

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
CENTRO DE CIÊNCIAS MÉDICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA: HIGIENE
VETERINÁRIA E PROCESSAMENTO TECNOLÓGICO DE PRODUTOS DE
ORIGEM ANIMAL

MARTA GUIMARÃES DE ABREU

CARACTERIZAÇÃO SENSORIAL E ANÁLISE
BACTERIOLÓGICA DO PEIXE-SAPO (*Lophius gastrophysus*)
REFRIGERADO E IRRADIADO

UNIVERSIDADE
FEDERAL
FLUMINENSE

NITERÓI - RJ
2005

MARTA GUIMARÃES DE ABREU

CARACTERIZAÇÃO SENSORIAL E ANÁLISE BACTERIOLÓGICA DO PEIXE-
SAPO (*Lophius gastrophysus*) REFRIGERADO E IRRADIADO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre. Área de Concentração: Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal.

Orientador: Prof^{fa} Dr^a MÔNICA QUEIROZ DE FREITAS

Co-orientador: Prof Dr EDGAR FRANCISCO OLIVEIRA DE JESUS

Co-orientador: Prof Dr SÉRGIO CARMONA DE SÃO CLEMENTE

Niterói

2005

MARTA GUIMARÃES DE ABREU

CARACTERIZAÇÃO SENSORIAL E ANÁLISE BACTERIOLÓGICA DO PEIXE-
SAPO (*Lophius gastrophysus*) REFRIGERADO E IRRADIADO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre. Área de Concentração: Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal.

Aprovada em 28 de fevereiro de 2005.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a Dr^a Mônica Queiroz de Freitas - Orientador
Universidade Federal Fluminense

Prof. Dr. Edgar Francisco Oliveira de Jesus
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Sérgio Carmona de São Clemente
Universidade Federal Fluminense

Prof. Dr. Robson Maia Franco
Universidade Federal Fluminense

Niterói
2005

AGRADECIMENTOS

A Deus - por estar sempre ao meu lado, por me defender, por me guardar e por me iluminar. “Sempre o Senhor irá me acompanhar, trazendo felicidade, graças alcançadas e bondade à minha existência. Na casa do Senhor irei viver eternamente” (Salmo 22, versículo 6).

E às pessoas que eu não mencionei, mas que estão sempre ao meu lado e no meu coração.

RESUMO

Considerada uma iguaria na Europa, sobretudo na Espanha e na França, a espécie *Lophius gastrophysus*, vulgarmente conhecida como peixe-sapo ou tamboril-pescador ou peixe-pescador, é atualmente um dos peixes mais valiosos do litoral brasileiro. As amostras de filé da espécie em estudo receberam doses de 3,0 kGy, 5,0 kGy e 7,0 kGy de radiação gama. A contagem de bactérias heterotróficas aeróbicas psicotróficas foi realizada em diferentes tempos de estocagem à temperatura de 0°C, juntamente com a amostra controle. Também foi analisado o perfil sensorial de sabor e aroma, além da avaliação da preferência quanto à cor. Todas as amostras irradiadas tiveram aumento da vida de prateleira. Entre as amostras irradiadas a que obteve melhor qualidade, quanto aos atributos e amplitudes de sabor e aroma, foi a amostra irradiada a 5,0 kGy. As amostras controle, 3,0 kGy, e 5,0 kGy não diferem entre si ($p > 0,01$) sendo consideradas como as mais preferidas quanto à cor, sugerindo uma aparência de maior frescor, quando comparadas com a amostra 7,0 kGy, a qual se apresentou mais avermelhada. Diante dos resultados obtidos, sugere-se a dosagem de radiação gama de 5,0 kGy como a mais eficiente na manutenção da qualidade bacteriológica e sensorial em filé de peixe-sapo refrigerado (0°C).

Palavras-chaves: radiação ionizante; *Lophius gastrophysus*; perfil sensorial.

ABSTRAT

Considered a delicacy in Europe, above all in Spain and in France, the species *Lophius gastrophysus*, commonly known in Brazil as “peixe-sapo” or “tamboril-pescador” or “peixe-pescador”, it is now a days one of the most valuable fish of the Brazilian coast. The fillet samples from the species in study they received 3,0 kGy, 5,0 kGy and 7,0 kGy gamma radiation doses. The count of psicotrofhic aerobic heterotrofhic bacterias was executed in different times of storage at temperature of 0°C, together with the control samples It was also analyzed the sensory profile of the. aroma and flavor, besides the evaluation of the preference related to color. All the irradiated samples had increase in shelf-life. Among the irradiated samples the one that obtained better quality, as to the attributes and amplitude of flavor and aroma, was the sample irradiated at 5,0 kGy dose. The control samples, 3,0 kGy, and 5,0 kGy do not differ among themselves ($p > 0,01$), being considered the most prefered as to color, suggesting a more fresh appearance when compared to the 7,0 kGy sample, which appeared more colored. With the achieved results, it is suggested the 5,0 kGy gamma radiation dose as being more efficient in the maintaining the bacteriological and sensory quality of the cooled (0°C) peixe-sapo’s fillet.

Key words: ionizing radiation; *Lophius gastrophysus*; sensory profile.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Fig. 1 Peixe-sapo (*Lophius gastrophysus*), p. 19
- Fig. 2 Radura: Símbolo do alimento irradiado, p. 28
- Quadro 1 Ação da irradiação sobre os alimentos, p. 29
- Quadro 2 Alimentos permitidos a serem irradiados de acordo com os regulamentos da FDA, p. 30
- Fig. 3 Gamma Cell 220 – Nordion, p. 43
- Fig. 4 Amostras sendo oferecidas para avaliação no Laboratório de análise sensorial, p. 45
- Fig. 5 Ficha para teste triangular empregada para seleção de julgadores potenciais, p. 46
- Fig. 6 Lista prévia com alguns atributos de aroma e sabor levantados para peixes marinhos, p. 47
- Fig. 7 Exibição das amostras em bancada, p. 48
- Fig. 8 Ficha para teste de preferência quanto à cor, p. 49
- Quadro 3 Contagem total das BHAP em filé de *L. gastrophysus* estocado até 18 dias à temperatura de 0 °C, p. 53
- Fig. 9 Representação gráfica da curva de crescimento das BHAP em filé de *L. gastrophysus* estocado até 18 dias à temperatura de 0 °C, p. 53
- Quadro 4 Parâmetros de crescimento das curvas obtidas dos resultados das contagens de BHAP em filé de *L. gastrophysus* estocado até 18 dias à temperatura de 0 °C, p. 54
- Quadro 5 Modelos de equação de regressão das contagens de bactérias heterotróficas aeróbicas psicrotróficas em filé de peixe-sapo não irradiado e irradiado a 3,0 kGy, 5,0 kGy e 7,0 kGy, e seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e níveis de probabilidade (p), p. 54
- Quadro 6 Perfil sensorial de filé de peixe-sapo (*L. gastrophysus*) não irradiado e irradiado a 3,0 kGy, 5,0 kGy e 7,0 kGy, estocado em diferentes dias de estocagem a 0°C, p. 55
- Quadro 7 Perfil de sabor de filé de peixe-sapo (*L. gastrophysus*) não irradiado e irradiado a 3,0 kGy, estocado a 0°C, p. 58

- Quadro 8 Perfil de sabor de filé de peixe-sapo (*L. gastrophysus*) irradiado a 5,0 e 7,0 kGy, estocado a 0°C, p. 58
- Quadro 9 Perfil de aroma de filé de peixe-sapo (*L. gastrophysus*) não irradiado e irradiado a 3,0 kGy, estocado a 0°C, p. 59
- Quadro 10 Perfil de aroma de filé de peixe-sapo (*L. gastrophysus*) irradiado a 5,0 e 7,0 kGy, estocado a 0°C, p. 59
- Fig. 10 Representação gráfica do perfil de sabor do filé de peixe-sapo (*L. gastrophysus*), não irradiado, estocado durante 1 dia a 0°C, p. 60
- Fig. 11 Representação gráfica do perfil de sabor do filé de peixe-sapo (*L. gastrophysus*), não irradiado, estocado durante 9 dias a 0°C, p. 61
- Fig. 12 Representação gráfica do perfil de sabor do filé de peixe-sapo (*L. gastrophysus*), irradiado a 3,0 kGy, estocado durante 1 dia a 0°C, p. 61
- Fig. 13 Representação gráfica do perfil de sabor do filé de peixe-sapo (*L. gastrophysus*), irradiado a 3,0 kGy, estocado durante 18 dias a 0°C, p. 62
- Fig. 14 Representação gráfica do perfil de sabor do filé de peixe-sapo (*L. gastrophysus*), irradiado a 5,0 kGy, estocado durante 1 dia a 0°C, p. 62
- Fig. 15 Representação gráfica do perfil de sabor do filé de peixe-sapo (*L. gastrophysus*), irradiado a 5,0 kGy, estocado durante 18 dias a 0°C, p. 62
- Fig. 16 Representação gráfica do perfil de sabor do filé de peixe-sapo (*L. gastrophysus*), irradiado a 7,0 kGy, estocado durante 1 dia a 0°C, p. 63
- Fig. 17 Representação gráfica do perfil de sabor do filé de peixe-sapo (*L. gastrophysus*), irradiado a 7,0 kGy, estocado durante 18 dias a 0°C, p. 63
- Fig. 18 Representação gráfica do perfil de aroma do filé de peixe-sapo (*L. gastrophysus*), não irradiado, estocado durante 1 dia a 0°C, p. 64
- Fig. 19 Representação gráfica do perfil de aroma do filé de peixe-sapo (*L. gastrophysus*), não irradiado, estocado durante 9 dias a 0°C, p. 64
- Fig. 20 Representação gráfica do perfil de aroma do filé de peixe-sapo (*L. gastrophysus*), irradiado a 3,0 kGy, estocado durante 1 dia a 0°C, p. 65
- Fig. 21 Representação gráfica do perfil de aroma do filé de peixe-sapo (*L. gastrophysus*), irradiado a 3,0 kGy, estocado durante 18 dias a 0°C, p. 65

- Fig. 22 Representação gráfica do perfil de aroma do filé de peixe-sapo (*L. gastrophysus*), irradiado a 5,0 kGy, estocado durante 1 dia a 0°C, p. 66
- Fig. 23 Representação gráfica do perfil de aroma do filé de peixe-sapo (*L. gastrophysus*), irradiado a 5,0 kGy, estocado durante 18 dias a 0°C, p. 66
- Fig. 24 Representação gráfica do perfil de aroma do filé de peixe-sapo (*L. gastrophysus*), irradiado a 7,0 kGy, estocado durante 1 dia a 0°C, p. 67
- Fig. 25 Representação gráfica do perfil de aroma do filé de peixe-sapo (*L. gastrophysus*), irradiado a 7,0 kGy, estocado durante 18 dias a 0°C, p. 67
- Quadro 11 Valores de soma de ordens obtidos no teste de preferência sensorial quanto à cor de filé de peixe-sapo (*L. gastrophysus*) não irradiado e irradiado, p. 68

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
APC	Ágar Padrão para Contagem
APPCC	Análises de Perigos e Pontos Críticos de Controle
BHAP	Bactérias Heterotróficas Aeróbias Psicotróficas
BPF	Boas Práticas de Fabricação
BVT	Bases Voláteis Totais
Cap.	Capítulo
CFSAN	<i>Center for Food Safety & Nutrition</i>
CMEIA	Comitê Misto de Especialistas em Irradiação de Alimentos
CNEN	Comissão Nacional de Energia Nuclear
^{60}Co	Cobalto 60
COPPE	Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia
DINAL	Divisão Nacional de Vigilância Sanitária
FAO	<i>Food Agriculture Organization</i>
FDA	<i>Food and Drug Administration</i>
ed.	edição
EUA	Estados Unidos da América
Fig.	Figura
g	grama
Gy	Gray
IAEA	<i>International Atomic Energy Agency</i>

ICMSF	<i>International Commission on Microbiological Specification for Food</i>
IPEA	Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas
kGy	kiloGray
Log	logarítimo
ml	mililitro
mm	milímetro
Mrad	Megarad
μl	microlitro
n°	número
OMS	Organização Mundial de Saúde
OPA	<i>Office of Premarket Approval</i>
p.	página
SAPERJ	Sindicato dos Armadores de Pesca do Estado do Rio de Janeiro
SSP	Solução Salina Peptonada
Tab.	Tabela
TTC	Cloreto de Trifeniltetrazolium
UFC	Unidade Formadora de Colônia
UFF	Universidade Federal Fluminense
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
USCDC	<i>United States Center for Disease Control</i>
USDA	<i>United States Department of Agriculture</i>
USFDA	<i>United States Food and Drug Administration</i>
v.	volume
WHO	<i>World Health Organization</i>

SUMÁRIO

RESUMO, p. 5

ABSTRAT, p. 6

LISTA DE ILUSTRAÇÕES, p. 7

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS, p. 10

1 INTRODUÇÃO, p. 15

2 REVISÃO DE LITERATURA, p. 18

2.1 PEIXE-SAPO , p. 18

2.2 MICROBIOTA DO PESCADO, p. 20

2.3 IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS, p. 212

2.3.1 Histórico Mundial da Irradiação de Alimentos, p. 22

2.3.2 Alguns Conceitos Básicos da Irradiação de Alimentos, p. 26

2.4 ANÁLISE SENSORIAL, p. 32

3 MATERIAL E MÉTODOS, p. 42

3.1 MATERIAL , p. 42

3.2 MÉTODOS, p. 42

3.2.1 Coleta, Acondicionamento e Transporte das Amostras, p. 42

3.2.2 Irradiação, p. 43

3.2.3 Análise Bacteriológica, p. 44

3.2.4 Análise Sensorial, p. 45

3.2.4.1 Perfil de Sabor e Aroma, p. 45

3.2.4.2 Teste de preferência quanto à cor, p. 48

4 TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS RESULTADOS, p 50

4.1 ANÁLISE BACTERIOLÓGICA, p. 50

4.2. ANÁLISE SENSORIAL, p. 50

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO, p 51

5.1 ANÁLISE BACTERIOLÓGICA DE FILÉ DE PEIXE-SAPO, p. 51

5.2 ANÁLISE SENSORIAL DE FILÉ DE PEIXE-SAPO, p. 54

5.2.1 Atributos de sabor e de aroma, p. 54

5.2.2 Amplitudes de sabor e de aroma, p.59

5.2.3 Preferência quanto à cor, p. 68

6 CONCLUSÃO, p. 69

7 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA, p 70

8 APÊNDICES, p. 76

8.1 FICHA DE AMPLITUDE, p. 77

8.2 FICHA DE ATRIBUTO, p. 78

8.3 ATRIBUTOS E AMPLITUDES DA AMOSTRA CONTROLE, p. 79

8.4 ATRIBUTOS E AMPLITUDES DA AMOSTRA CONTROLE, p. 80

- 8.5 ATRIBUTOS E AMPLITUDES DA AMOSTRA CONTROLE, p. 81
- 8.6 ATRIBUTOS E AMPLITUDES DA AMOSTRA IRRRADIADA 3,0 kGy, p. 82
- 8.7 ATRIBUTOS E AMPLITUDES DA AMOSTRA IRRRADIADA 3,0 kGy, p. 83
- 8.8 ATRIBUTOS E AMPLITUDES DA AMOSTRA IRRRADIADA 3,0 kGy, p. 84
- 8.9 ATRIBUTOS E AMPLITUDES DA AMOSTRA IRRRADIADA 5,0 kGy, p. 85
- 8.10 ATRIBUTOS E AMPLITUDES DA AMOSTRA IRRRADIADA 5,0 kGy, p. 86
- 8.11 ATRIBUTOS E AMPLITUDES DA AMOSTRA IRRRADIADA 5,0 kGy, p. 87
- 8.12 ATRIBUTOS E AMPLITUDES DA AMOSTRA IRRRADIADA 7,0 kGy, p. 88
- 8.13 ATRIBUTOS E AMPLITUDES DA AMOSTRA IRRRADIADA 7,0 kGy, p. 89
- 8.14 ATRIBUTOS E AMPLITUDES DA AMOSTRA IRRRADIADA 7,0 kGy, p. 90

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma das maiores linhas de costa marítima do mundo, incluindo áreas de ressurgência que se distribuem desde o município de Cabo Frio no Estado do Rio de Janeiro até o arquipélago de Abrolhos no Estado da Bahia. O “extrativismo desenfreado” dos recursos pesqueiros e a “pesca predatória”, com pouco ou nenhum controle dos órgãos fiscalizadores, levaram ao esgotamento e até quase à extinção de algumas espécies comerciais muito comuns no litoral brasileiro a partir da década de 90. Aliado a isso, os governos não adotam uma política de incentivo ao setor aquícola, investindo apenas em projetos de preservação de algumas espécies da América Latina, com uma produção equivalente a 0,5% da pesca marítima mundial (SOUZA, 2002).

Do total das necessidades protéicas humanas, os produtos de origem animal contribuem com, aproximadamente, um terço dessas necessidades. Com a redução da disponibilidade dos produtos da pesca tradicional, observa-se cada vez mais a exploração de espécies não convencionais e não tradicionalmente comercializadas.

Considerada uma iguaria na Europa, sobretudo na Espanha e na França, a espécie *Lophius gastrophysus*, vulgarmente conhecida como peixe-sapo ou tamboril-pescador ou peixe-pescador, é atualmente um dos peixes mais valiosos do litoral brasileiro cuja produção está voltada principalmente para a exportação (CAMPANILLI, 2002).

Atualmente, todos os setores de produção enfrentam o desafio da qualidade de seus produtos. Em particular, na indústria de alimentos, os procedimentos de higienização são fundamentais para assegurar a qualidade dos produtos. Assim, a utilização de cuidados rigorosos de higiene, seguindo normas adequadas, favorece o controle da qualidade, viabiliza os custos de produção, satisfaz os consumidores e não oferece riscos à saúde do consumidor, além de respeitar as normas e padrões

microbiológicos recomendados pela legislação vigente (GERMANO; GERMANO, 2001).

A deterioração microbiana de alimentos, assim como os altos índices de morbidade e mortalidade humana decorrentes da ingestão de alimentos contaminados por microorganismos e parasitas, delineiam um quadro preocupante ao nível mundial, em virtude dos elevados custos monetários e humanos resultantes (FERREIRA, 1999).

As doenças transmitidas pelos alimentos representam uma ameaça geral para a saúde humana e são causas importantes da diminuição na produtividade econômica. Estudos realizados pelo *United States Center for Disease Control* (USCDC) indicam que doenças transmitidas por alimentos e causadas por bactérias patogênicas, tais como a *Salmonella* spp e a *Campylobacter* spp, assim como a *Trichinella* spp e outros parasitas ocasionam, anualmente, cerca de 7000 mortes e entre 24 e 81 milhões de casos de diarreia. Esta estatística inclui países altamente desenvolvidos, como os Estados Unidos da América. As perdas econômicas associadas com estas enfermidades são elevadas, sendo estimadas pela *United States Food and Drug Administration* (USFDA) entre 5 a 17 bilhões de dólares americanos (IAEA, 2002).

Na esfera do comércio internacional, são interpostas barreiras dificultando a exportação de alimentos produzidos pelos países em desenvolvimento, afetando ainda mais suas economias.

Frente à situação mundial, no que diz respeito à nutrição, há a necessidade de uma busca contínua do aumento na oferta de suprimentos protéicos, principalmente quando se trata de produção de origem animal como o pescado, cujas possibilidades de uma participação mais eficaz no mercado depende, entre outras coisas, do desenvolvimento de novas técnicas de industrialização (OGAWA; MAIA, 1999).

Do ponto de vista de saúde pública, a irradiação é aplicada aos alimentos visando garantir sua qualidade higiênico-sanitária, da mesma forma que outros métodos de conservação de alimentos, a partir da redução ou da eliminação de microorganismos e de parasitas (FERREIRA, 1999).

Devido à rapidez no julgamento da matéria-prima e do produto acabado, como também pela facilidade de execução, a análise sensorial é um dos parâmetros mais utilizados na indústria de pescado para avaliação de qualidade. Por ser um

fator determinante na aceitação do consumidor pelo produto, a análise sensorial tem papel fundamental em qualquer programa de controle de qualidade de alimentos. Sendo, normalmente, o primeiro teste pelo qual passa o pescado e os demais produtos alimentícios nos órgãos oficiais de controle de qualidade ligados à área de Saúde Pública (TAVARES; AUED; BACETTI; ZAMBONI).

Tendo em vista estes fatos, o presente trabalho, a partir do tratamento físico pela radiação gama do filé de peixe-sapo refrigerado e estocado à temperatura de zero graus Celsius (0°C), objetiva:

- Avaliar o efeito da radiação gama, nas dosagens de 3,0 kGy, 5,0kGy e 7,0 kGy, sobre a contagem de bactérias heterotróficas aeróbias psicrotólicas inicial e em diferentes tempos de estocagem;
- Descrever sensorialmente os atributos de sabor e aroma das amostras cozidas e suas modificações em função da dose de irradiação e do tempo de estocagem;
- Demonstrar a preferência do consumidor quanto à cor das amostras cruas, no segundo dia de estocagem.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 PEIXE-SAPO

A família Lophiidae, conhecida no Brasil como peixe-sapo, compreende quatro gêneros e 25 espécies, sendo o mais importante o gênero *Lophius*, devido seu potencial econômico. No Brasil encontramos a espécie *L. gastrophysus* (Fig. 1 – p. 19) (FIGUEIREDO; MENEZES, 1978), alvo principal da frota pesqueira que opera acima da isóbata de 200 m no sul e sudeste do país (PEREZ et al., 2001)

As distribuições do comprimento de *L. gastrophysus*, nas capturas das frotas arrendadas de emalhe e arrasto e da frota nacional de arrasto no sudeste e sul do Brasil, estão sob o efeito do fator profundidade, observando-se a tendência de encontrarmos indivíduos maiores em áreas mais profundas (AZEVEDO, 1992; AZEVEDO, 1996).

Considerada uma iguaria na Europa, sobretudo na Espanha e na França, o peixe-sapo é atualmente um dos peixes mais valiosos do Brasil. Totalmente voltada para exportação, rendeu aproximadamente US\$ 21,7 milhões em 2001(CAMPANILLI, 2002).

O peixe-sapo pode medir até 2 metros de comprimento. Este possui formato triangular, assemelhando-se a um sapo, na parte anterior. A sua parte posterior é sub-cilíndrica, terminando em cauda achatada. Apresenta coloração cinzenta marmoreada de negro na parte dorsal e esbranquiçada na parte ventral. Possui pedúnculo no focinho terminando numa espécie de flâmula, daí vem o nome de pescador. A dimensão do seu estômago está relacionada com a enormidade da sua abertura bucal, podendo engolir animais quase tão grandes quanto a si. Suas nadadeiras ventrais são verdadeiros pés na forma e na função. Sendo um peixe de

profundidade, este vive no fundo em contato com a areia ou lodo e aí anda como qualquer quadrúpede (SANTOS, 1992).

L. gastrophysus apresenta um padrão no ciclo reprodutivo anual, mostrando uma atividade reprodutiva moderada no outono, aumentando no inverno e atingindo um pico no início da primavera. No final da primavera e início do verão, a atividade reprodutiva fica reduzida. O tamanho das fêmeas da espécie *L. gastrophysus* de primeira maturação é de aproximadamente 54 cm, mostrando semelhança com outras espécies no gênero. É um organismo de crescimento lento e que atinge idades de primeira maturação elevadas, entre seis a oito anos de idade. Isso pode significar que uma acentuada depleção da biomassa da espécie, causada pelo esforço pesqueiro elevado, podendo levar o estoque pesqueiro ao colapso. Neste caso, a recuperação da biomassa poderia levar muitos anos até repor o estoque desovante. Assim, recomenda-se um reordenamento da pescaria em direção à redução do esforço pesqueiro sobre o estoque de *L. gastrophysus* no sudeste e sul do Brasil (AZEVEDO, 1996; DUARTE et al., 2001).



Figura 1 – Peixe-sapo (*Lophius gastrophysus*)

Fonte: <http://www.gep.cttmar.univali.br/noticia/Resultados.html>

2.2 MICROBIOTA DO PESCADO

Peixes, mariscos e crustáceos são fontes de alimento possuidores de componentes altamente desejáveis para uma dieta saudável. Entretanto por fatores diversos, podem se tornar um risco potencial para a saúde do consumidor. Em países do primeiro mundo, como os Estados Unidos da América (EUA), onde há monitoramento constante do produto oferecido ao mercado, bem como das condições dos locais de procedência, o maior risco de doença aguda está associado ao consumo de alimento (MARQUES; PEREIRA, 1988).

De acordo com Ruivo (1988), diferentes métodos de captura, diferentes tempos de arraste, áreas de pesca, tempo de exposição no convés, resfriamento inadequado ou insuficiente de matéria-prima, grau de higiene do porão, entre outros fatores, influenciam o grau de conservação e frescor da matéria-prima que será desembarcada nas fábricas e entrepostos de pesca.

O pescado pode ser veiculador de uma gama de microrganismos patogênicos para os seres humanos, sendo a maior parte deles fruto da contaminação ambiental. O lançamento dos esgotos nas águas de reservatórios, lagos, rios e no próprio mar é a causa poluidora mais comum registrada no mundo inteiro. No caso particular da pesca marítima, a captura em águas costeiras oferece maiores riscos do que a realizada em alto mar. Outra fonte de contaminação importante é o manejo do pescado, desde o momento da captura, até sua destinação final, após passar por inúmeras fases de processamento e transporte (GERMANO; GERMANO, 2001).

As infecções provocadas pelas bactérias do gênero *Salmonella*, pertencente à família Enterobacteriaceae, são universalmente consideradas, na atualidade, como as mais importantes causas de doenças transmitidas pelos alimentos. A maior parte destas bactérias é patogênica ao homem, apesar das diferenças quanto às características e gravidade da doença que provocam. As salmonelas localizam-se primordialmente no trato gastrointestinal das aves em geral, de mamíferos domésticos e silvestres, bem como de répteis, sem provocar, na maioria das espécies hospedeiras, manifestação de sintomas. A transmissão dá-se através de um ciclo de infecção entre o homem e os animais pelas fezes, pela água e pelos alimentos, particularmente os de origem animal, bem como aqueles submetidos à irrigação, com águas contaminadas por esgoto, ou diretamente com matéria fecal. A

manifestação clínica aguda (infecção gastrointestinal) é traduzida por cólicas abdominais, náuseas, vômitos, diarreia, calafrios, febre e cefaléia. Nas infecções crônicas podem ser observados sintomas de artrite, três a quatro semanas após o início da manifestação do quadro agudo (GERMANO; GERMANO, 2001; SINNEL, 1981).

No Gênero *Vibrio*, pertencente à família Vibrionaceae, estão agrupadas inúmeras bactérias patogênicas para os seres humanos, causando desde gastroenterites autolimitantes até quadros graves de septicemia, podendo levar os pacientes ao óbito. O mais importante membro do Gênero é o *V. cholerae* agente etiológico da cólera, de ocorrência pandêmica em sete ocasiões, desde o século XIX, acometendo, inicialmente, a Ásia de onde se estendeu para a Europa, África e América. Tanto a água não tratada quanto os alimentos têm participação determinante na transmissão deste agente em saúde pública. *V. parahaemolyticus* é responsável por surtos de enfermidades transmitidas por alimentos (ETA), intimamente associados ao consumo de pescado, sobretudo frutos do mar. O *V. vulnificus*, também, é encontrado em produtos marinhos e causa septicemia no homem, cuja evolução pode ser fatal (GERMANO; GERMANO, 2001).

Em saúde pública, em particular na área de vigilância sanitária de alimentos, o *Staphylococcus aureus* é considerado como um dos mais freqüentes causadores de surtos de enfermidades transmitidas por alimentos. Este fato se relaciona aos manipuladores durante as diferentes etapas de processamento dos alimentos, somado aos riscos de contaminação das matérias-primas, desde sua origem e as temperaturas inadequadas de conservação pós-cocção. Algumas cepas produzem uma enterotoxina, proteína altamente termo-estável, responsável no homem pelos quadros de “estáfiloenterotoxemia” ou “estáfiloenterotoxicose”. A dose tóxica mínima da enterotoxina, capaz de provocar a manifestação clínica da intoxicação estafilocócica é inferior a 1,0 mg. Este nível de toxina é alcançado quando o número de células bacterianas, contaminantes de alimento, ultrapassa 100.000 por grama (GERMANO; GERMANO, 2001; SINNEL, 1981).

A Resolução – RDC n° 12 de 02.01.01 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária estabelece padrões microbiológicos sanitários para alimentos e determina os critérios para conclusão e interpretação dos resultados das análises microbiológicas de alimentos destinados ao consumo humano. Como limite de tolerância para amostra indicativa para pescado “in natura”, resfriado ou congelado

não consumido cru fixa os seguintes valores: 10^3 UFC/g para *Staphylococcus* coagulase positiva e ausência de *Salmonella* spp em 25 g, como limite de tolerância para amostra indicativa (BRASIL, 2001a).

International Commission on Microbiological Specifications for Foods estabelece limite microbiológico sanitário para alimentos: 10^7 UFC/g de bactéria Heterotrófica Aeróbica Psicotrófica (BHAP) (ICMSF, 1986).

2.3 IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS

2.3.1 Histórico Mundial da Irradiação de Alimentos

Há mais de 100 anos, os cientistas da área da saúde pública têm-se interessado pela irradiação de alimentos. Os primeiros experimentos ocorreram poucos anos após a descoberta do raio X pelo físico alemão Röntgen em 1895. A partir de 1914, cientistas franceses e alemães dedicaram-se aos estudos sobre alimentos pasteurizados através da radiação, mas estes possuíam paladar desagradável devido às altas doses empregadas. Em 1915, o raio X foi descrito como sendo efetivo sobre a destruição de cistos de *Trichinella* spp em carne de suínos. Mais tarde, o *United States Department of Agriculture* (USDA) provou que o raio X podia destruir organismos patogênicos e parar a esporulação no alimento. (STEELE, 1999).

Há mais de 40 anos, os efeitos da irradiação sobre as propriedades físicas e químicas do alimento, bem como a segurança, a qualidade nutricional e a aceitabilidade dos alimentos irradiados têm sido investigados (JOSEPHSON, 1983; ZURER, 1986).

A utilização da irradiação para preservar alimentos foi fortemente impulsionada pelo exército dos Estados Unidos da América a partir de pesquisas iniciadas em 1953 (DIEHL, 1990; MINISTÉRIO DE INDÚSTRIA, MINISTÉRIO DE COMÉRCIO, MINISTÉRIO DE AGRICULTURA et al., 1967).

Ainda na década de 50, foram iniciados programas na área em questão, na Inglaterra, em seguida, na Bélgica, no Canadá, na França, na Polônia, nos Países Baixos, na República Federal da Alemanha e na antiga União Soviética, (DIEHL, 1990; WHO, 1994).

Em 1955, estudos iniciados pelo Departamento Médico da Armada dos Estados Unidos da América, avaliaram a segurança de alimentos irradiados na dieta americana, levando a primeira aprovação, pela *United States Food and Drug Administration* (USFDA) no ano de 1963, da aplicação do processo em trigo e farinha de trigo (ADA REPORTS, 1996; SENDRA et al., 1996).

Apesar das pesquisas com irradiação de alimentos datarem de aproximadamente 60 anos, somente após a segunda guerra mundial, a Comissão de Energia Atômica dos Estados Unidos da América, promoveu a instalação de irradiadores de alimentos em várias universidades para desenvolver pesquisas sobre o assunto (WHO, 1994).

Os resultados obtidos nas pesquisas foram repetidamente avaliados ainda em 1969, em 1976 e em 1980, por um Comitê Misto de Especialistas em Irradiação de Alimentos (CMEIA), convocado pela *Food Agriculture Organization* (FAO), pela Organização Mundial de Saúde (OMS) e pela Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), que concluiu, aprovando a técnica em 1980, que a irradiação de alimentos não apresenta riscos toxicológicos, nem problemas de ordem microbiológica ou nutricional, desde que utilizassem doses de radiação até dez kiloGray (FERREIRA, 1999)

Atualmente, como resultado dos diversos estudos realizados nessa área, muitos países têm aprovado o comércio de um número crescente de alimentos irradiados, uma vez que a técnica foi normalizada ao nível mundial em 1983, pela Comissão *Codex Alimentarius*, órgão conjunto da FAO e da OMS, representada na época por 122 países (FERREIRA, 1999).

Até 2001, somente, 38 países permitiam a irradiação de alimentos, o que correspondia a mais de 28 bilhões de libras (61,7 milhões de toneladas) de produtos irradiados anualmente na Europa. Cerca de 27 países usavam tal tecnologia para fins comerciais, incluindo África do Sul, Argélia, Argentina, Bangladesh, Bélgica, Brasil, Canadá, Croácia, Coreia, Chile, Cuba, Dinamarca, Estados Unidos, Filipinas, França, Finlândia, Holanda, Hungria, Índia, Indonésia, Irã, Israel, Iugoslávia, Japão, México, Polônia, Reino Unido e Tailândia, sendo os alimentos mais comumente irradiados os temperos vegetais secos e as especiarias. Atualmente 43 países permitem a irradiação de alimentos (IAEA, 2004).

No Brasil, as primeiras pesquisas sobre as aplicações de técnicas nucleares aos alimentos datam da década de 60, tendo sido impulsionadas a partir de 1984,

em decorrência de barreiras comerciais impostas por países exportadores. Os dados existentes na literatura citam o Brasil como parte do grupo de países que não somente aprovam, mas também comercializam alimentos irradiados. Na realidade, de acordo com a legislação existente, o Brasil aprova a irradiação de diversos alimentos como cereais e derivados, frutas, hortaliças, especiarias, carnes de frango e de peixe, objetivando atingir os propósitos que a irradiação de alimentos permite (FERREIRA, 1999).

No Brasil, a legislação existente sobre irradiação de alimentos data, sumariamente:

- Decreto-Lei nº 986 de 21.10.1969, define alimento irradiado como: é todo alimento que tenha sido intencionalmente submetido à ação de radiações ionizantes, com a finalidade de preservá-lo ou para outros fins lícitos, obedecidas às normas que vierem a ser elaboradas pelo órgão competente do Ministério da Saúde (BRASIL, 1969; FERREIRA, 1999).
- Decreto nº 72.718 de 29.08.1973: estabelece normas gerais sobre elaboração, armazenamento, transporte, distribuição, importação, exportação e exposição à venda ou entrega ao consumidor de alimentos irradiados. Este Decreto também dita que compete à Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) o licenciamento das instalações de irradiação de alimentos e, ao Ministério da Saúde a elaboração da tabela dos alimentos ou grupos de alimentos a serem irradiados e ainda, que: os alimentos irradiados, quando entregues ao consumo, deverão trazer na respectiva embalagem e nos cartazes afixados nos locais de venda ou entrega ao consumo a indicação “alimento tratado por processo de irradiação” e a declaração: “este produto foi processado em estabelecimento sob controle da Comissão Nacional de Energia Nuclear” (BRASIL, 1973; FERREIRA, 1999).
- Norma Experimental – CNEN – NE 6.03 de 09.1980: autorização para funcionamento de instalações de irradiação de alimentos – estabelece as condições para funcionamento das instalações destinadas à irradiação de alimentos e aplica a qualquer instalação que irradie alimentos para fins de pesquisa ou produção em escala industrial (CNEN, 1980; FERREIRA, 1999).
- Resolução - RDC nº 21 de 26.01.2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária: estabelece os requisitos gerais para o uso da irradiação de alimentos com vista à qualidade sanitária do produto final, revogando a Portaria DINAL nº 09 de 08.03.85 e a Portaria DINAL nº 30 de 25.09.89 (BRASIL, 2001b).

É consenso que assim como para qualquer outra técnica de processamento de alimentos, principalmente visando também o comércio internacional, um efetivo programa de controle de qualidade compatível com as Boas Práticas de Fabricação (BPF) ou outros sistemas que garantam a segurança alimentar, pode ser o método de controle primário para alimentos processados com radiações ionizantes, a exemplo do sistema baseado nas Análises de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), cujos registros devem ser mantidos por um período mínimo de dois anos (FERREIRA, 1999).

Em consonância com as recomendações do *Codex Alimentarius*, o sistema APPCC é adotado para avaliar a eficácia e efetividade dos processos, meios e instalações, bem como dos controles usados, desde a produção até o consumo de alimentos (KUAYE, 1995).

Mesmo eliminando os microrganismos dos alimentos deteriorados, a irradiação não pode eliminar os sinais externos de decomposição e, portanto não pode ser utilizada para “maquiar” alimentos deteriorados. Assim, a irradiação não difere do congelamento, da termo-pasteurização, etc., ou seja, deve-se somente irradiar (ou conservar) alimentos com boa qualidade higiênica (MALISKA, 2000). Desta forma, para garantir a irradiação de alimentos de boa qualidade deve-se seguir as seguintes legislações básicas:

- A Resolução – RDC n° 12 de 02.01.01 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária estabelece padrões microbiológicos sanitários para alimentos e determina os critérios para conclusão e interpretação dos resultados das análises microbiológicas de alimentos destinados ao consumo humano (BRASIL, 2001a).
- *International Commission on Microbiological Specifications for Foods* estabelece limite recomendado microbiológico sanitário para alimentos (ICMSF, 1986);
- Decreto-Lei n° 986 de 12.10.69 institui normas básicas sobre alimentos (BRASIL, 1969);
- Portaria n° 1428 de 26.11.93 aprova regulamento técnico para inspeção sanitária de alimentos, diretrizes para o estabelecimento de boas práticas de produção e de prestação de serviços na área de alimentos e regulamento técnico para o estabelecimento de padrões de identidade e qualidade para serviços e produtos na área de alimentos (BRASIL, 1993) e;

- Resolução – RDC nº 21 de 26.01.01 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária que estabelece os requisitos gerais para o uso da irradiação de alimentos com vistas à qualidade sanitária do produto final (BRASIL, 2001b).

2.3.2 Alguns Conceitos Básicos da Irradiação de Alimentos

Segurança alimentar e nutricional significa garantir a todos: condições de acesso a alimentos básicos seguros e de qualidade, em quantidade suficiente para atender aos requisitos nutricionais, de modo permanente e sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, com base em práticas alimentares saudáveis, contribuindo assim para uma existência digna em um contexto de desenvolvimento integral do ser humano (IPEA, 1996).

A irradiação de alimentos é um processo físico de tratamento que consiste em submeter o alimento, já embalado ou a granel, a doses controladas de radiação ionizante, com finalidades sanitárias, fitossanitária e ou tecnológica. O objetivo desta é conservar os alimentos e reduzir, ou eliminar, a sua carga microbiana. O processo de irradiação envolve a exposição dos alimentos a um dos três tipos de energia ionizante: raios gama, raio X ou feixe de elétrons. A irradiação se dá em câmara especial de processamento, sendo a fonte mais comum a de raios gama, para processamento de alimentos, o radioisótopo Cobalto 60 (Co^{60}), de onde se originam os raios. É importante que a dose de energia nuclear que o alimento recebe não fique armazenada nele, e apenas o atravesse. A sua quantidade é controlada por meio da intensidade da radiação e pelo tempo de exposição (ILUSTRE, 2001).

Rad é uma unidade de dose de radiação, que equivale à absorção de 100 ergs por grama de material irradiado. Um Megarad (Mrad) equivale a um milhão de rads, e um kilorad (krad) equivale a 1000 rads. Gray (Gy) é uma unidade oficial de dose de radiação com a qual se mede a absorção de radiação. Equivalência:

- 1,0 Gy = 100 rad;
- 1,0 kiloGray (kGy) = 1000 Gy; e
- 10,0 kGy = 1 Mrad (EVANGELISTA, 1998; FRAZIER; WESTHOFF, 1993).

O tratamento por meios radioativos classifica-se em três classes, de acordo com seu objetivo e efeito:

- Radapertização: tratamento com dosagens entre 45,0 kGy a 56,0 kGy capazes de matar totalmente os esporos de *Clostridium botulinum*;
- Radicidação: objetiva matar bactérias patogênicas não formadoras de esporos com dosagem inferior a 10,0 kGy. Alimentos tratados desta maneira necessitam ser conservados sob temperatura inferior a três graus Celsius; e
- Radurização: objetiva matar bactérias não formadoras de esporos, fungos e leveduras através de baixa dosagem. Por isso, é necessária a aplicação conjunta da conservação pelo frio (EVANGELISTA, 1998; OGAWA, 1999).

A Resolução - RDC nº 21 de 26.01.2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária não estabelece doses fixas de irradiação em alimentos, mas diz que estas devem preservar a qualidade do produto final (físico-química, sensorial e microbiológica). Também fixa que qualquer alimento poderá ser tratado por radiação desde que sejam observadas as seguintes condições: a) A dose mínima absorvida deve ser suficiente para alcançar a finalidade pretendida; b) A dose máxima absorvida deve ser inferior àquela que comprometeria as propriedades funcionais e ou os atributos sensoriais do alimento (BRASIL, 2001b).

As doses de radiação, geralmente, utilizadas em alimentos, bem como os propósitos a que se destinam, foram determinadas após inúmeras pesquisas. Assim, tem-se (Quadro 1 – p. 29 e Quadro 2 - p. 30):

- Baixas doses (inferior a 1,0 kGy)
 - ⇒ Previnem a deterioração devido ao brotamento durante a estocagem de batatas, cebolas e outros tubérculos e bulbos;
 - ⇒ Retardam o processo fisiológico de amadurecimento de frutas frescas e vegetais, aumentando a vida útil destes produtos;
 - ⇒ Promovem a desinfestação de insetos em cereais, frutas frescas e secas; e
 - ⇒ Controlam parasitas em carnes e peixes frescos, principalmente, em carne suína fresca combatendo a *Trichinella spiralis*.
- Doses intermediárias (entre 1,0 kGy a 10,0 kGy)
 - ⇒ Retardam a deterioração prolongando o tempo de conservação;
 - ⇒ Eliminam microrganismos patogênicos de produtos como frutos-do-mar, frango, ovos, carnes (frescas ou congeladas) e de algumas frutas como o morango; e
 - ⇒ Melhoram as propriedades tecnológicas de alimentos como uvas (aumentando a produção de suco) e verduras desidratadas (diminuindo a tempo de cocção).

- Altas doses (10,0 kGy a 71,0 kGy)
 - ⇒ Esterilizam carnes embaladas, frangos, produtos de origem marinha, alimentos preparados e dietas hospitalares; e
 - ⇒ Descontaminam aditivos alimentares e outros ingredientes como especiarias, temperos, chás e substâncias vegetais secas para condimentos (FDA, CFSAN, OPA, 2002; GERMANO; GERMANO, 2001).



Figura 2 – Radura: Símbolo do alimento irradiado.

Fonte: www.food_irradiation.com/foodirradiation-htm

Quadro 1 – Ação da irradiação sobre os alimentos.

FUNÇÃO	DOSE (kGy)	PRODUTOS IRRADIADOS
Dose reduzida (até 1,0 kGy)		
Inibir a germinação	0,005-0,15	Batatas, cebolas, alhos, raiz de gengibre e outros
Eliminar insetos e parasitas	0,15-0,5	Cereais e legumes, frutas frescas e secas, pescados e carnes frescas e secas; carne de porco fresca.
Atrasar processos fisiológicos	0,50-1,0	Frutas e hortaliças frescas
Dose média (1,0 a 10,0 kGy)		
Prolongar tempo de conservação	1,0-3,0	Pescado fresco
Eliminar microrganismos de decomposição e patógenos	1,0-7,0	Mariscos frescos e congelados, aves, carne crua ou congelada
Melhorar as propriedades tecnológicas do alimento	2,0-7,0	Uvas (aumentando a produção de sumo), verduras desidratadas (diminui o tempo de cocção)
Dose alta (10,0 a 50,0 kGy)		
Esterilização industrial (juntamente com o calor suave)	30,0-50,0	Carnes, aves, mariscos, alimentos preparados, dietas hospitalares estéreis
Descontaminar certos aditivos alimentares e ingredientes	10,0-50,0	Especiarias, preparações enzimáticas

Fonte: OMS (1988).

Quadro 2 – Alimentos permitidos a serem irradiados de acordo com os regulamentos da FDA.

ALIMENTOS	PROPÓSITO	DOSE (kGy)
Carne fresca de suíno	Controle de <i>Trichinella spiralis</i>	0,3 – 1,0
Alimentos frescos	Inibição do crescimento e maturação	Máximo de 1,0
Alimentos	Desinfecção de Artrópodes	Máximo de 1,0
Preparação de enzimas secas	Desinfecção microbiana	Máximo de 10,0
Pimenta e temperos secos	Desinfecção microbiana	Máximo de 30,0
Frango	Controle de patógenos	Máximo de 3,0
Carne bovina congelada (NASA)	Esterilização	Mínimo de 44,0
Carne bovina refrigerada	Controle de patógenos	Máximo de 4,5
Carne bovina congelada	Controle de patógenos	Máximo de 7,0

Fonte: FDA, CFSAN, OPA (2002).

Alguns autores, em seus experimentos com inoculados em carne homogeneizada de frutos-do-mar, observaram que doses menores que 1,0 kGy reduzem entre 2 log a 3 log o número de *Escherichia coli* (0,37 kGy), de *Salmonella typhimurium* (0,51 kGy), de *Staphylococcus aureus* (0,42 kGy) e de *Enterococcus faecalis* (0,37 kGy) (MALLETT, 1991; MALLETT; BEGHIAN; METCALF, 1991; MALLETT; KAYLOR; LICCIARDELLO, 1985).

Segundo Harewood, Rippey e Montesalvo (1994) foi observado que os valores de dose de radiação entre 1,02 kGy a 1,75 kGy eram letais para Coliformes totais, que entre 1,18 kGy a 1,69 kGy eram letais para Coliformes fecais e que entre 1,32 kGy a 1,69 eram letais para *Escherichia coli* em *Mercenaria mercenaria*. Também observaram que doses de radiação maiores que 0,5 kGy eram significativamente letais à *M. mercenaria*.

Chen, Andrews e Grodner (1996) reportaram que baixas doses (menores que 1,0 kGy) de radiação gama eram tão eficazes quanto 2,0 kGy, chegando a

reduzir a carga microbiana patogênica em 6 log a 7 log em produtos de carne de siri até três dias após a irradiação.

Segundo Abu-Tarboursh et al. (1996) a irradiação é eficaz, estendendo a vida de prateleira de diversos produtos de pescado refrigerado. Estes estudaram os efeitos de diferentes doses de radiação gama durante o armazenamento, avaliando a qualidade microbiana e a qualidade sensorial sobre a tilápia (*Tilapia nilotica* x *T. aurea*) e a “cavala espanhola” (*Scomberomorus commersoni*). Ambos os peixes foram submetidos às seguintes doses de radiação: 1,5 kGy, 3,0 kGy, 4,5 kGy, 6,0 kGy e 10 kGy. As amostras (irradiadas e controle) foram analisadas nos dias: zero, quatro, oito, 12, 16, e 20 sendo armazenadas durante 20 dias a 2 ± 2 °C. As amostras foram avaliadas quanto à qualidade microbiana (Contagem Total, pesquisa de *Campylobacter* spp, de *Salmonella* spp, de *Yersinia* spp, e de *Vibrio parahaemolyticus*) e quanto à qualidade sensorial. A dose de 3,0 kGy estendeu a vida de prateleira da tilápia de 12 para 20 dias e da “cavala espanhola” de oito para 16 dias. A *Campylobacter* spp, a *Salmonella* spp e a *Yersinia* sp foram totalmente eliminadas a 1,5 kGy. Concluíram que as doses 3,0 kGy e 4,5 kGy aumentam a vida de prateleira tanto da tilápia quanto da “cavala espanhola” acima de oito dias. Já as doses 6,0 kGy e 10,0 kGy causaram a redução na contagem das bactérias Heterotrófica Psicotróficas, mas foram prejudiciais a qualidade sensorial do pescado.

Savvaidis et al. (2002) pesquisaram o efeito da radiação gama sobre a flora microbiana natural da truta empacotada a vácuo e estocada à temperatura de 4°C e 10°C e sobre o inoculado de *Listeria monocytogenes*. As doses de radiação 0,5 kGy e 2,0 kGy afetaram as *Pseudomonas* spp, as *Brochothrix thermosfacta*, as bactérias ácido lácticas, as bactérias sufito-redutoras (*Shewanella putrefaciens*) e as *Enterobacteriaceae*, em ambas as temperaturas de estocagem. Observaram que este efeito era mais pronunciado à dose mais alta e à temperatura mais baixa. As *Pseudomonas* spp, as bactérias sufito-redutoras (*Shewanella putrefaciens*) e as *Enterobacteriaceae* mostraram sensibilidade maior que as outras espécies microbianas. A avaliação sensorial não mostrou boa correlação com populações bacterianas. Baseando-se no odor, o prazo de vida comercial da truta foi de 28 dias em comparação com a truta não irradiada que foi de sete dias. Sobre as mesmas condições, o crescimento do inoculado de *Listeria monocytogenes* foi suprimido em 2 log depois de irradiado (2,0 kGy) e estocado por até 18 dias a 4°C.

Baixas doses de irradiação gama têm provado sua eficácia sobre a redução de microorganismos patogênicos e de decomposição em uma variedade de produtos em frutos do mar. Porém, poucas informações estão disponíveis sobre o efeito da irradiação na qualidade sensorial, sobre a aceitabilidade do consumidor e principalmente sobre análise sensorial descritiva destes produtos.

2.4 ANÁLISE SENSORIAL

O conceito de controle de qualidade total envolve a aplicação da análise sensorial em todos os estágios do processamento. Assim sendo, a avaliação sensorial pode contribuir, direta ou indiretamente, em um grande número de atividades tais como no desenvolvimento de novos produtos, na reformulação de produtos, na redução de custos, no monitoramento da competição pelo mercado consumidor, no controle das especificações do produto final, da matéria-prima e da embalagem, na estabilidade na estocagem e na publicidade (IFT, 1981).

O fenômeno de globalização da economia vem promovendo a queda das barreiras alfandegárias, tornando o mercado consumidor mais acessível e conseqüentemente mais vasto e diversificado. Neste cenário, as grandes indústrias tornaram os programas de análises sensorial mais ativos, buscando desenvolver produtos inovadores com rapidez e eficiência, baseadas, principalmente, no conhecimento da extensão do que o consumidor gosta ou desgosta no alimento. Para tal, passaram a empregar os métodos sensoriais descritivos, os quais descrevem o impacto do alimento sobre os sentidos humanos (FREITAS, 2002).

A definição de análise sensorial como uma disciplina científica utilizada para evocar, medir, analisar e interpretar as reações às características de alimentos e outros produtos de consumo, da forma como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição enfatiza a importância da forma de medida e do tratamento dos dados da avaliação sensorial (CHAVES, 2001; IFT, 1981).

Os gostos são percebidos principalmente na parte superior da língua e, com menor intensidade, no palato e nas bochechas. Quatro tipos de papilas são encontradas na língua humana: foliada, circunvalada, fungiforme e filiforme. As papilas filiformes estão distribuídas nos 2/3 anteriores da língua e têm somente função tátil, por não possuírem gemas gustativas; as papilas fungiformes estão

localizadas, em maior número, nas partes laterais da língua, medindo de 0,8 mm a 1,0 mm de diâmetro e 1,0 mm a 1,5 mm de altura; as papilas foliadas no homem, têm pouca função; as papilas circunvaladas dispostas em formato de “V” estão localizadas na base da língua, têm 2,0 mm de altura e de 1,0 mm a 1,5 mm de diâmetro, com 1,0 mm a 1,5 mm de profundidade, sendo as mais facilmente visíveis. Nas papilas estão as gemas gustativas que contêm as células receptoras gustativas, responsáveis pela percepção dos gostos. Nas papilas fungiformes, as gemas gustativas encontram-se sobre sua superfície, enquanto nas papilas foliadas e circunvaladas elas se encontram em suas ranhuras; no homem, o número de gemas gustativas pode variar de 33 a 508 por papilas, tendo como média aproximadamente 250 (AMERINE; PANGBORN; ROESSLER, 1965; CHAVES; SPROESSER, 2002; JELLINEK, 1985).

O número de gostos distintos é muito grande. No entanto, pesquisas indicam que eles podem ser obtidos pela combinação de somente quatro gostos primários:

- Ácido - é considerado o mais simples dos gostos. Acredita-se que somente ácidos são os estímulos ativadores de acidez, mais especificamente os íons de hidrogênio. Em geral quanto mais íon de hidrogênio, mais ácida é a solução. A solução de ácido cítrico é a que produz a acidez característica.
- Doce - os mais comuns ativadores do gosto doce são os açúcares, sendo a sacarose o açúcar característico. Muitas substâncias de estrutura química bastante diferentes apresentam gosto doce, tais como alguns sais de estanho, sacarina, ciclamatos, d-asparagina e aspartame, por exemplo.
- Salgado - o cloreto de sódio, ou sal de cozinha, tem o mais puro gosto salgado, sendo a única substância conhecida nesse aspecto, já que a maioria dos compostos inorgânicos solúveis tem vários gostos: amargo, doce e salgado, em várias combinações.
- Amargo – muitos compostos quimicamente diferentes têm gosto amargo. Alguns dos mais comuns são alcalóides, como cafeína, nicotina, quinina e brucina (*ibid*).

A técnica de identificação de gosto primário é frequentemente utilizada antes do treinamento de uma equipe de julgadores para algum produto específico, pois familiariza o provador com os gostos primários e suas misturas, além de dar noções sobre a forma correta de degustação de amostras (CHAVES; SPROESSER, 2002).

Na indústria de alimentos é reconhecida a importância de odores e aromas em vários tipos de produtos alimentícios; estas características de qualidade sensorial podem atrair ou repelir o consumidor. Têm-se estudado técnicas para a modificação de odores e aromas por meio de processos químicos ou físicos, com a finalidade de mascarar um odor/aroma indesejável ou ainda de realçar um odor/aroma característico. Odor é, fisiologicamente, a sensação que se percebe por meio das células receptoras olfativas (no nariz – olfato) quando estimuladas por substâncias voláteis. Já o aroma é, fisiologicamente, a sensação que se percebe por meio das células receptoras olfativas (olfato) quando estimuladas por substâncias voláteis que passam pela boca. Daí algumas pessoas dizerem que aroma é percebido pelo olfato juntamente com o paladar (gosto). Sabor é, em análise sensorial, a experiência mista, mas unitária, de sensações gustativas, olfativas e táteis percebidas durante a degustação. Isto é, o sabor engloba as sensações de gosto, odor e táteis orais, podendo ser influenciado pelos efeitos táteis, térmicos, dolorosos e cinestésicos da substância (AMERINE; PANGBORN; ROESSLER, 1965; CHAVES; SPROESSER, 2002; JELLINEK, 1985).

O nariz tem a finalidade de aquecer e filtrar o ar que se respira antes que passe para os pulmões. Três canais horizontais, também denominados conchas, garantem a grande superfície interna requerida para o processo. Células olfativas, localizadas na parte superior interna do nariz, são responsáveis pela percepção de estímulos causados por substâncias voláteis. Em virtude da grande sensibilidade das células olfativas, somente as substâncias que apresentam odor não muito forte podem ser cheiradas diretamente; em alguns casos é necessário fazer diluição da substância (*ibid*).

Os métodos sensoriais são classificados em três grandes grupos:

- Testes discriminativos (testes de diferença) se baseiam na diferença percebida entre dois ou mais produtos/amostras;
- Testes afetivos que avaliam atitudes subjetivas, acessam diretamente a opinião do consumidor, como preferência ou aceitação pelo consumidor do produto;
- Métodos descritivos de avaliação sensorial que utilizam julgadores treinados para identificar, descrever e quantificar os atributos sensoriais do produto. (STONE, SIDEL, 1998).

O método triangular é o mais comumente utilizado dentre os testes discriminativos. Como o próprio nome indica, três amostras são apresentadas simultaneamente aos provadores, sendo duas delas idênticas. Todas as três amostras são codificadas, e a tarefa do julgador é avaliá-las e determinar quais são iguais ou qual é diferente. Este método não indica nem a magnitude nem a razão da diferença entre as amostras, somente se existe ou não diferença detectável. Também é muito utilizado em controle de qualidade, a fim de garantir que amostras ou lotes de produções diferentes sejam semelhantes. É também utilizado para determinar se a substituição de ingredientes, a mudança no processamento, o tipo de embalagem e as condições de armazenamento resultam em diferença detectável no produto (CHAVES; SPROESSER, 2002).

Alguns produtos irradiados são analisados em suas características sensoriais por teste triangular; como nos estudos realizados por Liu et al. (1991), que pesquisando os efeitos da radiação gama (1,0 kGy) sobre a qualidade microbiológica e nutricional de filés de tilápia (*Oreochromis mossambicus*) e de carpa prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*), observaram que não houve diferença significativa quanto ao sabor e a cor dos filés estocados durante um, dois e cinco dias de estocagem a -20°C e a 1°C , a exceção foi a carpa irradiada que se apresentou mais avermelhada que a não irradiada.

Em alguns casos os testes triangulares são utilizados para selecionar os provadores (degustadores). No trabalho de Chen, Andrews e Grodner (1996) 11 painelistas, depois de selecionados pelo teste triangular, realizaram teste de aceitação (numa escala de 0 a 10) para sabor e odor, em carne de siri irradiada a 1,0 kGy e 2,0 kGy e não irradiada e estocadas em gelo durante 14 dias. As amostras irradiadas tiveram boa aceitação até o sétimo dia de estocagem, enquanto as não irradiadas tiveram boa aceitação até o quarto dia de estocagem. Comparando as amostras irradiadas, aquelas irradiadas a 1,0 kGy obtiveram maior aceitação na análise sensorial que as irradiadas a 2,0 kGy.

Os testes afetivos têm como objetivo medir atitudes subjetivas como aceitação ou preferência de consumidores pelos produtos, de forma individual ou em relação a outros. No entanto, nem sempre um produto que é preferido em relação a outro é mais consumido, já que a aceitação é dependente de fatores tais como preço, qualidade nutricional, disponibilidade e propaganda, dentre outros. Assim, um produto pode ser preferido a outro em um teste de preferência e nenhum dos dois

ter boa aceitação. Os métodos mais empregados para medida da aceitação de produtos são as diversas formas de escalas, como a hedônica e a de atitude. Os testes de aceitação não devem ser utilizados para controle de qualidade na produção de alimentos, já que é preciso de um grande número de provadores para maior exatidão do teste (CHAVES; SPROESSER, 2002).

Segundo Chaves e Sproesser (2002), na escala hedônica, o provador expressa sua aceitação pelo produto, seguindo uma escala previamente estabelecida que varia gradativamente, com base nos atributos: gosta e desgosta. A escala hedônica pode ser utilizada em testes de aceitação em laboratório, com o propósito de se obterem informações sobre a provável aceitação de produtos pelo consumidor nas fases iniciais de desenvolvimento. É utilizada, também, para determinar a aceitação quando se promovem alteração ou inclusão de ingredientes e modificações nos processos, nas matérias, na embalagem, nas condições de estocagem e no tempo de conservação dos alimentos.

Curzio e Quaranta (1982), estudaram o ranço oxidativo em peixes irradiados (Co^{60}) e não irradiados (amostras controles) da espécie *Merluccius hubbsi*, estocados de 4°C a 5°C durante 35 dias, observaram que a quantidade de TBA (ácido tiobarbitúrico) aumentou mais nas amostras controles ao longo da estocagem do que as irradiadas. Os autores também realizaram (teste de aceitação) sensorial e concluíram que esta se correlaciona com a quantidade de TBA nas amostras.

Bennour et al. (1991) realizaram experimento com peixes da espécie *Scomber scombrus*, estudando o efeito de diferentes proporções de gelo/peixe: 1:2, 1:3 e 1:4, sobre o tempo de estocagem do pescado. Estes utilizaram análises químicas (pH, Bases Voláteis Totais, Trimetilamina e Histamina), microbiológicas (contagem de bactérias heterotróficas mesófilas, psicotróficas, halofílicas, sulfito redutores e Enterobacteriaceae) e sensorial (teste de aceitação). A análise sensorial indicou que quanto menor a quantidade de gelo, menor o tempo de estocagem que foi de nove, oito e seis dias, respectivamente para a proporção de 1:2, 1:3 e 1:4.

Dymza et al. (1990) estudando os efeitos da radiação gama (0,66 kGy e 1,31 kGy) sobre o prazo de vida comercial e capacidade de formar gel (surimi) da abrótea (*Urophycis chuss*), realizaram análises microbiológicas (contagem de bactérias aeróbicas), instrumental (textura – INSTRON), além de análise sensorial (teste de aceitação) – aceitável / não aceitável – utilizando cinco provadores treinados. Após a irradiação das amostras, estas e as amostras controles, foram estocadas a 3,3°C

durante 24 dias. Foi observado que as amostras irradiadas tiveram maior aceitação sensorial, isto é, um aumento no prazo de vida comercial de seis dias nas amostras controles, para 12 e 18 dias respectivamente para as doses 0,66 kGy e 1,31 kGy. Com relação a contagem de bactérias, a vida de prateleira foi maior nas amostras irradiadas, enquanto a capacidade de formar gel foi menor quanto maior a dose.

Venugopal et al. (1981) realizaram testes de aceitação (escala hedônica de nove pontos), em amostras irradiadas (1,5 kGy) e não irradiadas de *Rastrelliga kanagurta* estocadas de 0°C a 2°C durante 30 dias e correlacionaram estes resultados com a quantidade de ácidos voláteis e contagem de bactérias do pescado. Observaram que a irradiação retardou a formação de ácidos voláteis e o desenvolvimento bacteriano, e as amostras irradiadas obtiveram maior aceitação sensorial. Estes resultados, segundo os autores, sugerem que a quantidade de ácidos voláteis pode ser utilizado como parâmetro para avaliar a qualidade do pescado.

Abu-Tarbosh et al. (1996) demonstraram em seu experimento que doses de 3,0 kGy e 4,5 kGy estenderam a aceitabilidade sensorial e a qualidade microbiológica (contagem total e Coliformes) da *Tilapia nilotica* x *T. aurea* e *Scomberomorus commerson* em oito dias quando comparadas com peixes não irradiados. Para análise sensorial foi utilizada uma escala hedônica de cinco pontos, onde avaliou-se, em amostras cozidas e cruas a aparência, odor, textura e em amostras cozidas também avaliou-se o sabor.

As técnicas de análise descritiva fornecem informações sobre a aparência, o aroma, o sabor e a textura dos produtos alimentícios que são efetivamente utilizados para o desenvolvimento de produtos e processos, estudos de vida útil ou de estabilidade, controle de qualidade e correlações entre medidas sensoriais e medidas analíticas na indústria de aromas e essências (GILLETTE, 1984). A análise descritiva desenvolve uma linguagem de comunicação dos sentidos que são classificados pelo Homem em: visão, olfato, audição, gosto e tato. Na verdade, cada um desses sentidos age em diferentes graus de importância e em diferentes direções e produz, no Homem, um impacto durante a percepção do alimento (MOSKOWITZ, 1983).

Em seu experimento Nunes e Silva (1994) irradiaram o peixe da espécie *Trachurus picturatus* em diferentes doses (1,0 kGy, 2,0 kGy e 3,0 kGy), embalaram a vácuo, estocaram em gelo por 25 dias; realizaram o mesmo procedimento em peixes

não irradiados (amostras controles). As amostras foram submetidas à análise microbiológica (contagem de bactérias heterotróficas aeróbias e mesófilas) e sensorial por dez julgadores treinados que analisaram pele, olhos, guelras, odor e muco de amostras cruas; e sabor, textura, odor, cor e umidade de amostras cozidas em microondas por sete minutos. As características das amostras foram pontuadas de zero a cinco, onde cada número correspondia a descrição destas características. Após as análises, os pesquisadores observaram que a irradiação do pescado aumentou em dois a três vezes a vida de prateleira deste, quando comparado com o pescado não irradiado, isto é, houve diferença significativa ($p < 0,05$) na contagem de bactérias e na análise sensorial.

Na pesquisa de Poole et al. (1994), maiores dosagens de radiação proporcionaram uma maior qualidade sensorial a várias espécies de pescado marinho, quando estas foram analisadas por dez painelistas que avaliaram preferência global, aparência, sabor, textura e odor. As amostras foram submetidas às doses de 1,0 kGy, 3,0 kGy e 5,0 kGy e estocadas a 2°C durante três semanas.

Segundo Anzaldua-Morales (1994, p.110) algumas propriedades sensoriais não podem ser descritas como um só atributo, e sim como uma combinação ou agrupo de várias características ou notas que formam o atributo em questão. Isto é especialmente aplicado nos casos de sabor e textura, em que não se pode referir simplesmente à “textura do alimento”, senão a seus atributos ou características de textura, como dureza, elasticidade, coesividade, etc. Por isto, se desenvolveram as técnicas descritivas conhecidas como análises de perfil de sabor e análises de perfil de textura.

Segundo Amerine et al. (1965) o melhor método de análise sensorial descritiva é o perfil sensorial.

A análise de perfil sensorial de sabor fornece um registro escrito dos componentes perceptíveis de aroma, gosto e sensações táteis orais de um produto. O método inclui duas partes: análise do aroma, seguida pela análise de sabor. Um perfil é obtido pela análise do aroma e do sabor de um produto em relação a cinco dimensões, dadas a seguir:

- a) Impressão global do aroma e do sabor (amplitude);
- b) Identificação das características individuais perceptíveis do aroma e do sabor (nota característica);

- c) Determinação da intensidade das características sensoriais da amostra ou do produto;
- d) Determinação da ordem de percepção das notas características do aroma e do sabor;
- e) Identificação dos efeitos e gostos residuais (CHAVES; SPROESSER, 2002).

O termo amplitude é usado em perfil de sabor para representar a impressão global que o aroma e o sabor de um produto causam aos julgadores, sendo determinado antes de os provadores se concentrarem na análise das características individuais. O seu objetivo é incluir todas as características do aroma e as do sabor do produto. Em razão da complexidade deste conceito para amplitude, sugere-se a inclusão, quando possível, de uma amostra-referência para cada produto. A escala normalmente utilizada é:

)(= muito baixa;

1 = baixa;

2 = média; e

3 = alta (AMERINE; PANGBORN; ROESSLER, 1965; CAUL, 1957; CHAVES; SPROESSER, 2002).

Notas características são termos descritivos usados para representar os atributos individuais de aroma e sabor. Esses termos são normalmente estabelecidos de acordo com a equipe de julgadores. Associações com substâncias químicas conhecidas ou com material de referência são normalmente empregados. Atributos de gostos básicos são descritos pelos seus próprios termos: doce, ácido, salgado e amargo. As notas características a serem incluídas no perfil de sabor do produto podem ser estabelecidas por um dos métodos descritivos para este tipo de análise, como a discussão em mesa-redonda. Para determinação da intensidade dessas características, a seguinte escala é utilizada:

0 = ausente;

)(= limiar;

1 = pequena;

2 = regular; e

3 = forte (*ibid*).

A ordem de percepção das notas características é importante no estabelecimento do perfil de sabor, e essas notas são listadas na escala

mencionada na folha de resposta. Normalmente esta ordem é estabelecida por consenso da equipe de julgadores durante a discussão em grupo. Os gostos e sensações residuais, normalmente não são determinados para intensidade. A ficha de resposta para o perfil de sabor de um produto é desenvolvida em sessões preliminares e discussão, já que as características a serem consideradas, a ordem de percepção e suas intensidades são definidas nessas sessões. As características de aroma e de sabor são listadas separadamente e espaços em branco são deixados para amplitude e intensidade. O perfil do sabor emerge da interação entre os julgadores que discutem as características sensoriais do produto e chegam a um consenso. Os resultados do perfil sensorial de sabor não são analisados estatisticamente, já que surgem como resultado único de um consenso. O método tem como vantagens:

- fornecer um quadro sensorial geral de todos os componentes do produto;
- ser versátil, e
- ter boa reprodutibilidade (CAUL, 1957; CHAVES; SPROESSER, 2002).

O método de perfil de sabor é normalmente utilizado no desenvolvimento e na reprodução de produtos, no controle de qualidade, na seleção de novas fontes de matéria-prima e na estabilidade no armazenamento (CHAVES; SPROESSER, 2002).

Syarief et al. (1985) estudaram a interdependência e dimensões básicas das características sensoriais do sabor de determinados alimentos. Os dados do perfil sensorial para bife, para gel de peixe, para salsinha, para amendoim, para manteiga de amendoim (creme de amendoim), e para batata doce assada foram fundamentais para o estudo, a partir da análise de componente principal, para estudar a interdependência e dimensões básicas das características de sabor, em ordem de aparição, para simplificar método de análise de perfil sensorial. As notas das características usadas no painel para descrever o perfil sensorial de cada alimento não foram completamente independentes. A estrutura dimensional básica teve um número de dimensões igual a $1/3$ do número das notas das características, explicando $3/4$ do total da variância. A análise de perfil sensorial para cada alimento avaliado pode ser, por meio disso, simplificado através da redução do número de notas de caracteres a $1/3$ do número original.

Prell e Sawyer (1988) descreveram o perfil sensorial de 17 espécies de peixes do Norte do Atlântico. Foram caracterizadas: a amplitude, a intensidade e a ordem de percepção de notas características de sabor e de aroma, além do sabor residual

de cada espécie. Cada amostra (músculo) foi cozida a 71°C em água. Foram usadas escalas de atributos que variaram de zero (ausente) a sete (alto) e utilizaram 1/2 como nível intermediário entre as escalas. De seis a oito degustadores realizaram análises individuais e depois partiram para discussão aberta. Tinham como finalidade obter um banco de dados para agrupar as espécies de acordo com suas semelhanças sensoriais. Assim, através destes procedimentos revelaram quatro grupos distintos: (1) intensidade menor que moderada com sabor de molusco; (2) intensidade menor que moderada com sabor de terroso; (3) intensidade moderada de peixe oleoso; e (4) intensidade alta de peixe oleoso. A espécie *Lophius americanus* apresentou baixa intensidade total de aroma e sabor. Esta espécie recebeu os seguintes atributos e notas de aroma: intensidade total de aroma = 3-4; amplitude 2; mar = 1-1/2; peixe fresco ou alga = 1-1/2; e lagosta ou molusco = 1-1/2. Quanto ao sabor apresentou os seguintes atributos e notas: intensidade total de sabor = 3; amplitude = 2; lagosta ou molusco = 1-1/2; peixe fresco ou alga = 1-1/2; acidez = 1; salgado = limiar; boca seca = 1/2. Já o sabor residual foi: adocicado, peixe fresco e molusco. Assim, esta espécie apresentou atributos e notas de intensidade total de aroma e sabor de baixo a moderado assemelhado a lagosta ou molusco, ficando no primeiro grupo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 MATERIAL

Foram utilizados peixes-sapo refrigerados a 0C° cedidos pelo Sindicato dos Armadores de Pesca do Estado do Rio de Janeiro Brasil - SAPERJ.

3.2 MÉTODOS

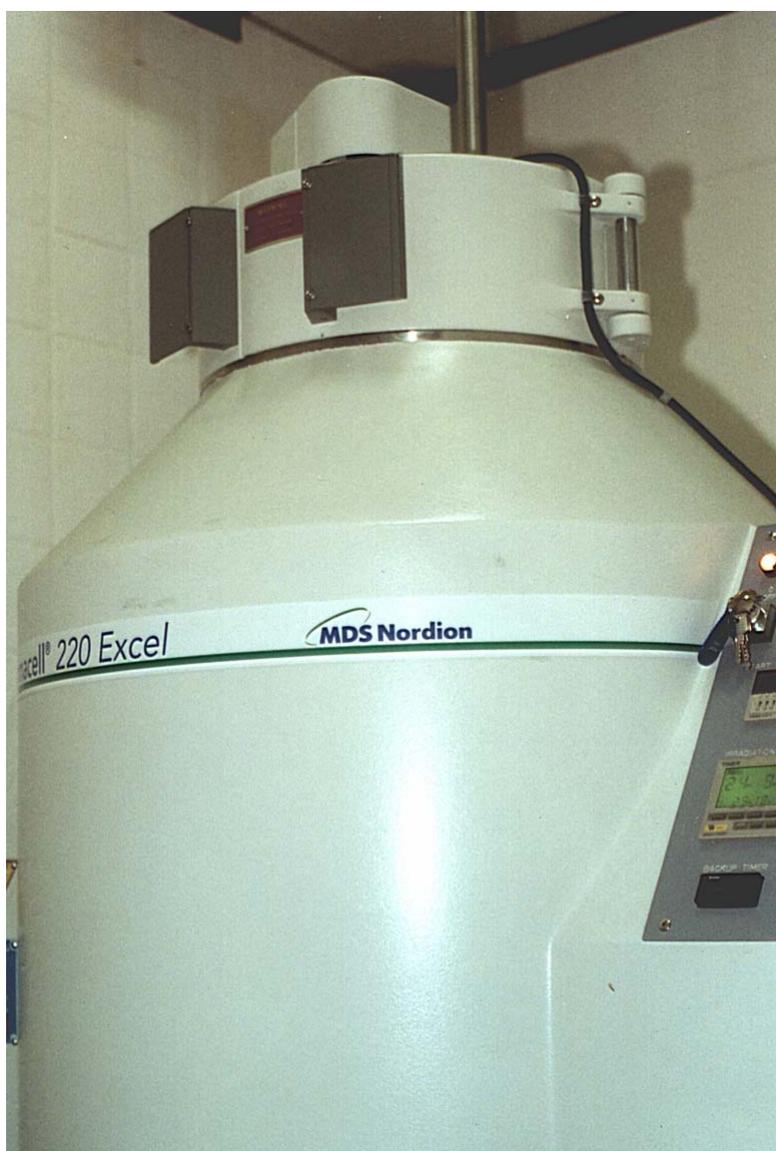
3.2.1 Coleta, Acondicionamento e Transporte das Amostras

Foram coletados 12 peixes, pesando três quilogramas (3,0 kg). Em seguida estes foram processados para obtenção de seus filés. As amostras foram acondicionadas e recebidas em ótimas condições, para assegurar suas características: nutricionais, sanitárias e sensoriais. Assim, estas foram acondicionadas em recipiente limpo e isotérmico com gelo e transportadas ao Laboratório de Instrumentação Nuclear da Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia (COPPE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Após a irradiação as amostras foram enviadas para os Laboratórios do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Veterinária da Universidade Federal Fluminense (UFF) para a análise bacteriológica, sensorial e para análise físico-química.

3.2.2 Irradiação

No Laboratório de Instrumentação Nuclear da COPPE da UFRJ, as amostras receberam 3,0 kGy, 5,0 kGy e 7,0 kGy de radiação gama pelo irradiador de Cobalto 60 (Gamma Cell 220 – Nordion) (Fig. 3 – p. 43). A amostra controle foi mantida em gelo durante esta fase.

Efetuada a irradiação, as amostras foram acondicionadas e transportadas ao Laboratório de Controle Microbiológico e ao Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Veterinária da Universidade Federal Fluminense (UFF).



COPPE/UFRJ

Figura 3 – Gamma Cell 220 – Nordion

3.2.3 Análise Bacteriológica

No Laboratório de Controle Microbiológico de Produtos de Origem Animal do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Veterinária da UFF as amostras foram analisadas. As amostras estocadas a 0°C foram analisadas no dia “zero”, no segundo dia, no quarto dia, no sétimo dia, no 11º dia, no 14º dia, no 16º dia e no 18º dia após a irradiação das amostras, juntamente com a amostra controle.

A contagem de bactérias heterotróficas aeróbias psicotróficas (BHAP) foi realizada em duplicata, segundo metodologia recomendada por Morton (2001) e Cousin et al. (2001).

Na zona de segurança do bico de Bussen, foram pesadas 10 g da amostra e acondicionadas em um saco plástico de *stomacher* esterilizado. Em seguida, a este último, foram acrescentados (asépticamente) 90 ml (mililitros) de Solução Salina Peptonada a 0,1% (SSP) esterilizada. Posteriormente, cada amostra, com SSP em saco plástico de *stomacher*, foi homogeneizada no *stomacher* por dois minutos à temperatura ambiente, obtendo-se assim uma diluição de 10^{-1} .

Em seguida, foram realizadas diluições utilizando pipetas com ponteiros esterilizados, sendo que 100 µl (microlitro) da diluição foram colocados num tubo de *Eppendorf* contendo 900 µl de solução salina peptonada a 0,1%, seguindo diluições até 10^{-8} . As amostras testemunhas receberam diluições até 10^{-8} , já no caso das amostras irradiadas foram utilizadas diluições até 10^{-4} . Logo após, foi efetuado plaqueamento em meio Agar Padrão para Contagem (Merck nº1.05463), utilizando a técnica *Pour-Plate*. Nessa técnica, 100 µl da subamostra de cada diluição foram colocados em placas de Petri esterilizadas, onde foram vertidos 18 ml do meio Agar Padrão para contagem (Merck nº1.05463), previamente, fundidos e mantidos a 45°C.

As placas de Petri foram homogeneizadas através de movimentos horários e anti-horários por cinco vezes consecutivas, e depois incubadas, invertidas em geladeira à temperatura de 7-10 °C por um período de sete a dez dias.

Após incubação, foram selecionadas as placas e contadas em contador de colônia do tipo Quebec. Todas as Unidades Formadoras de Colônias (UFC) crescidas nas placas que apresentaram entre 25 e 250 UFC. Posteriormente, seguiram as interpretações dos resultados (SWANSON; PETRAN; HANLIN, 2001).

3.2.4 Análise Sensorial

3.2.4.1 Perfil Sensorial de Sabor e Aroma

Etapa de Recrutamento: O recrutamento foi realizado com auxílio de questionários distribuídos a 32 consumidores do produto em questão, onde se verificou a habilidade em detectar e descrever propriedades sensoriais de alimentos, identificar as diferenças de intensidade de atributos através de escalas não estruturadas, além da disponibilidade de tempo. Os candidatos que responderam 80% das questões verbais corretamente e claramente, e apresentaram um erro máximo de 10% no uso de escalas, foram recrutados (STONE; SIDEL, 1998).

Etapa de Seleção: Após o recrutamento, em cabines individuais do laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Veterinária - UFF (Fig. 4 – p. 45), 20 julgadores potenciais foram avaliados quanto a habilidade natural em discriminar diferença para o gosto salgado. Utilizou-se uma série de 4 repetições de teste triangular por julgador. Este teste consistia em diferenciar água pura da solução de cloreto de sódio (NaCl) a 0.4% mediante a uma ficha para teste triangular (Fig. 5 - p. 46). Os julgadores que obtiveram o mínimo de 75% de acerto em toda série de quatro testes triangulares foram aptos a participarem do treinamento (STONE; SIDEL, 1998).



Figura 4 – Amostras sendo oferecidas para avaliação no Laboratório de análise sensorial.

Nome: _____	Sexo: F () M ()
Idade: _____ anos	Data: ____/____/____
MÉTODO TRIANGULAR	
Duas das três amostras apresentadas são idênticas. Por favor, prove as amostras da esquerda para direita e circule o código das amostras que lhe pareça diferente. Enxágüe a boca após a degustação de cada amostra e espere 30 segundos.	
Código da amostra:	_____
Comentários:	_____

Figura 5 – Ficha para teste triangular empregada para seleção de julgadores potenciais

A etapa de treinamento e avaliação das amostras foi realizada em nove sessões: No primeiro, no terceiro, no quinto, no sétimo, no nono, no 11°, no 13°, no 15° e no 18° dias após a irradiação e estocadas à temperatura de 0°C. Primeiramente, os seis julgadores aprovados na fase anterior foram familiarizados ao vocabulário descritivo e a uma lista prévia com alguns atributos de aroma e sabor (Fig. 6 – p. 47). Após isto, as amostras (controle, 3,0 kGy, 5,0 kGy e 7,0 kGy), após prévio cozimento em microondas por 2 minutos, na potência máxima, e sem qualquer tempero, foram codificadas e exibidas à equipe sensorial (Fig. 7 – p. 48). Os membros da equipe sensorial interagiram entre si, como um grupo de discussão, moderado por um líder. Em consenso, foram descritas as características sensoriais de sabor e aroma percebidas nas amostras, registradas suas intensidades e ordem de percepções, além dos registros das impressões globais (amplitudes) de aroma e sabor, e identificações de percepções residuais. Para tal, foram empregadas duas ficha de avaliação (ficha de amplitude e ficha de atributo) onde a intensidade e a ordem de percepção dos atributos sensoriais, de cada amostra, foram registradas em escalas de intensidade [Apêndice 1, p. 77 e Apêndice 2, p. 78]. (AMERINE; PANGBORN; ROESSLER, 1965).

Grupo de degustadores de peixe-sapo tipo exportação

Você pode utilizar qualquer atributo desta lista prévia e descrever outras novas percepções de aroma e de sabor, obtidas nas nossas amostras em estudo.

Lembre-se que nossas decisões só podem ocorrer em consenso, somos um grupo em que a interação entre julgadores é fundamental para o bom desempenho da equipe.

Atributo de AROMA:

Para percebermos as notas aromáticas devemos estar com a boca entreaberta;

1. Alga
2. Maresia
3. Amônia
4. Ranço ou oxidado
5. Ácido
6. Doce
7. Azedo

Atributos de SABOR:

1. Alga
2. Maresia
3. Amônia
4. Ranço ou oxidado
5. Ácido
6. Doce
7. Azedo
8. De peixe oleoso
9. Metálico

Figura 6 - Lista prévia com alguns atributos de aroma e sabor levantados para peixes marinhos.

Fonte: Prell e Sawyer (1988).



Figura 7 – Exibição das amostras em bancada.

3.2.4.2 Teste de preferência quanto à cor

Após a observação da modificação da cor das amostras irradiadas em diferentes dosagens e da amostra controle optou-se pelo teste de ordenação de preferência quanto ao atributo cor. Desta forma, seria possível prever a reação do consumidor no ato da compra do produto cru.

As amostras controle, 3,0 kGy, 5,0 kGy e 7,0 kGy, no segundo dia após a irradiação, foram apresentadas cruas em bandejas de fundo claro, e codificadas com números aleatórios de três dígitos. Trinta e duas pessoas avaliaram as amostras pelo teste de preferência quanto à cor mediante uma ficha (Fig. 8 – p. 49). As amostras foram apresentadas simultaneamente, sob condições laboratoriais e iluminação natural, para julgadores não treinados que não interagem entre si.

Nome: _____	Sexo: F () M ()		
Idade: _____ anos	Data: ____/____/____		
Você está recebendo quatro amostras codificadas. Por favor, avalie as amostras e coloque os seus códigos em ordem CRESCENTE de preferência quanto a cor.			
_____	_____	_____	_____
Menos preferida			Mais preferida
Comentários: _____			

Figura 8 - Ficha para teste de ordenação preferência da quanto à cor.

4 TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS RESULTADOS

4.1 ANÁLISE BACTERIOLÓGICA

Os dados obtidos, a partir das contagens realizadas, foram tratados estatisticamente pelo método dos mínimos quadrados para obtenção de uma regressão linear. Para tal, utilizou-se a equação de Roberts e Baranyi (1994, p.277-294), determinando-se os parâmetros de crescimento (fase de latência e tempo de duplicação) das curvas obtidas dos resultados das contagens de bactérias heterotróficas aeróbicas psicrotróficas viáveis.

Sobre os mesmos dados, também, foi usado o Programa Estatístico SAS (SAS,1985) para a análise de regressão das contagens de bactérias heterotróficas aeróbicas psicrotróficas em filé de peixe-sapo não irradiado e irradiado a 3,0 kGy, 5,0 kGy e 7,0 kGy, em diferentes dias de estocagem.

4.2. ANÁLISE SENSORIAL

Os resultados de perfil de sabor e de aroma não possibilitam análise estatística.

A análise estatística do teste de preferência quanto à cor foi baseada no teste de soma de ordem de Friedman (CHAVES, 2001, p.73).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ANÁLISE BACTERIOLÓGICA DE FILÉ DE PEIXE-SAPO

A amostra controle apresentou uma contagem total de bactérias heterotróficas aeróbicas psicotróficas no dia zero de 6,88 log ($7,5 \times 10^6$ UFC/g). Desde o início, a matéria-prima demonstrou possuir carga bacteriana dentro dos limites estabelecidos, para BHAP, pela *International Commission on Microbiological Specifications for Foods*: 10^7 UFC/g (ICMSF, 1986). A Resolução – RDC n° 12 de 02.01.01 da Agência de Vigilância Sanitária estabelece como limite de tolerância para amostra indicativa para pescado “in natura”, resfriado ou congelado os seguintes valores: 10^3 UFC/g para *Staphylococcus* coagulase positiva e ausência de *Salmonella* sp em 25 g, como limite de tolerância para amostra indicativa, contudo não determina nada sobre contagem total de bactérias heterotróficas aeróbicas psicotróficas (BRASIL, 2001a).

Já as outras amostras que sofreram tratamento por radiação gama (3,0 kGy, 5,0 kGy e 7,0 kGy), todas obtiveram baixa carga bacteriana no dia zero (0,1 log). Assim, as amostras irradiadas tiveram uma redução de 6,7 log no dia zero (Quadro 3 – p. 53 e Figura 9 – p. 53). Este fato também foi observado por Chen, Andrews e Grodner. (1996), em que baixas doses de radiação gama (menores que 1,0 kGy) eram tão eficazes quanto 2,0 kGy, chegando a reduzir a carga microbiana em 6 log a 7 log em produtos de carne de siri até três dias após à irradiação. Contudo, Alguns autores, em seus experimentos com inoculados em carne homogeneizada de frutos-do-mar, observaram que doses menores que 1,0 kGy reduzem entre 2 log a 3 log o número de *Escherichia coli* (0,37 kGy), de *Salmonella typhimurium* (0,51 kGy), de *Staphylococcus aureus* (0,42 kGy) e de *Enterococcus faecalis* (0,37 kGy) (MALLETT,

1991; MALLET; BEGHIAN; METCALF, 1991; MALLET; KAYLOR; LICCIARDELLO, 1985).

Com relação à carga-máxima, no 18º dia, houve diferentes resultados entre as amostras, sendo observado uma relação entre as doses, ou seja: quanto maior a dose menor a carga-máxima (Quadro 3 – p. 53). Somente a amostra 5,0 kGy e a 7,0 kGy mantiveram padrões microbianos aceitáveis segundo a *International Commission on Microbiological Specifications for Foods* (ICMSF, 1986).

A partir dos parâmetros de crescimento das curvas obtidas dos resultados das contagens bacterianas, foi observado que a amostra controle e a amostra 3,0 kGy não apresentaram fase de latência. Contudo as amostras 5,0 kGy e 7,0 kGy obtiveram 3,0 e 12,2, respectivamente. Notou-se, também, que esta última amostra apresentou maior fase de latência em relação às demais amostras (Quadro 4 – p. 54).

A amostra controle e 5,0 kGy apresentaram resultados de tempo de duplicação próximos (8,4 e 8,6, respectivamente). Entretanto a amostra 3,0 kGy e 7,0 kGy apresentaram o menor e o maior tempo de duplicação: 11,0 e 6,2 consecutivamente (Quadro 4 – p. 54).

Neste experimento, observou-se que a dose de radiação 3,0 kGy estendeu o prazo de vida comercial do peixe-sapo de 2 dias até 14 dias. Também foi verificado que as doses de radiação 5,0 kGy e 7,0 kGy aumentaram a o prazo de vida comercial do pescado de 2 dias até 18 dias após a irradiação (Quadro 3 – p. 53). Em seu experimento, Nunes e Silva (1994) após irradiarem o peixe da espécie *Trachurus picturatus* em diferentes doses (1,0 kGy, 2,0 kGy e 3,0 kGy) observaram que a irradiação do pescado aumentou em dois a três vezes a vida de prateleira deste, quando comparado com o pescado não irradiado. Segundo Abu-Tarboursh et al. (1996) a irradiação é eficaz estendendo a vida de prateleira de diversos produtos de pescado refrigerado. Estes últimos reportaram que a dose de 3,0 kGy estendeu a vida de prateleira da tilápia de 12 para 20 dias e da “cavala espanhola” de oito para 16 dias. As bactérias *Campylobacter* spp, *Salmonella* spp e *Yersinia* spp foram totalmente eliminadas a 1,5 kGy. Concluíram que as doses 3,0 kGy e 4,5 kGy aumentam o prazo de vida comercial tanto da tilápia quanto da “cavala espanhola” acima de oito dias. Já as doses 6,0 kGy e 10,0 kGy causaram a redução na contagem das bactérias heterotróficas psicotróficas.

Na análise de regressão linear das contagens das BHAP em função do dia de estocagem em gelo, a amostra 5,0 kGy obteve maior coeficiente de determinação ($R^2=0,84$) e a amostra 7,0 kGy apresentou menor coeficiente de determinação ($R^2=0,67$). Contudo, a amostra controle e a amostra 3,0 kGy apresentaram coeficiente de determinação intermediários, com R^2 de 0,79 e 0,82, respectivamente. Observou-se, ainda, que a equação de regressão linear da amostra 7,0 kGy não foi significativa, com probabilidade do acaso acima de 5% [Quadro 5, p.54]

Quadro 3 - Contagem total das BHAP em filé de *L. gastrophysus* estocado até 18 dias à temperatura de 0 °C.

DIA/AMOSTRA	CONTROLE	3,0 kGy	5,0kGy	7,0kGy
0	6,88 log	0,10 log	0,10 log	0,10 log
2	10,11 log	0,10 log	0,10 log	0,10 log
4	10,27 log	5,33 log	0,10 log	0,10 log
7	11,42 log	5,91 log	5,15 log	0,10 log
9	11,30 log	6,38 log	5,34 log	0,10 log
11	11,25 log	6,89 log	6,10 log	0,10 log
14	12,27 log	7,74 log	6,67 log	3,14 log
16	12,64 log	8,30 log	7,11 log	3,22 log
18	12,80 log	8,30 log	7,11 log	3,04 log

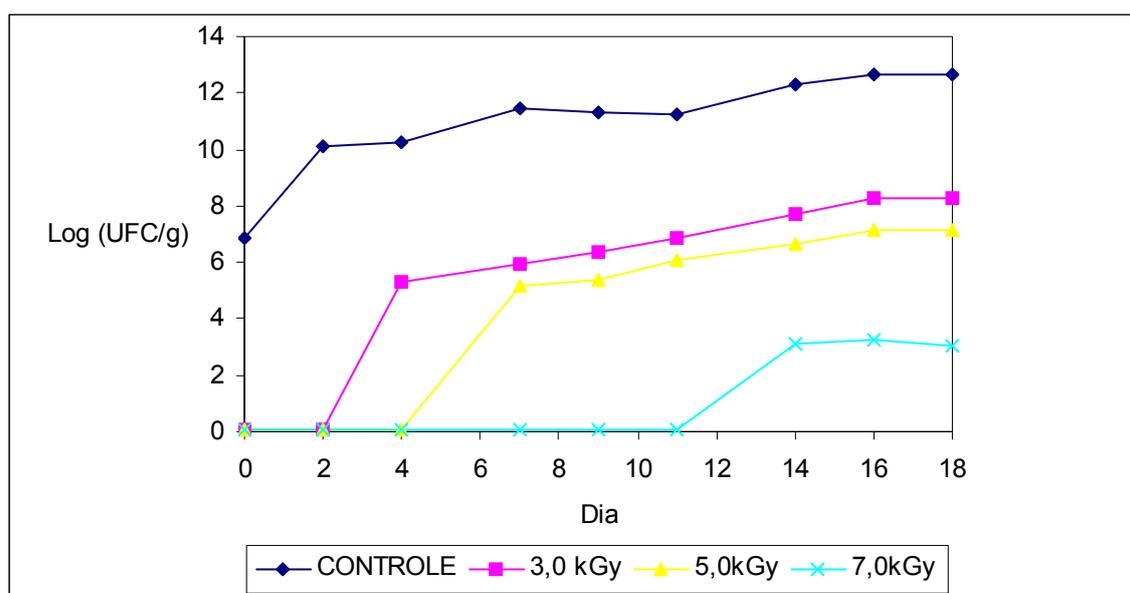


Figura 9 – Representação gráfica da curva de crescimento das BHAP em filé de *L. gastrophysus* estocado até 18 dias à temperatura de 0 °C.

Quadro 4 - Parâmetros de crescimento das curvas obtidas dos resultados das contagens de BHAP em filé de *L. gastrophysus* estocado até 18 dias à temperatura de 0 °C.

Curva	Carga-inicial (log)	Fase-Latência (dia)	Tempo de duplicação (hora)	Carga-máxima (log)
Controle	6,88	0,00	8,40	12,80
3,0 kGy	0,10	0,00	11,00	8,30
5,0 kGy	0,10	3,00	8,60	7,11
7,0 kGy	0,10	12,20	6,20	3,04

Quadro 5 - Modelos de equação de regressão das contagens de bactérias heterotróficas aeróbicas psicrófilas (Y) em função do dia de estocagem em gelo (x), em filé de peixe-sapo não irradiado e irradiado a 3,0 kGy, 5,0 kGy e 7,0 kGy, e seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e níveis de probabilidade (p).

Amostra	Modelo de regressão	R^2	Prob>F
Não irradiada	$Y = 8,07 + 0,59 \cdot x$	0,79	0,0015
Irradiada a 3 kGy	$Y = 0,18 + 1,05 \cdot x$	0,82	0,0009
Irradiada a 5 kGy	$Y = -1,07 + 1,05 \cdot x$	0,84	0,0005
Irradiada a 7kGy	$Y = -1,16 + 0,45 \cdot x$	0,67	0,0070

5.2 ANÁLISE SENSORIAL DE FILÉ DE PEIXE-SAPO

5.2.1 Atributos de sabor e de aroma

A equipe sensorial previamente selecionada e treinada, composta de oito julgadores (quatro do sexo feminino e quatro do sexo masculino), com idades entre 28 e 55 anos, levantaram os atributos de sabor e aroma das amostras de filé de peixe-sapo em diferentes tempos de estocagem em gelo.

Os atributos de sabor e aroma utilizados para a descrição das amostras irradiadas e não irradiadas do dia 1 ao dia 18 de estocagem estão dispostos no quadro 6 (p. 55).

Quadro 6 – Perfil sensorial de filé de peixe-sapo (*L. gastrophysus*) não irradiado e irradiado a 3 kGy, 5 kGy e 7 kGy, em diferentes dias de estocagem a 0°C.

Atributos de Sabor e Aroma
<ul style="list-style-type: none"> • Siri – sabor e aroma entre carne de peixe do mar e caranguejo, lembrando crustáceo (agradável). • Alga de água doce – sabor e aroma lembrando o odor de água de aquário suja, contendo algas (desagradável). • Cozido – sabor e aroma de peixe de água doce cozido em excesso (desagradável). • Peixe de água doce – sabor e aroma brando de peixe de água doce (agradável). • Uréia – sabor e aroma amoniacal (desagradável). • Maresia – sabor de algas marinhas muito acentuado lembrando peixe do mar não fresco (desagradável). • Sabor picante – sensação de formigamento na língua e lábios (desagradável). • Peixe do mar – sabor e aroma de peixe fresco (agradável). • Adocicado – sabor e aroma doce suave (agradável). • Alcalino – sabor lembrando sabão de coco e aroma residual (desagradável). • Pútrido – aroma repugnante (desagradável)

No primeiro dia, após a coleta e irradiação das demais amostras, a amostra controle apresentou atributo de sabor de siri baixo (Fig. 10, p. 60 e Quadro 7, p. 58) [Apêndice 8.3, Apêndice 8.4 e Apêndice 8.5]. Já quanto ao atributo aroma obteve-se os seguintes atributos: siri (escala = 1,5 cm – alta), adocicado (escala = 0,5 cm - baixa) e cozido (escala = 0,0 cm - limiar) [Quadro 9, p. 59 e Fig. 18, p. 64]. Foi percebido uma diminuição no atributo de aroma adocicado (escala = 0,0 cm - limiar) no terceiro dia. No quinto dia de armazenamento houve uma modificação total nos atributos de sabor passando para: maresia (escala = 1,5 cm - alta), peixe do mar (escala = 1,0 cm - média) e uréia (escala = 0,5 cm - baixa). Também, nesta mesma data, ocorreu alteração nos atributos de aroma: peixe do mar (escala = 0,5 cm - baixa), maresia (escala = 1,0 cm - média) e uréia (escala = 0,5 cm - baixa). Entretanto o aroma cozido (escala = 0,0 – limiar) se manteve. Notou-se um aumento

no sabor de peixe do mar (escala = 1,5 cm - alta) e de uréia (escala = 1,0 cm - média), como também no aroma de uréia (escala = 1,5 cm - alta) no sétimo dia de estocagem. No nono dia, estes últimos atributos de sabor e de aroma se mantiveram. (Quadro 7, p. 58; Quadro 9, p. 59; Fig. 11, p. 61 e Fig. 19, p. 64). No 11º dia de estocagem do pescado, este se encontrava deteriorado com aroma: pútrido (escala = 1,5 cm - alta), uréia (escala = 1,5 cm - alta) e maresia (escala = 1,0 cm - média). Depois desta data de análise somente foi verificado o aroma de pútrido alto (Quadro 7, p. 58; Quadro 9, p. 59). Sawaidis et al. (2002) reportaram que a avaliação sensorial não mostrou boa correlação com populações bacterianas. Já Curzio e Quaranta (1982) observaram que a quantidade de TBA (ácido tiobarbitúrico) aumentou mais nas amostras controles ao longo da estocagem do que as irradiadas. Estes últimos autores também realizaram análise sensorial (teste de aceitação) e concluíram que esta se correlacionava com a quantidade de TBA das amostras.

A amostra tratada com 3,0 kGy apresentou, no primeiro dia após a irradiação, atributo de sabor de alga de água doce com escala alta (escala = 1,5 cm), e atributos de aroma de alga de água doce baixo (escala = 0,5 cm), de peixe de água doce e de cozido limiares (escala = 0,0 cm), que permaneceram até o terceiro dia (Quadro 7, p. 58; Quadro 9, p. 59; Fig. 12, p. 61 e Fig. 20, p. 65) [Apêndice 8.6, Apêndice 8.7 e Apêndice 8.8]. Notou-se que o sabor desagradável de alga de água doce decaiu no quinto dia de análise para limiar (escala = 0,0 cm), mas os aromas se mantiveram inalterados até o sétimo dia. Neste mesmo dia surgiu somente o sabor de peixe do mar (escala = 0,5 cm - baixa). Observou-se no nono dia somente a ausência do aroma alga de água doce. No 11º dia surgiu o sabor de cozido (escala = 0,0 cm - limiar) e os aromas de peixe do mar (escala = 1,0 cm - média) e de cozido (escala = 0,5 cm - baixa). Já no 13º dia somente desapareceu o atributo de sabor desagradável de alga de água doce, mantendo-se os demais atributos até o 18º dia [Fig. 13, p. 62 e Fig. 21, p.65].

No primeiro dia e terceiro dia a amostra que recebeu dose de radiação de 5,0 kGy apresentou os seguintes atributos de sabor: peixe de água doce (escala = 0,5 cm - baixa) e cozido (escala = 0,5 cm - baixa) (Quadro 8, p. 58; Quadro 10, p. 59, Fig. 14, p. 62 e Fig. 22, p. 66)[Apêndice 8.8, Apêndice 8.9 e Apêndice 8.10]. Quanto ao aroma obteve: peixe de água doce (escala = 0,5 cm - baixa) e cozido (escala = 0,0cm - limiar). No quinto dia, esta amostra apresentou aumento no atributo sabor de

peixe de água doce (escala = 0,5 cm - baixa), surgiu o sabor adocicado (escala = 0,5 cm - baixa) e houve uma diminuição do sabor de cozido (escala = 0,0 cm - limiar). Também houve nesta data o surgimento do atributo de aroma alcalino (escala = 0,0 cm - limiar). Já no sétimo dia houve somente modificação nos atributos de sabor passando para peixe do mar, para adocicado e para cozido com escalas limiares e desaparecendo o sabor de peixe de água doce. No nono dia a amostra com 5,0 kGy obteve aumento somente no atributo de sabor de cozido com escala limiar para escala baixa e assim estes atributos de sabor e de aroma se mantiveram até o 18° dia (Fig. 15, p. 62 e Fig. 23, p. 66). Entre as amostras irradiadas a amostra com 5 kGy foi a que manteve a melhor qualidade sensorial.

A amostra com 7,0 kGy apresentou atributo de sabor de peixe de água doce e de cozido com escalas médias (escala = 1,0 cm) e atributo de aroma de alga de água doce, de cozido e de alcalino com escalas limiares (escala = 0,0 cm) no primeiro dia após a irradiação (Quadro 8, p. 58; Quadro 10, p. 59; Fig. 16, p. 63 e Fig. 24, p. 67) [Apêndice 8.11, Apêndice 8.12 e Apêndice 8.14]. No terceiro dia somente surgiu o aroma de peixe de água doce (escala = 0,0 - limiar). Contudo, no quinto dia ocorreu: um aumento no sabor de peixe de água doce (escala = 1,5 cm - alta); surgimento do sabor adocicado (escala = 1,0 cm - média); diminuição no sabor de cozido (escala = 0,5 cm - baixa), e o desaparecimento do aroma de alga de água doce. No sétimo, somente, ocorreu a diminuição do sabor de adocicado para escala baixa (escala = 0,5 cm). Já no nono dia ocorreu o aumento do aroma de peixe de água doce (escala = 0,5 cm - baixa). Todavia, no 11° dia ocorreu o desaparecimento do atributo de sabor adocicado, mas surgiu o atributo de sabor alcalino baixo (lembrando gosto de sabão de coco) e o de aroma alcalino médio (com efeito residual). Foi percebido no 13° dia que o sabor de peixe de água doce sumiu e o sabor de peixe do mar apareceu com escala média, mas esta amostra manteve todos os outros atributos, tanto de sabor quanto de aroma. No 15° dia o único atributo de sabor encontrado foi o alcalino alto. Contudo os atributos de aroma se mantiveram os mesmos. Já no 18° dia somente foram encontrados: sabor e aroma alcalinos altos (Fig. 17, p. 63 e Fig. 25, p. 67).

A amostra 5 kGy e a amostra 7 kGy vêm confirmar o que Abu-Tarboursh et al. (1996) reportaram: que as doses 3,0 kGy e 4,5 kGy aumentam a vida de prateleira tanto da tilápia quanto da “cavala espanhola” acima de oito dias. Já as doses 6,0 kGy e 10,0 kGy causaram a redução na contagem das bactérias

heterotróficas psicrotróficas, mas foram prejudiciais para a qualidade sensorial do pescado. No presente experimento, as amostras com 3,0 e 7,0 kGy apresentaram até o 5º dia de estocagem aroma de alga de água doce, considerado desagradável, após o que não foi mais percebido pela equipe. A amostra com 7,0 kGy apresentou desde o 1º até o 18º dia de estocagem aroma alcalino, também considerado desagradável.

Quadro 7 – Perfil de sabor de filé de peixe-sapo (*L. gastrophysus*) não irradiado e irradiado a 3,0 kGy, estocado a 0°C.

Amostras Atributo/dia (escala em cm)	Amostra controle					3,0 kGy								
	1	3	5	7	9	1	3	5	7	9	11	13	15	18
Siri	0,5	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alga de água doce	-	-	-	-	-	1,5	1,5	0,0	0,0	-	-	-	-	-
Cozido	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-
Peixe de água doce	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Uréia	-	-	-	1,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Maresia	-	-	1,5	1,5	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Picante	-	-	-	1,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Peixe do mar	-	-	1,0	1,5	1,5	-	-	-	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Adocicado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alcalino	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

- = ausente; 0,0 = limiar

Quadro 8 – Perfil de sabor de filé de peixe-sapo (*L. gastrophysus*) irradiado a 5,0 e 7,0 kGy, estocado a 0°C.

Amostras Atributo/dia (escala em cm)	5,0 kGy									7,0 kGy								
	1	3	5	7	9	11	13	15	18	1	3	5	7	9	11	13	15	18
Siri	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alga de água doce	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cozido	0,5	0,5	0,0	0,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	-	-
Peixe de água doce	0,5	0,5	1,0	-	-	-	-	-	-	1,0	1,0	1,5	1,5	1,5	1,5	-	-	-
Uréia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Maresia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Picante	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Peixe do mar	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	1,0	-	-
Adocicado	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	1,0	0,5	0,5	-	-	-	-
Alcalino	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0,5	1,5	1,5

- = ausente; 0,0 = limiar

Quadro 9 – Perfil de aroma de filé de peixe-sapo (*L. gastrophysus*) não irradiado e irradiado a 3,0 kGy, estocado a 0°C.

Amostras Atributo/dia (escala em cm)	Amostra controle									3,0 kGy								
	1	3	5	7	9	11	13	15	18	1	3	5	7	9	11	13	15	18
Siri	1,5	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alga de água doce	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0,5	0,0	0,0	-	-	-	-	-
Cozido	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Peixe de água doce	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,5	0,5	0,5	-	-	-	-
Uréia	-	-	0,5	0,5	0,5	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Maresia	-	-	1,0	1,0	1,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Peixe do mar	-	-	0,5	0,5	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0	1,0	1,0	1,0
Adocicado	0,5	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alcalino	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pútrido	-	-	-	-	-	1,5	1,5	1,5	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-

- = ausente; 0,0 = limiar

Quadro 10 – Perfil de aroma de filé de peixe-sapo (*L. gastrophysus*) irradiado a 5,0 e 7,0 kGy, estocado a 0°C.

Amostras Atributo/dia (escala em cm)	5,0 kGy									7,0 kGy								
	1	3	5	7	9	11	13	15	18	1	3	5	7	9	11	13	15	18
Siri	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alga de água doce	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-
Cozido	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
Peixe de água doce	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	-	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,5	0,5	-
Uréia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Maresia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Peixe do mar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Adocicado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alcalino	-	-	0,0	0,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,0	0,0	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	1,5
Pútrido	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

- = ausente; 0,0 = limiar

5.2.2 Amplitudes de sabor e de aroma

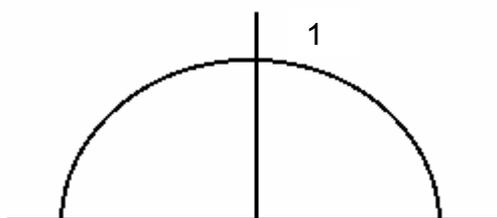
No primeiro dia, quanto à amplitude de sabor observou-se as seguintes colocações em ordem decrescente: a amostra 3,0 kGy com escala alta; amostra controle com escala média, a amostra 7,0 kGy com escala baixa e a amostra 5,0 kGy com escala limiar, sendo que a amostra 3,0 kGy apresentou impacto

desagradável e as demais impacto agradável. Nesta mesma data, quanto à amplitude de aroma ocorreu as seguintes ordens decrescentes: controle com escala alta; amostra 7,0 kGy com escala média; amostra 5,0 kGy com escala baixa e amostra 3,0 kGy com escala limiar, mas somente a amostra 7,0 kGy demonstrou impacto desagradável.

No terceiro dia, quanto à amplitude de sabor observou-se as seguintes colocações em ordem decrescente: amostra controle com nota alta; amostra de 3,0 kGy com nota média; amostra 7,0 kGy com nota baixa e amostra 5,0 kGy com nota limiar, sendo que somente a amostra 3,0 kGy obteve impacto desagradável. Com relação à amplitude de aroma observou-se que não houve modificação.

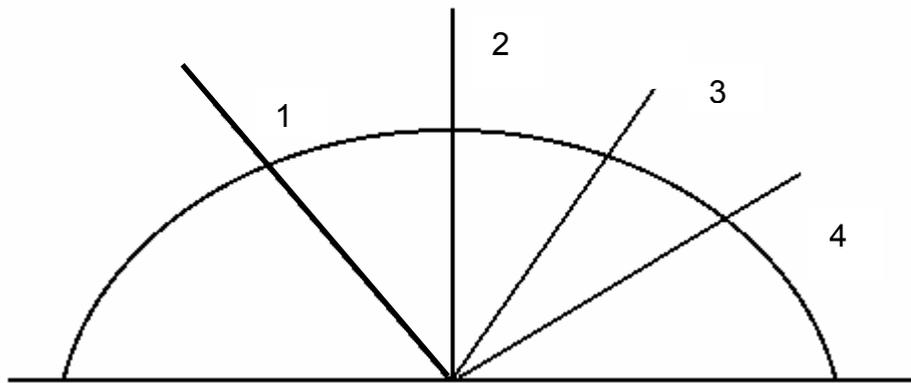
Do quinto dia até o nono dia, com relação à amplitude de sabor notou-se as seguintes ordens decrescentes: amostra controle com escala alta; amostra 5,0 kGy com escala média; amostra 3,0 kGy com escala baixa e amostra 7,0 kGy com escala baixa. Estas mesmas colocações e escalas se mantiveram quanto à amplitude de aroma.

Do 11° dia até o 18° dia, com relação à amplitude de sabor notou-se as seguintes ordens decrescentes: amostra 7,0 kGy com escala alta; amostra 5,0 kGy com escala média e amostra 3,0 kGy com escala limiar. Já, com relação à amplitude de aroma verificou-se as seguintes ordens decrescentes e escalas: amostra controle com escala alta; amostra 7,0 kGy com escala média; amostra 5,0 kGy com escala baixa e amostra 3,0 kGy com escala limiar. A amostra controle não foi analisada quanto à amplitude de sabor a partir do 11° dia, pois se encontrava pútrida.



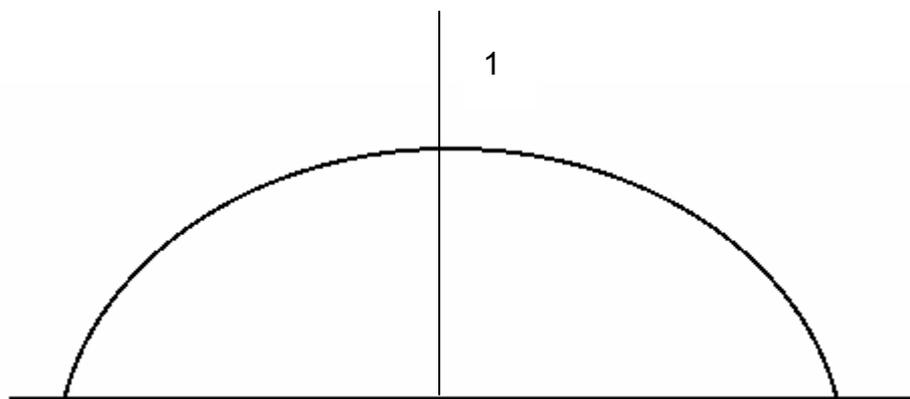
1- Siri – 0,5 cm
Amplitude – 2,0 cm

Figura 10 - Representação gráfica do perfil de sabor do filé de peixe-sapo (*L. gastrophysus*), não irradiado, estocado durante 1 dia a 0°C.



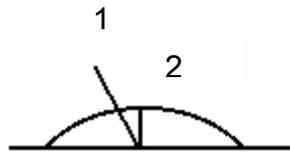
- 1- Maresia – 1,5 cm
- 2- Peixe do mar – 1,5 cm
- 3- Uréia – 1,0 cm
- 4- Picante - 1,0 cm
- Amplitude – 3,0 cm

Figura 11 - Representação gráfica do perfil de sabor do filé de peixe-sapo (*L. gastrophysus*), não irradiado, estocado durante 9 dias a 0°C.



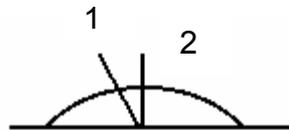
- 1- Alga de água doce – 1,5 cm
- Amplitude – 3 cm

Figura 12 - Representação gráfica do perfil de sabor do filé de peixe-sapo (*L. gastrophysus*), irradiado a 3,0 kGy, estocado durante 1 dia a 0°C.



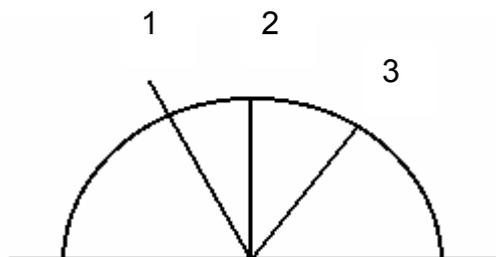
- 1- Peixe do mar – 0,5 cm
- 2- Cozido – 0,0 cm
- Amplitude – 0,5 cm

Figura 13 - Representação gráfica do perfil de sabor do filé de peixe-sapo (*L. gastrophysus*), irradiado a 3,0 kGy, estocado durante 18 dias a 0°C.



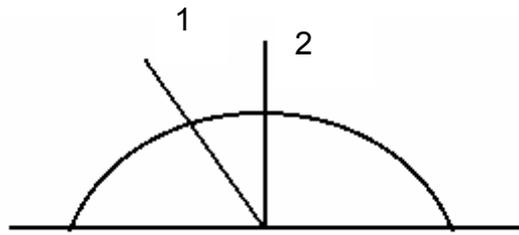
- 1- Peixe de água doce – 0,5 cm
- 2- Cozido – 0,5 cm
- Amplitude – 0,5 cm

Figura 14 - Representação gráfica do perfil de sabor do filé de peixe-sapo (*L. gastrophysus*), irradiado a 5,0 kGy, estocado durante 1 dia a 0°C.



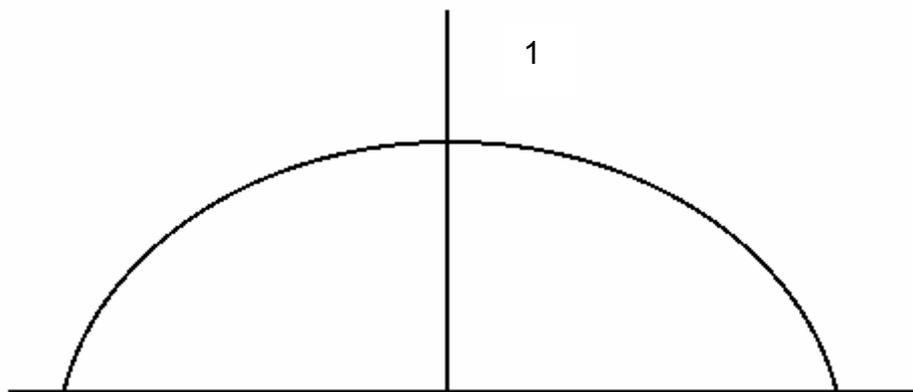
- 1- Cozido – 0,5 cm
- 2- Peixe do mar – 0,0 cm
- 3- Adocicado – 0,0 cm
- Amplitude – 2,0 cm

Figura 15 - Representação gráfica do perfil de sabor do filé de peixe-sapo (*L. gastrophysus*), irradiado a 5,0 kGy, estocado durante 18 dias a 0°C.



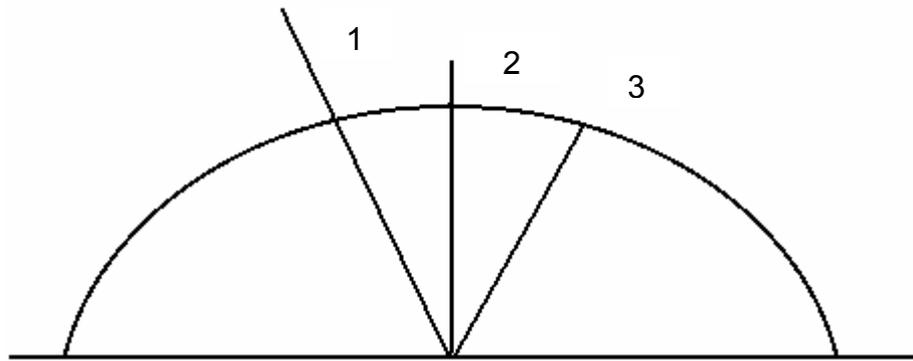
1- Peixe de água doce – 1,0 cm
2- Cozido – 1,0 cm
Amplitude – 1,0 cm

Figura 16 - Representação gráfica do perfil de sabor do filé de peixe-sapo (*L. gastrophysus*), irradiado a 7,0 kGy, estocado durante 1 dia a 0°C.



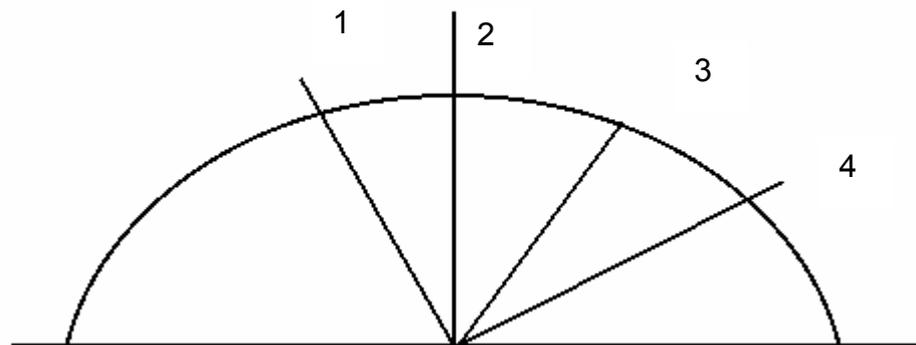
1- Alcalino – 1,5 cm
Amplitude – 3,0 cm

Figura 17 - Representação gráfica do perfil de sabor do filé de peixe-sapo (*L. gastrophysus*), irradiado a 7,0 kGy, estocado durante 18 dias a 0°C.



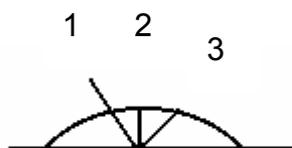
- 1- Siri – 1,5 cm
- 2- Adocicado – 0,5 cm
- 3- Cozido – 0,0 cm
- Amplitude – 3,0 cm

Figura 18 - Representação gráfica do perfil de aroma do filé de peixe-sapo (*L. gastrophysus*), não irradiado, estocado durante 1 dia a 0°C.



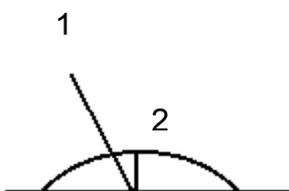
- 1- Peixe do mar – 0,5 cm
- 2- Maresia – 1,0 cm
- 3- Cozido – 0,0 cm
- 4- Uréia – 0,5 cm
- Amplitude – 3,0 cm

Figura 19 - Representação gráfica do perfil de aroma do filé de peixe-sapo (*L. gastrophysus*), não irradiado, estocado durante 9 dias a 0°C.



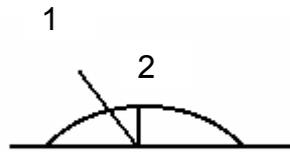
- 1- Alga de água doce – 0,5 cm
- 2- Peixe de água doce – 0,0 cm
- 3- Cozido – 0,0 cm
- Amplitude – 0,5 cm

Figura 20 - Representação gráfica do perfil de aroma do filé de peixe-sapo (*L. gastrophysus*), irradiado a 3,0 kGy, estocado durante 1 dia a 0°C.



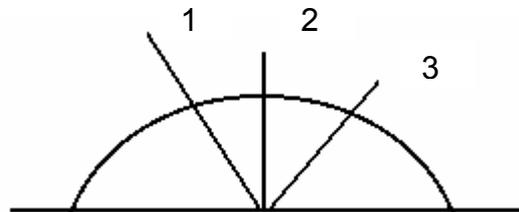
- 1- Peixe do mar – 1,0 cm
- 2- Cozido – 0,0 cm
- Amplitude – 0,5 cm

Figura 21 - Representação gráfica do perfil de aroma do filé de peixe-sapo (*L. gastrophysus*), irradiado a 3,0 kGy, estocado durante 18 dias a 0°C.



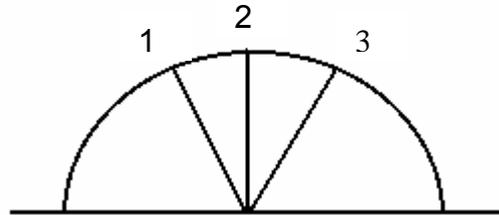
- 1- Peixe de água doce – 0,5 cm
- 2- Cozido – 0,0 cm
- Amplitude – 0,5 cm

Figura 22 - Representação gráfica do perfil de aroma do filé de peixe-sapo (*L. gastrophysus*), irradiado a 5,0 kGy, estocado durante 1 dia a 0°C.



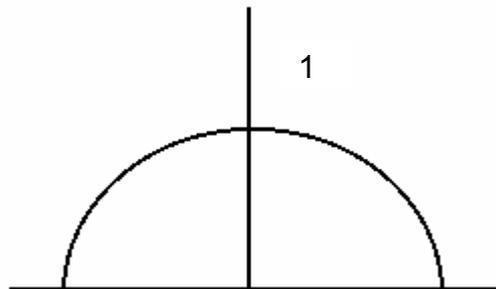
- 1- Peixe de água doce – 1,0 cm
- 2- Cozido – 0,5 cm
- 3- Alcalino – 0,5 cm
- Amplitude – 1,0 cm

Figura 23 - Representação gráfica do perfil de aroma do filé de peixe-sapo (*L. gastrophysus*), irradiado a 5,0 kGy, estocado durante 18 dias a 0°C.



- 1- Alga de água doce – 0,0 cm
- 2- Cozido – 0,0 cm
- 3- Alcalino – 2,0 cm
- Amplitude – 2,0 cm

Figura 24 - Representação gráfica do perfil de aroma do filé de peixe-sapo (*L. gastrophysus*), irradiado a 7,0 kGy, estocado durante 1 dia a 0°C.



- 1- Alcalino – 1,5 cm
- Amplitude – 2 cm

Figura 25 - Representação gráfica do perfil de aroma do filé de peixe-sapo (*L. gastrophysus*), irradiado a 7,0 kGy, estocado durante 18 dias a 0°C.

5.2.3 Preferência quanto à cor

De forma subjetiva, observou-se que a amostra controle se apresentou menos corada e a amostra tratada com dose de radiação 7,0 kGy mais corada que o restante das amostras.

O teste de ordenação da preferência realizado com 32 consumidores demonstrou que as amostras controle, 3,0 kGy, e 5,0 kGy não diferiram entre si ($p > 0,01$) sendo consideradas como as preferidas quanto à cor, sugerindo uma aparência de maior frescor. Já a amostra 7,0 kGy foi considerada menos preferida quanto à cor ao nível de 1% de significância. Assim, quanto mais avermelhada se apresentou a carne crua, menor foi a preferência do consumidor (Quadro 11 – p. 68). Liu et al. (1991) observaram que não houve diferença significativa quanto o sabor e cor dos filés de tilápia e de carpa prateada estocados durante um, dois e cinco dias a -20°C e a 1°C , a exceção foi a carpa irradiada que se apresentou mais avermelhada que a não irradiada.

Quadro 11 – Valores de soma de ordens obtidos no teste de preferência sensorial quanto à cor de filé de peixe-sapo (*L. gastrophysus*) não irradiado e irradiado.

AMOSTRA	SOMA DE ORDENS*
Controle	99 ^a
3,0 kGy	84 ^a
5,0 kGy	83 ^a
7,0 kGy	59 ^b

*Valor de diferença mínima significativa ($p < 0,01$) = 24.

*Somadas de ordens seguida com letras diferentes entre si ($p < 0,01$)

6 CONCLUSÃO

A partir dos resultados nas contagens de bactérias heterotróficas aeróbias psicotróficas em filé de peixe-sapo (*L. gastrophysus*) refrigerado (0°), pode-se concluir que o produto com carga bacteriana inicial dentro do limite aceitável internacionalmente, obteve redução de 6,7 log UFC/g de carne após doses de radiação gama de 3,0 kGy, 5,0 kGy e 7,0 kGy. Durante a estocagem em gelo, a amostra controle se apresentou fora do limite aceitável a partir do segundo dia, a amostra irradiada com 3,0 kGy se manteve aceitável até o 14° dia, e as amostras irradiadas com 5,0 kGy e 7,0 kGy até 18° dia.

Sensorialmente, a equipe de julgadores demonstrou que a amostra controle se apresentou com sabor e aroma mais agradáveis que as amostras irradiadas a 3,0 kGy, 5,0 kGy e 7,0 kGy. Dentre as amostras irradiadas, a dose 5,0 kGy manteve a melhor qualidade sensorial do produto cozido. No que diz respeito ao teste de preferência do consumidor quanto à cor (realizado no segundo dia de estocagem), a amostra controle não diferiu significativamente ($p > 0,01$) das amostras irradiadas com 3,0 kGy e 5,0 kGy, sendo que a dose de 7,0 kGy interferiu negativamente, conferindo uma cor avermelhada intensa ao produto cru.

Na análise sensorial observou-se a persistência, principalmente, de odor desagradável até o 5° dia de estocagem o que corrobora com o conceito de que os alimentos após serem irradiados liberam diferentes radicais que produzem odores e sabores peculiares, os quais volatilizam com o tempo de estocagem.

Diante dos resultados obtidos, sugere-se a radiação gama na dosagem de 5,0 kGy para a espécie *L. gastrophysus*, em filé e refrigerado à temperatura de 0°C.

7 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABU-TARBOURSH, H.M. et al. Irradiation and postirradiation storage at 2 plus/minus 2 degree C of tilapia (*Tilapia nilotica* x *T. aurea*) and Spanish mackerel (*Scomberomorus commerson*): and microbial assessment. *Journal of Food Protection*, v.59, n.10, p.1041-1048, 1996.

ADA REPORTS – AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION. Position of The American Dietetic Association: food irradiation. *Journal of the American Dietetic Association*. USA, v.96, n.1, p.69-72, jan. 1996.

AMERINE, M. A.; PANGBORN, R. M.; ROESSLER, E. B. *Principles of Sensory Evaluation of Food*. Orlando, Flórida: Academic Press, 1965. 602p.

ANZALDUA-MORALES, A. *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. Zaragoza: Acribia, S.A., 1994.198p.

AZEVEDO, M. Update of monkfish Portuguese catch statistics. In: MEETING OF THE ICES WG ON THE ASSEMENT OF THE SOUTHEAST SHELF THE DEMERSAL STOCKS, 1992, Copenhagen. *Document...* Copenhagen: IPIMAR (mimeo), 1992. 14p.

AZEVEDO, M. Contribution to the study of the biology of black monkfish, *Lophius budegassa*, Spinona (ICES division VIIIc and IXa). *Bol. Invest. Port. Marítimo*, v.2, p.5-13, 1996.

BENNOUR, M.; EL MARRAKCHI, A.; BOUCHRITI, N.; HAMAMA, A.; EL OUADAA, M. Chemical and Microbiological Assessments of Mackerel (*Scomber scombrus*) Stored in ice. *Journal of Food Protection*, v.54, n.10, p.788-792, oct. 1991.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Decreto-Lei nº 986, de 21 de outubro de 1969*. Institui normas básicas sobre alimentos. Brasília-DF, 1969.

_____. *Decreto nº 72.718, de 29 de agosto de 1973*. Estabelece normas gerais sobre irradiação de alimentos. Brasília-DF, 1973.

_____. *Portaria DINAL nº 1428, de 26 de janeiro de 1993*. Aprova regulamento técnico para inspeção sanitária de alimentos, diretrizes para o estabelecimento de boas práticas de produção e de prestação de serviços na área de alimentos e regulamento técnico para estabelecimento de padrão de identidade e qualidade para serviços e produtos na área de alimentos. Brasília-DF, 1993.

_____. *Resolução - RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001*. Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm>. Acesso em: 25 mar. 2001a.

_____. *Resolução - RDC nº 21, de 26 de janeiro de 2001*. Aprova o regulamento técnico para irradiação de alimentos. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/21_01rdc.htm>. Acesso em: 22 mar. 2001b.

CAMPANILLI, M.. Peixe-sapo terá cota máxima para pesca. *Estadão*, São Paulo, 15 jul. 2002. Ciência e Meio Ambiente. Disponível em: <[www.http://www.estadao.com.br/ciencia/noticias/2002/jul/15/136.htm](http://www.estadao.com.br/ciencia/noticias/2002/jul/15/136.htm)>. Acesso em: 17 nov. 2002.

CHAVES, J. B. Paes. Caderno didático 33: *Métodos de Diferença em Avaliação Sensorial de Alimentos e Bebidas*. Viçosa: UFV, 2001. 91p.

CHAVES, J. B. P.; SPROESSER, Renato Luís. Caderno didático 66: *Prática de Laboratório de Análise Sensorial de Alimentos e Bebidas*. Viçosa: UFV, 2002. 81p.

CHEN, Y.P.; ANDREWS, L.S.; GRODNER, R.M. Sensory and microbial quality of irradiated crab meat products. *Journal of Food Scienc*, v.61, n.6, p.1239-1242, 1996.

COUSIN, M.A.; JAY, J.M.; VASAVADA, P. C. Psychotrophic microorganisms. In: DOWENS, F. P.; ITO, K. *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of foods*. 4th ed. American Public Health Association (APHA) Washington, 2001. 676p. Cap.13, p.159-164.

CNEN – COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. *Autorização para funcionamento de Instalações de Irradiação de Alimentos. Norma Experimental*. CNEN – NE 6.03, Rio de Janeiro, 5p. set., 1980.

CURZIO, A.O.; QUARANTA, H.O. Delay of Oxidative Rancidity in Irradiated Hake (*Merluccius merluccius hubbsi*). *Technol.*, v.15, n.3, p.171-172, 1982.

DIEHL, J.F. *Safety of Irradiated Foods*. New York: Marcel Dekker, 345p. 1990.

DYMSZA, H.A.; LEE, C.M.; SAIBU, L.O.; HAUN, J.; SILVERMAN, G.J.; JOSEPHSON, E.S. Gamma Irradiation Effects on Shelf I Life and Gel Forming Properties of Washed Red Hake (*Urophycis chuss*) Fish Mince. *Journal of Food Sciene*, v.55, n.6, p.1745-1747, 1990.

DUARTE, R. et al. Reproduction anglerfish (*Lophius budegssa* Spinola and *Lophius piscatorius* Linnaeus) from the Atlantic Iberian coast. *Fisheries Research*, v.51, p.349-361, 2001.

- EVANGELISTA, J. *Tecnologia de Alimentos*. São Paulo: Atheneu, 1998, 672p.
- FREITAS, M. Q.. *Características e aceitação sensorial de mortadelas produzidas com carne mecanicamente separada de frango*. Viçosa, 2002. 114f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.
- FERREIRA, S. R. S. *Contribuição da Tecnologia de Irradiação de Alimentos no Fornecimento de Segurança Alimentar e Nutricional*. Rio de Janeiro, 1999. 172f. Dissertação (Mestrado em Nutrição Humana) – Instituto de Nutrição, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1999.
- FDA, CFSAN, OPA - FOOD AND DRUG ADMINISTRATION, CENTER FOR FOOD SAFETY & APPLIED NUTRITION, OFFICE OF PREMARKET APPROVAL. Food Irradiation: *The treatment of foods with ionizing radiation*. Disponível em: <<http://vm.cfsan.fda.gov/~dms/opa-fdir.html> >. Acesso em: 24 jun. 2002.
- FIGUEIREDO, J.L.; MENEZES, N.A. *Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil*. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1978. 110p.
- FRAZIER, W.C.; D.C. WESTHOFF. *Microbiologia de Los Alimentos*. Zaragoza: Editorial Acribia, S.A., 1993. 681p.
- GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. *Higiene e Vigilância Sanitária de Alimentos*. São Paulo: Livraria Varela, 2001. 629p.
- GILLETE, M. Applications of descriptive analysis. *Journal of Food Protection*, v.47, n.5, p.403-409, 1984.
- HAREWOOD, P.; RIPPEY, S.; MONTESALVO, M. Effect of gamma irradiation on shelf life and bacterial and viral loads in hard-shelled clams. *Applied and Environmental Microbiology*, v.60, n.7, p.2666-2670, jul. 1994.
- HUERTA-LEIDENTZ, N. *et al.* Experiencias en el entrenamiento de un panel de degustacion de carne vacuna a nivel de um matadero frigorífico industrial venezolano. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, v.46, n.1, p.47-53, 1996.
- HUSS, H.H. *Quality and quality changes in fresh fish*. Roma: FAO Fisheries Technical Paper, 1995, 195 p.
- IAEA – INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. International Consultative Group of Food Irradiation. Disponível em: <<http://www.iaea.org/icgfi/data.htm> >. Acesso em: 2 ago. 2002.
- _____. International Consultative Group of Food Irradiation. Disponível em: <<http://www.iaea.org/icgfi/data.htm> >. Acesso em: 15 fev. 2004.
- ICMSF - INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATION FOR FOODS. *Microorganisms in foods. 2-Sampling for microbiological analysis: principles and specific applications*. Toronto: University of Toronto Press. 1986, 293p.

IFT – INSTITUTE OF FOOD TECHNOLOGISTS. Sensory Evaluation Guide for Testing Food and Beverage Products by the Sensory Evaluation Division of the Institute of Food Technologists. *Food Technology*, v.35, n.11, p.50-58, 1981.

ILUSTRE desconhecido. *Processamento de Carnes*. Avicultura Industrial, São Paulo, p.38-39, 2001.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISAS ECONÔMICA APLICADA (Brasil). *Segurança Alimentar e Nutricional no Brasil*. Cadernos Comunidade Solidária, Brasília, IPEA, v.2, p.11-29, Bimestral, nov. 1996.

JELLINEK, G. Sensory Evaluation of Food: *Theory and Practice*. Chinchester, UK: VCH-Ellis Horwood, 1985. 429 p.

JOSEPHSON, E.S. 1983. Radappertization of meat, poultry, finfish, shellfish, and special diet, p.231-251. In E.S. Josephson and M.S. Peterson (ed.), *Preservation of food by ionizing radiation*, vol. III, Boca Raton, Flórida: CRC Press.

KUAYE, A.Y. Análise de Perigos e Pontos de Controle: Garantia e Controle de Qualidade no Processamento de Alimentos. *Boletim SBCA*, v.29, n.2, p.151-154, jul./dez. 1995.

LIU, M.; CHEN, R.; TSAI, M.; YANG, J. Effect of Gamma Irradiation on the Keeping Quality and Nutrients of Tilapia (*Oreochromis mossambicus*) and Silver Carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) Stored at 1°C. *J. Sci. Food Agric.*, v.57, p.555-563, 1991.

MALISKA, Carmelindo. Conservação de Alimentos por Irradiação. *Higiene Alimentar*, São Paulo, v.11, n.68/69, p.16-17, jan/fev. 2000.

MALLET, J.C. Effect of ionizing irradiation in *Crassostrea virginica* (American oyster). Activities report and minutes of work groups and sub-work groups of the R & D Associates. *Research and Development Associates for Military Food and Packaging Systems*, San Antonio, Tex., v.43, p.120-130, 1991.

MALLET, J.C.; BEGHIAN, L.E.; METCALF, T. Pontencial of irradiation technology for improved shellfish sanitation. In: OTWELL, W.S., RODRICK, G.E., MARTIN, R.E. (ed.). *Molluscan shellfish depuration*. Michigan: CRC Press., p.247-257, 1991.

MALLET, J.C.; KAYLOR, J.C.; LICCIARDELLO, J.J. Depuration of bacterially contaminated live and shucked soft shelled clams *Mya arenaria*, by gamma irradiation. *Proceedings of the International Atomic Energy Agency/FAO - International Symposium on Food Irradiation Processes*, Washington, D.C., p.241-242, 1985.

MARQUES, H.L.A.; PEREIRA, R.T.L. *Mexilhões Biologia e Criação*, boletim técnico no 12, Instituto de Pesca – Secretaria de Agricultura e Abastecimento – Coordenadoria de Pesquisa agropecuária – Governo do Estado de São Paulo, 1988. 32p.

MINISTÉRIO DE INDÚSTRIA, MINISTÉRIO DE COMÉRCIO, MINISTÉRIO DE AGRICULTURA et al. (Espanha). *Conservación de Alimentos por Irradiación*. Madrid, Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria, 89p. 1967.

MORTON, R.D. Aerobic Plate Count. In: DOWENS, F.P.; ITO, K. *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of foods*. 4th ed. American Public Health Association (APHA) Washington, 2001. 676p. Cap.7, p.63-67.

MOSKOWITZ, H. R. *Product testing and sensory evaluation of foods: marketing and & D approaches*. Westport: Food & Nutrition Press, 1983. 605 p.

NUNES, M. L.; SILVA, H. A. Sensory and Microbiological Assessment of Irradiated Bluejack Mackerel (*Trachurus picturatus*). *J. Sci. Food Agric.* v. 66, p. 175-180, 1994.

OGAWA, M.; MAIA, E. Lima. *Manual de pesca*. São Paulo: Livraria Varela, 1999. 430p.

OMS - ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. *Inocuidade e idoneidade de los alimentos irradiados*. p.25, 1995 *apud*. ST LOUS, M.E. et al. The emergence of grade A egg as a major source of *Salmonella enteritidis* infections. *Journal of the American Medical Association*, n.259, p.2103-2107, 1988.

PEREZ, J.A.A. et al. *Deep-sea fishery off southern Brasil: recent trend of the Brazilian fishing industry*. NAFO SCR Doc.01/117. 2001. 21p

POOLE, Susan E.; MITCHELL, Gregory E.; MAYZE, L. Low Dose irradiation Affects Microbiological and Sensory Quality of Sub-Tropical Seafood. *Journal of Food Science*. v.59, n.1, p.85-88, 1994.

PRELL, A. P.; SAWYER, F.M. Flavor Profiles of 17 Species of North Atlantic Fish. *Journal of Food Science*, v.53, n.4, p.1036-1042. 1988.

ROBERTS, T.A.; BARANYI, J. A dynamic approach to predicting bacterial growth in food. *International Journal of Food Microbiology*, v.23, p.277-294. 1994.

RUIVO, U.E. A análise sensorial na avaliação da qualidade de pescado. *Controle de qualidade de pescado*. São Paulo: Edições Loyola, p.69-80, 1988.

SANTOS, E. *Nossos peixes marinhos: vida e costume dos peixes do Brasil*. Belo Horizonte – Rio de Janeiro: Villa Rica Editoras Reunidas Limitadas, 1992. 265p.

SAS Institute. SAS User`s guide statistics. Cary, NC: SAS Institute, 1985. 959p.

SAVVAIDIS, I.N. et al. Control of natural microbial flora and *Listeria monocytogenes* in vacuum-packaged trout at 4 and 10 degrees C using irradiation. *Journal of Food Protection*, v.63, n.3, p.515-522, 2002.

SENDRA, E. et al. Review: Food irradiation – General Aspects. *Food Science and Technology International*. n.2, p.1-11, 1996.

SINNEL, H.J. *Introduction a la higiene de los alimentos*. Zaragoza: Editorial Acribia, S.A., 1981. 167p.

SOUZA, A. P. M.. *Índice de refração do fluido ocular como método de avaliação de frescor em peixes de água doce*. Niterói, 2002. 75f. Dissertação (Mestrado em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal Fluminense, Niterói. 2002.

STEELE, J.H. Food Irradiation: A Public Health Measure Long Overdue! *Nuclear report*, Washington, p.1-4, 1999.

STONE, H.; SIDEL, J.L. Quantitative descriptive analysis: developments, applications, and the future. *Food Technology*, v. 5, n. 8, p. 48-52, 1998.

SWANSON, K.M.J.; PETRAN, R.L.; HANLIN, J.H. Culture Methods for Enumeration of Microorganisms. In: DOWENS, F.P.; ITO, K. *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of foods*. 4th ed. American Public Health Association (APHA) Washington, 2001. 676p. Cap 7, p. 53-62.

SYARIEF, H.; HAMANN, D.D.; GIESBRECHT, F.G.; CLYDE, T.Y.; MONROE, J.R. Interdependency and Underlying Dimensions of Sensory Characteristics of Selected Foods. *Journal of Food Science*, v. 50, p.631-638, 1985.

TAVARES, M. et al. Métodos sensoriais, físicos e químicos para análise de pescado: *Controle de Qualidade de Pescado*. São Paulo: Edições Loyola, p. 117-134, 1998.

VENUGOPAL, N.F. Lewis; NADKARNI, G.B. Volatile Acides Content as a Quality Index of Indian Mackerel (*Rastrelliger Kanagurta*). *Technol.*, v.14, n.1, p.39-42, 1981.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Safety and nutritional adequacy of irradiated food*. Genebra, WHO, 1994. 161p.

ZURRER, P.D. Food irradiation: a technology at a turning point. *Chem. Eng. News*. v.64, p.46-56, 1986.

8 APÊNDICES

8.1 FICHA DE AMPLITUDE

AMPLITUDE DE SABOR E AROMA

ESCALA

(SEMICÍRCULO)

)(LIMIAR OU MUITO BAIXA = raio de 0,5 cm

1+ BAIXA = raio de 1,0 cm

2++MÉDIA = raio de 2,0 cm

3+++ ALTA = raio de 3,0 cm

TEMPO DE ESTOCAGEM: _____

SABOR

AMOSTRA

)(1 2 3

_____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____

AROMA

AMOSTRA

)(1 2 3

_____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____

8.2 FICHA DE ATRIBUTO

ATRIBUTO DE SABOR E AROMA

ESCALA (SEMICÍRCULO):

0- AUSENTE = não representado

)(- LIMIAR = vetor toca o semicírculo

1- PEQUENA OU BAIXA = vetor de 0,5 cm para fora do semicírculo

2- REGULAR OU MÉDIA = vetor de 1,0 cm para fora do semicírculo

3- FORTE OU ALTA = vetor de 1,5 cm para fora do semicírculo

AMOSTRA: _____

TEMPO DE ESTOCAGEM: _____

SABOR

ATRIBUTO)(1 2 3 ORDEM DE PERCEPÇÃO

_____ _____

_____ _____

_____ _____

_____ _____

_____ _____

_____ _____

_____ _____

_____ _____

_____ _____

_____ _____

AROMA

ATRIBUTO)(1 2 3 ORDEM DE PERCEPÇÃO

_____ _____

_____ _____

_____ _____

_____ _____

_____ _____

_____ _____

_____ _____

_____ _____

_____ _____

8.3 ATRIBUTOS E AMPLITUDES DA AMOSTRA CONTROLE

DIA 1		DIA 3		DIA 5	
ATRIBUTO SABOR	ESCALA	ATRIBUTO SABOR	ESCALA	ATRIBUTO SABOR	ESCALA
Siri	(1°) 0,5 cm	Siri	(1°) 0,0 cm	Siri	
Alga de Água Doce		Alga de Água Doce		Alga de Água Doce	
Cozido		Cozido		Cozido	
Peixe de Água Doce		Peixe de Água Doce		Peixe de Água Doce	
Uréia		Uréia		Uréia	(3°) 0,5 cm
Maresia		Maresia		Maresia	(1°) 1,5 cm
Picante		Picante		Picante	
Peixe do Mar		Peixe do Mar		Peixe do Mar	(2°) 1,0 cm
Adocicado		Adocicado		Adocicado	
Alcalino		Alcalino		Alcalino	
Pútrido		Pútrido		Pútrido	
ATRIBUTO AROMA	ESCALA	ATRIBUTO AROMA	ESCALA	ATRIBUTO AROMA	ESCALA
Siri	(1°) 1,5 cm	Siri	(1°) 1,5 cm	Siri	
Alga de Água Doce		Alga de Água Doce		Alga de Água Doce	
Cozido	(3°) 0,0 cm	Cozido	(2°) 0,0 cm	Cozido	(3°) 0,0 cm
Peixe de Água Doce		Peixe de Água Doce		Peixe de Água Doce	
Uréia		Uréia		Uréia	0,5 cm
Maresia		Maresia		Maresia	(2°) 1,0 cm
Peixe do Mar		Peixe do Mar		Peixe do Mar	(1°) 0,5 cm
Adocicado	(2°) 0,5 cm	Adocicado	(3°) 0,0cm	Adocicado	
Alcalino		Alcalino		Alcalino	
Pútrido		Pútrido		Pútrido	
AMPLITUDE SABOR	2,0 cm	AMPLITUDE SABOR	3,0 cm	AMPLITUDE SABOR	3,0 cm
AMPLITUDE AROMA	3,0 cm	AMPLITUDE AROMA	3,0 cm	AMPLITUDE AROMA	3,0 cm

(...) igual à ordem de percepção.

8.4 ATRIBUTOS E AMPLITUDE DA AMOSTRA CONTROLE

DIA 7		DIA 9		DIA 11 *	
ATRIBUTO SABOR	ESCALA	ATRIBUTO SABOR	ESCALA	ATRIBUTO SABOR	ESCALA
Siri		Siri		Siri	
Alga de Água Doce		Alga de Água Doce		Alga de Água Doce	
Cozido		Cozido		Cozido	
Peixe de Água Doce		Peixe de Água Doce		Peixe de Água Doce	
Uréia	(3°) 1,0 cm	Uréia	(3°) 1,0 cm	Uréia	
Maresia	(1°) 1,5 cm	Maresia	(1°) 1,5 cm	Maresia	
Picante	(4°) 1,0 cm	Picante	(4°) 1,0 cm	Picante	
Peixe do Mar	(2°) 1,5 cm	Peixe do Mar	(2°) 1,5 cm	Peixe do Mar	
Adocicado		Adocicado		Adocicado	
Alcalino		Alcalino		Alcalino	
Pútrido		Pútrido		Pútrido	
ATRIBUTO AROMA	ESCALA	ATRIBUTO AROMA	ESCALA	ATRIBUTO AROMA	ESCALA
Siri		Siri		Siri	
Alga de Água Doce		Alga de Água Doce		Alga de Água Doce	
Cozido	(3°) 0,0cm	Cozido	(3°) 0,0cm	Cozido	
Peixe de Água Doce		Peixe de Água Doce		Peixe de Água Doce	
Uréia	(4°) 0,5 cm	Uréia	(4°) 0,5 cm	Uréia	(2°) 1,5 cm
Maresia	(2°) 1,0 cm	Maresia	(2°) 1,0 cm	Maresia	(3°) 1,0 cm
Peixe do Mar	(1°) 0,5 cm	Peixe do Mar	(1°) 0,5 cm	Peixe do Mar	
Adocicado		Adocicado		Adocicado	
Alcalino		Alcalino		Alcalino	
Pútrido		Pútrido		Pútrido	(1°) 1,5 cm
AMPLITUDE SABOR	3,0 cm	AMPLITUDE SABOR	3,0cm	AMPLITUDE SABOR	
AMPLITUDE AROMA	3,0 cm	AMPLITUDE AROMA	3,0 cm	AMPLITUDE AROMA	3,0 cm

* A partir do dia 11 não foi analisado o atributo e a amplitude de sabor.

8.5 ATRIBUTOS E AMPLITUDES DA AMOSTRA CONTROLE

DIA 13 *		DIA 15 *		DIA 18 *	
ATRIBUTO SABOR	ESCALA	ATRIBUTO SABOR	ESCALA	ATRIBUTO SABOR	ESCALA
Siri		Siri		Siri	
Alga de Água Doce		Alga de Água Doce		Alga de Água Doce	
Cozido		Cozido		Cozido	
Peixe de Água Doce		Peixe de Água Doce		Peixe de Água Doce	
Uréia		Uréia		Uréia	
Maresia		Maresia		Maresia	
Picante		Picante		Picante	
Peixe do Mar		Peixe do Mar		Peixe do Mar	
Adocicado		Adocicado		Adocicado	
Alcalino		Alcalino		Alcalino	
Pútrido		Pútrido		Pútrido	
ATRIBUTO AROMA	ESCALA	ATRIBUTO AROMA	ESCALA	ATRIBUTO AROMA	ESCALA
Siri		Siri		Siri	
Alga de Água Doce		Alga de Água Doce		Alga de Água Doce	
Cozido		Cozido		Cozido	
Peixe de Água Doce		Peixe de Água Doce		Peixe de Água Doce	
Uréia		Uréia		Uréia	
Maresia		Maresia		Maresia	
Peixe do Mar		Peixe do Mar		Peixe do Mar	
Adocicado		Adocicado		Adocicado	
Alcalino		Alcalino		Alcalino	
Pútrido	(1º) 1,5cm	Pútrido	(1º) 1,5 cm	Pútrido	(1º) 1,5cm
AMPLITUDE SABOR		AMPLITUDE SABOR		AMPLITUDE SABOR	
AMPLITUDE AROMA	3,0 cm	AMPLITUDE AROMA	3,0 cm	AMPLITUDE AROMA	3,0 cm

* A partir do dia 11 não foi analisado o atributo e a amplitude de sabor.

8.6 ATRIBUTOS E AMPLITUDES DA AMOSTRA IRRRADIADA 3,0 kGy

DIA 1		DIA 3		DIA 5	
ATRIBUTO SABOR	ESCALA	ATRIBUTO SABOR	ESCALA	ATRIBUTO SABOR	ESCALA
Siri		Siri		Siri	
Alga de Água Doce	(1°) 1,5 cm	Alga de Água Doce	(1°) 1,5 cm	Alga de Água Doce	(1°) 0,0 cm
Cozido		Cozido		Cozido	
Peixe de Água Doce		Peixe de Água Doce		Peixe de Água Doce	
Uréia		Uréia		Uréia	
Maresia		Maresia		Maresia	
Sabor Picante		Sabor Picante		Sabor Picante	
Peixe do Mar		Peixe do Mar		Peixe do Mar	
Adocicado		Adocicado		Adocicado	
Alcalino		Alcalino		Alcalino	
Pútrido		Pútrido		Pútrido	
ATRIBUTO AROMA	ESCALA	ATRIBUTO AROMA	ESCALA	ATRIBUTO AROMA	ESCALA
Siri		Siri		Siri	
Alga de Água Doce	(1°) 0,5 cm	Alga de Água Doce	(1°) 0,5cm	Alga de Água Doce	(2°) 0,0 cm
Cozido	(3°) 0,0 cm	Cozido	(3°) 0,0 cm	Cozido	(3°) 0,0 cm
Peixe de Água Doce	(2°) 0,0 cm	Peixe de Água Doce	(2°) 0,0 cm	Peixe de Água Doce	(1°) 0,5 cm
Uréia		Uréia		Uréia	
Maresia		Maresia		Maresia	
Peixe do Mar		Peixe do Mar		Peixe do Mar	
Adocicado		Adocicado		Adocicado	
Alcalino		Alcalino		Alcalino	
Pútrido		Pútrido		Pútrido	
AMPLITUDE SABOR	3,0 cm	AMPLITUDE SABOR	2,0 cm	AMPLITUDE SABOR	1,0 cm
AMPLITUDE AROMA	0,5 cm	AMPLITUDE AROMA	0,5 cm	AMPLITUDE AROMA	1,0 cm

(...) igual à ordem de percepção.

8.7 ATRIBUTOS E AMPLITUDES DA AMOSTRA IRRRADIADA 3,0 kGy

DIA 7		DIA 9		DIA 11	
ATRIBUTO SABOR	ESCALA	ATRIBUTO SABOR	ESCALA	ATRIBUTO SABOR	ESCALA
Siri		Siri		Siri	
Alga de Água Doce	(2°) 0,0 cm	Alga de Água Doce	(2°) 0,0 cm	Alga de Água Doce	(2°) 0,0 cm
Cozido		Cozido		Cozido	(3°) 0,0cm
Peixe de Água Doce		Peixe de Água Doce		Peixe de Água Doce	
Uréia		Uréia		Uréia	
Maresia		Maresia		Maresia	
Sabor Picante		Sabor Picante		Sabor Picante	
Peixe do Mar	(1°) 0,5 cm	Peixe do Mar	(1°) 0,5 cm	Peixe do Mar	(1°) 0,5 cm
Adocicado		Adocicado		Adocicado	
Alcalino		Alcalino		Alcalino	
Pútrido		Pútrido		Pútrido	
ATRIBUTO AROMA	ESCALA	ATRIBUTO AROMA	ESCALA	ATRIBUTO AROMA	ESCALA
Siri		Siri		Siri	
Alga de Água Doce	(2°) 0,0 cm	Alga de Água Doce		Alga de Água Doce	
Cozido	(3°) 0,0 cm	Cozido	(2°) 0,0 cm	Cozido	(2°) 0,0 cm
Peixe de Água Doce	(1°) 0,5 cm	Peixe de Água Doce	(1°) 0,5 cm	Peixe de Água Doce	
Uréia		Uréia		Uréia	
Maresia		Maresia		Maresia	
Peixe do Mar		Peixe do Mar		Peixe do Mar	(1°) 1,0 cm
Adocicado		Adocicado		Adocicado	
Alcalino		Alcalino		Alcalino	
Pútrido		Pútrido		Pútrido	
AMPLITUDE SABOR	1,0 cm	AMPLITUDE SABOR	1,0 cm	AMPLITUDE SABOR	0,5 cm
AMPLITUDE AROMA	1,0 cm	AMPLITUDE AROMA	1,0 cm	AMPLITUDE AROMA	0,5 cm

8.8 ATRIBUTOS E AMPLITUDES DA AMOSTRA IRRRADIADA 3,0 kGy

DIA 13		DIA 15		DIA 18	
ATRIBUTO SABOR	ESCALA	ATRIBUTO SABOR	ESCALA	ATRIBUTO SABOR	ESCALA
Siri		Siri		Siri	
Alga de Água Doce		Alga de Água Doce		Alga de Água Doce	
Cozido	(2°) 0,0 cm	Cozido	(2°) 0,0 cm	Cozido	(2°) 0,0 cm
Peixe de Água Doce		Peixe de Água Doce		Peixe de Água Doce	
Uréia		Uréia		Uréia	
Maresia		Maresia		Maresia	
Sabor Picante		Sabor Picante		Sabor Picante	
Peixe do Mar	(1°) 0,5 cm	Peixe do Mar	(1°) 0,5 cm	Peixe do Mar	(1°) 0,5 cm
Adocicado		Adocicado		Adocicado	
Alcalino		Alcalino		Alcalino	
Pútrido		Pútrido		Pútrido	
ATRIBUTO AROMA	ESCALA	ATRIBUTO AROMA	ESCALA	ATRIBUTO AROMA	ESCALA
Siri		Siri		Siri	
Alga de Água Doce		Alga de Água Doce		Alga de Água Doce	
Cozido	(2°) 0,0 cm	Cozido	(2°) 0,0 cm	Cozido	(2°) 0,0 cm
Peixe de Água Doce		Peixe de Água Doce		Peixe de Água Doce	
Uréia		Uréia		Uréia	
Maresia		Maresia		Maresia	
Peixe do Mar	(1°) 1,0 cm	Peixe do Mar	(1°) 1,0 cm	Peixe do Mar	(1°) 1,0 cm
Adocicado		Adocicado		Adocicado	
Alcalino		Alcalino		Alcalino	
Pútrido		Pútrido		Pútrido	
AMPLITUDE SABOR	0,5 cm	AMPLITUDE SABOR	0,5 cm	AMPLITUDE SABOR	0,5 cm
AMPLITUDE AROMA	0,5 cm	AMPLITUDE AROMA	0,5 cm	AMPLITUDE AROMA	0,5 cm

8.9 ATRIBUTOS E AMPLITUDES DA AMOSTRA IRRRADIADA 5,0 kGy

DIA 1		DIA 3		DIA 5	
ATRIBUTO SABOR	ESCALA	ATRIBUTO SABOR	ESCALA	ATRIBUTO SABOR	ESCALA
Siri		Siri		Siri	
Alga de Água Doce		Alga de Água Doce		Alga de Água Doce	
Cozido	(2°) 0,5 cm	Cozido	(2°) 0,5 cm	Cozido	(3°) 0,0 cm
Peixe de Água Doce	(1°) 0,5 cm	Peixe de Água Doce	(1°) 0,5 cm	Peixe de Água Doce	(1°) 1,0 cm
Uréia		Uréia		Uréia	
Maresia		Maresia		Maresia	
Sabor Picante		Sabor Picante		Sabor Picante	
Peixe do Mar		Peixe do Mar		Peixe do Mar	
Adocicado		Adocicado		Adocicado	(2°) 0,5 cm
Alcalino		Alcalino		Alcalino	
Pútrido		Pútrido		Pútrido	
ATRIBUTO AROMA	ESCALA	ATRIBUTO AROMA	ESCALA	ATRIBUTO AROMA	ESCALA
Siri		Siri		Siri	
Alga de Água Doce		Alga de Água Doce		Alga de Água Doce	
Cozido	(2°) 0,0 cm	Cozido	(2°) 0,0 cm	Cozido	(2°) 0,0 cm
Peixe de Água Doce	(1°) 0,5 cm	Peixe de Água Doce	(1°) 0,5 cm	Peixe de Água Doce	(1°) 0,5 cm
Uréia		Uréia		Uréia	
Maresia		Maresia		Maresia	
Peixe do Mar		Peixe do Mar		Peixe do Mar	
Adocicado		Adocicado		Adocicado	
Alcalino		Alcalino		Alcalino	(3°) 0,0 cm
Pútrido		Pútrido		Pútrido	
AMPLITUDE SABOR	0,5 cm	AMPLITUDE SABOR	0,5 cm	AMPLITUDE SABOR	2,0 cm
AMPLITUDE AROMA	0,5 cm	AMPLITUDE AROMA	1,0 cm	AMPLITUDE AROMA	2,0 cm

(...) igual à ordem de percepção.

8.10 ATRIBUTOS E AMPLITUDES DA AMOSTRA IRRRADIADA 5,0 kGy

DIA 7		DIA 9		DIA 11	
ATRIBUTO SABOR	ESCALA	ATRIBUTO SABOR	ESCALA	ATRIBUTO SABOR	ESCALA
Siri		Siri		Siri	
Alga de Água Doce		Alga de Água Doce		Alga de Água Doce	
Cozido	(3°) 0,0 cm	Cozido	(3°) 0,5 cm	Cozido	(3°) 0,5 cm
Peixe de Água Doce		Peixe de Água Doce		Peixe de Água Doce	
Uréia		Uréia		Uréia	
Maresia		Maresia		Maresia	
Sabor Picante		Sabor Picante		Sabor Picante	
Peixe do Mar	(1°) 0,0 cm	Peixe do Mar	(1°) 0,0 cm	Peixe do Mar	(1°) 0,0 cm
Adocicado	(2°) 0,0 cm	Adocicado	(2°) 0,0 cm	Adocicado	(2°) 0,0 cm
Alcalino		Alcalino		Alcalino	
Pútrido		Pútrido		Pútrido	
ATRIBUTO AROMA	ESCALA	ATRIBUTO AROMA	ESCALA	ATRIBUTO AROMA	ESCALA
Siri		Siri		Siri	
Alga de Água Doce		Alga de Água Doce		Alga de Água Doce	
Cozido	(2°) 0,0 cm	Cozido	(2°) 0,5 cm	Cozido	(2°) 0,5 cm
Peixe de Água Doce	(1°) 0,5 cm	Peixe de Água Doce	(1°) 1,0 cm	Peixe de Água Doce	(1°) 1,0 cm
Uréia		Uréia		Uréia	
Maresia		Maresia		Maresia	
Peixe do Mar		Peixe do Mar		Peixe do Mar	
Adocicado		Adocicado		Adocicado	
Alcalino	(3°) 0,0 cm	Alcalino	(3°) 0,5 cm	Alcalino	(3°) 0,5 cm
Pútrido		Pútrido		Pútrido	
AMPLITUDE SABOR	2,0 cm	AMPLITUDE SABOR	2,0 cm	AMPLITUDE SABOR	2,0 cm
AMPLITUDE AROMA	2,0 cm	AMPLITUDE AROMA	2,0 cm	AMPLITUDE AROMA	1,0 cm

8.11 ATRIBUTOS E AMPLITUDES DA AMOSTRA IRRRADIADA 5,0 kGy

DIA 13		DIA 15		DIA 18	
ATRIBUTO SABOR	ESCALA	ATRIBUTO SABOR	ESCALA	ATRIBUTO SABOR	ESCALA
Siri		Siri		Siri	
Alga de Água Doce		Alga de Água Doce		Alga de Água Doce	
Cozido	(3°) 0,5 cm	Cozido	(3°) 0,5 cm	Cozido	(3°) 0,5 cm
Peixe de Água Doce		Peixe de Água Doce		Peixe de Água Doce	
Uréia		Uréia		Uréia	
Maresia		Maresia		Maresia	
Sabor Picante		Sabor Picante		Sabor Picante	
Peixe do Mar	(1°) 0,0 cm	Peixe do Mar	(1°) 0,0 cm	Peixe do Mar	(1°) 0,0 cm
Adocicado	(2°) 0,0 cm	Adocicado	(2°) 0,0 cm	Adocicado	(2°) 0,0 cm
Alcalino		Alcalino		Alcalino	
Pútrido		Pútrido		Pútrido	
ATRIBUTO AROMA	ESCALA	ATRIBUTO AROMA	ESCALA	ATRIBUTO AROMA	ESCALA
Siri		Siri		Siri	
Alga de Água Doce		Alga de Água Doce		Alga de Água Doce	
Cozido	(2°) 0,5 cm	Cozido	(2°) 0,5 cm	Cozido	(2°) 0,5 cm
Peixe de Água Doce	(1°) 1,0 cm	Peixe de Água Doce	(1°) 1,0 cm	Peixe de Água Doce	(1°) 1,0 cm
Uréia		Uréia		Uréia	
Maresia		Maresia		Maresia	
Peixe do Mar		Peixe do Mar		Peixe do Mar	
Adocicado		Adocicado		Adocicado	
Alcalino	(3°) 0,5 cm	Alcalino	(3°) 0,5 cm	Alcalino	(3°) 0,5 cm
Pútrido		Pútrido		Pútrido	
AMPLITUDE SABOR	2,0 cm	AMPLITUDE SABOR	2,0 cm	AMPLITUDE SABOR	2,0 cm
AMPLITUDE AROMA	1,0 cm	AMPLITUDE AROMA	1,0 cm	AMPLITUDE AROMA	1,0 cm

8.12 ATRIBUTOS E AMPLITUDES DA AMOSTRA IRRRADIADA 7,0 kGy

DIA 1		DIA 3		DIA 5	
ATRIBUTO SABOR	ESCALA	ATRIBUTO SABOR	ESCALA	ATRIBUTO SABOR	ESCALA
Siri		Siri		Siri	
Alga de Água Doce		Alga de Água Doce		Alga de Água Doce	
Cozido	(2°) 1,0 cm	Cozido	(2°) 1,0 cm	Cozido	(3°) 0,5 cm
Peixe de Água Doce	(1°) 1,0 cm	Peixe de Água Doce	(1°) 1,0 cm	Peixe de Água Doce	(1°) 1,5 cm
Uréia		Uréia		Uréia	
Maresia		Maresia		Maresia	
Sabor Picante		Sabor Picante		Sabor Picante	
Peixe do Mar		Peixe do Mar		Peixe do Mar	
Adocicado		Adocicado		Adocicado	(2°) 1,0 cm
Alcalino		Alcalino		Alcalino	
Pútrido		Pútrido		Pútrido	
ATRIBUTO AROMA	ESCALA	ATRIBUTO AROMA	ESCALA	ATRIBUTO AROMA	ESCALA
Siri		Siri		Siri	
Alga de Água Doce	(1°) 0,0 cm	Alga de Água Doce	(3°) 0,0 cm	Alga de Água Doce	
Cozido	(2°) 0,0 cm	Cozido	(2°) 0,0 cm	Cozido	(3°) 0,0 cm
Peixe de Água Doce		Peixe de Água Doce	(1°) 0,0 cm	Peixe de Água Doce	(2°) 0,0 cm
Uréia		Uréia		Uréia	
Maresia		Maresia		Maresia	
Peixe do Mar		Peixe do Mar		Peixe do Mar	
Adocicado		Adocicado		Adocicado	
Alcalino	(3°) 0,0 cm	Alcalino	(4°) 0,0 cm	Alcalino	(1°) 0,5 cm
Pútrido		Pútrido		Pútrido	
AMPLITUDE SABOR	1,0 cm	AMPLITUDE SABOR	1,0 cm	AMPLITUDE SABOR	0,5 cm
AMPLITUDE AROMA	2,0 cm	AMPLITUDE AROMA	2,0 cm	AMPLITUDE AROMA	0,5 cm

(...) igual à ordem de percepção.

8.13 ATRIBUTOS E AMPLITUDES DA AMOSTRA IRRRADIADA 7,0 kGy

DIA 7		DIA 9		DIA 11	
ATRIBUTO SABOR	ESCALA	ATRIBUTO SABOR	ESCALA	ATRIBUTO SABOR	ESCALA
Siri		Siri		Siri	
Alga de Água Doce		Alga de Água Doce		Alga de Água Doce	
Cozido	(3°) 0,5 cm	Cozido	(3°) 0,5 cm	Cozido	(3°) 0,5 cm
Peixe de Água Doce	(1°) 1,5 cm	Peixe de Água Doce	(1°) 1,5 cm	Peixe de Água Doce	(2°) 1,5 cm
Uréia		Uréia		Uréia	
Maresia		Maresia		Maresia	
Sabor Picante		Sabor Picante		Sabor Picante	
Peixe do Mar		Peixe do Mar		Peixe do Mar	
Adocicado	(2°) 0,5 cm	Adocicado	(2°) 0,5 cm	Adocicado	
Alcalino		Alcalino		Alcalino	(1°) 0,5 cm
Pútrido		Pútrido		Pútrido	
ATRIBUTO AROMA	ESCALA	ATRIBUTO AROMA	ESCALA	ATRIBUTO AROMA	ESCALA
Siri		Siri		Siri	
Alga de Água Doce		Alga de Água Doce		Alga de Água Doce	
Cozido	(3°) 0,0 cm	Cozido	(3°) 0,0 cm	Cozido	(3°) 0,0 cm
Peixe de Água Doce	(2°) 0,0 cm	Peixe de Água Doce	(1°) 0,5 cm	Peixe de Água Doce	(1°) 0,5 cm
Uréia		Uréia		Uréia	
Maresia		Maresia		Maresia	
Peixe do Mar		Peixe do Mar		Peixe do Mar	
Adocicado		Adocicado		Adocicado	
Alcalino	(1°) 0,5 cm	Alcalino	(2°) 0,5 cm	Alcalino	(2°) 1,0 cm
Pútrido		Pútrido		Pútrido	
AMPLITUDE SABOR	0,5 cm	AMPLITUDE SABOR	0,5 cm	AMPLITUDE SABOR	3,0 cm
AMPLITUDE AROMA	0,5 cm	AMPLITUDE AROMA	0,5 cm	AMPLITUDE AROMA	2,0 cm

8.14 ATRIBUTOS E AMPLITUDES DA AMOSTRA IRRRADIADA 7,0 kGy

DIA 13		DIA 15		DIA 18	
ATRIBUTO SABOR	ESCALA	ATRIBUTO SABOR	ESCALA	ATRIBUTO SABOR	ESCALA
Siri		Siri		Siri	
Alga de Água Doce		Alga de Água Doce		Alga de Água Doce	
Cozido	(3°) 0,5 cm	Cozido		Cozido	
Peixe de Água Doce		Peixe de Água Doce		Peixe de Água Doce	
Uréia		Uréia		Uréia	
Maresia		Maresia		Maresia	
Sabor Picante		Sabor Picante		Sabor Picante	
Peixe do Mar	(2°) 1,0 cm	Peixe do Mar		Peixe do Mar	
Adocicado		Adocicado		Adocicado	
Alcalino	(1°) 0,5 cm	Alcalino	(1°) 1,5 cm	Alcalino	(1°) 1,5 cm
Pútrido		Pútrido		Pútrido	
ATRIBUTO AROMA	ESCALA	ATRIBUTO AROMA	ESCALA	ATRIBUTO AROMA	ESCALA
Siri		Siri		Siri	
Alga de Água Doce		Alga de Água Doce		Alga de Água Doce	
Cozido	(3°) 0,0 cm	Cozido	(3°) 0,0 cm	Cozido	
Peixe de Água Doce	(1°) 0,5 cm	Peixe de Água Doce	(1°) 0,5 cm	Peixe de Água Doce	
Uréia		Uréia		Uréia	
Maresia		Maresia		Maresia	
Peixe do Mar		Peixe do Mar		Peixe do Mar	
Adocicado		Adocicado		Adocicado	
Alcalino	(2°) 1,0 cm	Alcalino	(2°) 1,0 cm	Alcalino	(1°) 1,5 cm
Pútrido		Pútrido		Pútrido	
AMPLITUDE SABOR	3,0 cm	AMPLITUDE SABOR	3,0 cm	AMPLITUDE SABOR	3,0 cm
AMPLITUDE AROMA	2,0 cm	AMPLITUDE AROMA	2,0 cm	AMPLITUDE AROMA	2,0 cm