

## AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICOS E QUÍMICOS NO ESTUDO DA ADULTERAÇÃO DO AZEITE DE OLIVA

Sabria AUED-PIMENTEL\*  
Jorge MANCINI FILHO\*\*  
Elza Schwarz Gastaldo BADOLATO\*  
José Byron de CARVALHO\*

RIALA6/764

AUED-PIMENTEL, S.; MANCINI-FILHO, J.; BADOLATO, E.S.G. & CARVALHO, J.B. -  
Avaliação de parâmetros físicos e químicos no estudo da adulteração do azeite de  
oliva. *Rev. Inst. Adolfo Lutz*, 54(2): 69-77, 1994.

**RESUMO:** Foram estudados 15 parâmetros físico-químicos do azeite de oliva virgem de boa qualidade, e de misturas deste, em diferentes proporções, com óleo de soja, visando avaliar algumas características de identidade e qualidade. Determinou-se os principais ácidos graxos, índices de iodo e refração, esqualeno, extinções específicas a 232 e 270 nm, acidez (em ácido oléico), índice de peróxido, a relação entre as porcentagens do ácido oléico e linoléico (O/Li) e um parâmetro obtido do espectro derivado de 2ª ordem no ultravioleta ( $\Delta K1\%/1\text{cm}$  310-313 nm). Através da análise estatística, verificou-se elevado grau de correlação entre os parâmetros estudados, assim como uma relação linear entre a maioria destes e a concentração do adulterante. O índice de refração e a porcentagem de ácido linoléico, considerando os limites previstos no "Codex Alimentarius", mostraram-se os mais sensíveis na avaliação da adulteração do azeite de oliva com óleo de soja. Estas determinações, isoladamente, mostraram-se mais eficientes do que a avaliação feita pela análise estatística em componentes principais, dos subconjuntos dos 15 parâmetros estudados. Avaliação da relação O/Li revelou que este parâmetro pode ser utilizado apenas como indicativo da adulteração do azeite de oliva com outros óleos vegetais, devido a grande faixa de variação destes ácidos graxos.

**DESCRIPTORIOS:** Azeite de oliva; adulteração do azeite de oliva.

### INTRODUÇÃO

O azeite de oliva é um óleo vegetal comestível que apresenta elevado preço de mercado em função de suas características sensoriais altamente atrativas ao consumidor e da produção limitada<sup>22,23</sup>. Este óleo é um dos únicos, dentre os óleos vegetais, que é consumido sem tratamentos industriais de refino<sup>16,21</sup>.

No Brasil todo o azeite consumido é importado da Argentina ou da Europa<sup>6</sup>. Nem todo o azeite consumido no mundo, entretanto, é de boa qualidade. Grandes quantidades deste óleo são submetidas a tratamento de refino, principalmente por originarem-se de olivas de

baixa qualidade, isto é, fermentadas ou infectadas. O processo de refino, conseqüentemente, destrói os atributos sensoriais do azeite, os quais são os principais responsáveis pela qualidade deste óleo<sup>21</sup>.

O elevado valor de mercado do azeite de oliva favorece certas práticas fraudulentas, que visam a obtenção de maiores lucros por parte dos produtores ou enlatadores<sup>3,5,14,15,24,29</sup>.

O azeite de oliva tem sido alvo de diversos tipos de adulterações, isto é, com outros óleos vegetais de baixo valor comercial<sup>13,5,24,29</sup>, com azeite de oliva refinado, obtido de frutos avariados ou da extração

\* Do Instituto Adolfo Lutz - Seção de Óleos, Gorduras e Condimentos e Laboratório de Cromatografia em fase gasosa.

\*\* Da Faculdade de Ciências Farmacêuticas - USP - Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental.

com solventes da torta residual de prensagem das olivas<sup>8,14,15</sup>, ou mesmo com óleo reesterificado, sintetizado em laboratório<sup>14,15</sup>.

No Brasil, o principal tipo de fraude é feita pela adição de óleos vegetais de baixo valor comercial<sup>3,13,24,25,29</sup>, principalmente com óleo de soja, devido a sua produção em larga escala com preços inferiores aos demais óleos vegetais<sup>24,29</sup>.

O estudo de novos parâmetros e correlações entre os índices físico-químicos do azeite de oliva e de outros óleos vegetais, através de técnicas analíticas mais avançadas<sup>17,19,20,28</sup> e a aplicação de métodos matemáticos e estatísticos na seleção e avaliação dos parâmetros mais característicos de cada óleo vegetal<sup>1,2,6,26,27</sup>, têm levado à identificação de componentes que permitam as devidas caracterizações dos óleos vegetais e que mostrem-se mais sensíveis na avaliação de adulterações. Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo verificar alguns parâmetros de identidade do azeite de oliva que podem ser utilizados na avaliação de adulterações especialmente com óleo de soja, empregando técnicas de análise estatística para analisar o grau de discriminação dos parâmetros isolados ou em conjunto.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### *Materiais*

#### *Amostras de Azeites de Oliva*

Foram selecionadas 24 amostras de azeites de oliva de diferentes marcas comercializadas na cidade de São Paulo, durante os anos de 1989 a 1990, adquiridas no comércio ou colhidas por órgãos governamentais de defesa do consumidor e encaminhadas ao Instituto Adolfo Lutz, sendo:

- 16 amostras de procedência Argentina
- 08 amostras procedentes de diferentes países da Europa

#### *Amostras de óleos de soja*

Foram analisadas e selecionadas 10 amostras de óleos de soja comestíveis de diferentes marcas, obtidas do comércio da cidade de São Paulo.

#### *Misturas preparadas*

Foram elaboradas misturas binárias, a partir de um azeite de oliva "virgem" argentino, selecionado, e de um óleo de soja brasileiro adquirido no comércio da cidade de São Paulo.

- misturas binárias - óleo de oliva adicionado de : 2,5,10,15,20,30,40,50,70,80,85 e 90% de óleo de soja (v/v).

### *Métodos*

As determinações do índice de refração a 40°C, da acidez em de ácido oléico, do índice de peróxidos e do teor de esqualeno seguiram as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz<sup>18</sup>.

Os ácidos graxos foram determinados por cromatografia em fase gasosa, sendo a transesterificação, o processo empregado na metilação, segundo descrito nas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz<sup>18</sup>. Utilizou-se um cromatógrafo a gás com detector de ionização de chama, marca CG, modelo 500, acoplado a um integrador.

Os componentes foram separados em coluna capilar, de sílica fundida, de 25m, Carbowax 20M.

Foram obedecidas as seguintes condições de operação: temperatura programada da coluna: 100 a 220 °C; temperatura do injetor, 230°C; temperatura do detector, 240°C; gás de arraste, hidrogênio (fluxo, 0,8 ml/min.); razão de divisão da amostra, 1:100. A identificação dos ácidos graxos foi feita através de padrões de ésteres metílicos dos ácidos graxos, puros, e a quantificação por normalização de área.

O índice de iodo foi calculado a partir das porcentagens relativas obtidas para os ácidos graxos insaturados (normalização de área), segundo a seguinte fórmula:

$$\text{Índice de Iodo} = (\% \text{ ácido palmitoléico} \times 0,95) + (\% \text{ ácido oléico} \times 0,86) + (\% \text{ ácido linoléico} \times 1,732) + (\% \text{ ácido linolênico} \times 2,616)^7.$$

A medida das extinções específicas, no espectro ultravioleta, a 232 e 270 nm, seguiu a metodologia descrita na norma internacional recomendada para o azeite de oliva pela Comissão do Codex Alimentarius<sup>10</sup>. As leituras foram feitas em espectrofotômetro de simples feixe, marca Bausch Lomb, modelo Spectronic, com cubetas de quartzo de 1 cm nas soluções do óleo em ciclohexano, isto é: 1% (p/v) e 0,2% (p/v) a 270 e 232 nm, respectivamente.

Para determinar a derivada de 2ª ordem dos espectros no ultravioleta dos óleos vegetais e obter o parâmetro  $\Delta K$  1%/1cm 310-313 nm, destes espectros, seguiu-se metodologia descrita por AUED-PIMENTEL e colaboradores<sup>4</sup>.

#### *Análise Estatística* *Análise descritiva*

Foi empregada a técnica da análise descritiva dos dados obtidos para os 15 parâmetros das amostras puras de azeite de oliva, de óleo de soja e suas misturas.

Foi realizada a análise gráfica e foram feitas medidas descritivas dos parâmetros visando verificar o comportamento de cada um frente a adulteração<sup>11</sup>.

### Análise em componentes principais

Empregou-se a técnica de análise em componentes principais para trabalhar com combinações dos parâmetros originais, e verificar como eles se comportam na avaliação de adulteração do azeite de oliva com óleo de soja<sup>28</sup>. Através desta técnica a dimensão do conjunto de dados é reduzida pela construção de um novo conjunto de parâmetros, não correlacionados, que contenham toda a variabilidade do conjunto original<sup>12</sup>.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas tabelas 1 e 2, encontram-se os resultados obtidos das determinações de 15 parâmetros de um

azeite de oliva virgem, Argentino, de um óleo de soja brasileiro e de suas misturas.

Com os dados obtidos foi feito um estudo estatístico para avaliar o grau de discriminação dos parâmetros, ou conjunto de parâmetros, frente a adulteração do azeite de oliva com óleo de soja.

Os valores apresentados nas tabelas 1 e 2 são as médias de triplicatas para cada parâmetro. A precisão dos dados pode ser observada na FIGURA 1, gráficos de a o, onde todos os pontos originais foram plotados.

Os gráficos foram construídos para cada um dos 15 parâmetros, tendo na ordenada a média dos valores das triplicatas, e na abscissa a porcentagem de óleo de soja adicionado ao azeite de oliva.

TABELA 1

Características físico-químicas de amostras de óleo de oliva argentino, óleo de soja brasileiro e suas misturas

Determinações Óleo	% ácido palmítico C16	% ácido palmitoléico (C16:1)	% ácido esteárico (C18)	% ácido oléico (C18:1)	% ácido linoléico (C18:2)	% ácido linoléico (C18:3)	O/Li % ácido oléico % ácido linoléico
Oliva puro Argentino	13,5	1,4	2,1	70,7	11,8	0,6	6,01
Soja puro Brasileiro	11,7	-	3,2	20,9	56,6	7,6	0,37
Oliva - 98% Soja - 2%	13,5	1,2	2,5	69,6	12,4	0,8	5,59
Oliva - 95% Soja - 5%	13,5	1,2	2,6	68,3	13,4	0,9	5,09
Oliva - 90% Soja - 10%	13,5	1,4	2,2	64,4	16,8	1,7	3,83
Oliva - 85% Soja - 15%	13,4	1,2	2,7	61,4	19,4	1,8	3,16
Oliva - 80% Soja - 20%	13,5	1,0	2,5	60,6	20,6	1,9	2,95
Oliva - 70% Soja - 30%	12,9	0,8	2,4	55,6	25,6	2,7	2,17
Oliva - 60% Soja - 40%	12,9	0,7	2,4	50,7	30,2	3,2	1,68
Oliva - 50% Soja - 50%	12,9	0,7	2,6	44,3	35,3	4,1	1,25
Oliva - 30% Soja - 70%	12,4	-	2,8	38,5	43,3	5,9	0,82
Oliva - 20% Soja - 80%	11,9	-	3,1	31,7	46,7	6,6	0,68
Oliva - 15% Soja - 85%	12,0	-	3,0	27,7	50,9	6,4	0,54
Oliva - 10% Soja - 90%	12,0	-	3,0	25,2	53,1	6,7	0,47

TABELA 2

Características físico-químicas de amostras de óleo de oliva argentino, óleo de soja brasileiro e suas misturas

Determinações Óleo	Índice de iodo*	Índice de refração (à 40°)	Acidez (em ácido oléico)	Índice de peróxidos**	Esqualeno***	E <sub>1cm</sub> <sup>1%</sup> 270nm	E <sub>1cm</sub> <sup>0.2%</sup> 232nm	Δk <sub>1cm</sub> <sup>1%</sup> 310-313 nm Abs.	h(as)
Oliva puro Argentino	84	1,4622	0,74	13,40	463	0,16	0,44	0,0005	6
Soja puro Brasileiro	136	1,4678	0,14	1,11	9	1,10	0,50	0,0043	55
Oliva - 98% Soja - 2%	85	1,4621	0,72	14,63	474	0,18	0,42	0,0005	7
Oliva - 95% Soja - 5%	86	1,4624	0,70	14,44	456	0,21	0,43	0,0007	9
Oliva - 90% Soja - 10%	90	1,4628	0,68	12,72	409	0,25	0,44	0,0010	12
Oliva - 85% Soja - 15%	92	1,4631	0,69	11,77	406	0,31	0,46	0,0011	14
Oliva - 80% Soja - 20%	93	1,4634	0,60	11,02	388	0,36	0,43	0,0013	18
Oliva - 70% Soja - 30%	100	1,4640	0,55	10,43	333	0,45	0,45	0,0017	21
Oliva - 60% Soja - 40%	105	1,4644	0,50	8,77	282	0,55	0,44	0,0021	26
Oliva - 50% Soja - 50%	111	1,4650	0,42	7,30	248	0,63	0,43	0,0024	32
Oliva - 30% Soja - 70%	121	1,4661	0,32	5,43	141	0,82	0,46	0,0033	45
Oliva - 20% Soja - 80%	125	1,4667	0,27	4,44	98	0,91	0,46	0,0039	48
Oliva - 15% Soja - 85%	129	1,4670	0,25	3,18	57	0,97	0,47	0,0041	51
Oliva - 10% Soja - 90%	131	1,4673	0,18	2,63	53	1,02	0,49	0,0042	53

\* Calculado pela fórmula: (0,95 x % ac. palmitoléico) + (0,86 x % ac. oléico) + (1,732 x % ac. linoléico) + (2,616 x % ac. linolênico).

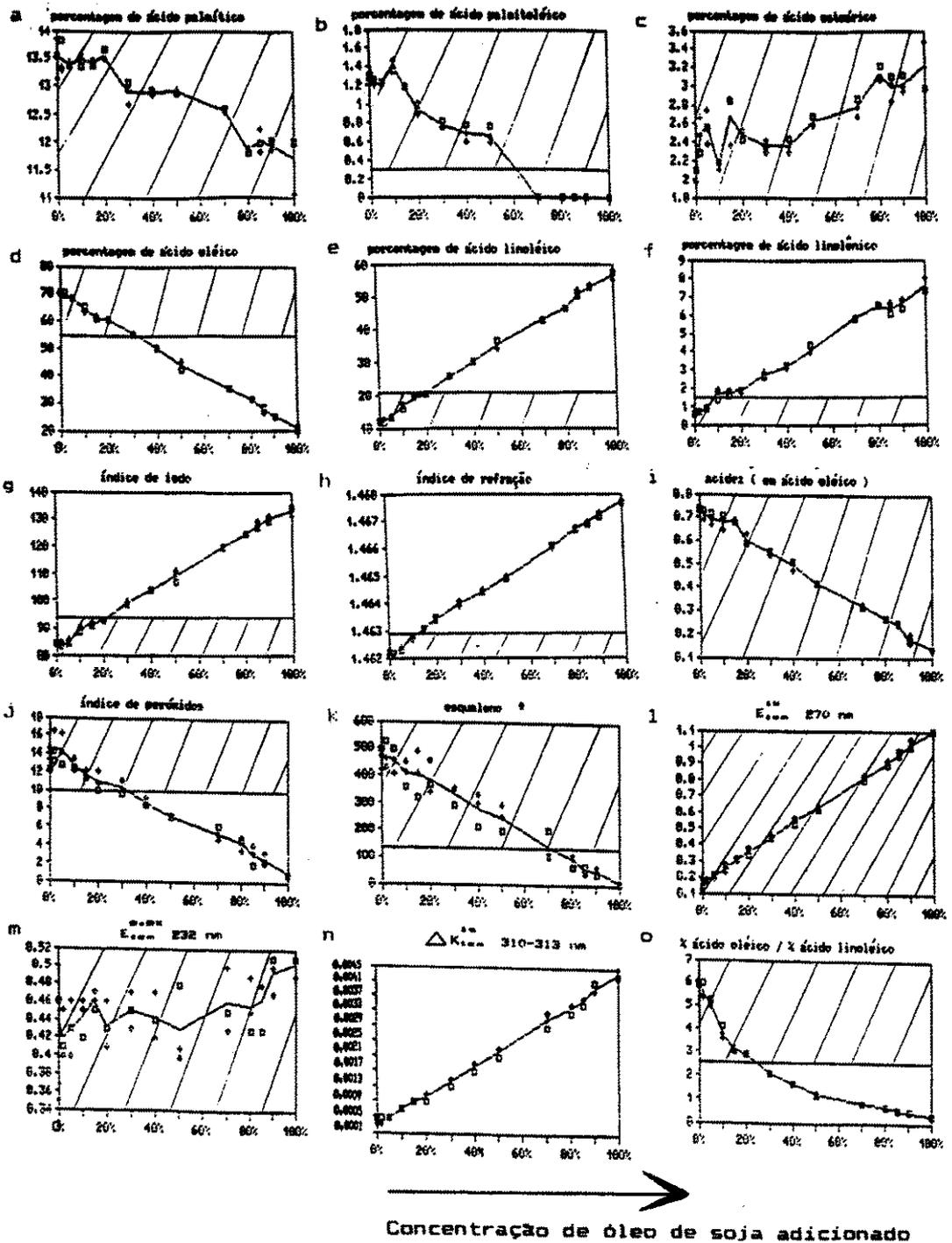
\*\* miliequiv/kg

\*\*\* (mg/100g)

Nos gráficos foram colocadas faixas (região hachurada) de acordo com os limites estabelecidos pelo "Codex Alimentarius" (Tabela 3), para o azeite de oliva virgem puro ou de acordo com a literatura, quando não previsto por aquele órgão. Estes limites foram utilizados como critério de avaliação da adulteração. Para o parâmetro ΔK 1%/1cm 310-313 nm não há faixas estabelecidas por tratar-se de um parâmetro novo, sendo que em outro trabalho<sup>4</sup> dedicamos um estudo mais aprofundado para avaliar sua

extensão de variação, entretanto ainda não está estabelecida. Portanto a avaliação deste parâmetro, no presente trabalho, tem caráter ilustrativo.

Neste estudo deu-se maior ênfase aos principais parâmetros de identidade, para se avaliar qual ou quais poderiam indicar com maior sensibilidade a adulteração do azeite de oliva, entretanto, não foi feita uma amostragem ampla para se verificar a real variabilidade dos parâmetros.



limites estabelecidos pela Comissão do Codex Alimentarius 9 para o azeite de oliva.

(\*) A faixa de variação do teor de esqualeno para o azeite de oliva (área achurada), foi obtida da literatura, visto que não há previsão deste parâmetro nas normas estabelecidas pelo Codex Alimentarius.

FIGURA 1

Estudo do comportamento gráfico dos parâmetros físico-químicos do azeite de oliva frente a adição de diferentes concentrações de óleo de soja

TABELA 3

Características físico-químicas dos óleos de oliva segundo a Comissão do Codex Alimentarius<sup>9</sup>

Parâmetros	Faixa de variação
% ácido palmítico	7,5 - 20,0
% ácido palmitoléico	0,3 - 3,5
% ácido esteárico	0,5 - 5,0
% ácido oléico	55 - 85
% ácido linoléico	3,5 - 21
% ácido linolênico	< 1,5
Índice de iodo	75 - 94
Acidez (%) (em ácido oléico)	< 3,3
Índice de refração a 40°C	1,4601 - 1,4629
Índice de peróxidos(miliequiv/kg)	< 20
Esqualeno (*) (mg/100g)	125 - 750
$E_{1cm}^{1\%232nm}$ (**)	< 3,5
$E_{1cm}^{1\%270nm}$	< 1,10

(\*) A faixa de variação do teor de esqualeno para o azeite de oliva, foi obtida da literatura<sup>9</sup>, pois não são previstos limites para este parâmetro nos padrões estabelecidos pelo Codex Alimentarius.

(\*\*) A leitura 232 nm foi realizada com solução a 0,2% do óleo em ciclohexano, portanto, para comparação com a tabela acima deve-se multiplicar o valor obtido por 5.

TABELA 4

Porcentagem mínima de detecção da adulteração do azeite de oliva com óleo de soja para cada parâmetro

10%	porcentagem de ácido linolênico e índice de refração
20%	porcentagem de ácido linoléico, índice de iodo, % ácido oléico / % ácido linoléico (O/Li)
30%	porcentagem de ácido oléico, índice de peróxidos
60%	porcentagem de ácido palmitoléico
80%	esqualeno
não detectada	porcentagem de ácido palmítico, porcentagem de ácido esteárico, acidez (em ácido oléico), $E_{1cm}^{1\%270nm}$ e $E_{1cm}^{0,2\%232nm}$

Observação: O parâmetro  $\Delta k_{400}^{1\%}$  310-313 nm não aparece na listagem, uma vez que não está classificado no Codex.

A maioria dos parâmetros estudados apresentam comportamento linear bem definido com a adulteração (Figura 1). Os parâmetros: porcentagens dos ácidos palmítico, palmitoléico e esteárico e EO, 2%/1cm 232 nm, não apresentaram um comportamento padrão definido com a adição do adulterante e a relação O/Li, apresentou um decréscimo não linear com a adulteração.

TABELA 5

Resposta da análise em componentes principais dos conjuntos de parâmetros frente a adulteração

Variáveis	Primeira componente explica	R <sup>2</sup> regressão explica
1. Todas as variáveis originais	94%	0,998
2. $\Delta k_{400}^{1\%}$ 310-313 nm e % oléico / % ácido linoléico (O/Li)	96%	0,985
3. Todas exceto % ácido oléico, % ácido linoléico, índice de iodo, índice de refração e esqualeno	91%	0,994
4. % ácido linolênico e índice de refração	99%	0,999

Observou-se para o parâmetro esqualeno (figura 1k), maior dispersão dos valores em torno das médias, isto devido a pouco precisão da metodologia empregada<sup>18</sup>. Esta dispersão também foi observada para os valores do índice de peróxidos (Figura 1 J), isto devido a instabilidade daqueles compostos, formados na autoxidação dos óleos.

Para o experimento em estudo, comparando os limites do Codex, ou retirados da literatura, com os valores obtidos experimentalmente, nos diferentes graus de adulteração, pôde-se estabelecer quais as porcentagens mínimas de adulteração são detectadas a partir de cada parâmetro (Tabela 4). Dentre os parâmetros estudados os que melhor discriminaram a adulteração foram: porcentagem do ácido linolênico e o índice de refração, chegando a 10% o limite de detecção do óleo de soja no azeite de oliva.

Os resultados obtidos, entretanto, devem ser avaliados com cuidado pois neste experimento empregou-se um modelo simplificado, composto de apenas uma amostra de azeite de oliva argentino, e portanto não foi possível avaliar a variabilidade real de cada parâmetro. Se aplicássemos tal procedimento em um banco de dados dos parâmetros de azeite de oliva de diversas variedades e procedências geográficas, provavelmente, obteríamos curvas em função da adulteração com diferentes inclinações e outros limites de detecção para muitos dos parâmetros. Por exemplo, considerando os valores médios do teor do ácido linolênico, encontrados nos azeites argentinos e europeus, comercializados no Brasil, e nos óleos de soja brasileiros (Tabela 6), a detecção de 10% de óleo de soja no azeite de oliva, através daqueles parâmetros, seria um valor possível de ser verificado. Entretanto, considerando a ampla faixa de variação prevista para o teor de ácido linolênico nos óleos em estudo<sup>9,10</sup>, especialmente para os valores extremos, 10% de detecção da adulteração seria um resultado com pouca confiabilidade.

TABELA 6

Características físico-químicas de azeites de oliva argentinos e europeus e de óleos de soja brasileiros

Determinações	% ácido palmítico (C16)	% ácido palmitoléico (C16:1)	% ácido esteárico (C18)	% ácido oléico (C18:1)	% ácido linoléico (C18:2)	% ácido linolênico (C18:3)	O/Li % ácido oléico % ácido linoléico
Azeites Argentinos (16 amostras)	14,2 ± 3,1	1,5 ± 0,6	2,5 ± 0,6	67,8 ± 6,8	13,2 ± 4,5	0,9 ± 0,2	6,2 ± 3,8
Azeites Europeus (8 amostras)	11,5 ± 1,7	1,1 ± 0,5	2,7 ± 0,8	72,9 ± 4,7	10,7 ± 3,0	1,0 ± 0,3	7,4 ± 2,4
Soja (10 amostras)	14,5 ± 0,4	-	3,1 ± 0,5	21,5 ± 1,6	56,7 ± 1,7	7,3 ± 0,7	0,38 ± 0,04

\* Média ± Desvio padrão.

As mesmas considerações acima devem ser feitas para o índice de refração, uma vez que apresenta as mesmas limitações que o parâmetro porcentagem de ácido linolênico.

Para o parâmetro O/Li (relação entre as porcentagens de ácido oléico e linoléico), pela comparação dos valores obtidos para os azeites de oliva e para os óleos de soja avaliados, notamos grandes diferenças (Tabela 6) isto é, o azeite de oliva apresenta valores bem maiores daquele relação. Entretanto, considerando os limites extremos previstos no Codex Alimentarius para aqueles ácidos graxos no azeite de oliva (Tabela 3), a relação O/Li pode assumir valores baixos. Desta forma, a ampla faixa de variação daquela relação, para o azeite de oliva, não permite que a adulteração seja detectada em baixos níveis, como foi observado no estudo com óleo de soja, cujo limite de detecção observado foi 20%. A não linearidade do parâmetro O/Li com a adulteração, é outro fator que dificulta sua utilização na previsão dos níveis de adulteração detectáveis.

Pela aplicação da técnica estatística de componentes principais, vários subconjuntos dos 15 parâmetros foram avaliados para verificar o comportamento com relação a adulteração. A tabela 5, mostra a porcentagem de variabilidade explicada pela primeira componente principal em cada subconjunto testado, bem como o correspondente coeficiente de explicação da regressão da componente contra o grau de adulteração. A 1ª componente foi suficiente para explicar mais de 90% da variabilidade dos dados.

Os resultados da análise em componentes principais revelaram que tal técnica não se mostrou mais

eficiente do que os parâmetros utilizados individualmente na avaliação da adulteração como: porcentagem do ácido linolênico e índice de refração.

## CONCLUSÕES

Pela análise estatística descritiva dos parâmetros obtidos do azeite de oliva puro e das misturas com óleo de soja, verificou-se que a maioria apresentou relação linear com a adulteração, sendo que a porcentagem de ácido linolênico e o índice de refração foram os que apresentaram maior sensibilidade para discriminar a adulteração.

A aplicação da análise estatística em componentes principais, não se mostrou mais eficiente na avaliação da adulteração do que alguns parâmetros utilizados individualmente, como: a porcentagem de ácido linolênico ou o índice de refração.

A avaliação da relação O/Li (porcentagem de ácido oléico pela de ácido linoléico) revelou que este parâmetro pode ser utilizado apenas como indicativo da adulteração do azeite de oliva com óleo de soja devido a grande variabilidade destes ácidos graxos.

Devido a ampla faixa de variação prevista para o teor de ácido linolênico e índice de refração nos óleos vegetais, o limite de detecção de 10% observado em nosso estudo apresentou pequena confiabilidade. Possivelmente a determinação de outros parâmetros dos óleos vegetais como: triglicerídeos, esteróis, hidrocarbonetos, entre outros, levariam a níveis inferiores a 10% de detecção da adulteração.

RIALA6/764

AUED-PIMENTEL, S., MANCINI-FILHO, J.; BADOLATO, E.S.G. & CARVALHO, J.B. - Evaluation of olive oil adulteration by physical and chemical parameters. *Rev. Inst. Adolfo Lutz*, 54(2): 69-77, 1994.

**ABSTRACT:** In order to evaluate olive oil identity and quality characteristics fifteen analytical parameters from virgin olive oil and from its different mixtures with soybean oil, were studied. The principal fatty acids composition, iodine value, refractive index, esqualene contents, specific extinctions at 232 and 270 nm, acidity, peroxides index, the ratio of oleic to linoleic acids (O/Li) and a parameter from second derivative ultraviolet spectra ( $\Delta K$  1%/1cm 310 - 313 nm), were determined. The data were statistically treated by descriptive and principal component analysis techniques. Most of the parameters studied showed high correlation among them, as well as, a linear behaviour with adulteration level increase. The refractive index and linolenic acid contents showed to be the most sensitive parameters to discriminate olive oil adulteration with soybean oil, agreeing with the acceptable ranges given by Codex Alimentarius. Principal component analysis of parameters sets studied, were not more efficient than some individual parameters to evaluate adulteration. The evaluation of the ratio O/Li showed that this parameter can be utilized only as an indicator of olive oil adulteration, due to the variability of these fatty acids in vegetable oils.

**DESCRIPTORS:** olive oil; olive oil adulteration.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APARICIO, R.; ALBI, T.; LANZON, A.; NAVAS, M.A. - SEXIA, um sistema experto para la identificación de aceites: base de datos de zonas olivares. *Grasas y aceites, Sevilla*, 38(1):9-14, 1987.
2. APARICIO, R.; FERREIRO, L.; CERT, A.; LAZON, A. - Caracterización de aceites de oliva virgenes andaluces. *Grasas y Aceites, Sevilla*, 41(1): 23-39, 1990.
3. AUED, S. - Adulteração de azeite de oliva. *Bol. Inst. Adolfo Lutz*, São Paulo, 1(1):8, 1991.
4. AUED-PIMENTEL, S.; ALMEIDA-GONÇALVES, M.L.; MANCINI-FILHO, J. - Aplicação da espectrofotometria derivada na avaliação da qualidade do azeite de oliva. *Cienc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 13(2):121-31, 1993.
5. BADOLATO, E.S.G.; DURANTE, F.; ALMEIDA, M.E.W.Z.; SILVEIRA, N.V.V. - Óleo de oliva - avaliação de sua qualidade. *Rev. Inst. Adolfo Lutz*, São Paulo, 41(1):63-70, 1981.
6. BANCO DO BRASIL. CACEX/DEPEC. Importação de mercadoria. País/porto. Jan./maio 1990 (EC1-780 - Microficha).
7. CALCULATED iodine value. In: AMERICAN OIL CHEMISTS SOCIETY - Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists Society 4th ed. Champaign, IL, A.O.C.S., 1989. (Official Method Cd 1c-85).
8. CHOUKROUN, M.; FAYE, D.; MARTEAU, M.; SOLERE, M.; SUDRAUD, D.; SUDRAUD, G.; VERETOUT, O. - Note sur la recherche de l'adulteration des huiles d'olive par les huiles de grignons d'olive. *Rev. Fr. Corps. Gras.*, Paris, 31(4/5): 191-3, 1994.
9. CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION - Codex standards for edible fats and oils. Rome, FAO/WHO, 1982 (CAC - vol11).
10. CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION - Codex standards for edible - fats and oils. Rome, FAO/WHO, 1987. p. 46-75 (CAC - vol. 17).
11. CORDANI, L.K. & RIBEIRO-JR., R.S. - Identificação das características de qualidade do óleo de oliva. São Paulo, IME-USP, 50p. 1990. (SEA. Relatório de análise Estatística 9001).
12. DUNTEMAN, G.H. - Principal component analysis. Beverly Hills, Sage Publications, 1989, 96 p.
13. EM SP azeite adulterado é apreendido - Folha de São Paulo, São Paulo, 30 Janeiro, 1981. p. 33.
14. FIRESTONE, D.; CARSON, K.L.; REINA, R.J. - Update on control of olive oil adulteration and misbranding in the United States. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, Champaign, 65(5) 788-92.
15. FIRESTONE, D.; SUMMER, J.L.; REINA, R.J.; ADAMS, W.S. - Detection of adulterated and misbranded olive oil products. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, Champaign, 62(11):1558-62, 1985.
16. GRACIAN, J. - The chemistry and analysis of olive oil. In: BOEKENOOGEN, H.A. *Analysis and characterization of oils, fats and fat products*. London. Interscience Publ., 1986, v.2p.317-591.
17. GROB, K.; LANFRANCHI, M.; MARIANIN, C. - Evaluation of olive oils through the fatty alcohols, the

- sterols and their esters by coupled LC-CG. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, Champaign, 67(10):626-34, 1990.
18. INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo) - Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. 3ª ed. São Paulo, IMESP. 1985. v.1: métodos químicos e físicos para análise de alimentos, p. 245-66.
19. KAPOULAS, V.M. & ANDRIKOPOULOS, N.K. - Detection of olive oil adulteration with linoleic acid-rich oils by reversed-phase high-performance liquid chromatography. *J. Chromatogr., Amsterdam*, 366:311-20, 1986.
20. KAPOULAS, V.M. & ANDRIKOPOULOS, N.K. - Detection of virgin olive oil adulteration with refined oils by second-derivative spectrophotometry. *Food Chem., Barking*, 23:183-92, 1987.
21. KIRITSAKIS, A. & MARKAKIS, P. - Olive Oil: a review. *Adv. Food Res.*, New York, 31:453-82, 1987.
22. LATTA, S. - Gourmet oils in the 1990s. *INFORM, Champaign*, 2(2):98-113, 1991.
23. MARTINEZ MORENO, J. - Tendances modernes des recherches sur l'huile d'olive dans le cadre de la recherche sur les corps gras alimentaires. *Hev. Pr. Corps. Gras.*, Paris, 24(6):293-301, 1977.
24. SOARES, L.S. & AMAYA, D.R. - Identificação e quantificação de adulterantes em óleo de oliva por cromatografia gasosa. *Bol. SBCTA, Campinas*, 15(1):1-17, 1981.
25. SZPIZ, R.R.; PEREIRA, D.A.; JABLONKA, F.H. - Avaliação de óleos comestíveis comercializados no Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, EMBRAPA-CTAA, 1985. 11p (EMBRAPA-CTAA Boletim de Pesquisa, 13).
26. TISCORNIA, E.; FORINA, M.; EVANGELISTI - Composizione chimica dell'olio di oliva e sue variazioni indotte dal processo di raffinazione. *Riv. Ital. Sostanze Grasse*, Milano, 59(9):519-59, 1982.
27. TSMIDIU, M.; MACRAE, R.; WILSON, I. - Authentication of virgin olive oils using principal component analysis of triglyceride and fatty acid profiles: Part I - Classification of greek olive oils. *Food Chem., Barking*, 25:227-39, 1987.
28. VAN NIEKERK, P.J. & BURGER, A.E.C. - The estimation of the composition of edible oil mixtures. *J. Am. Oil. Chem. Soc.*, Champaign, 62(3) 531-8, 1985.
29. VIDAL, P.A.; RICCIARDI, A.J.; FERREIRA, J.F. - Determinação da adição de óleo de soja a outros óleos vegetais comestíveis por cromatografia em fase gasosa. *Rev. Inst. Adolfo Lutz*, São Paulo, 39(1): 67-77, 1979.

Recebido para publicação: 01.02.94