

CONTAMINAÇÃO MICROBIOLÓGICA DURANTE AS ETAPAS DE PROCESSAMENTO DE FILÉ DE TILÁPIA (*Oreochromis niloticus*)

Dayse Aline Ferreira Silva Bartolomeu¹, Bruna Rafaela Dallabona²,
Renata Ernlund Freitas de Macedo², Peter Gaberz Kirschnik²

¹ Universidade Federal do Paraná

² Pontifícia Universidade Católica do Paraná - peter@catolica-to.edu.br

RESUMO: O objetivo foi avaliar a contaminação microbiana do filé de tilápia (*Oreochromis niloticus*) e da água utilizada em diferentes etapas do beneficiamento desse pescado em uma indústria localizada na região metropolitana de Curitiba – PR. As amostras foram coletadas com quatro repetições e em cinco etapas do processamento do filé. Sendo duas etapas escolhidas para a coleta de amostras de água e três etapas para a coleta de filé. Os filés foram submetidos à contagem de aeróbios psicrotróficos, contagem de coliformes totais e *Escherichia coli*, contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva e pesquisa de *Salmonella* sp. Nas amostras de água foi avaliado o número mais provável de coliformes totais e de *Escherichia coli*. A contagem de psicrotróficos variou de $4,3 \times 10^6$ UFC/g para o filé após a retirada da pele a $2,6 \times 10^7$ UFC/g para o filé embalado. A ocorrência de *Staphylococcus* coagulase positiva foi verificada somente nas amostras de filé após a embalagem e o valor observado mostrou-se inferior a 10^3 UFC/g. Foi detectada a presença de *Salmonella* sp em amostras de filé obtidas após a retirada da pele e após a retirada do espinho central. Com relação à contaminação por coliformes totais e *Escherichia coli* a água da recepção e a água da lavagem dos peixes mostraram valores acima do permitido pela legislação e as amostras de filé apresentaram-se contaminadas por esses microrganismos em todas as etapas estudadas apresentando valores de 5×10^1 a $4,5 \times 10^3$ UFC/ g de coliformes totais e <10 a $3,0 \times 10^2$ UFC/g de *Escherichia coli*. Ficou evidenciada a necessidade de maior controle microbiano durante o processamento do filé de tilápia e da água usada no processo, visto que em todas as etapas estudadas foram observadas altas contagens de microrganismos deterioradores e a presença de patógenos.

Palavras-chave: análise microbiológica; *Salmonella* sp; tilápia

MICROBIOLOGICAL CONTAMINATION OF TILAPIA (*Oreochromis niloticus*) DURING THE FISH PROCESSING

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate the microbiological contamination of the tilapia (*Oreochromis niloticus*) fillet and the water used at various stages of processing in an industry located in the metropolitan area of Curitiba - PR. Samples were collected in five stages of the fillet processing. Water was collected in the two first steps of processing and the tilapia fillet was collected in the last three steps. Collection and analysis of samples were performed in four replicates. Tilapia fillets were subjected to the viable count of aerobic psychrotrophic, total coliform and *Escherichia coli*, coagulase-positive *Staphylococcus* and *Salmonella* sp. Water samples were subjected to the most probable number of coliform and *Escherichia coli*. Psychrotrophic count ranged from 4.3×10^6 CFU/ g for fillet after de-skinning to 2.6×10^7 CFU/ g for fillet after packaging. The occurrence of coagulase-positive *Staphylococcus* was only detected in fillet after packing and the viable number was lower than 10^3 CFU/ g. *Salmonella* was detected in tilapia fillet after de-skinning and after removing the central spine. With regard to the water contamination by total coliform and *Escherichia coli* numbers were in accordance to the standard established by Brazilian law. However, fillet samples showed coliform and *E. coli* contamination at all stages of tilapia processing with values ranging from 5×10^1 to 4.5×10^3 CFU/ g of total coliform and <10 to 3.0×10^2 CFU/ g of *Escherichia coli*. The results showed the need for better microbiological control of the fillet and the water during the tilapia processing, because high counts of spoilage microorganisms and the presence of pathogens were found in all studied processing stages.

Key Words: microbiological analysis; *Salmonella* sp.; tilapia

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a alimentação tem sido motivo de preocupação em todos os países. Segue-se uma tendência mundial em consumir alimentos que, de alguma forma, tragam benefícios à saúde. As carnes brancas dos peixes vão ao encontro dessa nova realidade, pois são ricas em proteínas e lipídeos. Os lipídeos de pescado, além de fonte de energética, são ricos em ácidos graxos poliinsaturados ômega-3, que apresentam efeitos redutores sobre os teores de triglicerídeos e de colesterol sanguíneo, reduzindo consequentemente os riscos de incidência de doenças cardiovasculares. Além disso, o pescado também pode ser uma excelente fonte de minerais fisiologicamente importantes e é rico em vitaminas hidrossolúveis do complexo B (Almeida Filho et al., 2002; Agnese et al., 2001; Ogawa, 1999).

Por suas condições teciduais e maior teor de água, os pescados são mais susceptíveis às alterações enzimáticas, oxidativas e microbiológicas do que as demais carnes brancas ou vermelhas, tornando-se um produto facilmente perecível. A atividade microbiana é a principal causa de deterioração do pescado. Desta forma, a extensão de sua vida de prateleira por meio da refrigeração é essencial para a redução na taxa de crescimento e atividade metabólica dos microrganismos responsáveis pela deterioração (Cakli et al., 2007; Minozzo et al., 2008).

Os produtos pesqueiros quando não obtidos e/ou armazenados em condições higiênicas adequadas podem ser disseminadores de agentes patogênicos como vírus, bactérias e biotoxinas, responsáveis por causar diversas enfermidades na população. As infecções humanas causadas por patógenos transmitidos a partir de peixes manipulados em condições sani-

tárias inadequadas são bastante comuns (Martins et al., 2002; David et al., 2009).

A qualidade microbiológica do pescado depende principalmente dos procedimentos seguidos durante sua manipulação, processamento e armazenamento, a partir do momento em que é capturado até a chegada ao consumidor. Condições sanitárias adequadas em seu processamento que incluem a higiene dos manipuladores e das superfícies utilizadas para sua manipulação como mesas e utensílios, bem como a utilização de água limpa e clorada no processo são essenciais para que o alimento ingerido seja seguro. Para manter a qualidade sensorial e microbiológica bem como aumentar a vida de prateleira do pescado e seus produtos é extremamente importante conservá-los em condições de higiene e temperatura próxima a 0°C (Gabbis e Faust, 1988; Poli et al., 2006; Álvares et al., 2008).

Diante do contexto apresentado, objetivou-se avaliar a contaminação microbiana do filé de tilápia (*Oreochromis niloticus*) e da água utilizada em seu processo em diferentes etapas do beneficiamento do pescado em uma indústria localizada na região metropolitana de Curitiba – PR.

MATERIAL E MÉTODOS

A coleta de amostras foi realizada em uma indústria de processamento de pescado localizada na região metropolitana de Curitiba - PR, no período de julho a agosto de 2009.

Os pontos de coleta das amostras de água e de filé de tilápia analisadas no presente trabalho foram selecionados a partir da avaliação prévia do risco de contaminação microbiológica do pescado entre as diferentes etapas de processamento. As etapas entendidas

como as de maior risco de contaminação microbiana no estabelecimento estudado foram utilizadas para a coleta de amostras, as quais totalizaram cinco pontos de coleta, sendo dois para as amostras de água e três para o filé de tilápia conforme apresentado na Figura 1. Foram realizadas coletas em quatro dias diferentes de produção.

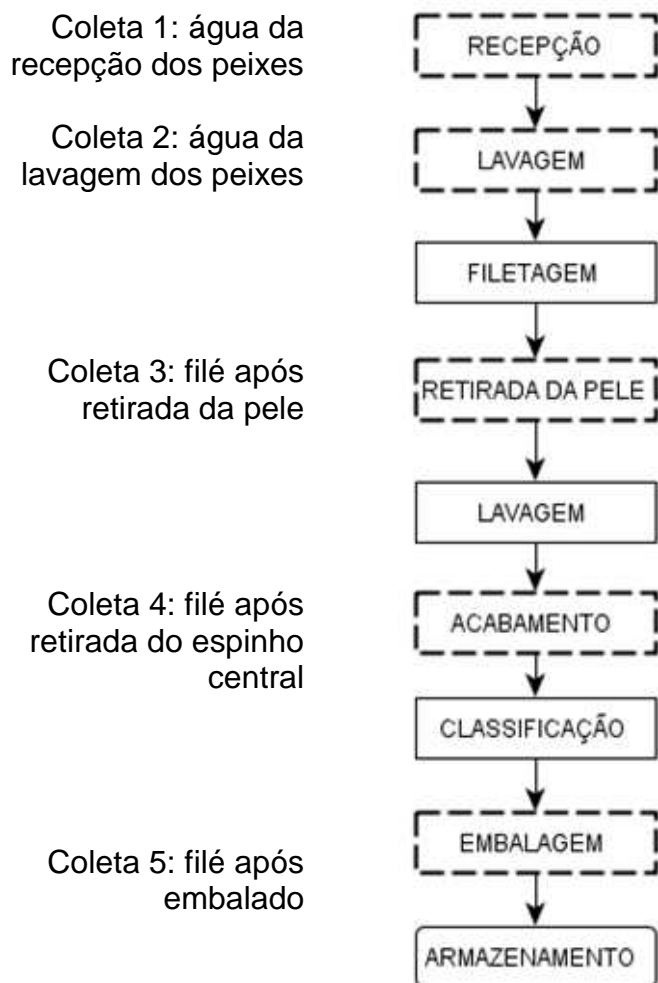


Figura 1 – Fluxograma do processo do filé de tilápia e identificação das coletas selecionadas para análise.

As amostras de água foram coletadas do tanque de recepção e da lavagem dos peixes previamente ao abate. As amostras de filé de tilápia (*Oreochromis niloticus*) foram coletadas após a retirada da pele, após a retirada do espinho central e na etapa de embalagem dos filés.

Foram determinados o pH e a temperatura dos filés de tilápia e da água nas etapas do processo descritas anteriormente, utilizando pHmetro digital portátil (QUIMIS) pela inserção do eletrodo de penetração no interior do filé ou pela imersão na água.

Os filés de tilápia foram submetidos às determinações microbiológicas de: contagem de microrganismos aeróbios psicrófilos, de acordo com o método descrito por Silva et al. (2007), com incubação das placas a 17°C por 16 horas, seguida de mais 3 dias de incubação a 7°C; contagem de coliformes totais e *Escherichia coli*, pelo método Petrifilm™ (3M), oficializado pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC); contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva e pesquisa de *Salmonella* sp conforme descrito por BRASIL (2003).

Nas amostras de água foi determinado o número mais provável (NMP) de coliformes totais (CT) e de *Escherichia coli* (EC) pelo método Colilert (IDEXX) oficializado pela AOAC (Silva et al., 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para o pH e temperatura das amostras de filé de tilápia e da água estão apresentados na Tabela 1. Verificou-se que os valores de pH observados nas amostras de filé estavam de acordo com o estabelecido por Silva Jr. (2005), que cita pH 6,6 a 6,8 para pescado fresco. Erkan e Ozden (2007), em sua pesquisa com sardinha inteira e eviscerada estocada em gelo, encontraram valores de pH final (24 horas) entre 6,01 e 6,02. O aumento do pH do pescado indica o acúmulo de compostos alcalinos como amônia, devido à ação microbiana sobre o pescado (Erkan e Ozden, 2007; Hernández et al., 2009). O aumento do pH causado pelos compostos aminados favorece ainda mais o desenvolvimento

Tabela 1 – Valores médios para o pH e temperatura das amostras de filé e de água coletadas durante o processamento de tilápia

Etapa de amostragem	Temperatura °C*	pH*
Água no tanque de recepção dos peixes	16,07 ± 5,10	8,9 ± 0,63
Água residuária da lavagem dos peixes	14,25 ± 3,59	7,07 ± 0,40
Filé após a retirada da pele	6,07 ± 2,07	6,60 ± 0,09
Filé após a retirada do espinho central	9,45 ± 1,32	6,49 ± 0,14
Filé na etapa de embalagem	9,10 ± 1,68	6,53 ± 0,21

* Valores Médios de 4 repetições ± Desvio Padrão.

microbiano no pescado pela aproximação do valor de pH 7,0, considerado ótimo para o crescimento de microrganismos (Jay, 2005).

Hernández et al. (2009) observaram valores de pH entre 6,44 e 6,71 para corvina (*Argyrosomus regius*) cultivada em estudo sobre alterações sensoriais, físicas, químicas e microbiológicas desse pescado durante a estocagem em gelo. Os valores encontrados foram próximos aos observados no presente trabalho. Os mesmos autores consideram que a intensidade da mudança de pH depende principalmente da temperatura de estocagem e que valores de pH próximos a 7,1 são indicativos de decomposição do pescado. Contudo, Erkan e Ozden (2007) afirmam que para avaliar efetivamente a qualidade do pescado, outras determinações químicas ou sensoriais devem ser realizadas além da verificação do pH.

Quanto à temperatura das amostras de filé ficou evidenciada a necessidade do resfriamento adequado do pescado, principalmente nas etapas referentes à retirada do espinho central e de embalagem, nas quais os filés mostraram as temperaturas mais elevadas (9,45 e 9,10 °C, respectivamente) (Tabela 1). De acordo com a legislação brasileira, o pescado fresco deve ser mantido a temperatura próxima a 0 °C até o momento de sua comercialização (Brasil, 1997).

Temperaturas superiores às recomendadas para a conservação do pescado fresco podem resultar no favorecimento do crescimento microbia-

no, visto que as baixas temperaturas minimizam ou paralisam a atividade microbiana nos alimentos (Frazier e Westhoff, 1988).

Os valores de pH para as amostras de água variaram entre 6,5 e 9,5 e encontraram-se de acordo com os valores (6,0 a 9,5) recomendados pela legislação brasileira para água potável (Brasil, 2004).

Apesar de não haver padrão na legislação brasileira para microrganismos psicotróficos em pescado, esses microrganismos são responsáveis pela diminuição do *shelf-life* do pescado por constituírem seus principais deterioradores (Martins et al., 2002).

Martins et al. (2002) estudaram os aspectos sanitários de pescados comercializados em “pesque-pagues” da cidade de Toledo (PR) e observaram que a contagem de microrganismos psicotróficos para o filé de tilápia variou de $1,03 \times 10^3$ a $5,79 \times 10^5$ UFC/ g, resultado inferior ao encontrado neste trabalho, que variou de $4,3 \times 10^6$ a $2,6 \times 10^7$ UFC/ g. A menor contagem de psicotróficos foi encontrada para o filé após a retirada da pele (etapa 3) e maior contagem para o filé embalado (etapa 5) como mostra a Tabela 2.

Cardoso et al. (2003) verificaram valores de $2,1 \times 10^4$ a $2,5 \times 10^7$ UFC/g para a contagem de psicotróficos em amostras de filés de tilápia resfriadas comercializadas em supermercados na cidade de Goiânia (GO). Esses valores foram semelhantes aos encontrados no presente trabalho. Os autores observaram que 61,5% das amostras (24 amostras) avaliadas apresentaram

Tabela 2 – Valores médios obtidos para as contagens microbianas nas amostras de água e de filé de tilápia nas 4 diferentes datas de coleta (4 repetições)

Etapas do processo	Amostras de água (NMP/mL)		Amostras de filé (UFC/g)		<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva (UFC/g)	<i>Salmonella</i> sp. (em 25 g)	Psicrotróficos (UFC/g)
	CT	EC	CT	EC			
1	>23	5,1 a >23,0	NA	NA	NA	NA	NA
2	>23	2,2 a 23,0	NA	NA	NA	NA	NA
3	NA	NA	1,0x10 ² a	<10 a	-	Presença em uma amostra	4,3x10 ⁶ a
4	NA	NA	3,7x10 ³ a	4,5x10 ¹ a	-	Presença em três amostras	3,4x10 ⁷ a
5	NA	NA	5,0x10 ¹ a	<10 a	1,0x10 ²	Ausência	6,9x10 ⁶ a
			4,5x10 ³ a	3,0x10 ² a			2,2x10 ⁷ a
			5,5x10 ¹ a	<10 a			8,0x10 ⁶ a
			4,3x10 ³ a	6,0x10 ¹ a			2,6x10 ⁷ a

CT – coliformes totais

EC – *Escherichia coli*

NA - não se aplica

contagem de psicrotróficos superior a 10⁷ UFC/g, evidenciando condições higiênicas deficientes no processamento. Librelato e Shikida (2005), em análises microbiológicas de filé de tilápia comercializado em Toledo (PR), obtiveram valores de psicrotróficos de 8,0 x 10⁴ a 2,9 x 10⁵ UFC/g, sugerindo também falhas de caráter higiênico-sanitário.

A presença de *Staphylococcus* coagulase positiva foi verificada somente nas amostras de filé após a embalagem (etapa 5). Mesmo assim, o valor observado mostrou-se inferior a 10³ UFC/g, indicando que as amostras estavam em acordo com a legislação vigente, que determina valor limite de 10³ UFC/g em pescados *in natura*, resfriados e não consumidos crus (Brasil, 2001).

Boari et al. (2008), em filés frescos de tilápia cultivadas experimentalmente, encontraram contagem de 1,45 x 10¹ UFC/g para *Staphylococcus* spp. Por sua vez, Simon e Sanjeev (2007) estudaram a prevalência de *S. aureus* em filés de pescado frescos e congelados em uma unidade de proces-

samento em Cochin na Índia e verificaram que 10% das amostras (17 em 168) mostraram contaminação por *S. aureus*. De acordo com esses autores tal presença indica condições inadequadas de higiene na manipulação do pescado durante o processamento.

Nor-Khaizura et al. (2009) isolaram bactérias pertencentes ao gênero *Staphylococcus* em diferentes fases do processamento de lingüiça de pescado *keropok lekor*, típica da região da Malásia. Che Rohani e Mat Arup (1992) verificaram aumento na contagem total de estafilococos em *keropok lekor* de 1 x 10² UFC/g para 1,5 x 10⁸ UFC/g após 2 dias de estocagem à temperatura ambiente. Os autores sugerem que a intensa manipulação durante o processamento de *keropok lekor* poderia ser uma das fontes de contaminação por *Staphylococcus* spp, visto que *Staphylococcus aureus* é uma das principais espécies de estafilococos associada à manipulação humana e está presente naturalmente na cavidade nasal, em cortes e feridas de pele, na garganta e nos cabelos dos seres humanos. Além disso, o isolamento de

S. aureus já foi descrito em diversas fontes como solo, ar, água doce e salgada e na superfície de plantas (Adam e Moss, 2000).

No presente trabalho verificou-se a presença de *Salmonella* sp. em uma amostra de filé após a retirada da pele (etapa 3) e em três amostras de filé após a retirada do espinho central (etapa 4) como apresentado na Tabela 2. Estes resultados indicam que as amostras não estavam de acordo com a legislação brasileira, sendo consideradas “impróprias para o consumo humano” por apresentarem presença de *Salmonella* sp. em 25 gramas (BRASIL, 2001). Nesta pesquisa, a etapa 4, caracterizada pela maior manipulação do filé de tilápia, mostrou-se o principal ponto crítico para a contaminação por *Salmonella*.

As bactérias do gênero *Salmonella* sp. não ocorrem originalmente no pescado, sendo introduzidas durante a manipulação ou pelo contato com águas contaminadas. O habitat desse gênero de bactérias é o trato intestinal do homem e animais de sangue quente, razão pela qual sua presença indica uma provável contaminação fecal. Peixes capturados em águas límpidas estão geralmente isentos deste tipo de bactéria, sendo sua presença atribuída ao manuseio do pescado por indivíduos infectados, ao contato com superfícies mal higienizadas e contaminação cruzada (Martins et al., 2002; Riedel, 2005).

Onyango et al. (2009) verificaram que de 120 amostras de tilápia do Nilo capturadas no Quênia, 63 (52,5%) estavam infectadas com bactérias da família Enterobacteriaceae. Destas, 9 (14,3%) apresentaram *Salmonella typhimurium*, 7 (11,1%) *S. typhi* e 4 (6,3%) *S. enteritidis*, indicando que as águas onde foram coletadas as amostras tilápia do Nilo poderiam ter sido contaminadas por esgoto urbano não tratado e/ou escoamento de águas

pluviais. O escoamento de águas pluviais e esgoto para rios e lagos arrasta uma grande quantidade de plantas e dejetos humanos e animais para as águas fluviais, acelerando o processo de eutrofização e consequentemente, criando um ambiente propício para o desenvolvimento de agentes patogênicos que eventualmente infectam o peixe, como a *Salmonella* spp. (Robin et al. 2004).

De acordo com Onyango et al. (2009), a principal fonte de contaminação por *Salmonella* no ambiente aquático é de origem humana ou animal. Para a prevenção da ocorrência de bactérias entéricas em diversos ambientes da aquicultura, os procedimentos de higiene devem ser seguidos durante toda a cadeia de processamento do pescado, sendo necessária a implantação de boas práticas de fabricação.

Dallabona (2008) revelou a presença de *Salmonella* sp em uma (11,1%) de 9 amostras de filé de linguado coletadas na cidade de Curitiba (PR). Vieira et al. (2000) isolaram *Salmonella* spp. em 8,3% das amostras de tilápia coletadas em diferentes etapas do processamento, imediatamente após a captura, após a filetagem e após o congelamento em uma indústria em Campina Grande (PB). Por outro lado, Simões et al. (2007) verificaram ausência de *Salmonella* em filés de tilápia tailandesa, resultado associado pelos autores ao cumprimento de todos os procedimentos sanitários durante o processamento do pescado.

Na unidade processadora de tilápia estudada no presente trabalho observou-se que a retirada do filé era realizada previamente à evisceração do pescado, o que ocasionalmente causava o rompimento de vísceras e contaminação da faca de corte. Além disso, a mesma faca era utilizada sequencialmente para a filetagem das

tilápias sem a devida higienização entre um peixe e outro. Guzmán et. al. (2004) afirmam que a contaminação dos tecidos comestíveis do pescado pode ocorrer durante o manuseio dos peixes pela contaminação cruzada com utensílios mal higienizados.

Com relação à contaminação da água de recepção e lavagem dos peixes por coliformes totais e *Escherichia coli* observou-se valor de 2,2 a > 23,0 NMP/100 mL (Tabela 2), demonstrando que a água utilizada no processamento das tilápias na indústria estudada não se encontrava de acordo com a legislação vigente (BRASIL, 2004), que estabelece ausência de coliformes totais e de *Escherichia coli* em 100 mL.

Valores superiores aos encontrados neste estudo foram observados por Al-Harbi (2003) para coliformes fecais na água de cultivo de tilápia híbrida de *Oreochromis niloticus* x *O. aureus* na Arábia Saudita. O autor observou valor de 287 a ≥ 1600 NMP de coliformes fecais/100 mL de água e afirmou que a contaminação da água pelos coliformes fecais ocorreu pelo contato com as fezes de animais de sangue quente.

A detecção de diversos grupos de bactérias entéricas, incluindo potenciais agentes patogênicos nas lagoas de cultivo de pescado sugere que devem ser seguidos rigorosos procedimentos de higiene durante a manipulação e processamento de peixes oriundos de aquicultura antes do consumo para evitar a transferência de bactérias potencialmente patogênicas aos seres humanos (Surendraraj et al., 2009).

Pelos resultados obtidos neste trabalho, pode-se considerar que a presença de coliformes totais e *Escherichia coli* na água de recepção das tilápias (etapa 1) possivelmente contribuiu para a contaminação do filé, verificada nas amostras de filé em todas as etapas de processamento analisadas. Guzmán et al. (2004)

inocularam concentrações de 10^2 a 10^6 UFC/mL de *E. coli* na água de um aquário de *Multidentata* e *Bryconamericus iheringii* e observaram a recuperação desta bactéria no músculo do pescado de ambas as espécies na concentração de 10^3 UFC/mL. Buras et al. (1987) detectaram picos na contagem de bactérias entéricas no rim, fígado e também músculo de pescado após duas e cinco semanas, respectivamente, da contaminação experimental da água com essas bactérias, confirmando que a qualidade microbiológica do pescado reflete a qualidade da água na qual são cultivados.

Ainda que a legislação brasileira não estabeleça valores de referência para a contagem de coliformes totais e de *Escherichia coli* em pescado, a pesquisa desses microrganismos é um importante indicativo da qualidade higiênico-sanitária e aptidão do pescado ao consumo humano.

Nas amostras de filé de tilápia foram observados valores de 5×10^1 a $4,5 \times 10^3$ UFC/g de coliformes totais e <10 a $3,0 \times 10^2$ UFC/g de *E. coli*. Álvares et al. (2008), analisando amostras de atum e pescada coletadas em diferentes estabelecimentos da cidade de São Paulo (SP), verificaram número mais provável de coliformes totais entre 3,6 a >1.100/g e presença de *Escherichia coli* em 43 (48,9%) amostras avaliadas. Os autores afirmaram que a presença desses microrganismos no pescado está relacionada à qualidade higiênico-sanitária do alimento. Costa et al. (2009) isolaram 50 culturas bacterianas de amostras de tilápia, obtidas em pontos aleatórios da Lagoa da Fazenda no município de Sobral (CE) e identificaram 37 delas (74%) como *E. coli*, confirmando a contaminação das amostras por material fecal.

Contagens de coliformes semelhantes às encontradas neste

trabalho foram observadas por Manna et al. (2008) em amostras de peixes e crustáceos frescos, preservados em gelo, na cidade de Kolkata, Índia. Os valores obtidos variaram entre 0 e 1×10^2 UFC/g, indicando que a presença de bactérias do grupo coliforme demonstram condições higiênic-sanitárias insatisfatórias.

CONCLUSÃO

A qualidade microbiológica das amostras de filé de tilápia analisadas apresentou-se insatisfatória indicando condições inadequadas de higiene na manipulação durante o processamento.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, M.R.; MOSS, M.O. **Food Microbiology**. Cambridge UK: Royal Society of Chemistry, 2008. 463 p.
- AGNESE, A.P.; OLIVEIRA, V.M.; SILVA, P.P.O.; OLIVEIRA, G.A. Contagem de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas e enumeração de coliformes totais e fecais, em peixes frescos comercializados no município de Seropédica-RJ. **Revista Higiene Alimentar**, v.15, n.88, p.67-70, 2001.
- AL-HARBI, A.H. Faecal coliforms in pond water, sediments and hybrid tilapia *Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus* in Saudi Arabia. **Aquaculture Research**, v.34, p.517-524, 2003
- ÂLVARES, P.P.; MARTINS, L.; BORGHOFF, T. et al. Análise das características higiênic-sanitárias e microbiológicas de pescado comercializado na grande São Paulo. **Revista Higiene Alimentar**, v.22, n.161, p.88-93, 2008.
- AQUINO, J.S.; VASCONCELOS, J.C.; INHAMUS, A.J. et al. Estudo microbiológico de pescado congelado comercializado em Manaus-AM. **Boletim do CEPPA**, v.14, p.1-10, 1996.
- BOARI, C.A.; PEREIRA, G.I.; VALERIANO, C. et al. Bacterial ecology of tilapia fresh fillets and some factors that can influence their microbial quality. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, n.4, p.863-867, 2008.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução nº. 12, de 02 de janeiro de 2001. **Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos**. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 10 de janeiro de 2001.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº. 62, de 26 de agosto de 2003. **Métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água**. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 18 de setembro de 2003.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº. 185, de 13 de maio de 1997. **Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Peixe Fresco (Inteiro e Eviscerado)**. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 19 de maio de 1997.
- BRASIL. Ministério de Estado da Saúde. Portaria nº. 518, de 25 de março de 2004. **Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade e dá outras providências**. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 26 de março de 2004.
- BURAS, N.; DUEK, L.; NIV, S. et al. Microbiological aspects of grown in treated wastewater. **Water Research**, v.21, p.1-10, 1987.
- CAKLI, S.; KILINC, B.; CADUN, A. et al. Quality differences of whole ungutted sea bream (*S. aurata*) and sea bass (*D. labrax*) while stored in ice. **Food Chemistry**, v.18, p.391-397, 2007.
- CARDOSO, N.L.C.; ANDRÉ, M.C.D.P.B.; SERAFINI, A.B. Avaliação microbiológica de carne de peixe comercializadas em supermercados da cidade de Goiânia, GO. **Revista Higiene Alimentar**, v.17, n.109, p.81-87, 2003.
- CHE ROHANI, A. MAT ARUP, J. Some effects of sodium lactate on the quality of boiled fish sausage. **Food Technology Research Station**, v.11, 1992.
- COSTA, R.A.; VIEIRA, G.H.F.; ALBUQUERQUE, I.A. et al. Enterobactérias em pescado oriundo da Lagoa da Fazenda, Sobral, CE. **Revista Higiene Alimentar**, v.23, p.102-105, 2009.
- DALLABONA, B.R. **Análise microbiológica de filé de linguado (*Paralichthys brasiliensis*) comercializado no mercado municipal de Curitiba – PR**. 2008. São José dos Pinhais, 38 f. Trabalho de conclusão de curso (Medicina Veterinária), Pontifícia Universidade Católica do Paraná. 2008.
- DAMS, R.I.; BEIRÃO, L.H.; TEIXEIRA, E. Avaliação da qualidade microbiológica da pescadinha (*Cynoscion striatus*) inteira e em filés nos principais pontos críticos de controle de

- uma indústria de pescado congelado. **Boletim do CEPPA**, v.14, p.151-162, 1996.
- ERKAN, N.; ÖZDEN, Ö. Quality assessment of whole and gutted sardines (*Sardina pilchardus*) stored in ice. **International Journal of Food and Technology**, v.43, p.1549-1559, 2007.
- EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2000. 652 p.
- FAO – Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. **O Estado Mundial da Pesca e da Aquicultura**. Roma: Grupo Editorial, Direção de informação da FAO, 2003.
- FAO – Organización de Las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. **El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2008**. Roma: Departamento de pesca y acuicultura de la FAO, 2009.
- FILHO, E.S.A.; SIGARINI, C.O.; RIBEIRO, J.N. et al. Características microbiológicas de “pintado” (*Pseudoplatystoma fasciatum*) comercializado em supermercados e feira livre no município de Cuiabá-MT. **Revista Higiene Alimentar**, v.16, n.99, p.84, 2002.
- FORSYTHE, S.J. **Microbiologia da Segurança Alimentar**. Porto Alegre: Artmed, 2002. 424 p.
- FRAZIER, W.C.; WESTHOFF, D.C. **Food microbiology**. New York: Mc Graw-Hill, 1988. 681 p.
- GABIS, D.; FAUST, R.E. Controlling microbial growth in food processing environments. **Food Technology**, v. 42, n. 12, p. 74-80, 1988.
- GUZMÁN, M.C.M.; BISTONI, L.A.; TAMAGNINI, L.M. et al. Recovery of *Escherichia coli* in fresh water fish, *Jensynsia multidentata* and *bryconamericus iheringi*. **Water Research**, v.38, p.2368-2374, 2004.
- HERNÁNDEZ, M.D.; LÓPEZ, M.B.; ÁLVAREZ, A. et al. Sensory, physical, chemical and microbiological changes in aquacultured meagre (*Argyrosomus regius*) fillets during ice storage. **Food Chemistry**, v.114, p.237-245, 2008.
- HILSDORF, A.W.S. **Inovação tecnológica em pequenas empresas**. Disponível em: <<http://watson.fapesp.br/pipem/pipe10/engpesc1.htm>>. Acesso em: 21 de julho. 2009.
- HOFFMANN, L.F.; CRUZ, C.H.G.; VINTURIN, T.M. et al. Levantamento da qualidade higiênico-sanitária de pescado comercializado na cidade de São José do Rio Preto (SP). **Revista Higiene Alimentar**, v.12, n.64, p.45-48, 1999.
- IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Estatística da pesca 2006 Brasil**: grandes regiões e unidades da federação. Brasília: Ibama, 2005. 174 p.
- JAY, J.M. **Microbiologia de alimentos**. Porto Alegre: Artmed, 2005. 711p.
- KAI, M.; MORAIS, C. Vias de deterioração do pescado. In: KAI, M.; RUIVO, U. E. Coordenadores técnicos. **Controle de qualidade de pescado: Trabalhos apresentados no Seminário sobre controle de qualidade na indústria de pescado**. São Paulo: Edições Loyola. Leopoldianum, 1988. p.13-20.
- KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial**. Jundiaí: 2000. p.285.
- LIBERATO, F.R.; SHIKIDA, S.A.R.L. Segurança alimentar: Um estudo multidisciplinar de qualidade do filé de tilápia comercializado no município de Toledo – PR. **Revista do Grupo de Pesquisa em Agronegócio e Desenvolvimento Regional (GEPEC) da UNIOESTE**, v. 9, n. 2, 2005.
- LOVSHIN, L.L. Tilápia culture in Brazil. **The World Aquaculture Society**, v.2, p.133-140, 2000.
- MANNA, S.K.; DAS, R.; MANNA, C. Microbiological quality of finfish and shellfish with special reference to Shiga toxin-producing *Escherichia coli* O157. **Journal of Food Science**, v.73, n.6, p.283, 2008.
- MARTINS, C.V.B.; VAZ S.K., MINOZZO, M.G. Aspectos sanitários de pescados comercializados em “pesque-pagues” de Toledo (PR). **Revista Higiene Alimentar**, v.16, n.98, p.51-56, 2002.
- MERENGONI, N. G. Produção de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* (Linhagem chitralada), cultivada em tanques-rede, sob diferentes densidades de estocagem. **Revista Arquivos de Zootecnia**, v.55, n.210, p.127-138, 2006.
- MINOZZO, M.G.; WASZCZYNSKYJ, N.; GRANATO, D. et al. Caracterização microbiológica de carne mecanicamente separada de tilápia (*Oreochromis niloticus*), armado (*Pterodoras granulosus*) e flaminguinha (*Paralichthys brasiliensis*) como potencial para desenvolvimento de novos produtos. **Revista Higiene Alimentar**, v.22, n.164, p.75-79, 2008.
- MPA. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Aquicultura**, 2003. Disponível em: <<http://tuna.seap.gov.br/seap/html/aquicultura/index.htm>>. Acesso em: 15 de ago. 2009.
- OGAWA, M.; MAIA, E.L. **Manual da Pesca**: ciência e tecnologia do pescado. São Paulo: Varela, 1999. 464p.

- ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de Alimentos:** alimentos de origem animal. Porto Alegre: Artmed, 2005. 280p.
- OTTERER, M. Técnicas de beneficiamento e conservação do pescado de água doce. **Revista Panorama da Aqüicultura**, n.46, p.14-20, 1998.
- OTTERER, M. **Industrialização do pescado cultivado.** Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 2002. 200p.
- ONYANGO, D.M.; WANDILI, S.; KAKAI, R. et al. Isolation of *Salmonella* and *Shigella* from fish harvested from the Winam Gulf of Lake Victoria, Kenya. **Journal of Infection in Developing Countries**, v.3, n.2, p.99-104, 2009.
- PACHECO, T.A.; LEITE, R.G.M.; ALMEIDA, A.C. et al. Análise de coliformes e bactérias mesofílicas em pescado de água doce. **Revista Higiene Alimentar**, v.18, n.116/117, p.68-72, 2004.
- PIGOTT, G.M. The need improve omega-3 content of cultured fish. **World Aquaculture**, v. 20, n.1, p.63-68, 1989.
- POLI, B.M., MESSINI, A., PARISI, G. et al. Sensory, physical, chemical and microbiological changes in European sea bass (*D. labrax*) fillets packed under modified atmosphere/air or prepared from whole fish stored in ice. **International Journal of Food Science and Technology**, v.41, p.444-454, 2006.
- PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS. **Normalização de trabalhos técnico-científicos.** Curitiba PR, 2009.
- RIEDEL, G. **Controle Sanitário dos Alimentos.** São Paulo: Atheneu, 2005. 454p.
- ROBIN, S.G.; POSA, A.S.; JOELI, V. et al. **Royal Swedish Academy of Science.** v.33, n.1-2, p.1-23, 2004.
- SILVA, J.B.A. **Microbiologia de alimentos.** 2007. Curso de especialização em higiene e inspeção de produtos de origem animal, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2007.
- SILVA JUNIOR, E.A. **Manual de controle higiênico-sanitário em serviços de alimentação.** São Paulo: Livraria Varela, 2005. 623 p.
- SILVA, M.C.D.; NORMANDE, A.C.L.; FERREIRA, M.V. et al. Avaliação da qualidade microbiológica de pescado comercializado em Maceió, AL. **Revista Higiene Alimentar**, v.16, n.96, p.60-64, 2002.
- SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A. et al. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos.** São Paulo: Varela, 2007. 536p.
- SIMÕES, M.R.; RIBEIRO, C.F.A.; RIBEIRO, S.C.A. et al. Composição físico-química, microbiológica e rendimento do filé de tilápia tailandesa (*Oreochromis niloticus*). **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.3, p.608-613, 2007.
- SURENDRARAJ, A.; FARVIN, K.H.S.; YATHAVAMOORTHY, R. et al. Enteric bacteria associated with farmed freshwater fish and its culture environment in Kerala, Índia. **Research Journal of Microbiology**, v.4, n.9, p.334-344, 2009.
- SIMON, S.S.; SANJEEV, S. Prevalence of enterotoxigenic *Staphylococcus aureus* in fishery products and fish processing factory workers. **Food Control**, v.18, n.12, p.1565-1568, 2007.
- VIEIRA, K.V.M.; MAIA, D.C.C.; JANEIRO, D.I. et al. Influência das condições higiênico-sanitárias no processo de beneficiamento de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em filés congelados. **Revista Higiene Alimentar**, v.14, n.74, p.37-40, 2000.
- VIEIRA, R.H.S.F. **Microbiologia, higiene e qualidade do pescado: teoria e prática.** São Paulo: Varela, 2004. 375p.
- VINATEA, L.A.A. **Aqüicultura e Desenvolvimento Sustentável:** Subsídios para a formulação de políticas de desenvolvimento da aqüicultura. Florianópolis: UFSC, 1999, 310p.