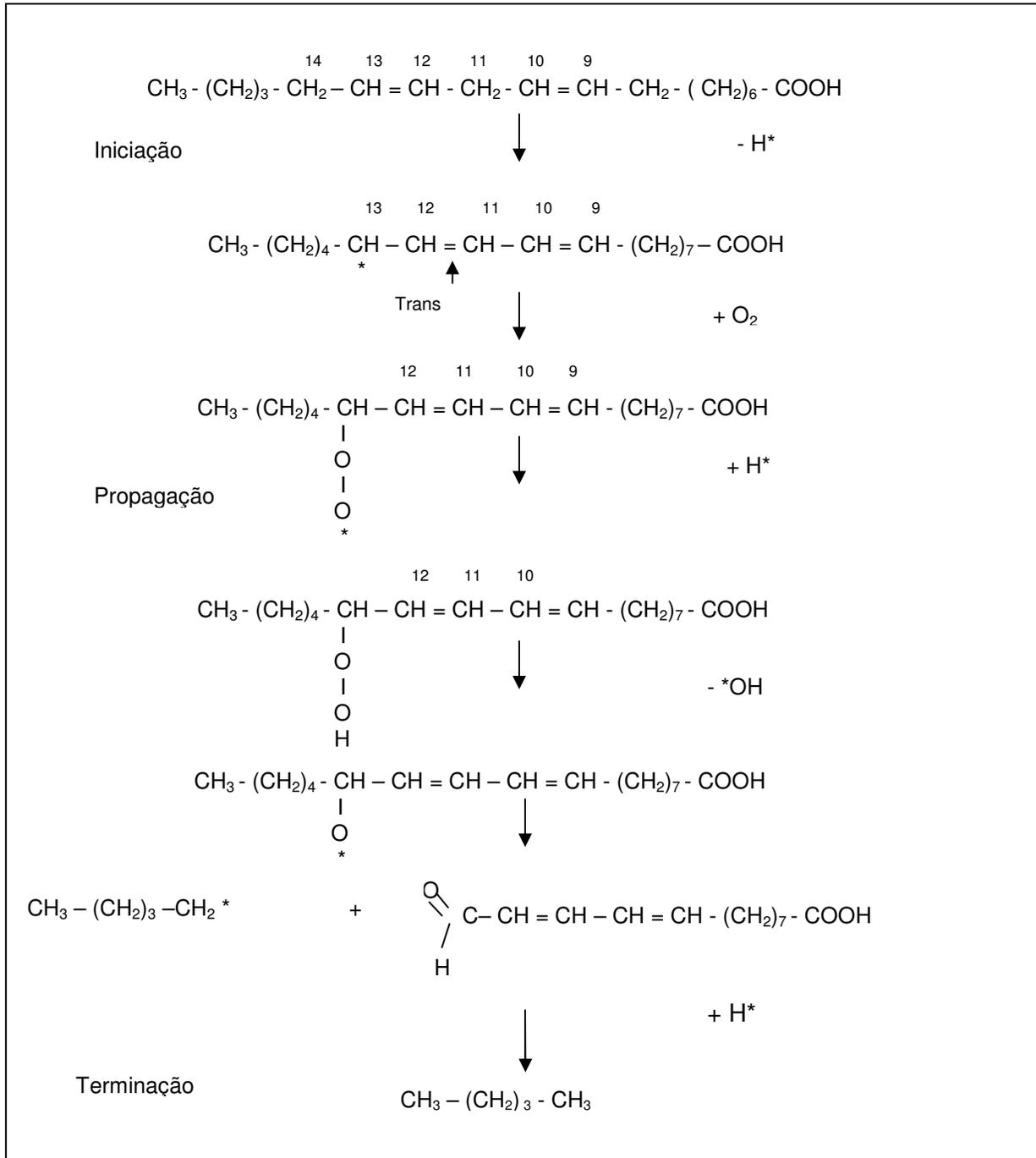


Figura 5 - Fases de iniciação, propagação e terminação da oxidação do óleo (CHOE; MIN, 2007)

Em certo momento do processo oxidativo a concentração de hidroperóxidos atinge níveis nos quais a geração de radicais livres ocorre por um mecanismo de degradação bimolecular, a qual é exotérmica, ao contrário da decomposição mononuclear endotérmica (BELITZ; GROSCH; SCHIEBERLE, 2004; NAWAR, 1985; TAUTORUS; Mc- CURDY, 1990)

Os primeiros compostos gerados pela oxidação se degradam rapidamente por fissão e desidratação na presença de metais e altas temperaturas (Figura 6).

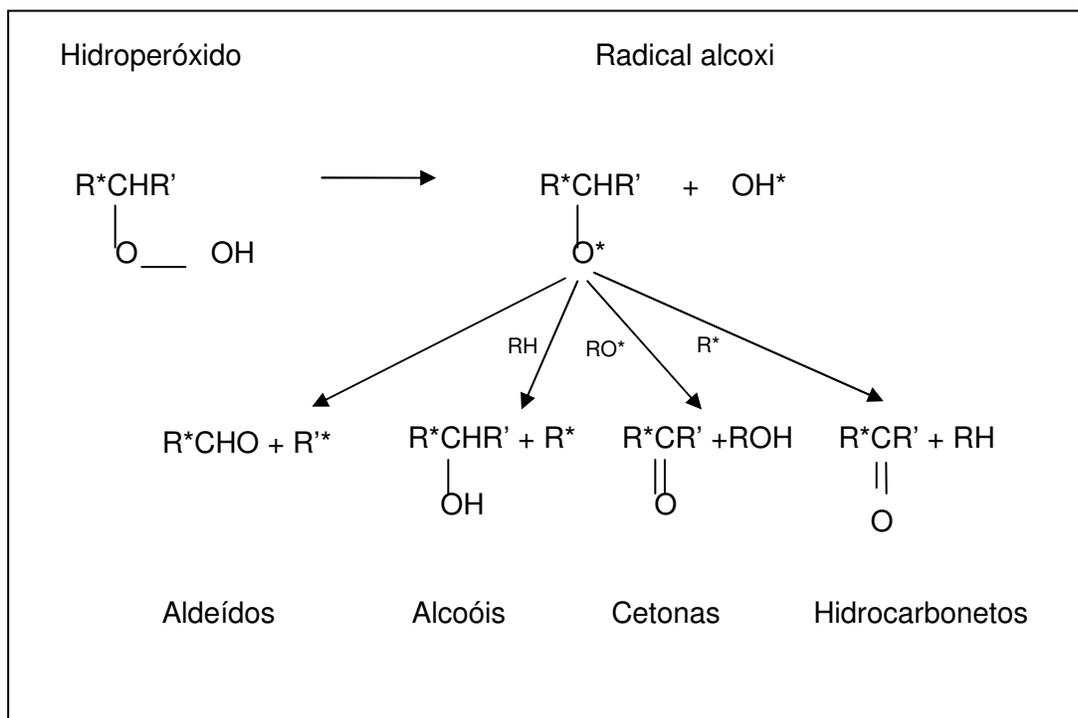


Figura 6 - Mecanismo de decomposição do hidroperóxido em compostos secundários de oxidação (SHAO, 2000)

Os subprodutos formados são classificados em voláteis, que são moléculas de baixo peso como cetonas, ácidos, ésteres, alcoóis e hidrocarbonetos de cadeia curta e não voláteis como triacilgliceróis oxidados, dímeros de triacilglicerol, trímeros de triacilglicerol e polímeros de triacilglicerol, que contribuem para o aroma e sabor do óleo e do alimento (CHOE; MIN, 2006; FRITSCH, 1981; INNAWONG; MALLIKJUNAN; MARCY, 2004; SHAO, 2000; STEEL; DOBARGANES; BARRERA-ARELLANO, 2006; WESSELS, 1983).

O teor destes produtos varia conforme o alimento, a qualidade do óleo e as condições de fritura (GOBURDHUN; SEEBUN; RUGGOO, 2000; WARNER, 2002; WESSELS, 1983).

2.1.1.2.3 Polimerização do óleo

O uso prolongado do óleo em fritura desencadeia várias reações de alteração pela hidrólise e oxidação na matéria graxa, com produção de vários compostos que se acumulam no meio de fritura. A polimerização é um processo que acontece em altas temperaturas pelo rearranjo dos produtos de alteração em meio de fritura que gera outros produtos de maior peso molecular e polaridade, que no óleo provocam aumento da viscosidade, alteração de cor, formação de fumaça, diminuição da capacidade condutiva de energia, além de perdas nutricionais e “organolépticas” (BLUMENTHAL, 1991; BOSKOU; ELMADFA, 1999; GOBURDHUN; SEEBUN; RUGGOO, 2000; HINDRA; BAIK, 2006; JORGE; LUNARDI, 2005; SHAO, 2000; VERGARA et al., 2006; YILMAZ, 2004).

Entre os principais compostos formados pela polimerização estão os dímeros que não têm participação do oxigênio, situação explicada pela reação de Diels-Alder, que desencadeia reações entre uma dupla ligação e um dieno conjugado para formar um derivado de ciclohexênico tetrassubstituído (BELITZ; GROSCH; SCHIEBERLE, 2004; NAWAR, 1985; WARNER, 2002).

Com a formação dos dímeros, outros ácidos graxos com duplas ligações do triglicerídeo reagem formando trímeros, dando seqüência à polimerização (MONOFERRER; VILLALTA, 1993). Há também a formação de monômeros cíclicos, com a abstração de um hidrogênio em posição alílica, seguido de adição intramolecular do radical livre à dupla ligação (JORGE, 1997). Todos estes compostos desencadeiam alterações físicas no óleo que diminuem a sua qualidade e contribuem para maior absorção do óleo pelo alimento.

2.1.1.3 Fatores que afetam a qualidade do meio de fritura

O processo de fritura é outro agente influente nas reações de alterações da matéria graxa. O processo descontínuo normalmente aplicado pela maior parte dos estabelecimentos comerciais submete o óleo a vários aquecimentos e resfriamentos ao longo do período de uso. Isso facilita a solubilização do oxigênio durante o resfriamento do óleo, gerando vários compostos de degradação, que quando aquecidos acelerarão outras reações de alteração no óleo. No processo contínuo, pela formação constante de uma “nuvem” de vapor sobre o meio de fritura, há menor solubilização do oxigênio, protegendo por mais tempo o óleo da degradação (BANKS, 1996; MIN; CHOE, 2007; PAUL; MITAL, 1997; POZO-DÍEZ, 1995; SILVA et al., 2007).

O tempo e a temperatura de fritura são outros dois fatores importantes. As temperaturas empregadas geralmente variam de 160°C a 196°C, temperaturas superiores são mais nocivas, e mais rápida é a degradação e a perda de qualidade do óleo ou gordura (GREGÓRIO; ANDRADE, 2004; SANIBAL; MANCINI-FILHO, 2002).

O tempo de fritura é muito variável, pois depende da quantidade de alimento frito, tamanho, forma, conteúdo inicial e qualidade do óleo devido à perda de capacidade térmica (ALMEIDA et al., 2006; JORGE; LUNARDI, 2005). Alimentos submetidos a altas temperaturas por curto tempo de fritura podem se apresentar dourados e crocantes por fora e não totalmente cozidos por dentro. Sob baixas temperaturas o alimento pode se apresentar mais claro, totalmente cozido por dentro mas com um conteúdo de óleo mais elevado devido ao maior tempo de contato com o óleo (GEBHARDT, 2007; JORGE, 1997). Matérias graxas de uso prolongado em fritura perdem sua capacidade térmica pela formação de surfactantes que aumentam o contato do alimento com o óleo, provocando maior absorção do óleo pelo alimento, ao invés de promover apenas uma retenção periférica (BLUMENTHAL, 1991).

A relação superfície/volume tem efeito marcante sobre a velocidade de alteração no óleo. Quanto maior esta razão, maior é a superfície específica do óleo em contato com ar e seu efeito é a prova indireta das reações de oxidação (BARROS; VIANNI, 2006; DEL RÉ et al., 2003; MALACRIDA; JORGE, 2006).

O uso constante do óleo em fritura requer reposição de óleo novo ou “turnover” para compensar a absorção pelo alimento, que contribui para a recuperação da qualidade do óleo pela diluição dos compostos de alteração. Recomenda-se reposição em torno de 15% a 25% da capacidade total da fritadeira (CHOE; MIN, 2007; DEL RÉ et al., 2003; MASSON et al., 1997).

Em meios de fritura a presença de metais, agentes catalisadores das reações de degradação do óleo, principalmente o cobre e ferro, é bastante comum. Eles podem advir do processo de refino ou dos recipientes de armazenamento e fritura (BOCKISCH, 1998; CHOE; MIN, 2006; GEBHARDT, 2007).

Os antioxidantes têm papel importante na estabilização do óleo, tanto durante a fritura como no armazenamento, por se comportarem como doadores de próton ao radical livre, regenerando a molécula de acilglicerol e interrompendo a fase de propagação da oxidação lipídica ou ainda como agentes quelantes dos íons metálicos (BELITZ; GROSCH; SCHIEBERLE, 2004; BIRCH et al., 2001; CHOE; MIN, 2007; GUNSTONE; HARWOOD; DIJKSTRA, 2007; RAMALHO; JORGE, 2006).

Entre os antioxidantes naturais podem-se citar os ácidos fenólicos, tocoferóis e extratos de plantas (MIN; BOFF, 2002; ZÁCARI, 2008). Os tocoferóis têm sido amplamente usados para evitar a oxidação lipídica dos óleos comestíveis, conservando os ácidos graxos de cadeia insaturada. Sua proporção em cada óleo vegetal varia com o cultivar, manejo da cultura, latitude e em maior extensão, com o processo e estocagem do grão, sendo encontrado em óleo de soja refinado nos seus vários isômeros α , β , γ , δ - tocoferol, nas concentrações de 4%, 1%, 67% e 29%, respectivamente (CHOE; MIN, 2007; RAMALHO; JORGE, 2006).

Entre os antioxidantes sintéticos mais usados estão BHA (butil-hidroxi-anisol), BHT (butil-hidro-tolueno) e TBHQ (butilhidroquinonas terciárias) (BIRCH et al., 2001) (Figura 7).

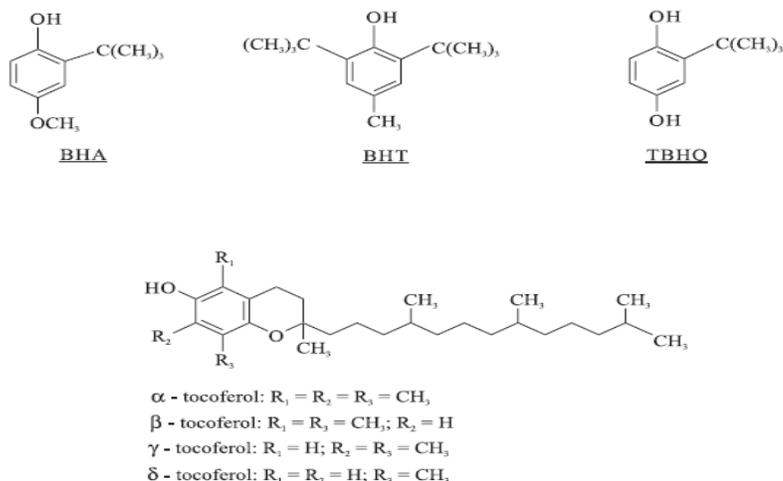


Figura 7 – Estrutura fenólica dos antioxidantes sintéticos e natural

2.1.1.4 Métodos de avaliação da qualidade do óleo de fritura

Atualmente, os estudos que visam avaliar a qualidade de óleos de fritura têm despertado grande interesse por estes comporem o alimento a ser consumido. Um conhecimento detalhado da matéria graxa sob estresse térmico envolve vários métodos e tecnologias instrumentais para acompanhamento das suas alterações na fritura. Estas análises se dividem entre as que medem alterações primárias, secundárias e terciárias, verificadas por alterações químicas, físicas ou propriedades “organolépticas” caracterizando um óleo (MORDRET, 1996; NAWAR, 1985; WARNER, 2002).

No monitoramento da qualidade dos óleos em laboratórios de pesquisa, o ideal é que se adote o maior número de técnicas analíticas disponíveis. Na literatura existem vários métodos descritos, que podem ser encontrados na Tabela 3.

Tabela 3 - Métodos físico-químicos para determinação de alterações em óleos de fritura

| Compostos não voláteis e produtos relacionados | Método de referência |
|---|---------------------------------------|
| Índice de iodo | AOCS Cd 1-/25/93; AOAC 28023 |
| Composição de ácidos graxos livres | AOCS Ce 1-6293 |
| Compostos polares totais | AOCS Cd 20-91 |
| Cromatografia de exclusão de alta performance | Cuesta et al., 1993 |
| Ácidos graxos livres | AOCS Ca 5a-40/93 |
| Constante dielétrica | Fritsch, 1981 |
| Cor | AOCS td 3a- 64/93 |
| Viscosidade | Stevenson; Vaisey-Genser; Eskin, 1984 |
| Ponto de fumaça | AOCS Cc 9a-48/93 |
| Espuma | Stevenson; Vaisey-Genser; Eskin, 1984 |
| Compostos voláteis e produtos relacionados | |
| Índice de peróxido | AOCS Cd 8-53 |
| Dienos conjugados | AOCS Ti 1a-64 |
| Compostos voláteis | AOCS Cg 4-94 |
| Análise sensorial de odor e sabor | Warner; Glynn, 1997 |

AOCS - American Oil Chemists' Society

AOAC - Association of Official Analytical Chemists

Fonte : WARNER, 2002.

2.1.1.4.1 Acidez

O índice de acidez é definido como o número de miligramas de hidróxido de potássio necessário para neutralizar os ácidos graxos livres em um grama de óleo. Como os ácidos são geralmente fracos existe a necessidade do uso de uma base forte para titulá-los, como hidróxido de sódio ou potássio em solução alcoólica usando como indicador a fenolftaleína (MEHLENBACHER, 1960).

Também pode ser expresso como a porcentagem de ácidos graxos livres presente em uma amostra de óleo vegetal ou gordura animal (AOCS, 2003). Frequentemente os valores são expressos em porcentagem de ácido oléico para amostras de origem animal e óleo de soja refinado e porcentagem de ácido láurico para óleo de coco e outros que possuam níveis consideráveis de ácidos graxos de cadeia

curta, sendo bom indicador das alterações hidrolíticas durante o procedimento de fritura (BELCUORE, 2007).

2.1.1.4.2 Absortividade na região ultravioleta

Outra abordagem analítica é a determinação da absortividade na faixa do ultravioleta, que acompanha a formação e acúmulo de compostos secundários de oxidação, como dienos e trienos conjugados, entre outros, no espectro que inclui os comprimentos de onda 232 nm e 270 nm, respectivamente (ANTONIASSI, 2003; DEL RÉ et al., 2003; REDA, 2004). Estudos realizados no laboratório de óleos e gorduras do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP já comprovaram a eficiência do seu uso e a boa correlação com a formação de hidroperóxidos, que sob altas temperaturas, são rapidamente degradados (CELLA; REGITANO-d’ARCE; SPOTO, 2002).

2.1.1.4.3 Compostos polares totais

O teor de compostos polares totais (CPT) é um parâmetro amplamente utilizado na verificação da qualidade de óleos em fritura devido à sua exatidão e reprodutividade (DOBARGANES; VELASCO; DIEFFENBACHER, 2000; GERTZ, 2000).

Avaliar a qualidade do óleo de fritura pela determinação de compostos polares totais é considerado um bom indicador de qualidade. É um dos métodos que serve de base para as recomendações e regulamentos que limitam a quantidade destes compostos para consumo humano (DOBARGANES; VELASCO; DIEFFENBACHER, 2000; FRITSCH, 1981; GIL; CHO; YOON, 2004; PÉREZ – CARMINO et al., 1988).

O método consiste na separação das frações polar e apolar, resultante da degradação de óleos e gorduras submetidos a aquecimento, por meio de coluna cromatográfica em condições específicas. Por eluição de uma fase móvel é realizada a separação das frações, sendo apenas recolhida a fração apolar. A fração polar é determinada por cálculo de diferença entre o peso da amostra adicionada à coluna e o

peso da amostra apolar recolhida pela fase eluída (AOCS, 2003; MACHADO et al., 2007; NAWAR, 1985).

2.1.1.4.4 Teste acelerado de oxidação

Todos os óleos e gorduras possuem uma resistência à oxidação dependente do seu grau de insaturação, presença de antioxidantes, pró-oxidantes e sua qualidade inicial. Os testes acelerados de oxidação medem a resistência do óleo ou gordura à ação do oxigênio, definindo o período de indução. Dentre estes testes, OSI (Oil Stability Index) e Rancimat são considerados dinâmicos por serem automatizados; pois a amostra é apenas colocada no aparelho, que se mantém em temperatura constante e com fluxo de ar intenso, sendo os compostos voláteis de oxidação borbulhados em um recipiente contendo água deionizada, gerando aumento da condutividade detectado por um software (AOCS, 2003; BOSKOU; ELMADFA, 1999; BROADBENT; PIKE, 2003; COPPIN; PIKE, 2001; SILVA; BORGES; FERREIRA, 1999). Em quantidades variáveis de compostos voláteis são produzidos ácido acético, propiônico, butírico, valérico, capríco e em maior quantidade o ácido fórmico que exerce maior ação na condutividade em relação aos outros ácidos (GONZAGA et al., 2007; OETTERER; REGITANO-d'ARCE, SPOTO, 2006).

O teste do Rancimat é considerado um método rápido, fácil e de reprodutividade podendo ser aplicado em óleos de fritura para determinação indireta do ponto de descarte (FARHOOSH; MOOSAVI, 2007).

2.1.1.5 Determinação do ponto de descarte

As primeiras preocupações com a qualidade do óleo de fritura surgiram em meados da década de 70 pela German Society for Fat Research, com a quantificação de ácidos graxos oxidados nas mais diferentes matérias primas. Na época, o momento de descarte do óleo ou gordura era definido por características subjetivas como a presença de odores e sabores inaceitáveis e pela alta viscosidade ou ponto de fumaça inferior a 170°C (NAWAR, 1985; SANIBAL; MANCINI-FILHO, 2002). Posteriormente

vários estudos foram sendo realizados e as determinações definidas para óleos e gorduras foram se aprimorando, sendo adotados hoje os parâmetros de compostos polares totais, acidez, ácidos graxos livres oxidados, polímeros de triglicerídeo e ponto de fumaça (STIER, 2004).

Países como Bélgica, França, Alemanha, Suíça, Holanda e Chile já possuem algum tipo de regulamentação para óleos utilizados em frituras (JORGE; JANIERI, 2005). Os parâmetros europeus seguem, com pequenas alterações, os mesmos princípios adotados pela legislação alemã, tendo como referência para descarte o teor máximo de compostos polares de 25% a 27%, redução do índice de iodo em 16 unidades, índice de peróxido superior a 15 mEq/kg e teor de ácidos graxos livres entre 1 e 2,5% (JORGE et al., 2005b; NAWAR, 1985; TAVARES et al., 2007).

O Brasil não dispõe de legislação específica para o descarte de óleos ou gorduras submetidos ao processo de fritura. A portaria CVS 6/99 e a Resolução RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004 dispõem sobre as Boas Práticas de Serviços de Alimentação, porém abordam de forma muito genérica os óleos e gorduras aquecidos (BRASIL, 1999a; 2004b), contribuindo para que os estabelecimentos utilizem critérios subjetivos como alteração da coloração, da viscosidade, formação de odor desagradável, produção de fumaça e espuma para detectar o momento de descarte do óleo (LI-MAN; SHAU-YEN; YI-FA, 2005; SANIBAL; MANCINI-FILHO, 2002)

Em 2003, uma associação de defesa do consumidor solicitou à Agência Nacional Vigilância Sanitária (ANVISA) a criação de uma norma brasileira sobre a utilização e descarte de óleos e gorduras utilizados para fritura, visando fixar os limites máximos de qualidade do óleo em ácidos graxos livres não superiores a 0,9%; teores de compostos polares menores que 25%; e uso de óleos com teores de ácido linolênico inferiores a 2%. No entanto, os dados apresentados pela associação foram considerados insuficientes, por não espelharem a realidade do comportamento dos estabelecimentos comerciais do Brasil em relação ao descarte. Não foram definidos os valores para regular a qualidade do óleo de fritura, tanto porque as amostras utilizadas não eram representativas, assim como pela percepção da dificuldade de acesso do leigo às metodologias de análises e suas exigências para procedimento (BRASIL, 2004a).

2.2 Análise sensorial

A análise sensorial é utilizada para mostrar, medir, analisar e interpretar reações às características de alimentos e outros produtos de consumo, da forma como são percebidas pelos sentidos de visão, olfato, gosto, tato e audição (CHAVES, 1993; INSTITUTE OF FOOD TECHNOLOGISTS - IFT, 1981; MARTÍNEZ et al., 2007).

É uma técnica amplamente utilizada para avaliar as transformações que comprometem a qualidade dos alimentos e de fundamental importância dentro da ciência, da tecnologia e nos estudos de mercado de vários produtos alimentícios (SANIBAL et al., 2004).

A avaliação sensorial usufrui dos sentidos humanos como “instrumento” de medida multidimensional integrada. É considerada uma das técnicas mais fidedignas, sendo extremamente sensível em detectar modificações nas amostras (SANIBAL et al., 2004; SILVA; BORGES; FERREIRA, 1999), pois as diferentes características sensoriais como aparência, cor, aroma, viscosidade e sabor estimulam o sistema nervoso e, dentro de um processo global de percepção, os atributos se sobrepõem, uma vez que todas as impressões surgem quase que simultaneamente e somente o treinamento torna as pessoas capacitadas a avaliar os produtos de forma isolada (MORI et al., 1982).

As técnicas sensoriais são divididas em discriminativa, descritiva, e de aceitação e preferência. A escolha da técnica a ser aplicada dependerá do objetivo do trabalho. Para avaliar diferença entre amostras, a melhor técnica é a discriminativa que engloba os testes de diferença, como métodos de ordenação, comparação pareada, duo-trio, triangular, A-não-A, duas e cinco e comparação múltipla (CHAVES, 1993; DELLA MODESTA, 1994a; NOBLE, 2002; STONE; SIDEL, 2004).

O teste triangular permite determinar diferenças entre duas amostras, sendo considerado o mais eficaz por apresentar ao provador duas amostras iguais e uma diferente, de forma que a probabilidade de o provador selecionar a amostra diferente, por acaso, em um único julgamento é de 1/3, podendo ser avaliado o mínimo de acertos para um total de provas em cada nível de significância (DELLA MODESTA, 1994a;

JACKSON, 1985; LÓPEZ-AGUILAR et al., 2006; ROESSLER et al., 1978; STONE; SIDEL, 2004).

Na seleção de provadores o uso do teste triangular permite diferenciar os candidatos com habilidade para discriminar diferença entre amostras e discriminar diferença na intensidade da característica analisada. Quando aplicado em treinamento de provadores as amostras com maiores graus de diferença devem ser apresentadas primeiramente, seguido das amostras que possuem menores graus, sempre permitindo que o provador realize inúmeras repetições do procedimento para atingir a confiança real (DELLA MODESTA, 1994b).

Outro teste de diferença bastante usado é o pareado, que consiste em uma escolha entre alternativas, no qual o provador pode selecionar uma delas em função da dimensão ou característica de um produto ou amostra. Sua aplicação pode ser em situações que visem realizar controle de qualidade ou detectar pequenas diferenças entre duas amostras. Existem ainda duas variações do teste, em que a simples diferença possibilita ao provador indicar se há ou não diferença entre as amostras, sendo considerado unicaudal. Já o teste pareado direcional permite ao provador indicar qual a amostra com maior grau de intensidade dentro do atributo analisada, podendo ser da forma unicaudal ou bicaudal (DELLA MODESTA, 1994a; LAWLESS; HEYMANN, 1988; STONE; SIDEL, 2004).

A aplicação de análise sensorial na qualidade de óleos e gorduras vem sendo reconhecida por acompanhar o aparecimento progressivo dos produtos de degradação dos lipídeos causadores dos “off flavors” ou “off odors” que afetam sensorialmente o alimento (JORGE, 1997; MARTÍNEZ; PÉREZ; ESPINILLA, 2007).

No entanto, estudos que avaliem a qualidade do óleo de fritura via sensorial são quase inexistentes. Soares et al. (2004) realizaram avaliação sensorial por meio de teste de aceitabilidade para aroma e sabor, com 40 julgadores não treinados com faixa etária de 20 a 50 anos. Os resultados demonstraram que as amostras de óleo submetido à degomagem e ultrafiltração não diferenciaram significativamente da amostra de óleo de soja comercial; constatando que os processos de degomagem e ultrafiltração não interferiram sensorialmente nas amostras de óleo de soja.

Sanibal et al. (2004) avaliaram sensorialmente a alteração na cor, odor e sabor de batatas fritas em óleo de soja (OS) e gordura parcialmente hidrogenada de soja (GPHS). Amostras de OS e GPHS também foram avaliadas quanto aos atributos de cor e odor. Os resultados demonstraram que as amostras de OS e GPHS sofreram escurecimento gradativo como o aumento do tempo de uso e odor moderadamente oxidado após 50 horas de fritura; porém não indicaram diferença significativa nos atributos de odor oxidado e qualidade global do odor para nenhuma das amostras. Em relação à qualidade das batatas fritas em OS e GPHS foi observado que as submetidas à fritura em GPHS apresentavam tonalidade mais escura comparada com as que foram submetidas a OS. O odor e sabor moderadamente oxidados resultaram numa diminuição da qualidade global das batatas, mas não revelaram diferenças na intensidade de oxidação e qualidade global do odor e sabor.

López-Aguilar et al. (2006) realizaram a análise sensorial de quatro marcas de óleo de soja para determinar rancidez e correlacionar aos dados físicos-químicos. Na análise sensorial foram usados oito provadores selecionados pelo método Alternative Forced Choice (2-AFC), relatado também como método de comparação pareada. Os provadores na primeira fase foram submetidos a dezoito sessões, nas quais cada uma compunha quatro pares possíveis de amostras, de um total de seis emparelhamentos possíveis de combinação. Todos os seis pares foram avaliados, totalizando doze repetições realizada de forma aleatória. Em seguida os candidatos foram treinados por meio de análise descritiva segundo o método Cg 2-83 da AOCS (1994) para definir atributos. Posteriormente foi aplicada a escala de intensidade de atributos para a qual os provadores participaram de doze sessões. Os resultados demonstraram que o método 2-AFC foi eficiente para avaliar pequenas diferenças de rancidez em óleos, e os dados químicos que melhor se correlacionaram foram os valores de anistidina e Rancimat.

Idris, Abdullah e Halim (1992) avaliaram química e sensorialmente oito amostras de óleo de palma refinado e 11 amostras de óleo de palma clarificado e desodorizado. Para o estudo sensorial 10 provadores com capacidade de discriminar pequenas diferenças na qualidade de óleos foram selecionados e treinados. Os testes aplicados foram de pontuação e descritivo. Os resultados demonstraram que a

intensidade de sabor do óleo de palma refinado não refletiu a qualidade. Para as amostras de óleo neutralizado, clarificado e desodorizado houve uma relação inversa entre intensidade de sabor e qualidade global com um coeficiente de correlação de $r = -0,87$. Ainda, houve alguma correlação entre a qualidade global e análises químicas, como ácidos graxos livres ($r = -0,69$), índice de peróxido ($r = -0,57$) e valor de *p*-anisidina ($r = -0,49$).

Su, Gupta e White (2003) estudaram a estabilidade do óleo de soja com baixo e ultra baixo teor de ácido linolênico e com adição de TBHQ, em armazenamento de 12 meses a temperaturas de 21°C e 32°C. A avaliação sensorial foi conduzida pelo método Cg 2-83 da AOCS (1993) e, para simplificar a interpretação e visualização gráfica dos dados sensoriais, se aplicou a técnica “Chernoff faces”. Os resultados demonstraram que no início do armazenamento os óleos com adição de TBHQ apresentaram menor qualidade global com aroma forte de “tinta”, em relação aos óleos sem a adição do antioxidante sintético. Isso diminuiu com o tempo de armazenamento. Os óleos armazenados a 32°C apresentaram aroma forte de “tinta” e com uma qualidade global menor do que os óleos armazenados a 21°C.

Em estudo para comparar a desodorização leve de óleo de soja em baixas temperaturas com o modo convencional, Wang, Wang e Johnson (2002) utilizaram a análise sensorial para verificar a qualidade do óleo final. A avaliação sensorial foi realizada com o método da Cg - 2-83 da AOCS (1994) com a escala de 15 cm. Os resultados demonstraram que o óleo desodorizado em temperatura branda apresentou maior intensidade de aroma em relação ao óleo desodorizado convencionalmente, porém em relação ao sabor global, ambos os óleos se apresentaram semelhantes.

2.3 Mandioca

A mandioca é uma planta heliófila, perene, arbustiva, pertencente à família das Euforbiáceas. Lorenzi (2003) relata que é a única cultivada dentro de seu gênero e que, sua alta heterozigotidade decorrente dos cruzamentos naturais intraespecíficos resultou em grande número de variedades com diferentes características morfológicas,

conferindo-lhe maior adaptação à variadas condições de clima e de solo, assim como resistência e tolerância a pragas e doenças.

A espécie *Manihot esculenta* é o nome proposto por Crantz em 1966, para mandiocas cultivadas, que ao contrário de todas as espécies do gênero *Manihot* é a única cujas raízes tuberizam completamente, transformando-se em raízes comestíveis por acumularem grande quantidade de amido. A planta por ser de fácil cultivo e desenvolvimento possui um importante papel social, já que é a principal fonte de carboidratos para milhões de pessoas, principalmente em países em desenvolvimento, como em países da América Latina e África (ALMEIDA; FERREIRA, 2005; NORMANHA, 1982).

É planta brasileira, cultivada em mais de 2 milhões de hectares, com produtividade média de 13,2 ton/ha e consumo de 42,9 kg/hab/ano. A mandioca tem suas raízes como fontes excelentes de energia, e nas suas folhas, de proteína, podendo ser utilizadas tanto na alimentação humana como animal (FAO, 2009; NASCIMENTO, 2005).

O aparelho radicular da mandioca possui de 60 a 65% de umidade. Os teores de amido disponível variam entre a 21 a 33%, 1,0 a 1,5% de proteínas, 0,60 a 0,90% de fibras e somente 0,18 a 0,24% de lipídeos, possuindo ainda aminoácidos essenciais como lisina e triptofano, e sendo considerada uma excelente fonte de energia, podendo substituir outras fontes famosas como o milho (NASCIMENTO, 2005).

2.4 Material e métodos

2.4.1 Material

Constituíram-se de óleo e alimento a ser frito, além dos reagentes para as determinações analíticas.

Óleo: óleo de soja refinado sem adição de antioxidantes, gentilmente cedido pela empresa Cargill Agrícola S.A.

Alimento: mandioca cultivar IAC 576-70 (*Manihot esculenta* Cratz), adquirida em mercado local, colhida nos períodos de 14/01/08 e 28/02/08, antecedendo os experimentos .

Fritadeiras: elétricas de aço inoxidável com capacidade de 3,5L e 30L Tesdesco® *modelos FE 1B e FAO 30E*, respectivamente.

Reagentes e solventes: os reagentes e solventes foram de grau de pureza condizente com os métodos utilizados.

2.4.2 Métodos

2.4.2.1 Procedimento experimental

2.4.2.1.1 Termoxidação do óleo de soja

Duas porções de 30 litros de óleo de soja refinado foram aquecidas em fritadeira com capacidade de 30L, sem solução salina, por períodos de tempo de 15h e 32h, durante os quais foram mantidos em temperatura constante de 170°C. Estes óleos, denominados **termoxidados**, foram armazenados sob congelamento até o momento das análises físico-químicas e sensorial.

2.4.2.1.2 Preparo da mandioca para fritura

A mandioca foi submetida à lavagem, descascamento, corte em toletes regulares, sanitização com produto comercial encontrado no mercado local (Sumaveg®), enxágue, drenagem e foi acondicionada em sacos plásticos com capacidade para 500g e congelada a -18°C até o momento da cocção.

A mandioca foi cozida por 40 minutos em panela de alumínio, na proporção de 4kg de alimento em 10L de água fervente, em fogão do tipo industrial marca Tron® 1562. O término da cocção foi fixado pelo grau de maciez desejado no alimento ao ser testado com garfo de aço inoxidável, sendo a água drenada e a mandioca imersa em banho de gelo até o resfriamento. A mandioca cozida foi mantida em potes plásticos com tampa em geladeira até o momento da fritura que ocorreu nos dias seguintes.

2.4.2.1.3 Fritura

A mandioca previamente cozida foi submetida à fritura, em escala laboratorial, em fritadeira, com volume inicial de óleo de soja refinado puro de 3,5L. A temperatura de fritura máxima foi de 170°C, com porções médias de 502g \pm 31,97 de mandioca com umidade de 72,86% \pm 3,19.

O ponto final e ideal para a fritura da mandioca foi a visualização da cor amarela dourada, aroma agradável de fritura e maciez ao toque do garfo, que representou em média 8min.

A cada nova fritura esperou-se pelo (re)aquecimento do óleo até 170°C, pois com a imersão do alimento no óleo se observava uma queda de temperatura para valores variando entre 140°C a 150°C. Durante o processo, o cesto com o alimento era periodicamente agitado para promover condições favoráveis para homogeneização da temperatura e distribuição do alimento.

Os períodos de fritura máximos para cada óleo de fritura de mandioca foram definidos segundo os valores de compostos polares totais (CPT). Períodos de 1h06min; 2h; 3h05min, 6h54min, 15h40min foram os adotados como amostras experimentais por apresentarem diferença nos seus valores de CPT. Na Tabela 4 pode-se verificar o procedimento aplicado durante a fritura.

O óleo foi repostado à medida que o volume de óleo se atingia a metade do volume da fritadeira. Durante todo o experimento utilizaram-se 24,74L. A quantidade de mandioca frita nessa quantidade de óleo foi de 111,50 kg.

Após o término dos períodos de fritura o óleo foi recolhido e congelado em frascos de vidro cor âmbar para posterior análise. Nos óleos foram determinados o teor de ácidos graxos livres (AGL), absorvidade em 232nm e 270nm, teor de compostos polares totais (CPT), o período de indução Rancimat (PI) e composição em ácidos graxos. Além disso, esses óleos foram utilizados para análise sensorial, desde o treinamento até a avaliação final de determinação do ponto de descarte.

Tabela 4 - Procedimento experimental de fritura

| Nº de frituras | Quantidade de óleo Inicial/Reposição (L) | Quantidade de mandioca cozida (kg) | T.A. |
|----------------|---|---------------------------------------|----------|
| 9 | 3,5/0 | 4,53 | 1h06min |
| 17 | 3,5/0 | 8,56 | 2h |
| 25 | 3,5/0,5 | 12,58 | 3h05min |
| 54 | 3,5/1,55 | 27,50 | 6h54min |
| 117 | 3,5/5,19 | 58,32 | 15h40min |

T.A.: Tempo acumulado de fritura

2.4.2.2 Determinações analíticas

2.4.2.2.1 Ácidos graxos livres (AGL)

Foi determinado em duplicata segundo o método AOCS Ca 5a-40 (2003), com dissolução de 5g de amostra de óleo em álcool etílico a quente (60°C a 65°C) e titulação com hidróxido de sódio a 0,1M. O volume gasto indica a porcentagem de ácidos graxos livres (expressos em porcentagem de ácido oléico) segundo a fórmula:

$$\text{AGL em ácido oléico (\%)} = \frac{\text{mL de hidróxido de sódio} \times 28,2 \times M}{m \text{ (g)}}$$

Sendo M= molaridade apurada na padronização do hidróxido de sódio.

m= massa de amostra em gramas (g)

2.4.2.2.2 Absortividade em 232 nm e 270 nm

Foi determinada de acordo com o método Ch 5-91 (AOCS, 2003) nos comprimentos de onda de 232 nm e 270 nm. As amostras foram diluídas em isoctano

puro, em balões de 25mL e 50mL, dependendo do nível oxidativo do óleo, respeitando uma faixa de leitura de absorvância entre 0,2 a 0,8. O resultado expresso em absorvividade é dado pela formula:

$$E_{1\text{cm}}^{1\%} = \frac{A}{C}$$

Sendo: A = absorvância no comprimento de onda

C = concentração da solução de amostra, em g/100 mL

2.4.2.2.3 Compostos polares totais (CPT)

O método empregado foi da IUPAC – 2.507/1992, com modificação da proporção do solvente de eluição (87:13 de Hexano : Éter dietílico por 90:10) sugerida por Dobarganes; Pérez-Camino e González-Quijano (1984) e modificações segundo o método Cd 20-91 (AOCS, 2003), sendo realizada em duplicata.

Para o empacotamento da coluna, 20 gramas de sílica gel 60 (Macherey-Nagel, 70-230 mesh ASTM – 0,063 – 0,20 mm) foram dissolvidas em 200 mL de hexano (95% Tedia Brazil[®]) : éter dietílico (90:10) e transferidas lentamente para uma coluna cuja extremidade inferior era provida de lã de vidro (2,1 cm ø e 45 cm de altura). Após uma hora, o solvente (hexano:éter dietílico) em excesso foi retirado e reservado para dissolução da amostra de óleo, deixando aproximadamente 50mL na coluna para evitar que a sílica secasse.

O solvente em excesso, recolhido do processo de empacotamento, foi acrescido à amostra de óleo e transferido novamente para a coluna. Duas porções de 150mL de solvente foram utilizadas como fase móvel, e o fluxo de gotejamento foi ajustado para 85 a 90 gotas/min (2,1 a 2,5mL/min) totalizando 1h cada porção da fase móvel. A fração apolar foi recolhida em balões e o dissolvente eliminado em evaporador rotativo a vácuo, com banho de água a 60°C, marca Marconi[®] (modelo TE-120). Os balões foram mantidos em estufa de secagem e esterilização marca Fanem[®] (modelo

315 SE) a 120°C por 4 horas para evaporação do solvente residual e a fração apolar foi determinada gravimetricamente.

Os compostos polares totais foram calculados pela diferença entre o peso da amostra adicionada à coluna e o da fração apolar eluída.

$$\text{Teor de Compostos Polares Totais (\%)} = \frac{m - m_1}{m} \times 100$$

Sendo: m = massa em gramas da amostra adicionada à coluna

m_1 = massa em gramas da fração apolar

Para óleos com baixo teor de compostos polares totais (óleo puro), foram utilizados até 2g de amostra, enquanto que para óleos com alto teor de compostos polares totais (óleo de fritura) 1g foi suficiente.

2.4.2.2.4 Estabilidade oxidativa em Rancimat

O método seguido foi o Cd 12b-92 (AOCS, 2003), com aquecimento a 110°C, $\Delta = 1^\circ\text{C}$, sob um fluxo de ar de 9L/h, amostras de 3 g de óleo puro e óleos de frituras (1h06min, 2h, 3h05min, 6h54min, 15h40min) em tubos de vidro inseridos no aparelho Rancimat (Metrohm AG, Ch-9100 Herisau Switzerland). As leituras crescentes de condutividade devido ao acúmulo de compostos voláteis de quebra dos ácidos graxos (ácido fórmico) traçaram uma curva em função do tempo de reação, que possibilitou as determinações do Período de Indução (PI) de cada amostra.

2.4.2.2.5 Composição em ácidos graxos

Para a determinação do perfil de ácidos graxos, fez-se necessário o preparo das amostras através da metilação de ácidos graxos que foi conduzida segundo Hartman; Lago (1973), modificado. Para a análise, 0,05g de óleo foram pesados em tubos de vidro com rosca, sendo adicionado o reagente de saponificação seguido de

um aquecimento a 100°C por 5 minutos. Após o resfriamento em água corrente, houve adição de éter de petróleo e agitação vigorosa, seguida da adição da solução salina e agitação cuidadosa para evitar a formação de emulsão. Ocorrendo a separação das fases, foram coletados os ésteres metílicos da fase superior e transferidos para tubos de vidro com água destilada, para lavagem e desidratação da fase metílica sobre um leito de sulfato de sódio anidro. Os ésteres metílicos foram recolhidos e acondicionados em tubos do tipo Eppendorf, cobertos com N₂ gasoso e congelados em freezer a -20°C.

As amostras de ésteres metílicos dos ácidos graxos foram analisadas em cromatógrafo a gás HP 5890 com detector FID, coluna DB23 e 60m x 0,25mm x 0,25µm, com gás de arraste Hélio, sob vazão de 1,5 mL/minuto, com temperatura entre 130°C e 260°C, conforme o método Ce1b-89 (AOCS, 2003). Os padrões utilizados foram Supelco Part 18919 mix C4-C24.

2.4.2.2.6 Teor lipídico e umidade da mandioca frita e cozida

A umidade foi determinada pelo método da AOAC (1995) e o teor de lipídeos pelo método da AOCS (2003), em extrator de Soxhlet marca Marconi[®] modelo Ma-188. As amostras dos lotes de mandioca frita, nos diferentes períodos de fritura (1h06min, 2h, 3h05min, 6h54min, 15h40min) foram guardadas em sacos plásticos de polietileno e congeladas até o momento das análises realizadas em triplicata. A mandioca cozida foi analisada quanto ao teor de água presente, imediatamente após o cozimento.

2.4.2.3 Análise Sensorial

A classificação das amostras para análise sensorial foi baseada nos valores de compostos polares totais (%CPT) dos óleos de fritura de mandioca. Por não existir uma legislação específica no Brasil para óleos de fritura, se consideraram os valores adotados por outros países que admitem valores até 25% de CPT. A análise sensorial foi dividida em três etapas: 1) seleção de provadores para as características de cor, aroma, viscosidade e sabor de óleo de soja submetido à termoxidação; 2) treinamento dos provadores para as características de cor, aroma, viscosidade e sabor de óleo de

soja submetido à oxidação por fritura; 3) avaliação sensorial final com a determinação do nível de diferença perceptível de oxidação do óleo de soja utilizado em fritura de mandioca.

Os testes para seleção, treinamento e avaliação final foram iniciados após a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa, sendo realizados em cabines individuais no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”- USP.

2.4.2.3.1 Seleção de provadores para as características de cor, aroma, viscosidade e sabor do óleo de soja termoxidado

Nesta etapa da análise sensorial, duas fases foram aplicadas usando o teste triangular simples, na avaliação da cor, aroma, viscosidade e sabor de óleos termoxidados com diferentes concentrações de compostos polares totais. As análises partiram entre o mais alto nível de oxidação e o menor, de forma que todos os candidatos a provadores fossem submetidos às seis combinações possíveis entre as amostras analisadas (DELLA MODESTA, 1994a).

Na primeira fase foram comparados óleo puro com 4,40% de CPT (A) e óleo termoxidado com 12,50% de CPT (C). Na segunda fase a amostra de óleo puro com 4,40% de CPT foi comparada com óleo termoxidado com 6,60% de CPT (B) (DELLA-MODESTA, 1994a).

Cada característica (cor, aroma, viscosidade e sabor) foi analisada separadamente. Ao iniciar o teste, o nome do provador era marcado em uma ficha controle (Figura 8) que apresentava a combinação que o provador receberia para as características analisadas.

As respostas de cada provador foram registradas em uma ficha individual de teste triangular simples (Figura 9), com orientação para que sempre se iniciasse a avaliação da esquerda para a direita.

Para a avaliação da capacidade sensorial em relação à cor, as amostras de óleo de soja refinado puro e termoxidado foram apresentadas à temperatura ambiente, sobre folha de papel sulfite branco, sob luz branca, em placa de Petri em volumes

iguais, cobertas por papel alumínio; devidamente etiquetadas com números aleatórios de três dígitos (DELLA MODESTA, 1994a; RAVELLI et al., 2009a), conforme apresentado na Figura 10.

As características aroma, viscosidade e sabor foram avaliadas sob luz vermelha (para mascarar a diferença de cor entre as amostras) e servidas à temperatura de 43°C, para apresentarem suas características sensoriais mais perceptíveis e diferenciáveis segundo Caul (1973 apud DELLA MODESTA, 1994a).

As amostras para a avaliação do aroma foram servidas em frasco iodométrico de 125 mL, cobertos por papel alumínio e etiquetados com números aleatórios de três dígitos em bandeja branca, conforme apresentado à Figura 11 (DELLA MODESTA, 1994a; RAVELLI et al., 2009a).

Para a avaliação da viscosidade e do sabor (Figura 12), as amostras foram servidas em copos transparente de 50mL cobertos com papel alumínio, etiquetados com números aleatórios de três dígitos (DELLA MODESTA,1994a), acompanhadas de um copo de água, guardanapo de papel e biscoito do tipo água a temperatura ambiente para limpeza do palato (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS-ASTM, 1968)

Em cada fase da seleção, o candidato a provador avaliou as amostras quanto às quatro características (cor, aroma, viscosidade e sabor) em um mesmo dia e período, sendo convidado a voltar ao Laboratório de Análise Sensorial para realizar o mesmo teste outras cinco vezes.

Os acertos e erros das fichas do teste triangular simples das duas fases da seleção foram transferidos para a ficha de resultados para se avaliar quais os candidatos a provadores que seriam selecionados para o treinamento (Figura 13).

FICHA CONTROLE

DATA: ___/___/___

ESTUDO: Seleção de provadores para discriminar diferenças entre amostras de óleo de soja com diferentes porcentagens de compostos polares totais

AMOSTRAS: A = 4,4% de CPT X B = 6,6% de CPT

TIPO DO TESTE: Triangular Simples

| PROVADORES | COR | | | AROMA | | | VISCOSIDADE | | | SABOR | | |
|------------|-----|---|---|-------|---|---|-------------|---|---|-------|---|---|
| | A | B | B | B | A | A | A | A | B | B | B | A |
| 1. | | | | | | | | | | | | |
| 2. | | | | | | | | | | | | |
| 3. | | | | | | | | | | | | |
| 4. | | | | | | | | | | | | |
| 5. | | | | | | | | | | | | |
| 6. | | | | | | | | | | | | |
| 7. | | | | | | | | | | | | |
| 8. | | | | | | | | | | | | |
| 9. | | | | | | | | | | | | |
| 10. | | | | | | | | | | | | |
| 11. | | | | | | | | | | | | |
| 12. | | | | | | | | | | | | |
| 13. | | | | | | | | | | | | |
| 14. | | | | | | | | | | | | |
| 15. | | | | | | | | | | | | |
| 16. | | | | | | | | | | | | |
| 17. | | | | | | | | | | | | |
| 18. | | | | | | | | | | | | |
| 19. | | | | | | | | | | | | |
| 20. | | | | | | | | | | | | |
| 21. | | | | | | | | | | | | |
| 22. | | | | | | | | | | | | |
| 23. | | | | | | | | | | | | |
| 24. | | | | | | | | | | | | |
| 25. | | | | | | | | | | | | |
| 26. | | | | | | | | | | | | |
| 27. | | | | | | | | | | | | |
| 28. | | | | | | | | | | | | |
| 29. | | | | | | | | | | | | |
| 30. | | | | | | | | | | | | |
| 31. | | | | | | | | | | | | |
| 32. | | | | | | | | | | | | |

Figura 8 - Ficha controle da seleção de provadores (DELLA MODESTA, 1994a)

| Triangular simples | | | |
|---|---------------------|-------------------------|-----|
| NOME: _____ | | DATA ____ / ____ / ____ | |
| Duas amostras são iguais e uma é diferente. Faça um círculo ao redor da amostra diferente em cada característica. | | | |
| Característica | Número das amostras | | |
| COR | 154 | 368 | 736 |
| AROMA | 319 | 425 | 271 |
| VISCOSIDADE | 527 | 984 | 653 |
| SABOR | 851 | 162 | 359 |
| COMENTÁRIOS: _____ | | | |
| _____ | | | |

Figura 9 - Ficha do teste triangular simples utilizada na seleção de provadores (DELLA MODESTA, 1994a)



Figura 10 - Apresentação das amostras para seleção dos provadores quanto à cor



Figura 11 - Apresentação das amostras para seleção dos provadores quanto ao aroma



Figura 12 - Apresentação das amostras para a seleção de provadores quanto à viscosidade e ao sabor

FICHA DE RESULTADOS DA SELEÇÃO DE PROVADORES

Fase:

Método:

Data

| Característica Combinação | Cor | | | Aroma | | | Viscosidade | | | Sabor | | |
|------------------------------|-----|---|---|-------|---|---|-------------|---|---|-------|---|---|
| | B | B | A | A | B | A | A | B | B | B | A | B |
| 1. | | | | | | | | | | | | |
| 2. | | | | | | | | | | | | |
| 3. | | | | | | | | | | | | |
| 4. | | | | | | | | | | | | |
| 5. | | | | | | | | | | | | |
| 6. | | | | | | | | | | | | |
| 7. | | | | | | | | | | | | |
| 8. | | | | | | | | | | | | |
| 9. | | | | | | | | | | | | |
| 10. | | | | | | | | | | | | |
| 11. | | | | | | | | | | | | |
| 12. | | | | | | | | | | | | |
| 13. | | | | | | | | | | | | |
| 14. | | | | | | | | | | | | |
| 15. | | | | | | | | | | | | |
| 16. | | | | | | | | | | | | |
| 17. | | | | | | | | | | | | |
| 18. | | | | | | | | | | | | |
| 19. | | | | | | | | | | | | |
| 20. | | | | | | | | | | | | |
| 21. | | | | | | | | | | | | |
| 22. | | | | | | | | | | | | |
| 23. | | | | | | | | | | | | |
| 24. | | | | | | | | | | | | |
| 25. | | | | | | | | | | | | |
| 26. | | | | | | | | | | | | |
| 27. | | | | | | | | | | | | |
| 28. | | | | | | | | | | | | |
| 29. | | | | | | | | | | | | |
| 30. | | | | | | | | | | | | |
| 31. | | | | | | | | | | | | |
| 32. | | | | | | | | | | | | |

Figura 13 - Ficha de resultados para acertos e erros dos candidatos a provadores em uma das combinações possíveis da segunda fase (DELLA MODESTA, 1994a)

Na primeira fase de seleção de provadores 15 candidatos compararam, através do teste triangular simples, o óleo puro com 4,40% de CPT (A) ao óleo termoxidado com 12,50% de CPT (C). Os resultados foram avaliados pela análise sequencial (BRADLEY, 1953; BERQUO, 1959; GACULA et al., 1974; GARRUTI, 1976 apud DELLA MODESTA, (1994a) após participação de cada candidato as seis combinações possíveis (AAC, CAA, CCA, ACC, ACA, CAC), nas quatro características avaliadas (RAVELLI et al., 2009a).

Em seguida foi aplicada a segunda fase da seleção, na qual os candidatos avaliaram a diferença entre as amostras de óleo puro com 4,40% de CPT (A) e do óleo termoxidado com 6,60% de CPT (B), nas seis combinações possíveis (AAB, BAA, BBA, ABB, ABA, BAB) (RAVELLI et al., 2009a), sendo iniciada com 42 candidatos a provadores e finalizada com apenas 32.

Para selecionar os candidatos a provador para o treinamento, foi utilizada a análise sequencial de acordo com Bradley (1953), Berquo (1959), Gacula et al. (1974) e Garruti (1976) com $\alpha = 0,01$, $\beta = 0,05$, $p_0 = 35\%$, $p_1 = 65\%$, na qual $\alpha =$ erro de 1ª espécie (risco de selecionar um mau provador), $\beta =$ erro de 2ª espécie (risco de rejeitar um bom provador), $p_0 =$ probabilidade que o provador erre e $p_1 =$ probabilidade que o provador acerte (DELLA MODESTA, 1994a).

Um gráfico da análise sequencial (Figura 14) foi construído por meio de cálculo dos limites de aceitação e rejeição, no qual o eixo da ordenada representa o número de erros acumulados e o da abscissa, o número de provas do teste triangular, obtendo-se duas retas e 3 regiões, de aceitação, de rejeição e região de dúvida.

O cálculo da análise sequencial para a construção do gráfico é demonstrado a seguir (DELLA MODESTA, 1994a):

Cálculo do limite de aceitação:

$$y \leq \frac{\ln \beta - \ln (1 - \alpha) - N \{ \ln (1 - p_1) - \ln (1 - p_0) \}}{\ln p_1 - \ln p_0 - \ln (1 - p_1) + \ln (1 - p_0)}$$

Substituindo os valores e simplificando, tem-se:

$$y \leq -2,4117 + 0,50N$$

$$N = 5 \quad y \leq 0,0883$$

$$N = 10 \quad y \leq 2,5883$$

$$N = 15 \quad y \leq 5,0883$$

$$N = 20 \quad y \leq 7,5883$$

Cálculo do limite de rejeição:

$$y \geq \frac{\ln(1-\beta) - \ln\alpha - N \{ \ln(1-p_1) - \ln(1-p_0) \}}{\ln p_1 - \ln p_0 - \ln(1-p_1) + \ln(1-p_0)}$$

Substituindo os valores e simplificando, tem-se:

$$y \geq 3,6784 + 0,50N$$

$$N = 5 \quad y \geq 6,1784$$

$$N = 10 \quad y \geq 8,6784$$

$$N = 15 \quad y \geq 11,1784$$

$$N = 20 \quad y \geq 13,6784$$

Nesta fase de seleção os candidatos a provadores foram convidados a participarem de um número de provas equivalentes ao número de seus erros, ou seja, foram repetidas as análises até o momento que estes se apresentassem na região de rejeição ou aceitação. Os candidatos que obtiveram um número significativo de acertos foram selecionados para a fase de treinamento.

Os candidatos a provadores para serem selecionados para o treinamento tiveram que acertar todas as seis combinações possíveis entre as amostras das duas fases realizadas, sendo que na primeira fase como foi citado, os candidatos que estiveram na região de aceitação foram selecionados para a segunda fase.

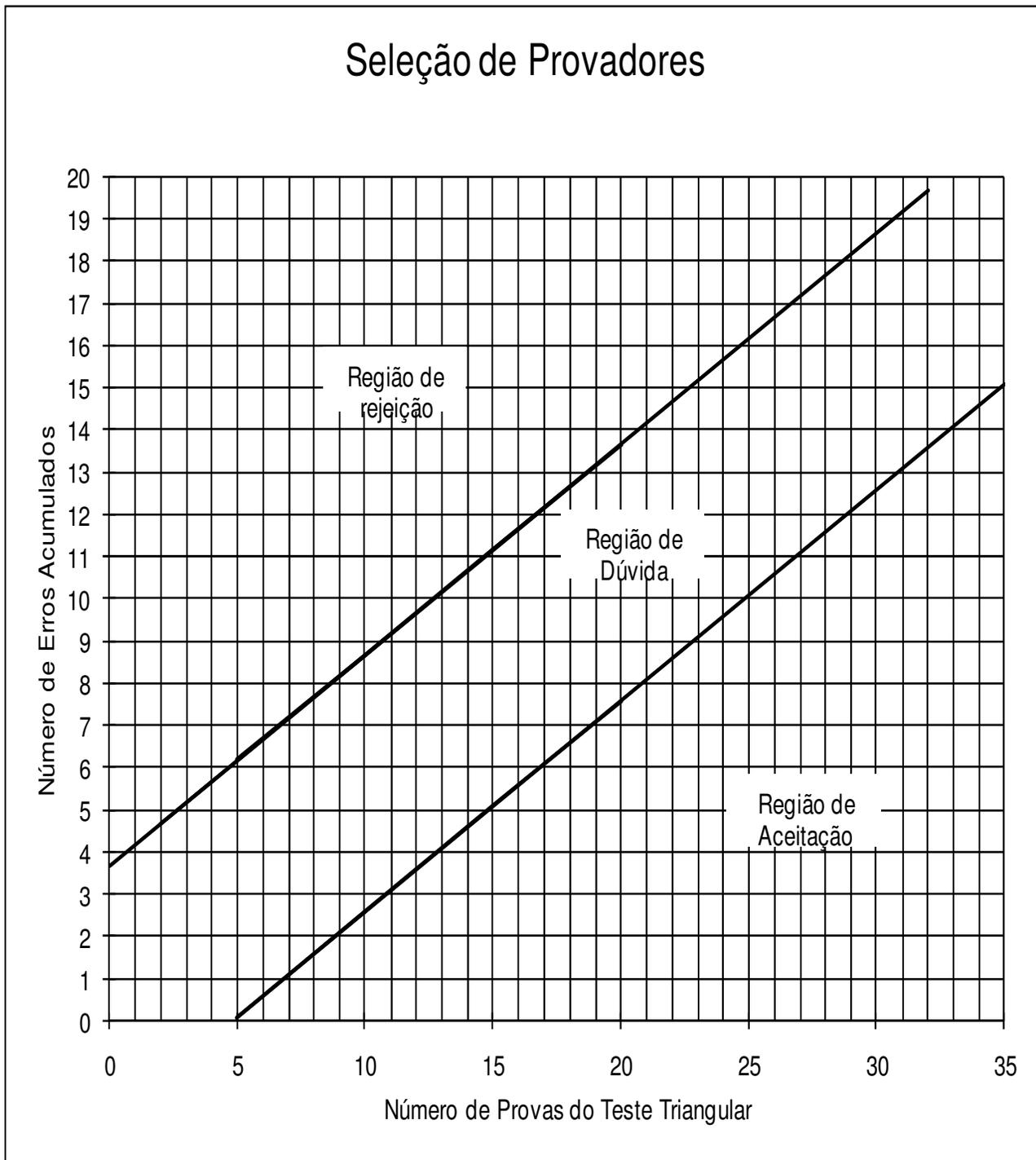


Figura 14 - Gráfico para seleção de provedores através da análise sequencial ($\alpha = 0,01$; $\beta = 0,05$; $p_0 = 35\%$; $p_1 = 65\%$) (DELLA MODESTA, 1994a)

2.4.2.3.2 Treinamento dos provadores para as características de cor, aroma, viscosidade e sabor de óleos de fritura de mandioca

Os provadores selecionados foram treinados em prova aberta, quanto à capacidade de diferenciação na cor, aroma, viscosidade e sabor do óleo de soja refinado puro e óleos de soja refinados submetidos à fritura de mandioca, com diferentes concentrações de compostos polares totais (%CPT).

Nesta etapa, apenas cinco provadores participaram do trabalho, de um total de dez provadores selecionados inicialmente, sendo recomendados no mínimo cinco provadores segundo o Sensory Evaluation Division of the Institute of Food Technologists (1981).

Os óleos de fritura utilizados no treinamento foram de 1h06min (Amostra 1); 2h (Amostra 2); 3h05min (Amostra 3); 6h54min (Amostra 6); 15h40min (Amostra 15) com níveis de oxidação de 6,14% (Puro), 7,14% (1), 9,54% (2), 12,39% (3), 15,81% (6), 20,37% (15) de compostos polares totais, respectivamente.

Durante a fase em prova aberta as amostras de óleo puro e oxidado por fritura foram apresentadas individualmente a cada provador, uma ao lado da outra, nas mesmas condições de temperatura, recipientes, volume de amostra como foi realizado na fase de seleção (item 2.4.2.3.1).

Primeiramente foram analisadas as características de cor e viscosidade e, posteriormente aroma e sabor, para evitar a saturação do palato. Para todas as características (cor, aroma, viscosidade e sabor) as amostras de óleo foram dispostas do menor nível de percepção sensorial para o de maior nível (Puro; 1; 2; 3; 6; 15), sendo indicado o tempo de fritura de cada amostra, possibilitando aos provadores avaliarem e diferenciarem os óleos, o período no qual se torna perceptível sensorialmente a característica de ranço e o tempo de fritura que seria recomendado ao descarte.

Os resultados dos valores de compostos polares totais (%CPT) não foram revelados durante o treinamento.

Em todas as características sensoriais (cor, aroma, viscosidade e sabor) as amostras foram comparadas da seguinte maneira: (1)x(2); (2)x(3); (3)x(6); (6)x(15) para

os provadores avaliarem a diferença perceptível entre as amostras oxidadas. A seguir, as amostras de óleo de fritura foram comparadas em relação ao óleo de soja refinado: (Puro)x(1); (Puro)x(2); (Puro)x(3); (Puro)x(6); (Puro)x(15). As amostras foram avaliadas sempre da esquerda para a direita.

A comparação entre as amostras oxidadas e posteriormente comparação em relação ao óleo de soja puro (em todas as características analisadas) foi realizada individualmente por cada provador, e relatados os resultados à líder/encarregada, permitindo avaliar que os provadores apresentassem um consenso sobre as características sensoriais dos óleos.

Ao final do treinamento, em dias e períodos diferentes, foi aplicado um teste preliminar em cabine no laboratório de Análise Sensorial, usando o teste pareado simples de diferença (unicaudal), teste pareado direcional (unicaudal) e teste pareado (bicaudal) para avaliar se os resultados obtidos em prova em cabine foram os mesmos apresentados pelos provadores na prova aberta.

Nesta fase do treinamento usando fichas individuais (Figura 15) se aplicaram duas repetições para cada óleo de fritura analisado, em todas as características avaliadas (cor, aroma, viscosidade e sabor), totalizando 10 testes sensoriais (2 repetições x 5 provadores = 10 testes sensoriais). Na primeira repetição, para cor, aroma, viscosidade e sabor as amostras de óleo de puro e de fritura foram necessariamente colocadas na seqüência (Puro) x (1); (Puro) x (2); (Puro) x (3); Puro) x (6); (Puro) x (15), e na segunda repetição para todas as características, a seqüência foi (1) x (Puro); (2) x (Puro); (3) x (Puro); (6) x (Puro); (15) x (Puro). Nesta prova em cabine, as amostras foram dispostas desta maneira a fim de verificar se os provadores estavam sendo influenciados pela posição das amostras.

No teste em cabine, as amostras foram apresentadas aos provadores aos pares, para avaliarem separadamente cor, aroma, viscosidade e sabor nas mesmas condições que óleos foram apresentados na fase de seleção (item 2.4.2.3.1).

| | | | | | | |
|--|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <p>TESTE PAREADO SIMPLES - DIFERENÇA (UNICAUDAL)</p> <p>Nome _____ DATA ___/___/___</p> <p>Dentro desse par, você percebe diferença quanto:</p> <p style="text-align: center;">COR</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">N^o AMOSTRA</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">Sim</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">Não</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">_____</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">_____</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">_____</td> </tr> </table> <p>COMENTÁRIOS: _____</p> | N ^o AMOSTRA | Sim | Não | _____ | _____ | _____ |
| N ^o AMOSTRA | Sim | Não | | | | |
| _____ | _____ | _____ | | | | |
| <p>SE HOVER DIFERENÇA NESSA CARACTERÍSTICA CONTINUE O TESTE, SE NÃO, POR FAVOR, PODE PARAR</p> | | | | | | |
| <p>TESTE PAREADO DIRECIONAL (UNICAUDAL)</p> <p>Dentro desse par, passe um círculo na amostra mais OXIDADA.</p> <p style="text-align: center;">N^o AMOSTRA</p> <p style="text-align: center;">_____</p> <p>COMENTÁRIOS: _____</p> | | | | | | |
| <p>TESTE PAREADO (BICAUDAL)</p> <p>Você descartaria essa amostra?</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">SIM</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">NÃO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">_____</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">_____</td> </tr> </table> | SIM | NÃO | _____ | _____ | | |
| SIM | NÃO | | | | | |
| _____ | _____ | | | | | |

Figura 15 - Ficha do teste pareado simples de diferença, pareado direcional unicaudal e pareado bicaudal no treinamento e avaliação final, para cor

Os resultados dos testes simples de diferença (unicaudal) e pareado direcional (unicaudal) e pareado (bicaudal) foram analisados segundo Roessler et al. (1978), no qual para 10 testes sensoriais, as hipóteses são:

- teste pareado simples de diferença (H_0 : óleo puro = amostra oxidada e H_1 : óleo puro \neq amostra oxidada), e a freqüência é de 9 testes ($p < 0,05$), 10 testes ($p < 0,01$) e 10 testes ($p < 0,001$);
- teste pareado direcional unicaudal (H_0 : óleo puro = amostra oxidada e H_1 : óleo puro $<$ amostra oxidada), e a freqüência é de 9 testes ($p < 0,05$), 10 testes ($p < 0,01$) e 10 testes ($p < 0,001$);
- teste pareado bicaudal (H_0 : óleo puro = amostra oxidada e H_1 : óleo puro $<$ amostra oxidada ou H_1 : óleo puro $>$ amostra oxidada), e a freqüência de exigência é de 9 testes ($p < 0,05$), 10 testes ($p < 0,01$).

O treinamento em duas etapas (em prova aberta e teste preliminar em cabine) capacitou o provador a diferenciar sensorialmente as amostras de óleos de fritura e óleo soja refinado puro, a avaliar quando se detectou pela primeira vez a característica do ranço, quando se recomendaria o descarte do óleo de fritura, e, finalmente, qual a melhor característica sensorial para avaliar óleo de fritura, para se estabelecer uma correlação entre os resultados analíticos e sensoriais.

2.4.2.3.3 Avaliação sensorial final para determinação do nível de diferença perceptível de oxidação dos óleos de fritura de mandioca

Nesta etapa da análise sensorial, foi aplicado o teste pareado simples de diferença (unicaudal) e o teste pareado direcional (unicaudal) e pareado (bicaudal) ao invés do teste triangular que apenas indica se há diferença entre as amostras de óleo.

Durante o treinamento as amostras de óleos oxidados por fritura foram apresentadas aos provadores do mais alto nível de percepção sensorial à oxidação ao mais baixo (Amostras 1, 2, 3, 6, 15). No entanto, para evitar que os provadores se deixassem influenciar pela ordem de apresentação das amostras do treinamento, na avaliação final, a disposição das amostras foi diferente, sendo realizada pela sequência

(Puro)x(2); (Puro)x(6); (Puro)x(1); Puro)x(3); (Puro)x(15) (ou 2,6,1,3,15), e dispostas para avaliação da mesma forma realizada na fase de seleção (item 2.4.2.3.1).

Nesta etapa foram necessárias seis repetições dos mesmos testes para cada característica avaliada (cor, aroma, viscosidade e sabor) em cada tempo de fritura devido ao número de provadores participantes do trabalho (5), totalizando 30 testes sensoriais em cada característica avaliada, que foram realizados de forma balanceada (15 testes na seqüência óleo puro x amostra oxidada e 15 testes na seqüência de amostra oxidada x óleo puro). Os resultados foram avaliados segundo Roessler et al. (1978), em que para 30 testes sensoriais se considera as hipóteses:

- teste pareado simples de diferença (H_0 : óleo puro = amostra oxidada ou H_1 : óleo puro \neq amostra oxidada), e a freqüência é de 20 testes ($p < 0,05$), 22 testes ($p < 0,01$) e 24 testes ($p < 0,001$);
- teste pareado direcional unicaudal (H_0 : óleo puro = amostra oxidada e H_1 : óleo puro $<$ amostra oxidada), e a freqüência é de 20 testes ($p < 0,05$), 22 testes ($p < 0,01$) e 24 testes ($p < 0,001$);
- teste pareado bicaudal (H_0 : óleo puro = amostra oxidada e H_1 : óleo puro $<$ amostra oxidada ou H_1 : óleo puro $>$ amostra oxidada), e a freqüência de exigência é de 21 testes ($p < 0,05$), 23 testes ($p < 0,01$) e 25 testes ($p < 0,001$).

2.5 Resultados e discussão

2.5.1 Processo de fritura

No presente trabalho, o procedimento de fritura ocorreu de forma descontínua, não havendo um tempo pré-fixado de contato entre o alimento e o óleo durante sua imersão, sendo em função do grau de cor dourada e crocância esperados de uma mandioca em tolete.

Os resultados detalhados dos tempos de cada porção de fritura, quantas frituras foram realizadas em cada tempo de fritura, quanto de óleo foi repostado, o peso de cada porção antes e depois da fritura, o tempo necessário para (re)aquecimento e o volume

inicial e final do óleo recolhido da fritadeira podem ser vistos nos Apêndices A, B, C, D, E.

Em relação ao número de frituras foram realizadas de 9 frituras em 1h06min, 17 frituras em 2h, 25 frituras em 3h05min, 54 frituras em 6h54min e 117 frituras em 15h40min (Apêndices A, B, C, D, E).

Com o uso prolongado do óleo em fritura houve a necessidade de reposição de óleo puro, podendo ser visto na Tabela 5 o momento em que foi efetuado este procedimento. Nos tempos de fritura de 1h06min e 2h não houve reposição, mas foi necessário 0,5L no período 3h05min, 1,55L em 6h54min e 5,19L em 15h40min. No total foram utilizados 7,24L de óleo de soja refinado para reposição.

Tabela 5 - Reposição de óleo novo (litros) durante o processo experimental de fritura

| Período de fritura | | | | |
|---|----|--------------|--------------|---------------|
| 1h06min | 2h | 3h05min | 6h54min | 15h40min |
| Horário de reposição durante a fritura/quantidade de óleo repostado em litros (L) | | | | |
| - | - | 1h48min/0,50 | 2h02min/0,70 | 2h15min/0,71 |
| - | - | - | 3h11min/0,25 | 4h03min/0,20 |
| - | - | - | 4h45min/0,60 | 5h07min/0,58 |
| - | - | - | - | 6h57min/0,20 |
| - | - | - | - | 8h30min/1,80 |
| - | - | - | - | 13h07min/1,70 |

Os óleos de fritura nos períodos de 1h06min, 2h, 3h05min, 6h54min e 15h40min foram avaliados por métodos físico-químicos a fim de se determinar seu ponto de descarte. Os resultados das análises podem ser vistos na Tabela 6.

Tabela 6 - Compostos polares totais, ácidos graxos livres, absortividade a 232nm e 270nm e período de indução em óleos de soja refinado puros, óleos termoxidados e óleos de fritura nos diferentes tempos acumulados

| Óleos | T.A. | Óleo Inicial/ Reposição (L) | AGL (% ácido oléico) | Abs. 232nm (E ^{1%} _{1cm}) | Abs. 270nm (E ^{1%} _{1cm}) | CPT (%) | PI (h) |
|---------------------------------------|----------|-----------------------------|----------------------|--|--|---------|--------|
| Puro/ seleção provadores * | - | - | - | - | - | 4,40 | - |
| Puro/ treinamento e avaliação final** | - | - | - | - | - | 6,14 | - |
| Puro/ fritura*** | - | - | 0,11 | 4,45 | 2,46 | 5,56 | 7,12 |
| 1 | 1h06min | 3,5/0 | 0,11 | 6,30 | 2,80 | 7,14 | 4,28 |
| 2 | 2h | 3,5/0 | 0,11 | 7,15 | 2,93 | 9,54 | 3,96 |
| 3 | 3h05min | 3,5/0,50 | 0,12 | 8,49 | 3,31 | 12,39 | 3,94 |
| 4 | 6h54min | 3,5/1,55 | 0,16 | 12,93 | 3,86 | 15,81 | 3,18 |
| 5 | 15h40min | 3,5/5,19 | 0,27 | 18,11 | 4,43 | 20,37 | 1,80 |
| Termoxidação/ seleção | 15h | - | - | - | - | 6,60 | - |
| Termoxidação/ seleção | 32h | - | - | - | - | 12,50 | - |

* Óleo usado na análise sensorial: etapa de seleção de provadores.

** Óleo usado na análise sensorial: etapa treinamento e avaliação final

*** Média entre os óleos de soja refinados puros iniciais usados nos tempos de fritura
T.A. -Tempo de fritura acumulado.

2.5.2 Ácidos graxos livres (AGL)

A determinação do teor de ácidos graxos livres tem sido usada como um dos parâmetros para qualidade de óleo de fritura, pois quantifica os compostos de quebra dos triglicerídeos pela hidrólise, bem como ácidos formados durante as reações oxidativas (BELCUORE; 2007; CHOE; MIN, 2007; MASSON et al.,1997; PINTO et al., 2003; WARNER, 2002).

Os percentuais de ácidos graxos livres durante os tempos de fritura e no óleo inicial podem ser vistos na Tabela 6.

O óleo inicial (puro/fritura) apresentou valor dentro dos parâmetros determinados pela Resolução RDC 482/99 para óleos refinados, com teores de 0,11% de ácidos graxos livres em percentuais de ácido oléico (BRASIL, 1999b).

Em relação aos óleos submetidos à fritura nos períodos de 1h06min, 2h, 3h05min, 6h54min e 15h40min se verificou um aumento gradual dos teores de ácidos graxos livres a partir de 3h05min, com valores de 0,12%. Os óleos fritura de 1h06min e 2h apresentaram comportamento estável durante o uso, pois não se verificou alteração nos teores de ácidos graxos livres em relação ao óleo inicial de fritura (puro/fritura). Nos tempos de fritura de 6h54min e 15h40min os valores foram maiores devido ao maior tempo de uso durante as frituras de mandiocas em toletes. O comportamento durante a fritura pode ser visualizado na Figura 16.

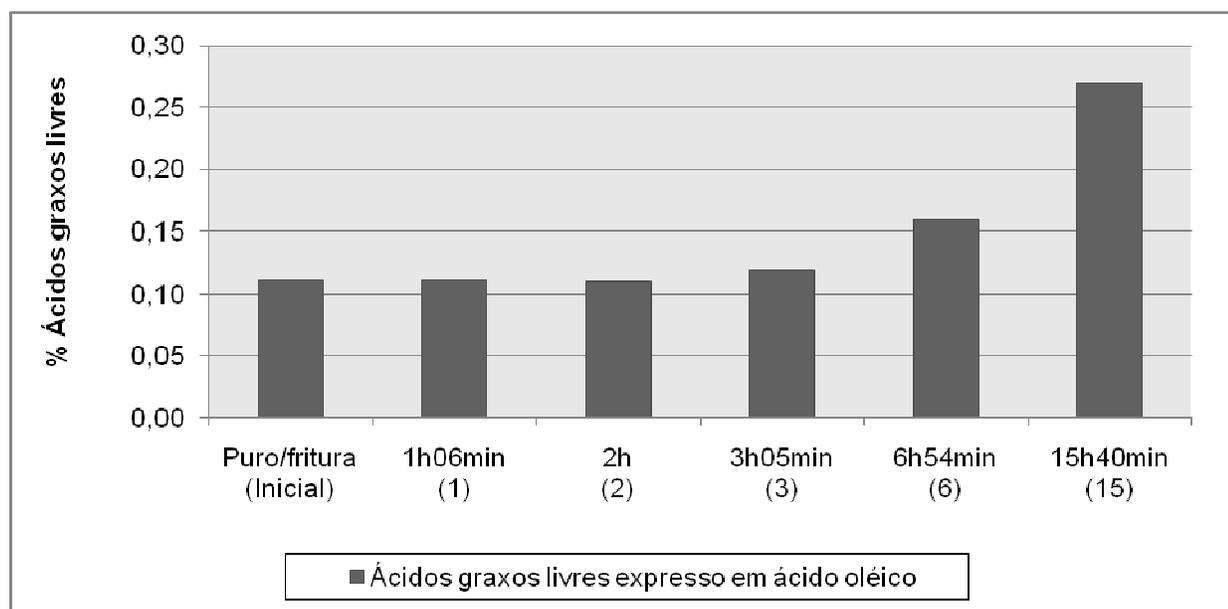


Figura 16 - Percentual de ácidos graxos livres (% ácido oléico) de óleo puro e óleos de fritura de mandioca nos diferentes períodos experimentais

A recomendação dos Estados Unidos para descarte de óleos de fritura é conteúdo de ácidos graxos livres superior a 1% (SMITH et al., 1985), em casos de indústrias que produzem carnes fritas deve ser inferior a 2% (DEL RÉ; JORGE, 2006; FIRESTONE; STIER; BLUMENTHAL, 1991; JORGE; JANIERI, 2005). No presente estudo, os percentuais de ácidos graxos livres nos diferentes tempos de fritura não

ultrapassaram a faixa de recomendação, com teores de 0,11% a 0,27%, indicando baixa taxa de hidrólise durante a fritura.

Os resultados encontrados no presente estudo foram semelhantes aos de Damy e Jorge (2003) ao avaliarem o comportamento de óleo de soja em fritura de batatas a 170 °C. Os resultados apresentados pelos autores demonstram alterações hidrolíticas apenas após 5,5h de fritura.

2.5.3 Dienos e trienos conjugados

Durante a fritura os compostos primários de oxidação são degradados em compostos de menor tamanho, com migração das duplas ligações levando à conjugação das moléculas, com formação de compostos secundários de oxidação (dienos e trienos conjugados), sendo detectados por espectrometria na região de ultravioleta (SILVA; BORGES; FERREIRA, 1999; LIMA; GONGALVES, 1994; MASSON et al, 1997).

O acompanhamento nos espectros de absorvidade do óleo em fritura indica as variações que ocorrem durante o processo de oxidação, visto que a determinação de teores de peróxidos não é eficiente para refletir o aumento da degradação em processo de fritura (GRAY, 1978; LIMA; GONÇALVES, 1994).

Os resultados da absorvidade nas faixas de 232 nm e 270 nm podem ser vistos na Tabela 6. No óleo inicial de fritura (puro/fritura) os valores em 232 nm e 270nm foram de $4,45 E^{1\%}_{1cm}$ e $2,46 E^{1\%}_{1cm}$, respectivamente. Valores semelhantes de absorvidade para o mesmo óleo foram encontrados por Cella, Regitano-d'Arce e Spoto (2002), com $4,19 E^{1\%}_{1cm}$ a 232 nm e $1,47 E^{1\%}_{1cm}$ a 270 nm.

Alguns autores encontraram valores nas faixas de 232 nm de 0,020% a 4,20% e para 270 nm valores de 0,05% e 1,40% em óleo inicial de soja refinado (BARROS; VIANNI, 2006; CELLA, REGITANO-d'ARCE; SPOTO, 2002; JORGE; JANIERI, 2005; LIMA; GONÇALVES, 1994; TYAGI ; VASISHTHA, 1996), indicando a grande variação que pode existir na qualidade inicial do óleo de soja, influenciando a qualidade do óleo em processo de fritura em uso prolongado.

Nos óleos de fritura, nos diferentes períodos experimentais, os valores se apresentaram crescentes como mostrado na Figura 17, em ambas as faixas de absorvidades 232 nm e 270 nm.

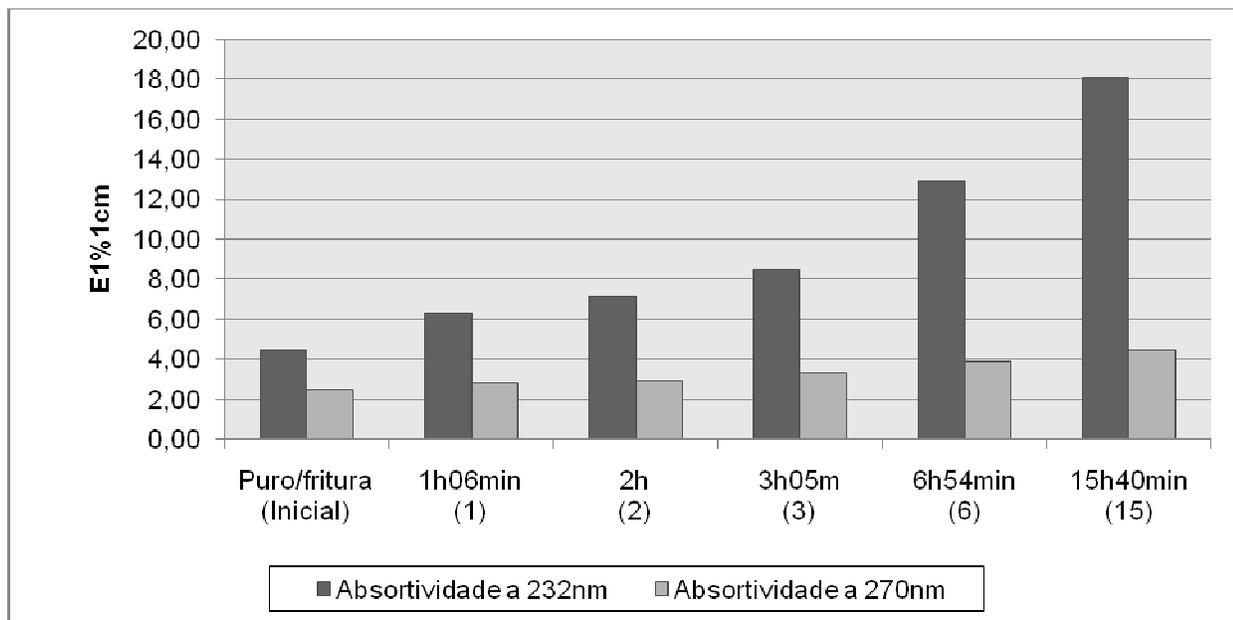


Figura 17 - Absortividade nos comprimentos de onda de 232 nm e 270 nm do óleo puro e dos óleos de fritura nos diferentes períodos experimentais

Os óleos de fritura de 1h06min, 2h e 3h05min apresentaram valores de absorvidade em 232 nm de $6,30 E^{1\%}_{1cm}$, $7,15 E^{1\%}_{1cm}$ e $8,49 E^{1\%}_{1cm}$, respectivamente. A absorvidade em 270 nm para os mesmos períodos de fritura foram de $2,46 E^{1\%}_{1cm}$, $2,80 E^{1\%}_{1cm}$ e $2,93 E^{1\%}_{1cm}$, respectivamente. Com o uso prolongado do óleo se verificaram valores maiores, como era de se esperar. Períodos de fritura de 6h54min e 15h40min alcançaram valores de absorvidade em 232 nm e 270 nm de $12,93 E^{1\%}_{1cm}$ e $3,86 (E^{1\%}_{1cm})$ e $18,11 E^{1\%}_{1cm}$ e $4,43 E^{1\%}_{1cm}$, respectivamente.

Pode-se observar que a concentração de compostos na faixa de onda de 232nm se apresenta maior que em 270 nm. Isso demonstra o maior acúmulo dos dienos conjugados em relação aos trienos conjugados e compostos voláteis, dada a mais baixa concentração de ácido linolênico.

2.5.4 Compostos polares totais

A complexidade do processo de fritura envolve reações de hidrólise, degradação térmica e oxidativa que formam vários compostos de maior peso molecular e polaridade constituindo a fração polar (MÁRQUEZ-RUIZ; PÉREZ-CAMINO; DOBARGANES, 1990).

A determinação de compostos polares totais tem sido reportada como um dos melhores métodos que expressa a qualidade de óleo submetido a estresse térmico, sendo um parâmetro amplamente usado por vários países para descarte de óleo de fritura (JORGE; JANIERI, 2005; PÉREZ – CARMINO et al., 1988; SANIBAL MANCINI-FILHO, 2002, WHITE, 1991).

No presente trabalho, os resultados de compostos polares totais (%CPT) nos óleos de soja inicial de fritura (puro/fritura), da fase de seleção de provadores, treinamento/ avaliação final apresentaram valores de 5,56%, 4,40% e 6,14% de CPT (Tabela 6), valores considerados dentro dos parâmetros de 0,4% a 6,4% para óleo puro segundo Lumley (1988 apud CORSINI E JORGE, 2006a). Cella, Regitano-d'Arce Spoto (2002) e Ravelli et al. (2009a) encontraram valores de CPT entre 4,0% a 6,19% em óleo de soja refinado puro.

Nos períodos de fritura (1h06min, 2h, 3h05min, 6h54min e 15h40min) e nos óleo termoxidados (15h e 32h) os valores de CPT apresentaram-se crescentes demonstrando a perda de qualidade dos óleos com o processo, porém com valores ainda menores aos estipulados por legislação internacional específica para descarte do óleo de fritura, na faixa de 24 a 27% (FIRESTONE; STIER; BLUMENTHAL,1991) .

Os óleos termoxidados apresentaram valores de 12,50% de CPT após 32h e 6,60% CPT após 15h de aquecimento. Estes resultados demonstram que mesmo não havendo a presença de alimento durante o aquecimento, houve significativa alteração pela ação do oxigênio e temperatura.

Os óleos submetidos à fritura de mandioca nos períodos de 1h06min, 2h e 3h05min apresentaram valores de CPT de 7,14%, 9,54% e 12,39%, respectivamente. Nos óleos com maior tempo de uso, 6h54min e 15h40min, os valores foram de 15,81% e 20,37%, respectivamente.

Segundo Pozo-Díez (1995), com o aumento do tempo de uso do óleo em fritura, maiores são as taxas de degradação e proporcionalmente maiores serão os conteúdos de compostos polares totais, que variam dependendo do alimento, tipo de processo, quantidade de antioxidantes e tipo de óleo, entre outros fatores envolvidos nos processos de alteração dos óleos e gorduras (CHOE; MIN, 2007; JORGE, 1997; MASSON et al., 1997; REDA, 2004; STEVENSON; VAISEY-GENSER; ESKIN, 1984).

Pode-se observar ainda que nos óleos com períodos de fritura de 3h05min ou superiores, a reposição de óleo novo (Tabela 5), não influenciou os teores de compostos polares totais (Tabela 6), nem os outros índices de qualidade, embora a literatura relate que com a reposição ocorre a diluição dos compostos presentes no meio de fritura (DAMY, 2001; SANIBAL; MANCINI-FILHO, 2002). Por outro lado, há autores que relatam que a adição de óleo novo provocou maior alteração da matéria graxa devido ao efeito catalítico dos produtos de alteração presentes nos óleos reutilizados (CHOE; MIN, 2007; JORGE, 1997; MEHTA; SAWINBURN, 2001).

2.5.5 Período de indução (PI)

A estabilidade oxidativa de um óleo ou gordura é o tempo para se atingir níveis de rancidez perceptíveis sensorialmente. O período de indução é a resistência do óleo ou gordura ao início da oxidação, que ocorre inicialmente de maneira uniforme e prossegue em escala logarítmica após o ponto de inflexão que caracteriza o tempo chamado de período de indução (ANTONIASSI, 2001; SHAHIDI; WANASUNDARA, 1998). Quanto mais estável é o óleo, maior é o seu ponto de indução.

Os óleos de fritura apresentaram diminuição nos períodos de indução (PI) ao longo do tempo de fritura (Tabela 6 e Apêndices F, G e H). Os óleos de 1h06min, 2h e 3h05min apresentaram valores de 4,28h, 3,96h e 3,94h, respectivamente. Nos tempos de maior uso dos óleos de fritura, no caso, de 6h54min e 15h40min, os valores de PI's foram ainda menores, de 3,18h e 1,80h, espelhando a perda de qualidade do óleo.

Segundo Corsini e Jorge (2006b), o período de indução está diretamente relacionado à composição em ácidos graxos, principalmente aos teores de ácidos graxos insaturados e aos compostos de degradação formados durante a fritura.

Lima e Gonçalves (1994) ao avaliarem a estabilidade oxidativa do óleo de soja em fritura após 44h obtiveram resultados constantes, diferente dos encontrados no presente trabalho, que registrou menores tempos ao longo do uso do óleo em fritura.

Jorge et al. (2005b), estudando a estabilidade oxidativa do óleo de soja refinado (SOR) e gordura vegetal hidrogenada (GVH), verificaram maior período de indução na GVH em relação ao OSR devido aos maiores teores de ácidos graxos saturados presentes na GVH.

Del Ré e Jorge (2006) verificaram menor período de indução em óleos de frituras de batatas do que nos de fritura de “snacks”, o que foi explicado pela composição do alimento que ao solubilizar a sua gordura interna para o meio de fritura interfere na estabilidade do meio de fritura, graças ao aumento da quantidade de ácidos graxos saturados (MAKINSON et al., 1997).

2.5.6 Composição de ácidos graxos

O grau de insaturação dos óleos e gorduras para emprego em frituras tem sido objeto de estudo por vários autores (BRADLEY; MIN, 1992; St. ANGELO, 1996; ZAMBIAZI; ZAMBIAZI, 2000), já que em maior parte são compostos de ácidos graxos monoinsaturados e poliinsaturados que são mais susceptíveis à oxidação (COPPIN; PIKE, 2001; CORSINI et al., 2008; STEVENSON; VAISEY-GENSER, ESKIN;1984).

Os resultados da composição percentual em ácidos graxos dos óleos de fritura de mandioca em toletes e óleo puro podem ser observados na Tabela 7. Verificou-se que o óleo inicial (puro/fritura) utilizado no processo de fritura do presente estudo apresentou composição em ácidos graxos de acordo com o que estabelece a legislação brasileira para óleos vegetais refinados, conforme Resolução RDC 482/99, exceto para o ácido palmítico que apresentou valor acima de 14% previstos pela ANVISA (BRASIL, 1999b).

O óleo inicial de fritura (puro) apresentou 18,94% de ácidos graxos saturados (C18:0 + C16:0), 27,97% de monoinsaturados (C18:1) e 52,95% de poliinsaturados (C18:2 +C18:3). Os valores encontrados não foram os mesmos citados por Malacrida e Jorge (2006) que obtiveram valores de 16,6% de saturados (C18:0 = 12,7% + C16:0=

3,9%), 23,6% de monoinsaturados (C18:1= 23,6%) e poliinsaturados com 59,8% (C18:2= 55,3% + C18:3 = 4,5%).

Tabela 7 - Composição em ácidos graxos (%) do óleo de soja inicial e de fritura de mandioca em toletes nos períodos de 1h6min, 2h, 3h05min, 6h54min e 15h40min

| Ácidos graxos | Puro/fritura | 1h06min | 2h | 3h05min | 6h54min | 15h40min |
|--|--------------|---------|-------|---------|---------|----------|
| C _{16:0} (ácido palmítico) | 15,67 | 16,77 | 13,19 | 15,55 | 13,79 | 13,88 |
| C _{18:0} (ácido esteárico) | 3,27 | 2,99 | 3,02 | 3,94 | 3,26 | 3,53 |
| C _{18:1} cis (ácido oléico) | 27,97 | 27,77 | 28,38 | 28,64 | 28,67 | 29,76 |
| C _{18:2} cis (ácido linoléico) | 48,27 | 47,96 | 50,37 | 47,11 | 49,48 | 48,31 |
| C _{18:3} cis (ácido linolênico) | 4,68 | 4,51 | 5,04 | 4,76 | 4,80 | 4,53 |
| Não identificado | 0,59 | - | - | - | - | - |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Zambiasi et al. (2007), avaliando a composição de óleo de soja inicial, obtiveram percentuais diferentes aos do presente trabalho, com 9,90% de C16:0, 3,94% de C18:0 e 7,15% de C18:3.

Em relação aos óleos nos diferentes períodos de fritura, os valores de ácido linolênico (C18:3) foram superiores ao valor exigido por alguns países como França, Chile e Bélgica, bem como o informe técnico da ANVISA n° 11 de 2004 (BRASIL, 2004a), que faz restrição a valores de ácido linolênico superior a 2%. Firestone, Stier e Blumenthal (1991) indicaram que estes valores podem favorecer a rápida formação de monômeros cíclicos.

Os óleos de fritura nos diferentes períodos experimentais (1h06min, 2h, 3h05min, 6h54min e 15h40min) apresentaram composições em ácidos graxos muito semelhantes (Tabela 7). Os percentuais de ácidos graxos saturados (C18:0 + C16:0), monoinsaturados (C18:1) e poliinsaturados (C18:2 + C18:3) foram de 19,76%, 27,77% e 52,46% em 1h06min, 16,22%, 28,38% e 55,41% em 2h, 19,49%, 28,64% e 51,87% em 3h05min, 17,05% , 28,67% e 54,28% em 6h54min e 17,41%, 29,76% e 52,84% em 15h40 min (Figura 18).

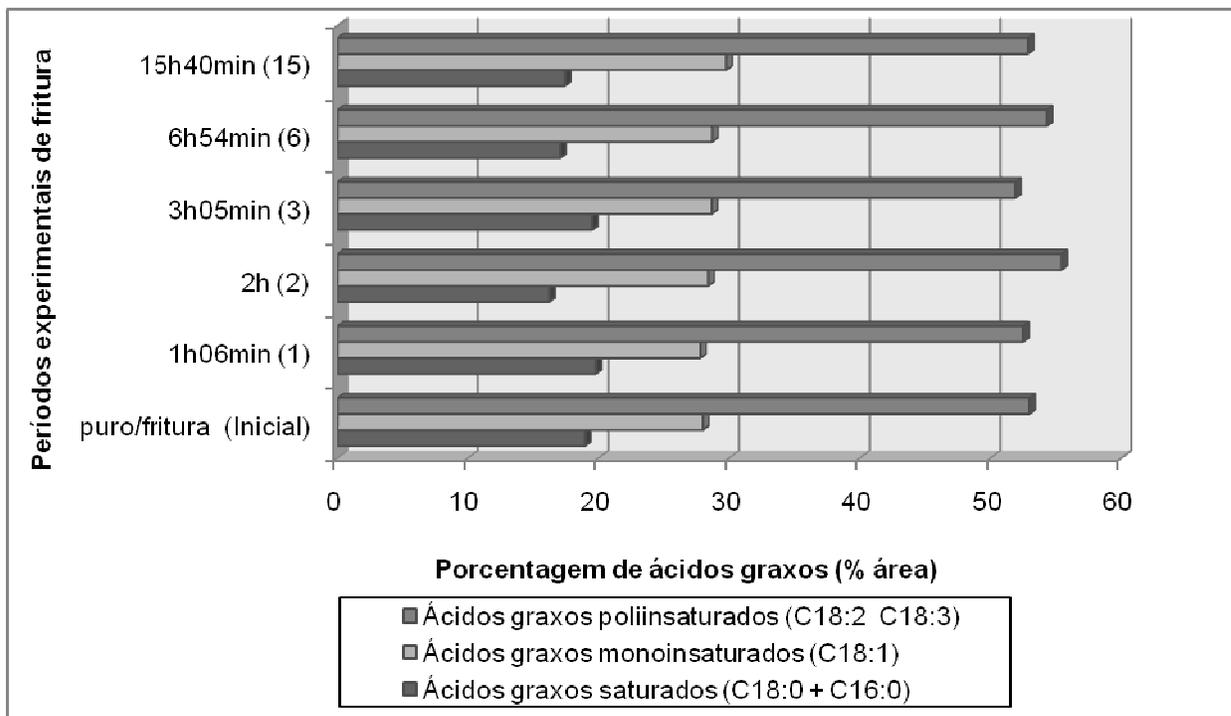


Figura 18 - Percentual de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados de óleo puro e óleos de fritura de mandioca nos diferentes períodos experimentais

Machado, Garcia e Abrantes (2008) ao analisarem o comportamento do óleo de soja sob fritura de batatas em relação à composição em ácidos graxos, verificaram aumento do percentual de ácido esteárico (em relação ao óleo inicial) apenas após 25 horas de fritura. Os percentuais de ácido oléico, linolênico e linoléico apresentaram diminuição gradual ao longo do uso do óleo em fritura.

Outros autores verificaram diminuição significativa das concentrações de ácidos graxos monoinsaturados e poliinsaturados e aumento nos percentuais dos ácidos graxos saturados ao longo do uso do óleo de soja em fritura (SANIBAL MANCINI-FILHO, 2004; WARNER; MOUNTS, 1993)

Consini et al. (2008) ao avaliarem fritura de mandioca palito congelada em óleos refinados de girassol, algodão e palma observaram redução dos teores de ácido linoléico ao final de 25 horas. Para óleo de palma a porcentagem de redução foi de 4,61%, para o de algodão, 1,37% e para o girassol, 2,33%.

Chung, Lee e Choe (2004), avaliando fritura de bolinhos de farinha em óleo de soja e mistura de óleo de soja com 10%, 20% e 30% de óleo de gergelim a 160°C

constatarem que o óleo de soja sem adição de gergelim apresentou aumento de ácido palmítico e ácido esteárico, após 61 frituras.

2.5.7 Teor lipídico e umidade da mandioca frita e cozida

Na fritura ocorre concomitantemente a transferência de calor para o alimento e a desidratação do alimento pela perda de água, com absorção de óleo que confere características sensoriais agradáveis ao alimento como sabor, aroma, textura e cor (CHOE; MIN, 2007; SILVA; CERQUEIRA; SILVA, 2003; WARNER, 2002).

Os resultados apresentados na Tabela 8 possibilitam verificar que os tempos médios de fritura de cada porção de mandioca variaram com o tempo de uso do óleo em cada período de fritura.

Tabela 8 - Tempo médio de fritura por porção, umidade, matéria seca e teor lipídico na mandioca em toletes em diferentes períodos experimentais

| Análises | Mandioca cozida | Mandioca frita 1h06min | Mandioca frita 2h | Mandioca frita 3h05min | Mandioca frita 6h54min | Mandioca frita 15h40min |
|-------------------------------|-----------------|------------------------|-------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| Tempo de fritura/ Porção * | - | 7,33±0,50 | 7,05±0,24 | 7,29±0,47 | 8,12±1,22 | 9,18±2,32 |
| Umidade % | 72,86±3,19 | 41,95±0,64 | 42,68±0,46 | 37,70±1,16 | 38,30±0,60 | 33,37±1,36 |
| Matéria seca% | 27,14±3,19 | 58,04±0,64 | 57,31±0,46 | 61,82±1,16 | 61,70±0,60 | 66,61±1,36 |
| Teor lipídico% (base úmida) | 0,07±0,02 | 13,35±0,17 | 10,70±0,10 | 14,20±0,06 | 8,41±0,11 | 10,69±0,56 |

*Tempo médio de fritura por porção em minutos
Análises em triplicata

Nos períodos de fritura de 1h06min, 2h e 3h05min não houve muita oscilação do tempo de contato do óleo com alimento, sendo de 7,33 min, 7,05 min e 7,29 min, diferente dos períodos de 6h54min e 15h40min que foram maiores, de 8,12 min e 9,18 min. Vale ressaltar que este maior tempo de contato do alimento com o óleo

apresentado nos períodos de 6h54min e 15h40min pode ser devido à perda de qualidade do óleo em fritura, pois se sabe que uso prolongado do óleo a altas temperaturas desencadeia reações de alteração da matéria graxa formando produtos de decomposição dos ácidos graxos que aumentam a viscosidade do óleo e diminuem sua capacidade térmica e, conseqüentemente podendo haver necessidade de maior permanência em imersão para se obter um alimento frito característico.

Os tempos de contato do alimento com o óleo mantém relação direta com a perda de umidade e o ganho de lipídeos. Na Figura 19 podem ser vistos percentuais em massa úmida da mandioca, em que se depreende que as perdas umidade foram maiores com os usos prolongados do óleo.

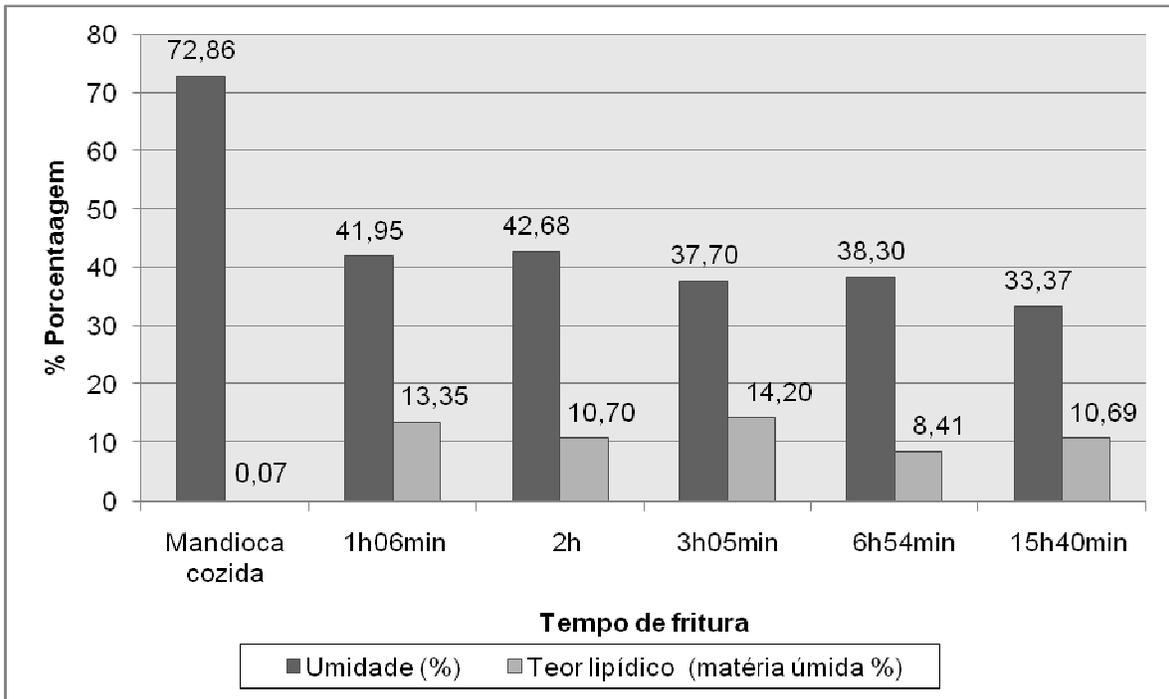


Figura 19 - Teor lipídico e umidade da mandioca em função dos tempos de fritura

Os dados da Tabela 8 e Figura 19 indicam que nos períodos de 6h54min e 15h40min de fritura, as perdas de umidade foram maiores, atingindo 38,30% e 33,37%, em comparação aos óleos de períodos de fritura mais curtos de 1h06min, 2h e 3h05min com porcentagens de 41,95%, 42,68% e 37,70%, respectivamente. Já com o teor lipídico os dados não são conclusivos.

Vários autores relatam que os teores de lipídeo são muito variáveis nos alimentos, estando na faixa de 10% a 60% do peso total. Isso em função dos vários fatores intrínsecos e extrínsecos ao meio de fritura tais como formato, variedade, composição do alimento, qualidade do óleo de fritura, tempo e temperatura de fritura, tipo de processo, quantidade de alimento, porosidade e conteúdo de umidade (CHOE; MIN, 2007; GEBHARDT, 2007; GERTZ, 2000; JORGE, 1997; REDA, 2004; SMITH et al., 1995; STEVENSON; VAISEY-GENSER; ESKIN, 1984; VITRAC et al., 2002).

Os resultados físico-químicos demonstraram que houve maior da degradação da matéria graxa com o aumento dos tempos de fritura de mandioca em toletes, porém foi observado que esta alteração não influenciou no teor de lipídeo absorvido.

2.5.8 Análise sensorial

2.5.8.1 Seleção de provadores para as características de cor, aroma, viscosidade e sabor do óleo de soja termoxidado

Na primeira fase da seleção 15 candidatos detectaram a diferença entre as amostras de óleo puro com 4,40% CPT (A) e óleo termoxidado com 12,50% de CPT (C), para as seis combinações possíveis (AAC, CAA, CCA, ACC, ACA, CAC). No entanto, após os testes, os resultados avaliados pela análise sequencial (Figura 14) demonstraram que a diferença entre a quantidade de CPT foi facilmente detectada pelos candidatos, ou seja, a diferença entre óleo puro e termoxidado foi extremamente perceptível, pois todos acertaram as seis combinações para as quatro características analisadas. Desta forma, foi realizada uma alteração no delineamento do teste, partindo-se para a segunda fase de seleção. Deve-se ressaltar que todos os candidatos a provadores por terem acertado as seis combinações possíveis entre os óleos foram selecionados para a segunda fase de seleção.

A segunda fase, comparando óleo puro com 4,40% de CPT (A) e óleo termoxidado com 6,60% de CPT (B) foi iniciada com a participação de 42 candidatos a provadores e finalizada com 32, que avaliaram cor, aroma, viscosidade e sabor das

amostras. Segundo Della Modesta (1994a), o número de candidato a provadores deve ser três vezes maior ao número que se queira selecionar a provador.

Os candidatos a provadores para serem selecionados precisaram identificar as seis combinações possíveis (AAB, BBA, ABB, BAA, ABA, BAB) entre o óleo puro com 4,40% de CPT (A) e óleo termoxidado com 6,60% de CPT (B). Para verificar se o candidato seria ou não selecionado, os resultados foram avaliados pela análise sequencial, conforme mostrado no item de seleção de provadores citado em Material e Métodos.

Durante a seleção, os candidatos foram solicitados a participarem de um número de provas em função do seu número de erros, ou seja, à medida que se aumentava o número de erros, estes foram submetidos a novos testes até o momento em que fosse atingida a região de aceitação ou rejeição (Figura 14) (DELLA MODESTA, 1994; RAVELLI et al., 2009a). Os candidatos que alcançaram um número significativo de respostas corretas pela análise sequencial foram selecionados, sendo considerados como provadores para aquele produto específico dentro dos limites estabelecidos.

Os resultados demonstraram que mesmo com pequena diferença entre o óleo puro e o oxidado, alguns provadores conseguiram acertar as seis combinações possíveis para as características analisadas, sendo considerados selecionados, Tabelas 9 e 10.

Para a característica cor, de acordo com os resultados da análise sequencial (Figura 14), pode-se observar que todos os candidatos acertaram as seis combinações possíveis e foram selecionados (Tabela 9).

Quanto ao aroma, foram selecionados os candidatos 1, 4, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 13, 17, 18, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30 e 32 (Tabela 9). No entanto, para a viscosidade já se percebeu uma maior dificuldade dos candidatos em diferenciar a amostra de óleo puro da de óleo oxidado, pois apenas os candidatos 2 e 4 acertaram todas as combinações e foram selecionados (Tabela 10).

Para o sabor, os candidatos selecionados foram 1, 4, 5, 8, 13, 16, 17 e 29. Portanto, o único candidato a provador definitivamente foi o 4, que foi selecionado para

o treinamento, uma vez que acertou as seis combinações para todas as características avaliadas (Tabela 10).

Tabela 9 - Acertos e erros de candidatos (C) a provadores na segunda fase da seleção para discriminar diferenças entre óleos termoxidados com diferentes porcentagens de CPT, utilizando amostra A = 4,4% de CPT X amostra B = 6,6% de CPT, para cor e aroma

| C | COR | | | | | | | | AROMA | | | | | | | |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------|------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|--------|------------|
| | ABB | ABA | AAB | BBA | BAA | BAB | Acerto | CS/ CNS | ABA | BBA | BAA | BAB | ABB | AAB | Acerto | CS/ CNS |
| 1 | c | c | c | c | c | c | 6 | CS | c | c | c | c | c | c | 6 | CS |
| 2 | c | c | c | c | c | c | 6 | CS | x | c | c | c | c | c | 5 | CNS |
| 3 | c | c | c | c | c | c | 6 | CS | x | c | c | x | c | c | 4 | CNS |
| 4 | c | c | c | c | c | c | 6 | CS | c | c | c | c | c | c | 6 | CS |
| 5 | c | c | c | c | c | c | 6 | CS | c | c | c | c | c | c | 6 | CS |
| 6 | c | c | c | c | c | c | 6 | CS | c | c | c | c | c | c | 6 | CS |
| 7 | c | c | c | c | c | c | 6 | CS | c | c | c | c | c | x | 5 | CNS |
| 8 | c | c | c | c | c | c | 6 | CS | c | c | c | c | c | c | 6 | CS |
| 9 | c | c | c | c | c | c | 6 | CS | c | c | c | c | c | c | 6 | CS |
| 10 | c | c | c | c | c | c | 6 | CS | x | c | c | c | c | c | 5 | CNS |
| 11 | c | c | c | c | c | c | 6 | CS | c | c | c | c | c | c | 6 | CS |
| 12 | c | c | c | c | c | c | 6 | CS | c | c | c | c | c | c | 6 | CS |
| 13 | c | c | c | c | c | c | 6 | CS | c | c | c | c | c | c | 6 | CS |
| 14 | c | c | c | c | c | c | 6 | CS | x | c | c | c | c | c | 5 | CNS |
| 15 | c | c | c | c | c | c | 6 | CS | x | c | c | c | c | c | 5 | CNS |
| 16 | c | c | c | c | c | c | 6 | CS | x | x | c | c | c | x | 3 | CNS |
| 17 | c | c | c | c | c | c | 6 | CS | c | c | c | c | c | c | 6 | CS |
| 18 | c | c | c | c | c | c | 6 | CS | c | c | c | c | c | c | 6 | CS |
| 19 | c | c | c | c | c | c | 6 | CS | x | c | c | c | c | c | 5 | CNS |
| 20 | c | c | c | c | c | c | 6 | CS | c | c | c | x | c | c | 5 | CNS |
| 21 | c | c | c | c | c | c | 6 | CS | c | c | c | c | c | c | 6 | CS |
| 22 | c | c | c | c | c | c | 6 | CS | c | c | c | c | c | x | 5 | CNS |
| 23 | c | c | c | c | c | c | 6 | CS | c | c | c | c | c | c | 6 | CS |
| 24 | c | c | c | c | c | c | 6 | CS | c | c | c | c | c | c | 6 | CS |
| 25 | c | c | c | c | c | c | 6 | CS | c | c | c | c | c | c | 6 | CS |
| 26 | c | c | c | c | c | c | 6 | CS | c | c | c | c | c | c | 6 | CS |
| 27 | c | c | c | c | c | c | 6 | CS | c | c | c | c | c | c | 6 | CS |
| 28 | c | c | c | c | c | c | 6 | CS | c | c | x | c | c | c | 5 | CNS |
| 29 | c | c | c | c | c | c | 6 | CS | c | c | c | c | c | c | 6 | CS |
| 30 | c | c | c | c | c | c | 6 | CS | c | c | c | c | c | c | 6 | CS |
| 31 | c | c | c | c | c | c | 6 | CS | x | c | c | c | c | c | 5 | CNS |
| 32 | c | c | c | c | c | c | 6 | CS | c | c | c | c | c | c | 6 | CS |

CS= Candidato selecionado CNS= Candidato não selecionado

Tabela 10 - Acertos e erros de candidatos (C) a provadores na segunda fase da seleção para discriminar diferenças entre óleos termoxidados com diferentes porcentagens de CPT, utilizando amostra A = 4,4% de CPT X amostra B = 6,6% de CPT, para viscosidade e sabor

| C | VISCOSIDADE | | | | | | | | SABOR | | | | | | | |
|----|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|--------|------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|--------|------------|
| | BAA | ABB | ABA | BBA | AAB | BAB | Acerto | CS/ CNS | BBA | BAA | ABB | ABA | BAB | AAB | Acerto | CS/ CNS |
| 1 | c | c | c | x | c | c | 5 | CNS | c | c | c | c | c | c | 6 | CS |
| 2 | c | c | c | c | c | c | 6 | CS | c | c | x | c | c | c | 5 | CNS |
| 3 | x | c | x | x | x | c | 2 | CNS | c | x | c | c | x | c | 4 | CNS |
| 4 | c | c | c | c | c | c | 6 | CS | c | c | c | c | c | c | 6 | CS |
| 5 | x | x | c | x | c | c | 3 | CNS | c | c | c | c | c | c | 6 | CS |
| 6 | c | c | c | x | c | c | 5 | CNS | c | c | x | c | x | c | 4 | CNS |
| 7 | c | x | x | c | x | c | 3 | CNS | c | c | c | c | x | c | 5 | CNS |
| 8 | x | x | c | x | x | x | 1 | CNS | c | c | c | c | c | c | 6 | CS |
| 9 | x | x | c | x | x | c | 2 | CNS | c | x | c | c | x | c | 4 | CNS |
| 10 | x | c | c | c | c | c | 5 | CNS | c | x | c | c | x | x | 3 | CNS |
| 11 | x | c | c | c | x | c | 4 | CNS | x | x | c | x | x | x | 1 | CNS |
| 12 | c | c | x | x | x | x | 2 | CNS | x | x | c | x | c | c | 3 | CNS |
| 13 | c | c | c | x | x | c | 4 | CNS | c | c | c | c | c | c | 6 | CS |
| 14 | x | c | x | x | c | x | 2 | CNS | c | x | x | x | x | c | 2 | CNS |
| 15 | c | c | x | x | c | c | 4 | CNS | c | c | c | c | x | c | 5 | CNS |
| 16 | x | c | c | c | c | c | 5 | CNS | c | c | c | c | c | c | 6 | CS |
| 17 | x | c | x | x | c | x | 2 | CNS | c | c | c | c | c | c | 6 | CS |
| 18 | c | x | x | x | c | c | 3 | CNS | x | c | c | c | c | c | 5 | CNS |
| 19 | x | x | x | c | x | c | 2 | CNS | x | c | c | c | c | c | 5 | CNS |
| 20 | x | c | x | x | x | x | 1 | CNS | x | c | c | c | c | c | 5 | CNS |
| 21 | c | x | x | x | c | x | 2 | CNS | x | c | x | x | x | c | 2 | CNS |
| 22 | x | c | c | x | c | x | 3 | CNS | x | c | x | c | x | c | 3 | CNS |
| 23 | x | c | c | x | c | x | 3 | CNS | x | c | c | c | x | x | 3 | CNS |
| 24 | c | x | x | x | c | c | 3 | CNS | x | c | x | x | x | x | 1 | CNS |
| 25 | x | c | c | x | c | x | 3 | CNS | c | c | c | c | x | c | 5 | CNS |
| 26 | x | c | c | x | x | x | 2 | CNS | c | c | x | c | c | c | 5 | CNS |
| 27 | c | x | x | x | c | c | 3 | CNS | x | c | c | c | x | c | 4 | CNS |
| 28 | x | x | x | c | x | x | 1 | CNS | c | x | c | c | x | c | 4 | CNS |
| 29 | c | x | c | c | c | c | 5 | CNS | c | c | c | c | c | c | 6 | CS |
| 30 | x | c | c | x | x | x | 2 | CNS | x | x | c | c | x | c | 3 | CNS |
| 31 | x | x | c | x | x | x | 1 | CNS | c | c | x | c | x | c | 4 | CNS |
| 32 | c | x | c | c | c | x | 4 | CNS | x | c | c | c | c | c | 5 | CNS |

CS= Candidato selecionado

CNS= Candidato não selecionado

Dentro da seleção para provadores observou-se que muitas pessoas poderiam se tornar provadores, por apresentarem poucos erros na identificação das amostras durante a análise. Nesta situação, a realização de mais testes poderia demonstrar que os erros poderiam ser de várias origens (causas). Foi observado que uma das causas, muito conhecida e que contribui para dificultar a decisão do candidato, era a posição das amostras durante a avaliação sensorial. Exemplificando, quando um candidato recebeu primeiro o óleo oxidado e depois o óleo puro e depois novamente o oxidado houve uma alteração dos resultados, o efeito da primeira amostra pode mascarar a percepção de qual amostra é diferente.

Nos casos em que ainda existam candidatos com chances a serem provadores é importante definir quantas chances ainda serão dadas ao mesmo, que com o aumento dos testes se demanda mais tempo e gastos, com candidatos que muitas vezes continuam errando e não possuem perfil para esse tipo de análise. No entanto, se for decidido que o candidato irá continuar, poderá repetir apenas os testes nas características em que houve erros.

O comportamento de cada candidato foi avaliado para selecionar os provadores para a fase seguinte, o treinamento. Os candidatos não selecionados na fase 2, com óleo puro com 4,40% e óleo termoxidado com 6,60% de CPT, foram ou não submetidos a mais testes após a análise dos resultados pela análise sequencial (Figura 14), de acordo com a característica em que não foi selecionado, como mostrado a seguir.

- Candidatos 1, 5, 13, 17, 29: apenas teste de viscosidade.
- Candidato 2: testes de aroma e sabor.
- Candidatos 3, 8, 9, 11, 12, 14, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 28, 30 e 31: eliminados.
- Candidato 4: selecionado para o treinamento.
- Candidato 6, 18, 25, 27, e 32: testes de viscosidade e sabor.
- Candidato 7, 10 e 15: testes de aroma, viscosidade e sabor.
- Candidato 16: testes de aroma e viscosidade.

Após os testes, todos foram selecionados para cor e aroma. Apenas os candidatos 1, 2, 4 (este já selecionado inicialmente), 6, 13, 15, 16, 18, 27 e 29 foram selecionados para todas as características sensoriais avaliadas no óleo. Isso fez um total de 10 provadores (Tabelas 11).

Tabela 11 - Acertos e erros totais de candidatos (C) e provadores selecionados ou não para discriminar diferenças entre óleos aquecidos com diferentes porcentagens de CPT, utilizando amostra A = 4,4% de CPT X amostra B = 6,6% de CPT, para cor, aroma, viscosidade e sabor

| C | COR | | | | AROMA | | | |
|----|-------------|---------|-------|---------|--------|---------|-------|--------|
| | Testes | Acertos | Erros | CS/ CNS | Testes | Acertos | Erros | CS/CNS |
| 1 | 6 | 6 | 0 | CS | 6 | 6 | 0 | CS |
| 2 | 6 | 6 | 0 | CS | 7 | 5 | 1 | CS |
| 4 | 6 | 6 | 0 | CS | 6 | 6 | 0 | CS |
| 5 | 6 | 6 | 0 | CS | 6 | 6 | 0 | CS |
| 6 | 6 | 6 | 0 | CS | 6 | 6 | 0 | CS |
| 7 | 6 | 6 | 0 | CS | 7 | 6 | 1 | CS |
| 10 | 6 | 6 | 0 | CS | 7 | 6 | 1 | CS |
| 13 | 6 | 6 | 0 | CS | 6 | 6 | 0 | CS |
| 15 | 6 | 6 | 0 | CS | 7 | 6 | 1 | CS |
| 16 | 6 | 6 | 0 | CS | 12 | 9 | 3 | CS |
| 17 | 6 | 6 | 0 | CS | 6 | 6 | 0 | CS |
| 18 | 6 | 6 | 0 | CS | 6 | 6 | 0 | CS |
| 25 | 6 | 6 | 0 | CS | 6 | 6 | 0 | CS |
| 27 | 6 | 6 | 0 | CS | 6 | 6 | 0 | CS |
| 29 | 6 | 6 | 0 | CS | 6 | 6 | 0 | CS |
| 32 | 6 | 6 | 0 | CS | 6 | 6 | 0 | CS |
| C | VISCOSIDADE | | | | SABOR | | | |
| | Testes | Acertos | Erros | CS/CNS | Testes | Acertos | Erros | S/NS |
| 1 | 7 | 5 | 1 | CS | 6 | 6 | 0 | CS |
| 2 | 6 | 6 | 0 | CS | 7 | 5 | 1 | CS |
| 4 | 6 | 6 | 0 | CS | 6 | 6 | 0 | CS |
| 5 | 12 | 5 | 7 | CNS | 6 | 6 | 0 | CS |
| 6 | 7 | 6 | 1 | CS | 10 | 8 | 2 | CS |
| 7 | 12 | 5 | 7 | CNS | 7 | 5 | 2 | CNS |
| 10 | 7 | 5 | 2 | CNS | 7 | 4 | 3 | CNS |
| 13 | 11 | 8 | 3 | CS | 6 | 6 | 0 | CS |
| 15 | 11 | 8 | 3 | CS | 7 | 6 | 1 | CS |
| 16 | 7 | 6 | 1 | CS | 6 | 6 | 0 | CS |
| 17 | 9 | 4 | 5 | CNS | 6 | 6 | 0 | CS |
| 18 | 12 | 9 | 3 | CS | 7 | 6 | 1 | CS |
| 25 | 12 | 6 | 6 | CNS | 7 | 6 | 1 | CS |
| 27 | 13 | 9 | 4 | CS | 10 | 8 | 2 | CS |
| 29 | 7 | 6 | 1 | CS | 6 | 6 | 0 | CS |
| 32 | 10 | 6 | 4 | CNS | 7 | 6 | 1 | CS |

CS= Candidato selecionado

CNS= Candidato não selecionado

É importante observar que a apresentação da ordem de combinação de cada característica foi diferente em cada teste, de modo que o candidato não associasse a marcação da amostra diferente a característica avaliada anteriormente. Porém, para facilitar a aplicação do teste quando apresentadas as amostras para uma dada característica, a combinação foi igual para todos os candidatos.

2.5.8.2 Treinamento dos provadores para as características de cor, aroma, viscosidade e sabor de óleos de fritura de mandioca

Os provadores selecionados na fase anterior, com óleo puro e óleos aquecidos (sem alimento) com diferentes concentrações de CPT foram submetidos ao treinamento em prova aberta para diferenciarem cor, aroma, viscosidade e sabor em relação à oxidação das amostras de óleo de fritura de mandioca em tolete e óleo puro (novo). Dos dez provadores selecionados, cinco não puderam continuar a fase de treinamento e a avaliação para detecção do nível de percepção da oxidação. Segundo Sensory Evaluation Division of the Institute of Food Technologists (1981), o número de provadores em teste de diferença frequentemente é de dez, mas pode ser utilizado um número mínimo de cinco provadores com mais repetições.

Os provadores selecionados foram treinados para conseguirem diferenciar em relação à oxidação, cor, aroma, viscosidade e sabor das amostras de óleo de fritura de mandioca em toletes dos diferentes períodos experimentais: 1h06min (1), 2h (2), 3h05min (3), 6h54min (6), 15h40min (15).

As amostras foram apresentadas gradativamente aos provadores, partindo-se do menor valor de CPT para o maior valor, ou seja, do mais baixo nível de percepção sensorial para o maior nível de percepção sensorial em relação aos CPT, sendo expostas da seguinte maneira: óleo puro (6,14%), 1 (7,14%), 2 (9,54%), 3 (12,39%), 6 (15,81%), 15 (20,37%), para todas as características analisadas.

As amostras não foram avaliadas na sequência normal (cor, aroma, viscosidade e sabor), a fim de evitar saturação do palato. Primeiramente foram apresentadas cor e viscosidade, e posteriormente aroma e sabor, somente durante o treinamento em prova aberta.

Todas as características foi avaliada, a diferença de nível de oxidação entre os óleos oxidados pela fritura de mandioca em toletes: (1)x(2), (2)x(3), (3)x(6), (6)x(15). Posteriormente, os provadores selecionados foram orientados a avaliar óleo puro e óleos oxidados por fritura de mandioca, ou seja, avaliaram a diferença em relação à oxidação entre (P)x(1), (P)x(2), (P)x(3), (P)x(6), (P)x(15).

Na comparação entre o óleo puro e o óleo de fritura para a característica cor os provadores chegaram a um consenso, com a definição da amostra de óleo puro apresentando cor amarelo claro, esverdeado característico. As amostras de óleo de fritura quando analisadas em relação ao puro, os provadores definiram que o óleo (15) com 20,37% de CPT foi o mais oxidado entre as amostras, e que a cor referente à oxidação aumentava à medida que aumentava o tempo de fritura.

Quando comparados entre si, o óleo (1) apresentou coloração amarela clara mais oxidada em relação ao puro, e ao óleo (2) menos oxidado, ficando nítido o aumento da oxidação. No óleo (2) ficou nítida a diferença de oxidação em relação ao (3), porém foi considerado que os óleos (2) e (3) foram muito parecidos. A amostra (6) foi definida com coloração amarela dourada clara, bem mais oxidada que (3) e menos oxidada que (15), a qual tinha coloração amarelo intenso tendendo para marrom, sendo considerada a amostra mais provável de ser descartada. Pode-se verificar que com o maior tempo de fritura, os resíduos de alimento na fritadeira contribuíram para promover a solubilização de compostos de cor no óleo, detectado em maior intensidade nos óleos com mais tempo de fritura, (6) e (15). Ao final, ficou definida a sequência de aumento de oxidação em relação à cor (P)<(1)<(2)<(3)<(6)<(15), cujos níveis de CPT foram de 6,14% <7,14% <9,54% <12,39% <15,81% <20,37%.

Para o aroma, comparando óleo puro com óleos oxidados, segundo os provadores, em todos os óleos de fritura ficou nítido o ranço. Para o óleo puro se definiu como aroma característico. Ao realizarem a comparação entre o óleo de fritura (1) e óleo puro (P) os provadores definiram para (1) aroma de ranço (pungente), mais intenso que o (P), (2), (3), (6) e (15). A amostra (2) se apresentava com aroma oxidado menos intenso que (1) e (3), no qual se detectou o aroma de ranço misturado com aroma profundo de mandioca. O aroma de mandioca também foi identificado nos óleos (6) e (15). O óleo (6) em relação ao (3) foi apontado por apresentar aroma oxidado com

influência do alimento, mas menos intenso que o óleo (15), no qual ficou mais evidente o aroma de mandioca. Portanto, para os óleos (3), (6) e (15) a detecção do ranço foi dificultada ou mascarada pela influência do aroma da mandioca submetida à fritura. Para o aroma, os provadores definiram que (2)<(3)<(6)<(15), cujos os níveis de CPT foram de 9,54% < 12,39% <15,81% <20,37%. A amostra (1) com 7,14% de CPT foi a única caracterizada pelos provadores como pungente.

Analisando a viscosidade entre óleo puro e óleos oxidados, os provadores detectaram viscosidade crescente com o aumento do tempo de fritura. Para o óleo puro a viscosidade foi definida como muito baixa. Para óleo (1) a viscosidade foi maior, porém muito parecida ao puro, em relação ao óleo (2) foi considerado menos viscoso, mas com uma diferença muito pequena. O óleo (2) se apresentou mais viscoso que (1) e menos viscoso que (3), o qual esteve menos viscoso (6) e mais viscoso que (2). Para o óleo (6) a viscosidade ficou definida como mais viscoso que (3) e menos viscoso que (15), o qual foi definido o mais viscoso, porém não suficiente para descarte. Sendo definindo que (P) < (1) < (2) < (3) < (6) < (15), cujos os níveis de CPT foram de 6,14% <7,14% < 9,54% <12,39% < 15,81%, <20,37%.

Quanto ao sabor, todas as amostras se apresentaram com sabor de ranço em relação ao óleo puro. Para o óleo puro definiram sabor característico, sem rancidez. Para o óleo (1) já se verificou rancidez, porém menor em relação à (2), (3), (6) e (15). O óleo (2) apresentou menos ranço que (3), e mais ranço que (1), sendo (3) menos ranço e com sabor menos pronunciado de mandioca frita que (6) e (15). O óleo de (6) e (15) teve aumento de sabor relacionado à rancidez com o aumento do tempo de fritura. O sabor evidente de mandioca frita no óleo dificultou a detecção do ranço. Ao final, mesmo com alterações devido ao sabor de mandioca nos óleos (3), (6) e (15) os provadores definiram a seguinte sequência para ranço nos óleos de fritura (P) < (1) < (2) < (3) < (6) < (15) cujos níveis de CPT foram de 6,14% < 7,14% < 9,54% < 12,39% <15,81% < 20,37%.

Ao final do treinamento em prova aberta, os provadores entraram em consenso que para a cor, o aumento da oxidação foi evidente, porém não suficiente para haver o descarte.

No aroma, os provadores definiram que o óleo (1) foi o mais oxidado, a princípio, em relação aos outros óleos. Para o óleo (2) a oxidação foi menos evidente que em (3). O aroma de mandioca a partir do óleo (3) dificultou a detecção do aroma de ranço e o descarte da amostra, já que contribuiu para que os óleos (3), (6) e (15) que possuíam maiores teores de CPT não fossem descartados.

Na viscosidade, os provadores identificaram nitidamente o aumento da mesma, mas não detectaram níveis elevados de viscosidade que levassem ao a ponto de descarte.

Para o sabor, o óleo (1) não foi considerado o mais rançoso, o qual foi definido em aroma como mais oxidado que o óleo (2) e (3). A amostra mais oxidada foi o óleo (15).

É importante ressaltar que durante o treinamento os provadores tinham em mente as descrições de cada óleo avaliado (puro e de fritura), assim como os tempos de fritura, não sendo fornecidos os valores de CPT.

Após o término do treinamento em prova aberta foi detectado que os provadores conseguiram discernir nitidamente o estado de oxidação de cada óleo de fritura em relação ao óleo puro, para as quatro características. Foi realizado em seguida um teste preliminar em cabines para avaliar o desempenho dos provadores após o treinamento, os resultados detalhados podem ser vistos nos Apêndices I, J, L, M e N.

Os testes aplicados foram pareado simples de diferença unicaudal e teste pareado direcional unicaudal e teste pareado bicaudal, para todos os óleos oxidados avaliando cor, aroma, viscosidade e sabor.

A prova em cabine avaliou o desempenho dos provadores e a influência das posições na detecção do ranço e a definição do ponto de descarte, pois cada um dos cinco provadores treinados avaliou para cada tempo de fritura as posições: puro X oxidado e oxidado X puro, totalizando 10 testes sensoriais para cada óleo de fritura.

Os resultados obtidos na ficha da Figura 15, apresentada aos provadores nas cabines, foram analisados de três maneiras para as características de cor, aroma viscosidade e sabor: para verificar se existia diferença entre as amostras de óleo puro e óleo de fritura, a frequência de mais escuro, viscoso e mais oxidado, e se podia ser identificado o ponto de descarte das amostras de óleos de fritura.

Segundo Roessler et al. (1978), para 10 testes sensoriais, as hipóteses consideradas foram:

- teste pareado simples de diferença (H_0 : óleo puro = amostra oxidada e H_1 : óleo puro \neq amostra oxidada), e a frequência é de 9 testes ($p < 0,05$), 10 testes ($p < 0,01$) e 10 testes ($p < 0,001$);
- teste pareado direcional unicaudal (H_0 : óleo puro = amostra oxidada e H_1 : óleo puro $<$ amostra oxidada), e a frequência é de 9 testes ($p < 0,05$), 10 testes ($p < 0,01$) e 10 testes ($p < 0,001$);
- teste pareado bicaudal (H_0 : óleo puro = amostra oxidada e H_1 : Óleo puro $<$ amostra oxidada ou H_1 : óleo puro $>$ amostra oxidada), e a frequência de exigência é de 9 testes ($p < 0,05$) e 10 testes ($p < 0,01$).

Os resultados obtidos em teste pareado simples de diferença estão apresentados na Tabela 12, permitindo concluir que houve diferença significativa ($p < 0,001$) entre o óleo puro e as amostras de óleo de fritura (1, 2, 3, 6 e 15), separadamente, para a cor, aroma, viscosidade e sabor, ou seja, aceita H_1 e rejeita H_0 .

Na Tabela 13 podem-se observar os resultados do teste pareado direcional unicaudal, em que houve diferença significativa ($p < 0,001$) para cor, aroma, viscosidade e sabor, entre o óleo (P) e os óleos de fritura (1), (2), (3), (6) e (15), separadamente. Isso foi comprovado pela frequência de respostas em relação ao total de testes, e pelo grau de oxidação das amostras, indicando que os provadores treinados conseguiram discriminar claramente o aumento da intensidade de oxidação nos óleos de fritura de mandioca, os que se apresentaram mais escuros, mais viscosos e mais oxidados para todas as características, rejeitando H_0 e aceitando H_1 .

Os resultados do teste pareado bicaudal, o qual avaliou ponto de descarte para os óleos de fritura, podem ser visualizados na Tabela 14. Pode-se verificar que para a característica cor, o número de descarte não foi significativo ($p > 0,05$), embora tenha havido descarte para óleos (6) e (15) com frequência de um e dois, respectivamente.

Para aroma foi possível verificar que houve maior frequência de descartes, não sendo significativo ($p > 0,05$), entretanto, as amostras (1), (2), (3), (6), indicadas para descarte com frequência de seis, seis, cinco e seis, respectivamente. Somente a amostra (15) foi descartada com frequência estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

Os resultados para a característica viscosidade demonstraram que não houve grau de descarte significativo ($p > 0,05$). Para a característica sabor houve descarte para as amostras (1), (2), (3), (6) e (15), porém não significativos ($p > 0,05$).

Avaliando como porcentagem de descarte, os resultados do teste pareado bicaudal permitiram observar que para cor, 10% dos provadores descartaria a amostra (6) como a mais escura e 20% descartaria a amostra (15). Para aroma, 60% descartaria como óleo mais oxidado as amostras (1), (2) e (6), 50% dos provadores descartaria como mais oxidada a (3) e 90% descartaria a amostra (15). Na viscosidade apenas 10% dos provadores descartaria a (15). Para o sabor, 20% dos provadores descartaria como mais oxidadas as amostras (2) e (3), 50% descartaria a amostra (6) e 70% descartaria a amostra (15).

Os resultados obtidos no teste pareado de diferença simples e teste pareado direcional unicaudal demonstraram que os provadores treinados conseguiram distinguir a diferença entre as amostras e os diferentes graus de oxidação para os óleos de fritura (Tabela 12 e 13).

O teste pareado bicaudal demonstrou que embora os provadores tenham identificado as diferenças, as características de cor, viscosidade e sabor nos graus apresentados não foram determinantes para a definição do ponto de descarte, pois os provadores identificaram que houve diferença, mas não julgaram o nível de oxidação alto suficiente para descarte. Apenas para a característica aroma foi possível definir a amostra 15 como ponto de descarte, estatisticamente significativo ao nível de 5% (Tabela 14).

Tabela 12 - Teste pareado de diferença simples (unicaudal) entre o óleo de soja puro (P) e os óleos de fritura (1), (2), (3), (6) e (15) de mandioca

| Comparação | COR | | | AROMA | | | VISCOSIDADE | | | SABOR | | |
|--|----------------|------------|-----|----------------|------------|-----|----------------|------------|-----|----------------|------------|-----|
| | Total de teste | Frequência | | Total de teste | Frequência | | Total de teste | Frequência | | Total de teste | Frequência | |
| | | Sim | Não |
| Óleo puro (P) x óleo com 1h de fritura (1) | 10 | 10*** | 10 | 10 | 10*** | 10 | 10 | 10*** | 10 | 10 | 10*** | 10 |
| Óleo puro (P) x óleo com 2h de fritura (2) | 10 | 10*** | 10 | 10 | 10*** | 10 | 10 | 10*** | 10 | 10 | 10*** | 10 |
| Óleo puro (P) x óleo com 3h de fritura (3) | 10 | 10*** | 10 | 10 | 10*** | 10 | 10 | 10*** | 10 | 10 | 10*** | 10 |
| Óleo puro (P) x óleo com 6h de fritura (6) | 10 | 10*** | 10 | 10 | 10*** | 10 | 10 | 10*** | 10 | 10 | 10*** | 10 |
| Óleo puro (P) x óleo com 15h de fritura (15) | 10 | 10*** | 10 | 10 | 10*** | 10 | 10 | 10*** | 10 | 10 | 10*** | 10 |

1 – 01h06min; 2 – 2h; 3 – 03h05min; 6 - 06h54min; 15 – 15h40min

*p<0,05

**p<0,01

***p<0,001

Tabela 13 - Teste pareado direcional (unicaudal) entre o óleo de soja puro (P) e os óleos de fritura (1), (2), (3), (6) e (15) de mandioca para verificar o mais escuro, mais viscoso e mais oxidado

| Comparação | COR | | AROMA | | VISCOSIDADE | | SABOR | |
|---|----------------|------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|
| | Total de teste | Frequência mais escuro | Total de teste | Frequência mais oxidado | Total de teste | Frequência mais viscoso | Total de teste | Frequência mais oxidado |
| Óleo puro (P) x óleo com 1h de fritura (1) | 10 | 10*** (1h) | 10 | 10*** (1h) | 10 | 10*** (1h) | 10 | 10*** (1h) |
| Óleo puro (P) x óleo com 2h de fritura (2) | 10 | 10*** (2h) | 10 | 10*** (2h) | 10 | 10*** (2h) | 10 | 10*** (2h) |
| Óleo puro (P) x óleo com 3h de fritura (3) | 10 | 10*** (3h) | 10 | 10*** (3h) | 10 | 10*** (3h) | 10 | 10*** (3h) |
| Óleo puro (P) x óleo com 6h de fritura (6) | 10 | 10*** (6h) | 10 | 10*** (6h) | 10 | 10*** (6h) | 10 | 10*** (6h) |
| Óleo puro (P) x óleo com 15h de fritura (15) | 10 | 10*** (15h) | 10 | 10*** (15h) | 10 | 10*** (15h) | 10 | 10*** (15h) |

1 – 01h06min; 2 – 2h; 3 – 03h05min; 6 - 06h54min; 15 – 15h40min

*p<0,05

**p<0,01

***p<0,001

Tabela 14 - Teste pareado (bicaudal) entre o óleo de soja puro (P) e os óleos de fritura (1), (2), (3), (6) e (15) de mandioca, para verificar descarte do óleo mais escuro, mais viscoso e mais oxidado

| Comparação | COR | | AROMA | | VISCOSIDADE | | SABOR | |
|--|----------------|-------------------------|----------------|--------------------------|----------------|--------------------------|----------------|--------------------------|
| | Total de teste | Descartaria mais escuro | Total de teste | Descartaria mais oxidado | Total de teste | Descartaria mais viscoso | Total de teste | Descartaria mais oxidado |
| Óleo puro (P) x óleo com 1h de fritura (1) | 10 | 0 ^{ns} | 10 | 6 ^{ns} | 10 | 0 ^{ns} | 10 | 0 ^{ns} |
| Óleo puro (P) x óleo com 2h de fritura (2) | 10 | 0 ^{ns} | 10 | 6 ^{ns} | 10 | 0 ^{ns} | 10 | 2 ^{ns} |
| Óleo puro (P) x óleo com 3h de fritura (3) | 10 | 0 ^{ns} | 10 | 5 ^{ns} | 10 | 0 ^{ns} | 10 | 2 ^{ns} |
| Óleo puro (P) x óleo com 6h de fritura (6) | 10 | 1 ^{ns} | 10 | 6 ^{ns} | 10 | 0 ^{ns} | 10 | 5 ^{ns} |
| Óleo puro (P) x óleo com 15h de fritura (15) | 10 | 2 ^{ns} | 10 | 9* | 10 | 1 ^{ns} | 10 | 7 ^{ns} |

1 – 01h06min; 2 – 2h; 3 – 03h05min; 6 - 06h54min; 15 – 15h40min

ns – não significativo *p<0,05 **p<0,01

2.5.8.3 Avaliação sensorial final para determinação do nível de diferença perceptível de oxidação dos óleos de fritura de mandioca

Finalmente, os provadores selecionados e treinados determinaram se havia ou não diferença perceptível de oxidação, qual o mais escuro, viscoso e oxidado, e o nível de descarte para as características de cor, aroma, viscosidade e sabor entre o óleo puro (P) e os óleos (1), (2), (3), (6), (15), separadamente, nos diferentes períodos de fritura de mandioca em toletes. Para isso foi usado, assim como no treinamento, o teste pareado de diferença simples unicaudal, o teste pareado direcional unicaudal e o teste pareado bicaudal, cuja, as respostas podem ser vistas nos Apêndices O, P, Q, R, e S.

Segundo Della Modesta (1994a), para avaliar a diferença perceptível de oxidação entre as amostras de óleo (P) e dos óleos de fritura (1), (2), (3), (6), (15) a exigência em números de testes sensoriais de diferença deve estar entre 24 a 30 testes para cada característica avaliada em cada períodos de fritura.

No presente trabalho, os cinco provadores realizaram seis repetições para cada característica (cor, aroma, viscosidade e sabor) nos cinco períodos de fritura, totalizando 30 testes sensoriais de forma balanceada, ou seja, como houve diminuição de 10 para 5 no número de provadores, foi necessário o aumento do número de repetições para totalizar a quantidade de 30 testes.

As hipóteses do teste pareado simples (unicaudal) consideradas foram: H_0 : óleo puro = amostra oxidada e H_1 : óleo puro \neq amostra oxidada.

Na Tabela 15, os resultados desse teste demonstraram que todos os provadores conseguiram diferenciar sensorialmente ($p < 0,001$) nos 30 testes sensoriais, a cor, aroma, viscosidade e sabor da amostra de óleo (P) e as amostras de óleo de fritura (1), (2), (3), (6), (15), rejeitando-se a hipótese H_0 e, portanto aceitando-se H_1 . Pois, segundo Roessler et al. (1978), para 30 testes sensoriais a exigência de frequência de sim é 20 ($p < 0,05$), 22 ($p < 0,01$) e 24 testes ($p < 0,001$), para o pareado simples (unicaudal).

As hipóteses do teste pareado direcional (unicaudal) consideradas foram: H_0 : óleo puro = amostra oxidada e H_1 : óleo puro $<$ amostra oxidada.

Os resultados obtidos nesse teste podem ser visualizados na Tabela 16, os quais demonstraram que ao comparar o óleo (P) com os óleos de fritura (1), (2), (3), (6), (15) os provadores conseguiram identificar a mais escura, a mais viscosa e a mais oxidada para cor, viscosidade, aroma e sabor, respectivamente.

Assim, em 30 testes sensoriais do tipo pareado direcional (unicaudal), a frequência de mais escura, mais viscosa e mais oxidada foi de 30, para cor, aroma, viscosidade e sabor, sendo significativo em nível de 0,1% (24 testes). Segundo Roessler et al. (1978), é considerado significativo em 30 testes sensoriais um total de 20 testes ($p < 0,05$), 22 testes ($p < 0,01$) e 24 testes ($p < 0,001$) distinguindo assim, a mais escura, a mais viscosa e a mais oxidada.

Portanto, com 30 testes avaliando a amostra mais escura, mais viscosa e mais oxidada, pode-se concluir que em nível de 0,1% rejeita-se H_0 e aceita-se H_1 para cor, aroma, viscosidade e sabor.

As hipóteses do teste pareado (bicaudal) consideradas foram: H_0 : óleo puro = amostra oxidada e H_1 : óleo puro < amostra oxidada ou H_1 : óleo puro > amostra oxidada. Esse teste avaliou o descarte dos óleos de fritura (1), (2), (3), (6), (15) em termos de mais escuro (cor), mais oxidado (aroma), mais viscoso (viscosidade) e mais oxidado (sabor) que o óleo puro (P) respondido no teste anterior. Os resultados podem ser visualizados na Tabela 17.

Segundo Roessler et al. (1978), em 30 testes sensoriais do tipo pareado (bicaudal), é considerado significativo os resultados com números de 21 ($p < 0,05$), 23 ($p < 0,01$) e 25 testes ($p < 0,001$).

Para cor, a frequência de descarte da amostra (15) foi de 11, valor não significativo ($p > 0,05$).

Para aroma, houve descarte entre os 30 testes sensoriais, porém em quantidade não significativa ($p > 0,05$) em nenhum óleo de fritura, mesmo com a frequência de 18 no óleo (1), 8 no óleo (2), 14 no óleo (3), 20 no óleo (6) e 18 no óleo (15).

Na viscosidade, a frequência de descarte do óleo (6) foi 1 teste e do óleo (15) 2 testes, não sendo significativo ($p > 0,05$). Na característica sabor, se observou que a frequência de descarte foi maior à medida que se aumentou o tempo de fritura. O óleo

(15) teve uma frequência de descartes de 30 testes, valor considerado significativo em nível de 0,1%, segundo Roessler et al. (1978).

Entre todas as etapas da avaliação final, apenas o óleo (15) comparado com o óleo puro (P) foi o único que obteve frequência de descarte, significativo para a característica sabor.

O descarte em porcentagem para óleo (15) foi 37% para a cor, 60% para o aroma, 7% para a viscosidade e 100% para o sabor dos testes, confirmando que o sabor foi a característica eficiente para definição, e identificação do ponto de descarte.

Os provadores selecionados pelo teste triangular conseguiram diferenciar durante o treinamento e avaliação final as amostras de óleo puro e óleos de fritura, os óleos mais escuros, viscosos e oxidados e definir o ponto de descarte para óleo de fritura. A fase final mostra que os provadores aceitam os óleos de fritura (1), (2), (3) e (6) para cor, aroma e viscosidade, e rejeitam significativamente o óleo (15) em sabor. O aroma aparece como característica para descarte, no entanto os resultados não foram estatisticamente significativos na última fase da sensorial.

Portanto, embora tenham sido identificadas diferenças entre as amostras nas características de cor, aroma e viscosidade, o grau de diferença não foi significativo para definir o ponto de descarte em nenhum dos tempos de fritura, somente o grau de diferença apresentado pela amostra (15) foi suficientemente alto para justificar o descarte, sendo o sabor a única característica ($p > 0,001$).

Os melhores dados que se correlacionaram com os resultados da análise sensorial foi período de indução, pois o uso prolongado do óleo em fritura contribui para maiores concentrações de compostos de quebra dos triglicerídeos, que ao serem avaliados pelo teste do Rancimat demonstraram alteração da condutividade da água, determinando perda de qualidade do óleo. O óleo (15) apresentou valores de ácidos graxos livres de 0,27%, CPT de 20,37% e período de indução determinado em Rancimat de 1,8 horas.

Tabela 15 - Teste pareado simples de diferença (unicaudal) aplicado na avaliação sensorial final, com provadores selecionados e treinados, para verificar se existe ou não diferença entre o óleo de soja puro (P) e os óleos (1), (2), (3), (6) e (15) de fritura de mandioca em toletes

| Comparação | COR | | | AROMA | | | VISCOSIDADE | | | SABOR | | |
|---|----------------|------------|-----|----------------|------------|-----|----------------|------------|-----|----------------|------------|-----|
| | Total de teste | Frequência | | Total de teste | Frequência | | Total de teste | Frequência | | Total de teste | Frequência | |
| | | Sim | Não |
| Óleo puro (P) x óleo com 1h de fritura (1) | 30 | 30*** | 30 | 30 | 30*** | 30 | 30 | 30*** | 30 | 30 | 30*** | 30 |
| Óleo puro (P) x óleo com 2h de fritura (2) | 30 | 30*** | 30 | 30 | 30*** | 30 | 30 | 30*** | 30 | 30 | 30*** | 30 |
| Óleo puro (P) x óleo com 3h de fritura (3) | 30 | 30*** | 30 | 30 | 30*** | 30 | 30 | 30*** | 30 | 30 | 30*** | 30 |
| Óleo puro (P) x óleo com 6h de fritura (6) | 30 | 30*** | 30 | 30 | 30*** | 30 | 30 | 30*** | 30 | 30 | 30*** | 30 |
| Óleo puro (P) x óleo com 15h de fritura (15) | 30 | 30*** | 30 | 30 | 30*** | 30 | 30 | 30*** | 30 | 30 | 30*** | 30 |

1 – 01h06min; 2 – 2h; 3 – 03h05min; 6 - 06h54min; 15 – 15h40min

*p<0,05

**p<0,01

***p<0,001

Tabela 16 - Teste pareado direcional (unicaudal) aplicado na avaliação sensorial final, com provadores selecionados e treinados, para verificar se entre o óleo de soja puro (P) e os óleos (1), (2), (3), (6) e (15) de fritura de mandioca em toletes, qual mais escuro, mais viscoso e mais oxidado

| Comparação | COR | | AROMA | | VISCOSIDADE | | SABOR | |
|--|----------------|------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|
| | Total de teste | Frequência mais escuro | Total de teste | Frequência mais oxidado | Total de teste | Frequência mais viscoso | Total de teste | Frequência mais oxidado |
| Óleo puro (P) x óleo com 1h de fritura (1) | 30 | 30*** (1h) | 30 | 30*** (1h) | 30 | 30*** (1h) | 30 | 30*** (1h) |
| Óleo puro (P) x óleo com 2h de fritura (2) | 30 | 30*** (2h) | 30 | 30*** (2h) | 30 | 30*** (2h) | 30 | 30*** (2h) |
| Óleo puro (P) x óleo com 3h de fritura (3) | 30 | 30*** (3h) | 30 | 30*** (3h) | 30 | 30*** (3h) | 30 | 30*** (3h) |
| Óleo puro (P) x óleo com 6h de fritura (6) | 30 | 30*** (6h) | 30 | 30*** (6h) | 30 | 30*** (6h) | 30 | 30*** (6h) |
| Óleo puro (P) x óleo com 15h de fritura (15) | 30 | 30*** (15h) | 30 | 30*** (15h) | 30 | 30*** (15h) | 30 | 30*** (15h) |

1 – 01h06min; 2 – 2h; 3 – 03h05min; 6 - 06h54min; 15 – 15h40min

*p<0,05

**p<0,01

***p<0,001

Tabela 17 - Teste pareado (bicaudal) aplicado na avaliação sensorial final, com provadores selecionados e treinados, entre o óleo de soja puro (P) e os óleos (1), (2), (3), (6) e (15) de fritura de mandioca em toletes para verificar se seria descartado o óleo mais escuro, mais viscoso, mais oxidado

| Comparação | COR | | AROMA | | VISCOSIDADE | | SABOR | |
|--|----------------|-------------------------|----------------|--------------------------|----------------|--------------------------|----------------|--------------------------|
| | Total de teste | Descartaria mais escuro | Total de teste | Descartaria mais oxidado | Total de teste | Descartaria mais viscoso | Total de teste | Descartaria mais oxidado |
| Óleo puro (P) x óleo com 1h de fritura (1) | 30 | 0 ^{ns} | 30 | 18 ^{ns} | 30 | 0 ^{ns} | 30 | 2 ^{ns} |
| Óleo puro (P) x óleo com 2h de fritura (2) | 30 | 0 ^{ns} | 30 | 8 ^{ns} | 30 | 0 ^{ns} | 30 | 4 ^{ns} |
| Óleo puro (P) x óleo com 3h de fritura (3) | 30 | 0 ^{ns} | 30 | 14 ^{ns} | 30 | 0 ^{ns} | 30 | 6 ^{ns} |
| Óleo puro (P) x óleo com 6h de fritura (6) | 30 | 7 ^{ns} | 30 | 20 ^{ns} | 30 | 1 ^{ns} | 30 | 18 ^{ns} |
| Óleo puro (P) x óleo com 15h de fritura (15) | 30 | 11 ^{ns} | 30 | 18 ^{ns} | 30 | 2 ^{ns} | 30 | 30 ^{***} |

1 – 01h06min; 2 – 2h; 3 – 03h05min; 6 - 06h54min; 15 – 15h40min
 ns – não significativo *p<0,05 **p<0,01 ***p<0,001

3 CONCLUSÕES

- O procedimento de fritura de mandiocas em toletes realizado nos diferentes períodos desencadeou processos de alteração da matéria graxa, confirmados pelos resultados analíticos que se apresentaram crescentes à medida que se aumentaram os períodos de fritura.
- Em relação à umidade e teor lipídico das mandiocas fritas e cozidas, os dados permitem concluir que a umidade não foi fator determinante para maior absorção de óleo em mandiocas.
- A análise sensorial demonstrou que os provadores foram capazes de identificar as diferenças entre todas as amostras de óleo avaliadas, do menor ao maior grau de oxidação e vice - versa.
- Das características avaliadas (cor, aroma, viscosidade e sabor), apenas a variação no sabor apresentada pelas amostras de óleo de fritura foi estatisticamente significativa para definir ponto de descarte.
- O ponto de descarte sensorial da amostra de óleo utilizado durante 15h40min de fritura de mandioca apresentava valor de CPT de 20,37%, abaixo dos valores sugeridos pelo Codex de 25%.
- Os resultados mostram que a definição sensorial do ponto de descarte com provadores selecionados e treinados pode ser uma alternativa aos métodos químicos de análise de óleo de fritura de mandioca.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. de; FERREIRA, J. R. F. Mandioca: uma boa alternativa para alimentação animal. **Bahia Agrícola**, Salvador, v.7, n.1, p. 50-56, 2005.
- ALMEIDA, D. T. de; ARAÚJO, M. P. N.; FURTUNATO, D. M. N. da; SOUZA, J. M.; MORAES, T. M. Revisão de literatura: aspectos gerais do processo de fritura de imersão. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 20, n. 138, p. 42-48, 2006.
- AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY.- AOCS - **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society**. 5th ed. Champaign, 2003.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. - STP-434. – ASTM - **Manual on sensory testing methods**. Philadelphia, 1968. 118 p.
- ANS, V. G.; MATTOS, E. S. de; JORGE, N. Avaliação da qualidade dos óleos de fritura usados em restaurantes, lanchonetes e similares. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n.3, p. 413-419, 1999.
- ANTONIASSI, R. Método de avaliação da estabilidade oxidativa de óleos e gorduras. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 19, n. 2, p. 353-380, 2003.
- ASSIESA, J.; LOKA, A.; BOCKTINGA, C. L.; WEVERLINGB, G. J.; LIEVERSEC, R.; VISSERD, I.; ABELINGE, N. G. G. M.; DURANE, M.; SCHENEA, A. H. Fatty acids and homocysteine levels in patients with recurrent depression: an explorative pilot study. **Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids**, Kidlington, v. 70, n. 4, p. 349–356, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS. - ABIOVE Disponível em: <<http://e-legis.bvs.br/leisref/public/showAct.php?id=20920&word=>> Acesso em: 10 abr. 2009.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. AOAC - **Official methods of analysis**. 16th ed. Washington D.C: 1995.
- AYLÓN, M. A. Y. **Estudio de utilización de aceites para fritura em estabelecimentos alimentarios de comidas preparadas**. Disponível em: < <http://magno.uab.es/epsi/alimentaria/mangeles-aylon.pdf>> Acesso em: 15 abr. 2009.
- BANKS, D. Food-service frying. IN: PERKINS, E. G.; ERICKSON, M.D. **Deep frying: chemistry, nutrition and practical applications**. Champaign: AOCS Press, 1996. chap. 12, p. 245-257.
- BARROS, H.; VIANNI, R. Estudo da influência da área específica nas alterações do óleo de soja utilizado em frituras descontínuas com batata inglesa. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 20, n. 147, p. 76 – 82, 2006.

BELCUORE, H. Evaluación de la oxidación lipídica en alimentos. **Aceites y Grasas**, Rosario, v.1, n. 66, p.144-147, 2007.

BELITZ, H.D; GROSCH, W.; SCHIEBERLE, P. **Food chemistry**. 3rd. ed. Berlin: Springer Verlag, 2004. chap. 3, p. 157-242.

BIRCH, A. E.; FENNER, G. P.; WATKINS, R.; BOYD, L. D. Antioxidant properties of evening primrose seed extracts. **Journal Agricultural Food Chemistry**, Washington, v. 49, n. 9, p. 4502-4507, 2001.

BLUMENTHAL, M. A new look at the chemistry and physical of deep-fat frying. **Food Technology**, Oxford, v.45, n 2, p. 68-71, 1991.

BOBIO, F. O.; BOBIO, P. A. **Introdução a química dos alimentos**. 2. ed. São Paulo: Livraria Varela, 1992.

BOCKISCH, M. **Fats and oils handbook**. Champaign: AOCS Press, 1998. 838p.

BOSKOU; D.; EMALDFA, I. **Frying of food: oxidation, nutrient and non-nutrient antioxidants, biologically active compounds and high temperatures**. Boca Raton: CRC Press, 1999. 276p.

BRADLEY, D. G.; MIN, D. B. Singlet oxygen oxidation of foods. **Critical Review in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 31, n. 3, p. 211-236, 1992.
Disponível em: <<http://magno.uab.es/epsi/alimentaria/mangeles-aylon.pdf>>. Acesso em: 5 mar. 2009.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, ANVISA. Portaria Estadual CVS 6/99 de 10 de março de 1999a. **Regulamento técnico sobre parâmetros e critérios para controle higiênico e sanitário em estabelecimentos de Alimentos**. Disponível em:
<[http://e-legis.bvs.br/leisref/public/showAct.php?id=20920 &word=>](http://e-legis.bvs.br/leisref/public/showAct.php?id=20920&word=>) Acesso em: 5 mar.2009.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, ANVISA. Resolução RDC nº 482, de 23 de setembro de 1999b. **Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de óleos e gorduras vegetais**. Disponível em:
<<http://e-legis.bvs.br/leisref/public/showAct.php>>. Acesso em: 4 mar. 2009.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, ANVISA. Informe Técnico nº 11, de 5 de outubro de 2004a. **Óleos e gorduras utilizados em frituras**. Disponível em:<http://www.anvisa.gov.br/alimentos/informes/11_051004htm>. Acesso em: 5 mar. 2009.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, ANVISA. Resolução RDC nº 216 de 15 de setembro de 2004b. **Regulamento técnico de boas práticas para serviços de alimentação**. Disponível em: <<http://e-legis.bvs.br/leisref/public/showAct.php?id=12546>>. Acesso em: 3 mar. 2009.

BROADBENT, C. J.; PIKE, O. A. Oil stability index correlated with sensory determination of oxidative stability in canola oil. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Champaign, v. 80, n. 1, p. 59-53, 2003.

CELLA, R. C. F.; REGITANO-d'ARCE, M. A. B.; SPOTO, M. H. F. Comportamento do óleo de soja refinado utilizado em fritura por imersão com alimentos de origem vegetal. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 2, p. 111-116, 2002.

CHAVES, J. B. P. **Métodos de diferenças em avaliação sensorial de alimentos e bebidas**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1993. 92p.

CHOE, E.; MIN, D.B. Chemistry and reactions of reactive oxygen species in foods. **Journal Food Science**, Chicago, v. 70, n. 9, 142-159, 2005.

_____. Mechanisms and factors for edible oil oxidation. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, Chicago, v. 5, n. 4, p. 169-185, 2006.

_____. Chemistry of deep-fat frying oils. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 72, n. 5, p. 77-86, 2007.

CHUNG, J.; L. E. E. J; CHOE, E. Oxidative stability of soybean and sesame oil mixture during frying of flour dough. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 69, n. 7, p. 574-578, 2004.

COLTRO, L.; BURATIN, A. E. P. Garrafas de PET para óleo comestível avaliação da barreira à luz. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, São Carlos, v. 14, n. 3, p. 206-211, 2004.

COPPIN, E. A.; PIKE, O. A. Oil stability index correlated with sensory determination of oxidative stability in light-exposed soybean oil. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Champaign, v. 78, n. 1, p. 13-18, 2001.

CORSINI, M. S.; JORGE, N. Estabilidade oxidativa de óleos vegetais utilizados em frituras de mandioca palito congelada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 27-32, 2006a.

_____. Alterações oxidativas em óleos de algodão, girassol e palma utilizados em frituras de mandioca palito congelada. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 17, n. 1, p. 25-34, 2006b.

CORSINI, M. S.; JORGE, N.; MIGUEL, A. M. R. O.; VICENTE, E. Perfil de ácidos graxos e avaliação da alteração em óleos de fritura. **Química Nova**, São Paulo, v. 31, n. 5, p. 956-961, 2008.

DAMY, P. C. **Alterações físico-químicas de óleo de soja e da gordura hidrogenada durante o processo de fritura descontínua de batatas**. 2001. 136 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas (Ibilce), Universidade Estadual Paulista (Unesp), São José do Rio Preto, 2001.

DAMY, P. C.; JORGE, N. Determinações físico-químicas do óleo de soja e da gordura vegetal hidrogenada durante o processo de fritura descontínua. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 6, n. 2, p. 251-257, 2003.

DELLA MODESTA, R. C. **Manual de análise sensorial de alimentos e bebidas: geral**. Rio de Janeiro: EMBRAPA - CTAA, 1994a. 115 p.

_____. **Manual de análise sensorial de alimentos e bebidas: seleção e treinamento de provadores da equipe sensorial**. Rio de Janeiro: Embrapa - CTAA, 1994b. 52 p.

DEL RÉ, P. V.; COLTRO, A. L.; MANETE, J. C. P. P.; MARTI, G. E.; JORGE, N. Influência da relação superfície/volume em frituras de batata palito. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 62, n. 3, p. 213-219, 2003.

DEL RÉ, P. V.; JORGE, N. Comportamento de óleos vegetais em frituras descontínuas de produtos pré-fritos congelados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n.1, p. 56-63, 2006.

DOBARGANES, M. C.; PÉREZ-CAMINO, M. C. Frying process: selection of fats and quality control. **International Meeting on Fats and Oils Technology Symposium and Exhibition**, Campinas, v. 49, n. 3/4, p. 58-66, 1991.

DOBARGANES, M. C.; PÉREZ-CAMINO, M. C.; GONZÁLEZ-QUIJANO, R. G. Métodos analíticos de aplicación en grasas calentadas. I. Determinación de ésteres metílicos no alterados. **Grasas y Aceites**, Sevilla, v. 35, n. 3, p. 172-177, 1984.

DOBARGANES, M. C.; VELASCO, J.; DIEFFENBACHER, A. Determination of polar compounds, polymerized and oxidized triacylglycerols, and diacylglycerols in oils and fats. **Pure and Applied Chemistry**, Oxford, v. 72, n. 8, p. 1563–1575, 2000.

FAO. **Statistical datas**. Disponível em: <<http://apps.fao.org/cgi-bin/nph-db.pl>> Acesso em: 5 mar. 2009.

FARHOOSH, R.; MOOSAVI, S. M. R. Rancimat test for the assessment of used frying oils quality. **Journal of Food Lipids**, New Jersey, v. 14, n. 3, p. 263–271, 2007.

FIRESTONE, D.; STIER, R. F.; BLUMENTHAL, M. Regulation of frying fats and oils. **Food Technology**, Champaign, v. 45, n. 2, p. 90-94, 1991.

FRITSCH, W. Measurements of frying fat deterioration: a brief review. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Champaign, v. 58, n. 3, p. 272-274, 1981.

GEBHARDT, B. Uso de los aceites y las grasas em snacks. **Aceites y Grasas**, Rosario, v. 1, n. 66, p.130 – 141, 2007.

GERTZ, C. Chemical and physical parameters as quality indicators of used frying fats. **European Journal of Lipid Science and Technology**, Weinheim, v.102, n. 8, p. 566-572, 2000.

GIL, B.; CHO, Y. J.; YOON, S. H. Rapid determination of polar compounds in frying fats and oils using image analysis. **Food Science and Technology–Lebensmittel-Wissenschaft and Technologie**, Oxford, v. 37, n. 6, p. 657–661, 2004.

GOBURDHUN, D.; SEEBUN, P.; RUGGOO, A. Effect of deep-fat frying of potato and chicken on the quality of soybean oil. **Journal Consumer Studies and Home Economics**, Oxford, v. 24, n. 4, p. 223-233, 2000.

GONZAGA, F. B.; PASQUINI, C.; RODRIGUES, C.E. C.; MEIRELLES, A. J. A. Comparison of near-infrared emission spectroscopy and the Rancimat method for the determination of oxidative stability. **European Journal of Lipid Science and Technology**, Weinheim, v.109, n. 1, p. 61–65, 2007.

GRAY, J.I. Measurement of lipid oxidation: a review. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Champaign, v. 55, n. 6, p. 539 -546, 1978.

GREGÓRIO, B. M.; ANDRADE, E. C. B. Influência do aquecimento sobre as propriedades físico-químicas de óleos comestíveis. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 18, n. 121, p. 78-84, 2004.

GRISWOLD R. Gorduras. In:_____. **Estudo experimental dos alimentos**. São Paulo: Edgard Blücher, 1972. cap. 8, p. 200-227.

GUNSTONE, D. F.; HARWOOD, J. L.; DIJKSTRA, A. J. **The lipids handbook**. 3rd ed. Boca Raton: CRC press. 2007. chap. 8, p. 535-589.

HARTMAN, L; LAGO, R.C.A. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. **Laboratory Practice**, London, v. 22, n. 6, p. 475-6, 94, 1973.

HINDRA F.; BAIK, O. Kinetics of quality changes during food frying. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 46, n. 3, p. 239–258, 2006.

- IDRIS, N. A.; ABDULLAH, A.; HALIM, A. H. Evaluation of palm oil quality: correlating sensory with chemical analyses. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Champaign, v. 69, n. 3, p. 272-275, 1992.
- INNAWONG, B.; MALLIKARJUNAN, P.; MARCY, J. E. The determination of frying oil quality using a chemosensory system. **Food Science and Technology–Lebensmittel-Wissenschaft and Technologie**, Oxford, v. 37, n. 1, p. 35–41, 2004.
- INSTITUTE OF FOOD TECHNOLOGISTS. Sensory evaluation division. Guidelines for the preparation and review of papers reporting sensory evaluation data. **Food Technology**, Champaign, v. 35, n. 4, p. 16-17, 1981.
- INTERNATION UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY.- IUPAC - **Standard methods for the analysis of oils, fats and derivatives**, method 2507. 7th ed. Oxford: Pergamon Press, Oxford, 1992.
- JACKSON, H.W. Oil flavors quality assessment. In: APPLEWHITE, T.H. **Bailey's industrial oil and fat products**. New York: John Wiley, 1985. v. 3, p.243-272.
- JORGE, N. Alterações em óleos de fritura. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.11, n. 52, p. 15-23, 1997.
- JORGE, N.; JANIERI, C. Avaliação do óleo de soja submetido ao processo de fritura de alimentos diversos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 5, p. 1001-1007, 2005.
- JORGE, N.; LUNARDI, V. M. Influência dos tipos de óleos e tempos de frituras na perda de umidade e absorção de óleo em batatas fritas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 3, p. 635-64, 2005.
- JORGE, N.; LUNARDI, V. M. Comportamento de óleos poliinsaturados em frituras descontínuas de batatas. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 15, n. 2, p. 119-124, 2004.
- JORGE, N.; DAMY, P. C. de; CORSINI, M. S. da; DEL RÉ, P. V. Medidas da estabilidade oxidativa e compostos polares totais do óleo de soja refinado e da gordura vegetal hidrogenada em frituras. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 64, n. 2, p.162-166, 2005a.
- JORGE, N.; SOARES, B. B. P. S.; LUNARDI, V. M.; MALACRIDA, C. R. Alterações físico-químicas dos óleos de girassol, milho e soja em frituras. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 6, p. 947-951, 2005b.
- LAWLESS, H.T.; HEYMANN, H. **Sensory evaluation of food: principles and practices**. New York: Chapman e Hall, 1998. 827p.
- LEHNINGER, A.; NIELSON, D.L.; COX, M. M. **Bioquímica**, 3rd ed. New York: Worth Publisher, 1995. 1152p.

LIMA, J. R.; GONÇALVES, L. A. G. Parâmetros de avaliação da qualidade de óleo de soja utilizado para fritura. **Química Nova**, São Paulo, v. 17, n. 5, p. 392-396, 1994.

LI-MAN L.; SHAU-YEN H.; YI-FA, L. A survey study on frying oil of restaurants in the Taipei area. **Foodservice Research International**, Trumbull, v.16, n. 3, p. 60-68, 2005.

LÓPEZ-AGUILAR, J. R.; VALERIO-ALFARO, G.; MONROY-RIVERA, J. A.; A. MEDINA-JUÁREZ, L.; O'MAHONY, M.; ANGULO .O. Evaluation of a simple and sensitive sensory method for measuring rancidity in soybean oils. **Grasas y Aceites**, Sevilla, v. 57, n. 2, p.149-154, 2006.

LORENZI, J. O. **Mandioca**. Campinas: CATI, 2003. 116 p. (BoletimTécnico, 245).

MACHADO, E. R.; MARMESAT, S.; ABRANTES, S.; DOBARGANES, C. Uncontrolled variables in frying studies: differences in repeatability between thermoxidation and frying experiments. **Grasas y Aceites**, Sevilha, v. 58, v. 3, p. 283–288, 2007.

MACHADO, E. R., GARCÍA M. C. D. D.; ABRANTES S, M. P. de. Alterações dos óleos de palma e de soja em fritura descontínua de batatas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 2, n. 4, p. 786-792, 2008.

MAHAN, K. L.; ESCOTT-STUMP, S. **Krause**: alimentos, nutrição e dietoterapia. 9th ed. São Paulo: Roca, 1998. chap. 3, p 41-47.

MAKINSON, J. H.; GREENFIEL, H.; WONG, M. L.; WILLS, R. B. H. Fat uptake during deep-fat frying of coated and incoated foods. **Journal Food Composition**, San Diego, v. 1, p. 93-101, 1997.

MALACRIDA, C. R.; JORGE, N. Alterações do óleo de soja e da mistura azeite de dendê - óleo de soja em frituras descontínuas de batatas chips. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 6, n. 2, p. 245-249, 2003.

MALACRIDA, C. R.; JORGE, N. Influência da relação superfície/volume e do tempo de fritura sobre as alterações da mistura azeite de dendê-óleo de soja. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 724-730, jul., 2006.

MÁRQUEZ-RUIZ, G.; PÉREZ-CAMINO, M. C.; DOBARGANES, M. C. Evaluación nutricional de grasas termoxidadas y de fritura. **Grasas y Aceites**, Sevilla, v.41, n.6, p.432 – 439, 1990.

MARTÍNEZ, L.; PÉREZ, L.G.; LIU, J.; ESPINILLA. M. **A Fuzzy Model for Olive Oil Sensory Evaluation**. Berlin: Springer, 2007. v. 4529, p. 615-624 (Lecture notes in computer science).

MASSON, L.; ROBERT, P.; ROMERO, N. IZAURIETA, M.; VALENZUELA, S.; ORTIZ, J.; DOBARGANES, M. C. Comportamiento de aceite polinsaturados en la preparación de patatas fritas para consumo inmediato: formación de nuevos compuestos y comparación de métodos analíticos. **Grasas y Aceites**, Sevilla, v. 48, n.5, p.273-281,1997.

MCSAVAGE, J.; TREVISAN, S. The use and abuse of frying oil. **Food Service Technology**, Trumbull, v. 1, p. 85–92, 2001.

MEHLENBACHER, V.C. **The analysis of fats and oils**. Champaign: Garrard Press, 1960.

MEHTA, U.; SWINBURN, B. A review of factors affecting fat absorption in hot chips. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Colchester, v. 4, n. 12, p. 133–154, 2001.

MELLEMA, M. Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods. **Trends in Food Science and Technology**, Oxford, v.14, n.9, p. 364–373, 2003.

MIN, D.B.; BOFF, J.M. Lipid oxidation of edible oil. In: AKOH, C.; MIN, D.B. **Food lipids: chemistry, nutrition and biotechnology**. New York: Marcel Dekker, 2002. Chap. 11, p. 335-363.

MONOFERRER, A.; VILLALTA, J. La fritura desde um punto de vista práctico 1. **Alimentación Equipos y Tecnología**, Madrid, v. 21, n. 3, p. 85-90, 1993.

MORDRET, F. Analysis of oils and fats. In: _____. **Oils and fats manual**. New Jersey: Lovoisier, 1996. p. 1155-1191.

MOREIRA, R. G.; PALAU, J. E.; SUN, X.; MERMELSTEIN N. H. Deep-fat frying of tortilla chips - an engineering approach. **Food Technology**, Champaign, v. 49, n. 4, p. 146–150, 1995.

MOREIRA, R. G.; SUN, X. Z.; CHEN, Y. H. Factors affecting oil uptake in tortilla chips in deep-fat frying. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 31, n. 4, p. 485–498, 1997.

MORETTO, E.; FETT, R. **Tecnologia de óleos e gorduras vegetais na indústria de alimentos**. São Paulo: livraria Varela, 1998. 150 p.

MORI, E. E. M., SHIROSE, I; FERREIRA, V. L. P.; CAMPOS, S. D. S. **Métodos sensoriais e físicos para avaliação de alimentos e bebidas: princípios e aplicações**. Campinas: ITAL,1982. 177p.

NASCIMENTO, H. T. S. do. Utilização integral da mandioca em alimentação animal de algumas propriedades. In: Congresso Brasileiro de Mandioca, 11, 2005, Campo Grande. **Anais ...** Campo Grande: Secretaria de Ciência e Tecnologia do Mato Grosso do Sul, 2005. v. 1. p. 1-4.

NAWAR, W.W. Thermal degradation of lipids. a review. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.17, n.1, p.18–21, 1969.

_____. Lipids. In: FENEMA, O.R. **Food chemistry**. New York: Marcel Dekker, 1985. Chap. 4, p. 139 – 244.

NOBLE, A.C. Sensory methods of flavor analysis. In: TAYLOR, J.A. **Food flavor technology**. London: Sheffield Academic Press, 2002. Chap 9, p. 252-271.

NORMANHA, E.S. **Derivados da mandioca: terminologias e conceitos**. São Paulo: Fundação Cargill, 1982. 56p.

OETTERER, M.; REGITANO-d'ARCE, M. A. B.; SPOTO, M. H. F. **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos**. Baureri: Manole, 2006. cap. 6, p. 243 - 295.

PAUL, S. P.; MITTAL, G.S. Regulating the use of degraded oil/fat in deep-fat food frying. **Critical Review in Food Science and Nutrition**, Colchester, v. 37, n. 7, p. 635-662, 1997.

PEDRESCHI, F.; MOYANO, P. Oil uptake and texture development in fried potato slices. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v.70, n. 4, p. 557–563, 2005.

PÉREZ-CAMINO, M.C.; MÁRQUEZ-RUIZ, G.; SALGADO-RAPOSO, A.; DOBARGANES, M.C. Alteración de grasas usadas en fritura. III. Correlación entre índices analíticos y métodos de evaluación directa de compuestos de degradación. **Grasas y Aceites**, v. 39, n. 2, p. 72-76, 1988.

PINTO, E. P.; BORGES, C. D.; TEIXEIRA, A. M. ZAMBIAZI, R. C. Características da batata frita em óleos com diferentes graus de insaturação. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 21, n. 2, p.293-302, 2003.

POZO-DÍEZ, R. M. **Estudio del proceso de fritura de alimentos frescos y congelados prefritos. Comportamiento del aceite de semilla de girasol de alto contenido en acido oleico**. 1995. 338 p. Tese (Doutorado em Farmácia) - Facultad de Farmacia, Universidad de Alcalá de Henares, Alcalá de Henares, 1995.

RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 4, 755-760, 2006.

RAMÍREZ, M. R.; CAVA, R. Changes in colour, lipid oxidation and fatty acid composition of pork loin chops as affected by the type of culinary frying fat. **Food Science and Technology–Lebensmittel-Wissenschaft and Technologie**, Oxford, v. 38, n. 7, p. 726–734, 2005.

RAVELLI D.; MATSUOKA, C. R.; DELLA MODESTA, R. C; VIEIRA, T. M. F. S.; REGITANO D'ARCE, M. A. B. Sensory method for evaluating rancidity and determining disposal point of soybean oil used in deep fat frying. **Food Research International**, 2009a. (submetido).

REDA, S.Y. **Estudo comparativo de óleos vegetais submetidos a estresse térmico**. 2004. 153 p. Dissertação (Programa de Pós Graduação em Tecnologia de matérias - Primas) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2004.

RIMAC-BRNČIĆ, S.; LELAS, V., RADE, D.; SIMUNDIĆ, B. Decreasing of oil absorption in potato strips during deep fat frying. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 64, n. 2, p. 237–241, 2004.

RISTIC, V.; RISTIC, G. Role and importance of dietary polyunsaturated fatty acids in the prevention and therapy of atherosclerosis. **Medicinski Pregled**, Novi Sad, v.56, n.1, p.50-53, 2003.

ROESSLER, E.B.; PANGBORN, R.M.; SIDEL, J.L.; STONE, H. Expanded statistical tables for estimating significance in paired-preference, paired difference, duo-trio and triangle tests. **Journal Food Science**, Chicago, v. 43, n. 3, p. 940-943, 1978.

ROJO, J. A.; PERKINS, E. G. Cyclic fatty acid monomer formation in frying fats: I. Determination and Structural Study. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Champaign, v.64, n. 3, p. 414- 421, 1987.

SAGUY, T.S.; DANA, D. Integrated approach to deep fat frying: engineering nutrition, health and consumer aspects. **Journal Food Engineering**, Oxford, v. 56, n. 2, p.143-152, 2003.

SAGUY, I. S.; PINTHUS, E. J. Oil uptake during deep-fat frying. Frying factors and mechanism. **Food Technology**, Chicago, v. 49, n. 4, p. 142- 145, 1995.

SAHIN, S. Effect of frying parameters on the colour development of fried potatoes. **European Food Research and Technology**, Berlin, v. 211, n. 3, p. 165-168, 2000.

SANIBAL, E. A. A.; MANCINI-FILHO, J. Alterações físicas, químicas e nutricionais de óleos submetidos ao processo de fritura. **Food Ingredients South American**, São Paulo, v. 18, p. 64-71, 2002.

SANIBAL, E. A. A.; MANCINI-FILHO, J. Perfil dos ácidos graxos trans de óleo e gordura hidrogenada de soja no processo de fritura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 1, p. 27-31, 2004.

SANIBAL, E. A. A.; RODAS, M. A. B. de; DELLATORRE, J. C. M. de; MANCINI-FILHO, J. Avaliação da qualidade sensorial de batata frita óleo de soja e gordura parcialmente hidrogenada de soja em tempos de fritura variáveis. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 63, n. 1, p. 80-86, 2004.

SENANAYAKE, S.P.J.N.; SHAHIDI, F. Structured lipids: acidolysis of gamma-linolenic acid-rich oils with n-3 polyunsaturated fatty acids. **Journal of Food Lipids**, New Jersey, v. 9, n. 4, p. 309-323, 2007.

SENSORY EVALUATION DIVISION OF THE INSTITUTE OF FOOD TECHNOLOGISTS. Sensory evaluation guide for testing food and beverage products. **Food Technology**, Chicago, v.11, p.50-59, 1981.

SILVA, F. A. M.; BORGES, M. F. M., FERREIRA, M. A. Método para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade oxidativa. **Química Nova**, São Paulo, v. 22, n.1, p. 94-103,1999.

SILVA, F. P.; CORSINI, M. S.; MALACRIDA, C. R.; JORGE, N. Qualidade do óleo de soja sob diferentes condições de fritura. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 21, n. 148, p. 86-91, 2007.

SILVA, M. R.; CERQUEIRA, F. M.; SILVA, P. R. M. da. Batatas fritas tipo palito e palha: absorção de gordura e aceitabilidade, **Nutrire**, São Paulo, v. 26, p. 51-52, 2003.

SHAO, C.C.T. **Commercial frying oil**: Characteristic during frying and models for prediction of oil degradation. 2000. 157p. (Philosophy Doctor) –The University of Tennessee, Knoxville, 2000.

SHILS, M. E.; OLSON, J.A.; SHIKE, M.; ROSS, A. C. **Modern nutrition in health and disease**. 9th ed. Philadelphia: Lippinott Willians e Wilkins, 1999. p. 47-54.

SHAHIDI, F. J.; WANASUNDARA, U. N. Methods for measuring oxidative rancidity fats and oils. In AKOH, C.I.; MIN, D.B. **Food lipids**: chemistry, nutrition and biotechnology. New York: Marcel Dekker, 1998. p. 377-396.

SMITH, L. M.; CLIFFORD, A. J.; CREVELING, R.; HAMBLIN, C. L. Lipid content and fatty acid profiles of various deep-fat fried foods. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Champaign, v. 62, n. 6, p. 996-999, 1985.

SOARES, M. S. da; RIBEIRO, A. P. B.; GONÇALVES, L. A. G.; FERNADES, G. B.; BOLINI, H. M. A. Aceitação sensorial do óleo de soja degomado por ultrafiltração e desodorizado. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 22, n. 2, p. 283-294, 2004.

SOUTHERN, C. R.; CHEN, X. D.; FARID, M. M.; HOWARD, B.; EYRES, L. Determining internal oil uptake and water content of fried thin potato crisps. **Food and Bioproducts Processing**, Amsterdam, v. 78, n. 3, p.119–125, 2000.

St.ANGELO, A.J. Lipid oxidation in foods. **Critical Review in Food Science and Nutrition**, Colchester, v. 36, n. 3, p.175-224, 1996.

STEVENSON S.G., VAISEY-GENSER, M.; ESKIN, N.A.M. Quality Control in the Use of Deep Frying Oils. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Champaign, v. 61, n. 6, p. 1102- 1108,1984.

STEEL, C. J.; DOBARGANES, M. C.; BARRERA- ARELLANO, D. Formation of polymerization compounds during thermal oxidation of cottonseed oil, partially hydrogenated cottonseed oil and their blends. **Grasas y Aceites**, Sevilla, v. 57, n. 3, p. 284-29, 2006.

STIER, R. F. Frying as a science – An introduction. **European Journal of Lipid Science and Technology**, Weinheim, v.106, n.11, p. 715–721, 2004.

STOKOLS, J.; BORDI, P. Transitioning to trans fat-free: an analysis of changes in foodservice because of the switch to trans fat-free products. **Foodservice Research International**, Trumbull, v. 15, p. 129-139, 2004.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. 2nd ed. California: Elsevier. 2004. 365p.

SU, C.; GUPTA, M.; WHITE, P. Multivariate sensory characteristics of low and ultra-low linolenic soybean oils displayed as faces. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Champaign, v. 80, n. 12 , p. 131-1235, 2003.

TAUTORUS, D. J., Mc- CURDY, A. R. Effect of randomization on oxidative stability of vegetable oils at two different temperature. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Champaign, v.10, n. 8, p. 1087-1094, 1990.

TAVARES, M.; GONZALEZ, E.; SILVA, M. L. P. da; BARSOTTI, R. C. F.; KUMAGAI, E. E.; CARUSO, M. S. F.; AUED-PIMENTEL, S.; RUVIERI, V.; SOUZA, D. L. de. Avaliação da qualidade de óleos e gorduras utilizados para fritura no comércio da região metropolitana da Baixada Santista, estado de São Paulo. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 66, n. 1, p. 40-44, 2007.

TYAGI, V. K.; VASISHTHA, A. K. Changes in the characteristics and composition of oil during deep-fat frying. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Champaign, v. 73, n. 4, p. 499-506, 1996.

UFHEIL, G.; ESCHER, F. Dynamics of oil uptake during deep-fat frying of potato slices. **Food Science and Technology–Lebensmittel-Wissenschaft and Technologie**, Oxford, v. 29, n. 7, p. 640–644, 1996.

UIEARA, M. **Lipídeos**. Departamento de Química, UFSC, 2003. Disponível em: <http://qmc.ufsc.br/qmcweb/artigos/colaboracoes/marina_fat_free.html#> Acesso em: jan. 2009.

VERGARA, P.; WALLY, A. P.; PESTANA, V. R.; BASTOS, C.; ZAMBIAZI, R. C. Estudo do comportamento de óleo de soja e de arroz reutilizados em frituras sucessivas de batata. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 24, n. 1, p. 207-220, 2006.

VITRAC, O.; DUFOUR, D.; TRYSTRAM, G.; RAOULT-WACK, A.L. Characterization of heat and mass transfer during deep-fat frying and its effect on cassava chip quality. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 53, n. 2, p. 161–176, 2002.

WARNER, K. Chemistry of frying oils. In: AKOH, C. I; MIN, D. B. **Food lipids: chemistry, nutrition and biotechnology**. New York: Marcel Dekker, 2002. Chap. 7, p. 205-221.

WARNER, K.; MOUNTS, T. L. Frying stability of soybean and canola oils with modified fatty acid compositions. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Champaign, v. 70, n. 10, p. 983-988, 1993.

WANG, X.; WANG, T.; JOHNSON, L. A. Composition and sensory qualities of minimum-refined soybean oils. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Champaign, v. 79, n. 12, p. 1207-1214, .2002.

WESSELS, H. Deterioration of polar compound in frying fats. **Pure and Applied Chemistry**, Oxford, v. 55, 1983.

WHITE, P. J. Methods for measuring changes in deep fat frying oils. **Food Technology**, Champaign, v. 45, n.2, p. 75- 80,1991.

ZAMBIAZI, R.Z; ZAMBIAZI, M.W. Vegetable oil oxidation: effect of endogenous components. **Revista da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 34, n. 1, p. 22-32, 2000.

ZAMBIAZI, R. C.; PRZYBYLSKI, R.; ZAMBIAZI, M. W.; MENDONÇA,C. B. Fatty acid composition of vegetable oils and fats. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 25, n. 1, p. 111-120, 2007.

ZÁCARI, Z. C. **Estabilidade oxidativa de óleos extra-virgem de castanha do Pará com ervas aromáticas antioxidantes**. 2008. 112p. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia)- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

YILMAZ, E. An oil dilution technique used in small-scale frying to reduce oil expenditure. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 39, n. 3, p. 245–251, 2004.

APÊNDICES

APENDICE A - Processo de fritura de mandioca em toletes realizada no período de 1h06min

| Fritura (Nº.) | Tempo para atingir 170°C (minutos) | Tempo de imersão da mandioca em óleo (minutos) | Volume de óleo inicial (L) | Volume de óleo final recolhido (L) | Reposição de óleo fresco (L) | Peso inicial mandioca cozida (g) | Peso final mandioca frita (g) | Resíduo retirado da fritadeira (g) |
|-----------------------|---|---|-----------------------------------|---|-------------------------------------|---|--------------------------------------|---|
| 1 | 4 | 7 | 3,50 | | | 500,30 | 275,83 | |
| 2 | | 8 | | | | 503,80 | 293,53 | |
| 3 | | 7 | | | | 502,10 | 333,43 | |
| 4 | | 7 | | | | 502,60 | 313,00 | |
| 5 | | 8 | | | | 503,60 | 299,44 | |
| 6 | | 7 | | | | 503,60 | 307,05 | |
| 7 | | 8 | | | | 504,40 | 291,84 | |
| 8 | | 7 | | | | 503,80 | 408,70 | |
| 9 | | 7 | | 2,91 | | 501,00 | 309,40 | 60,40 |
| TOTAL | 4 | 66 | 3,50 | 2,91 | - | 4525,20 | 2832,22 | 60,40 |

APENDICE B - Processo de fritura de mandioca em toletes realizada no período de 2h

| Fritura (Nº.) | Tempo para atingir 170°C (minutos) | Tempo de imersão da mandioca em óleo (minutos) | Volume de óleo inicial (L) | Volume de óleo final recolhido (L) | Reposição de óleo fresco (L) | Peso inicial mandioca cozida (g) | Peso final mandioca frita (g) | Resíduo retirado da fritadeira (g) |
|----------------|------------------------------------|--|----------------------------|------------------------------------|------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|
| 1 | 10 | 7 | 3,5 | | | 506,00 | 330,94 | |
| 2 | | 7 | | | | 502,60 | 313,07 | |
| 3 | | 8 | | | | 507,20 | 323,70 | |
| 4 | | 7 | | | | 504,80 | 312,32 | |
| 5 | | 7 | | | | 502,30 | 320,43 | |
| 6 | | 7 | | | | 506,10 | 299,74 | |
| 7 | | 7 | | | | 501,00 | 309,25 | |
| 8 | | 7 | | | | 501,30 | 305,59 | |
| 9 | | 7 | | | | 500,30 | 307,97 | |
| 10 | | 7 | | | | 501,70 | 301,14 | |
| 11 | | 7 | | | | 503,70 | 300,60 | |
| 12 | | 7 | | | | 503,00 | 286,15 | |
| 13 | | 7 | | | | 501,30 | 305,55 | |
| 14 | | 7 | | | | 502,70 | 279,54 | |
| 15 | | 7 | | | | 502,60 | 304,44 | |
| 16 | | 7 | | | | 506,20 | 3016,56 | |
| 17 | | 7 | | 2,40 | | 503,50 | 297,30 | 92,00 |
| TOTAL | 10 | 120 | 3,50 | 2,40 | - | 8556,30 | 7914,29 | 92,00 |

APENDICE C - Processo de fritura de mandioca em toletes realizada no período de 3h05min

| Fritura (Nº.) | Tempo para atingir 170°C (minutos) | Tempo de imersão da mandioca em óleo (minutos) | Volume de óleo inicial (L) | Volume de óleo final recolhido (L) | Reposição de óleo fresco (L) | Peso inicial mandioca cozida (g) | Peso final mandioca frita (g) | Resíduo retirado da fritadeira(g) |
|----------------|------------------------------------|--|----------------------------|------------------------------------|------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 5 | 7 | 3,50 | | | 503,90 | 402,50 | |
| 2 | | 7 | | | | 500,50 | 314,63 | |
| 3 | | 10 | | | | 502,80 | 280,54 | |
| 4 | | 7 | | | | 503,90 | 316,76 | |
| 5 | | 7 | | | | 502,60 | 311,73 | |
| 6 | | 7 | | | | 501,40 | 309,32 | |
| 7 | | 8 | | | | 502,40 | 312,00 | |
| 8 | | 8 | | | | 502,20 | 306,60 | |
| 9 | | 7 | | | | 506,60 | 297,83 | |
| 10 | | 8 | | | | 506,10 | 319,48 | |
| 11 | | 7 | | | | 504,00 | 315,68 | |
| 12 | | 7 | | | | 505,30 | 295,97 | |
| 13 | | 7 | | | | 505,90 | 307,65 | |
| 14 | | 7 | | | | 505,00 | 301,41 | |
| 15 | | 7 | | | | 504,00 | 313,87 | |
| 16 | | 7 | | | 0,50 | 503,80 | 287,87 | |
| 17 | | 8 | | | | 503,30 | 290,17 | |
| 18 | | 8 | | | | 503,50 | 314,21 | |
| 19 | | 7 | | | | 500,40 | 305,07 | |
| 20 | | 7 | | | | 500,50 | 321,28 | |
| 21 | | 8 | | | | 503,90 | 304,08 | |
| 22 | | 8 | | | | 502,02 | 285,43 | |
| 23 | | 7 | | | | 504,50 | 502,20 | |
| 24 | | 7 | | | | 503,50 | 385,70 | |
| 25 | | 7 | | 2,30 | | 501,20 | 303,75 | 105,78 |
| TOTAL | 5 | 185 | 3,50 | 2,30 | 0,50 | 12583,22 | 8005,73 | 105,78 |

APENDICE D - Processo de fritura de mandioca em toletes realizada no período de 6h54min

(continua)

| Fritura (Nº.) | Tempo para atingir 170°C (minutos) | Tempo de imersão da mandioca em óleo (minutos) | Volume de óleo inicial (L) | Volume de óleo final recolhido (L) | Reposição de óleo fresco (L) | Peso inicial mandioca cozida (g) | Peso final mandioca frita (g) | Resíduo retirado da fritadeira (g) |
|-----------------------|---|---|-----------------------------------|---|-------------------------------------|---|--------------------------------------|---|
| 1 | 10 | 7 | 3,50 | | | 509,10 | 313,00 | |
| 2 | | 7 | | | | 503,40 | 310,83 | |
| 3 | | 7 | | | | 499,90 | 354,23 | |
| 4 | | 7 | | | | 501,50 | 311,40 | |
| 5 | | 7 | | | | 505,10 | 324,76 | |
| 6 | | 7 | | | | 502,10 | 314,80 | |
| 7 | | 8 | | | | 803,70 | 295,08 | |
| 8 | | 7 | | | | 506,10 | 304,60 | |
| 9 | | 7 | | | | 502,60 | 309,49 | |
| 10 | | 8 | | | | 506,40 | 309,60 | |
| 11 | | 7 | | | | 500,50 | 314,97 | |
| 12 | | 7 | | | | 502,00 | 316,68 | |
| 13 | | 7 | | | | 505,20 | 305,34 | |
| 14 | | 7 | | | | 500,90 | 309,52 | |
| 15 | | 8 | | | | 505,30 | 293,50 | |
| 16 | | 7 | | | | 507,10 | 303,85 | |
| 17 | | 7 | | | 0,70 | 509,80 | 307,83 | |
| 18 | | 8 | | | | 503,60 | 295,26 | |
| 19 | | 8 | | | | 504,70 | 285,15 | |
| 20 | 5 | 8 | | | | 503,60 | 289,93 | |
| 21 | | 7 | | | | 502,30 | 306,36 | |
| 22 | | 8 | | | | 501,30 | 245,45 | |
| 23 | | 7 | | | | 500,70 | 302,26 | |

APENDICE D - Processo de fritura de mandioca em toletes realizada no período de 6h54min

(continuação)

| Fritura (Nº.) | Tempo para atingir 170°C (minutos) | Tempo de imersão da mandioca em óleo (minutos) | Volume de óleo inicial (L) | Volume de óleo final recolhido (L) | Reposição de óleo fresco (L) | Peso inicial mandioca cozida (g) | Peso final mandioca frita (g) | Resíduo retirado da fritadeira (g) |
|----------------|------------------------------------|--|----------------------------|------------------------------------|------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|
| 24 | | 7 | | | | 503,60 | 308,39 | |
| 25 | | 8 | | | | 502,60 | 282,17 | |
| 26 | | 8 | | | 0,25 | 506,70 | 298,82 | |
| 27 | | 9 | | | | 505,20 | 303,81 | |
| 28 | | 10 | | | | 503,90 | 283,89 | |
| 29 | | 8 | | | | 502,60 | 291,61 | |
| 30 | | 7 | | | | 505,20 | 310,06 | |
| 31 | | 7 | | | | 500,60 | 297,17 | |
| 32 | | 7 | | | | 500,00 | 321,92 | |
| 33 | | 7 | | | | 505,40 | 324,55 | |
| 34 | | 9 | | | | 501,50 | 290,43 | |
| 35 | | 7 | | | | 500,70 | 312,12 | |
| 36 | | 7 | | | | 503,20 | 328,45 | |
| 37 | | 7 | | | | 509,20 | 316,17 | 96,84 |
| 38 | 3 | 9 | | | 0,60 | 502,70 | 320,14 | |
| 39 | | 8 | | | | 500,20 | 311,54 | |
| 40 | | 7 | | | | 505,50 | 333,39 | |
| 41 | | 10 | | | | 505,20 | 314,39 | |
| 42 | | 10 | | | | 501,00 | 303,70 | |
| 43 | | 7 | | | | 503,60 | 322,63 | |
| 44 | | 7 | | | | 502,00 | 333,07 | |
| 45 | | 8 | | | | 502,40 | 313,74 | |

APENDICE D - Processo de fritura de mandioca em toletes realizada no período de 6h54min

(conclusão)

| Fritura (Nº.) | Tempo para atingir 170°C (minutos) | Tempo de imersão da mandioca em óleo (minutos) | Volume de óleo inicial (L) | Volume de óleo final recolhido (L) | Reposição de óleo fresco (L) | Peso inicial mandioca cozida (g) | Peso final mandioca frita (g) | Resíduo retirado da fritadeira (g) |
|-----------------------|---|---|-----------------------------------|---|-------------------------------------|---|--------------------------------------|---|
| 46 | | 7 | | | | 503,70 | 317,24 | |
| 46 | | 7 | | | | 503,70 | 317,24 | |
| 47 | | 8 | | | | 502,80 | 304,47 | |
| 48 | | 10 | | | | 505,70 | 303,96 | |
| 49 | | 8 | | | | 503,80 | 319,34 | |
| 50 | | 9 | | | | 507,60 | 310,44 | |
| 51 | | 9 | | | | 503,50 | 308,09 | |
| 52 | | 7 | | | | 502,80 | 313,99 | |
| 53 | | 6 | | | | 506,90 | 318,71 | |
| 54 | | 8 | | 1,725 | | 506,70 | 314,79 | 46,17 |
| TOTAL | 18 | 414 | 3,50 | 1,725 | 1,55 | 27503,40 | 16657,08 | 143,01 |

APENDICE E- Processo de fritura de mandioca em toletes realizada no período de 15h40min

(continua)

| Fritura (Nº.) | Tempo para atingir 170°C (minutos) | Tempo de imersão da mandioca em óleo (minutos) | Volume de óleo inicial (L) | Volume de óleo final recolhido (L) | Reposição de óleo fresco (L) | Peso inicial mandioca cozida (g) | Peso final mandioca frita (g) | Resíduo retirado da fritadeira (g) |
|-----------------------|---|---|-----------------------------------|---|-------------------------------------|---|--------------------------------------|---|
| 1 | 8 | 7 | 3,50 | | | 504,10 | 325,62 | |
| 2 | | 7 | | | | 504,50 | 325,44 | |
| 3 | | 7 | | | | 506,50 | 320,67 | |
| 4 | | 7 | | | | 504,40 | 311,76 | |
| 5 | | 8 | | | | 500,70 | 299,37 | |
| 6 | | 7 | | | | 505,20 | 301,85 | |
| 7 | | 9 | | | | 504,20 | 297,22 | |
| 8 | | 7 | | | | 504,80 | 305,46 | |
| 9 | | 8 | | | | 505,20 | 319,89 | |
| 10 | | 7 | | | | 507,70 | 336,43 | |
| 11 | | 9 | | | | 500,20 | 293,42 | |
| 12 | | 8 | | | | 502,40 | 306,85 | |
| 13 | | 8 | | | | 503,30 | 301,84 | |
| 14 | | 7 | | | | 503,40 | 315,89 | |
| 15 | | 7 | | | | 502,10 | 295,85 | |
| 16 | | 8 | | | | 503,50 | 314,15 | |
| 17 | | 7 | | | | 503,00 | 308,70 | |
| 18 | | 7 | | | 0,71 | 504,70 | 302,36 | |
| 19 | | 7 | | | | 505,10 | 316,30 | |
| 20 | | 7 | | | | 506,00 | 318,36 | |
| 21 | | 7 | | | | 503,10 | 312,17 | |

APENDICE E - Processo de fritura de mandioca em toletes realizada no período de 15h40min

(continuação)

| Fritura (Nº.) | Tempo para atingir 170°C (minutos) | Tempo de imersão da mandioca em óleo (minutos) | Volume de óleo inicial (L) | Volume de óleo final recolhido (L) | Reposição de óleo fresco (L) | Peso inicial mandioca cozida (g) | Peso final mandioca frita (g) | Resíduo retirado da fritadeira (g) |
|----------------|------------------------------------|--|----------------------------|------------------------------------|------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|
| 22 | | 7 | | | | 505,50 | 296,14 | |
| 23 | | 7 | | | | 502,20 | 296,14 | |
| 24 | | 7 | | | | 504,90 | 322,39 | |
| 25 | | 6 | | | | 501,60 | 326,38 | |
| 26 | | 9 | | | | 501,60 | 286,44 | |
| 27 | | 7 | | | | 503,90 | 307,58 | |
| 28 | | 7 | | | | 500,90 | 309,24 | |
| 29 | | 7 | | | | 505,90 | 265,32 | |
| 30 | | 8 | | | | 504,20 | 298,18 | |
| 31 | | 7 | | | | 505,70 | 298,78 | |
| 32 | | 7 | | | | 502,70 | 324,71 | |
| 33 | | 8 | | | 0,20 | 506,00 | 296,76 | |
| 34 | | 12 | | | | 501,60 | 287,85 | |
| 35 | | 8 | | | | 504,80 | 307,89 | |
| 36 | | 7 | | | | 504,20 | 333,79 | |
| 37 | | 8 | | | | 507,90 | 314,34 | |
| 38 | | 8 | | | | 503,90 | 322,97 | |
| 39 | | 7 | | | | 504,40 | 227,70 | |
| 40 | | 7 | | | | 506,60 | 296,89 | |
| 41 | | 7 | | 2,40 | | 504,20 | 268,52 | 57,94 |
| 42 | 7 | 7 | 2,40 | | 0,58 | 501,70 | 307,13 | |

APENDICE E - Processo de fritura de mandioca em toletes realizada no período de 15h40min

(continuação)

| Fritura (Nº.) | Tempo para atingir 170°C (minutos) | Tempo de imersão da mandioca em óleo (minutos) | Volume de óleo inicial (L) | Volume de óleo final recolhido (L) | Reposição de óleo fresco (L) | Peso inicial mandioca cozida (g) | Peso final mandioca frita (g) | Resíduo retirado da fritadeira (g) |
|-----------------------|---|---|-----------------------------------|---|-------------------------------------|---|--------------------------------------|---|
| 43 | | 8 | | | | 504,70 | 322,47 | |
| 44 | | 10 | | | | 506,10 | 314,43 | |
| 45 | | 11 | | | | 508,70 | 308,33 | |
| 46 | | 7 | | | | 500,40 | 334,52 | |
| 47 | | 7 | | | | 513,60 | 347,01 | |
| 48 | | 7 | | | | 504,60 | 321,76 | |
| 49 | | 9 | | | | 507,10 | 315,22 | |
| 50 | | 8 | | | | 502,70 | 323,77 | |
| 51 | | 7 | | | | 503,30 | 334,59 | |
| 52 | | 7 | | | | 504,40 | 424,00 | |
| 53 | | 8 | | | | 515,80 | 336,64 | |
| 54 | | 7 | | | | 500,20 | 330,48 | |
| 55 | | 7 | | | 0,20 | 500,10 | 316,06 | |
| 56 | | 7 | | | | 500,30 | 343,14 | |
| 57 | | 8 | | | | 506,20 | 342,50 | |
| 58 | | 9 | | | | 505,30 | 312,88 | |
| 59 | | 7 | | | | 504,70 | 337,56 | |
| 60 | | 8 | | | | 504,40 | 311,41 | |
| 61 | | 8 | | | | 502,10 | 322,44 | |
| 62 | | 7 | | | | 504,40 | 350,87 | |

APENDICE E - Processo de fritura de mandioca em toletes realizada no período de 15h40min

(continuação)

| Fritura (n.º.) | Tempo para atingir 170°C (minutos) | Tempo de imersão em óleo (minutos) | Volume de óleo inicial (L) | Volume de óleo final recolhido (L) | Reposição de óleo fresco (L) | Peso inicial mandioca cozida em gramas(g) | Peso final mandioca frita em gramas(g) | Resíduo retirado da fritadeira(g) |
|---------------------------|---|---|---|---|---|--|---|--|
| 63 | | 8 | | | | 504,60 | 333,60 | |
| 64 | | 8 | | | | 501,20 | 341,81 | |
| 65 | | 7 | | | | 500,50 | 334,90 | |
| 66 | | 7 | | | | 508,90 | 354,30 | |
| 67 | | 7 | | | | 501,00 | 370,71 | |
| 68 | | 9 | | 1,20 | | 504,20 | 357,02 | |
| 69 | 13 | 9 | 1,20 | | 1,80 | 504,10 | 293,87 | |
| 70 | | 7 | | | | 503,40 | 343,83 | |
| 71 | | 8 | | | | 503,90 | 323,64 | |
| 72 | | 9 | | | | 503,00 | 323,69 | |
| 73 | | 7 | | | | 507,40 | 341,31 | |
| 74 | | 8 | | | | 509,60 | 303,08 | |
| 75 | 6 | 7 | | | | 502,90 | 329,87 | |
| 76 | | 7 | | | | 501,20 | 335,38 | |
| 77 | | 10 | | | | 503,30 | 312,26 | |
| 78 | | 8 | | | | 506,20 | 324,18 | |
| 79 | | 6 | | | | 506,00 | 324,63 | |
| 80 | | 8 | | | | 507,10 | 318,57 | |
| 81 | | 8 | | | | 509,90 | 333,54 | |
| 82 | | 8 | | | | 511,20 | 335,40 | |

APENDICE E - Processo de fritura de mandioca em toletes realizada no período de 15h40min

(continuação)

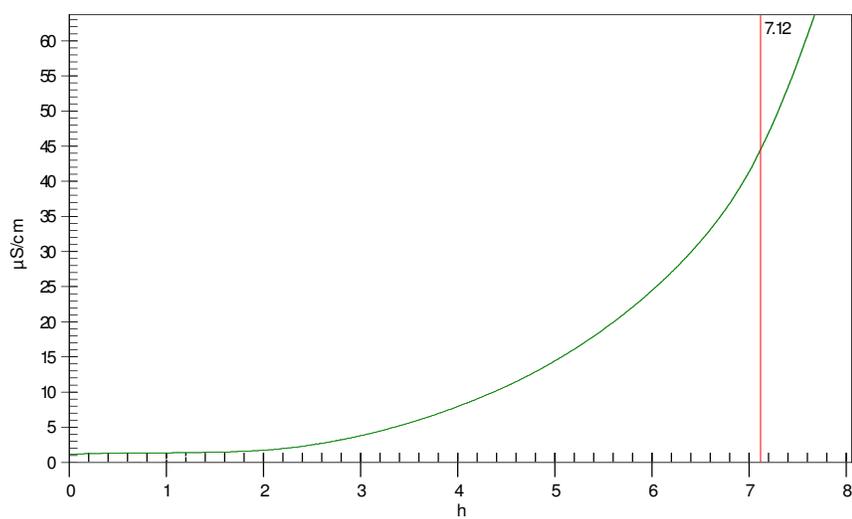
| Fritura (Nº.) | Tempo para atingir 170°C (minutos) | Tempo de imersão da mandioca em óleo (minutos) | Volume de óleo inicial (L) | Volume de óleo final recolhido (L) | Reposiçã o de óleo fresco (L) | Peso inicial mandioca cozida (g) | Peso final mandioca frita (g) | Resíduo retirado da fritadeira (g) |
|---------------------------|---|---|---|---|--|---|--|---|
| 83 | | 6 | | | | 511,20 | 368,04 | |
| 84 | | 8 | | | | 502,20 | 328,69 | |
| 85 | | 11 | | | | 508,20 | 317,97 | |
| 86 | | 6 | | | | 501,40 | 326,48 | |
| 87 | | 8 | | | | 504,50 | 333,82 | |
| 88 | | 9 | | | | 502,40 | 331,09 | |
| 89 | | 7 | | | | 506,50 | 365,75 | |
| 90 | | 7 | | | | 295,22 | 197,55 | |
| 91 | | 7 | | | | 299,90 | 201,69 | |
| 92 | | 7 | | 1,365 | | 322,86 | 205,04 | 132,55 |
| 93 | 5 | 9 | 1,365 | | 1,70 | 503,00 | 345,97 | |
| 94 | | 8 | | | | 502,70 | 358,48 | |
| 95 | | 8 | | | | 500,50 | 337,78 | |
| 96 | | 12 | | | | 501,30 | 324,61 | |
| 97 | | 10 | | | | 501,40 | 327,68 | |
| 98 | | 11 | | | | 501,80 | 330,90 | |
| 99 | | 10 | | | | 507,30 | 317,32 | |
| 100 | | 13 | | | | 504,20 | 311,85 | |
| 101 | | 7 | | | | 508,90 | 336,74 | |
| 102 | | 7 | | | | 501,40 | 346,92 | |
| 103 | | 9 | | | | 501,30 | 318,10 | |
| 104 | 4 | 12 | | | | 515,50 | 305,45 | |
| 105 | | 11 | | | | 503,10 | 294,50 | |

APENDICE E - Processo de fritura de mandioca em toletes realizada no período de 15h40min

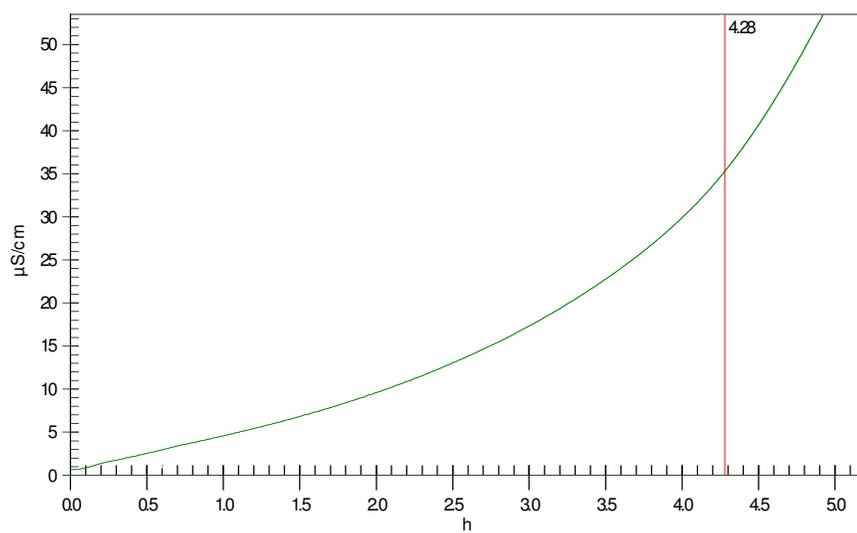
(conclusão)

| Fritura (Nº.) | Tempo para atingir 170°C (minutos) | Tempo de imersão da mandioca em óleo (minutos) | Volume de óleo inicial (L) | Volume de óleo final recolhido (L) | Reposição de óleo fresco (L) | Peso inicial mandioca cozida (g) | Peso final mandioca frita (g) | Resíduo retirado da fritadeira (g) |
|-----------------------|---|---|-----------------------------------|---|-------------------------------------|---|--------------------------------------|---|
| 106 | | 10 | | | | 502,80 | 315,17 | |
| 107 | | 7 | | | | 502,40 | 305,50 | |
| 108 | | 8 | | | | 502,00 | 325,59 | |
| 109 | | 7 | | | | 508,60 | 351,60 | |
| 110 | | 7 | | | | 505,50 | 311,92 | |
| 111 | | 8 | | | | 515,70 | 332,59 | |
| 112 | | 8 | | | | 507,80 | 332,47 | |
| 113 | | 9 | | | | 504,50 | 256,47 | |
| 114 | | 11 | | | | 502,30 | 321,83 | |
| 115 | | 8 | | | | 510,30 | 347,78 | |
| 116 | | 12 | | | | 512,20 | 324,67 | |
| 117 | | 15 | | 1,25 | | 373,70 | 223,52 | 124,88 |
| Total | 43 | 940 | 8,47 | 1,25 | 5,19 | 58321,78 | 37091,94 | 315,37 |

APENDICE F- Curva de inflexão do óleo puro e 1h06min de fritura

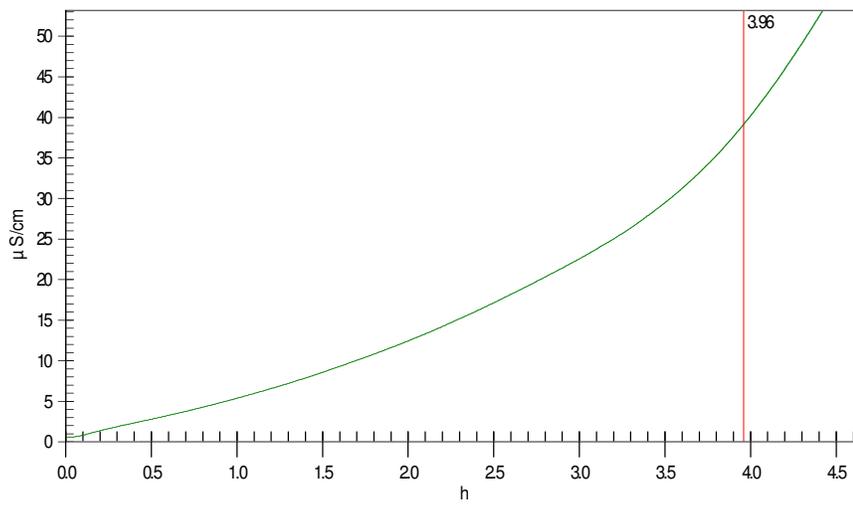


óleo puro de fritura

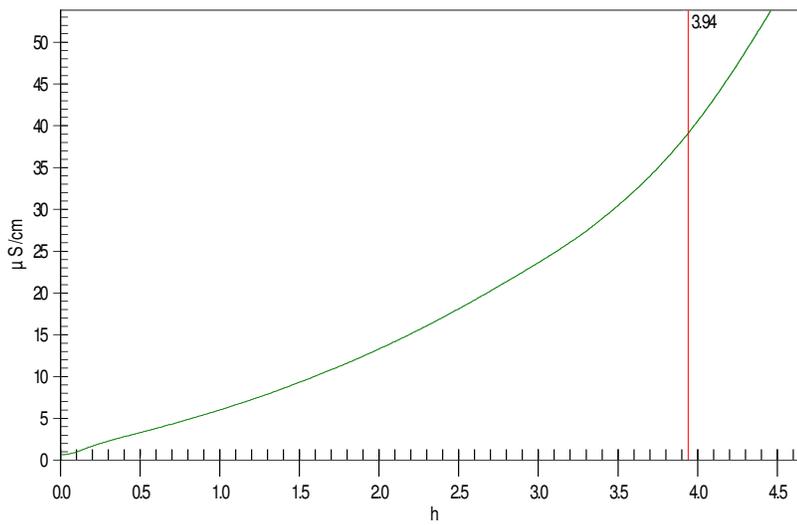


1h06min de fritura

APENDICE G - Curva de inflexão dos óleos de 2h e 3h05min de fritura

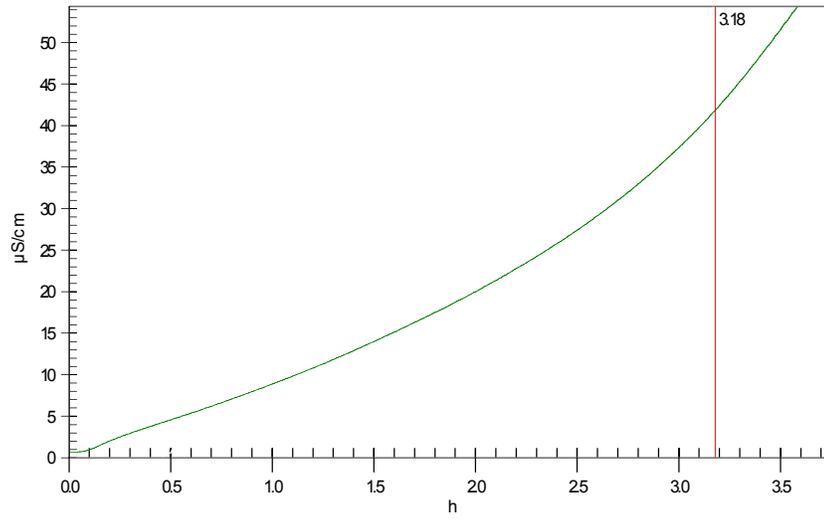


2h de fritura

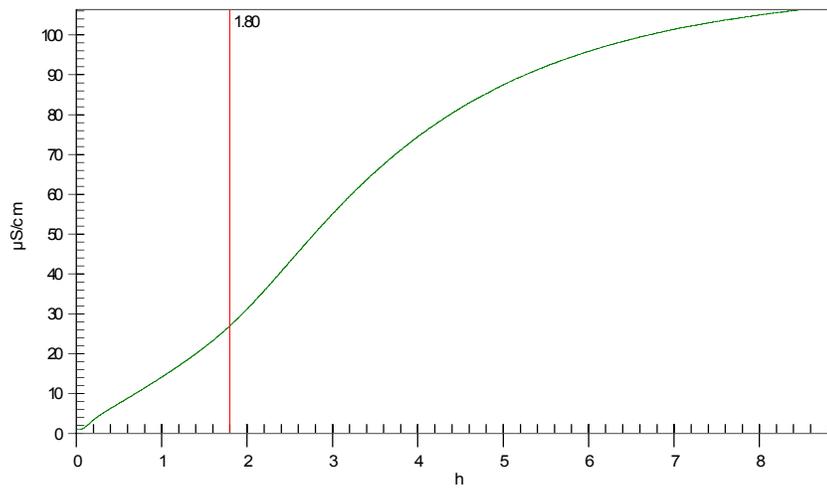


3h05min de fritura

APENDICE H - Curva de inflexão dos óleos de 6h54min e 15h40min de fritura



6h54min de fritura



15h40min de fritura

APÊNDICE I - Análise sensorial de **cor, aroma, viscosidade e sabor** para óleo de fritura de 1h06min para verificar performance dos provadores (prova em cabine)

| Cor | | | | | | | | Aroma | | | | | |
|-------------|----|-----|-----------------|-------|------------------|-----------------|-----|-------|-----------------|-------|------------------|-----------------|-----|
| C | R | PA | VD ¹ | F+E | D+E ² | F ³ | | PA | VD ¹ | F+O | D+O ² | F ³ | |
| | | | | | | Sim | Não | | | | | Sim | Não |
| 1 | 1º | PX1 | S | 2(1h) | N | 0 | 2 | 1XP | S | 2(1h) | N | 1 | 1 |
| | 2º | 1XP | S | | N | | | PX1 | S | | S | | |
| 2 | 1º | PX1 | S | 2(1h) | N | 0 | 2 | 1XP | S | 2(1h) | S | 2 | 0 |
| | 2º | 1XP | S | | N | | | PX1 | S | | S | | |
| 4 | 1º | PX1 | S | 2(1h) | N | 0 | 2 | 1XP | S | 2(1h) | S | 2 | 0 |
| | 2º | 1XP | S | | N | | | PX1 | S | | S | | |
| 6 | 1º | PX1 | S | 2(1h) | N | 0 | 2 | 1XP | S | 2(1h) | N | 0 | 2 |
| | 2º | 1XP | S | | N | | | PX1 | S | | N | | |
| 13 | 1º | PX1 | S | 2(1h) | N | 0 | 2 | 1XP | S | 2(1h) | N | 1 | 1 |
| | 2º | 1XP | S | | N | | | PX1 | S | | S | | |
| Total | | | 10*** | 10*** | 10 ^{ns} | 0 ^{ns} | 10 | Total | 10*** | 10*** | 6 ^{ns} | 6 ^{ns} | 4 |
| Viscosidade | | | | | | | | Sabor | | | | | |
| C | R | PA | VD ¹ | F+V | D+V ² | F ³ | | PA | VD ¹ | F+O | D+O ² | F ³ | |
| | | | | | | Sim | Não | | | | | Sim | Não |
| 1 | 1º | 1XP | S | 2(1h) | N | 0 | 2 | PX1 | S | 2(1h) | N | 0 | 2 |
| | 2º | PX1 | S | | N | | | 1XP | S | | N | | |
| 2 | 1º | 1XP | S | 2(1h) | N | 0 | 2 | PX1 | S | 2(1h) | N | 0 | 2 |
| | 2º | PX1 | S | | N | | | 1XP | S | | N | | |
| 4 | 1º | 1XP | S | 2(1h) | N | 0 | 2 | PX1 | S | 2(1h) | N | 0 | 2 |
| | 2º | PX1 | S | | N | | | 1XP | S | | N | | |
| 6 | 1º | 1XP | S | 2(1h) | N | 0 | 2 | PX1 | S | 2(1h) | N | 0 | 2 |
| | 2º | PX1 | S | | N | | | 1XP | S | | N | | |
| 13 | 1º | 1XP | S | 2(1h) | N | 0 | 2 | PX1 | S | 2(1h) | N | 0 | 2 |
| | 2º | PX1 | S | | N | | | 1XP | S | | N | | |
| Total | | | 10*** | 10*** | 10 ^{ns} | 0 ^{ns} | 10 | Total | 10*** | 10*** | 10 ^{ns} | 0 ^{ns} | 10 |

C – Candidato; R – Repetição; PA – Posição Apresentada; VD – Verifica Diferença; F+E – Frequência + Escuro; D+E – Descarta + Escuro; F – Frequência; F+O – Frequência + oxidada; D+O – Descarta + oxidada; F+V – Frequência +Viscosa; D+V – Descarta + Viscosa.

1 – 1h06min ns – não significativo *p<0,05 **p<0,01 ***p<0,001.

Segundo Roessler et al. (1978): 1. Teste pareado simples unicaudal com 10 testes, a frequência é de 9 testes (p<0,05), 10 testes (p<0,01) e 10 testes (p<0,001); 2. Teste pareado direcional unicaudal com 10 testes, a frequência é de 9 testes (p<0,05), 10 testes (p<0,01) e 10 testes (p<0,001); 3. Teste pareado bicaudal com 10 testes, a frequência é de 9 testes (p<0,05) e 10 testes (p<0,01).

APÊNDICE J - Análise sensorial de **cor, aroma, viscosidade e sabor** para óleo de fritura de 2h para verificar performance dos provadores (prova em cabine)

| Cor | | | | | | | | Aroma | | | | | |
|-------------|----|-----|-----------------|-------|------------------|-----------------|-----|-------|-----------------|-------|------------------|-----------------|-----|
| C | R | PA | VD ¹ | F+E | D+E ² | F ³ | | PA | VD ¹ | F+O | D+O ² | F ³ | |
| | | | | | | Sim | Não | | | | | Sim | Não |
| 1 | 1º | PX2 | S | 2(2h) | N | 0 | 2 | 2XP | S | 2(2h) | N | 1 | 1 |
| | 2º | 2XP | S | | N | | | PX2 | S | | S | | |
| 2 | 1º | PX2 | S | 2(2h) | N | 0 | 2 | 2XP | S | 2(2h) | S | 2 | 0 |
| | 2º | 2XP | S | | N | | | PX2 | S | | S | | |
| 4 | 1º | PX2 | S | 2(2h) | N | 0 | 2 | 2XP | S | 2(2h) | S | 2 | 0 |
| | 2º | 2XP | S | | N | | | PX2 | S | | S | | |
| 6 | 1º | PX2 | S | 2(2h) | N | 0 | 2 | 2XP | S | 2(2h) | N | 0 | 2 |
| | 2º | 2XP | S | | N | | | PX2 | S | | N | | |
| 13 | 1º | PX2 | S | 2(2h) | N | 0 | 2 | 2XP | S | 2(2h) | N | 1 | 1 |
| | 2º | 2XP | S | | N | | | PX2 | S | | S | | |
| Total | | | 10*** | 10*** | 10 ^{ns} | 0 ^{ns} | 10 | Total | 10*** | 10*** | 6 ^{ns} | 6 ^{ns} | 4 |
| Viscosidade | | | | | | | | Sabor | | | | | |
| C | R | PA | VD ¹ | F+V | D+V ² | F ³ | | PA | VD ¹ | F+O | D+O ² | F ³ | |
| | | | | | | Sim | Não | | | | | Sim | Não |
| 1 | 1º | 2XP | S | 2(2h) | N | 0 | 2 | PX2 | S | 2(2h) | S | 1 | 1 |
| | 2º | PX2 | S | | N | | | 2XP | S | | N | | |
| 2 | 1º | 2XP | S | 2(2h) | N | 0 | 2 | PX2 | S | 2(2h) | N | 0 | 2 |
| | 2º | PX2 | S | | N | | | 2XP | S | | N | | |
| 4 | 1º | 2XP | S | 2(2h) | N | 0 | 2 | PX2 | S | 2(2h) | N | 0 | 2 |
| | 2º | PX2 | S | | N | | | 2XP | S | | N | | |
| 6 | 1º | 2XP | S | 2(2h) | N | 0 | 2 | PX2 | S | 2(2h) | S | 1 | 1 |
| | 2º | PX2 | S | | N | | | 2XP | S | | N | | |
| 13 | 1º | 2XP | S | 2(2h) | N | 0 | 2 | PX2 | S | 2(2h) | N | 0 | 2 |
| | 2º | PX2 | S | | N | | | 2XP | S | | N | | |
| Total | | | 10*** | 10*** | 10 ^{ns} | 0 ^{ns} | 10 | Total | 10*** | 10*** | 2 ^{ns} | 2 ^{ns} | 8 |

C – Candidato; R – Repetição; PA – Posição Apresentada; VD – Verifica Diferença; F+E – Frequência + Escuro; D+E – Descarta + Escuro; F – Frequência; F+O – Frequência + oxidada; D+O – Descarta + oxidada; F+V – Frequência + Viscosa; D+V – Descarta + Viscosa.

2 – 2h ns – não significativo *p<0,05 **p<0,01 ***p<0,001.

Segundo Roessler et al. (1978): 1. Teste pareado simples unicaudal com 10 testes, a frequência é de 9 testes (p<0,05), 10 testes (p<0,01) e 10 testes (p<0,001); 2. Teste pareado direcional unicaudal com 10 testes, a frequência é de 9 testes (p<0,05), 10 testes (p<0,01) e 10 testes (p<0,001); 3. Teste pareado bicaudal com 10 testes, a frequência é de 9 testes (p<0,05) e 10 testes (p<0,01).

APÊNDICE L - Análise sensorial de **cor, aroma, viscosidade e sabor** para óleo de fritura de 3h05min para verificar performance dos provadores (prova em cabine)

| Cor | | | | | | | | Aroma | | | | | |
|-------------|----|-----|-------------------|-------------------|------------------|-----------------|-----|-------|-------------------|-------------------|------------------|-----------------|-----|
| C | R | PA | VD ¹ | F+E | D+E ² | F ³ | | PA | VD ¹ | F+O | D+O ² | F ³ | |
| | | | | | | Sim | Não | | | | | Sim | Não |
| 1 | 1º | PX3 | S | 2(3h) | N | 0 | 2 | 3XP | S | 2(3h) | S | 1 | 1 |
| | 2º | 3XP | S | | N | | | PX3 | S | | N | | |
| 2 | 1º | PX3 | S | 2(3h) | N | 0 | 2 | 3XP | S | 2(3h) | N | 0 | 2 |
| | 2º | 3XP | S | | N | | | PX3 | S | | N | | |
| 4 | 1º | PX3 | S | 2(3h) | N | 0 | 2 | 3XP | S | 2(3h) | S | 2 | 0 |
| | 2º | 3XP | S | | N | | | PX3 | S | | S | | |
| 6 | 1º | PX3 | S | 2(3h) | N | 0 | 2 | 3XP | S | 2(3h) | S | 2 | 0 |
| | 2º | 3XP | S | | N | | | PX3 | S | | S | | |
| 13 | 1º | PX3 | S | 2(3h) | N | 0 | 2 | 3XP | S | 2(3h) | N | 0 | 2 |
| | 2º | 3XP | S | | N | | | PX3 | S | | N | | |
| Total | | | 10 ^{***} | 10 ^{***} | 10 ^{ns} | 0 ^{ns} | 10 | Total | 10 ^{***} | 10 ^{***} | 5 ^{ns} | 5 ^{ns} | 5 |
| Viscosidade | | | | | | | | Sabor | | | | | |
| C | R | PA | VD ¹ | F+V | D+V ² | F ³ | | PA | VD ¹ | F+O | D+O ² | F ³ | |
| | | | | | | Sim | Não | | | | | Sim | Não |
| 1 | 1º | 3XP | S | 2(3h) | N | 0 | 2 | PX3 | S | 2(3h) | N | 0 | 2 |
| | 2º | PX3 | S | | N | | | 3XP | S | | N | | |
| 2 | 1º | 3XP | S | 2(3h) | N | 0 | 2 | PX3 | S | 2(3h) | N | 0 | 2 |
| | 2º | PX3 | S | | N | | | 3XP | S | | N | | |
| 4 | 1º | 3XP | S | 2(3h) | N | 0 | 2 | PX3 | S | 2(3h) | N | 0 | 2 |
| | 2º | PX3 | S | | N | | | 3XP | S | | N | | |
| 6 | 1º | 3XP | S | 2(3h) | N | 0 | 2 | PX3 | S | 2(3h) | S | 2 | 0 |
| | 2º | PX3 | S | | N | | | 3XP | S | | S | | |
| 13 | 1º | 3XP | S | 2(3h) | N | 0 | 2 | PX3 | S | 2(3h) | N | 0 | 2 |
| | 2º | PX3 | S | | N | | | 3XP | S | | N | | |
| Total | | | 10 ^{***} | 10 ^{***} | 10 ^{ns} | 0 ^{ns} | 10 | Total | 10 ^{***} | 10 ^{***} | 2 ^{ns} | 2 ^{ns} | 8 |

C – Candidato; R – Repetição; PA – Posição Apresentada; VD – Verifica Diferença; F+E – Frequência + Escuro; D+E – Descarta + Escuro; F – Frequência; F+O – Frequência + oxidada; D+O – Descarta + oxidada; F+V – Frequência + Viscosa; D+V – Descarta + Viscosa.

3 – 3h05min ns – não significativo *p<0,05 **p<0,01 ***p<0,001.

Segundo Roessler et al. (1978): 1. Teste pareado simples unicaudal com 10 testes, a frequência é de 9 testes (p<0,05), 10 testes (p<0,01) e 10 testes (p<0,001); 2. Teste pareado direcional unicaudal com 10 testes, a frequência é de 9 testes (p<0,05), 10 testes (p<0,01) e 10 testes (p<0,001); 3. Teste pareado bicaudal com 10 testes, a frequência é de 9 testes (p<0,05) e 10 testes (p<0,01).

APÊNDICE M - Análise sensorial de **cor, aroma, viscosidade e sabor** para óleo de fritura de 6h54min para verificar performance dos provadores (prova em cabine)

| Cor | | | | | | | | Aroma | | | | | |
|-------------|----|-----|-----------------|-------|------------------|-----------------|-----|-------|-----------------|-------|------------------|-----------------|-----|
| C | R | PA | VD ¹ | F+E | D+E ² | F ³ | | PA | VD ¹ | F+O | D+O ² | F ³ | |
| | | | | | | Sim | Não | | | | | Sim | Não |
| 1 | 1º | PX6 | S | 2(6h) | N | 0 | 2 | 6XP | S | 2(6h) | S | 2 | 0 |
| | 2º | 6XP | S | | N | | | PX6 | S | | S | | |
| 2 | 1º | PX6 | S | 2(6h) | N | 1 | 1 | 6XP | S | 2(6h) | S | 2 | 0 |
| | 2º | 6XP | S | | S | | | PX6 | S | | S | | |
| 4 | 1º | PX6 | S | 2(6h) | N | 0 | 2 | 6XP | S | 2(6h) | N | 0 | 2 |
| | 2º | 6XP | S | | N | | | PX6 | S | | N | | |
| 6 | 1º | PX6 | S | 2(6h) | N | 0 | 2 | 6XP | S | 2(6h) | S | 2 | 0 |
| | 2º | 6XP | S | | N | | | PX6 | S | | S | | |
| 13 | 1º | PX6 | S | 2(6h) | N | 0 | 2 | 6XP | S | 2(6h) | N | 0 | 2 |
| | 2º | 6XP | S | | N | | | PX6 | S | | N | | |
| Total | | | 10*** | 10*** | 1 ^{ns} | 1 ^{ns} | 9 | Total | 10*** | 10*** | 6 ^{ns} | 6 ^{ns} | 4 |
| Viscosidade | | | | | | | | Sabor | | | | | |
| C | R | PA | VD ¹ | F+V | D+V ² | F ³ | | PA | VD ¹ | F+O | D+O ² | F ³ | |
| | | | | | | Sim | Não | | | | | Sim | Não |
| 1 | 1º | 6XP | S | 2(6h) | N | 0 | 2 | PX6 | S | 2(6h) | S | 2 | 0 |
| | 2º | PX6 | S | | N | | | 6XP | S | | S | | |
| 2 | 1º | 6XP | S | 2(6h) | N | 0 | 2 | PX6 | S | 2(6h) | N | 0 | 2 |
| | 2º | PX6 | S | | N | | | 6XP | S | | N | | |
| 4 | 1º | 6XP | S | 2(6h) | N | 0 | 2 | PX6 | S | 2(6h) | N | 1 | 1 |
| | 2º | PX6 | S | | N | | | 6XP | S | | S | | |
| 6 | 1º | 6XP | S | 2(6h) | N | 0 | 2 | PX6 | S | 2(6h) | S | 2 | 0 |
| | 2º | PX6 | S | | N | | | 6XP | S | | S | | |
| 13 | 1º | 6XP | S | 2(6h) | N | 0 | 2 | PX6 | S | 2(6h) | N | 0 | 2 |
| | 2º | PX6 | S | | N | | | 6XP | S | | N | | |
| Total | | | 10*** | 10*** | 10 ^{ns} | 0 ^{ns} | 10 | Total | 10*** | 10*** | 5 ^{ns} | 5 ^{ns} | 5 |

C – Candidato; R – Repetição; PA – Posição Apresentada; VD – Verifica Diferença; F+E – Frequência + Escura; D+E – Descarta + Escura; F – Frequência; F+O – Frequência + oxidada; D+O – Descarta + oxidada; F+V – Frequência +Viscosa; D+V – Descarta + Viscosa.

6 – 6h54min ns – não significativo *p<0,05 **p<0,01 ***p<0,001.

Segundo Roessler et al. (1978): 1. Teste pareado simples unicaudal com 10 testes, a frequência é de 9 testes (p<0,05), 10 testes (p<0,01) e 10 testes (p<0,001); 2. Teste pareado direcional unicaudal com 10 testes, a frequência é de 9 testes (p<0,05), 10 testes (p<0,01) e 10 testes (p<0,001); 3. Teste pareado bicaudal com 10 testes, a frequência é de 9 testes (p<0,05) e 10 testes (p<0,01).

APÊNDICE N – Análise sensorial de **cor, aroma, viscosidade e sabor** para óleo de fritura de 15h40min para verificar performance dos provadores (prova em cabine)

| Cor | | | | | | | | Aroma | | | | | |
|-------------|----------------|------|-------------------|-------------------|------------------|-----------------|-----|-------|-------------------|-------------------|------------------|-----------------|-----|
| C | R | PA | VD ¹ | F+E | D+E ² | F ³ | | PA | VD ¹ | F+O | D+O ² | F ³ | |
| | | | | | | Sim | Não | | | | | Sim | Não |
| 1 | 1 ^o | PX15 | S | 2(15h) | N | 0 | 2 | 15XP | S | 2(15h) | N | 1 | 1 |
| | 2 ^o | 15XP | S | | N | | | PX15 | S | | S | | |
| 2 | 1 ^o | PX15 | S | 2(15h) | S | 2 | 0 | 15XP | S | 2(15h) | S | 2 | 0 |
| | 2 ^o | 15XP | S | | S | | | PX15 | S | | S | | |
| 4 | 1 ^o | PX15 | S | 2(15h) | N | 0 | 2 | 15XP | S | 2(15h) | S | 2 | 0 |
| | 2 ^o | 15XP | S | | N | | | PX15 | S | | S | | |
| 6 | 1 ^o | PX15 | S | 2(15h) | N | 0 | 2 | 15XP | S | 2(15h) | S | 2 | 0 |
| | 2 ^o | 15XP | S | | N | | | PX15 | S | | S | | |
| 13 | 1 ^o | PX15 | S | 2(15h) | N | 0 | 2 | 15XP | S | 2(15h) | S | 2 | 0 |
| | 2 ^o | 15XP | S | | N | | | PX15 | S | | S | | |
| Total | | | 10 ^{***} | 10 ^{***} | 2 ^{ns} | 2 ^{ns} | 8 | Total | 10 ^{***} | 10 ^{***} | 9* | 9* | 1 |
| Viscosidade | | | | | | | | Sabor | | | | | |
| C | R | PA | VD ¹ | F+V | D+V ² | F ³ | | PA | VD ¹ | F+O | D+O ² | F ³ | |
| | | | | | | Sim | Não | | | | | Sim | Não |
| 1 | 1 ^o | 15XP | S | 2(15h) | N | 0 | 2 | PX15 | S | 2(15h) | N | 1 | 1 |
| | 2 ^o | PX15 | S | | N | | | 15XP | S | | S | | |
| 2 | 1 ^o | 15XP | S | 2(15h) | N | 0 | 2 | PX15 | S | 2(15h) | S | 2 | 0 |
| | 2 ^o | PX15 | S | | N | | | 15XP | S | | S | | |
| 4 | 1 ^o | 15XP | S | 2(15h) | N | 0 | 2 | PX15 | S | 2(15h) | S | 2 | 0 |
| | 2 ^o | PX15 | S | | N | | | 15XP | S | | S | | |
| 6 | 1 ^o | 15XP | S | 2(15h) | N | 1 | 1 | PX15 | S | 2(15h) | S | 2 | 0 |
| | 2 ^o | PX15 | S | | S | | | 15XP | S | | S | | |
| 13 | 1 ^o | 15XP | S | 2(15h) | N | 0 | 2 | PX15 | S | 2(15h) | N | 0 | 2 |
| | 2 ^o | PX15 | S | | N | | | 15XP | S | | N | | |
| Total | | | 10 ^{***} | 10 ^{***} | 1 ^{ns} | 1 ^{ns} | 9 | Total | 10 ^{***} | 10 ^{***} | 7 ^{ns} | 7 ^{ns} | 3 |

C – Candidato; R – Repetição; PA – Posição Apresentada; VD – Verifica Diferença; F+E – Frequência + Escura; D+E – Descarta + Escura; F – Frequência; F+O – Frequência + oxidada; D+O – Descarta + oxidada; F+V – Frequência +Viscosa; D+V – Descarta + Viscosa.
15 – 15h40min ns – não significativo *p<0,05 **p<0,01 ***p<0,001.

Segundo Roessler et al. (1978): 1. Teste pareado simples unicaudal com 10 testes, a frequência é de 9 testes (p<0,05), 10 testes (p<0,01) e 10 testes (p<0,001); 2. Teste pareado direcional unicaudal com 10 testes, a frequência é de 9 testes (p<0,05), 10 testes (p<0,01) e 10 testes (p<0,001); 3. Teste pareado bicaudal com 10 testes, a frequência é de 9 testes (p<0,05) e 10 testes (p<0,01).

APÊNDICE O - Análise sensorial de **cor e aroma** para óleo de fritura de 1h06min na fase de avaliação final

(continua)

| Cor | | | | | | | | Aroma | | | | | |
|-----|----|-----|-----------------|--------|------------------|----------------|-----|-------|-----------------|--------|------------------|----------------|-----|
| P | R | PA | VD ¹ | F+E | D+E ² | F ³ | | PA | VD ¹ | F+O | D+O ² | F ³ | |
| | | | | | | Sim | Não | | | | | Sim | Não |
| 1 | 1º | PX1 | S | | N | | | 1XP | S | | S | | |
| | 2º | 1XP | S | | N | | | PX1 | S | | N | | |
| | 3º | PX1 | S | | N | | | 1XP | S | | N | | |
| | 4º | 1XP | S | 6 (1h) | N | 0 | 6 | PX1 | S | 6 (1h) | S | 3 | 3 |
| | 5º | PX1 | S | | N | | | 1XP | S | | S | | |
| | 6º | 1XP | S | | N | | | PX1 | S | | N | | |
| 2 | 1º | PX1 | S | | N | | | PX1 | S | | S | | |
| | 2º | 1XP | S | | N | | | 1XP | S | | S | | |
| | 3º | PX1 | S | | N | | | PX1 | S | | S | | |
| | 4º | 1XP | S | 6 (1h) | N | 0 | 6 | 1XP | S | 6 (1h) | S | 6 | 0 |
| | 5º | PX1 | S | | N | | | PX1 | S | | S | | |
| | 6º | 1XP | S | | N | | | 1XP | S | | S | | |
| 4 | 1º | PX1 | S | | N | | | PX1 | S | | S | | |
| | 2º | 1XP | S | | N | | | 1XP | S | | N | | |
| | 3º | PX1 | S | | N | | | PX1 | S | | S | | |
| | 4º | 1XP | S | 6 (1h) | N | 0 | 6 | 1XP | S | 6 (1h) | S | 3 | 3 |
| | 5º | PX1 | S | | N | | | PX1 | S | | N | | |
| | 6º | 1XP | S | | N | | | 1XP | S | | N | | |
| 6 | 1º | PX1 | S | | N | | | 1XP | S | | N | | |
| | 2º | 1XP | S | | N | | | PX1 | S | | S | | |
| | 3º | PX1 | S | | N | | | 1XP | S | | N | | |
| | 4º | 1XP | S | 6 (1h) | N | 0 | 6 | PX1 | S | 6 (1h) | S | 3 | 3 |
| | 5º | PX1 | S | | N | | | 1XP | S | | N | | |
| | 6º | 1XP | S | | N | | | PX1 | S | | S | | |

APÊNDICE O - Análise sensorial de **cor e aroma** para óleo de fritura de 1h06min na fase de avaliação final
(conclusão)

| Cor | | | | | | | | Aroma | | | | | |
|-------|----|-----|-------------------|-------------------|------------------|-----------------|-----|-------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|-----|
| P | R | PA | VD ¹ | F+E | D+E ² | F ³ | | PA | VD ¹ | F+O | D+O ² | F ³ | |
| | | | | | | Sim | Não | | | | | Sim | Não |
| 13 | 1º | PX1 | S | | N | | | 1XP | S | | S | | |
| | 2º | 1XP | S | | N | | | PX1 | S | | N | | |
| | 3º | PX1 | S | | N | | | 1XP | S | | S | | |
| | 4º | 1XP | S | 6 (1h) | N | 0 | 6 | PX1 | S | 6 (1h) | N | 3 | 3 |
| | 5º | PX1 | S | | N | | | 1XP | S | | S | | |
| | 6º | 1XP | S | | N | | | PX1 | S | | S | | |
| Total | | | 30 ^{***} | 30 ^{***} | 0 ^{ns} | 0 ^{ns} | 30 | Total | 30 ^{***} | 30 ^{***} | 18 ^{ns} | 18 ^{ns} | 12 |

P –Provador; R – Repetição; PA – Posição Apresentada; VD – Verifica Diferença; F+E – Frequência + Escura; D+E – Descarta + Escura; F – Frequência; F+O – Frequência + oxidada; D+O – Descarta + oxidada.

1h– 1h06min ns – não significativo *p<0,05 **p<0,01 ***p<0,001.

Segundo Roessler et al. (1978): 1. Teste pareado simples unicaudal com 30 testes, a frequência é de 20 testes (p<0,05), 22 testes (p<0,01) e 24 testes (p<0,001); 2. Teste pareado direcional unicaudal com 30 testes, a frequência é de 20 testes (p<0,05), 22 testes (p<0,01) e 24 testes (p<0,001); 3. Teste pareado bicaudal com 30 testes, a frequência é de 21 testes (p<0,05), 23 testes (p<0,01) e 25 testes (p<0,001).

APÊNDICE O1 - Análise sensorial de **viscosidade e sabor** para óleo de fritura de 1h06min na fase de avaliação final
(continua)

| Viscosidade | | | | | | | | Sabor | | | | | |
|-------------|----|-----|-----------------|--------|------------------|----------------|-----|-------|-----------------|--------|------------------|----------------|-----|
| P | R | PA | VD ¹ | F+V | D+V ² | F ³ | | PA | VD ¹ | F+O | D+O ² | F ³ | |
| | | | | | | Sim | Não | | | | | Sim | Não |
| 1 | 1º | PX1 | S | | N | | | 1XP | S | | S | | |
| | 2º | 1XP | S | | N | | | PX1 | S | | N | | |
| | 3º | PX1 | S | | N | | | 1XP | S | | N | | |
| | 4º | 1XP | S | 6 (1h) | N | 0 | 6 | PX1 | S | 6 (1h) | N | 1 | 5 |
| | 5º | PX1 | S | | N | | | 1XP | S | | N | | |
| | 6º | 1XP | S | | N | | | PX1 | S | | N | | |
| 2 | 1º | 1XP | S | | N | | | PX1 | S | | N | | |
| | 2º | PX1 | S | | N | | | 1XP | S | | N | | |
| | 3º | 1XP | S | | N | | | PX1 | S | | N | | |
| | 4º | PX1 | S | 6 (1h) | N | 0 | 6 | 1XP | S | 6 (1h) | N | 1 | 5 |
| | 5º | 1XP | S | | N | | | PX1 | S | | S | | |
| | 6º | PX1 | S | | N | | | 1XP | S | | N | | |
| 4 | 1º | 1XP | S | | N | | | PX1 | S | | N | | |
| | 2º | PX1 | S | | N | | | 1XP | S | | N | | |
| | 3º | 1XP | S | | N | | | PX1 | S | | N | | |
| | 4º | PX1 | S | 6 (1h) | N | 0 | 6 | 1XP | S | 6 (1h) | N | 0 | 6 |
| | 5º | 1XP | S | | N | | | PX1 | S | | N | | |
| | 6º | PX1 | S | | N | | | 1XP | S | | N | | |
| 6 | 1º | PX1 | S | | N | | | 1XP | S | | N | | |
| | 2º | 1XP | S | | N | | | PX1 | S | | N | | |
| | 3º | PX1 | S | | N | | | 1XP | S | | N | | |
| | 4º | 1XP | S | 6 (1h) | N | 0 | 6 | PX1 | S | 6 (1h) | N | 0 | 6 |
| | 5º | PX1 | S | | N | | | 1XP | S | | N | | |
| | 6º | 1XP | S | | N | | | PX1 | S | | N | | |

APÊNDICE O1 - Análise sensorial de **viscosidade e sabor** para óleo de fritura de 1h06min na fase de avaliação final (conclusão)

| Viscosidade | | | | | | | | Sabor | | | | | |
|-------------|----|-----|-------------------|-------------------|------------------|-----------------|-----|-------|-------------------|-------------------|------------------|-----------------|-----|
| P | R | PA | VD ¹ | F+V | D+V ² | F ³ | | PA | VD ¹ | F+O | D+O ² | F ³ | |
| | | | | | | Sim | Não | | | | | Sim | Não |
| 13 | 1º | PX1 | S | | N | | | 1XP | S | | N | | |
| | 2º | 1XP | S | | N | | | PX1 | S | | N | | |
| | 3º | PX1 | S | | N | | | 1XP | S | | N | | |
| | 4º | 1XP | S | 6 (1h) | N | 0 | 6 | PX1 | S | 6 (1h) | N | 0 | 6 |
| | 5º | PX1 | S | | N | | | 1XP | S | | N | | |
| | 6º | 1XP | S | | N | | | PX1 | S | | N | | |
| Total | | | 30 ^{***} | 30 ^{***} | 0 ^{ns} | 0 ^{ns} | 30 | Total | 30 ^{***} | 30 ^{***} | 2 ^{ns} | 2 ^{ns} | 28 |

P – Provador; R – Repetição; PA – Posição Apresentada; VD – Verifica Diferença; F+V – Frequência +Viscosa; D+V – Descarta + Viscosa; F – Frequência; F+O – Frequência + oxidada; D+O - Descarta + oxidada.

1h– 1h06min ns – não significativo *p<0,05 **p<0,01 ***p<0,001.

Segundo Roessler et al. (1978): 1. Teste pareado simples unicaudal com 30 testes, a frequência é de 20 testes (p<0,05), 22 testes (p<0,01) e 24 testes (p<0,001); 2. Teste pareado direcional unicaudal com 30 testes, a frequência é de 20 testes (p<0,05), 22 testes (p<0,01) e 24 testes (p<0,001); 3. Teste pareado bicaudal com 30 testes, a frequência é de 21 testes (p<0,05), 23 testes (p<0,01) e 25 testes (p<0,001).

APÊNDICE P - Análise sensorial de **cor e aroma** para óleo de fritura de 2h na fase de avaliação final

(continua)

| Cor | | | | | | | | Aroma | | | | | |
|-----|----|-----|-----------------|-------|------------------|----------------|-----|-------|-----------------|-------|------------------|----------------|-----|
| P | R | PA | VD ¹ | F+E | D+E ² | F ³ | | PA | VD ¹ | F+O | D+O ² | F ³ | |
| | | | | | | Sim | Não | | | | | Sim | Não |
| 1 | 1º | PX2 | S | | N | | | 2XP | S | | N | | |
| | 2º | 2XP | S | | N | | | PX2 | S | | N | | |
| | 3º | PX2 | S | | N | | | 2XP | S | | N | | |
| | 4º | 2XP | S | 6(2h) | N | 0 | 6 | PX2 | S | 6(2h) | S | 1 | 5 |
| | 5º | PX2 | S | | N | | | 2XP | S | | N | | |
| | 6º | 2XP | S | | N | | | PX2 | S | | N | | |
| 2 | 1º | PX2 | S | | N | | | PX2 | S | | S | | |
| | 2º | 2XP | S | | N | | | 2XP | S | | N | | |
| | 3º | PX2 | S | | N | | | PX2 | S | | N | | |
| | 4º | 2XP | S | 6(2h) | N | 0 | 6 | 2XP | S | 6(2h) | N | 1 | 5 |
| | 5º | PX2 | S | | N | | | PX2 | S | | N | | |
| | 6º | 2XP | S | | N | | | 2XP | S | | N | | |
| 4 | 1º | PX2 | S | | N | | | PX2 | S | | S | | |
| | 2º | 2XP | S | | N | | | 2XP | S | | S | | |
| | 3º | PX2 | S | | N | | | PX2 | S | | S | | |
| | 4º | 2XP | S | 6(2h) | N | 0 | 6 | 2XP | S | 6(2h) | N | 5 | 1 |
| | 5º | PX2 | S | | N | | | PX2 | S | | S | | |
| | 6º | 2XP | S | | N | | | 2XP | S | | S | | |
| 6 | 1º | PX2 | S | | N | | | 2XP | S | | N | | |
| | 2º | 2XP | S | | N | | | PX2 | S | | N | | |
| | 3º | PX2 | S | | N | | | 2XP | S | | N | | |
| | 4º | 2XP | S | 6(2h) | N | 0 | 6 | PX2 | S | 6(2h) | N | 0 | 6 |
| | 5º | PX2 | S | | N | | | 2XP | S | | N | | |
| | 6º | 2XP | S | | N | | | PX2 | S | | N | | |

APÊNDICE P - Análise sensorial de **cor e aroma** para óleo de fritura de 2h na fase de avaliação final

(conclusão)

| Cor | | | | | | | | Aroma | | | | | |
|-------|----|-----|-------------------|-------------------|------------------|-----------------|-----|-------|-------------------|-------------------|------------------|-----------------|-----|
| P | R | PA | VD ¹ | F+E | D+E ² | F ³ | | PA | VD ¹ | F+O | D+O ² | F ³ | |
| | | | | | | Sim | Não | | | | | Sim | Não |
| 13 | 1º | PX2 | S | | N | | | 2XP | S | | S | | |
| | 2º | 2XP | S | | N | | | PX2 | S | | N | | |
| | 3º | PX2 | S | | N | | | 2XP | S | | N | | |
| | 4º | 2XP | S | 6(2h) | N | 0 | 6 | PX2 | S | 6(2h) | N | 1 | 5 |
| | 5º | PX2 | S | | N | | | 2XP | S | | N | | |
| | 6º | 2XP | S | | N | | | PX2 | S | | N | | |
| Total | | | 30 ^{***} | 30 ^{***} | 0 ^{ns} | 0 ^{ns} | 30 | Total | 30 ^{***} | 30 ^{***} | 8 ^{ns} | 8 ^{ns} | 22 |

P – Provador; R – Repetição; PA – Posição Apresentada; VD – Verifica Diferença; F+E – Freqüência + Escura; D+E – Descarta + Escura; F – Freqüência; F+O – Freqüência + oxidada; D+O – Descarta + oxidada.

2h–2h ns – não significativo *p<0,05 **p<0,01 ***p<0,001.

Segundo Roessler et al. (1978): 1. Teste pareado simples unicaudal com 30 testes, a freqüência é de 20 testes (p<0,05), 22 testes (p<0,01) e 24 testes (p<0,001); 2. Teste pareado direcional unicaudal com 30 testes, a freqüência é de 20 testes (p<0,05), 22 testes (p<0,01) e 24 testes (p<0,001); 3. Teste pareado bicaudal com 30 testes, a freqüência é de 21 testes (p<0,05), 23 testes (p<0,01) e 25 testes (p<0,001).

APÊNDICE P1 - Análise sensorial de **viscosidade e sabor** para óleo de fritura de 2h na fase de avaliação final

(continua)

| P | Viscosidade | | | | | | | Sabor | | | | | |
|---|-------------|-----|-----------------|-------|------------------|----------------|-----|-------|-----------------|-------|------------------|----------------|-----|
| | R | PA | VD ¹ | F+V | D+V ² | F ³ | | PA | VD ¹ | F+O | D+O ² | F ³ | |
| | | | | | | Sim | Não | | | | | Sim | Não |
| 1 | 1º | PX2 | S | | N | | | 2XP | S | | S | | |
| | 2º | 2XP | S | | N | | | PX2 | S | | N | | |
| | 3º | PX2 | S | | N | | | 2XP | S | | N | | |
| | 4º | 2XP | S | 6(2h) | N | 0 | 6 | PX2 | S | 6(2h) | N | 1 | 5 |
| | 5º | PX2 | S | | N | | | 2XP | S | | N | | |
| | 6º | 2XP | S | | N | | | PX2 | S | | N | | |
| 2 | 1º | 2XP | S | | N | | | PX2 | S | | N | | |
| | 2º | PX2 | S | | N | | | 2XP | S | | N | | |
| | 3º | 2XP | S | | N | | | PX2 | S | | N | | |
| | 4º | PX2 | S | 6(2h) | N | 0 | 6 | 2XP | S | 6(2h) | N | 0 | 6 |
| | 5º | 2XP | S | | N | | | PX2 | S | | N | | |
| | 6º | PX2 | S | | N | | | 2XP | S | | N | | |
| 4 | 1º | 2XP | S | | N | | | PX2 | S | | S | | |
| | 2º | PX2 | S | | N | | | 2XP | S | | N | | |
| | 3º | 2XP | S | | N | | | PX2 | S | | N | | |
| | 4º | PX2 | S | 6(2h) | N | 0 | 6 | 2XP | S | 6(2h) | N | 1 | 5 |
| | 5º | 2XP | S | | N | | | PX2 | S | | N | | |
| | 6º | PX2 | S | | N | | | 2XP | S | | N | | |
| 6 | 1º | PX2 | S | | N | | | 2XP | S | | N | | |
| | 2º | 2XP | S | | N | | | PX2 | S | | N | | |
| | 3º | PX2 | S | | N | | | 2XP | S | | N | | |
| | 4º | 2XP | S | 6(2h) | N | 0 | 6 | PX2 | S | 6(2h) | N | 2 | 4 |
| | 5º | PX2 | S | | N | | | 2XP | S | | S | | |
| | 6º | 2XP | S | | N | | | PX2 | S | | S | | |

APÊNDICE P1 - Análise sensorial de **viscosidade e sabor** para óleo de fritura de 2h na fase de avaliação final.
(conclusão)

| Viscosidade | | | | | | | | Sabor | | | | | |
|-------------|----|-----|-----------------|-------|------------------|-----------------|-----|-------|-----------------|-------|------------------|-----------------|-----|
| P | R | PA | VD ¹ | F+V | D+V ² | F ³ | | PA | VD ¹ | F+O | D+O ² | F ³ | |
| | | | | | | Sim | Não | | | | | Sim | Não |
| 13 | 1º | PX2 | S | | N | | | 2XP | S | | N | | |
| | 2º | 2XP | S | | N | | | PX2 | S | | N | | |
| | 3º | PX2 | S | | N | | | 2XP | S | | N | | |
| | 4º | 2XP | S | 6(2h) | N | 0 | 6 | PX2 | S | 6(2h) | N | 0 | 6 |
| | 5º | PX2 | S | | N | | | 2XP | S | | N | | |
| | 6º | 2XP | S | | N | | | PX2 | S | | N | | |
| Total | | | 30*** | 30*** | 0 ^{ns} | 0 ^{ns} | 30 | Total | 30*** | 30*** | 4 ^{ns} | 4 ^{ns} | 26 |

P –Provador; R – Repetição; PA – Posição Apresentada; VD – Verifica Diferença; F – Frequência; F+V – Frequência +Viscosa; D+V – Descarta + Viscosa; F+O – Frequência + oxidada; D+O - Descarta + oxidada.

2h–2h ns – não significativo *p<0,05 **p<0,01 ***p<0,001.

Segundo Roessler et al. (1978): 1. Teste pareado simples unicaudal com 30 testes, a frequência é de 20 testes (p<0,05), 22 testes (p<0,01) e 24 testes (p<0,001); 2. Teste pareado direcional unicaudal com 30 testes, a frequência é de 20 testes (p<0,05), 22 testes (p<0,01) e 24 testes (p<0,001); 3. Teste pareado bicaudal com 30 testes, a frequência é de 21 testes (p<0,05), 23 testes (p<0,01) e 25 testes (p<0,001).

APÊNDICE Q - Análise sensorial de **cor e aroma** para óleo de fritura de 3h05min na fase de avaliação final

(continua)

| Cor | | | | | | | | Aroma | | | | | |
|-----|----------------|-----|-----------------|-------|------------------|----------------|-----|-------|-----------------|-------|------------------|----------------|-----|
| P | R | PA | VD ¹ | F+E | D+E ² | F ³ | | PA | VD ¹ | F+O | D+O ² | F ³ | |
| | | | | | | Sim | Não | | | | | Sim | Não |
| 1 | 1 ^o | PX3 | S | | N | | | 3XP | S | | N | | |
| | 2 ^o | 3XP | S | | N | | | PX3 | S | | N | | |
| | 3 ^o | PX3 | S | | N | | | 3XP | S | | N | | |
| | 4 ^o | 3XP | S | 6(3h) | N | 0 | 6 | PX3 | S | 6(3h) | N | 0 | 6 |
| | 5 ^o | PX3 | S | | N | | | 3XP | S | | N | | |
| | 6 ^o | 3XP | S | | N | | | PX3 | S | | N | | |
| 2 | 1 ^o | PX3 | S | | N | | | PX3 | S | | N | | |
| | 2 ^o | 3XP | S | | N | | | 3XP | S | | S | | |
| | 3 ^o | PX3 | S | | N | | | PX3 | S | | S | | |
| | 4 ^o | 3XP | S | 6(3h) | N | 0 | 6 | 3XP | S | 6(3h) | N | 3 | 3 |
| | 5 ^o | PX3 | S | | N | | | PX3 | S | | N | | |
| | 6 ^o | 3XP | S | | N | | | 3XP | S | | S | | |
| 4 | 1 ^o | PX3 | S | | N | | | PX3 | S | | S | | |
| | 2 ^o | 3XP | S | | N | | | 3XP | S | | S | | |
| | 3 ^o | PX3 | S | | N | | | PX3 | S | | S | | |
| | 4 ^o | 3XP | S | 6(3h) | N | 0 | 6 | 3XP | S | 6(3h) | S | 5 | 1 |
| | 5 ^o | PX3 | S | | N | | | PX3 | S | | S | | |
| | 6 ^o | 3XP | S | | N | | | 3XP | S | | N | | |
| 6 | 1 ^o | PX3 | S | | N | | | 3XP | S | | S | | |
| | 2 ^o | 3XP | S | | N | | | PX3 | S | | S | | |
| | 3 ^o | PX3 | S | | N | | | 3XP | S | | S | | |
| | 4 ^o | 3XP | S | 6(3h) | N | 0 | 6 | PX3 | S | 6(3h) | S | 6 | 0 |
| | 5 ^o | PX3 | S | | N | | | 3XP | S | | S | | |
| | 6 ^o | 3XP | S | | N | | | PX3 | S | | S | | |

APÊNDICE Q - Análise sensorial de **cor e aroma** para óleo de fritura de 3h05min na fase de avaliação final (conclusão)

| Cor | | | | | | | | Aroma | | | | | |
|-------|----|-----|-------------------|-------------------|------------------|-----------------|-----|-------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|-----|
| P | R | PA | VD ¹ | F+E | D+E ² | F ³ | | PA | VD ¹ | F+O | D+O ² | F ³ | |
| | | | | | | Sim | Não | | | | | Sim | Não |
| 13 | 1º | PX3 | S | | N | | | 3XP | S | | N | | |
| | 2º | 3XP | S | | N | | | PX3 | S | | N | | |
| | 3º | PX3 | S | | N | | | 3XP | S | | N | | |
| | 4º | 3XP | S | 6(3h) | N | 0 | 6 | PX3 | S | 6(3h) | N | 0 | 6 |
| | 5º | PX3 | S | | N | | | 3XP | S | | N | | |
| | 6º | 3XP | S | | N | | | PX3 | S | | N | | |
| Total | | | 30 ^{***} | 30 ^{***} | 0 ^{ns} | 0 ^{ns} | 30 | Total | 30 ^{***} | 30 ^{***} | 14 ^{ns} | 14 ^{ns} | 16 |

P –Provador; R – Repetição; PA – Posição Apresentada; VD – Verifica Diferença; F+E – Freqüência + Escura; D+E – Descarta + Escura; F – Freqüência; F+O – Freqüência + oxidada; D+O – Descarta + oxidada.

3h–3h05min ns – não significativo *p<0,05 **p<0,01 ***p<0,001.

Segundo Roessler et al. (1978): 1. Teste pareado simples unicaudal com 30 testes, a freqüência é de 20 testes (p<0,05), 22 testes (p<0,01) e 24 testes (p<0,001); 2. Teste pareado direcional unicaudal com 30 testes, a freqüência é de 20 testes (p<0,05), 22 testes (p<0,01) e 24 testes (p<0,001); 3. Teste pareado bicaudal com 30 testes, a freqüência é de 21 testes (p<0,05), 23 testes (p<0,01) e 25 testes (p<0,001).

APÊNDICE Q1 - Análise sensorial de **viscosidade e sabor e** para óleo de fritura de 3h05min na fase de avaliação final
(continua)

| Viscosidade | | | | | | | | Sabor | | | | | |
|-------------|----|-----|-----------------|-------|------------------|----------------|-----|-------|-----------------|-------|------------------|----------------|-----|
| P | R | PA | VD ¹ | F+V | D+V ² | F ³ | | PA | VD ¹ | F+O | D+O ² | F ³ | |
| | | | | | | Sim | Não | | | | | Sim | Não |
| 1 | 1º | PX3 | S | | N | | | 3XP | S | | N | | |
| | 2º | 3XP | S | | N | | | PX3 | S | | N | | |
| | 3º | PX3 | S | | N | | | 3XP | S | | S | | |
| | 4º | 3XP | S | 6(3h) | N | 0 | 6 | PX3 | S | 6(3h) | S | 4 | 2 |
| | 5º | PX3 | S | | N | | | 3XP | S | | S | | |
| | 6º | 3XP | S | | N | | | PX3 | S | | S | | |
| 2 | 1º | 3XP | S | | N | | | PX3 | S | | S | | |
| | 2º | PX3 | S | | N | | | 3XP | S | | N | | |
| | 3º | 3XP | S | | N | | | PX3 | S | | N | | |
| | 4º | PX3 | S | 6(3h) | N | 0 | 6 | 3XP | S | 6(3h) | N | 1 | 5 |
| | 5º | 3XP | S | | N | | | PX3 | S | | N | | |
| | 6º | PX3 | S | | N | | | 3XP | S | | N | | |
| 4 | 1º | 3XP | S | | N | | | PX3 | S | | N | | |
| | 2º | PX3 | S | | N | | | 3XP | S | | N | | |
| | 3º | 3XP | S | | N | | | PX3 | S | | S | | |
| | 4º | PX3 | S | 6(3h) | N | 0 | 6 | 3XP | S | 6(3h) | N | 1 | 5 |
| | 5º | 3XP | S | | N | | | PX3 | S | | N | | |
| | 6º | PX3 | S | | N | | | 3XP | S | | N | | |
| 6 | 1º | PX3 | S | | N | | | 3XP | S | | N | | |
| | 2º | 3XP | S | | N | | | PX3 | S | | N | | |
| | 3º | PX3 | S | | N | | | 3XP | S | | N | | |
| | 4º | 3XP | S | 6(3h) | N | 0 | 6 | PX3 | S | 6(3h) | N | 0 | 6 |
| | 5º | PX3 | S | | N | | | 3XP | S | | N | | |
| | 6º | 3XP | S | | N | | | PX3 | S | | N | | |

APÊNDICE Q1 - Análise sensorial de **viscosidade e sabor e** para óleo de fritura de 3h05min na fase de avaliação final (conclusão)

| Viscosidade | | | | | | | | Sabor | | | | | |
|-------------|----|-----|-------------------|-------------------|------------------|-----------------|-----|-------|-------------------|-------------------|------------------|-----------------|-----|
| P | R | PA | VD ¹ | F+V | D+V ² | F ³ | | PA | VD ¹ | F+O | D+O ² | F ³ | |
| | | | | | | Sim | Não | | | | | Sim | Não |
| 13 | 1º | PX3 | S | | N | | | 3XP | S | | N | | |
| | 2º | 3XP | S | | N | | | PX3 | S | | N | | |
| | 3º | PX3 | S | 6 | N | | | 3XP | S | | N | | |
| | 4º | 3XP | S | | N | 0 | 6 | PX3 | S | 6(3h) | N | 0 | 6 |
| | 5º | PX3 | S | | N | | | 3XP | S | | N | | |
| | 6º | 3XP | S | | N | | | PX3 | S | | N | | |
| Total | | | 30 ^{***} | 30 ^{***} | 0 ^{ns} | 0 ^{ns} | 30 | Total | 30 ^{***} | 30 ^{***} | 6 ^{ns} | 6 ^{ns} | 24 |

P – Provador; R – Repetição; PA – Posição Apresentada; VD – Verifica Diferença; F+V – Frequência +Viscosa; D+V – Descarta + Viscosa; F – Frequência; F+O – Frequência + oxidada; D+O - Descarta + oxidada.

3h–3h05min ns – não significativo *p<0,05 **p<0,01 ***p<0,001.

Segundo Roessler et al. (1978): 1. Teste pareado simples unicaudal com 30 testes, a frequência é de 20 testes (p<0,05), 22 testes (p<0,01) e 24 testes (p<0,001); 2. Teste pareado direcional unicaudal com 30 testes, a frequência é de 20 testes (p<0,05), 22 testes (p<0,01) e 24 testes (p<0,001); 3. Teste pareado bicaudal com 30 testes, a frequência é de 21 testes (p<0,05), 23 testes (p<0,01) e 25 testes (p<0,001).

APÊNDICE R - Análise sensorial de **cor e aroma** e para óleo de fritura de 6h54min na fase de avaliação final

(continua)

| Cor | | | | | | | | Aroma | | | | | |
|-----|----------------|-----|-----------------|-------|------------------|----------------|-----|-------|-----------------|-------|------------------|----------------|-----|
| P | R | PA | VD ¹ | F+E | D+E ² | F ³ | | PA | VD ¹ | F+O | D+O ² | F ³ | |
| | | | | | | Sim | Não | | | | | Sim | Não |
| 1 | 1 ^o | PX6 | S | | S | | | 6XP | S | | S | | |
| | 2 ^o | 6XP | S | | S | | | PX6 | S | | S | | |
| | 3 ^o | PX6 | S | | S | | | 6XP | S | | N | 3 | 3 |
| | 4 ^o | 6XP | S | 6(6h) | N | 3 | 3 | PX6 | S | 6(6h) | N | | |
| | 5 ^o | PX6 | S | | N | | | 6XP | S | | S | | |
| | 6 ^o | 6XP | S | | N | | | PX6 | S | | N | | |
| 2 | 1 ^o | PX6 | S | | S | | | PX6 | S | | S | | |
| | 2 ^o | 6XP | S | | S | | | 6XP | S | | S | | |
| | 3 ^o | PX6 | S | | S | | | PX6 | S | 6(6h) | S | 5 | 1 |
| | 4 ^o | 6XP | S | 6(6h) | N | 3 | 3 | 6XP | S | | S | | |
| | 5 ^o | PX6 | S | | N | | | PX6 | S | | S | | |
| | 6 ^o | 6XP | S | | N | | | 6XP | S | | N | | |
| 4 | 1 ^o | PX6 | S | | N | | | PX6 | S | | S | | |
| | 2 ^o | 6XP | S | | N | | | 6XP | S | | S | | |
| | 3 ^o | PX6 | S | | N | | | PX6 | S | | N | 5 | 1 |
| | 4 ^o | 6XP | S | 6(6h) | N | 0 | 6 | 6XP | S | 6(6h) | S | | |
| | 5 ^o | PX6 | S | | N | | | PX6 | S | | S | | |
| | 6 ^o | 6XP | S | | N | | | 6XP | S | | S | | |
| 6 | 1 ^o | PX6 | S | | N | | | 6XP | S | | S | | |
| | 2 ^o | 6XP | S | | N | | | PX6 | S | | S | | |
| | 3 ^o | PX6 | S | | N | | | 6XP | S | 6(6h) | S | 6 | 0 |
| | 4 ^o | 6XP | S | 6(6h) | N | 0 | 6 | PX6 | S | | S | | |
| | 5 ^o | PX6 | S | | N | | | 6XP | S | | S | | |
| | 6 ^o | 6XP | S | | N | | | PX6 | S | | S | | |

APÊNDICE R - Análise sensorial de **cor e aroma** para óleo de fritura de 6h54min na fase de avaliação final (conclusão)

| Cor | | | | | | | | Aroma | | | | | |
|-------|----------------|-----|-------------------|-------------------|------------------|-----------------|-----|-------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|-----|
| P | R | PA | VD ¹ | F+E | D+E ² | F ³ | | PA | VD ¹ | F+O | D+O ² | F ³ | |
| | | | | | | Sim | Não | | | | | Sim | Não |
| 13 | 1 ^o | PX6 | S | | N | | | 6XP | S | | S | | |
| | 2 ^o | 6XP | S | | S | | | PX6 | S | | N | | |
| | 3 ^o | PX6 | S | | N | | | 6XP | S | 6(h) | N | 1 | 5 |
| | 4 ^o | 6XP | S | 6(6h) | N | 1 | 5 | PX6 | S | | N | | |
| | 5 ^o | PX6 | S | | N | | | 6XP | S | | N | | |
| | 6 ^o | 6XP | S | | N | | | PX6 | S | | N | | |
| Total | | | 30 ^{***} | 30 ^{***} | 7 ^{ns} | 7 ^{ns} | 23 | Total | 30 ^{***} | 30 ^{***} | 20 ^{ns} | 20 ^{ns} | 10 |

P – Provador; R – Repetição; PA – Posição Apresentada; VD – Verifica Diferença; F+E – Frequência + Escura; D+E – Descarta + Escura; F – Frequência; F+O – Frequência + oxidada; D+O – Descarta + oxidada.

6h–6h054min ns – não significativo *p<0,05 **p<0,01 ***p<0,001.

Segundo Roessler et al. (1978): 1. Teste pareado simples unicaudal com 30 testes, a frequência é de 20 testes (p<0,05), 22 testes (p<0,01) e 24 testes (p<0,001); 2. Teste pareado direcional unicaudal com 30 testes, a frequência é de 20 testes (p<0,05), 22 testes (p<0,01) e 24 testes (p<0,001); 3. Teste pareado bicaudal com 30 testes, a frequência é de 21 testes (p<0,05), 23 testes (p<0,01) e 25 testes (p<0,001).

APÊNDICE R1 - Análise sensorial de **viscosidade e sabor** para óleo de fritura de 6h54min na fase de avaliação final
(continua)

| P | R | Viscosidade | | | | | | Sabor | | | | | |
|----|----|-------------|-----------------|-------|------------------|----------------|-----|-------|-----------------|-------|------------------|----------------|-----|
| | | PA | VD ¹ | F+V | D+V ² | F ³ | | PA | VD ¹ | F+O | D+O ² | F ³ | |
| | | | | | | Sim | Não | | | | | Sim | Não |
| 11 | 1º | PX6 | S | | N | | | 6XP | S | | S | | |
| | 2º | 6XP | S | | N | | | PX6 | S | | S | | |
| | 3º | PX6 | S | | N | 0 | 6 | 6XP | S | | S | 5 | 1 |
| | 4º | 6XP | S | 6(6h) | N | | | PX6 | S | 6(6h) | S | | |
| | 5º | PX6 | S | | N | | | 6XP | S | | S | | |
| | 6º | 6XP | S | | N | | | PX6 | S | | N | | |
| 2 | 1º | 6XP | S | | N | | | PX6 | S | | N | | |
| | 2º | PX6 | S | | N | | | 6XP | S | | N | | |
| | 3º | 6XP | S | 6(6h) | N | 0 | 6 | PX6 | S | 6(6h) | N | 0 | 6 |
| | 4º | PX6 | S | | N | | | 6XP | S | | N | | |
| | 5º | 6XP | S | | N | | | PX6 | S | | N | | |
| | 6º | PX6 | S | | N | | | 6XP | S | | N | | |
| 4 | 1º | 6XP | S | | N | | | PX6 | S | | S | | |
| | 2º | PX6 | S | | N | | | 6XP | S | | S | | |
| | 3º | 6XP | S | | N | 0 | 6 | PX6 | S | | S | 6 | 0 |
| | 4º | PX6 | S | 6(6h) | N | | | 6XP | S | 6(6h) | S | | |
| | 5º | 6XP | S | | N | | | PX6 | S | | S | | |
| | 6º | PX6 | S | | N | | | 6XP | S | | S | | |
| 6 | 1º | PX6 | S | | S | | | 6XP | S | | S | | |
| | 2º | 6XP | S | | N | | | PX6 | S | | S | | |
| | 3º | PX6 | S | 6(6h) | N | 1 | 5 | 6XP | S | 6(6h) | S | 6 | 0 |
| | 4º | 6XP | S | | N | | | PX6 | S | | S | | |
| | 5º | PX6 | S | | N | | | 6XP | S | | S | | |
| | 6º | 6XP | S | | N | | | PX6 | S | | S | | |

APÊNDICE R1 - Análise sensorial de **viscosidade e sabor** para óleo de fritura de 6h54min na fase de avaliação final (conclusão)

| Viscosidade | | | | | | | | Sabor | | | | | |
|-------------|----|-----|-------------------|-------------------|------------------|-----------------|-----|-------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|-----|
| P | R | PA | VD ¹ | F+V | D+V ² | F ³ | | PA | VD ¹ | F+O | D+O ² | F ³ | |
| | | | | | | Sim | Não | | | | | Sim | Não |
| 13 | 1º | PX6 | S | | N | | | 6XP | S | | N | | |
| | 2º | 6XP | S | | N | | | PX6 | S | | S | | |
| | 3º | PX6 | S | 6(6h) | N | 0 | 6 | 6XP | S | 6(6h) | N | 1 | 5 |
| | 4º | 6XP | S | | N | | | PX6 | S | | N | | |
| | 5º | PX6 | S | | N | | | 6XP | S | | N | | |
| | 6º | 6XP | S | | N | | | PX6 | S | | N | | |
| Total | | | 30 ^{***} | 30 ^{***} | 1 ^{ns} | 1 ^{ns} | 29 | Total | 30 ^{***} | 30 ^{***} | 18 ^{ns} | 18 ^{ns} | 12 |

P – Provador; R – Repetição; PA – Posição Apresentada; VD – Verifica Diferença; F+V – Frequência +Viscosa; D+V – Descarta + Viscosa; F – Frequência; F+O – Frequência + oxidada; D+O - Descarta + oxidada.

6h–6h054min ns – não significativo *p<0,05 **p<0,01 ***p<0,001.

Segundo Roessler et al. (1978): 1. Teste pareado simples unicaudal com 30 testes, a frequência é de 20 testes (p<0,05), 22 testes (p<0,01) e 24 testes (p<0,001); 2. Teste pareado direcional unicaudal com 30 testes, a frequência é de 20 testes (p<0,05), 22 testes (p<0,01) e 24 testes (p<0,001); 3. Teste pareado bicaudal com 30 testes, a frequência é de 21 testes (p<0,05), 23 testes (p<0,01) e 25 testes (p<0,001).

APÊNDICE S - Análise sensorial de **cor e aroma** para óleo de fritura de 15h40min na fase de avaliação final

(continua)

| Cor | | | | | | | | Aroma | | | | | |
|-----|----|------|-----------------|---------|------------------|----------------|-----|-------|-----------------|---------|------------------|----------------|-----|
| P | R | PA | VD ¹ | F+E | D+E ² | F ³ | | PA | VD ¹ | F+O | D+O ² | F ³ | |
| | | | | | | Sim | Não | | | | | Sim | Não |
| 1 | 1º | PX15 | S | | N | | | 15XP | S | | N | | |
| | 2º | 15XP | S | | S | | | PX15 | S | | N | | |
| | 3º | PX15 | S | | S | | | 15XP | S | | S | | |
| | 4º | 15XP | S | 6 (15h) | S | 5 | 1 | PX15 | S | 6 (15h) | S | 4 | 2 |
| | 5º | PX15 | S | | S | | | 15XP | S | | S | | |
| | 6º | 15XP | S | | S | | | PX15 | S | | S | | |
| 2 | 1º | PX15 | S | | S | | | PX15 | S | | S | | |
| | 2º | 15XP | S | | S | | | 15XP | S | | N | | |
| | 3º | PX15 | S | | S | | | PX15 | S | | S | | |
| | 4º | 15XP | S | 6 (15h) | S | 6 | 0 | 15XP | S | 6 (15h) | S | 3 | 2 |
| | 5º | PX15 | S | | S | | | PX15 | S | | N | | |
| | 6º | 15XP | S | | S | | | 15XP | S | | S | | |
| 4 | 1º | PX15 | S | | N | | | PX15 | S | | S | | |
| | 2º | 15XP | S | | N | | | 15XP | S | | S | | |
| | 3º | PX15 | S | | N | | | PX15 | S | | S | | |
| | 4º | 15XP | S | 6 (15h) | N | 0 | 6 | 15XP | S | 6 (15h) | S | 6 | 1 |
| | 5º | PX15 | S | | N | | | PX15 | S | | S | | |
| | 6º | 15XP | S | | N | | | 15XP | S | | S | | |
| 6 | 1º | PX15 | S | | N | | | 15XP | S | | S | | |
| | 2º | 15XP | S | | N | | | PX15 | S | | S | | |
| | 3º | PX15 | S | | N | | | 15XP | S | | S | | |
| | 4º | 15XP | S | 6 (15h) | N | 0 | 6 | PX15 | S | 6 (15h) | N | 5 | 1 |
| | 5º | PX15 | S | | N | | | 15XP | S | | S | | |
| | 6º | 15XP | S | | N | | | PX15 | S | | S | | |

APÊNDICE S - Análise sensorial de **cor e aroma** para óleo de fritura de 15h40min na fase de avaliação final (conclusão)

| Cor | | | | | | | | Aroma | | | | | |
|-------|----|------|-----------------|---------|------------------|------------------|-----|-------|-----------------|---------|------------------|------------------|-----|
| P | R | PA | VD ¹ | F+E | D+E ² | F ³ | | PA | VD ¹ | F+O | D+O ² | F ³ | |
| | | | | | | Sim | Não | | | | | Sim | Não |
| 13 | 1º | PX15 | S | | N | | | 15XP | S | | N | | |
| | 2º | 15XP | S | | N | | | PX15 | S | | N | | |
| | 3º | PX15 | S | | N | | | 15XP | S | | N | | |
| | 4º | 15XP | S | 6 (15h) | N | 0 | 6 | PX15 | S | 6 (15h) | N | 0 | 6 |
| | 5º | PX15 | S | | N | | | 15XP | S | | N | | |
| | 6º | 15XP | S | | N | | | PX15 | S | | N | | |
| Total | | | 30*** | 30*** | 11 ^{ns} | 11 ^{ns} | 19 | Total | 30*** | 30*** | 18 ^{ns} | 18 ^{ns} | 12 |

P – Provador; R – Repetição; PA – Posição Apresentada; VD – Verifica Diferença; F+E – Frequência + Escura; D+E – Descarta + Escura; F – Frequência; F+O – Frequência + oxidada; D+O – Descarta + oxidada.

15h–15h40min ns – não significativo *p<0,05 **p<0,01 ***p<0,001.

Segundo Roessler et al. (1978): 1. Teste pareado simples unicaudal com 30 testes, a frequência é de 20 testes (p<0,05), 22 testes (p<0,01) e 24 testes (p<0,001); 2. Teste pareado direcional unicaudal com 30 testes, a frequência é de 20 testes (p<0,05), 22 testes (p<0,01) e 24 testes (p<0,001); 3. Teste pareado bicaudal com 30 testes, a frequência é de 21 testes (p<0,05), 23 testes (p<0,01) e 25 testes (p<0,001).

APÊNDICE S1 - Análise sensorial de **viscosidade e sabor** para óleo de fritura de 15h40min na fase de avaliação final
(continua)

| Viscosidade | | | | | | | Sabor | | | | | | |
|-------------|----|------|-----------------|---------|------------------|----------------|-------|------|-----------------|---------|------------------|----------------|-----|
| P | R | PA | VD ¹ | F+V | D+V ² | F ³ | | PA | VD ¹ | F+O | D+O ² | F ³ | |
| | | | | | | Sim | Não | | | | | Sim | Não |
| 1 | 1º | PX15 | S | | N | | | 15XP | S | | S | | |
| | 2º | 15XP | S | | N | | | PX15 | S | | S | | |
| | 3º | PX15 | S | | N | | | 15XP | S | | S | | |
| | 4º | 15XP | S | 6 (15h) | N | 0 | 6 | PX15 | S | 6 (15h) | S | 6 | 0 |
| | 5º | PX15 | S | | N | | | 15XP | S | | S | | |
| | 6º | 15XP | S | | N | | | PX15 | S | | S | | |
| 2 | 1º | 15XP | S | | N | | | PX15 | S | | S | | |
| | 2º | PX15 | S | | N | | | 15XP | S | | S | | |
| | 3º | 15XP | S | | S | | | PX15 | S | | S | | |
| | 4º | PX15 | S | 6 (15h) | N | 2 | 4 | 15XP | S | 6 (15h) | S | 6 | 0 |
| | 5º | 15XP | S | | S | | | PX15 | S | | S | | |
| | 6º | PX15 | S | | N | | | 15XP | S | | S | | |
| 4 | 1º | 15XP | S | | N | | | PX15 | S | | S | | |
| | 2º | PX15 | S | | N | | | 15XP | S | | S | | |
| | 3º | 15XP | S | | N | | | PX15 | S | | S | | |
| | 4º | PX15 | S | 6 (15h) | N | 0 | 6 | 15XP | S | 6 (15h) | S | 6 | 0 |
| | 5º | 15XP | S | | N | | | PX15 | S | | S | | |
| | 6º | PX15 | S | | N | | | 15XP | S | | S | | |
| 6 | 1º | PX15 | S | | N | | | 15XP | S | | S | | |
| | 2º | 15XP | S | | N | | | PX15 | S | | S | | |
| | 3º | PX15 | S | | N | | | 15XP | S | | S | | |
| | 4º | 15XP | S | 6 (15h) | N | 0 | 6 | PX15 | S | 6 (15h) | S | 6 | 0 |
| | 5º | PX15 | S | | N | | | 15XP | S | | S | | |
| | 6º | 15XP | S | | N | | | PX15 | S | | S | | |

APÊNDICE S1 - Análise sensorial de **viscosidade e sabor** para óleo de fritura de 15h40min na fase de avaliação final (conclusão)

| | | ‘Viscosidade | | | | | | Sabor | | | | | |
|-------|----|--------------|-----------------|---------|------------------|-----------------|-----|-------|-----------------|---------|------------------|----------------|-----|
| P | R | PA | VD ¹ | F+V | D+V ² | F ³ | | PA | VD ¹ | F+O | D+O ² | F ³ | |
| | | | | | | Sim | Não | | | | | Sim | Não |
| 13 | 1º | PX15 | S | | N | | | 15XP | S | | S | | |
| | 2º | 15XP | S | | N | | | PX15 | S | | S | | |
| | 3º | PX15 | S | | N | | | 15XP | S | | S | | |
| | 4º | 15XP | S | 6 (15h) | N | 0 | 6 | PX15 | S | 6 (15h) | S | 6 | 0 |
| | 5º | PX15 | S | | N | | | 15XP | S | | S | | |
| | 6º | 15XP | S | | N | | | PX15 | S | | S | | |
| Total | | | 30*** | 30*** | 2 ^{ns} | 2 ^{ns} | 28 | Total | 30*** | 30*** | 30*** | 30*** | 0 |

P –Provador; R – Repetição; PA – Posição Apresentada; VD – Verifica Diferença; F+V – Frequência +Viscosa; D+V – Descarta + Viscosa; F – Frequência; F+O – Frequência + oxidada; D+O - Descarta + oxidada.

15h–15h40min ns – não significativo *p<0,05 **p<0,01 ***p<0,001.

Segundo Roessler et al. (1978): 1. Teste pareado simples unicaudal com 30 testes, a frequência é de 20 testes (p<0,05), 22 testes (p<0,01) e 24 testes (p<0,001); 2. Teste pareado direcional unicaudal com 30 testes, a frequência é de 20 testes (p<0,05), 22 testes (p<0,01) e 24 testes (p<0,001); 3. Teste pareado bicaudal com 30 testes, a frequência é de 21 testes (p<0,05), 23 testes (p<0,01) e 25 testes (p<0,001).

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)