

REDUÇÃO NO CONSUMO DE EFLUENTE GERADO EM ABATEDOURO DE TILÁPIA DO NILO ATRAVÉS DA IMPLANTAÇÃO DE CONCEITOS DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA (P+L)

Milena Alves de SOUZA ¹; Rose Meire VIDOTTI ²;
Abílio Lopes de OLIVEIRA NETO ³ “in memoriam”

RESUMO

A indústria alimentícia é um segmento que dispõe de alto consumo de água devido à necessidade da higienização dos estabelecimentos e a manutenção da boa qualidade do alimento. Entre as indústrias alimentícias com maior consumo de água temos a indústria de pescado, a qual gera efluente em torno de 5,4 m³. t⁻¹ de peixe processado. Este trabalho teve como objetivo a redução no consumo de água do processamento de tilápia do Nilo através da implantação de técnicas de P+L, para tanto foram realizadas alterações hidráulicas nas mesas filetadoras visando o mínimo consumo possível de água para dois métodos de filetagem, eviscerado e não eviscerado, assim como a observação das alterações na qualidade do efluente gerado. No presente estudo, a redução no consumo de água na filetagem correspondeu a 98,16% para o método EV considerando um tempo médio de processamento de 3 horas para 32,99 kg de peixe, e para o método NEV a redução foi de 97,97% com tempo médio de processamento de 2,1 horas para 34,96 kg de peixe, demonstrando assim que as técnicas de P+L são eficazes para a redução do consumo de água.

Palavras-chave: P+L, Produção Mais Limpa, Processamento, Tilápia do Nilo, Qualidade de Água

REDUCTION IN THE CONSUMPTION OF EFFLUENT GENERATED IN NILE TILAPIA SLAUGHTERHOUSE THROUGH THE CONCEPTS IMPLANTATION OF CLEANER PRODUCTION (CP)

ABSTRACT

The nourishing industry is a segment that makes use of high water consumption due to necessity of the hygienic cleaning of the establishments and the maintenance of the good quality of the food. It enters the nourishing industries with bigger water consumption we have the fishery industry which generates effluent around 5.4 m³. t⁻¹ of processed fish. This work had as objective the reduction in the water consumption of the processing of Nile Tilapia through the implantation of P+L techniques, for had been in such a way carried through hydraulical alterations in the filleting tables aiming at the minimum possible water consumption for two methods of filleting, eviscerated and not eviscerated, as well as the comment of the alterations in the generated quality of the effluent one. In the present study, the reduction in the water consumption in the filleting process corresponded 98.16% for method EV considering an average time of processing of 3 hours for 32.99 kg of fish, and for method NEV the reduction was of 97.97% with average time of processing of 2.1 hours for 34.96 kg of fish, thus demonstrating that the P+L techniques are efficient for the reduction of the water consumption.

Key words: P+L, Cleaner Production, Processing, Nile Tilapia, Water Quality

Artigo Científico: Recebido em: 22/02/2007 - Aprovado em: 19/03/2008

¹ Doutoranda do Centro de Aqüicultura CAUNESP, Universidade Estadual Paulista UNESP/Jaboticabal.
E-mail: milenaasm@hotmail.com

² Pesquisador Científico I Instituto de Pesca, Divisão de Pesca do Interior, Seção de Aqüicultura e Controle.

³ Professor Adjunto Universidade de Santo Amaro, UNISA; Professor Pleno Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP.

INTRODUÇÃO

A água está envolvida em muitas etapas de processamento da indústria alimentícia e em suas unidades operacionais, sendo caracterizada pelo seu alto consumo por tonelada de alimento processado (CASANI *et al.*, 2004), como é o caso da indústria de pescado a qual gera efluente em torno de $5,4 \text{ m}^3 \cdot \text{t}^{-1}$ de peixe processado (GUERRERO *et al.*, 1998). Segundo ASPÉ *et al.* (1997) para processamento de peixe marinho utiliza-se uma quantidade de 5 a $10 \text{ m}^3 \cdot \text{t}^{-1}$, para uma planta com capacidade de processamento diário de 100 a 1.200 toneladas de peixe.

Os despejos resultantes do processamento do peixe são comumente lançados nos cursos d'água adjacentes sem nenhum tratamento. Isto era também freqüentemente verificado nos EUA, mas à medida que a legislação antipoluição entrou em vigor, essas indústrias tomaram providências para que seus despejos fossem recebidos nas Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs) mais próximas. As dificuldades encontradas no tratamento dos despejos do pescado são atribuídas, em grande parte, às características dos mesmos: volume relativamente elevado Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Sólidos em Suspensão (SS) em alta concentração, e altos níveis de gorduras e proteínas. Outras dificuldades aparecem devido à variação das vazões em função das estações do ano, maior ou menor facilidade de se obter o pescado, e a rápida degradabilidade dos despejos (BRAILE e CAVALCANTI, 1995).

CIVIT *et al.* (2003) estudaram a recuperação de proteína e óleo do resíduo da água de armazenamento de pescado e verificaram que o aquecimento ideal para a recuperação destes componentes está acima de 65°C e abaixo de 75°C - 80°C , com um pH ótimo entre 5,6 a 5,9, tendo, nestas condições, a máxima redução na Demanda Química de Oxigênio (DQO), demonstrando assim que a recuperação de óleo e proteínas é uma alternativa viável para a redução da carga orgânica no efluente a ser tratado. No entanto, estudos demonstram que esta metodologia ocasiona uma alta desnaturação da proteína recuperada, inviabilizando esta tecnologia, ou seja, a obtenção de um subproduto de baixa qualidade impossibilita e desestimula a adoção desta técnica. Em contrapartida, as características do despejo de indústrias de pescado permitem a recuperação de resíduos a partir da adoção de técnicas de ultrafiltração e nanofiltração, prevenindo assim impactos negativos causados por estas indústrias (AFONSO e BÓRQUEZ, 2002b).

Ao contrário dos outros métodos descritos, a ultrafiltração e nanofiltração permitem a obtenção de um subproduto de alta qualidade, porém com baixa lucratividade quando comparada com o custo da implantação da tecnologia a ser adotada, sendo assim esta técnica passa a ser de difícil aceitabilidade (ALMAS, 1985; AFONSO e BÓRQUEZ, 2002a; 2002b; AFONSO *et al.*, 2004 BELLEVILLE e QUÉMÉNEUR, 1984; GUERRERO *et al.*, 1998; JAOUEN e QUÉMÉNEUR, 1992; PAULSON *et al.*, 1984;).

Frente a estes fatores, uma alternativa viável para a redução de efluentes e a melhoria da qualidade do mesmo, encontra-se na adoção de tecnologias e procedimentos que reduzam a quantidade de água utilizada assim como o aumento no reuso da mesma no processo. Para tanto tais tecnologias já vem sendo adotadas, substituindo o conceito do tratamento de fim de tubo ("end of pipe treatment") pelo conceito de Produção Mais Limpa (P+L), o qual baseia-se na redução da geração de resíduos visando a recuperação dos mesmos, a partir de tecnologias denominadas Tecnologias Limpas.

A P+L é atualmente considerada como uma ferramenta pró-ativa para a adequação ambiental em processos produtivos, através da mudança de foco, dos resíduos para a produção ou produto, visando a não geração ou redução de resíduos e ou efluentes, emissões, e também perdas. Seu conceito consiste na prevenção da geração de resíduos e todos os seus desdobramentos quanto ao processo produtivo, produto, embalagens, descarte, destinação, manejo do lixo industrial, relacionamento com clientes e a política ambiental da empresa (FURTADO, 2000).

As práticas de P+L, ao contrário daquelas utilizadas normalmente pelas indústrias nacionais, não contemplam o tratamento e disposição de resíduos (tratamento fim de tubo - "end of pipe treatment"), mas sim a minimização dos mesmos, através do aumento de eficiência de uso dos insumos de produção (matérias-primas, água e energia). A não geração, minimização ou reciclagem dos resíduos gerados resulta em benefícios ambientais e econômicos para os processos produtivos.

No entanto, as políticas ambientais hoje vigentes, principalmente em países em desenvolvimento não contemplam uma visão preventiva do processo gerando assim discordâncias a respeito do conceito de P+L, sendo esta confundida com as Tecnologias Ambientalmente Sustentáveis (TAS), as quais são contempladas nestas políticas.

Como descrito na Agenda 21 a TAS protege o meio ambiente, reduzindo a poluição, através do uso de recursos de forma mais sustentável, reciclando resíduos e o manejo dos mesmos de forma mais aceitável daquelas tecnologias que foram substituídas. Em resposta a Agenda 21, muitas instituições estabeleceram programas para promover o uso de TAS e a adoção de conceitos e práticas de P+L em países em desenvolvimento dentre estas instituições cita-se UNIDO/UNEP National Cleaner Production, a qual tem como principal objetivo o aumento da capacidade nacional de promover e ajustar-se aos conceitos de P+L nas condições locais (LUKEN *et al.*, 2004a).

A P+L e as TASs são distintas devido ao fato da TAS incluir a manipulação de matéria residual (tecnologias fim de tubo) assim como a reciclagem pós processo e não incluem algum gerenciamento e mudanças no processo produtivo, como a modificação do produto através da substituição de componentes que possam ser potencialmente prejudiciais ao meio ambiente (LUKEN *et al.*, 2004a).

Conforme CICOZZI *et al.* (2003) a disseminação do conceito da prevenção da poluição, culminando em atitudes pró-ativas, depende da conscientização ambiental nos países e da efetividade das agências reguladoras, as quais nos países em desenvolvimento nem sempre agem de forma ativa.

As regulamentações são um importante fator para a difusão da P+L, assim como foi para as tecnologias de fim de tubo especialmente no período de 1970 e início de 1980. O problema atualmente é que estas regulamentações permanecem como foram concebidas, os que dificulta a difusão do conceito de P+L (REIJNDERS, 2003).

Para que a excelência ambiental seja garantida, faz-se necessária a inclusão de conceitos de P+L nas políticas ambientais, principalmente no que diz respeito aos instrumentos de gestão ambiental, para isso o conceito de P+L deve ainda ser plenamente compreendido, para que este possa funcionar principalmente em países populosos (LUKEN *et al.*, 2004a).

Uma das formas de incentivo da P+L é através da adoção desta como critério para concessão de licença de operação, como já utilizada com sucesso pela União Européia. A concessão de operação é basicamente fundamentada em exigências consideradas razoáveis e se baseiam em uma taxa de retorno financeiro esperada de 15% ou em um

simples tempo de retorno de 5 anos em eficiência energética. Um exemplo disso é a negociação feita em 1999, entre o governo da Holanda e um número de indústrias para restringir a emissão de gases causadores do efeito estufa através da eficiência energética. As indústrias têm se dedicado à este acordo ambiental para atingir a taxa de 10%. Distante disso a prevenção de resíduos sólidos tem sido pouco exigida nas licenças consideradas (REIJNDERS, 2003).

Outro fator importante para a implantação da P+L é a percepção de que a adoção da mesma não confere custos ao empreendedor, ao contrário, fornece redução de custos (diretos e indiretos) no processo através do gerenciamento do consumo de energia e matéria prima utilizada, aumentando a eficiência e a competitividade. Porém o baixo custo dos recursos utilizados, principalmente água e energia, desfavorecem a adoção da P+L mantendo o alto consumo e não havendo conscientização ambiental. Uma ferramenta eficaz para evitar tal postura seria a redução dos subsídios para tais recursos, aumentando o valor para o consumo dos mesmos, incentivando a racionalização do uso (REIJNDERS, 2003).

Porém com o aumento da pressão econômica, da competição global e as preocupações ambientais, a indústria deve constantemente inovar e melhorar seu processo de produção para torná-la mais sustentável. Esforços são necessários para que a adoção de tecnologias limpas mantenha o nível de produção atual da indústria, melhorando o gerenciamento dos recursos naturais e minimizando o lançamento de poluentes (UTTAMANGKABOVORN *et al.*, 2005).

Com relação à indústria alimentícia esta apresenta alto custo no que diz respeito à utilização de água, sendo este representado pelo fornecimento de água e sua disposição, adicionado às perdas no processo a qual é descartada como efluente da indústria e perdas com energia para a descarga e tratamento destes efluentes (HEBBLETHWAITE, 1980). Frente a estes fatores a indústria de processamento de alimentos deve considerar algumas estratégias para a redução do consumo de água e de geração de resíduos. Uma das estratégias a se considerar é a adoção de unidades de processo que visem à redução no consumo de água, otimizando o sistema hidráulico da indústria, reduzindo processos onde não há o controle hidráulico para a minimização da utilização de água, assim como a adoção de sistemas

e tecnologias as quais permitam o reuso da água na indústria para setores com menor exigência de qualidade hídrica (CASANI *et al.*, 2004).

DRIVSHOLM e NIELSEN (1993) desenvolveram estudos juntamente com Autoridade Ambiental Dinamarquesa e a Associação de Fabricantes de Farinha de peixe e Óleo de peixe da Dinamarca, visando determinar a melhor tecnologia disponível para a redução de poluição. Os estudos concluíram que há uma relação linear entre a qualidade do pescado e o conteúdo de compostos nitrogenados e matéria orgânica no efluente gerado, podendo assim haver a minimização da poluição gerada por estas indústrias a partir da combinação de tecnologias limpas com tecnologia de tratamento de efluentes (tecnologia fim de tubo). Com a adoção destas tecnologias, foi obtida melhoria na produção e redução da geração de resíduos, havendo assim redução de 30 e 10-20% de descarga e compostos nitrogenados, respectivamente, acarretando assim em uma redução de 80% de nitrogênio a partir da adoção de tratamento biológico do efluente gerado.

ROECKEL *et al.*, (1994) estudaram os efeitos ambientais de indústrias de processamento de pescado no Chile, objetivando a adoção de tecnologias limpas após a caracterização do processo. Como resultado da pesquisa, os autores indicam a introdução de uma nova etapa na produção, na qual envolve a recirculação de água utilizada na descarga dos peixes, para o reaproveitamento da matéria orgânica disponível (proteínas e óleos). Com a adoção desta nova etapa no processo foi possível obter a redução na concentração de DQO (cerca de 91,6%) por tonelada de peixe processado e aumento de 7% na produtividade da indústria. Para a matéria orgânica remanescente, os autores sugeriram o tratamento do resíduo por processo anaeróbico seguido de processo aeróbico, obtendo assim uma redução adicional nos valores de DQO em torno de 5,6%, demonstrando que do custo em tecnologias limpas, 52,89% são ressarcidos após um período de 5 anos.

A partir do conhecimento da necessidade da caracterização de resíduos gerados na indústria e em vista aos fatores ambientais o presente trabalho teve como objetivos a avaliação das características do efluente gerado no processamento de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em função da adoção de dois métodos de filetagem, eviscerado e não eviscerado, e a quantificação do efluente gerado, adotando-se técnicas de P+L para a redução do mesmo sem

prejuízos ao processo e qualidade do produto.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Abatedouro Escola da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo (USP) e no Laboratório de Piscicultura desta mesma instituição ambos localizados no município de Pirassununga/SP, a uma altitude de 634 m, a 21° 59' de latitude Sul e 47° 26' de longitude Oeste.

Foram feitas alterações hidráulicas nas mesas filetadoras, incluindo registros independentes proporcionando o controle de vazão de água utilizada nos chuveiros para limpeza e filetagem do peixe e da vazão de água utilizada para limpeza interna das mesmas, passando esta a ser realizada somente após o término do processamento do peixe o que anteriormente era feito constantemente, ou seja, devido aos registros não serem independentes a abertura dos chuveiros mantinham uma vazão de água constante na base da mesa, ocasionando assim um alto consumo da mesma.

Estas alterações foram realizadas após análise prévia das instalações onde foi detectada a ausência de instrumentos de controle de consumo de água, havendo a necessidade da adequação das mesas filetadoras objetivando a redução no consumo de água para a implantação de instrumentos de P+L.

Pelo fato da ausência de hidrômetro no Abatedouro Escola da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, não foi possível quantificar o consumo de água no processamento de pescado previamente à implantação dos registros. Sendo assim, realizou-se uma medição da vazão de água por minuto o que possibilitou a obtenção aproximada do consumo de água em função do tempo de processamento, permitindo, desse modo, a possibilidade de mensurar a redução de água utilizada no processo após a implantação dos registros anteriormente citados.

Foram abatidos, em média 33,98 kg de tilápias/dia por choque térmico em água e gelo fundido. Para a determinação da quantidade de efluentes gerados nesta etapa o gelo foi pesado e a água utilizada foi medida em balde graduado de 20 litros.

Após o abate os peixes foram armazenados em caixa térmica em camadas alternadas de peixe e gelo e foram mantidos dessa forma até o final do processamento. O gelo utilizado nesta etapa do processo foi pesado para a determinação do consumo de água.

Foram avaliados dois métodos de filetagem: eviscerado, filetagem com peixe inteiro eviscerado, e não eviscerado, filetagem com o peixe inteiro sem eviscerar, ambos os métodos foram realizados em água corrente durante dez dias cada.

A coleta do efluente foi realizada em cada etapa do processamento: abate, armazenagem, filetagem e efluente final.

No abate a coleta foi realizada após a transferência dos peixes para a caixa de armazenagem com gelo. Na armazenagem realizou-se a coleta após o término do processamento. Na filetagem, foi colocada uma caixa de aço inoxidável no escoamento da mesa filetadora para captação do efluente, este foi coletado após a homogeneização. A amostra de efluente final foi obtida a partir da mistura proporcional da geração de efluente determinada em cada etapa, esse procedimento foi necessário devido a ausência de uma caixa de captação do efluente final gerado no abatedouro de peixes. Dessa forma, cada coleta de cada etapa compreendeu 3 amostras de 250 ml.

A concentração de matéria orgânica do efluente gerado no processamento foi determinada para cada etapa do processo (abate, armazenagem, filetagem e efluente final). Esta determinação ocorreu através da análise de DQO pelo método colorimétrico HACH, utilizando-se colorímetro HACH DR 890, por meio da nacionalização do reagente.

O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado esquema fatorial 2 x 4 sendo dois métodos de filetagem (eviscerado e não eviscerado) e quatro etapas de processamento (abate, armazenagem, filetagem e efluente final), perfazendo oito tratamentos com 10 repetições, sendo as repetições correspondentes aos dias de processamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para DQO e número de peixes abatidos para cada método de filetagem e etapas do processamento estão apresentados na Tabela 1.

Para a DQO e número de peixes abatidos, observa-se que os métodos diferem entre si ($P < 0,05$), tendo para o método não eviscerado maiores valores de DQO, sendo estes valores elevados quando comparados com outros trabalhos, isso devido à redução do consumo de água no processo, acarretando em maiores concentrações de matéria orgânica no efluente final. Uttamangkabovorn;

Prasertsan e Hittikun (2005) e Afonso e Bórquez (2002a) estudaram metodologias de redução de consumo de água em indústria de pescado, e observaram que após a redução do consumo no processo a carga orgânica do efluente gerado, medida em DQO, é maior do que a carga orgânica em processos com alto consumo de água. AFONSO e BÓRQUEZ (2002a) relatam ainda que a geração de efluente durante o processamento de pescado em indústrias chilenas apresenta uma baixa vazão ($20 - 40 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$) para uma planta com capacidade de 100 toneladas de peixe por hora, em contrapartida este efluente apresenta altas concentrações de carga orgânica, havendo assim a necessidade de diluição deste efluente com a água de caldeira antes da descarga, obtendo-se assim uma vazão total de $1.000 - 1.200 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ e DQO de $3 - 9 \text{ g O}_2 \text{ L}^{-1}$.

Tabela 1. Valores de F, com os respectivos níveis mínimos de significância, e as médias obtidas na análise estatística das variáveis de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK) e Número de peixes processados.

Estatística	Valores de F	
	DQO(mg L ⁻¹)	Nº peixes (peixes dia ⁻¹)
PR	6,76(0,0114)	5,97(0,0171)
TR	14,44(<0,0001)	0,00(1,000)
PR x TR	0,76(0,5178)	0,00(1,000)
CV (%)	40,62	10,44
Médias para PR		
NEV	600,46 ^a	34,94 ^a
EV	472,77 ^b	32,99 ^b
Médias para TR		
Abate	379,25 ^b	33,98 ^a
Armazenagem	451,63 ^b	33,98 ^a
Filetagem	801,41 ^a	33,98 ^a
Final	509,61 ^b	33,88 ^a

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Para a etapa de filetagem, foi observada a maior concentração de matéria orgânica medida em DQO (média de $801,41 \text{ mg L}^{-1}$), diferindo das demais etapas do processamento.

UTTAMANGKABOVORN *et al.*, (2005) observaram que as concentrações de DQO em diferentes etapas do processo, tendo valores de 4.364 mg L^{-1} de DQO na armazenagem pré-processamento

e 16 mg L⁻¹ na armazenagem pós-processamento (peixe limpo) apresentando uma carga final de 3.248 mg L⁻¹, para um processamento diário de 18,094 toneladas dia⁻¹, com geração de 6,948 toneladas de resíduos, diferindo assim dos resultados obtidos no presente estudo, onde a concentração de DQO foi menor na armazenagem do que no efluente final, porém tais valores não diferem estatisticamente entre si.

Para as variáveis consumo de água total e consumo de água por quilo de peixe processado os resultados podem ser observados na Tabela 2, havendo interação significativa entre os fatores (P<0,01).

Tabela 2. Desdobramento da interação entre método de filetagem e etapas do processamento para consumo de água por quilo de peixe (Ca Kg⁻¹), consumo de água total (CAT).

Variável	Método de filetagem	Etapa do processamento (TR)				Média
		Abate	Armazenagem	Filetagem	Efluente final	
CAT	NEV	55,61 ^{Cb}	39,95 ^{Da}	149,91 ^{Bb}	243,62 ^{Ab}	119,16
	EV	58,52 ^{Ca}	39,59 ^{Ca}	193,17 ^{Ba}	294,91 ^{Aa}	142,74
	MÉDIA	57,07	39,77	171,54	269,26	
CA Kg ⁻¹	NEV	1,60 ^{Cb}	1,15 ^{Ca}	4,33 ^{Bb}	7,05 ^{Ab}	3,44
	EV	1,80 ^{Ca}	1,21 ^{Ca}	5,77 ^{Ba}	8,81 ^{Aa}	4,28
	MÉDIA	1,70	1,18	5,05	7,93	

Médias seguidas de diferentes letras maiúsculas nas linhas e letras minúsculas nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05). CAT: Consumo de água total (L); CA Kg⁻¹: Consumo de água Kg⁻¹ (L Kg⁻¹); NEV: não eviscerado; EV: eviscerado.

O mesmo comportamento é observado para o consumo de água por quilo de peixe processado, tendo para todas as etapas maior volume utilizado para o método EV, sendo (P>0,05) entre os métodos para etapa de armazenagem, assim como observado para o consumo total de água. Para o método NEV não houve diferença significativa (P>0,05) entre as etapas de abate e armazenagem, entretanto para filetagem e efluente final obteve-se P<0,05, o mesmo foi observado para o método EV.

Avaliando-se o consumo de água em todo o processo para cada método e por quilo de peixe processado, observa-se que o método NEV confere menor consumo de água, sendo mais adequado para a indústria de filetagem de pescado, visando a redução de consumo e menor custo de processo.

Vale salientar que dos poucos trabalhos encontrados sobre a caracterização do consumo de água utilizado em processamento de peixes, Nair (1990) relatou para armazenagem do peixe processado um consumo de 0,36 L kg⁻¹, valor este menor ao obtido no presente trabalho, no entanto vale

ressaltar que o valor descrito pelo autor diz respeito somente ao consumo de água para armazenagem do peixe após este ter sido processado. UTTAMANGKABOVORN *et al.*, (2005) quantificaram o montante de água utilizada na armazenagem de atum e determinaram um consumo de 0,09 L kg⁻¹ antes da implantação de instrumentos de P+L, tendo após a implantação destes, um consumo de 0,07 L kg⁻¹, correspondendo a uma redução de 22,22% nesta etapa.

Para o trabalho desenvolvido foi obtido um consumo médio de 1,18 L kg⁻¹ de peixe processado estando acima da quantidade obtida por estes autores, no entanto o trabalho desenvolvido por estes autores foi em escala industrial, conferindo assim, um rápido processamento da matéria-prima tendo a armazenagem em gelo somente quando ocorre algum atraso no processo.

A relação de peixe e gelo encontrada pelos autores citados acima foi de 3:2 de peixe e gelo na armazenagem pré-cozimento e uma relação de 2:1 para a armazenagem da matéria prima pós-

cozimento, para o presente trabalho manteve-se uma relação de 1:1,18 para peixe (kg) e gelo, para ambos os métodos, havendo maior consumo de água, no entanto todos os peixes a serem processados eram armazenados, o que provavelmente confere maior consumo de água no processamento avaliado, quando comparado com os descritos pelos autores citados.

No presente estudo, a redução no consumo de água na filetagem correspondeu a 98,16% para o método EV considerando um tempo médio de processamento de 3 horas para 32,99 kg de peixe, e para o método NEV a redução foi de 97,97% com tempo médio de processamento de 2,1 horas para 34,96 kg de peixe.

Segundo MITTAL (2005), após a implantação de programas de redução e reuso de água pode ocorrer a geração de efluentes mais concentrados em substâncias recuperáveis, ou seja, em abatedouros a redução no consumo de água além de conferir menor custo a produção, gera efluente com altas concentrações de proteínas configurando alto potencial de recuperação da mesma através de tecnologias de filtração por membrana.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos conclui-se que a implantação de conceitos de P+L confere uma redução significativa no consumo de água para ambos os métodos de filetagem, sendo esta redução maior para o método eviscerado, em contrapartida a redução no consumo de água proporciona o aumento nas concentrações de matéria orgânica efluente medida em DQO havendo assim a necessidade de tratamento do resíduo e/ou reaproveitamento do mesmo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFONSO, M.D.; BÓRQUEZ, R. 2002a Review of the treatment of seafood processing wastewaters and recovery of proteins therein by membrane separation processes – prospects of the ultrafiltration of wastewaters from the fish meal industry. *Desalination*, Amsterdam, 142: 29-45.
- AFONSO, M.D.; BÓRQUEZ, R. 2002b Nanofiltration of wastewaters from the fish meal industry. *Desalination*, Amsterdam, 151:131-138.
- AFONSO, M.D.; FERRER, J.; BÓRQUEZ, R. 2004 An economic assessment of proteins recovery from fish meal effluents by ultrafiltration. *Trends in food science & Technology*, Cambridge, 15: 506-512.
- ALMAS, K.A. 1985 Applications of crossflow membrane technology in the fishing industry. *Desalination*, Amsterdam, 53: 167-180.
- ASPÉ, E.; MARTI, M.C.; ROECKEL, M. 1997 Anaerobic treatment of fishery wastewater using a marine sediment inoculum. *Water Research*, New York, 31(9):2147-2167.
- BELLEVILLE, P.; QUÉMÉNEUR, F. 1984 Possibilités d'utilisation des procédés à membrane pour la valorisation des produits de la mer et dans l'aquaculture. *Le latif*, [S.l.], 64: 286-297.
- BRAILE, P.M.; CAVALCANTI, J.E.W.A. 1995 *Manual de águas residuárias*. São Paulo: CETESB.
- CASANI, S.; ROUHANY M.; KNOCHEL. 2004 A discussion paper and limitations to water reuse and hygiene in the food industry. *Water Research*, New York, 2004. No prelo.
- CICCOZZI, E.; CHECKENYA, R. RODRIGUEZ, A.V. 2003 Recent experiences and challenges in promoting cleaner production investments in development countries. *Journal of Cleaner Production*, Amsterdam, 11: 629-638.
- CIVIT, E.M.; PARIN, M.A.; LUPIN. 2003 Recovery protein and oil from fishery bloodwater waste. *Water Research*, New York, 16(6): 809-814.
- DRIVSSHOLM, T.; NIELSEN, E.W. 1998 Fish meal industry improvements in water and air quality using cleaner technology. *Journal of Cleaner Production*, Amsterdam, 1(1):221-229.
- FURTADO, J.S. *ISO 14001 e Produção Limpa*: Importantes, porém distintas em seus propósitos e métodos. Disponível em: <http://www.vanzolini.org.br/producaolimpa>. Acesso em: 2 abr. 2005.
- GUERRERO, L.; OMIL, F.; MÉNDEZ, R.; LEMA, J.M. 1998 Protein Recovery During the Overall Treatment of wastewaters from fish-meal factories. *Bioresource Technology*, Essex, 63: 221-229.
- HEBBLETHWAITE, P. 1980 How to send it around again. *Food manufacture*, London, 55(11): 37-43.
- JAOUEN, P.; QUÉMÉNEUR, F. 1992 Membrane filtration for waste-water protein recovery. In: G.M.

Hall, *Fish Processing Technology*, London: Blackie Academic and Professional, 1992.

- LUKEN, R.A.; STEVENSON, R.S.; BERCKEL, R. 2004 Introduction to the special issue on building institutional capacity for cleaner production in developing and transition economies. *Journal of Cleaner Production*, Amsterdam, 12:189-194.
- MITTAL, G.S. 2005 Treatment of wastewater from abattoirs before land application - a review. *Bioresource Technology*, Essex, 2005. No prelo.
- NAIR, C. 1990 Pollution control through water conservation and wastewater reuse in the fish processing industry. *Water Science and Technology*, Oxford, 22(9):113-121.
- PAULSON, D.C.; WILSON, R.L.; SPATZ, D.D. 1984 Crossflow membrane technology and its applications. *Food Technology*, Chicago, 38: 77-87.
- REIJNDERS, L. 2003 Policies influencing cleaner production: the role of prices and regulation. *Journal of Cleaner Production*, Amsterdam, 11: 333-338.
- ROECKEL, M.; MARTI, M.C.; ASPE, E. 1994 Clean technology in fish processing industries. *Journal of Cleaner Production*, Amsterdam, 2(1):31-35.
- UTTAMANGKABOVORN, M.; PRASERTSAN, P.; KITTIKUN, A.H. 2005 Water conservation in canned tuna (pet food) plant in Thailand. *Journal of Cleaner Production*, Amsterdam, 13: 547-555.