UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

DESENVOLVIMENTO DE UMA GORDURA PARA PRÉ-FRITURA, DE ALTO DESEMPENHO, À BASE DE ÓLEO DE SOJA

PARECER

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida por ROBERTO BOOCK MORETTI e aprovada pela Comissão Julgadora em 20 de agosto de 1997.

Campinas, 20 de agosto de 1997.

Prof. Dr. DANIEL BARRERA ARELLANO
Presidente da Banca

ROBERTO BOOCK MORETTI
Engenheiro de Alimentos

Prof. Dr. DANIEL BARRERA-ARELLANO
Orientador

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP para obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos

CAMPINAS - 1997

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

UNIDADE BC
N.º CHAMADA: TUNICAMP
M817d
V. Ex.
TOMBO BC/ 31696
PROC. 281/97
C D X
PREÇO R$ 11,00
DATA 18/09/97
N.º CPD

CM-00100758-9

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA F.E.A. - UNICAMP

M817d

Moretti, Roberto Boock
Desenvolvimento de uma gordura para pré-fritura, de alto desempenho, à base de óleo de soja / Roberto Boock Moretti -- Campinas, SP: [s.n.], 1997.

Orientador: Daniel Barrera-Arellano
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas.Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1. Fritura. 2.Óleos e gorduras. 3. Óleo de soja. 4. Óleo de algodão. 5. Empanado. I. Barrera-Arellano, Daniel. II.Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. III.Título.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Daniel Barrera-Arellano

Orientador

Profa. Dra. Maria Amélia Chaib Moraes

Membro

Profa. Dra. Marisa A. B. Regitano d' Arce

Membro

Profa. Dra. Lireny Ap. Guaraldo Gonçalves

Membro

Campinas, de agosto de 1997.

A minha eterna incentivadora
e esposa Sun, pelo amor,
compreensão e todo apoio
dedico

Aos meus avôs (in memoriam)
Oswaldo e Mário, com muita
saudade, e avós Mary e Yolanda,
pelo exemplo e carinho.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Daniel Barrera-Arellano, pela valiosa orientação e amizade demonstradas durante todo o período de desenvolvimento deste trabalho.

Às Profas. Dras. Lireny Ap. G. Gonçalves, Maria Amélia Chaib Moraes e Marisa A. B. Regitano d'Arce pelas correções e valiosas sugestões na elaboração final desta tese.

À CPG/FEA, em especial ao Prof. Dr. Nelson Horácio Pezoa Garcia pela compreensão.

À Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA) da UNICAMP, pela oportunidade de realização do curso de pós-graduação.

Aos amigos do Laboratório de Óleos e Gorduras, em especial ao Renato, Roseli, Rosana e Eliete, pela ajuda e amizade.

A Marli Medeiros, Toninho e Geraldo pelo apoio na Biblioteca da FEA.

À Frigobrás Cia. Brasileira de Frigoríficos-Paranaguá, em especial aos amigos do laboratório de margarinas e do departamento de derivados vegetais, pelas informações, amostras e análises.

À Sadia Concórdia (Frigobrás), em especial a Geraldo Cia, pelo apoio e liberação para que participasse das atividades do curso de Pós-graduação do Departamento de Tecnologia de Alimentos da FEA.

Aos amigos da Diretoria de Desenvolvimento de Produtos e Processos da Sadia pelo apoio e incentivo.

Agradeço também aos amigos João e Nancy pelo apoio.

Aos meus pais pela educação, incentivo e amor dedicados por toda minha vida.

A toda minha família, em especial à minha esposa Sun e minha irmã Eliane pela ajuda direta na realização deste trabalho.

Aos participantes da equipe de provadores pela disposição durante os testes sensoriais.

A todos que me apoiaram e me incentivaram durante este trabalho.

ÍNDICE GERAL

Índice de figuras..... iv
Índice de tabelas..... v
Resumo..... vi
Abstract..... vii
1- Introdução..... 1
2- Revisão Bibliográfica..... 3
2.1- "Fast-Food"..... 3
2.2- Óleos e gorduras para fritura..... 5
2.2.1- Gordura bovina..... 5
2.2.2- Óleo de algodão..... 6
2.2.3- Oleína de palma..... 8
2.2.4- Óleo de canola..... 10
2.2.5- Óleo de girassol..... 11
2.2.6- Substitutos de gordura..... 12
2.3- Óleo de soja..... 13
2.3.1- Características físicas e químicas do óleo de soja..... 14
2.3.2- Tecnologia de processamento do grão e óleo de soja..... 15
2.3.2.1- Extração..... 16
2.3.2.2- Degomagem..... 17
2.3.2.3- Neutralização..... 18
2.3.2.4- Clarificação..... 19
2.3.2.5- Hidrogenação..... 20
2.3.2.6- Desodorização..... 21
2.3.3- Utilização de óleo e gordura de soja..... 23
2.3.4- Comportamento na pré-fritura e fritura..... 24
2.4- Tecnologia de fritura..... 26
2.4.1- Aquecimento direto..... 26

2.4.2- Aquecimento indireto 27
2.4.3- Sistema por bateladas 27
2.4.4- Sistema contínuo 28
2.4.5- Boas práticas na fritura 29
2.4.6- Controle de qualidade 30
2.5- Principais alterações durante a fritura 31
2.5.1- Mudanças no óleo de fritura 33
2.5.2- Mudanças nos alimentos em fritura 35
2.5.3- Aumento da estabilidade 36
2.6- Análise sensorial no desenvolvimento de produtos 38
3- Material e métodos 40
3.1- Material 40
3.1.1- Matérias-primas e insumos 40
3.1.2- Equipamentos 41
3.2- Métodos 42
3.2.1- Obtenção e caracterização das gorduras (1ª Etapa) 42
3.2.2- Elaboração dos produtos (2ª Etapa) 43
3.2.2.1- Empanamento 43
3.2.2.2- Pré-fritura 45
3.2.2.3- Congelamento 47
3.2.3- Acompanhamento da qualidade dos produtos pré-fritos durante a estocagem sob congelamento (3ª Etapa) 47
3.2.4- Análise sensorial 48
3.2.4.1- Preparação das amostras 48
3.2.4.2- Apresentação das amostras 48
3.2.4.3- Atributos 51
3.2.4.4- Treinamento do painel sensorial 54
4- Resultados e discussão 55
4.1- Caracterização das gorduras (1ª Etapa) 55
4.2- Avaliação da alteração das gorduras na pré-fritura (2ª Etapa) 58

4.3- Resultados do acompanhamento da qualidade dos produtos da pré-fritura durante a estocagem (3ª Etapa)..... 61
4.3.1- Produtos pré-fritos/congelados..... 62
4.3.2- Produtos fritos..... 67
4.3.3- Gráficos-estrela..... 75
5- Conclusões..... 80
6- Referências bibliográficas..... 81
Anexo..... 93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01- Processo de fritura por imersão em óleo..... 32

Figura 02- Produtos de decomposição em frituras com gordura..... 34

Figura 03- Fluxograma do empanamento de filezinhos de peito de frango..... 44

Figura 04- Esquema de utilização das gorduras na pré-fritura..... 46

Figura 05- Ficha 1- Avaliação Sensorial de Empanados=Produto pré-frito/congelado..... 49

Figura 06- Ficha 2- Avaliação Sensorial de Empanados=Produto frito 50

Figura 07- Evolução da cor externa durante a estocagem (-20°C) de filezinho de peito de frango empanado pré-frito/congelado..... 62

Figura 08- Evolução da aparência gordurosa durante a estocagem (-20°C) de filezinho de peito de frango empanado pré-frito/congelado..... 63

Figura 09- Evolução do odor de gordura hidrogenada durante a estocagem (-20°C) de filezinho de peito de frango empanado pré-frito/congelado..... 64

Figura 10- Evolução do odor de fritura durante a estocagem (-20°C) de filezinho de peito de frango empanado pré-frito/congelado..... 65

Figura 11- Evolução do odor rançoso durante a estocagem (-20°C) de filezinho de peito de frango empanado pré-frito/congelado..... 66

Figura 12- Evolução da cor externa durante a estocagem (-20°C) de filezinho de peito de frango empanado frito..... 67

Figura 13- Evolução da oleosidade durante a estocagem (-20°C) de filezinho de peito de frango empanado frito..... 68

Figura 14- Evolução do odor de gordura hidrogenada durante a estocagem (-20°C) de filezinho de peito de frango empanado frito..... 69

Figura 15- Evolução do odor de fritura durante a estocagem (-20°C) de filezinho de peito de frango empanado frito..... 70

Figura 16- Evolução do sabor de gordura hidrogenada durante a estocagem (-20°C) de filezinho de peito de frango empanado frito..... 72

Figura 17- Evolução do sabor de fritura durante a estocagem (-20°C) de filezinho de peito de frango empanado frito..... 73
Figura 18- Evolução do sabor rançoso durante a estocagem (-20°C) de filezinho de peito de frango empanado frito..... 74
Figura 19- Gráfico-estrela dos atributos sensoriais de filezinhos de peito de frango empanados e pré-fritos em gordura CS..... 76
Figura 20- Gráfico-estrela dos atributos sensoriais de filezinhos de peito de frango empanados e pré-fritos em gordura SB..... 77
Figura 21- Gráfico-estrela dos atributos sensoriais de filezinhos de peito de frango empanados e pré-fritos em gordura G3..... 78
Figura 22- Gráfico-estrela dos atributos sensoriais de filezinhos de peito de frango empanados e pré-fritos em gordura G4..... 79

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 01- Composição típica de óleos de soja bruto e refinado..... 14
Tabela 02- Composição em ácidos graxos de óleo de soja..... 15
Tabela 03- Aditivos para óleos de fritura..... 37
Tabela 04- Condições de hidrogenação..... 42
Tabela 05- Métodos Analíticos..... 43
Tabela 06- Extremos de escala dos atributos sensoriais..... 54
Tabela 07- Caracterização e composição em ácidos graxos do óleo de soja clarificado..... 55
Tabela 08- Caracterização inicial das gorduras..... 56
Tabela 09- Avaliação do desempenho das gorduras na 1ª pré-fritura..... 58
Tabela 10- Desempenho das gorduras nos quatro processos de pré-fritura..... 60
Tabela 11- Resultados do atributo odor rançoso do produto frito..... 71

RESUMO

A gordura de algodão parcialmente hidrogenada é largamente utilizada para fritura industrial no Brasil devido às suas características de alta estabilidade e performance no processo. Porém sua disponibilidade vem sendo cada dia mais reduzida e consequentemente seu custo aumentado. Comenta-se, geralmente, que uma gordura de soja parcialmente hidrogenada tenha um desempenho inferior devido principalmente à sua estabilidade e características sensoriais indesejáveis (odor e sabor) que se transmitem ao produto nela preparado.

Neste trabalho foram produzidas em escala industrial, quatro gorduras de soja parcialmente hidrogenadas que foram comparadas a duas gorduras comerciais parcialmente hidrogenadas, de algodão (CS) e soja (SB).

Esta comparação foi feita em três etapas distintas. Inicialmente em uma fase de caracterização físico-química e estabilidade, em que foram selecionadas duas gorduras de soja, Em uma segunda etapa, estas gorduras foram avaliadas em um processo de pré-fritura de filezinhos empanados de frango e finalmente fez-se um monitoramento sensorial dos produtos pré-fritos/congelados e posteriormente fritos, por um período de estocagem de 4 meses.

Os produtos pré-fritos/congelados não apresentaram comportamento estatisticamente diferente durante a estocagem, verificando-se apenas coloração mais intensa das amostras produzidas com a gordura de algodão comercial (CS). Os produtos pré-fritos em gorduras de soja, após a fritura final, também apresentaram características sensoriais similares aos elaborados com gordura de algodão, diferenciando-se significativamente unicamente quanto ao atributo sabor rançoso. Após 2 meses de estocagem, quando comparados ao controle recém-pré-frito. Ao fim do período de estocagem (4 meses), também as amostras pré-fritas em algodão apresentaram diferença significativa em relação ao controle.

Dos dados e observações obtidos neste trabalho, pode-se concluir que é possível a substituição das gorduras de algodão por gorduras de soja parcialmente hidrogenadas na pré-fritura de produtos empanados.

ABSTRACT

In Brazil, partially hydrogenated cottonseed oil is widely used for industrial frying operations because of its high stability and performance characteristics. Nevertheless availability has decreased and consequentely its cost is increasing. It's commented that usually partially hydrogenated soybean oil has a poorer performance mainly because of its lower stability and organoleptic characteristics (flavor and taste) which are transmitted to the fried products.

In this research work four partially hydrogenated soybean oils were produced in industrial scale and compared with the performance of two commercial partially hydrogenated oils, one from soybean (SB) and the other from cottonseed (CS).

This comparison was conducted in three distinct phases. The first one, the physical-chemical characterization and stability, where two partially hydrogenated soybean oils were selected. In the second phase these fats were evaluated by prefrying breaded chicken breasts and finally a sensory evaluation was performed on the frozen prefried chicken breasts stored for a period of four months.

The different frozen prefried products did not show any significative statistical difference during storage. A darker color was observed in the cottonseed fat (CS). The products prefried in soybean fat, after the final frying, showed similar organoleptic characteristics as the products prefried in cottonseed fat, and a single significative difference on the rancid taste attribute was observed after two months of storage when compared with the freshly fried control sample. Nevertheless, after the four month storage, also the prefried products in cottonseed fat showed significative difference in relation to the control sample.

From the results and observations achieved in this research work, one could conclude it's possible to use partially hydrogenated soybeans fats in place of cottonseed fats in the prefrying of breaded chicken parts.

1 - INTRODUÇÃO

O rápido crescimento de diferentes setores consumidores de óleos nos últimos anos se deve, em muito, à modificação nos hábitos alimentares em países industrializados como resultado de uma combinação de profundas mudanças sociais, econômicas e tecnológicas, em que se observa o grande desenvolvimento dos setores de restaurantes, de sistemas de alimentação coletiva e de alimentos de consumo imediato (POZO-DÍEZ, 1995).

O mercado de alimentos fritos no Brasil apresenta uma tendência de grande crescimento, haja vista a entrada crescente de lojas e grandes redes de "fast-food" (PARRA, 1995). Os alimentos pré-fritos são comumente utilizados pelos restaurantes de "fast-food" e também para consumo doméstico (SEBÉDIO et al., 1990). Nota-se atualmente, uma tendência de aumento no desenvolvimento de produtos pré-fritos e combinações de pré-fritura com cozimento final por microondas para controlar o teor de gordura nos alimentos (DOBARGANES & PÉREZ-CAMINO, 1991). Estes alimentos pré-fritos contêm uma certa quantidade de gordura aderida em sua superfície que pode ter influência sobre a qualidade do produto final (PÉREZ-CAMINO et al., 1991).

O processo de fritura desenvolve características de odor, sabor, cor e textura que tornam os alimentos mais atraentes para o consumo (O'DONNEL, 1995). Além disso, considerando-se que uma parte do óleo utilizado como meio de transferência de calor é absorvida pelo alimento, tornando-se um ingrediente do produto, verifica-se a necessidade do uso de um meio de fritura de alta qualidade e a manutenção desta qualidade pelos períodos mais longos possíveis. A hidrogenação parcial dos óleos resulta em uma gordura ainda fluida, com superior resistência à rancificação e que produz alimentos com vida-de-prateleira prolongada (STEVENSON et al., 1984).

O óleo de algodão parcialmente hidrogenado, devido à sua composição lipídica que o torna idealmente adequado para as rigorosas condições impostas pelo processo de fritura tem a sua demanda mantida (KING & CAMIRE, 1989). No entanto, com a crescente demanda mundial por alimentos fritos, a disponibilidade desta matéria-prima tem-se tornado insuficiente e

consequentemente seu custo tem se elevado (MORTON & CHIDLEY, 1988), principalmente no Brasil, onde o óleo de algodão é cada dia mais raro (ROHR, 1996).

Muito esforço tem sido dispendido na procura por alternativas mais aptas às frituras, como adequação do perfil de ácidos graxos através da mistura com óleos sem ou com baixos teores de ácido linolênico (C18:3) (FRANKEL & HUANG, 1994), ou o desenvolvimento de fontes oleaginosas geneticamente modificadas com maior estabilidade oxidativa (DOBARGANES et al., 1993) e a utilização de aditivos prolongadores da vida útil (MORTON & CHIDLEY, 1988).

O óleo de soja, por ser a matéria-prima lipídica mais disponível no Brasil e no mundo, apresenta-se como uma atraente alternativa. Embora sua composição em ácidos graxos lhe imponha sérias restrições em relação à sua estabilidade oxidativa, o desenvolvimento de tecnologias modernas e técnicas mais eficientes de controle dos processos produtivos (GUPTA, 1993), vislumbra-se como um futuro promissor para o óleo de soja nesta aplicação.

O objetivo deste trabalho foi desenvolver uma gordura para pré-fritura a partir de óleo de soja com desempenho semelhante ou superior às gorduras comercializadas atualmente no mercado nacional.

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Devido às características atuais da sociedade moderna, onde as pessoas possuem um elevado grau de atividade, que reduz cada vez mais a disponibilidade de tempo para preparar sua própria refeição, bem como demanda um maior espaço de seu tempo diário na espera pela preparação dos alimentos nos restaurantes, presencia-se à nível mundial, um rápido crescimento da indústria de "fast-food" (BENDER, 1988), que engloba tanto as cadeias de "fast-food", quanto as indústrias produtoras de alimentos semi-prontos, que necessitam apenas de uma rápida preparação final, como por exemplo, alimentos empanados e batatas pré-fritas e congeladas.

A utilização crescente do processo de fritura nos países desenvolvidos, devido às novas necessidades de preparação de alimentos rápidos, tem determinado a expansão de uma indústria de produtos fritos e pré-fritos (PÉREZ-CAMINO et al., 1988).

2.1 - "FAST-FOOD"

Por definição, "fast-food" exige uma rápida preparação do alimento. Neste contexto, óleos e gorduras providenciam o melhor meio de transferência de calor para a preparação do alimento, e ao mesmo tempo fornecem aos produtos fritos algumas características organolépticas desejáveis (DOBARGANES & PÉREZ-CAMINO, 1991). Com isto, o segmento de gorduras para frituras transformou-se, em poucos anos, em um negócio atrativo e bastante promissor (PARRA, 1995).

Com o aumento da concorrência, as indústrias produtoras de gorduras para fritura, com o intuito de melhor atender às necessidades dos clientes, têm desenvolvido produtos mais convenientes aos processos das indústrias de "fast-food" (ANON., 1994). As indústrias se preparam para garantir aos seus produtos a competividade que este segmento exige. Para isso é necessário estar atento às novidades e principais tendências do mercado, tais como:

- forte movimento substituindo as gorduras animais por gorduras vegetais;
- novas variedades de sementes desenvolvidas geneticamente para produzir óleos de alta estabilidade oxidativa;
- crescimento e desenvolvimento de empresas que produzem alimentos fritos e pré-fritos;
- combinação de alimentos fritos congelados e cozimento por microondas;
- pesquisa intensiva na procura de substitutos de gorduras que possam ser usados em altas temperaturas.

(PARRA, 1995).

Nos Estados Unidos, as gorduras para fritura representam 65% do total de gorduras consumidas pela indústria de "fast-food" (HUNTER & APPLEWHITE, 1993). Em 1988, foram comercializadas cerca de 800 mil toneladas de óleos e gorduras para processos de fritura (HAUMANN, 1990).

No Brasil, seguindo a tendência mundial, o consumo de gorduras vegetais hidrogenadas para fritura aumentou significativamente nos últimos 10 anos, motivado principalmente pela entrada crescente de lojas e grandes redes de "fast-food", além dos restaurantes e cozinhas industriais (ANON., 1994).

2.2 - ÓLEOS E GORDURAS PARA FRITURA

Produtos fritos e gorduras para fritura de boa qualidade caminham de mãos dadas. Os consumidores estão exigindo cada vez mais, produtos com alto nível de segurança e qualidade, que nos alimentos fritos são muito influenciados pelos óleos e gorduras de fritura. Assim, os fabricantes de alimentos fritos e pré-fritos devem ter cuidados especiais ao desenvolverem e embalarem seus produtos, com otimização do desempenho e custo em linha, envolvendo as exigências dos consumidores quanto aos aspectos de saúde e nutrição (CARR, 1991).

A escolha do óleo ou da gordura para o processo de fritura depende de vários fatores tais como as características de fritura, odor, textura à temperatura ambiente, origem animal ou vegetal, além de sua disponibilidade e preço (KEIJBETS et al., 1985 e ORTHOEFER, 1987).

O óleo é o componente mais variável e crítico de um sistema de fritura. Muitos tipos de óleos são utilizados para fritar. Óleos usualmente usados para fritura são óleo de soja, de girassol, de algodão, de canola, de milho, de palma ou frações dele, de amendoim, gorduras animais, bovina e suína e misturas de origem vegetal e animal (BLUMENTHAL & STIER, 1991).

2.2.1 - GORDURA BOVINA

Até o início dos anos 80 nos EUA, a gordura bovina era largamente utilizada pelas maiores cadeias de "fast-food" para fritura de seus produtos (ORTHOEFER, 1987). A partir de 1985, como resultado de uma intensa campanha contra gorduras de origem animal, conduzida pelo "Center for Science in the Public Interest" (CSPI), que tornou os consumidores mais conscientes de temas relativos à nutrição, a maioria das indústrias de "fast-food" iniciou a troca de gorduras animais por óleos e gorduras vegetais parcialmente hidrogenados, isentas de colesterol, em seus processos de fritura (HAUMANN, 1987).

Dados de produção mundial de óleos e gorduras em 1975 indicavam que a gordura bovina era a segunda maior fonte lipídica, contribuindo com 16,9% da produção mundial. Estimativas mostram que no ano de 1995, a sua participação caiu para 8,4% (ASBRIDGE, 1995).

DeFOUW et al. (1981) avaliaram as frações líquidas de gorduras bovinas e misturas de gordura bovina com óleos de milho e de soja em 20 frituras consecutivas de batatas fritas, as quais não apresentaram diferenças sensoriais significativas entre elas.

Com o objetivo de preservar o aroma característico da fritura em gordura bovina, sem as desvantagens associadas aos níveis de colesterol, foi lançado em 1996 a gordura denominada Appetize™, composta pela mistura de gorduras animais livres de colesterol com óleos vegetais.

O processo de remoção do colesterol da gordura animal através de destilação com vapor de água foi desenvolvido pela "Source Food Technology" (SFT). Esta gordura compõe cerca de 80% da Appetize™ que contém apenas cerca de 8 mg de colesterol por 100g.

Em aplicações de fritura, Appetize™ apresentou significativa menor formação de dienos e trienos conjugados do que a tradicional gordura bovina, e menor formação de produtos de oxidação lipídica do que gordura bovina ou gordura de soja parcialmente hidrogenada (HAUMANN, 1996).

As grandes cadeias de "fast-food" dos EUA que utilizavam gorduras animais para fritura de seus produtos e que nos anos oitenta iniciaram a troca por óleos e gorduras vegetais, deram preferência ao óleo de algodão devido à sua composição em ácidos graxos resistente à oxidação e adequada para fritura (KING & CAMIRE, 1989).

2.2.2 - ÓLEO DE ALGODÃO

O óleo de algodão é reconhecido pelo seu sabor característico suave, de amêndoa, considerado padrão quando comparado com outros óleos em relação aos atributos de odor e sabor (KING & CAMIRE, 1989).

Embora o perfil de ácidos graxos possa variar, o óleo de algodão é caracterizado pela presença de 17 a 31% de ácido palmítico, 13 a 44% de ácido oléico, 33 a 59% de ácido linoléico e máximo de 2,1% do ácido linolênico (CODEX, 1989). A composição triglicerídica também contribui para sua boa estabilidade, onde cerca de 62% das moléculas contém ao menos um ácido graxo saturado (KING & OLEJKO, 1989).

WARNER et al. (1994) avaliaram a estabilidade de óleo de algodão em frituras, comparado à dos óleos de soja, girassol e canola e verificaram menor intensidade de odor de fritura desagradável no ambiente.

Em um estudo de ROBERTSON et al. (1978) (citado por KING & CAMIRE, 1989), óleos de girassol, algodão e palma foram avaliados por sua contribuição ao aroma de batatas fritas. O aroma das batatas "chips" nos três óleos deteriorou-se à mesma razão durante a estocagem. Durante as primeiras oito semanas de estocagem, as amostras fritas em óleos de algodão e girassol apresentaram melhor aroma que as fritas em óleo de palma. Em 10 semanas de estocagem, todas as batatas apresentaram notas inferiores de aroma, mas as amostras fritas em óleo de algodão apresentaram as menores notas de ranço e "off-flavor".

A utilização de misturas de óleo de algodão com outros óleos ou gorduras com problemas característicos de odor e sabor, mas de menor custo e maior disponibilidade, como o de soja, mostra-se uma alternativa interessante. WEISS (1970) verificou que uma mistura de 15-25% de óleo de algodão com 75-85% de gordura parcialmente hidrogenada de soja superou o problema de sabor do óleo de soja, quando usado exclusivamente.

Embora o algodão tenha sido por um longo período de tempo a maior fonte oleaginosa nos EUA, este ocupa hoje apenas a terceira posição, seguido da soja e do milho (KINARD, 1991).

A produção mundial de óleo de algodão é de 3,63 milhões de toneladas/ano (ASBRIDGE, 1995), representando 4,5% da produção mundial, enquanto que em 1965 representava 10%.

O Brasil, um tradicional produtor de algodão e, no passado fornecedor importante desta fibra para o mundo, iniciou sua produção de óleos vegetais utilizando o "caroço de algodão",

subproduto da produção da fibra de algodão, como a primeira matéria-prima para a obtenção de óleo vegetal. Sob o ponto de vista histórico dos óleos vegetais no Brasil, a primeira metade deste século foi chamada a "Era do óleo de algodão", pois até os anos 50 este era praticamente o único óleo vegetal disponível no país. No começo dos anos 50 iniciou-se o declínio da produção do óleo de algodão no Brasil, com o aumento da cultura do amendoim (ROHR, 1996).

A produção brasileira estimada em 1996 foi de apenas 42 mil toneladas (D. TERNI - Comunicação Pessoal, 1997), o que torna a matéria-prima óleo de algodão de pouca disponibilidade e consequentemente de alto custo, levando as indústrias consumidoras de gorduras para fritura à procura de alternativas economicamente mais atraentes.

2.2.3 - OLEÍNA DE PALMA

A partir da década de oitenta, especialmente na Malásia, a produção de óleo de palma tomou um grande impulso no mercado mundial, representando 21,4% da produção mundial em 1994, apresentando-se como o segundo tipo de óleo mais produzido e o primeiro mais exportado (SOYATECH 95-96, 1996). Isto se deve à grande produtividade da palma e aos baixos custos de produção do óleo (ASBRIDGE, 1995).

A oleína de palma, fração líquida obtida do fracionamento do óleo de palma é um excelente óleo para fritura e tem ganho proeminência em várias regiões do mundo. A adequação à fritura se deve à sua composição em ácidos graxos com baixos teores de ácido linolênico e pela presença de tocoferóis e tocotrienóis (ATIL, 1991).

SAKATA et al. (1985) observaram em frituras contínuas de batatas congeladas que a oleína de palma mostrou melhor desempenho na sensação na boca do que óleo de palma devido ao seu menor ponto de fusão.

Experimentos comparativos de comportamento entre oleína de palma (Índice de iodo=67), óleo de soja e de algodão em frituras de produtos ricos em amido, mostraram que a oleína é um ótimo meio de fritura (TRAITLER & DIEFFENBACHER, 1985).

A oleína de palma melhora a qualidade de fritura de outros óleos vegetais quando misturada com eles. KUN (1993) mostrou que a estabilidade oxidativa de uma variedade de óleos vegetais melhorou, quando misturados com 30% de oleína de palma. O aumento da estabilidade foi verificado pela extensão no período de indução, em medidas de produtos primários e secundários de oxidação e na formação de ácidos graxos livres e polímeros. MORETTO & BARRERA-ARELLANO (1995) também observaram um aumento significativo na estabilidade oxidativa de óleos refinados de soja, arroz, milho e algodão quando adicionados de oleína de palma.

O uso de oleína de palma para processos de fritura apresenta alguns inconvenientes como a tendência a escurecer mais rapidamente durante seu uso e seu alto teor de ácidos graxos saturados, cujo consumo está fortemente ligado ao aumento dos níveis de colesterol no sangue (PIKE, 1980).

JAFAR (1989) (citado por MELTON et alli, 1994), avaliou o comportamento de duas gorduras parcialmente hidrogenadas de soja e oleína de palma durante frituras de batatas em laboratório e observou aumento do teor de ácidos graxos livres e componentes polares totais durante o período de fritura com as gorduras e a oleína, mas notas menores na avaliação sensorial das batatas fritas em oleína de palma em comparação às fritas nas gorduras de soja.

Para óleos de uso múltiplo (fritura, salada, mesa) não é recomendada a adição de mais de 20% de oleína de palma, devido à característica deste material em formar cristais, que dariam aparência indesejável, principalmente em localidades com temperatura ambiente baixa (MORETTO & BARRERA-ARELLANO, 1995).

2.2.4 - ÓLEO DE CANOLA

A canola é derivada de variedades de colza originárias da Polônia e Argentina, cultivadas no Canadá como uma alternativa de óleo lubrificante para a Marinha inglesa durante a 2ª Guerra Mundial. Nos anos 40 tentou-se utilizar a colza para a alimentação de animais, entretanto vários estudos indicaram que este óleo causava lesões cardíacas devido ao elevado teor de ácido erúcico (C22:1). Devido a este problema, pesquisadores canadenses desenvolveram variedades com baixo teor de ácido erúcico (< 2%) que resultou também em um óleo com reduzido teor de gordura saturada, seu principal apelo nutricional nos tempos atuais (CARR, 1991).

Em 1993/94 foram produzidos 9,2 milhões toneladas de óleo de canola e colza, ocupando assim a terceira posição no rol de óleos mais produzidos no mundo (SOYATECH 95-96, 1996). O maior produtor mundial deste óleo é o Canadá, onde o uso do óleo não-hidrogenado e parcialmente hidrogenado em indústrias de alimentos tem crescido muito, superando até mesmo a soja (HAUMANN, 1996).

A produção desta oleaginosa no Brasil é muito incipiente, tendo início em 1991 no Paraná. Praticamente todo volume de óleo de canola produzido e importado pelo Brasil é dirigido para seu enchimento como óleo líquido desodorizado.

O óleo de canola comum, com 10% de ácido linolênico (C18:3), apresenta-se inadequado para fritura de alimentos não consumidos imediatamente, devido à produção de odores de ranço durante sua estocagem (HAWRYSH et al., 1995), indicando a necessidade do desenvolvimento de alternativas para reduzir os teores deste ácido graxo, sem aumento considerável de seu ponto de fusão.

Óleo de canola com teor de ácido linolênico reduzido de 10 para 2%, por mistura com óleo de girassol rico em ácido oléico (C18:1), apresentou reduzido aumento de peróxidos durante experimentos de fritura, quando comparado ao de canola comum (FRANKEL & HUANG, 1994).

Estudos de vida-de-prateleira de "tortilla chips" fritas em óleo de canola, geneticamente modificada com baixos teores de ácido linolênico, mostraram considerável potencial deste óleo para uso em fritura (HAWRYSH et al., 1995).

2.2.5 - ÓLEO DE GIRASSOL

O girassol, *Helianthus annuus*, é uma flor nativa do continente americano. O girassol é largamente cultivado na Rússia, Argentina e países do leste europeu. A produção de óleo de girassol mundial ocupa a 4ª posição com 7,2 milhões toneladas no ano de 1993/94 (SOYATECH 95-96, 1996), possuindo uma composição de ácidos graxos nutricionalmente muito atrativa, devido ao seu elevado teor de ácido linoléico (C18:2).

Estudos de estabilidade em frituras com óleos de girassol comum e geneticamente modificados, com diferentes composições em ácidos graxos, indicaram que o óleo com menor teor de ácido linoléico apresentou maior resistência à oxidação durante as frituras (ROBERTSON & MORRISON, 1977).

Óleos de girassol hidrogenado e não-hidrogenado e uma gordura hidrogenada de soja comercial obtida de uma loja de "fast-food" nos EUA foram utilizados para fritar diariamente 3,5 kg de batatas por 6 dias. Observou-se que a gordura de girassol foi mais estável do que a gordura comercial em relação ao valor de AOM ("Active Oxygen Method") após o 6º dia de fritura, embora a gordura comercial tivesse o maior valor inicial de AOM (MORRISON et al., 1973).

HUANG et al. (1981) observaram que bolinhos de amido fritos em óleo de girassol, tiveram notas sensoriais inferiores àqueles fritos em óleo de milho com menores teores de ácido linoléico. Estes resultados confirmaram as avaliações prévias de estocagem a 35°C com os dois óleos.

A produção de sementes de girassol ricas em ácido oléico tem apresentado um grande crescimento comercial nos EUA desde 1984 (PURDY, 1986).

Óleo de sementes de girassol geneticamente modificadas, rico em ácido oléico, tem cerca de um terço do teor de gordura saturada do óleo de algodão (HAUMANN, 1996). Testes de desempenho em fritura e estabilidade térmica em comparação a um óleo comum de girassol e a um óleo de oliva mostraram excelente comportamento (DOBARGANES et al., 1993).

FRANKEL & HUANG (1994) sugeriram que a estabilidade oxidativa de óleos vegetais polinsaturados seja melhorada por mistura com óleo de girassol rico em ácido oléico. Assim, iniciou-se na Alemanha em 1996 a produção de uma mistura de óleo para fritura, baseada em óleo de girassol rico em ácido oléico, denominada Good-Fry™ (HAUMANN, 1996).

2.2.6 - SUBSTITUTOS DE GORDURA

Em 1996, Olestra, um substituto de óleos comestíveis, foi aprovado pela "Food and Drug Administration" dos EUA (FDA) para uso em "snacks" fritos. Seu fabricante, a Procter & Gamble, afirma que o produto assemelha-se no comportamento culinário e organoléptico a um óleo comum, mas sem fornecer qualquer caloria. Contudo, sua aprovação não é extensiva ao uso como um meio de fritura para indústrias de "fast-food" (HAUMANN, 1996), uma vez que existem evidências de que seu consumo leva a sintomas gastrointestinais tais como flatulência, diarréia e aumento dos movimentos intestinais (AKOH, 1995).

2.3 - ÓLEO DE SOJA

Com o crescente aumento da demanda por "snacks" e outros alimentos fritos, a disponibilidade de óleos de algodão e amendoim tradicionalmente preferidos, tem-se tornado inadequada e/ou muito cara para aplicações industriais em larga escala.

Muito esforço tem sido investido na procura por alternativas para esta aplicação, desde modificações físicas e/ou químicas de óleos de grande disponibilidade, até uso de óleos de sementes geneticamente modificadas ou suas misturas com óleos comuns, visando sempre encontrar produtos com bom desempenho oxidativo na fritura e disponibilidade no mercado (MORTON & CHIDLEY, 1988).

O óleo de soja é o mais abundante e largamente utilizado nos EUA, representando cerca de 6 milhões toneladas durante o ano de 1993/94 (SOYATECH 95-96, 1996). Sua utilização em nível mundial vem apresentando sensível aumento, de uma demanda por 3,4 milhões toneladas em 1960, para 8,3 milhões toneladas em 1994 (SOYATECH 95-96, 1996).

O Brasil é o segundo maior produtor mundial deste óleo com produção de 3,5 milhões de toneladas em 1994/95 e o consumo interno de 2,3 milhões de toneladas de óleo de soja (SOYATECH 95-96, 1996).

Isto torna o óleo de soja uma matéria-prima muito atrativa, do ponto-de-vista de disponibilidade e custo, para aplicação na preparação dos mais diversos alimentos (GUPTA, 1993).

2.3.1 - CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DO ÓLEO DE SOJA

O óleo de soja, logo após a sua extração, contém muitos materiais que precisam ser removidos pelo processamento antes que o óleo esteja pronto para consumo. As composições típicas encontradas para óleo de soja bruto e refinado são apresentadas na Tabela 01.

Tabela 01. Composição típica de óleos de soja bruto e refinado.

	Óleo bruto	Óleo refinado
Triglicerídeos (%)	95 - 97	>99
Fosfolipídeos (%)	1,5 - 2,5	0,003 - 0,045
Material insaponificável (%)	1,6	0,3
Fitosteróis (%)	0,33	0,13
Tocoferóis (%)	0,15 - 0,21	0,11 - 0,18
Hidrocarbonetos (%)	0,014	0,01
Ácidos graxos livres (%)	0,3 - 0,7	<0,05
Metais		
Ferro, ppm	1 - 3	0,1 - 0,3
Cobre, ppm	0,03 - 0,05	0,02 - 0,06

Fonte: PRYDE, 1980.

Existem grandes variações na composição em ácidos graxos de óleo de soja, mas este é caracterizado por conter elevados teores de ácidos graxos insaturados, como apresentado na Tabela 02.

Tabela 02. Composição em ácidos graxos de óleo de soja.

Ácido graxo	Variação (%)	Média (%)
Saturados		
Láurico	---	0,1
Mirístico	<0,5	0,2
Palmítico	7-12	10,7
Esteárico	2-5,5	3,9
Araquídico	1,0	0,2
Behênico	0,5	---
Total	10-19	15,1
Insaturados		
Palmitoléico	<0,5	0,3
Oléico	20-50	22,8
Linoléico	35-60	50,8
Linolênico	2-13	6,8
Eicosenóico	1,0	---
Total	90-81	84,9

Fonte: PRYDE, 1980.

2.3.2 - TECNOLOGIA DE PROCESSAMENTO DO GRÃO E ÓLEO DE SOJA

No processamento de óleos comestíveis, deve-se sempre lembrar que a matéria-prima, grão de soja, sendo um produto natural, apresentará variações com o clima, variedade, condições de estocagem, etc. Assim, a aplicação de condições de processo fixas, poderá levar a uma flutuação na qualidade do produto final (PODMORE, 1992).

A causa da deterioração do sabor, no produto frito em óleo de soja, pode ser associada a um vasto número de compostos precursores, que podem ser formados durante as diferentes etapas

de processamento, desde a extração até a desodorização. Com as devidas precauções, pode-se melhorar significativamente seu desempenho em frituras (GUPTA, 1993).

Quando se considera o refino de óleo de soja, ou qualquer outro óleo, é necessário considerar o processo como um sistema envolvendo uma série de operações unitárias realizadas consecutivamente. Cada uma delas deve ser bem conduzida, uma vez que a deficiência em uma delas não poderá ser compensada pela próxima (ERICKSON, 1991).

2.3.2.1 - EXTRAÇÃO

O processo de extração, como o próprio nome diz, visa extrair o óleo dos grãos, consistindo de quatro etapas: preparação, extração, recuperação do solvente da miscela e dessolventização/tostagem do farelo (WOERFEL, 1995).

Na preparação, os grãos de soja são limpos passando por separadores magnéticos e peneiras separadoras que retiram os finos que podem dificultar a posterior etapa de preparação. Os grãos limpos são quebrados em pedaços pela ação de pares de rolos ranhurados, aos quais se segue, opcionalmente, a etapa de separação das cascas em peneiras separadoras com sucção. Os grãos em pedaços, após seu condicionamento a umidade e temperatura específicas, são lâminados pela passagem por pares de rolos com superfícies lisas. Estas lâminas de soja são extrudadas em equipamentos denominados "Expanders" que aumentam a produtividade da extração por solventes.

A extração é um processo realizado em equipamentos chamados extratores, onde hexano entra em contato com a soja extrudada em um fluxo contra-corrente, extraindo o óleo e resultando em uma fase sólida (farelo) e outra líquida (miscela) (MUSTAKAS, 1980).

A miscela é conduzida para separação do óleo do solvente (dessolventização), por um processo de evaporação do solvente que é então recuperado para reutilização. O farelo embebido em hexano também é dessolventizado em equipamentos que evaporam o hexano. (WOERFEL, 1995).

Óleos extraídos e refinados de grãos de soja estocados a temperatura elevada (45°C) e com umidade excessiva (13%), apresentaram menor estabilidade oxidativa. O mesmo foi observado quando os grãos eram extraídos sem prévio tratamento térmico (WARNER et al., 1988). As enzimas naturais do grão de soja são ativadas sob condições de alta temperatura e umidade, favorecendo o aumento da concentração de fosfolipídeos não-hidratáveis (NHP) e produtos de oxidação no óleo bruto (LIST et al., 1992). O tratamento térmico com vapor na soja laminada, inativa as enzimas, diminuindo significativamente a formação de NHP e melhorando o desempenho do óleo (LIST et al., 1990).

Altos níveis de clorofila nos óleos de soja reduzem sua vida-de-prateleira, visto que são catalisadores da reação de fotoxidação do óleo (GUPTA, 1993).

2.3.2.2 - DEGOMAGEM

A degomagem é o processo para remoção de fosfolipídeos ou gomas presentes no óleo bruto de soja. Estes fosfolipídeos apresentam-se de forma insolúvel, solúvel ou em forma coloidal no óleo. São comumente classificados em hidratáveis e não-hidratáveis.

Os hidratáveis são facilmente eliminados na própria planta de extração, aproveitando-se da sua característica de hidratação e facilidade de serem separados por centrifugação. Os não-hidratáveis deverão ser eliminados na planta de refino através de mistura intensa do óleo com uma solução ácida concentrada, geralmente de ácido fosfórico (WIEDERMANN, 1981).

Os fosfolipídeos não-hidratáveis (NHP) são sais formados pela ação de íons de cálcio ou magnésio sobre o fosfato do fosfolipídeo, tornando-o mais solúvel em óleo do que em água (ERICKSON, 1995a). Estes sais reduzem a tensão interfacial do óleo com o ar atmosférico e aumentam o nível de oxidação. O óleo contendo altos teores de NHP mostra um rápido aumento no índice de peróxidos, mesmo no tanque de estocagem de óleo (GUPTA, 1993). Recomenda-se a degomagem de óleos brutos a teores inferiores a 10 ppm de fósforo e que este óleo fique estocado o mínimo tempo necessário, sob proteção de agentes antioxidantes. A presença de altos níveis de NHP requer um intenso pré-tratamento com ácido fosfórico, ou um forte tratamento cáustico

durante o processo de refino, os quais atuam negativamente sobre a qualidade do óleo (GUPTA, 1993). O ácido fosfórico atua como um sequestrante do íon metálico ligado a estes fosfolipídeos, possibilitando sua hidratação (WIEDERMANN, 1981).

2.3.2.3 - NEUTRALIZAÇÃO

Na etapa de Neutralização de óleos vegetais, acontece a neutralização de ácidos graxos livres pela adição de uma solução, geralmente de hidróxido de sódio, formando sabões (borra) que deverão ser retirados pela passagem por centrífugas de alta rotação que promovem uma rápida e eficiente separação (WIEDERMANN, 1981).

Estes sabões por sua vez, adsorvem pigmentos naturais do óleo e o teor residual de fosfolipídeos hidratáveis (ERICKSON, 1995a).

Os sabões residuais não retirados nas centrífugas iniciais são retirados em uma etapa na qual água quente é adicionada continuamente, sob intensa agitação, e posteriormente separados pela passagem por centrífugas finais de lavagem. Finalmente este óleo neutro deve ser seco sob vácuo (CARR, 1976).

Um processo de neutralização muito drástico pode causar uma reação entre a soda cáustica e os triglicerídeos neutros, formando diglicerídeos e alguns monoglicerídeos. Os monoglicerídeos são destilados no processo de desodorização, mas os diglicerídeos permanecem no óleo e, em quantidades maiores do que traços, reduzem a tensão interfacial entre óleo/ar, expondo o óleo à oxidação (GUPTA, 1993).

2.3.2.4 - CLARIFICAÇÃO

De acordo com WIEDERMANN (1981), a principal função da clarificação seria a remoção de peróxidos e de produtos secundários de oxidação. Ela também eliminaria os traços residuais de sabão e fosfolipídeos das etapas de neutralização e lavagem. Segundo o autor, a redução na intensidade da cor do óleo seria apenas uma consequência da clarificação, e não o seu objetivo principal.

O processo consiste na dosagem de terra clarificante ao óleo pré-aquecido dentro de um tanque de aço inoxidável sob vácuo e agitação. Este óleo mantém contato com a terra durante 20 a 25 minutos, sendo submetido em seguida a um resfriamento e filtração da terra (ERICKSON, 1995b).

Segundo GUPTA (1993), a clarificação reduz o teor de peróxidos de um óleo, mas aumenta o índice de anisidina devido ao aumento de produtos de decomposição dos peróxidos. Um processo exagerado de clarificação prejudica a estabilidade oxidativa do óleo.

HENDERSON et al. (1991) apresentaram dados que mostram a existência de uma dosagem mínima ótima de terra clarificante para que, além dos produtos primários de oxidação, os secundários também sejam removidos do óleo na etapa de clarificação.

Óleos extraídos de grãos imaturos de soja, com altos níveis de clorofila, são usualmente tratados na clarificação com maiores dosagens de terras ácido-ativadas do que as normais. Estas terras podem decompor as clorofilas em feofitinas, feoforbídeos e pirofeoforbídeos que são cerca de dez vezes mais potentes que a clorofila na reação de fotoxidação (GUPTA, 1993).

2.3.2.5 - HIDROGENAÇÃO

O processo de hidrogenação é utilizado para aumentar o teor de sólidos de óleos e gorduras comestíveis e sua estabilidade à oxidação térmica e atmosférica. Estes benefícios são conseguidos pela redução da insaturação (MOUNTS, 1980).

Na hidrogenação, os óleos e gorduras insaturados reagem com gás hidrogênio (H_2) na presença de catalisadores, usualmente de níquel. A reação ocorre quando óleo, gás hidrogênio e o catalisador são colocados juntos sob condições de agitação e temperatura específicas (ERICKSON & ERICKSON, 1995).

Um importante conceito na reação de hidrogenação de óleos e gorduras é a seletividade, que pode ser entendida como o grau em que os ácidos graxos tri-, di- e mono-insaturados dos triglicerídeos da matéria-prima original são respectivamente transformados em di-, mono-insaturados e saturados, nesta sequência (ALLEN, 1982).

O grau de seletividade da hidrogenação é relacionado com as seguintes condições em que ela é procedida: temperatura da reação, pressão de H_2, concentração e tipo do catalisador, e nível de agitação no reator, enquanto maior temperatura e concentração de catalisador são fatores favoráveis a uma maior seletividade, um maior grau das duas condições restantes é desfavorável à seletividade (PATTERSON, 1983).

Embora existam processos contínuos de hidrogenação em funcionamento, eles são economicamente viáveis somente para o processamento de grandes lotes de um único tipo de produto, quando as condições de processo podem ser fixadas (ERICKSON & ERICKSON, 1995).

Atualmente, o processo de hidrogenação mais usado para produtos com fins alimentícios é aquele por bateladas, em reatores do tipo "dead-end", que consiste de um tanque vertical de aço inoxidável munido de agitadores do tipo "turbinas", serpentinas para vapor de aquecimento e para água de resfriamento, e um distribuidor de H_2 no fundo do reator (PATTERSON, 1983).

O óleo a ser hidrogenado, previamente desaerado, é transferido para o reator onde é feito seu aquecimento sob vácuo até a temperatura inicial da reação, quando então adiciona-se o catalisador e em seguida permite-se a pressurização com H_2, sempre mantendo-se a mistura sob agitação constante. Como a reação é exotérmica, ao atingir-se a temperatura pretendida para a reação, água para resfriamento é passada através da serpentina imersa no óleo dentro do reator (EDVARDSON & IRANDOUST, 1994). O controle da reação de hidrogenação pode ser feito através de vários parâmetros, entre os quais: índice de refração, índice de iodo, ponto de fusão, curva de sólidos e cromatografia gasosa. Após a reação de hidrogenação ter alcançado seu ponto final, suspende-se a adição do hidrogênio, o reator é colocado sob vácuo e a gordura parcialmente hidrogenada é resfriada até cerca de 100°C e transferida à filtração para retirada do catalisador. A gordura passa por um processo de adsorção do níquel residual por terras ativadas e uma nova filtração, para então ser resfriada até temperatura adequada para estocagem (PATTERSON, 1983).

Apesar da maior estabilidade oxidativa apresentada por gorduras parcialmente hidrogenadas, tem-se observado, particularmente em de soja, o surgimento de odores usualmente descritos como "hidrogenados", não agradáveis. ALLEN et al. (1989) apresentaram uma revisão sobre odores "hidrogenados" produzidos durante a estocagem de produtos fritos em gordura parcialmente hidrogenada.

GUPTA (1993) inferiu que as condições ideais de hidrogenação altamente seletiva ou uma taxa de reação mais lenta, poderiam promover a formação de isômeros na forma *trans* do ácido isolinoléico que produz um aroma de feijão no óleo.

2.3.2.6 - DESODORIZAÇÃO

A desodorização é um processo de destilação no qual vapor tratado é injetado diretamente no óleo, sob vácuo a uma temperatura suficientemente alta para vaporizar os ácidos graxos livres (AGL) e compostos odoríferos presentes no óleo, além de sua descoloração por decomposição térmica de pigmentos nele presentes (YOUNG,1980).

O sucesso do processo de desodorização de um óleo depende de quatro principais variáveis:

1. O vácuo ou pressão absoluta normalmente utilizado pelos desodorizadores comerciais, situa-se na faixa de 1 a 6 mm Hg. Em temperaturas usuais de desodorização, com esta pressão absoluta, consegue-se vaporizar os AGL e os compostos voláteis indesejáveis ao paladar dos consumidores.

2. Temperatura de desodorização é normalmente a condição de operação que pode ser verdadeiramente chamada de variável. Esta afeta diretamente a pressão de vaporização dos compostos indesejáveis dos óleos, portanto, aumentando ou diminuindo a temperatura, obtém-se uma menor ou maior remoção destes compostos voláteis.

3. Injeção de vapor é a principal força motora da desodorização, uma vez que ele é o meio de arraste dos componentes voláteis do óleo para os ejetores de vácuo e o sistema de recuperação de destilado. A proporção de injeção de vapor está intimamente ligada à pressão absoluta de trabalho no desodorizador, ou seja, menores valores de pressão absoluta reduzem a necessidade de injeção de vapor. Na prática, as indústrias trabalham com 1,5% de injeção de vapor sob vácuo de 3 mm Hg (ZEHNDER, 1995).

4. A qualidade da matéria-prima enviada para o desodorizador dependerá de cuidadosa atenção a ser tomada nas etapas anteriores do processo de refino (GAVIN, 1981). Um óleo clarificado de boa qualidade pode ser definido como um óleo bem neutralizado e clarificado, livre de sabões, terras clarificantes, ou níquel residual (se hidrogenado), AGL menor do que 0,1%, conteúdo de fósforo menor do que 1 ppm e teor de ferro inferior a 0,1 ppm (ZEHNDER, 1995).

Existem três tipos básicos de equipamentos de desodorização: o chamado "por bateladas" que atualmente é raramente encontrado, por motivos tecnológicos e de custo; o sistema contínuo que possui grandes atrativos com relação à custo, mas tem pouca flexibilidade às diversas mudanças de qualidade dos óleos durante um dia de produção; e o equipamento semi-contínuo que utiliza o conceito de manuseio de bateladas individuais finitas, especialmente adequado para diversas trocas diárias de matérias-primas (ZEHNDER, 1976).

Sabe-se que a desodorização diminui o teor de peróxidos do óleo, em parte por destilação, mas principalmente pela degradação em produtos secundários de oxidação que afetam a sua qualidade sensorial (ZEHNDER, 1995).

GUPTA (1993) sugeriu que o óleo de soja desodorizado deveria ser resfriado rapidamente para temperatura menor que 149°C ainda sob vácuo, para evitar a formação de dímeros, polímeros, entre outros, e então estocado ou transportado sob atmosfera de nitrogênio.

2.3.3 - UTILIZAÇÃO DE ÓLEO E GORDURA DE SOJA

A dominância da soja no mercado mundial de óleos vem de uma série de fatores, incluindo características agronômicas favoráveis, razoável retorno de investimento para os agricultores e processadores, farelo de alto valor protéico para alimentação animal, produtos alimentícios gordurosos de alta qualidade, e o abundante e garantido suprimento de matéria-prima a um preço muito competitivo.

Muitas são as utilizações, principalmente comestíveis, do óleo de soja.

Óleos líquidos para fins culinários podem ser quase exclusivamente à base de soja, apresentando muitas das vantagens nutricionais dos óleos chamados "saudáveis", como alto teor de ácidos graxos polinsaturados e baixo teor de saturados, a um preço mais atraente (ASBRIDGE, 1995).

Em razão da elevada disponibilidade e baixo preço, o óleo de soja tornou-se a matéria-prima mais empregada na produção de "shortenings" (gorduras parcialmente hidrogenadas). As modernas técnicas de hidrogenação, controle e avaliação do desempenho fizeram com que uma vasta gama de gorduras específicas fossem desenvolvidas para os mais diversos propósitos como produtos para panificação, confeitaria, sorveteria e fritura (O'BRIEN, 1995).

Com o maior nível de exigência dos consumidores contemporâneos com relação à qualidade sensorial dos produtos alimentícios, as principais indústrias de "shortenings" têm

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

passado a usar outras matérias-primas mais adequadas a algumas aplicações que exigem um desempenho específico da gordura, só alcançado através da maior presença de alguns ácidos graxos não comuns no óleo de soja, como o láurico e o palmítico. Entretanto, o uso exclusivo de fontes oleaginosas ricas nestes ácidos esbarram em problemas de ordem econômica e técnica. Isto fez com que fossem desenvolvidas gorduras parcialmente hidrogenadas a partir de misturas de óleo de soja com quantidades mínimas necessárias de fontes dos ácidos graxos anteriormente citados, com desempenho satisfatório a um custo competitivo (PELAEZ-ALVAREZ et al., 1991).

Outra importante utilização do óleo de soja está na produção de maioneses e molhos cremosos para saladas, os quais são emulsões do tipo óleo em água cujo maior componente é o óleo líquido (MOUSTAFA, 1995a).

As margarinas e cremes vegetais são emulsões do tipo água em óleo, que apresentam como maior ingrediente uma mistura de óleos e gorduras, basicamente de soja (MOUSTAFA, 1995b). No Brasil, pode-se estimar, sem grandes dúvidas, que mais de 95% dos óleos e gorduras utilizados como matéria-prima na indústria de margarinas têm como fonte a soja.

Com o aumento dos usos industriais para o óleo de soja, tal como base para substituir o óleo diesel em áreas altamente poluídas, a demanda por este óleo vegetal deverá continuar a crescer a favor do mercado. Sua disponibilidade e versatilidade continuarão a torná-lo mais e mais popular para todos tipos de usos no futuro (ASBRIDGE, 1995).

2.3.4 - COMPORTAMENTO NA PRÉ-FRITURA E FRITURA

Os óleos líquidos polinsaturados, como o de soja, estão sujeitos à oxidação devido aos seus elevados teores de ácido linoléico e principalmente o linolênico (FRANKEL & HUANG, 1994). Misturas de óleo de algodão com óleo de soja, variando de 0-100%, foram avaliadas por um painel sensorial quanto à intensidade de odor no ambiente e grau de aceitação. Quanto maiores os níveis de óleo de soja, maiores as intensidades de odor de ranço e peixe (EVANS et al., 1972).

A hidrogenação de óleo de soja para teores menores de polinsaturados, reduz o desenvolvimento de odores de oxidação (ERICKSON, 1983). TYAGI & VASISHTHA (1996) observaram em frituras de batatas "chips", que óleo de soja teve uma tendência a se deteriorar mais rapidamente do que uma mistura de óleos vegetais parcialmente hidrogenados com um valor inferior de ácidos graxos polinsaturados.

FRANKEL & HUANG (1994) observaram que embora a hidrogenação de óleo de soja melhore sua estabilidade baseada em análises instrumentais, a qualidade de odor e sabor não é melhorada. Os produtos fritos em gordura de soja são caracterizados pela presença de aromas "hidrogenados". WEISS (1983) afirmou que apenas degustadores treinados detectam este aroma em produtos recém-fritos, mas o aroma se intensifica no decorrer da estocagem, e se torna perceptível aos consumidores.

MILLER & WHITE (1988) verificaram que a estabilidade em frituras de um óleo obtido de uma variedade de soja com 3,5% de ácido linolênico foi superior ao óleo de soja com alto teor de ácido linolênico.

Alguns pesquisadores têm apresentado estudos com conclusões sobre a utilização de óleos e gorduras à base de soja, contraditórias às anteriores. KEIJBETS et al. (1985), em um estudo que avaliou batatas pré-fritas em óleo de soja, estocadas congeladas por um período de 1 ano, mostraram a adequação deste óleo para processos de pré-fritura com posterior congelamento.

GUPTA (1993) afirmou que óleos de soja de boa qualidade, para fins de fritura, podem ser obtidos a partir de grãos de boa qualidade, utilizando-se técnicas adequadas de extração e refino.

2.4 - TECNOLOGIA DE FRITURA

A proliferação de alimentos fritos e pré-fritos nas indústrias deu origem ao desenvolvimento de nova tecnologia caracterizada pelo aparecimento das fritadeiras - inicialmente industriais, e então domésticas - na qual uma grande quantidade de óleo é aquecida por longos períodos, muito diferente do clássico sistema de fritura em panelas (DOBARGANES & PÉREZ-CAMINO, 1991).

Os equipamentos utilizados pelos processadores de alimentos diferem significativamente daqueles utilizados pelos restaurantes e lojas de "fast-food", embora os princípios básicos sejam os mesmos (BROOKS, 1991).

Uma fritadeira é basicamente um recipiente que contém óleo e um meio para seu aquecimento (BLUMENTHAL & STIER, 1991), podendo ser este por meio direto ou indireto (MILLER, 1990).

2.4.1 - AQUECIMENTO DIRETO

As fritadeiras com aquecimento direto podem ser a gás, o que permite um maior controle do calor pela fácil modulação da intensidade da chama, como também podem ser com resistências elétricas que ligam ou desligam automaticamente, não respondendo tão rapidamente nas cargas de produtos, ou ainda por fluido térmico que passa pelo interior de tubos imersos no óleo dentro do equipamento (MILLER, 1990).

Recomenda-se que estas fritadeiras tenham uma grande superfície (S) de troca de calor em relação ao volume (V) de óleo na fritadeira (S/V), o que diminui o diferencial de temperatura entre a superfície de aquecimento dos tubos e o óleo ao seu redor. Isto ajuda a eliminar os pontos quentes e a geração de depósitos de sedimentos queimados sobre as superfícies dos tubos (MORTON & CHIDLEY, 1988). PÉREZ-CAMINO et al. (1988) realizaram experimentos em grandes companhias que utilizam fritadeiras contínuos, demonstrando a influência da relação S/V sobre a extensão da vida útil dos óleos de fritura.

2.4.2 - AQUECIMENTO INDIRETO

Os equipamentos contínuos com aquecimento indireto são similares aos de aquecimento direto, diferindo basicamente apenas na posição da fonte de calor, a qual está localizada externamente ao equipamento de fritura, formando parte do sistema de circulação do óleo de fritura. O sistema de circulação do óleo da fritadeira com aquecimento externo é composto além da fonte de calor, por bombas centrífugas e sistemas de filtração (MILLER, 1990).

Os sólidos presentes no óleo de fritura consistem de pedaços de cobertura de alimentos empanados ou dos próprios alimentos. Quando estes não são removidos do óleo aquecido, ocorre um escurecimento prematuro e desenvolvimento de aromas estranhos e de "queimados" no óleo, a cor e aparência do alimento são prejudicadas, e há um aumento da formação de espuma e fumaça do óleo, o que indica a necessidade de sistemas de filtração (MILLER, 1990).

ZHANG & ADDIS (1992) obtiveram bons resultados na remoção de produtos de oxidação lipídica com um dispositivo de filtração com a presença de carvão e silicatos ativados no elemento filtrante. YATES & CALDWELL (1992) compararam a capacidade de adsorção por componentes polares de diversos materiais. MILLER (1990) descreveu alguns sistemas de filtração de fritadeiras contínuas com capacidade para retirada de diferentes tipos de sedimentos.

As lojas de "fast-food" e restaurantes, na maioria, utilizam a fritura por bateladas (lotes). Já as indústrias produtoras de alimentos fritos e/ou pré-fritos, que produzem volumes maiores, trabalham pelo sistema contínuo (BLUMENTHAL & STIER, 1991).

2.4.3 - SISTEMA POR BATELADAS

Neste tipo de operação, os volumes dos equipamentos variam de 5 a 25 litros. Em geral, os equipamentos por bateladas consistem de um corpo de aço inoxidável com um recipiente interno e uma cesta também do mesmo material. O aquecimento é direto, através de uma resistência elétrica posicionada pouco acima do fundo do recipiente interno, dotada de um termostato que controla o correto aquecimento. A posição da resistência é planejada para possibilitar a existência de uma

zona fria abaixo dela, onde se depositarão os fragmentos sólidos liberados do alimento em elaboração (MORTON & CHIDLEY, 1988).

O sistema por bateladas é caracterizado por um extenso período de uso do meio de fritura antes de sua completa troca ("turn-over") (PARRA, 1995). Usualmente em relação à vida-de-prateleira, os produtos obtidos por este sistema serão consumidos quentes e em curto espaço de tempo após sua elaboração (MORTON & CHIDLEY, 1988).

2.4.4 - SISTEMA CONTÍNUO

No processo de fritura contínua existem diferentes situações já que muitos alimentos de conveniência, tais como produtos empanados ou batatas, são rapidamente congelados após o processo de pré-fritura ou fritura e então fritos ou re-aquecidos antes do consumo final, ou ainda de outra maneira, como "snacks" que são totalmente fritos, embalados de várias formas, estocados sob temperatura ambiente e então consumidos nesta mesma temperatura. Contudo, em ambos deve-se tomar especial cuidado em evitar a possibilidade do desenvolvimento de odores e sabores adversos durante a estocagem, que podem ser causados por precursores de oxidação possivelmente gerados no meio de fritura, como resultado do processo ou por interações com os ingredientes do produto processado que não teriam sido percebidos antes da embalagem. Como neste sistema de produção são processados grandes volumes, a margem permissível de erro é muito reduzida, levando os produtores a terem especial atenção no desenvolvimento e controle da qualidade do óleo ou gordura para suas operações (MORTON & CHIDLEY, 1988).

Neste tipo de fritura existe um baixo período de "turn-over" (PARRA, 1995). Em termos de capacidade de produção, a capacidade das fritadeiras industriais varia de 100 a 2000 kg de produto por hora, com capacidade para conter de 500 a 1000 kg do óleo ou gordura para a fritura (MORTON & CHIDLEY, 1988).

Uma revisão dos tipos de fritadeiras disponíveis para as indústrias de alimentos foi apresentada por MONFERRER & VILLALTA (1993).

Muito se tem investido no desenvolvimento de novos equipamentos para processos de fritura contínua industrial, visando melhorar seu desenho para maximizar a vida útil do óleo com maior eficiência e menores custos de produção (MORTON & CHIDLEY, 1988).

2.4.5 - BOAS PRÁTICAS NA FRITURA

Boas práticas nas operações de fritura são importantes na obtenção de produtos adequados, com boa qualidade organoléptica e nutricional.

Do ponto de vista da estabilidade do óleo, é desejável trabalhar com a temperatura mais baixa possível, que forneça um produto de ótima qualidade (TYAGI & VASISHTHA, 1996). Entretanto, temperaturas menores do que as adequadas provocam um aumento na absorção de óleo, deixando o produto gorduroso (DOBARGANES & PÉREZ-CAMINO, 1991).

Com relação ao equipamento, seu material de construção deve ser aço inoxidável, evitando-se usar cobre ou ligas metálicas que o contenham, uma vez que este metal tem um grande poder pró-oxidante. Ainda, o desenho da fritadeira deve facilitar sua limpeza, possibilitando a remoção de polímeros depositados no equipamento (MILLER, 1990), diminuindo problemas como formação de espuma, escurecimento e aceleração da deterioração do óleo, bem como possibilitar um baixo período de "turn-over", ou seja, a razão da quantidade total de gordura no sistema de fritura pela frequência com que óleo fresco é adicionado a fritadeira para repor o óleo absorvido pelo alimento. Em restaurantes que utilizam fritura por batelada, o período de "turn-over" é alto, o que não é favorável principalmente devido ao fato de que os óleos são mantidos aquecidos. Em operações de produção contínua, o período de "turn-over" é muitas vezes, abaixo de 12 horas (DOBARGANES & PÉREZ-CAMINO, 1991).

2.4.6 - CONTROLE DE QUALIDADE

Para conhecer as propriedades de estabilidade térmica de um óleo, gordura ou mistura de ambos antes da fritura, tem-se utilizado alguns testes de aquecimento às temperaturas de fritura (180 - 200°C) e medição da velocidade de desenvolvimento de ácidos graxos livres em um período de 8 horas (MORTON & CHIDLEY, 1988).

BLUMENTHAL & STIER (1991) sugeriram um procedimento adicional para avaliação do comportamento de lotes de óleos antes de sua liberação para a produção em larga escala, em que amostras de alimentos seriam fritas em um pequeno fritadeira preenchida com o óleo em análise, adicionado de 10% (v/v) de ácido oléico para acelerar o processo. BROOKS (1991) sugeriu que um teste mais próximo da realidade seria usar um ciclo de frituras que incluiria frango empanado, peixe, anéis de cebola e batatas fritas.

Um método muito utilizado para previsão da estabilidade é a determinação do período de indução através do teste acelerado de oxidação no equipamento Rancimat. Este equipamento é uma versão automática do AOM (AOCS Cd 12-57) e baseia-se no fato de que em óleos oxidados, ácidos voláteis são formados no decorrer da reação. Neste método a oxidação é induzida pela passagem de um fluxo constante de ar através da amostra que é mantida sob temperaturas constantes entre 100 e 140 °C. Os produtos voláteis da reação são recolhidos em água destilada e sua concentração medida através da mudança na condutividade elétrica da solução (FRANK et al., 1982). O método acelerado de previsão da estabilidade de óleos e gorduras aceito oficialmente pela AOCS é o Cd 12b-92, denominado "Oil Stability Index" (OSI).

Ao contrário do que acontece em restaurantes que trabalham por batelada, tendendo a utilizar o óleo até seu limite de qualidade quando surgem sinais claros de que é o momento de descarte (formação de fumaça, odor desagradável, espuma e escurecimento), as indústrias que trabalham com o sistema contínuo necessitam de controles que garantam uma produção eficiente sem prejudicar a obtenção dos níveis exigidos para a vida-de-prateleira de seus produtos. Embora haja limitações, a rotina de acompanhamento do desenvolvimento de ácidos graxos livres (AGL) ou índice de acidez durante a fritura, é uma prática muito utilizada porque é rápida e pode ser realizada por pessoas sem treinamento especial. Níveis típicos de controle de AGL (em ácido

oléico) podem variar de 0,25% para batatas "crisps" de qualidade superior, até 0,8 - 1,0% para certos alimentos congelados (MORTON & CHIDLEY, 1988).

A facilidade de análise e a não necessidade de aparelhos caros e complexos de operar, aliados a resultados exatos e reprodutíveis são as características que tornam apropriados os métodos de controle em uma indústria de alimentos (DOBARGANES & PÉREZ-CAMINO, 1991).

2.5 - PRINCIPAIS ALTERAÇÕES DURANTE A FRITURA

Durante o processo de fritura, ao mesmo tempo em que se transfere ao alimento algumas características organolépticas de sabor e textura desejáveis, a gordura sofre um complexo processo de degradação devido fundamentalmente à ação de três variáveis: umidade, temperatura e oxigênio, que originam as alterações mais drásticas em sua estrutura (PÉREZ-CAMINO et al., 1988).

Um resumo ilustrativo do processo de fritura é apresentado na Figura 01.

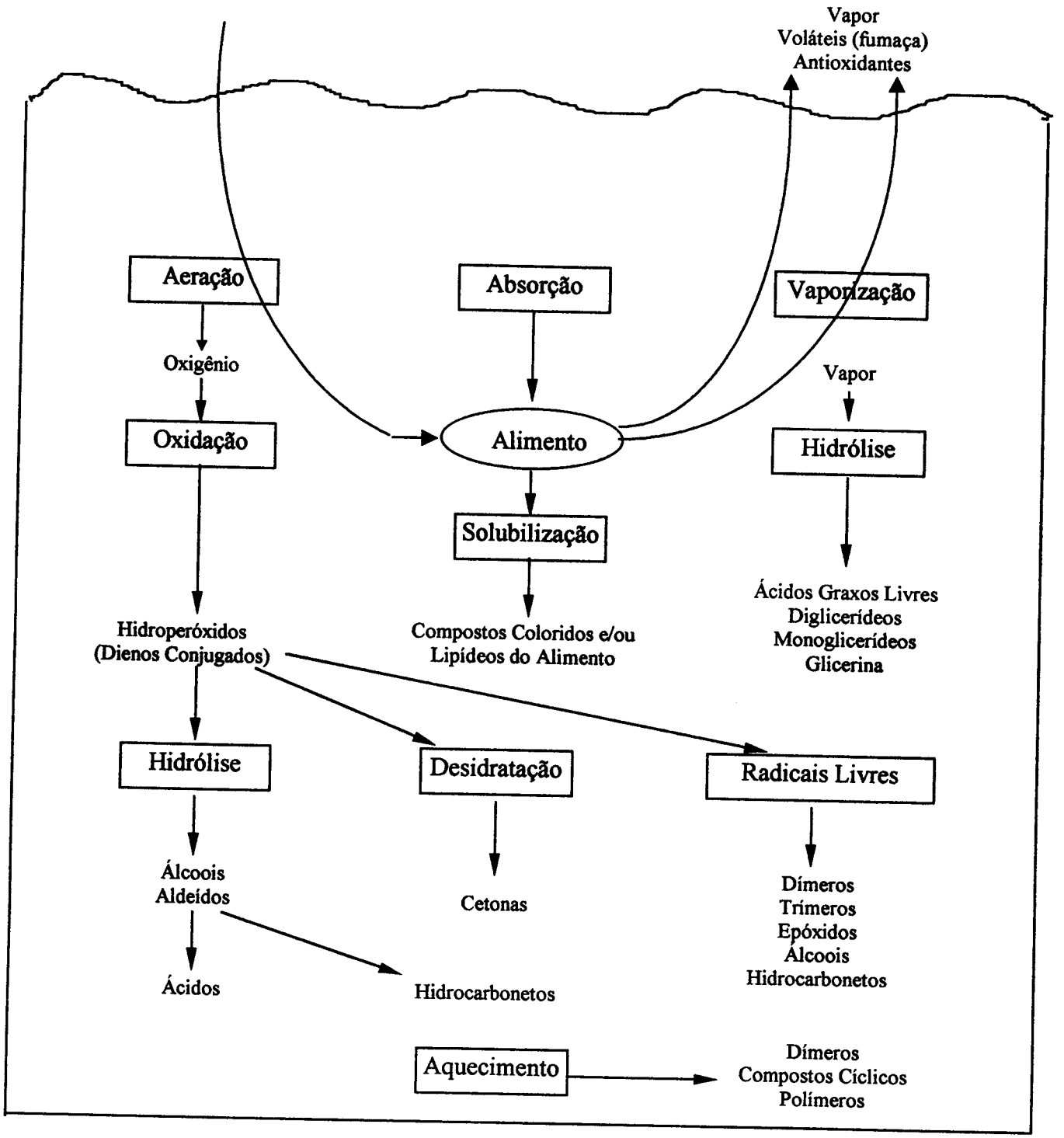


Figura 01. Processo de fritura por imersão em óleo (BERGER, 1984).

2.5.1 - MUDANÇAS NO ÓLEO DE FRITURA

A hidrólise é a principal reação química que acontece durante o processo de fritura, quando o óleo encontra-se aquecido. A água dos alimentos é vaporizada e, nesta condição, ataca as moléculas triglicerídicas do óleo, liberando ácidos graxos livres (McGILL, 1980).

O processo de vaporização da umidade do alimento sendo frito, aumenta a aeração no óleo, dando condições para a próxima importante reação comum nas frituras - a oxidação (MELTON et al., 1994).

A oxidação se dá através de um processo de degradação em que o oxigênio atmosférico ou aquele dissolvido no óleo reage com as duplas ligações presentes nas cadeias carbônicas de ácidos graxos do óleo aquecido (HELLIN & CLAUSELL, 1984). Como resultado desta reação, há a formação de hidroperóxidos, produtos primários da oxidação (MELTON et al., 1994).

Finalmente, a termoxidação é outra via de degradação dos óleos e gorduras em que produtos das reações de hidrólise e oxidação, catalisadas pelas altas temperaturas, interagem produzindo dímeros, polímeros, monômeros cíclicos e outros compostos de degradação. Estes compostos são usualmente divididos em duas categorias: os compostos voláteis (CV) e os compostos não-voláteis (CNV) (Figura 02) (DOBARGANES & PÉREZ-CAMINO, 1991).

Os compostos voláteis vão sendo continuamente removidos do óleo de fritura por volatilização, arrastados pelo vapor liberado dos alimentos em fritura, conforme vão sendo formados por oxidação contínua, hidrólise e reações térmicas. Os compostos não-voláteis são formados principalmente de reações de oxidação e termoxidação. Estes compostos acumulam-se desde o princípio do processo e só são removidos do óleo por absorção nos alimentos em fritura (MELTON et al., 1994).

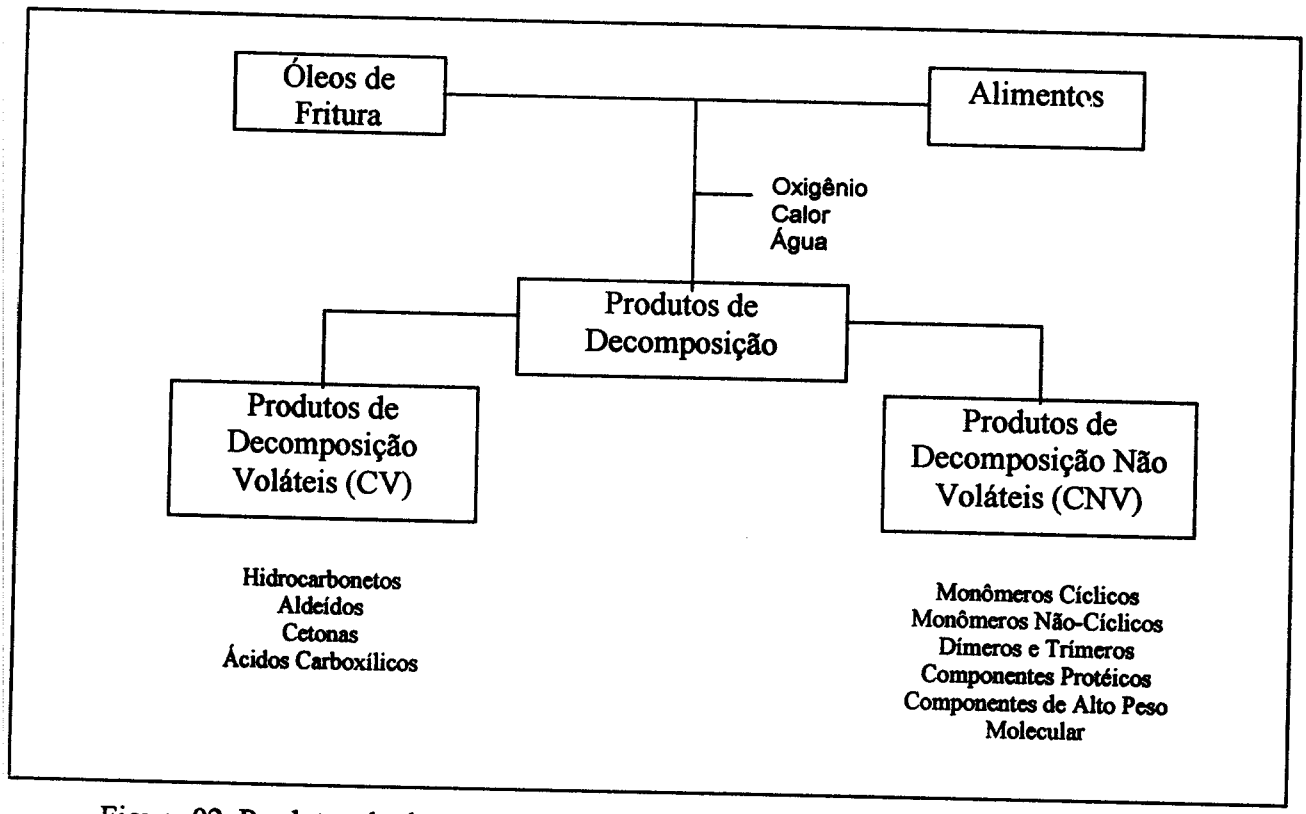


Figura 02. Produtos de decomposição em frituras com gordura (BROOKS, 1991).

As mudanças químicas nos óleos e gorduras de fritura também resultam em mudanças nas características físicas facilmente percebidas (DOBARGANES & PÉREZ-CAMINO, 1991):

1. Tendência à formação de espuma, que está relacionada com produtos de polimerização e substâncias surfactantes dos alimentos.
2. Aumento da viscosidade e densidade como consequência das reações de polimerização.
3. Alterações das características organolépticas, caracterizadas pelo desenvolvimento de odores e sabores típicos de gorduras aquecidas à altas temperaturas.
4. Escurecimento atribuído à presença de compostos carbonílicos insaturados ou de compostos apolares do alimento solubilizado no óleo.

Como consequência destas séries de reações e mudanças físicas, a alteração do óleo ou gordura pode ser medida através de diversas possibilidades. WHITE (1991) e DOBARGANES & PÉREZ-CAMINO (1991) realizaram ótimas revisões sobre testes de monitoramento de óleos de fritura.

É difícil encontrar um método analítico que forneça uma informação completa do estado de alteração do óleo de fritura, pois "está-se atirando em um alvo em movimento" (HAUMANN, 1996).

O teste mais crítico da qualidade do óleo é a qualidade do alimento frito, principalmente durante seu período de vida-de-prateleira (BROOKS, 1991).

2.5.2- MUDANÇAS NOS ALIMENTOS EM FRITURA

Através da fritura, um alimento sofre uma série de mudanças que são percebidas pelo consumidor através de variações de características organolépticas tais como: odor, sabor, textura e cor.

BLUMENTHAL (1991) descreveu o processo de fritura de um alimento como sendo um conjunto de fenômenos de transferência de massa e calor entre o alimento e o óleo de fritura.

A transferência de calor ocorre principalmente entre o óleo e a umidade do alimento. A umidade absorve a energia térmica do óleo imediatamente em contato com a superfície do alimento, impedindo que este se queime ou carbonize por excessiva desidratação. Em contrapartida, o calor absorvido pela umidade é conduzido até o interior do alimento, cozinhando-o. O fenômeno de transferência de massa, acontecendo quantitativamente em maior intensidade durante a fritura de um alimento, é a migração da água da porção central até a superfície do alimento, repondo aquela perdida por desidratação das superfícies exteriores. Além deste fenômeno, ocorre também absorção de óleo pelo alimento, movimento de compostos hidrossolúveis do interior para a superfície do alimento em conjunto com a migração de sua

umidade e a extração de compostos da superfície do alimento pelo óleo de fritura (BLUMENTHAL, 1991).

Trabalhos que demonstram estes fenômenos de troca de compostos entre óleo e alimentos foram revisados por POKORNY (1980) e PÉREZ-CAMINO et al. (1991).

A relação entre a área superficial e o peso do alimento tem grande influência na quantidade de óleo absorvido pelo alimento (STEVENSON et al., 1984). Os alimentos de menor peso específico apresentarão maior absorção de óleo durante a fritura (TOMA et al., 1986). O óleo absorvido estará suscetível à posterior oxidação, tendo portanto um importante papel no decorrer da vida-de-prateleira do alimento frito.

Em geral, a indústria de "fast-food" monitora a qualidade de seus produtos pela sua aparência, sabor e odor. A aparência é monitorada por cartas de cor, avaliações sensoriais ou, no caso dos restaurantes, pela satisfação dos clientes.

Para as indústrias que produzem alimentos fritos que não serão imediatamente consumidos, é muito importante ter-se um controle da estabilidade do odor durante a vida-de-prateleira destes alimentos (BROOKS, 1991).

2.5.3 - AUMENTO DA ESTABILIDADE

A qualidade de um óleo ou mistura de óleos para fritura dependerá muito da qualidade das matérias-primas e da capacidade dos refinadores em remover suas impurezas.

Para retardar o inevitável início da degradação dos óleos de fritura expostos à aeração, vapor e turbulência a altas temperaturas, podem ser utilizados aditivos químicos (antioxidantes e sinergistas) que aumentam a estabilidade dos óleos de fritura (Tabela 03). O uso dos aditivos é sujeito à legislação específica de cada país.

Tabela 03 - Aditivos para óleos de fritura

Tocoferóis naturais
Antioxidantes naturais
Antioxidantes químicos permitidos
Butil-hidróxi-anisol (BHA)
Butil-hidróxi-tolueno (BHT)
Propil-galato
t-Butil hidroquinona (TBHQ)
Ácido cítrico (agente sinergista)
Di-metil polisiloxanos

Fonte: MORTON & CHIDLEY, 1988.

O uso de ácido cítrico tem a função de quelante de traços de metais pró-oxidantes, evitando assim que estes metais não retirados do óleo, por um processamento deficiente ou então derivados do próprio material de construção do equipamento de fritura, acelerem as reações de oxidação normais do processo.

SAKATA et al. (1985) recomendaram a adição de 0,5 a 2 ppm de silicone (di-metil polisiloxanos) a óleos de fritura para prevenir a formação excessiva de espuma, oxidação e prolongar a vida-de-prateleira dos alimentos fritos.

Alguns antioxidantes químicos têm sua eficiência prejudicada na aplicação em frituras, por sua destruição térmica e destilação nas altas temperaturas de uso (MIN & SCHWEIZER, 1983).

TYAGI & VASISHTHA (1996) verificaram que a adição de 0,02% de uma mistura de butil-hidroxianisol (BHA) e t-butil hidroquinona (TBHQ) em óleo de soja não afetou sua deterioração em temperaturas de fritura.

MIN & SCHWEIZER (1983) observaram que batatas "chips" produzidas em óleo de soja contendo 0,02% de TBHQ tiveram melhor estabilidade oxidativa comparadas ao óleo sem o antioxidante.

2.6 - ANÁLISE SENSORIAL NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

Com o crescimento da economia e competição mundial, e a evolução dos alimentos processados e formulados, os especialistas sensoriais ("experts") têm se deparado com a crescente dificuldade em manter uma percepção completa e atual de todos os desenvolvimentos relativos aos produtos de seu próprio interesse. Enquanto era exigida do especialista uma série de decisões sobre a qualidade do produto, as atitudes do consumidor foram mudando continuamente. Os mercados atuais são multinacionais, mais competitivos, e certamente mais complexos do que há algumas décadas.

A indústria de alimentos, tradicionalmente encarava a avaliação sensorial como diretamente ligada ao especialista sensorial da empresa, que através da experiência acumulada em anos era capaz de descrever os produtos da empresa e estabelecer padrões de qualidade pelos quais matérias-primas seriam compradas e cada produto manufaturado e comercializado.

Com o desenvolvimento de modernas técnicas de medidas e sua aplicação à avaliação sensorial, evidenciou-se que a dependência de poucos especialistas era questionável, dando início a uma maior utilização da avaliação sensorial nas indústrias para tomada de decisões sobre a qualidade dos produtos e desenvolvimentos.

Existem diversos métodos de avaliação sensorial, usualmente divididos em três grandes categorias: discriminativa, descritiva e afetiva.

As avaliações discriminativas observam a existência de diferenças percebidas entre dois produtos, sem contudo identificá-las. A identificação destas diferenças é realizada através de testes descritivos, que providenciam descrições quantitativas dos produtos analisados. Os métodos afetivos são utilizados para medir o grau de aceitação de um ou mais produtos, geralmente realizados em larga escala.

As análises descritivas utilizam as mais sofisticadas metodologias de avaliação sensorial, resultando em uma completa descrição sensorial dos produtos e providenciando uma base para a

determinação de quais atributos sensoriais serão importantes para um teste afetivo (STONE & SIDEL, 1993).

STONE et al. (1974) propuseram uma técnica para caracterizar os atributos sensoriais percebidos de um produto em termos quantitativos, chamada de Análise Descritiva Quantitativa - (ADQ). Nesta técnica, indivíduos treinados identificam e quantificam, em ordem de ocorrência, as propriedades sensoriais de um produto e com estas informações é possível ajustar o produto em desenvolvimento até a obtenção de uma formulação ou processo mais próximos do produto-alvo, atendendo às exigências do consumidor.

Existem numerosas aplicações para avaliações descritivas, incluindo monitoramento dos competidores, estabilidade na estocagem/vida-de-prateleira, desenvolvimento de produtos, controle de qualidade, etc.

Em um teste de estocagem no qual mudanças do produto ocorrem com o decorrer do tempo, análises descritivas no início do teste providenciam uma base sobre a qual as mudanças podem ser comparadas. Um grande problema em todos os testes de estocagem é a disponibilidade do produto controle por todo período do teste. O método ADQ elimina a necessidade do produto controle (STONE & SIDEL, 1993).

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1-MATERIAL

3.1.1-MATÉRIAS-PRIMAS E INSUMOS

Todas as matérias-primas e insumos, quando não mencionada sua origem, foram gentilmente cedidos e fabricados pela Frigobrás Cia. Brasileira de Frigoríficos, Paranaguá-PR.

- Gordura de algodão, Maeda S.A., adquirida no mercado nacional (CS).
- Gordura de soja, Refinadora de Óleos Brasil, adquirida no mercado nacional (SB).
- Óleo de soja clarificado
- Óleo de soja refinado comercial em latas.
- Gorduras parcialmente hidrogenadas, produzidas a partir de óleo de soja clarificado (G1, G2, G3 e G4).
- Catalisadores de níquel, Engelhard Corporation, EUA

  Tipo 1 : Nysosel LT 645

  Tipo 2: Nysosel 222
- Gás hidrogênio, AGA S.A., de pureza 99,99%.
- Terra clarificante ativada Tonsil-Actsil, Süd-Chemie AG, Alemanha
- Ácido cítrico anidro, Cargill Agrícola S.A.
- Filezinhos de peito de frango sem pele, com peso variando entre 34 e 42g.
- Tempero dos filezinhos: água, sal refinado, vinagre e pimenta branca moída
- Materiais para empanar:

1. "Pre-dust": farinha de trigo comum
2. "Batter": mistura pastosa elaborada com água, farinha de trigo comum, amido de milho, sal refinado e pimenta branca moída
3. Farinha de rosca comercial

3.1.2 - EQUIPAMENTOS

- Medidor de ponto de fusão FP80HT, Mettler
- Refratômetro Abbé modelo 3L, Shimatzu
- Rancimat 679, Metrohm
- Tintômetro modelo E, Lovibond
- Cromatógrafo gasoso Hewlet Packard, modelo 5890-Série II, com injetor automático modelo HP 7673, detector FID, integrador modelo HP 3396-Série II e coluna Supelco 2560
- Reator de hidrogenação de aço inoxidável, tipo "dead-end", Alfa Laval com capacidade para bateladas de 22 toneladas
- Filtros horizontais de folhas verticais, Lochem B.V. com capacidade para 20 toneladas/hora
- Desodorizador semi-contínuo de aço inoxidável, Lurgi, com 7 bandejas e vácuo de 2-3 mm Hg, com capacidade para 250 toneladas/dia
- Fritadeira doméstica modelo HL2465, Walita
- Congelador vertical modelo Clean FCA-256l, Brastemp
- Reagentes químicos com grau de pureza de acordo com as recomendações dos métodos analíticos relacionados
- Vidrarias normalmente utilizadas em laboratórios de análise química

3.2 - MÉTODOS

3.2.1 - OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DAS GORDURAS (1ª Etapa)

A produção das gorduras-teste parcialmente hidrogenadas de soja foi feita a partir de óleo de soja clarificado, em equipamento industrial sob as condições apresentadas na Tabela 04, onde as variáveis estudadas foram o tipo de catalisador e tempo de reação.

Tabela 04. Condições de hidrogenação.

Amostra	Tipo de catalisador	Dosagem (%)	Pressão (bar)	Temperatura inicial (°C)	Temperatura final (°C)	Tempo de reação (min)
G1	1	0,05	0,5	160	210	100
G2	1	0,05	0,5	160	210	70
G3	2	0,05	0,5	160	210	100
G4	2	0,05	0,5	160	210	70

Ao final do tempo de reação em cada condição de processo, 10 toneladas de cada gordura foram transferidas para o tanque de descarga, filtradas nos filtros horizontais a 100 ± 5°C a uma vazão de 20 toneladas/hora. As gorduras foram clarificadas por 30 minutos a 90 ± 5°C com 1% de terra clarificante. Ao final do processo as gorduras foram desodorizadas por 110 minutos a 250 ± 2°C sob vácuo de 2-3 mbar com injeção de 1% de vapor direto e resfriamento final em trocador de calor de placas para estocagem a temperatura de 60 ± 5°C sob atmosfera inertizada com gás nitrogênio (N_2).

-Caracterização das gorduras

A caracterização das gorduras adquiridas no mercado e das gorduras-teste foi realizada segundo os métodos AOCS (American Oil Chemists' Society, 1994) relacionados na Tabela 05.

Tabela 05. Métodos Analíticos.

-Índice de Peróxidos	Cd 8-53
-Teor de Ácidos Graxos Livres (AGL)	Ca 5a-40
-Índice de Iodo (Wijs)	Cd 1-25
-Índice de Iodo Calculado	Cd 1c-85
-Composição em ácidos graxos	Ce 1c-89
-Ponto de Fusão	Cc 18-80
-Cor (Lovibond)	Cc 13e-92
-Índice de Refração	Cc 7-25
-Estabilidade Oxidativa. Rancimat	Cd 12b-92

Na determinação da estabilidade oxidativa em Rancimat, foram utilizados as seguintes condições: temperatura de 130 °C, fluxo de ar de 20 L/h e 5g da amostra.

Os critérios utilizados para seleção das gorduras-teste, a serem utilizadas na pré-fritura, foram o ponto de fusão e estabilidade oxidativa em Rancimat.

3.2.2 - ELABORAÇÃO DOS PRODUTOS (2ª Etapa)

3.2.2.1 - EMPANAMENTO

48 kg de filezinhos foram divididos em quatro lotes de 12 kg, que foram empanados em 4 dias consecutivos, conforme a sequência apresentada no fluxograma (Figura 03).

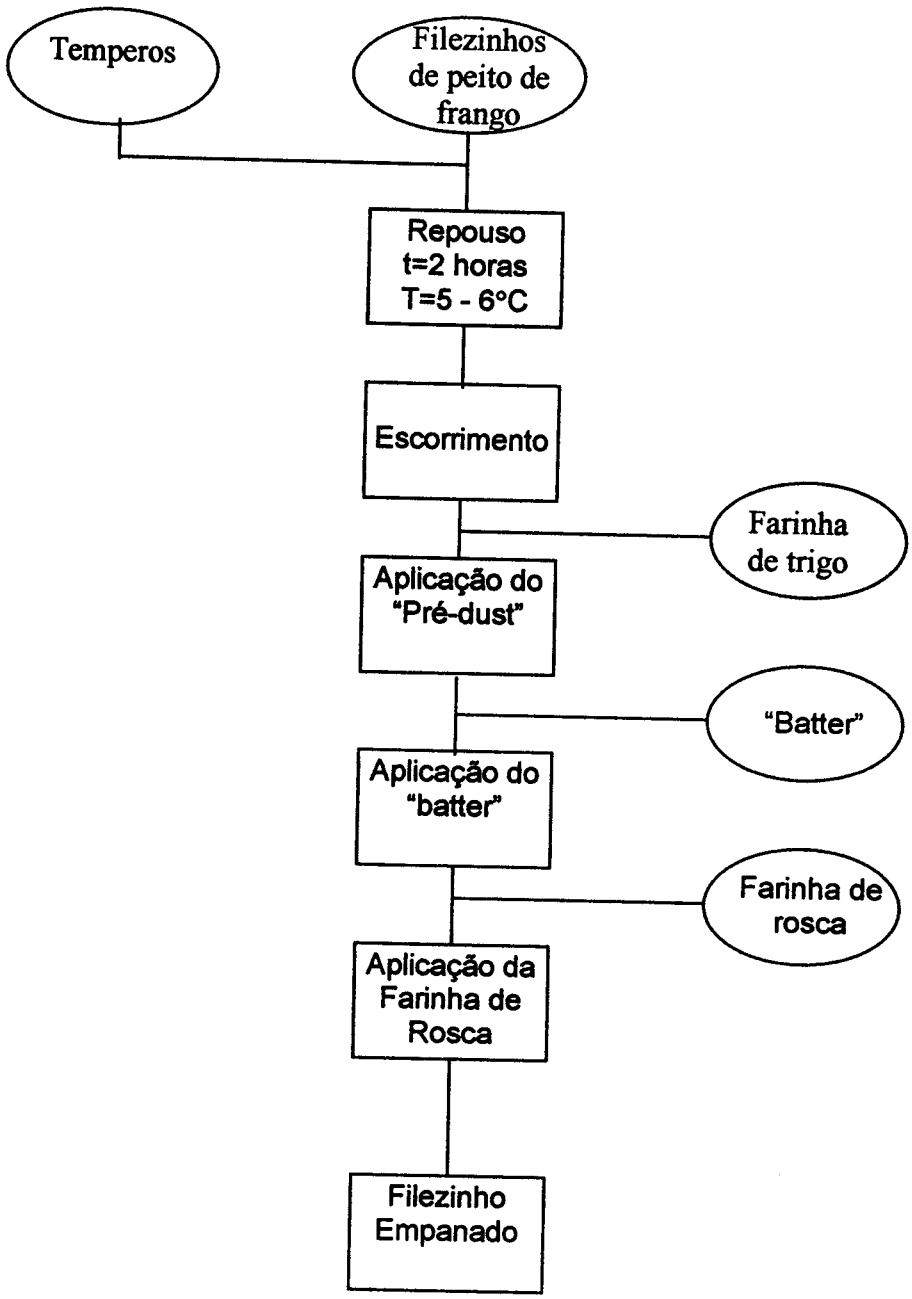


Figura 03. Etapas do empanamento de filezinhos de peito de frango.

3.2.2.2 - PRÉ-FRITURA

A pré-fritura das peças empanadas foi efetuada em fritadeira doméstica com 2,5 litros de gordura à temperatura de 180 ± 5°C, divididas em 21 bateladas de 15 peças para cada gordura testada, distribuídas nas três camadas do cesto da fritadeira. O tempo de pré-fritura foi de 1 minuto com intervalos de 2 minutos entre as bateladas, para escorrimento do excesso de gordura e troca dos produtos. Após cada série de 7 bateladas, o nível da fritadeira era completado com 400 mL da gordura fundida.

Nesta etapa foram controlados os seguintes parâmetros:

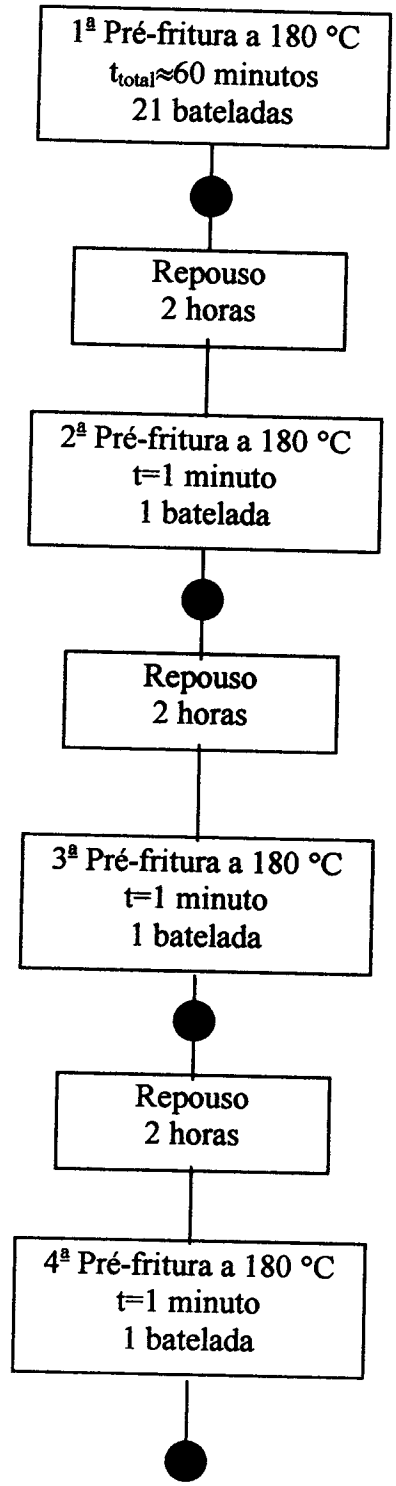
a) Na gordura: Índice de Peróxido, AGL, produção de fumaça e formação de espuma.
b) No produto pré-frito: Gordura total absorvida.

A) Avaliação da alteração das gorduras na pré-fritura.

As alterações ocorridas durante a pré-fritura foram avaliadas nas amostras tomadas logo após o término de cada utilização da gordura, como se indica na Figura 04.

Nas amostras coletadas nos diferentes pontos foram determinados índice de peróxido e AGL. Os níveis de produção de fumaça e formação de espuma foram avaliados após a 1ª pré-fritura (21 bateladas), dentro de uma escala subjetiva desde ausência (nível 0) até intensa (nível 9).

As bateladas de filezinhos das três últimas pré-frituras, de cada teste, foram desprezadas.



● Ponto de amostragem

Figura 04. Esquema de utilização das gorduras na pré-fritura.

B) Absorção de gordura no produto pré-frito.

Após a primeira pré-fritura (21 bateladas), foram coletadas aleatoriamente 10 peças do total, para análise do teor de gordura absorvida, através da diferença de peso médio dos filezinhos antes e após a pré-fritura.

3.2.2.3 - CONGELAMENTO

As peças pré-fritas foram colocadas em sacos plásticos devidamente identificados, com 10 unidades cada, para congelamento e estocagem em congelador a -20°C.

A preparação diária das peças consistiu do processo de empanamento no período da manhã e a pré-fritura no período da tarde.

3.2.3- ACOMPANHAMENTO DA QUALIDADE DOS PRODUTOS PRÉ-FRITOS DURANTE A ESTOCAGEM SOB CONGELAMENTO (3ª Etapa)

A verificação das alterações ocorridas durante a estocagem dos produtos pré-fritos foi realizada mediante análise sensorial.

A avaliação sensorial foi feita mensalmente por um período de 4 meses (vida-de-prateleira usual para o produto), em 5 tempos (tempo 0, 1º mês, 2º mês, 3º mês e 4º mês) divididas em duas sessões diárias (manhã: produto pré-frito/congelado e tarde: produto frito em óleo de soja comercial, pronto para consumo).

Os lotes de óleo de soja comercial utilizados para a fritura das amostras avaliadas nas sessões da tarde, eram refinados e desodorizados sob condições usuais de processamento, com características de A.G.L. máximo de 0,02% (em oléico) e índice de peróxidos máximo de 1 meq./kg, pela Frigobrás de Paranaguá-PR dentro de um período de 1 a 2 semanas antes de cada uma das cinco avaliações do período de 4 meses do trabalho.

3.2.4 - ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial foi realizada conforme método de STONE & SIDEL (1993) de Análise Descritiva Quantitativa (ADQ). A análise estatística dos dados foi feita com auxílio do programa SAS (SAS INSTITUTE INC., 1992), utilizando análise de variância (ANOVA) em nível de significância de 5% e cálculo das médias por Tukey.

3.2.4.1 - PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS

As amostras pré-fritas e congeladas, para a 1ª sessão diária, foram retiradas do congelador de 5 a 10 minutos antes de sua utilização e distribuídas em copos plásticos identificados.

As amostras para a 2ª sessão diária foram fritas em óleo de soja comercial por 3 minutos a 180 ± 5°C.

3.2.4.2 - APRESENTAÇÃO DAS AMOSTRAS

As amostras foram apresentadas monadicamente, isto é, uma de cada vez em copos plásticos tampados com folha de alumínio, devidamente identificados com números aleatórios de três algarismos.

No tempo 0 foram apresentadas as quatro amostras pré-fritas nas gorduras-teste (G3 e G4) e gorduras comerciais (CS e SB). Nos meses seguintes foram apresentadas cinco amostras, sendo uma de cada gordura avaliada e uma amostra-controle (Controle). O Controle era preparado 1 ou 2 dias antes de sua utilização na análise sensorial, seguindo o mesmo procedimento utilizado na preparação das amostras pré-fritas com CS (gordura de algodão).

As amostras eram apresentadas em sessões de manhã e de tarde, acompanhadas respectivamente das fichas 1 e 2 de avaliação sensorial, apresentadas nas figuras 05 e 06.

NOME:_____DATA:___/___/___

AMOSTRA:_____

Por favor avalie a amostra apresentada em relação aos atributos listados, marcando um traço vertical nas respectivas escalas.

1-Cor externa

claro _____ escuro

2-Aparência gordurosa

pouco _____ muito

3-Odor de gordura hidrogenada

pouco _____ muito

4-Odor de fritura

pouco _____ muito

5-Odor rançoso

pouco _____ muito

Figura 05. **Ficha 1-Avaliação Sensorial de Empanados=Produto pré-frito/congelado**

NOME:_____DATA:___/___/___

AMOSTRA:_____

Por favor avalie a amostra apresentada em relação aos atributos listados, marcando um traço vertical nas respectivas escalas.

1-Cor externa

claro _____ escuro

2-Oleosidade

pouca _____ muita

3-Odor de gordura hidrogenada

pouco _____ muito

4-Odor de fritura

pouco _____ muito

5-Odor rançoso

pouco _____ muito

6-Sabor de gordura hidrogenada

pouco _____ muito

7-Sabor de fritura

pouco _____ muito

8-Sabor rançoso

pouco _____ muito

Figura 06. **Ficha 2-Avaliação Sensorial de Empanados=Produto frito**

3.2.4.3 - ATRIBUTOS

Foram definidos 5 atributos sensoriais para análise do produto pré-frito e congelado (cor externa, aparência gordurosa, odor de gordura hidrogenada, odor de fritura e odor rançoso) e 8 atributos para produto completamente frito (cor externa, oleosidade, odor de gordura hidrogenada, odor de fritura, odor rançoso, sabor de gordura hidrogenada, sabor de fritura e sabor rançoso), apresentados e descritos a seguir:

Definição e Metodologia de Análise de Atributos Sensoriais:

Produto: Filezinhos de peito de frango empanados

Produto Pré-frito/congelado

Atributo 1:	Cor Externa
Definição:	Intensidade da cor predominante da parte externa, independentemente da tonalidade
Metodologia:	Observar visualmente o produto no prato, sem manipulação.
Atributo 2 :	Aparência Gordurosa
Definição:	Intensidade da presença de camada de gordura aderida ao redor da peça
Metodologia:	Visualizar o produto congelado no prato, sem manipulação, observando a presença de gordura ao redor do produto.
Atributo 3 :	Odor de Gordura Hidrogenada
Definição:	Intensidade de odor de gordura hidrogenada
Metodologia:	Avaliar o produto com três inspirações curtas, descansando o olfato em um guardanapo neutro, sem partir o produto.

Atributo 4 : Odor Característico de Fritura

Definição: Intensidade de odor característico de fritura

Metodologia: Avaliar o produto com três inspirações curtas, descansando o olfato em um guardanapo neutro, sem partir o produto.

Atributo 5 : Odor Rançoso

Definição: Intensidade de odor de ranço

Metodologia: Avaliar o produto com três inspirações curtas, descansando o olfato em um guardanapo neutro, sem partir o produto.

Produto Totalmente Frito

Atributo 6 : Cor Externa

Definição: Intensidade da cor predominante da parte externa, independentemente da tonalidade

Metodologia: Observar visualmente o produto no prato, sem manipulação.

Atributo 7 : Oleosidade

Definição: Resíduo de óleo nos dedos após compressão do produto

Metodologia: Com os dedos polegar e indicador, comprimir o produto suavemente três vezes e observar a quantidade de óleo em ambos os dedos.

Atributo 8 : Odor de gordura hidrogenada

Definição: Intensidade de odor de gordura hidrogenada

Metodologia: Avaliar o produto com três inspirações curtas, descansando o olfato em um guardanapo neutro, sem partir o produto.

Atributo 9 :	Odor Característico de Fritura
Definição:	Intensidade de odor característico de fritura
Metodologia:	Avaliar o produto com três inspirações curtas, descansando o olfato em um guardanapo neutro, sem partir o produto.
Atributo 10 :	Odor Rançoso
Definição:	Intensidade de odor de ranço
Metodologia:	Avaliar o produto com três inspirações curtas, descansando o olfato em um guardanapo neutro, sem partir o produto.
Atributo 11 :	Sabor de Gordura Hidrogenada
Definição:	Intensidade do sabor de gordura hidrogenada
Metodologia:	Provar metade do produto e mastigá-lo entre os dentes molares, fazendo com que a amostra espalhe por toda a boca.
Atributo 12 :	Sabor Característico de Fritura
Definição:	Intensidade do sabor característico de fritura
Metodologia:	Provar metade do produto e mastigá-lo entre os dentes molares, fazendo com que a amostra espalhe por toda a boca.
Atributo 13 :	Sabor Rançoso
Definição:	Intensidade do sabor rançoso
Metodologia:	Provar metade do produto e mastigá-lo entre os dentes molares, fazendo com que a amostra espalhe por toda a boca.

3.2.4.4 - TREINAMENTO DO PAINEL SENSORIAL

O painel sensorial consistiu de 10 pessoas que foram treinadas durante 6 semanas, para todos os 13 atributos selecionados, apresentados em amostras-referência preparadas para o treinamento dentro de uma escala de 0 a 9.

Os extremos de escala dos atributos são apresentados na Tabela 06:

Tabela 06. Extremos de escala dos atributos sensoriais.

Atributo	Produto	Designação	ZERO	NOVE
AT1	Pré-frito	Cor externa	claro	Escuro
AT2	Pré-frito	Aparência gordurosa	pouco	Muito
AT3	Pré-frito	Odor de gordura hidrogenada	pouco	Muito
AT4	Pré-frito	Odor de fritura	pouco	Muito
AT5	Pré-frito	Odor rançoso	pouco	Muito
AT6	Frito	Cor externa	claro	Escuro
AT7	Frito	Oleosidade	pouca	Muita
AT8	Frito	Odor de gordura hidrogenada	pouco	Muito
AT9	Frito	Odor de fritura	pouco	Muito
AT10	Frito	Odor rançoso	pouco	Muito
AT11	Frito	Sabor de gordura hidrogenada	pouco	Muito
AT12	Frito	Sabor fritura	pouco	Muito
AT13	Frito	Sabor rançoso	pouco	Muito

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - CARACTERIZAÇÃO DAS GORDURAS (1ª Etapa)

Na Tabela 07 encontram-se as características do óleo de soja utilizado na elaboração das gorduras-teste. Trata-se de um óleo com valores de AGL, peróxidos e cor dentro das especificações normais, que garantem uma hidrogenação e desodorização sem problemas.

Tabela 07. Caracterização e composição em ácidos graxos do óleo de soja clarificado.

Características	Valores encontrados
Teor de AGL (% em oléico)	0,068 ± 0,005
Índice de Peróxidos (meq/kg)	1,89 ± 0,17
Índice de Iodo[a] (Wijs)	129,54 ± 1,74
Índice de Iodo Calculado	129,36 ± 1,24
Cor (Lovibond)	24,0Y/2,4R
Composição de ácidos graxos (%)	
C16:0	12,64 ± 0,23
C18:0	2,75 ± 0,04
C18:1(c)	25,87 ± 0,12
C18:1(t)	---
C18:2(c)	51,11 ± 0,26
C18:2(t)	1,11 ± 0,08
C18:3(c)	4,63 ± 0,06
C18:3(t)	1,74 ± 0,15

[a]Unidade de medida = gramas de iodo absorvido por 100 g de óleo.

Na Tabela 08 são mostradas as características das gorduras comerciais e das obtidas por hidrogenação em diferentes processos (tempo de hidrogenação de 70 e 100 minutos e catalisadores 1 e 2).

Tabela 08. Caracterização inicial das gorduras.

Características	CS	SB	G1	G2	G3	G4
Índice de Iodo (WIJS)	80,39 ± 1,32	101,79 ± 1,94	76,03 ± 1,14	82,16 ± 1,63	89,65 ± 1,21	95,67 ± 1,55
Índice de Iodo Calculado	80,73 ± 1,0	100,71 ± 0,80	74,23 ± 0,92	83,60 ± 0,94	85,86 ± 0,73	94,74 ± 2,05
Ponto de fusão (°C)	33,0 ± 0,6	25,3 ± 0,5	36,7 ± 0,4	32,5 ± 0,2	29,4 ± 0,4	26,9 ± 0,4
Índice de Refração (a 40 °C)	$1,4532 \pm 2.10^{-4}$	$1,4557 \pm 2.10^{-4}$	$1,4519 \pm 2.10^{-4}$	$1,4541 \pm 1.10^{-4}$	$1,4546 \pm 1.10^{-4}$	$1,4550 \pm 2.10^{-4}$
Estabilidade Oxidativa. Rancimat (horas)	10,0 ± 0,4	5,4 ± 0,5	23,1 ± 1,3	8,8 ± 0,7	16,4 ± 1,0	9,3 ± 0,8
Índice de Peróxidos (meq/kg)	0,20 ± 0,10	0,42 ± 0,08	0,30 ± 0,09	0,30 ± 0,07	0,10 ± 0,04	0,26 ± 0,09
Teor de AGL (% em oléico)	$0,031 \pm 4.10^{-3}$	$0,025 \pm 3.10^{-3}$	$0,031 \pm 4.10^{-3}$	$0,029 \pm 3.10^{-3}$	$0,034 \pm 3.10^{-3}$	$0,035 \pm 3.10^{-3}$
Cor (Lovibond) (5 1/4 “)	23,0Y/2,3R	15,0Y/1,5R	10,0Y/1,0R	9,0Y/0,9R	8,0Y/0,8R	8,0Y/0,8R
Composição em ácidos graxos (%) (m/m)						
C16:0	23,68 ± 0,02	13,61 ± 0,19	12,67 ± 0,24	12,69 ± 0,27	12,15 ± 0,02	12,71 ± 0,53
C18:0	5,24 ± 0,11	4,07 ± 0,06	8,37 ± 0,04	9,53 ± 0,04	4,71 ± 0,04	4,44 ± 0,09
C18:1 (c)	24,58 ± 0,23	36,27 ± 0,17	34,87 ± 0,17	34,02 ± 0,11	42,70 ± 0,18	37,38 ± 0,97
C18:1 (t)	26,01 ± 0,61	12,76 ± 0,09	36,88 ± 0,13	26,28 ± 0,43	23,70 ± 0,22	17,62 ± 0,37
C18:2 (c)	11,72 ± 0,05	26,28 ± 0,07	6,10 ± 0,03	14,49 ± 0,19	9,19 ± 0,13	20,25 ± 0,34
C18:2 (t)	9,77 ± 0,11	6,10 ± 0,17	1,13 ± 0,35	0,82 ± 0,07	7,41 ± 0,09	4,56 ± 0,09
C18:3 (c)	---	---	---	---	---	---
C18:3 (t)	---	0,94 ± 0,06	---	2,00 ± 0,01	---	1,71 ± 0,06
Polinsaturados (total)	21,49 ± 0,16	33,32 ± 0,30	7,23 ± 0,38	17,31 ± 0,27	16,60 ± 0,22	26,52 ± 0,49
Trans (total)	35,78 ± 0,72	19,80 ± 0,32	38,01 ± 0,48	29,10 ± 0,51	31,11 ± 0,31	23,89 ± 0,52
Sat. + *trans* (total)	64,70 ± 0,85	37,48 ± 0,57	59,05 ± 0,76	51,32 ± 0,82	47,97 ± 0,37	41,04 ± 1,14

CS=Gordura de algodão comercial; SB=Gordura de soja comercial; G1, G2, G3 e G4=Gorduras de soja parcialmente hidrogenadas.

Como esperado, os índices de iodo das gorduras G1 e G3, obtidas após 100 minutos de hidrogenação, foram menores do que aqueles das respectivas amostras G2 e G4, hidrogenadas por 70 minutos com os mesmos catalisadores.

O catalisador 1 demonstrou maior atividade na hidrogenação do que o catalisador 2.

Observou-se que valores de índice de iodo (II) estão relacionados inversamente com ponto de fusão, estabilidade oxidativa e teor de ácidos graxos saturados, e relacionados diretamente com índice refração e teor de ácidos graxos polinsaturados.

Embora a gordura CS tenha apresentado um menor valor de II do que a G3, a sua estabilidade oxidativa foi menor. Isto pode ser explicado pelo seu maior teor de ácidos graxos polinsaturados que podem ser oxidados, diminuindo sua estabilidade oxidativa, além do maior índice de peróxidos (IP) inicial observado.

A gordura G2 não apresentou a estabilidade oxidativa esperada pelo seu valor de II, talvez devido ao alto teor de ácidos graxos polinsaturados, principalmente pela presença de ácido linolênico.

Outro fator importante observado, do ponto-de-vista nutricional, é o maior teor de ácidos graxos saturados e isômeros *trans* encontrado na gordura comercial CS em comparação a todas de soja, considerado um fator de risco para o aparecimento de doenças coronárias (MENSINK, 1995).

As gorduras G3 e G4 foram selecionadas para a etapa seguinte do trabalho, por serem as duas gorduras-teste com a melhor relação de boa estabilidade oxidativa e menor ponto de fusão.

4.2 - AVALIAÇÃO DA ALTERAÇÃO DAS GORDURAS NA PRÉ-FRITURA (2ª Etapa)

Os resultados da avaliação das gorduras comerciais CS e SB e as gorduras-teste G3 e G4 na 1ª pré-fritura apresentam-se na Tabela 09.

Tabela 09. Avaliação do desempenho das gorduras na 1ª pré-fritura

Características	CS	SB	G3	G4
I. Peróxido (meq/kg)	0,84 ± 0,11	1,27 ± 0,28	0,68 ± 0,12	1,04 ± 0,14
AGL (em oléico) (%)	0,072 ± 0,006	0,070 ± 0,005	0,072 ± 0,007	0,103 ± 0,009
Formação de espuma	4	6	6	6
Produção de fumaça	6	6	6	7
Absorção de gordura (%)	8,6 ± 0,8	8,1 ± 0,5	9,4 ± 0,9	8,3 ± 0,8

O IP e AGL de todas as gorduras aumentaram durante sua utilização no processo de pré-fritura dos empanados. Com relação ao teor de AGL, verificou-se também uma relação direta com os teores presentes nas gorduras iniciais. A gordura G4 mostrou maior taxa de hidrólise de seus triglicerídeos no decorrer da 1ª pré-fritura. Os teores de ácidos graxos livres, após cada operação, em todos os casos podem ser considerados baixos. Usualmente valores de 2% são tomados como referência para descarte ou troca do óleo em frituras industriais (SEBÉDIO et al., 1990).

A gordura G3 apresentou uma menor formação de peróxidos em relação às demais, enquanto que o IP da SB e G4 foram maiores, demonstrando uma relação direta entre os teores de peróxidos da gordura inicial e daquela após utilização no processo de pré-fritura, além destas duas gorduras apresentarem alto teor de C18:3, muito mais suscetível à oxidação.

Na gordura à base de algodão (CS) houve menor formação de espuma do que nas gorduras de soja. Entre as gorduras à base de soja não se verificou diferença significativa neste parâmetro.

Durante a pré-fritura dos lotes de filezinhos empanados, não se observaram grandes diferenças entre as gorduras quanto à produção de fumaça, onde o valor de 6 é considerado normal. Apenas no uso da gordura G4 foi percebida uma produção ligeiramente maior de fumaça, que pode ser relacionada ao maior teor de AGL (ANTUNES, 1971).

A absorção de gordura pelos empanados foi maior naqueles pré-fritos na gordura G3 e menor na gordura SB (menor ponto de fusão). Esta absorção em todos os casos é baixa, devido ao curto tempo de contato (1 minuto) no processo de pré-fritura. Em fritura de batata "chips", esta absorção pode chegar até 40% (DOBARGANES, 1994).

Da avaliação das gorduras nas pré-frituras consecutivas foram obtidos os resultados apresentados na Tabela 10.

Tabela 10. Desempenho das gorduras nos quatro processos de pré-fritura.

Características	1ª Pré-fritura	2ª Pré-fritura	3ª Pré-fritura	4ª Pré-fritura
CS (gordura de algodão comercial)				
I. Peróxidos (meq/kg)	0,84 ± 0,11	1,12 ± 0,18	1,15 ± 0,15	2,66 ± 0,33
A.G.L. (em oléico) (%)	0,072 ± 0,006	0,074 ± 0,008	0,075 ± 0,006	0,078 ± 0,009
Formação de espuma	4	3	3	3
Produção de fumaça	6	6	6	6
SB (gordura de soja comercial)				
I. Peróxidos (meq/kg)	1,27 ± 0,28	1,65 ± 0,13	2,05 ± 0,24	3,73 ± 0,32
A.G.L. (em oléico) (%)	0,070 ± 0,005	0,094 ± 0,008	0,099 ± 0,006	0,101 ± 0,009
Formação de espuma	6	5	5	5
Produção de fumaça	6	6	7	7
G3 (gordura de soja - teste)				
I. Peróxidos (meq/kg)	0,68 ± 0,12	0,92 ± 0,11	1,05 ± 0,16	2,38 ± 0,21
A.G.L. (em oléico) (%)	0,072 ± 0,007	0,072 ± 0,009	0,076 ± 0,005	0,080 ± 0,007
Formação de espuma	6	5	5	5
Produção de fumaça	6	6	6	6
G4 (gordura de soja - teste)				
I. Peróxidos (meq/kg)	1,04 ± 0,14	1,35 ± 0,18	2,22 ± 0,18	3,84 ± 0,24
A.G.L. (em oléico) (%)	0,103 ± 0,009	0,111 ± 0,010	0,107 ± 0,011	0,122 ± 0,008
Formação de espuma	6	5	5	5
Produção de fumaça	7	7	7	7

Pode-se observar que os índices químicos de verificação da qualidade das gorduras, índice de peróxido e teor de ácidos graxos livres, aumentaram mais rapidamente durante a sequência intermitente de pré-frituras (1 lote + repouso de 2 horas), que durante a fritura contínua das 21 bateladas. Estes resultados corroboram com as boas práticas no processo de fritura, sugeridas por DOBARGANES, 1994.

As gorduras que apresentaram menor formação de peróxidos foram G3 e CS, que possuíam os menores valores no início do processamento. Os valores de ácidos graxos livres mantiveram-se baixos e sem mudanças significativas em todos os casos.

Todas as gorduras avaliadas mostraram uma ligeira diminuição na intensidade de formação de espuma observada nas três últimas bateladas de pré-fritura, em comparação à primeira batelada de 21 lotes de empanados. Este comportamento, diferente do esperado, pode dever-se ao menor número de bateladas de empanados produzidos nas últimas pré-frituras.

As gorduras CS e G3 apresentaram intensidade de produção de fumaça, depois da 4ª pré-fritura, levemente menor que as demais.

Em geral, pode-se inferir que durante o processo de pré-fritura as gorduras tiveram um comportamento similar durante a operação. Não foram detectadas alterações significativas em nenhuma das gorduras, que comprometessem a qualidade do produto.

4.3 – RESULTADOS DO ACOMPANHAMENTO DA QUALIDADE DOS PRODUTOS DA PRÉ-FRITURA DURANTE A ESTOCAGEM (3ª Etapa)

Nos gráficos, a seguir, apresentam-se os resultados da Análise sensorial dos produtos pré-fritos e fritos no decorrer da estocagem durante o período de teste (4 meses). Tabelas completas e significância dos dados podem ser encontrados no Anexo.

4.3.1 - PRODUTOS PRÉ-FRITOS/CONGELADOS

-Cor Externa (Figura 07)

A diferença de cor externa entre as amostras pré-fritas em gordura de algodão (CS) e as de soja (SB, G3 e G4) foi significativa ao nível de 5%.

As amostras de Controle (vide página 47 – Materiais e Métodos) não mostraram diferença significativa das amostras CS, mas houve diferença em comparação às de soja. Como as amostras foram produzidas sob as mesmas condições, pode-se creditar a diferença entre amostras pré-fritas em gordura de algodão e em gordura de soja à diferença de cor original da gordura de algodão, anteriormente identificada na caracterização como mais amarela.

As amostras pré-fritas em gordura de soja também não apresentaram diferença significativa entre elas.

A cor externa dos produtos pré-fritos não se mostrou dependente do tempo de estocagem, já que se manteve constante durante o período do teste (4 meses).

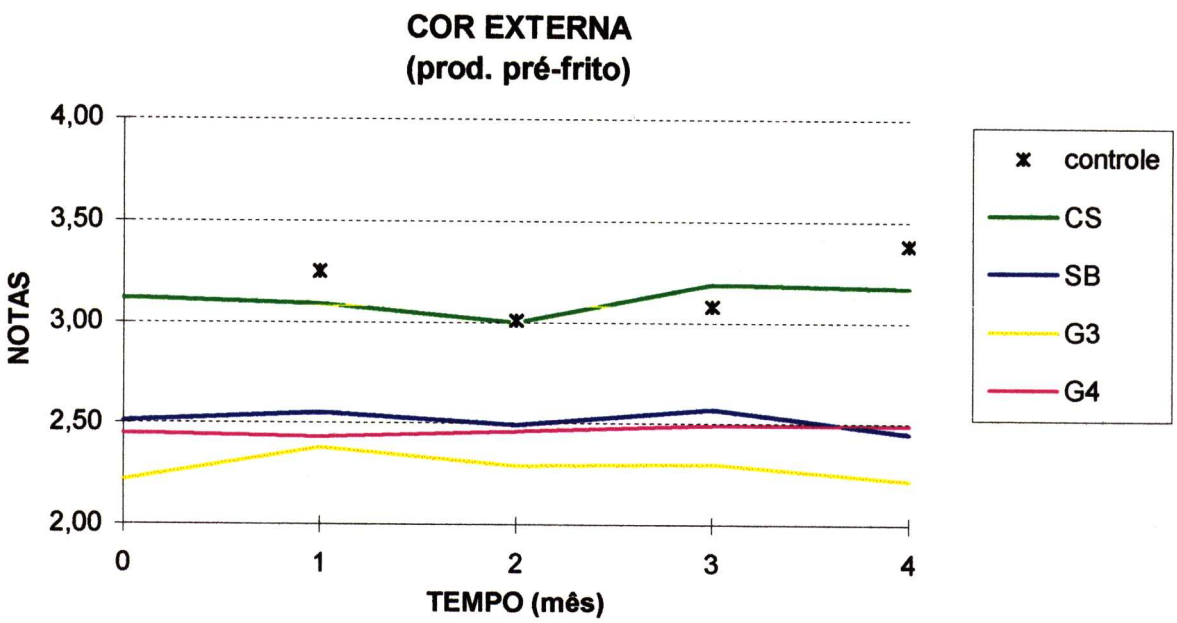


Figura 07. Evolução da **cor externa** durante a estocagem (-20°C) de filezinho de peito de frango empanado pré-frito/congelado.

-Aparência Gordurosa (Figura 08)

Não houve diferença significativa entre as amostras Controle, CS, SB e G4. Entretanto, todas diferiram significativamente, com valores menores, em relação às amostras G3.

Como comentado anteriormente no ítem 4.2 (Avaliação da alteração na pré-fritura), os produtos pré-fritos em G3 mostraram a maior absorção de gordura, o que correlaciona (inclusive na ordem) com o observado na análise sensorial do atributo Aparência Gordurosa.

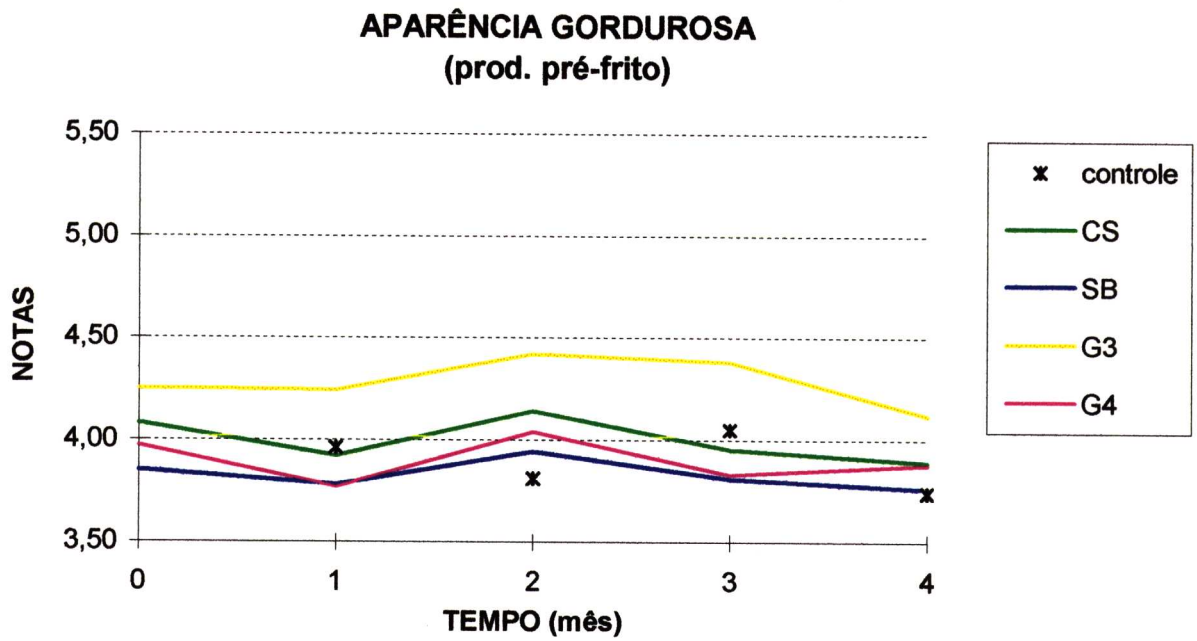


Figura 08. Evolução da **aparência gordurosa** durante a estocagem (-20°C) de filezinho de peito de frango empanado pré-frito/congelado.

Era de se esperar que produtos fritos em gorduras de maior ponto de fusão apresentassem maior aparência gordurosa, uma vez que nas mesmas condições de escorrimento da gordura após a pré-fritura, estas gorduras se solidificariam mais rapidamente, impedindo o total escorrimento do excesso aderido ao produto processado. Este fato foi comprovado pela maior média apresentada deste atributo para amostras pré-fritas em CS quando comparadas àquelas processadas em SB e G4. Contudo isto não ocorreu com as amostras de G3 (P.F.:29,4 ± 0,4°C) que se apresentaram mais gordurosas que CS (P.F.:33,0 ± 0,6°C), talvez devido a uma temperatura de pré-fritura inferior àquela especificada (180 ± 5°C).

Os valores observados apresentaram-se estáveis por todo período de avaliação, demonstrando que não há variação deste atributo com o tempo de estocagem.

-Odor de Gordura Hidrogenada (Figura 09)

Durante toda a vida-de-prateleira, as amostras apresentaram notas estáveis muito baixas de odor de gordura hidrogenada, sem diferença significativa entre elas.

Da mesma forma como no acompanhamento do atributo 4, as amostras pré-fritas em gordura de algodão (CS) apresentaram média sempre inferior às demais, indicando maior neutralidade de odor. As amostras SB e G3 foram as menos neutras.

A estabilidade das notas no período de estocagem de todas amostras demonstra que este atributo, também não é um parâmetro adequado para acompanhamento de vida-de-prateleira.

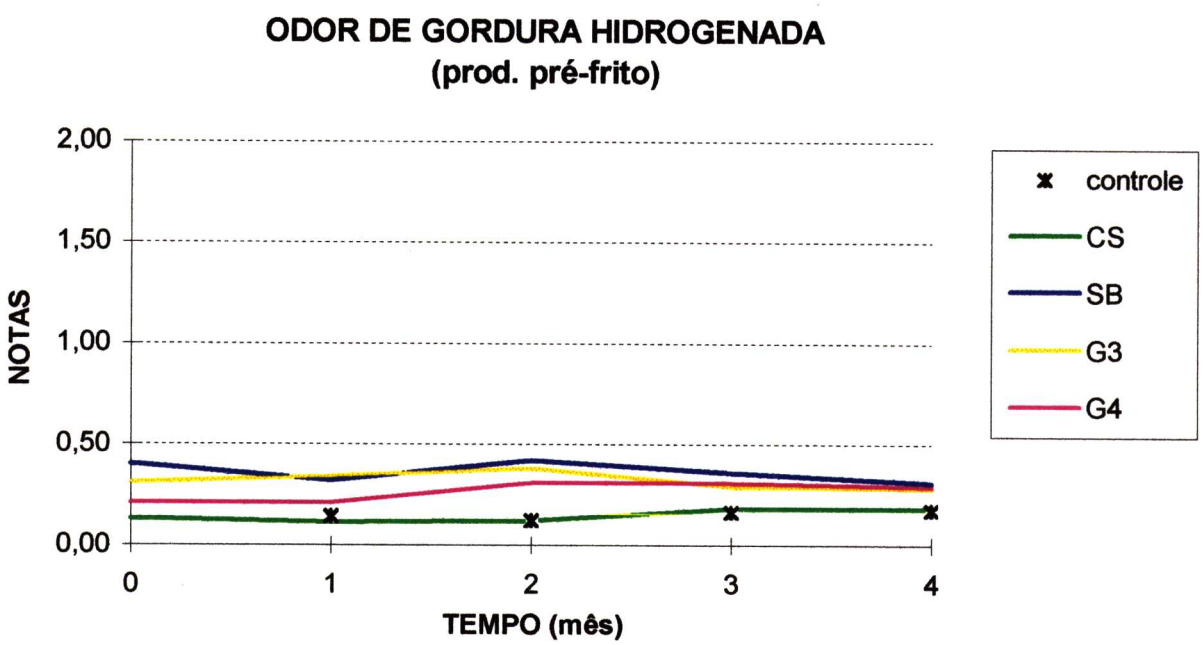


Figura 09. Evolução do **odor de gordura hidrogenada** durante a estocagem (-20°C) de filezinho de peito de frango empanado pré-frito/congelado.

- Odor de Fritura (Figura 10)

As notas de odor de fritura no produto pré-frito e congelado foram baixas, já que em temperaturas de congelamento (-20°C), a percepção de odores é difícil.

A amostra CS apresentou notas maiores neste atributo por todo o período de estocagem dos filezinhos empanados pré-fritos.

As notas apresentaram leve tendência de aumento até o mês 2 (mês 3 para a amostra G4), quando a tendência reverteu-se, atingindo valores mínimos no último mês.

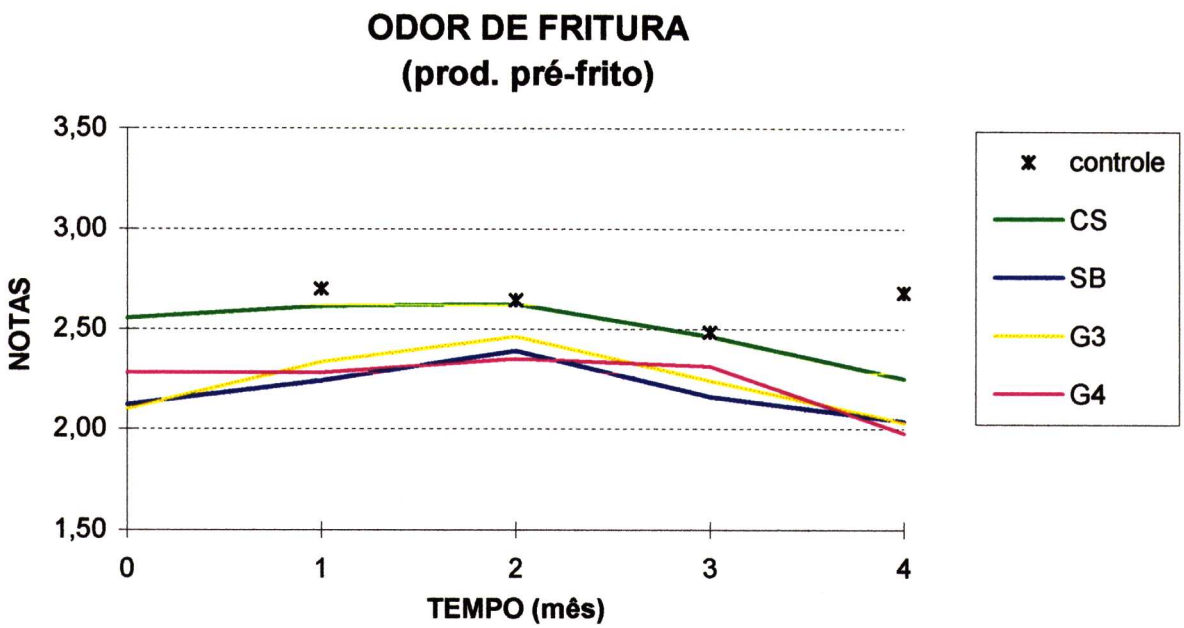


Figura 10. Evolução do **odor de fritura** durante a estocagem (-20°C) de filezinho de peito de frango empanado pré-frito/congelado.

Produtos pré-fritos com gorduras de soja apresentam notas na sensorial menores para odor de fritura do que os obtidos em gordura de algodão.

Embora a amostra CS do último mês não tenha diferido significativamente do controle, a sua nota inferior sugere que a vida-de-prateleira do produto tenha alguma relação com este atributo.

- Odor Rançoso (Figura 11)

No decorrer da estocagem, as amostras CS mostraram a menor média de intensidade de odor rançoso e SB a maior até o 3º mês quando foi superada pela G4, sem haver entretanto, diferença significativa entre elas.

Todas amostras mantiveram sua qualidade até o 2º mês, quando iniciou-se o incremento do odor rançoso.

No 3º mês, as amostras SB e G4 apresentaram odor rançoso significativamente maior que o Controle. No último mês da avaliação, também a amostra G3 tinha odor rançoso mais intenso significativo ao nível de 5% com respeito ao Controle. Entre G3 e CS não houve diferença significativa ao longo do período.

O momento de intensificação do odor rançoso nas amostras coincide com o decréscimo do odor de fritura, indicando haver uma relação inversamente proporcional entre os dois atributos. Possivelmente este atributo seja o determinante na vida-de-prateleira deste tipo de produtos.

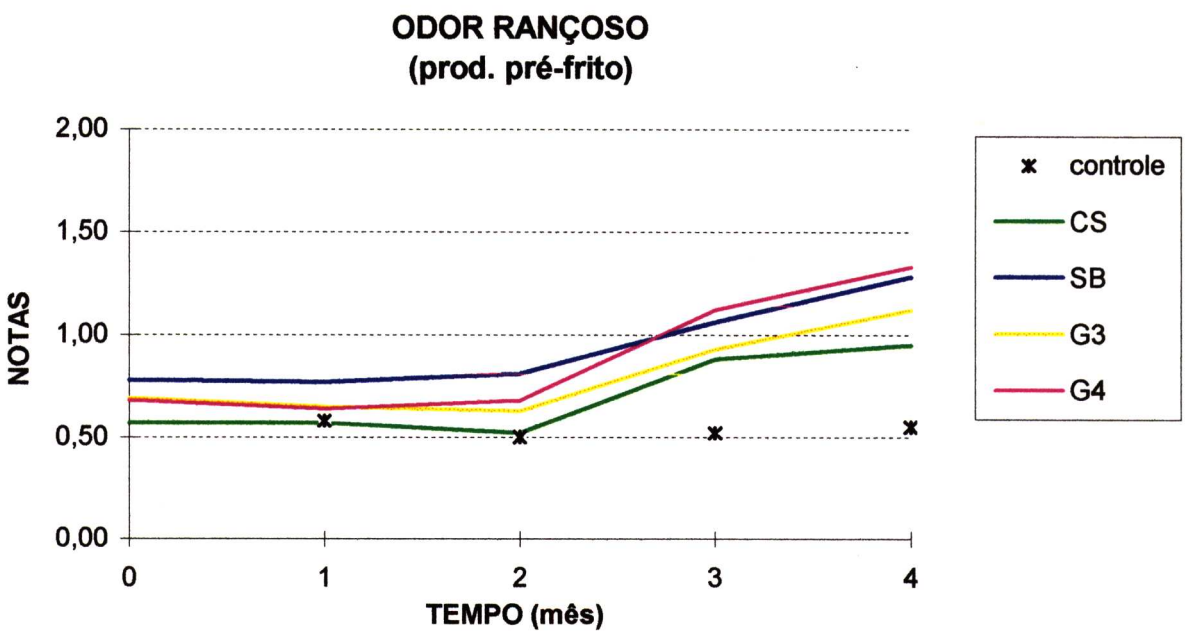


Figura 11. Evolução do **odor rançoso** durante a estocagem (-20°C) de filezinho de peito de frango empanado pré-frito/congelado.

4.3.2 - PRODUTOS FRITOS

-Cor Externa (Figura 12)

Conforme esperado, as notas de cor externa dos produtos totalmente fritos foram maiores do que as dos empanados pré-fritos.

A diferença significativa, encontrada entre as amostras pré-fritas em gordura de algodão e de soja, não foi observada entre as amostras totalmente fritas. Apenas notaram-se diferenças não significativas entre algumas das diferentes amostras, especialmente nas avaliações dos meses 1, 2 e 4, provavelmente decorrentes de variações normais do processo de fritura final.

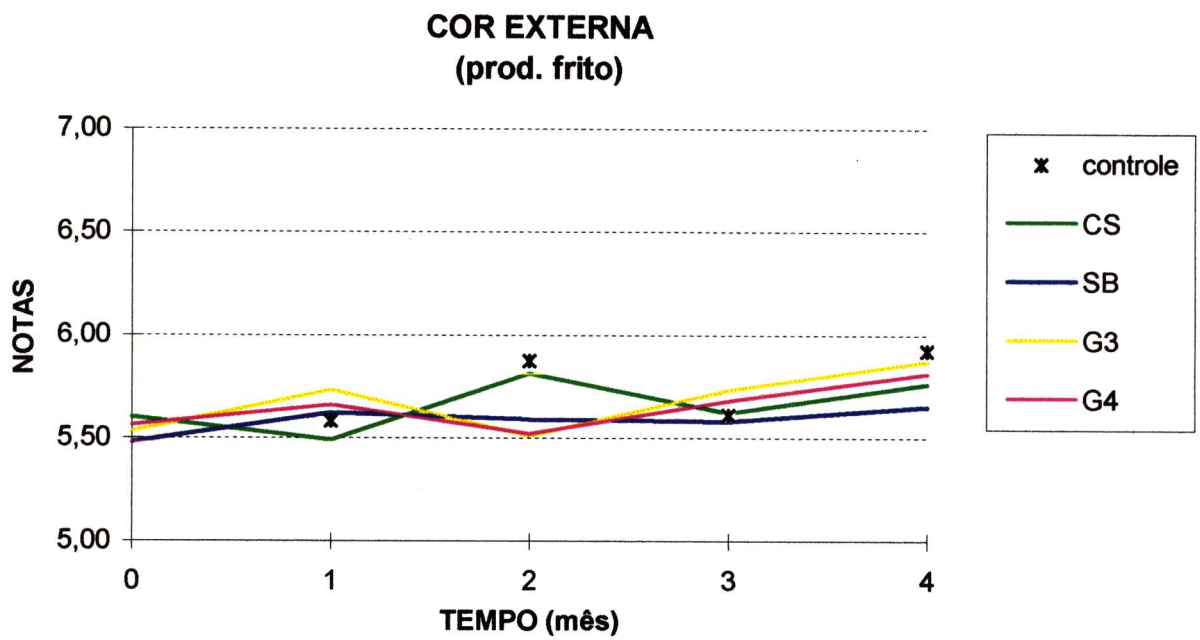


Figura 12. Evolução da **cor externa** durante a estocagem (-20°C) de filezinho de peito de frango empanado pré-frito/congelado e frito em óleo de soja comercial.

-Oleosidade (Figura 13)

Não foram observadas diferenças significativas para este atributo com relação ao tempo de estocagem e ao padrão.

Os baixos valores obtidos pela análise das amostras, com relação à oleosidade do produto frito, indicam que as condições de fritura adotadas foram propícias.

Este atributo não é dependente do tempo de estocagem do produto, já que não se observaram alterações significativas durante o período de avaliação.

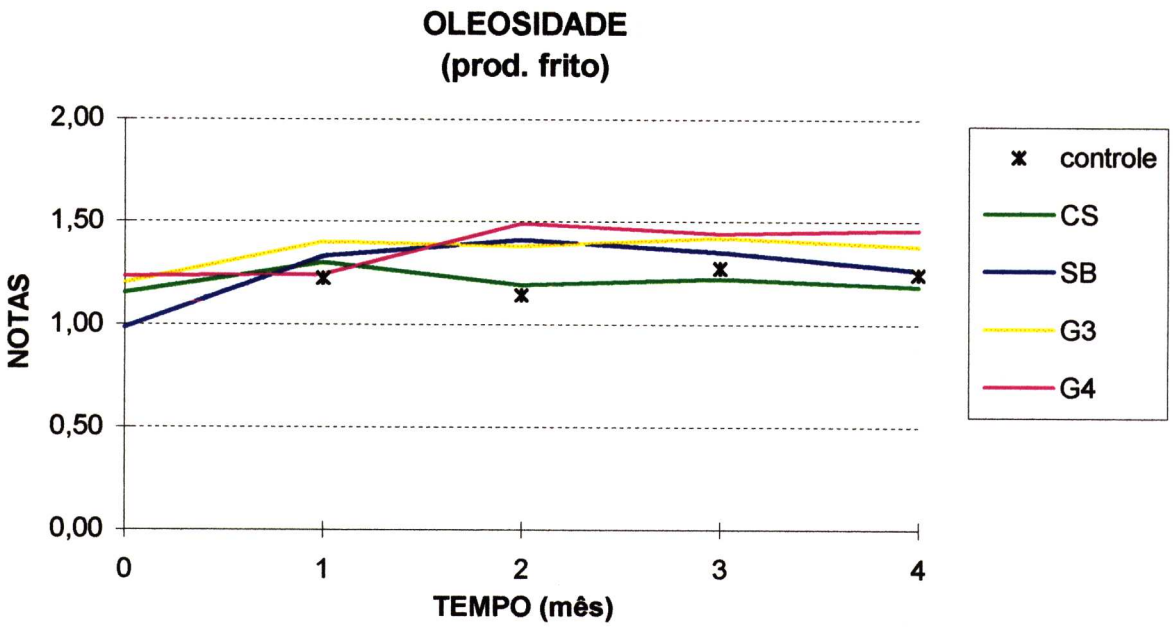


Figura 13. Evolução da **oleosidade** durante a estocagem (-20°C) de filezinho de peito de frango empanado pré-frito/congelado e frito em óleo de soja comercial.

-Odor de Gordura Hidrogenada (Figura 14)

Os valores obtidos não apresentaram diferença significativa em nenhum caso durante o período de estocagem.

As notas de odor de gordura hidrogenada nos empanados fritos foram maiores do que as avaliadas nos produtos pré-fritos e congelados, revelando menor dificuldade de avaliação deste atributo nesta condição.

Confirmando observações anteriores, as amostras CS demonstraram maior neutralidade, visto que suas notas foram sempre inferiores às outras.

As notas indicaram uma ligeira tendência de intensificação da percepção do atributo no decorrer da estocagem.

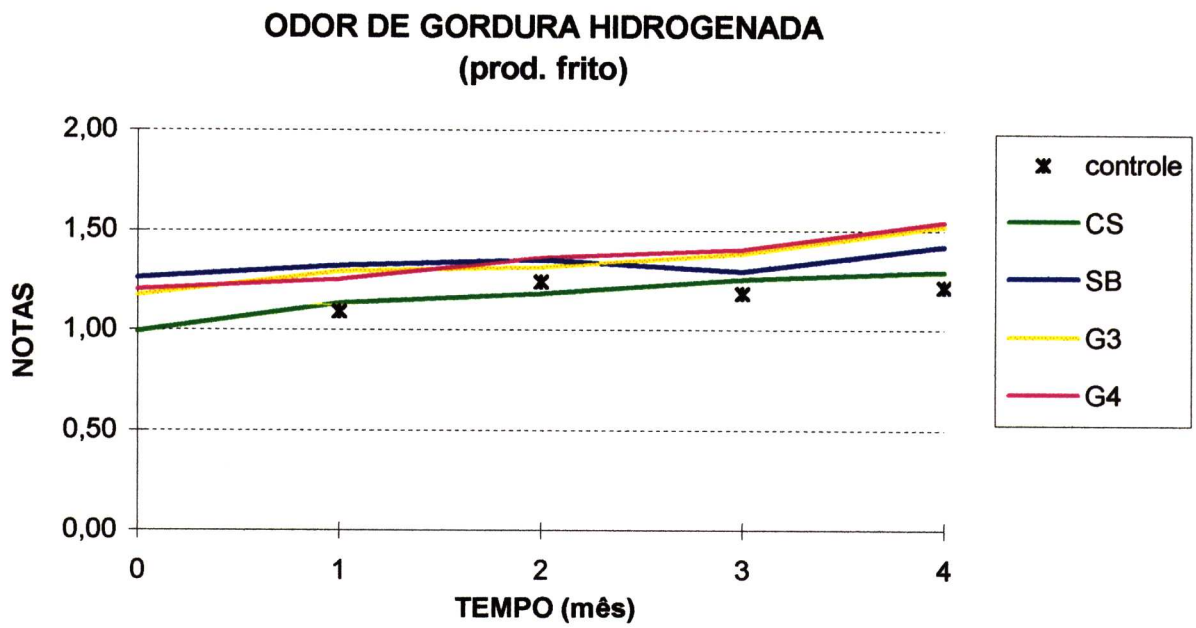


Figura 14. Evolução do **odor de gordura hidrogenada** durante a estocagem (-20°C) de filezinho de peito de frango empanado pré-frito/congelado e frito em óleo de soja comercial.

-Odor de Fritura (Figura 15)

As notas de intensidade de odor de fritura nas amostras totalmente fritas foram superiores àquelas obtidas para os produtos congelados, como já era esperado. Não foi observada diferença significativa entre as gorduras em todo o período.

Em geral, as amostras foram caracterizadas por um decréscimo de sua nota de odor de fritura ao final dos 4 meses de estocagem, indicando que durante a estocagem pode existir a formação de compostos de degradação nos empanados que podem mascarar este odor e que são identificados no atributo rançoso.

A redução do odor de fritura no produto totalmente frito durante a estocagem foi menos pronunciada do que a observada para o produto apenas pré-frito.

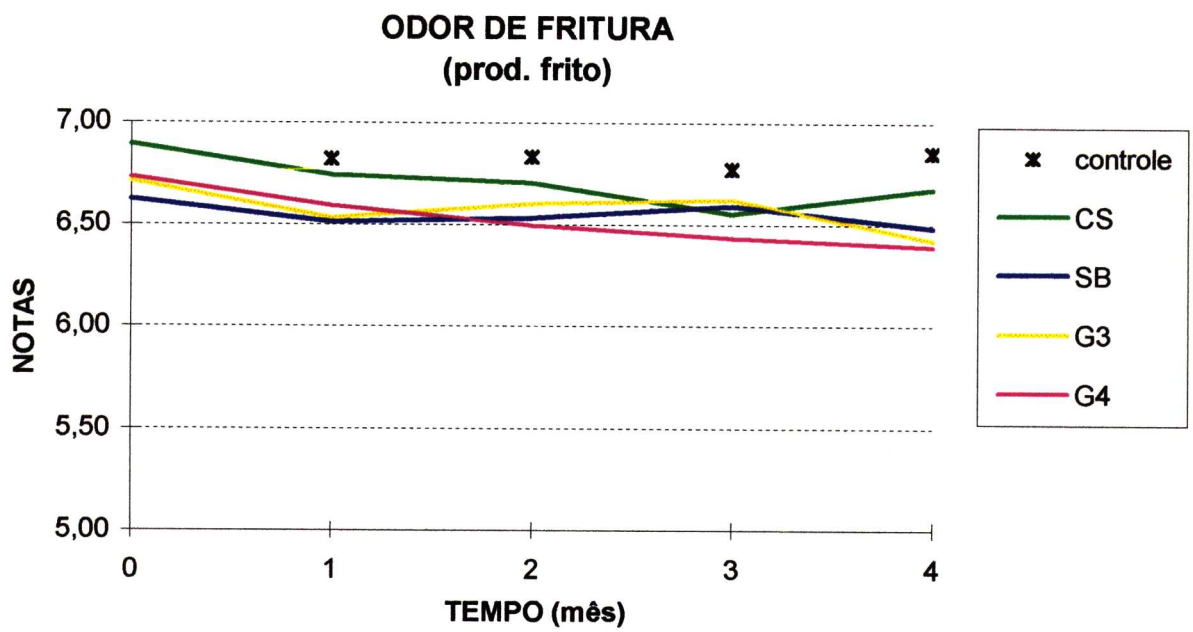


Figura 15. Evolução do **odor de fritura** durante a estocagem (-20°C) de filezinho de peito de frango empanado pré-frito/congelado e frito em óleo de soja comercial.

-Odor Rançoso (Tabela 11)

Os valores deste atributo em produtos totalmente fritos foram menores do que os encontrados nos produtos pré-fritos e congelados, confirmando que a percepção deste atributo é mais difícil em produtos recém fritos, cujos compostos voláteis característicos de ranço foram diluídos no óleo da fritura.

No decorrer da estocagem, a amostra CS apresentou a menor média de intensidade de odor rançoso, principalmente a partir do mês 3, da mesma forma como havia sido observado nos produtos pré-fritos, sem contudo haver diferença significativa entre as amostras.

Tabela 11. Resultados do atributo odor rançoso do produto frito[1].

Odor Rançoso	Controle	CS	SB	G-3	G-4
Tempo = 0	---	0,06a	0,10a	0,08a	0,10a
Tempo = 1 mês	0,07a	0,10a	0,12a	0,10a	0,12a
Tempo = 2 meses	0,06a	0,08a	0,15a	0,18a	0,11a
Tempo = 3 meses	0,06a	0,11a	0,17a	0,18a	0,15a
Tempo = 4 meses	0,08a	0,16a	0,24a	0,25a	0,29a

[1]Em uma mesma linha, médias com letras em comum indicam amostras que não diferem significativamente ($p<0,05$) entre si.

-Sabor de Gordura Hidrogenada (Figura 16)

As amostras apresentaram notas baixas de sabor de gordura hidrogenada, mostrando que este atributo teve pouca variação durante a estocagem das mesmas.

As amostras CS foram as menos pontuadas, demonstrando maior neutralidade com relação a este atributo.

As maiores diferenças de intensidade determinadas, especialmente entre CS e SB, foram não significativas.

Houve estabilidade das notas, que mais uma vez indicou que este atributo não é um parâmetro adequado para acompanhar a estocagem.

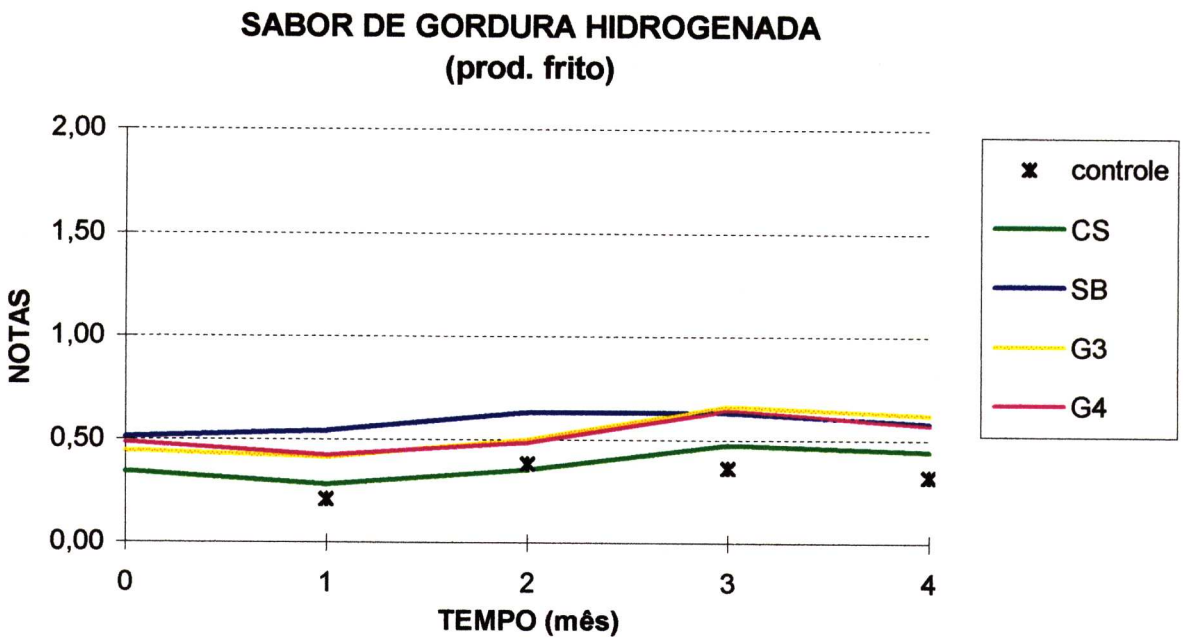


Figura 16. Evolução **do sabor de gordura hidrogenada** durante a estocagem (-20°C) de filezinho de peito de frango empanado pré-frito/congelado e frito em óleo de soja comercial.

-Sabor de Fritura (Figura 17)

Durante a estocagem não foram observadas diferenças significativas entre os produtos processados nas gorduras do teste, porém no 4º mês, houve diferenças significativas entre produtos elaborados com gorduras de soja e o Controle, embora não existisse diferença com amostras pré-fritas em CS.

As amostras apresentaram queda na intensidade de sabor de fritura durante o período de estocagem. A redução do sabor de fritura foi mais acentuada do que a observada no odor de fritura do produto frito, mostrando que os compostos formados durante a estocagem têm maior influência sobre o sabor do que sobre o odor de fritura.

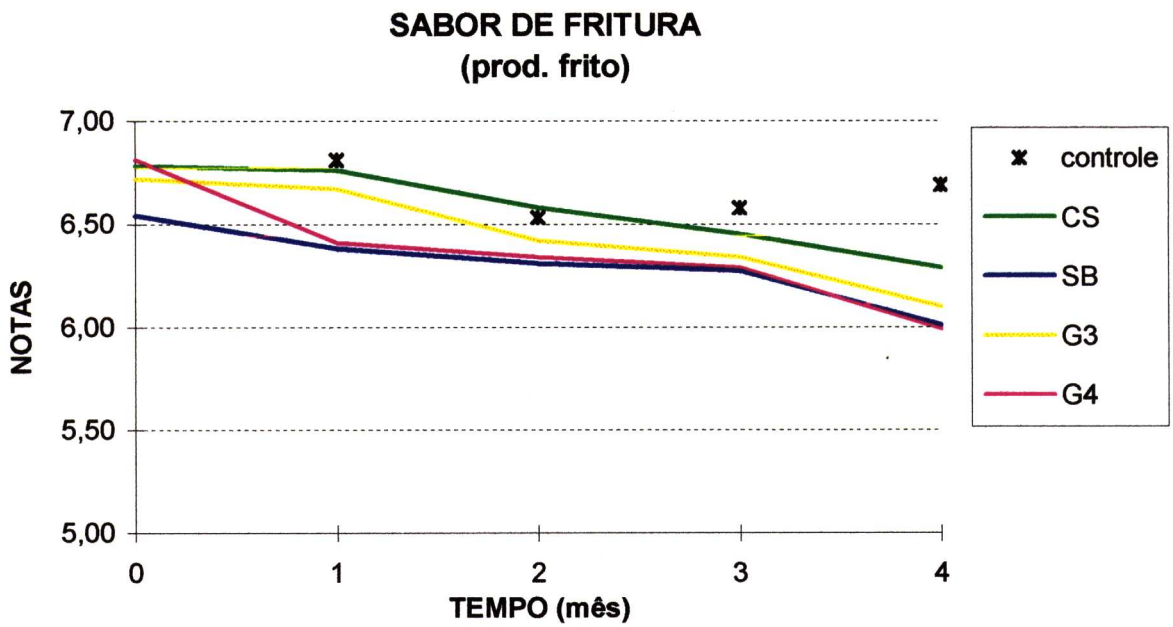


Figura 17. Evolução do **sabor de fritura** durante a estocagem (-20°C) de filezinho de peito de frango empanado pré-frito/congelado e frito em óleo de soja comercial.

-Sabor Rançoso (Figura 18)

A partir do 2º mês foram detectadas diferenças significativas entre as amostras pré-fritas em gorduras de soja (SB, G3 e G4) e as Controle, porém no 4º mês todas amostras mostraram diferenças significativas em relação ao Controle e nenhuma diferença entre elas, inclusive a de algodão.

No decorrer da estocagem, a amostra CS apresentou a menor média de intensidade de sabor rançoso, enquanto que G3 obteve a melhor média dos produtos feitos com gordura de soja.

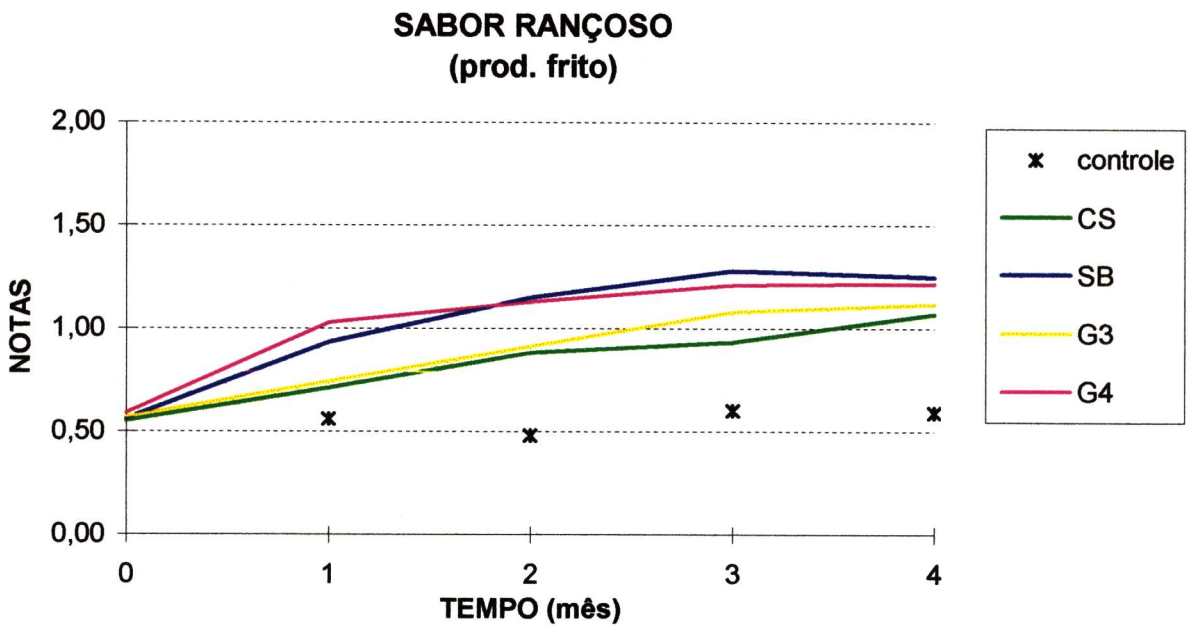


Figura 18. Evolução do **sabor rançoso** durante a estocagem (-20°C) de filezinho de peito de frango empanado pré-frito/congelado e frito em óleo de soja comercial.

4.3.3 – GRÁFICOS-ESTRELA

Para maior compreensão e facilitar a interpretação dos resultados durante o armazenamento das amostras, temos nas Figuras 19 a 22 as representações gráficas (gráficos-estrela) com os resultados da análise descritiva quantitativa de cada uma das amostras no tempo inicial (To) e após 4 meses (Tf).

Desta forma, fica claramente demonstrado que, durante a estocagem, os atributos 5 (odor rançoso) do produto pré-frito/congelado e 13 (sabor rançoso) do produto frito mostraram as maiores variações em todas as amostras. Igualmente, o atributo diferencial entre os produtos pré-fritos em gordura de algodão e soja é a cor externa.

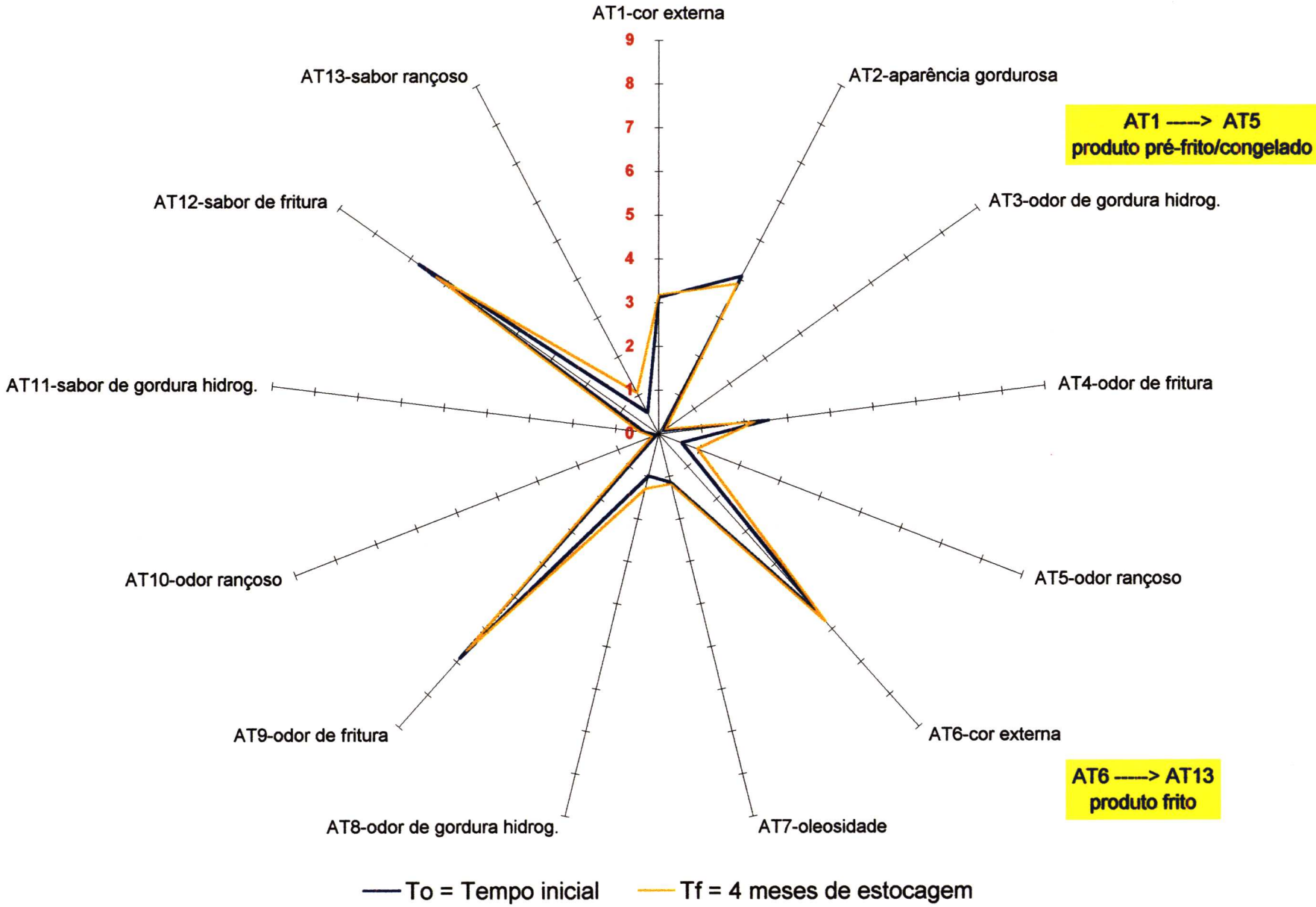


Figura 19. Gráfico-estrela dos atributos sensoriais de filezinhos de frango empanados e pré-fritos em gordura CS.

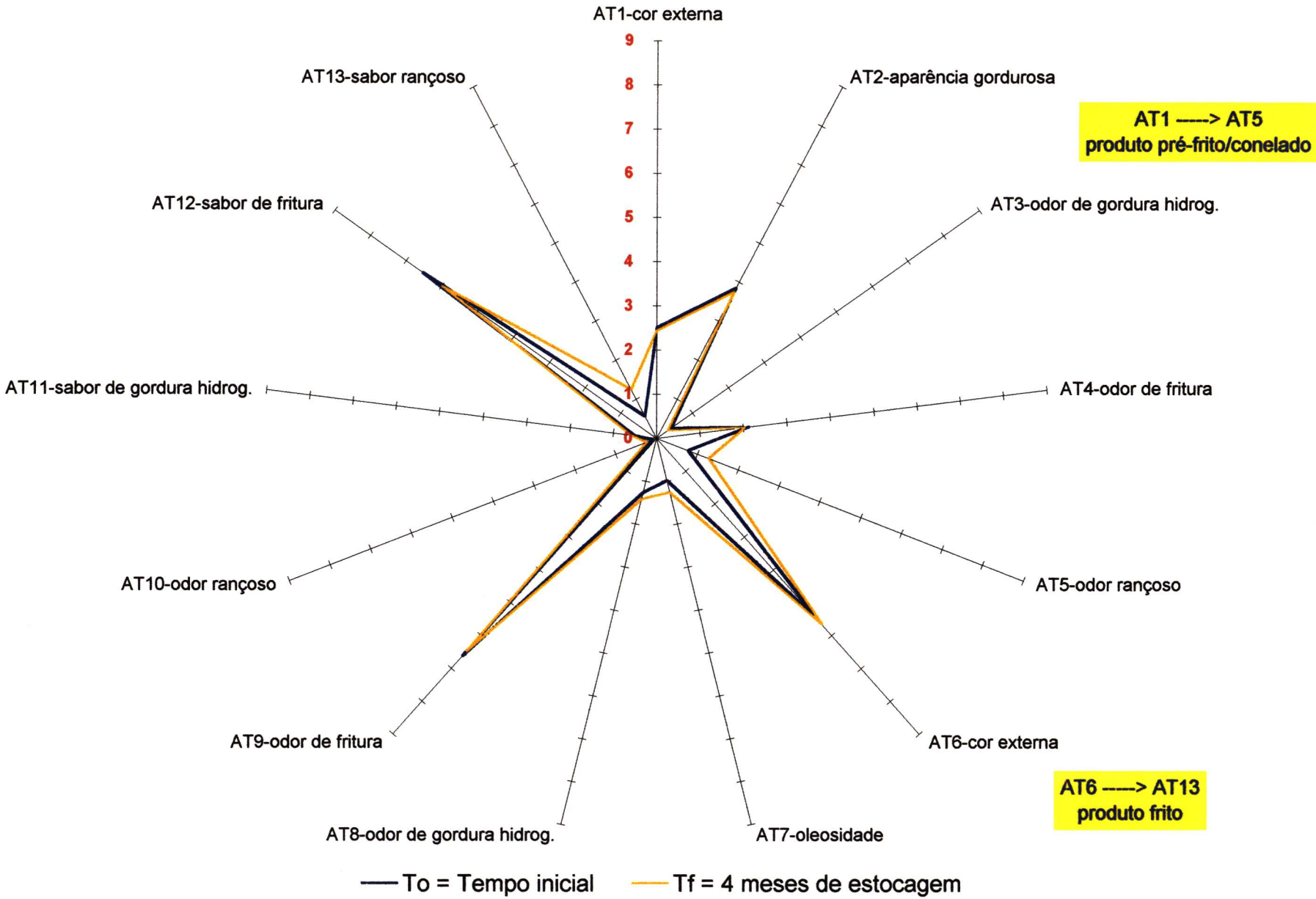


Figura 20. Gráfico-estrela dos atributos sensoriais de filezinhos de frango empanados e pré-fritos em gordura SB.

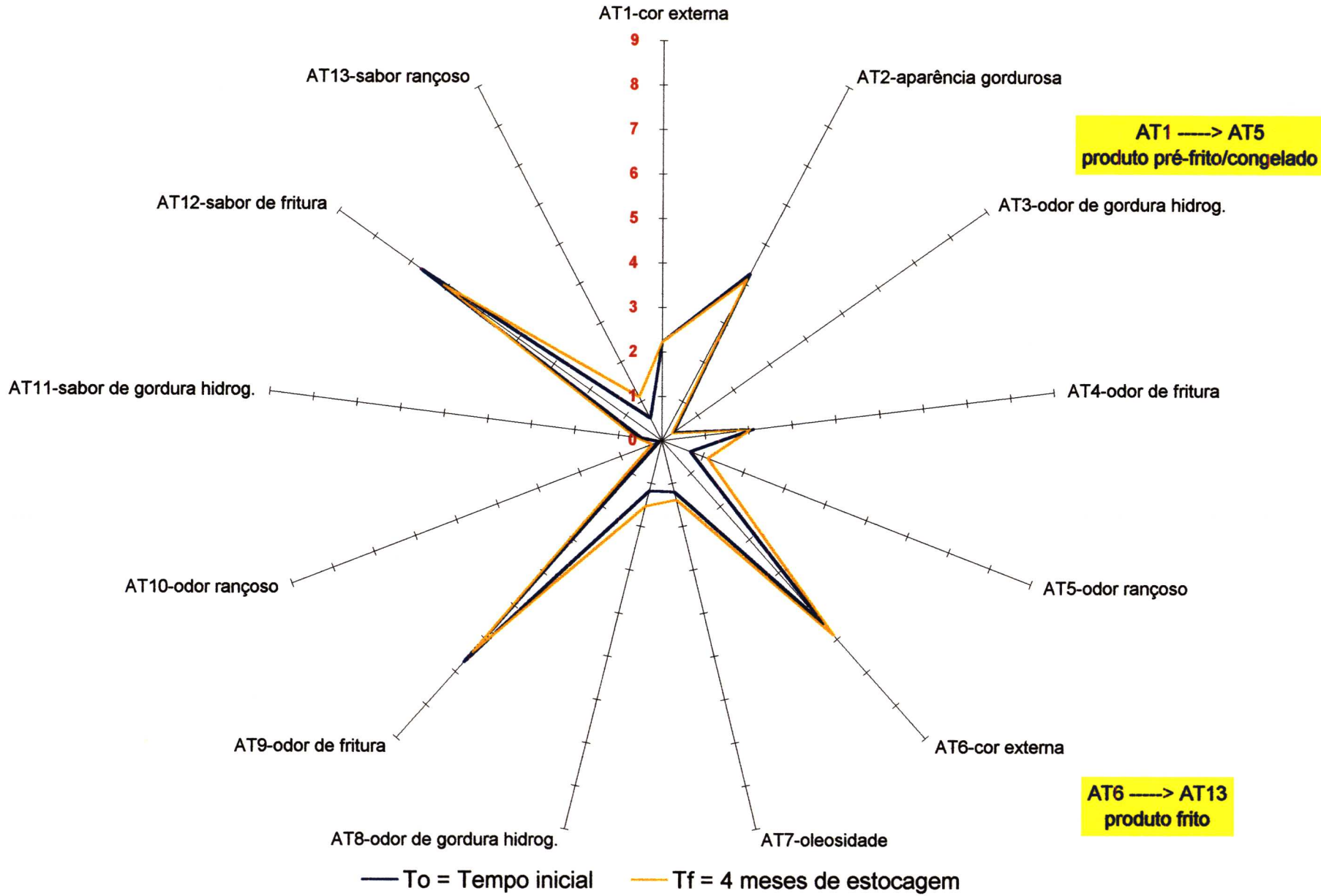


Figura 21. Gráfico-estrela dos atributos sensoriais de filezinhos de frango empanados e pré-fritos em gordura G3.

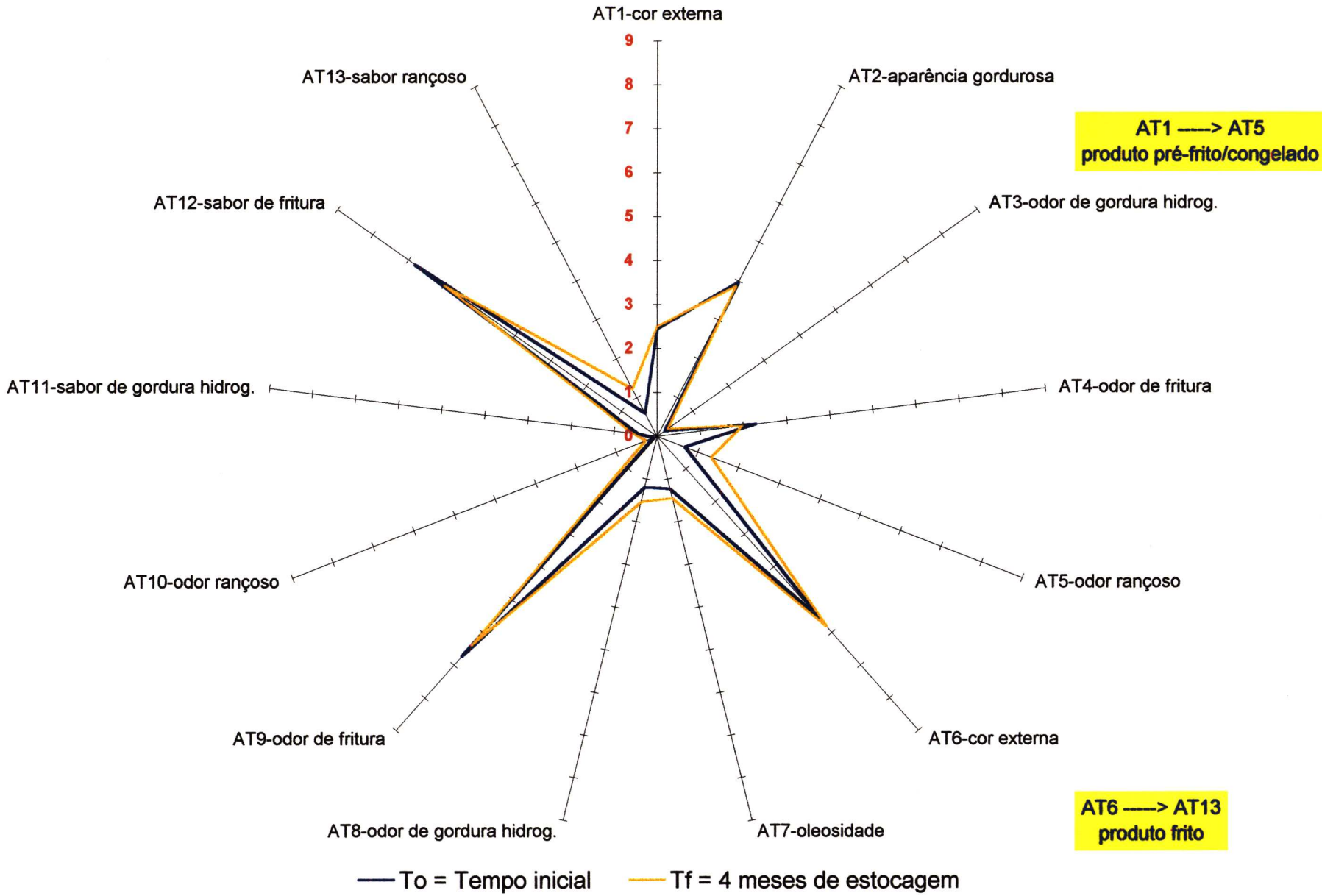


Figura 22. Gráfico-estrela dos atributos sensoriais de filezinhos de frango empanados e pré-fritos em gordura G4.

5 - CONCLUSÕES

Verificou-se que a partir de matéria-prima óleo de soja clarificado de boa qualidade, por hidrogenação parcial, pode-se produzir gorduras com características físico-químicas similares e estabilidade oxidativa igual ou superior às da gordura de algodão parcialmente hidrogenada.

A qualidade das gorduras de soja parcialmente hidrogenadas na pré-fritura contínua foi muito similar às gorduras de algodão e soja do mercado.

Na utilização intermitente das gorduras em pré-fritura, a gordura de algodão mostrou um desempenho ligeiramente superior ao das gorduras de soja.

Durante a estocagem por 4 meses dos produtos pré-fritos, com exceção da cor, nenhum dos atributos sensoriais foi afetado pela utilização de gordura de soja parcialmente hidrogenada. A cor dos produtos pré-fritos em gordura de algodão parcialmente hidrogenada foi mais escura do que aqueles para os quais utilizou-se gorduras de soja parcialmente hidrogenadas.

Nos produtos fritos (recém feitos e avaliados), os atributos sensoriais não foram afetados pela utilização de gordura de soja parcialmente hidrogenada para a pré-fritura, excetuando-se o sabor rançoso.

O sabor rançoso parece ser o fator limitante nos produtos pré-fritos/congelados e posteriormente fritos, podendo ser utilizado como critério para verificação da qualidade deste produtos.

A qualidade sensorial e a vida útil dos produtos não foram afetadas pelo uso de gordura de soja parcialmente hidrogenada.

Com as matérias-primas, processos e produtos utilizados neste trabalho, fica comprovado que é possível a utilização de gordura de soja parcialmente hidrogenada, em substituição às de algodão, na pré-fritura de produtos empanados.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1) AKOH, C.C. Fat replacers: present and future. In: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO LATINOAMERICANA SOBRE PROCESSAMENTO DE ÓLEOS E GORDURAS, 6. 1995, Campinas. Anais. Campinas: SBOG/UNICAMP, 1995. p.83-94.

2) ALLEN, R.R. Hydrogenation. In: SWERN, D. Bailey's Industrial Oil and Fat Products., 4ªed. New York.: John Wiley & Sons, 1982. Vol. 2, p.1-95.

3) ALLEN, R.R.; WU, C.M. ; CHANG, S.M. Volatile flavour compounds developed during hydrogenation of soybean oil. In: MIN, D.B. & SMOUSE, T.H. eds. Flavour Chemistry of Lipid Foods. Champaign: AOCS, 1989. p. 237-241.

4) ANON. Mudanças e tendências no mercado de gordura vegetal hidrogenada. Óleos & Grãos, São Paulo, v.21, p.12-14, nov/dez, 1994.

5) ANTUNES, A.J. Efeito dos ácidos graxos livres sobre a estabilidade, paladar e ponto de fumaça de óleos e gorduras comestíveis. Campinas, 1971. 45p. Tese (Mestre em Tecnologia de alimentos) - Faculdade de Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

6) AOCS. Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society. 4. ed. Champaign: AOCS, 1994.

7) ASBRIDGE, D.D. Soybeans vs. other vegetable oils as a source of edible oil products. In: ERICKSON, D.R. ed. Practical Handbook of Soybean Processing and Utilization. Champaign: AOCS, 1995. p.1-8.

8) ATIL, O. - Food and non-food uses of palm oil. In: MALAYSIAN PALM OIL SEMINAR. 1991, Caracas, Venezuela. p.1-5.

9) BENDER, A.E. Snacks and fast foods. In: VARELA, G.; BENDER, A.E.; MORTON, I.D. eds. Frying of Food: principles, changes, new approaches. Chichester: Ellis Horwood, 1988. p.185-190.

10) BERGER, K.G. The practice of frying. Porim Technology, Kuala Lumpur, v.9, n.5, p.1-34, May, 1984.

11) BLUMENTHAL, M.M. & STIER, R.F. Optimization of deep-frying operations. Trends in Food Science & Technology, London, v.2, n.6, p.144-148, June, 1991.

12) BLUMENTHAL, M.M. Una nueva perspectiva en la quimica y fisica de las frituras por inmersión. Alimentaria, Madrid, n. 225, p.65-70, Sept., 1991.

13) BROOKS, D.D. Deep-fat frying: some perspectives on a simple process. Inform, Champaign, v.2, n.12, p.1091-1095, Dec., 1991.

14) CARR, R.A. Degumming and refining practices in the US. J. Am. Oil Chem. Soc., Champaign, v.53, n.6, p.347-352, June, 1976.

15) CARR, R.A. Development of deep-frying fats. Food Technol., Chicago, v.45, n.2, p.95-96, Feb., 1991.

16) CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. Codex Alimentarius for edible fats and oils. Joint FAO/WHO, Food Standards Programme, Rome,. v.11, p. 6, 1989.

17) DeFOUW, C.L.; ZABIK, M.E.; GRAY, J.I. Fractionated edible beef tallow as a deep-fat frying medium for French fries. J. Food Sci., v.46, n.2, p.452-456, Mar/Apr., 1981.

18) DOBARGANES, M.C. & PÉRES-CAMINO, M.C. Frying process: selection of fats and quality control. In: INTERNATIONAL MEETING ON FATS & OILS TECHNOLOGY

SYMPOSIUM AND EXHIBITION. 1991, Campinas. Proceedings. Campinas: Unicamp/GTZ, 1991. p. 58-66.

19) DOBARGANES, M.C.; MÁRQUEZ-RUIZ, G.; PÉRES-CAMINO, M.C. Thermal stability and frying performance of genetically modified sunflower seed (Helianthus annuus L.) oils. J. Agric. Food Chem., v.41, n.4, p.678-681, April, 1993.

20) DOBARGANES, M.C. Fritura industrial de alimentos. In: SEMINÁRIO SBOG-UNICAMP. 1994, Campinas. 45 p.

21) EDVARDSSON, J. & IRANDOUST, S. Hydrogenation plants. J. Am. Oil Chem. Soc., v.71, n.3 , p.235-242, Mar., 1974.

22) ERICKSON, D.R. Soybean oil: update on number one. J. Am. Oil Chem. Soc., Champaign, v.60, n.2, p.303A-308A, Feb., 1983.

23) ERICKSON, D.R. Links between unit processes in soybean refining - pay me now or pay me later. In: INTERNATIONAL MEETING ON FATS & OILS TECHNOLOGY SYMPOSIUM AND EXHIBITION. 1991, Campinas. Proceedings. Campinas: Unicamp/GTZ, 1991. p. 67-69.

24) ERICKSON, D.R. Neutralization. IN: ERICKSON, D.R. ed. Practical Handbook of Soybean Processing and Utilization. Champaign: AOCS, 1995a. p.184-202.

25) ERICKSON, D.R. Bleaching/adsorption treatment. IN: ERICKSON, D.R. ed. Practical Handbook of Soybean Processing and Utilization. Champaign: AOCS, 1995b. p.203-217.

26) ERICKSON, D.R. & ERICKSON, M.D. Hydrogenation and base stock formulation procedures. IN: ERICKSON, D.R. ed. Practical Handbook of Soybean Processing and Utilization. Champaign: AOCS, 1995. p.218-238.

27) EVANS, C.D.; WARNER, K.; LIST, G.R.; COWAN, J.C. Room odor evaluation of oils and cooking fats. J. Am. Oil Chem. Soc., Champaign, v.49, n.10, p.578-582, Oct., 1972.

28) FRANK, J.; GEIL, J.V.; FREASO, R. Automatic determination of oxidation stability of oil and fatty products. Food Technol., Chicago, v.36, n.6, p.71-76, June, 1982.

29) FRANKEL, E.N. & HUANG, S.-W. Improving the oxidative stability of polyunsaturated vegetable oils by blending with high-oleic sunflower oil. J. Am. Oil Chem. Soc., Champaign, v.71, n.3, p.255-259, Mar., 1994.

30) FRITSCH, C.W. Measurements of frying fat deterioration: a brief review. J. Am. Oil Chem. Soc., Champaign, v.58, n.3, p.272-274, Mar., 1981.

31) GAVIN, A.M. Deodorization and finished oil handling. J.Am. Oil Chem. Soc., Champaign, v.58, n.3, p.175-184, Mar., 1981.

32) GUPTA, M.K. Processing to improve soybean oil quality. Inform, Champaign, v.4, n.11, p.1267-1272, Nov., 1993.

33) HAUMANN, B.F. Fast foods: trends in frying fat usage. J.Am. Oil Chem. Soc., Champaign, v.64, n.6, p.789-795, June, 1987.

34) HAUMANN, B.F. Renderers give new life to waste restaurant fats. Inform, Champaign, v.1, n.8, p.722-725, Aug., 1990.

35) HAUMANN, B.F. The goal: tastier and 'healthier' fried foods. Inform, Champaign, v.7, n.4, p.320-334, Apr., 1996.

36) HAWRYSH, Z.J.; ERIN, M.K.; KIM, S.S.; HARDIN, R.T. Sensory and chemical stability of tortilla chips fried in canola oil, corn oil, and partially hydrogenated soybean oil. J. Am. Oil Chem. Soc., Champaign, v.72, n.10, p.1123-1130, Oct., 1995.

37) HELLÍN, L.C. & CLAUSELL, M.P.R. Incidencia de la fritura en la composición de la fraccion lipidica de diversos aperitivos de consumo generalizado en nuestro pais. I. Transformaciones de los aceites durante la fritura. Anales de Bromatologia, Madrid, v.36, n.1, p.5-31, ene., 1984.

38) HENDERSON, J.H. ; ARIAANSZ, R.F.; TAYLOR, D.R.; UNGERMANN, C.B. Effects of bleaching on peroxide value and anisidine value of soybean oil. In: INTERNATIONAL MEETING ON FATS & OILS TECHNOLOGY SYMPOSIUM AND EXHIBITION. 1991, Campinas. Proceedings. Campinas: Unicamp/GTZ, 1991. p. 39-47.

39) HUANG, A.-S.; HSIEH, O.A.-L.; HUANG, C.-L. A comparison of the stability of sunflower oil and corn oil. J. Am. Oil Chem. Soc., Champaign, v.58, n.11, p.997-1001, Nov., 1981.

40) HUNTER, J.E. & APPLEWHITE, T.H. Correction of dietary fat availability estimates for wastage of food service deep-frying fats. J. Am. Oil Chem. Soc., Champaign, v.70, n.6, p.613-617, June, 1993.

41) JAFAR, S. Performance of partially hydrogenated soybean oil vs. palm oil olein during laboratory frying of potatoes and the effect of oils on the flavor and acceptability of potatoes. Knoxville, 1989. Dissertação - Universidade do Tennessee, EUA. Apud: J. Am. Oil Chem. Soc., v.71, n.12, p. 1301-1308, 1994.

42) KEIJBETS, M.J.; EBBENHORST-SELLER, G.; RUISCH, J. Suitability of hydrogenated soybean oils for frying of deep-frozen French fries. J. Am. Oil Chem. Soc., Champaign, v.62, n.4, p.720-724, Apr., 1985.

43) KINARD, D.H. Continuing consolidation reflects changes in technology, use. Inform, Champaign, v.2, n.10, p.870-875, Oct., 1991.

44) KING, C.C. & CAMIRE, M.E. Cottonseed oil as a frying medium. J. Am. Oil Chem. Soc., Champaign, v.66, n.2, p.192-195, Feb., 1989.

45) KING, C.C. & OLEJKO, J. The use of cottonseed oil in vegetable shortenings. Cereal Foods World , St. Paul, v.34, n.3, p.273-275, Mar., 1989.

46) KUN, T.Y. Blending of palm olein with other vegetable oils as a liquid frying oil. In: TECHNICAL SEMINAR ON PALM OIL. 1993, São Paulo. 6p.

47) LIST, G.R.; MOUNTS, T.L.; LANSER, A.C.; HOLLOWAY, R.K. Effect of moisture , microwave heating, and live steam treatment on Phospholipase D activity in soybeans and soyflakes. J. Am. Oil Chem. Soc., Champaign, v.67, n.11, p.867-871, Nov., 1990.

48) LIST, G.R.; MOUNTS, T.L.; LANSER, A.C. Factors promoting the formation of nonhydratable soybean phosphatides. J. Am. Oil Chem. Soc., Champaign, v.69, n.5, p.443-446, May, 1992.

49) McGILL, E.A. The chemistry of frying. Bakers Digest, Chicago, June, p.38-42, 1980.

50) MELTON, S.L.; JAFAR, S.; SYKES, D.; TRIGIANO, M.K. Review of stability measurements for frying oils and fried food flavor. J. Am. Oil Chem. Soc., Champaign, v.71, n.12, p.1301-1308, Dec., 1994.

51) MENSINK, R.P. Effects of fats and oils on risk factors for coronary heart disease. In: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO LATINOAMERICANA SOBRE PROCESSAMENTO DE ÓLEOS E GORDURAS, 6. 1995, Campinas. Anais. Campinas: SBOG/UNICAMP, 1995. p.95-98.

52) MILLER, L.A. & WHITE, P.J. High temperature stabilities of low-linoleate, high-stearate and common soybean oils. J. Am. Oil Chem. Soc., Champaign, v.65, n.8, p.1324-1327, Aug., 1988.

53) MILLER, M. Proper industrial fryer design extends oil life. Inform, Champaign, v.8, n.1, p.726-728, Jan., 1990.

54) MIN, D.B. & SCHWEIZER, D.Q. Lipid oxidation in potato chips. J. Am. Oil Chem. Soc., Champaign, v.60, n.9, p.1662-1665, Sept., 1983.

55) MONFERRER, A. & VILLALTA, J. Aspectos praticos de la fritura. I. Alimentacion-Equipos y Tecnologia, s.l., v.12, n.3, p.87-91, Mar., 1993.

56) MORETTO, E. & BARRERA-ARELLANO, D. Estabilidade oxidativa e comportamento térmico de misturas de oleína de palma e óleos vegetais. Óleos & Grãos, São Paulo, v.23, p.19-21, mar./abr., 1995.

57) MORRISON, W.H.; ROBERTSON, J.A. & BURDICK, D. Effect of deep-fat frying on sunflower oils. J. Am. Oil Chem. Soc., Champaign, v.50, n.11, p.440-442, Nov., 1973.

58) MORTON, I.D. & CHIDLEY, J.E. Methods and equipment in frying. In: VARELA, G.; BENDER, A.E.; MORTON, I.D. eds. Frying of Food: principles, changes, new approaches. Chichester: Ellis Horwood, 1988. p.37-51.

59) MOUNTS, T.L., Hydrogenation practices. In: ERICKSON, D.R.; PRYDE, E.; BREKKE, O.L.; MOUNTS, T. & FALB, R.A. eds. Handbook of Soy Oil Processing and Utilization. Champaign: AOCS, 1980. p. 139- .

60) MOUSTAFA, A. Salad oil, mayonnaise, and salad dressings. In: ERICKSON, D.R. ed. Practical Handbook of Soybean Processing and Utilization. Champaign: AOCS, 1995. p.314-338.

61) MOUSTAFA, A. Consumer and industrial margarines. In: ERICKSON, D.R. eds. Practical Handbook of Soybean Processing and Utilization. Champaign: AOCS, 1995. p.339-362.

62) MUSTAKAS, G.C. Recovery of oil from soybeans. In: ERICKSON, D.R.; PRYDE, E.; BREKKE, O.L.; MOUNTS, T. & FALB, R.A. eds. Handbook of Soy Oil Processing and Utilization. Champaign: AOCS, 1980. p. 49-66.

63) O'BRIEN, R.D. Soybean oil products utilization: shortenings. In: ERICKSON, D.R. ed. Practical Handbook of Soybean Processing and Utilization. Champaign: AOCS, 1995. p.363-379.

64) O'DONNELL, C.D. Fats and oils: forces in fried food quality. Prepared Foods, Des Plaines, Oct., p.77-78, 1995.

65) ORTHOEFER, F.T. Oil use in the food service industry. J. Am. Oil Chem. Soc., Champaign, v.64, n.6, p.795-799, June, 1987.

66) PARRA, C.D. O&G analisa gorduras hidrogenadas para frituras. Óleos & Grãos, São Paulo, v.22, p.5-12, jan./fev., 1995.

67) PATTERSON, H.B.W. Hydrogenation plant. In: PATTERSON, H.B.W. Hydrogenation of Fats and Oils. London: Applied Science Publishers Ltd., 1983. p.58-97.

68) PELAEZ-ALVAREZ, V.M.; SZMRECSÁNYI, T.; TANGO, J.S. Determinants of technological innovation in the shortening industry. In: INTERNATIONAL MEETING ON FATS & OILS TECHNOLOGY SYMPOSIUM AND EXHIBITION. 1991, Campinas. Proceedings. Campinas: Unicamp/GTZ, 1991. p.129-137.

69) PÉREZ-CAMINO, M.C.; MÁRQUES-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 , Sevilla, v.39, n.2, p.72-76, Feb., 1988.

70) PÉREZ-CAMINO, M.C.; MÁRQUES-RUIZ, G.; RUIZ-MÉNDEZ, M.V.; DOBARGANES, M.C. Lipid changes during frying of frozen prefried foods. J. Food Sci., Chicago, v.56, n.6, p.1644-1650, 1991.

71) PIKE, M. Growth in importance of palm oil in the 1970s. In: HAMILTON, R.J. & BHATI, A. eds. Fats and Oils: chemistry and technology. London: Applied Science Publishers Ltd., 1980. p. 215-248.

72) PODMORE, J. Controlling quality in an edible oil refinery. Inform, Champaign, v.3, n.3, p.317-323, Mar., 1992.

73) POKORNY, J. Effect of substrates on changes of fats and oils during frying. Riv. Ital. Sostanze Grasse, Milano, v.57, n.3, p.222-225, mar., 1980.

74) POZO-DÍEZ, R.M. Estudio del processo de fritura de alimentos y congelados prefritos. Comportamiento del aceite de semilla de girasol de alto contenido en acido oleico. Alcalá de Henares, 1995. Tese (Doutor em Farmácia) - Facultad de Farmacia - Universidad de Alcalá de Henares. Apud: JORGE, N. Estudo do comportamento do óleo de girassol e do efeito do dimetil polisiloxano em termoxidação e frituras. Campinas, 1996. Tese (Doutor em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos – UNICAMP.

75) PRYDE, E.H. Composition of soybean oil. In: ERICKSON, D.R.; PRYDE, E.; BREKKE, O.L.; MOUNTS, T. & FALB, R.A. Handbook of Soy Oil Processing and Utilization. Champaign: AOCS, 1980. p.13-32.

76) PURDY, H. High oleic sunflower: physical and chemical characteristics. J. Am. Oil Chem. Soc., v.63, n.8, p.1062-1066, Aug., 1986.

77) ROBERTSON, J.A. & MORRISON, W.H. Effect of heat and frying on sunflower oil stability. J. Am. Oil Chem. Soc., Champaign, v.54, n.2, p.77A-81A, Feb., 1977.

78) ROHR, R. Oportunidades, perspectivas e incentivos na indústria brasileira de óleos e gorduras. In: SEMINÁRIO SOBRE O DESENVOLVIMENTO DA PARCERIA ENTRE O BRASIL E A MALÁSIA ATRAVÉS DO INVESTIMENTO NA INDÚSTRIA DO ÓLEO DE PALMA. São Paulo, 1996.

79) SAKATA, M.; TAKAHASHI, Y.; SONEHARA, M. Quality of fried foods with palm oil. J. Am. Oil Chem. Soc., Champaign, v.62, n.2, p.449-454, Feb., 1985.

80) SAS INSTITUTE INC. SAS user's guide, Version 6.03 edition. Cary, NC, SAS Institute Inc., 1992.

81) SEBÉDIO, J.-L.; BONPUNT, A.; GRANDGIRARD, A.; PREVOST, J. Deep fat frying of frozen prefried French fries: influence of the amount of linolenic acid in the frying medium. J. Agri. Food Chem., Washington, v.38, n.9, p.1862-1867, Sept., 1990.

82) SMITH, L.M.; CLIFFORD, A.J.; HAMBLIN, C.L.; CREVELING, R.K. Changes in physical and chemical properties of shortenings used for commercial deep-fat frying. J. Am. Oil Chem. Soc., Champaign, v.63, n.8, p.1017-1023, Aug., 1986.

83) SOYATECH. 95-96. Soya bluebook plus: the annual directory of the world oilseed industry. Bar Habor, EUA, 1996. p.228-256.

84) STEVENSON, S.G.; VAISEY-GENSER, M.; ESKIN, N.A.M. Quality control in the use of deep frying oils. J. Am. Oil Chem. Soc., Champaign, v.61, n.6, p.1102-1108, June, 1984.

85) STONE, H.; SIDEL, J.L.; OLIVER, S.; WOOLSEY, A.; SINGLETON, R.C. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. Food Technol., Chicago, v.28, n.11, p.24-34, Nov., 1974.

86) STONE, H. & SIDEL, J.L. Sensory evaluation practices. 2ª ed. San Diego: Academic Press, Inc, 1993. 311p.

87) TOMA, R.B.; LEUNG, H.K.; AUGUSTIN, J. & IRITANI, W.N. Quality of French fried potatoes as affected by surface freezing and specific gravity of raw potatoes. J. Food Sci., Chicago, v.51, n.5, p.1213-1217, Sept./Oct., 1986.

88) TRAITLER, H. & DIEFFENBACHER, A. Palm oil and palm kernel oil in food products. J. Am. Oil Chem. Soc., Champaign, v.62, n.2, p.417-421, Feb., 1985.

89) TYAGI, V.K. & VASISHTHA, A.K. Changes in the characteristics and composition of oils during deep-fat frying. J. Am. Oil Chem. Soc., Champaign, v.73, n.4, p.499-506, Apr., 1996.

90) WARNER, K.; FRANKEL, E.N.; MOULTON, K.J. Evaluation of crude oil to predict the quality of soybean oil. J. Am. Oil Chem. Soc., Champaign, v.65, n.3, p.386-391, Mar., 1988.

91) WARNER, K.; ORR, P.; PARROT, L.; GLYNN, M. Effects of frying oils composition on potato chips stability. J. Am. Oil Chem. Soc., Champaign, v.71, n.11, p.1117-1121, Nov., 1994.

92) WEISS, T.J. Frying shortenings and their utilization. In: WEISS, T.J. Food Oils and their Uses. 2ª ed. Chichester: Ellis Horwood Ltd.., 1983. p. 157-180.

93) WHITE, P.J. Métodos para medir los cambios en los aceites de fritura por inmersión en grasas. Alimentaria, Madrid, n. 225, p.81-87, Sept., 1991.

94) WIEDERMANN, L.H. Degumming, refining and bleaching soybean oil. J. Am. Oil Chem. Soc., Champaign, v.58, n.3, p.159-165, Mar., 1981.

95) WOERFEL, J.B. Extraction. In: ERICKSON, D.R. ed. Practical Handbook of Soybean Processing and Utilization. Champaign: AOCS, 1995. p. 65-92.

96) YATES, R.A. & CALDWELL, J.D. Adsorptive capacity of active filter aids for used cooking oil. J. Am. Oil Chem. Soc., Champaign, v.69, n.9, p.894-897, Sept., 1992.

97) YOUNG, V. Processing of oils and fats. In: HAMILTON, R.J. & BHATI, A. Fats and Oils: Chemistry and Technology, 1980. p.135-165.

98) ZEHNDER, C.T. Deodorization 1975. J. Am. Oil Chem. Soc , Champaign, v.53, n.6, p.364-369, June, 1976.

99) ZEHNDER, C.T. Deodorization. In: ERICKSON, D.R. ed. Practical Handbook of Soybean Processing and Utilization. Champaign: AOCS, 1995. p. 239-257.

100) ZHANG, W.B. & ADDIS, P.B. Evaluation of frying oil filtration systems. J. Food Sci., Chicago, v.57, n.3, p.651-654, Mar., 1992.

ANEXO

Tempo = 0 [1]

Atributo	Produto	CS	SB	G3	G4
Cor Externa	Pré-frito	3,12a	2,51b	2,22b	2,45b
Aparência Gordurosa	Pré-frito	4,08ab	3,85b	4,25a	3,97ab
Odor de Gordura Hidrogenada	Pré-frito	0,13a	0,40a	0,31a	0,21a
Odor de Fritura	Pré-frito	2,55a	2,12b	2,10b	2,28ab
Odor Rançoso	Pré-frito	0,57a	0,78a	0,69a	0,68a
Cor Externa	Frito	5,60a	5,48a	5,53a	5,56a
Oleosidade	Frito	1,15a	0,98a	1,20a	1,23a
Odor de Gordura Hidrogenada	Frito	0,99a	1,26a	1,17a	1,20a
Odor de Fritura	Frito	6,89a	6,62a	6,71a	6,73a
Odor Rançoso	Frito	0,06a	0,10a	0,08a	0,10a
Sabor de Gordura Hidrogenada	Frito	0,34a	0,51a	0,48a	0,44a
Sabor de Fritura	Frito	6,78a	6,54a	6,72a	6,81a
Sabor Rançoso	Frito	0,55a	0,56a	0,57a	0,59a

[1]Em uma mesma linha, médias com letras em comum indicam amostras que não diferem significativamente ($p<0,05$) entre si.

Tempo = 2 meses [1]

Atributo	Produto	Controle	CS	SB	G3	G4
Cor Externa	Pré-frito	3,01a	3,00a	2,49b	2,29b	2,46b
Aparência Gordurosa	Pré-frito	3,81b	4,14ab	3,94b	4,42a	4,04b
Odor de Gordura Hidrogenada	Pré-frito	0,12a	0,12a	0,42a	0,38a	0,31a
Odor de Fritura	Pré-frito	2,64a	2,62a	2,39a	2,46a	2,35a
Odor Rançoso	Pré-frito	0,50a	0,52a	0,81a	0,63a	0,68a
Cor Externa	Frito	5,87a	5,81a	5,59a	5,51a	5,52a
Oleosidade	Frito	1,14a	1,19a	1,41a	1,38a	1,49a
Odor de Gordura Hidrogenada	Frito	1,24a	1,18a	1,35a	1,31a	1,36a
Odor de Fritura	Frito	6,83a	6,70a	6,53a	6,60a	6,49a
Odor Rançoso	Frito	0,06a	0,08a	0,15a	0,18a	0,11a
Sabor de Gordura Hidrogenada	Frito	0,38a	0,35a	0,63a	0,50a	0,48a
Sabor de Fritura	Frito	6,53a	6,58a	6,31a	6,42a	6,34a
Sabor Rançoso	Frito	0,48b	0,88ab	1,15a	0,91a	1,13a

[1]Em uma mesma linha, médias com letras em comum indicam amostras que não diferem significativamente ($p<0,05$) entre si.

Tempo = 3 meses [1]

Atributo	Produto	Controle	CS	SB	G3	G4
Cor Externa	Pré-frito	3,08a	3,19a	2,57b	2,30b	2,49b
Aparência Gordurosa	Pré-frito	4,05ab	3,95b	3,81b	4,38a	3,83b
Odor de Gordura Hidrogenada	Pré-frito	0,16a	0,18a	0,36a	0,29a	0,31a
Odor de Fritura	Pré-frito	2,48a	2,46a	2,16a	2,24a	2,31a
Odor Rançoso	Pré-frito	0,52b	0,88ab	1,06a	0,93ab	1,12a
Cor Externa	Frito	5,61a	5,62a	5,58a	5,73a	5,68a
Oleosidade	Frito	1,27a	1,22a	1,35a	1,42a	1,44a
Odor de Gordura Hidrogenada	Frito	1,18a	1,25a	1,29a	1,38a	1,40a
Odor de Fritura	Frito	6,77a	6,55a	6,59a	6,62a	6,43a
Odor Rançoso	Frito	0,06a	0,11a	0,17a	0,18a	0,15a
Sabor de Gordura Hidrogenada	Frito	0,36a	0,47a	0,63a	0,66a	0,64a
Sabor de Fritura	Frito	6,58a	6,45a	6,27a	6,34a	6,29a
Sabor Rançoso	Frito	0,60b	0,93ab	1,28a	1,08a	1,21a

[1]Em uma mesma linha, médias com letras em comum indicam amostras que não diferem significativamente ($p<0,05$) entre si.

Tempo = 4 meses [1]

Atributo	Produto	Controle	CS	SB	G3	G4
Cor Externa	Pré-frito	3,38a	3,17a	2,45b	2,22b	2,49b
Aparência Gordurosa	Pré-frito	3,74b	3,89ab	3,76b	4,12a	3,88ab
Odor de Gordura Hidrogenada	Pré-frito	0,17a	0,18a	0,31a	0,28a	0,29a
Odor de Fritura	Pré-frito	2,68a	2,25b	2,04b	2,03b	1,98b
Odor Rançoso	Pré-frito	0,55b	0,95ab	1,28a	1,12a	1,33a
Cor Externa	Frito	5,92a	5,76a	5,65a	5,87a	5,81a
Oleosidade	Frito	1,24a	1,18a	1,26a	1,38a	1,46a
Odor de Gordura Hidrogenada	Frito	1,21a	1,29a	1,42a	1,52a	1,54a
Odor de Fritura	Frito	6,85a	6,67a	6,48a	6,42a	6,39a
Odor Rançoso	Frito	0,08a	0,16a	0,24a	0,25a	0,29a
Sabor de Gordura Hidrogenada	Frito	0,32a	0,44a	0,58a	0,62a	0,57a
Sabor de Fritura	Frito	6,69a	6,29ab	6,01b	6,10b	5,99b
Sabor Rançoso	Frito	0,59b	1,07a	1,25a	1,12a	1,22a

[1]Em uma mesma linha, médias com letras em comum indicam amostras que não diferem significativamente ($p<0,05$) entre si.