

II-581 – POSSIBILIDADE DE REUSO/RECICLO DIRETO OU INDIRETO DE EFLUENTES GERADOS EM ENTREPOSTO DE PESCADO

José Heluandir Fonseca Ambrósio ⁽¹⁾

Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Tocantins, - UFT. Estagiário do Laboratório de Saneamento. Bolsista PIBIT/CNPq.

Liliana Pena Naval ⁽²⁾

Doutora em Engenharia Química pela Universidad Complutense de Madrid. Professora do Curso de Engenharia Ambiental na Universidade Federal do Tocantins. Tem experiência na área de Engenharia Sanitária, com ênfase em Controle da Poluição e Saneamento Ambiental.

Danielle de Bem Luiz ⁽³⁾

Doutora em Engenharia Química pela Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil. Analista do Centro Nacional de Pesquisa em Pesca, Aquicultura e Sistemas Agrícolas, Brasil.

Endereço ⁽¹⁾: Av: NS 15 ALC NO 14, 109 Norte – Palmas – Tocantins – CEP: 77001-090 - Brasil - Tel: +55 (63) 3232-8018 - e-mail: joseheluandir@gmail.com

RESUMO

O consumo de água na indústria de alimentos é considerado elevado e seu reaproveitamento é complexo, pois não existem parâmetros estabelecidos. Fazer a opção pelo reuso, ainda que não seja de forma direta é uma das alternativas que apresenta uma possibilidade de minimização no consumo de água e na geração de efluentes. Portanto, neste estudo objetivou-se conhecer as correntes de efluentes gerados, avaliar o potencial de reuso e reciclo sem ou com recondicionamento, de forma a habilitar um tratamento ótimo para cada tipo de resíduo. Para tanto, análises de qualificação do efluente, adotando-se parâmetros físicos, químicos e biológicos foram adotados, bem como a verificação e aplicação das possibilidades de reciclo e reuso diretos e indiretos de efluentes. Como resultado foi encontrado um efluente com alta carga orgânica, mas passível de reuso indireto. A possibilidade de reciclo e reuso de efluentes diretos para o uso no frigorífico de pescado, descartada. Como resultado foi verificado que o constituinte básico de efluentes da indústria de pescado é material orgânico, e ao aderir o método de segregação, a possibilidade de reuso indireto é considerada, já o reuso direto foi descartado.

PALAVRAS-CHAVE: Reuso, reciclo, reuso direto, reuso indireto, segregação.

INTRODUÇÃO

O setor da indústria tem a água como um dos principais fatores de subsistência, ou como fator limitante no caso de indisponibilidade e poluição, afetando a cadeia de produção, (LIEMBERGER *et. al.*, 2009). O planejamento e o gerenciamento desta matéria prima significam conhecer a utilização e importância da mesma, em cada processo da produção. Fazendo este controle para que se possam verificar as possibilidades de reuso ou reciclo, evitando desperdícios ou aumento de custos. Ganhos ambientais afirma Weber *et. al.*, (2010), vem por meio da redução da captação, que consequentemente minimiza a emissão de poluentes preservando este recurso em qualidade e quantidade.

A indústria faz uso de grande quantidade de água potável, logo o reuso de água é uma importante alternativa, pois o setor por ser grande consumidor, é consequentemente grande gerador de efluentes. Portanto controlando o uso tem-se o controle do efluente gerado. Mas o reuso de água no setor alimentício tem sua atuação muito restrita, tanto quanto a legislação ou por questões de higiene. O reuso encontra barreiras nesse setor, pois a água de reuso não pode ter contato com o produto a ser consumido. (CASANI *et. al.*, 2006; LUIZ, 2007; WEBER *et. al.*, 2010).

Destaca-se que na indústria de processamento de pescado o efluente gerado é constituído de escamas, gordura, sangue, fluido visceral e pequenos descartes de peixe, (COSMANN *et. al.* 2009). Nesse sentido, como alternativa deve-se propor a segregação de efluente. Coletar o material sólido antes da limpeza úmida traz uma

redução na DBO e DQO, e há também a redução na quantidade de água que seria usada para limpeza e carregamento dos mesmos (MITTAL, 2005).

Neste estudo se realiza a caracterização de efluentes e a possibilidades de reuso e reciclo para a indústria de processamento de pescado. O efluente desta indústria é oriundo de varias etapas do processamento, desde a chegada do pescado, armazenamento, tratamento do produto, a lavagem de equipamentos e áreas que fazem parte do processamento.

MATERIAIS E MÉTODOS

O local de realização do estudo foi um entreposto de pescado da região norte. Os pontos definidos de onde passam a serem coletadas as amostras para análise são: P1 Cilindro de Lavagem; P2 mesa de evisceração; P3 Ponto de Lavagem (Limpeza); P4 Água de Higienização na entrada; P5 saída de água industrial; P6 água de lavagem das caixas; P7 entrada da lagoa de estabilização I; P8 Saída da lagoa de estabilização I; P9 saída da lagoa II; P10 Saída da lagoa III.

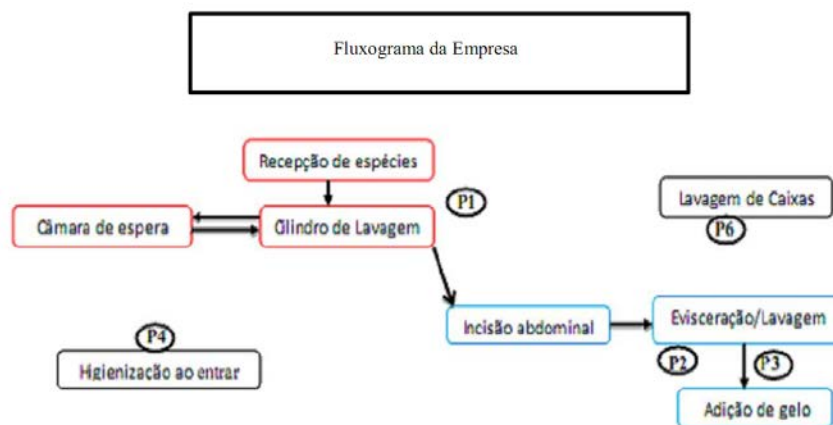


Figura 1: Fluxograma do processo produtivo e pontos onde há geração de efluentes. (— Área Suja — Área Limpa).

Análises de qualificação do efluente

Todas as análises realizadas para a caracterização do efluente foram realizadas segundo as normas do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th edition, 2005, desenvolvido pelo American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) e Water Environment Federations (WEF) (APHA, 2005). Os parâmetros estão descritos na Tabela 1, bem como a técnica.

Tabela 1- Parâmetros analisados e técnicas utilizadas.

Parâmetro Analisados	Unidade	Técnica	Referência
pH	-	Leitura Direta	APHA (2005)
Temperatura	°C	Leitura Direta	APHA (2005)
Turbidez	NTU	Leitura Direta	APHA (2005)
Condutividade	µs	Leitura Direta	APHA (2005)
Oxigênio Dissolvido	mg/L O ₂	Leitura Direta	APHA (2005)
Sólidos Totais	mg/L	Gravimetria	APHA (2005)
Sólidos Totais Fixos	mg/L	Gravimetria	APHA (2005)
Sólidos Totais Voláteis	mg/L	Gravimetria	APHA (2005)
Sólidos Totais Suspensos	mg/L	Gravimetria	APHA (2005)
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	Gravimetria	APHA (2005)
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	Gravimetria	APHA (2005)
Dureza	CaCO ₃	Espectrofotometria	APHA (2005)
Alcalinidade	mgCaCO ₃ /L	Titulometria	APHA (2005)
Cor Verdadeira & Aparente	Uc	Espectrofotometria	APHA (2005)
Nitrato	mg/L	Espectrofotometria	APHA (2005)
Nitrito	mg/L	Espectrofotometria	APHA (2005)
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	Espectrofotometria	APHA (2005)
Nitrogênio Total	mg/L	Espectrofotometria	APHA (2005)
Sulfato	mg/L	Espectrofotometria	APHA (2005)
Cloreto	mg/L	Espectrofotometria	APHA (2005)
Fluoreto	mg/L	Espectrofotometria	APHA (2005)
Fósforo reativo (PO ₄ ³⁻)	mg/L	Espectrofotometria	APHA (2005)
Ferro	mg/L	Espectrofotometria	APHA (2005)
Alumínio	mg/L	Espectrofotometria	APHA (2005)
Zinco	mg/L	Espectrofotometria	APHA (2005)
Cromo	mg/L	Espectrofotometria	APHA (2005)
DQO	mg/L	Titulometria	APHA (2005)
DBO	mg/L	Titulometria	APHA (2005)
Coliformes totais	NMP/100 mL	Collilert	APHA (2005)
Óleos e Graxas	mg/L	Extração por Solvente	APHA (2005)

Verificação e Aplicação das Possibilidades de Reciclo e Reuso Diretos de Efluentes

O reuso e o reciclo direto de efluentes foram priorizados, ou seja, sem qualquer tipo de tratamento adicional, exceto ações como correção de pH e desinfecção para ajustar parâmetros básicos de qualidade, como o pH e a concentração de microrganismos.

Realizou-se a caracterização físico-química e microbiológica das águas da origem e do destino: efluente com possibilidade de reuso/reciclo e afluente do destino que tenha potencial para receber água de reuso/reciclo, e a avaliação da qualidade mínima exigida num determinado processo pode ser feita experimentalmente ou via legislação, referência em bibliografia ou indicação do fabricante do equipamento.

Verificação e Aplicação das Possibilidades de Reciclo e Reuso Indiretos de Efluentes

Para aplicar o reuso e reciclo indireto de efluentes foram considerados:

- Análise da legislação pertinente às atividades do tipo de indústria tomada como estudo de caso, principalmente o que é citado sobre a qualidade e fonte de água de cada processo;

- Avaliação qualitativa (adotando-se parâmetros físico-químicos e microbiológicos) do efluente disponível para reuso/reciclo;
- Avaliação qualitativa (adotando-se parâmetros físico-químicos e microbiológicos) da água exigida para os processos que possam receber efluente tratado.
- A avaliação das possibilidades de reciclo e reuso indiretos de efluentes podem ser feitas experimentalmente, via legislação, referência em bibliografia ou indicação do fabricante do equipamento;

RESULTADOS

Qualificação de efluentes gerados no entreposto de pescado

Os resultados obtidos nas análises de caracterização físico-química e microbiológica dos efluentes são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2- Resultados das análises de caracterização dos efluentes gerados pela indústria de processamento de pescado

	Unidade	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
pH	-	7,59	6,83	7,61	8,29	6,9	8,41	6,44	7,14	8,18	8,4
Temperatura	°C	20,88	20,65	20,23	20,06	20,25	20,28	20,34	20,45	20,43	20,42
Turbidez	NTU	47,03	236,78	89,04	16,73	121,61	11,18	148,54	744,42	253,15	373,69
Condutividade	µs	52,7	35,12	48,95	37,73	57,02	32,68	57,37	96,25	83,36	79,41
O.D	mg/L O ₂	5,23	4,64	5,29	4,81	4,82	4,91	3,56	2,08	2,53	4,03
Sólidos Totais	mg/L	1695,18	2605,36	1618,64	446,5	2094,2	444,1	1534,2	926,15	809,26	847,36
STF	mg/L	778,64	431,27	466,09	141,6	885,2	263,5	430,7	296,09	373,56	469,27
STV	mg/L	916,55	2174,09	1152,55	304,9	1209	180,6	1103,5	630,05	435,7	378,09
STS	mg/L	375,64	1026,85	444,82	59,3	673,13	97,9	426,3	404	293,12	464,2
STD	mg/L	1319,55	1578,52	1173,82	387,2	1421,07	356,2	1107,9	523,08	516,15	383,16
SS	ml/L	2,95	17,01	5,8	0,64	2,99	0,48	2,1	2	2,9	3,11
Dureza	CaCO ₃	4,9	1,91	2,95	4,11	3,14	4,43	3,1	4,32	4,55	7,82
Alcalinidade	mgCaCO ₃ /L	14,37	13,53	10	14,98	13,46	14,13	9,27	11,92	15,31	17,73
Cor Verd.	Uc	181,45	260,63	242,91	22,7	348,1	34,7	319,8	252,82	328,36	307,73
Cor Aparente	UC	351,57	364,67	350,5	86,7	387	234,1	500	500	500	483
Nitratos	mg/L	50,92	56,37	39,25	9,48	42,55	6,84	81,19	48,18	47,59	36,42
Nitritos	mg/L	0,4	0,55	0,16	0,06	0,27	0,03	0,17	0,05	0,1	0,04
NH ₃	mg/L	1,85	11,74	1,94	0,23	3,67	0,45	7,87	46,01	35,44	24,06
N.T.	mg/L	55,65	66,16	43,7	9,76	46,46	7,32	89,19	97,15	82,06	67,29
Sulfatos	mg/L	61,06	78,6	9,63	8,36	9,35	11,9	16,91	37,85	26,79	12,33
Cloretos	mg/L	87,76	45,83	34,65	18,44	53,06	25,01	56,49	91,21	66,43	157,59
Fluoretos	mg/L	1,19	2,65	1,11	0,52	1,01	0,82	0,54	1,86	3,27	2,26
PO ₄ ³⁻	mg/L	5,04	9,02	14,93	0,24	46,4	0,73	20,19	12,37	23,78	28,79
Ferro	mg/L	0,69	0,46	0,47	0,05	0,38	0,06	0,65	0,41	0,43	1,03
Alumínio	mg/L	0,04	0,15	0,04	0,02	0,11	0,01	0,21	0,21	0,12	0,16
Zinco	mg/L	0,08	0,15	0,53	0,48	0,14	0,34	0,87	0,23	1,24	0,71
Cromo	mg/L	0,27	0,21	0,17	0,09	0,25	0,03	0,15	0,15	0,05	0,03
DQO	mg/L	1382,23	1680,46	720,55	111,69	1591,74	167,61	2802,04	5802,07	4290,76	2550,94
DBO	mg/L	668,77	841,77	390,95	49,97	742,47	80,32	1210,99	2597,69	1920,99	1309,3
Coliformes totais	NMP/100 mL	2,82E+04	8,41E+05	5,45E+05	8,97E+03	5,04E+07	1,78E+03	1,47E+07	4,93E+08	4,79E+06	6,32E+06
Ec. Coli	NMP/100 mL	1,99E+03	8,41E+05	1,03E+03	3,45E+03	1,00E+00	5,12E+02	3,36E+05	2,60E+05	6,02E+04	5,00E+04
Óleos e Graxas	mg/L	0,17	0,84	0,48	0,11	0,7	0,03	0,24	0,34	0,2	0,15

Estudos realizados por Souza *et. al.* (2008), que verificou o gasto de água no processamento de pescado se evidencia que o consumo de água pode ser reduzido se encontrado maneiras de reaproveitamento do efluente gerado pela própria indústria, mas para tal é necessário o conhecimento do efluente, que por sua vez, se gerenciado de maneira errada pode trazer efeitos negativos ao meio, devido às concentrações elevadas de matéria orgânica (Cosmann *et. al.*, 2009), nutrientes, pH elevados ou muito baixos.

Neste estudo os resultados da caracterização do efluente comparando-os ao preconizado pela Resolução CONAMA 357/05 que determina a turbidez de no máximo 100 NTU, os pontos P2 (236,78 NTU); P5 (121,61 NTU); P7 (148,54 NTU); P8 (744,42 NTU) P9 (253,15 NTU) e P10 (373,69 NTU) encontram-se acima do valor recomendado. O P2, cujo efluente é proveniente de uma etapa do processamento do pescado, que gera grande quantidade de sólidos, nele constata-se o aumento da turbidez. Destaca-se que o parâmetro turbidez, por estar relacionada com os sólidos em suspensão, e possibilitar a aderência de microrganismos na superfície, é de grande importância o seu monitoramento.

Quanto à condutividade elétrica que está relacionada com a presença de íons dissolvidos (minerais), e segundo Lauermaann (2007) esse parâmetro não só determina os íons presentes, mas uma medida indireta da concentração de poluentes. Quanto maior a condutividade maior a quantidade de íons dissolvidos como os de cálcio, de magnésio, de potássio, de sódio, de carbonatos, de carbonetos, de sulfatos e de cloretos. Logo, quanto maior o valor da condutividade maior quantidade de íons dissolvidos. Os valores oscilaram entre 32,68 a 96,25 $\mu\text{S/L}$.

Quase todos os contaminantes da água contribuem para a carga sólida, a exceção dos gases dissolvidos (VON SPERLING 2005). Nas análises de sólidos foram quantificadas todas as frações. Para os sólidos sedimentáveis, a Resolução CONAMA 430/2011 preconiza um limite de no máximo 1 mL/L como padrão de lançamento. As concentrações obtidas foram: P1 (2,95mL/L); P2 (17,01mL/L); P3 (5,8 mL/L); P4 (0,64 mL/L); P5 (2,9 mL/L); P6 (0,48 mL/L); P7 (2,1 mL/L); P8 (2 mL/L); P9 (2,9 mL/L) e P10 (3,1 mL/L), os pontos P4 e P6 apresentam-se dentro do padrão, os demais se apresentam acima. A presença de sólidos totais encontra-se elevada em todos os pontos, P1 (1695,18 mg/L); P2 (2605,36 mg/L); P3 (1618,64 mg/L); P4 (446,5 mg/L); P5 (2094,2 mg/L); P6 (444,1 mg/L); P7 (1534,2 mg/L); P8 (926,15 mg/L); P9 (809,26 mg/L) e P10 (847,36 mg/L), caracterizando um efluente que necessitava de separação da parte sólida e da líquida ou segregação, como afirma Giordano, (2004).

Os sólidos dissolvidos totais apresentaram as seguintes concentrações: P1 (1319,55 mg/L); P2 (1578,52 mg/L); P3 (1173,82 mg/L); P4 (387,2 mg/L); P5 (1421,07 mg/L); P6 (356,2 mg/L); P7 (1107,9 mg/L); P8 (523,08 mg/L); P9 (516,15 mg/L) e P10 (383,16 mg/L). Esses são constituintes fundamentais da cor de um efluente, este pode ser apresentado como fator de qualidade, pois é um aspecto visível que alerta que uma água não está pura.

Derivado do estágio mais avançado da oxidação da amônia, o Nitrato, quando analisado no efluente em estudo, apresentou as concentrações a seguir: P1 (50,92 mg/L); P2 (56,37 mg/L); P3 (39,25 mg/L); P4 (9,48 mg/L); P5 (42,55 mg/L); P6 (6,84 mg/L); P7 (81,19 mg/L); P8 (48,18 mg/L); P9 (47,59 mg/L) e P10 (36,42 mg/L). Apenas os resultados obtidos para os pontos P4 e P6 apresentam-se dentro dos padrões, para o caso de lançamento, os demais estão acima do limite, de acordo com a resolução CONAMA 357/05, para corpo receptor de Classe 2. Já as concentrações de Nitrito, em todos os pontos, as concentrações obtidas P1 (0,4 mg/L); P2 (0,55 mg/L); P3 (0,16 mg/L); P4 (0,06 mg/L); P5 (0,27 mg/L); P6 (0,03 mg/L); P7 (0,17 mg/L); P8 (0,05 mg/L); P9 (0,1 mg/L) e P10 (0,04 mg/L) estão de acordo com o padrão estabelecido pelo CONAMA 357/05 que estipula para corpo receptor classe 2, a concentração de 1 mg/L.

Para o nitrogênio amoniacal, a resolução 430/11 estabelece o padrão para lançamento de 20 mg/L. Os resultados obtidos foram P1 (1,85 mg/L); P2 (11,74 mg/L); P3 (1,94 mg/L); P4 (0,23 mg/L); P5 (3,67 mg/L); P6 (0,45 mg/L); P7 (7,87 mg/L); P8 (46,01 mg/L); P9 (35,44 mg/L) e P10 (24,06 mg/L), para os pontos P8, P9 e P10, referente ao sistema de tratamento da indústria, estão acima do preconizado pela resolução.

Para o Sulfato, as concentrações obtidas foram: P1 (61,06 mg/L); P2 (78,60 mg/L); P3 (9,63 mg/L); P4 (8,36 mg/L); P5 (9,35 mg/L); P6 (11,9 mg/L); P7 (16,91 mg/L); P8 (37,85 mg/L); P9 (26,79 mg/L) e P10 (12,33 mg/L) estão de acordo com o que a Resolução CONAMA 357/05 que preconiza, o máximo de 250 mg/L. Quanto ao Fluoreto à resolução CONAMA 430/2011 determina para lançamento a concentração máxima de 10 mg/L. E todos os pontos P1 (1,19 mg/L); P2 (2,65 mg/L); P3 (1,11 mg/L); P4 (0,52 mg/L); P5 (1,01 mg/L); P6

(0,82 mg/L); P7 (0,54 mg/L); P8 (1,86 mg/L); P9 (3,27 mg/L) e P10 (2,26 mg/L) encontram-se adequados a resolução.

Sobre o ferro a resolução CONAMA 430/2011 determina que a concentração máxima para lançamento seja de 15 mg/L e nenhum resultado obtido, superou o limite, P1 (0,69 mg/L); P2 (0,46 mg/L); P3 (0,47 mg/L); P4 (0,05 mg/L); P5 (0,38 mg/L); P6 (0,06 mg/L); P7 (0,65 mg/L); P8 (0,41 mg/L); P9 (0,43 mg/L) e P10 (1,03 mg/L).

Para o lançamento de zinco a mesma resolução determina que o valor não exceda 5 mg/L, P1 (0,08 mg/L); P2 (0,15 mg/L); P3 (0,53 mg/L); P4 (0,48 mg/L); P5 (0,14 mg/L); P6 (0,34 mg/L); P7 (0,87 mg/L); P8 (0,23 mg/L); P9 (1,24 mg/L) e P10 (0,71 mg/L) e nenhum resultado ultrapassou o preconizado pela legislação.

Para o alumínio a Resolução Nº 357/05 (CONAMA) determina que a concentração máxima tolerável à saúde humana e para classe de água, o máximo de 0,2 mg/L, os pontos encontram-se dentro do preconizado foram, P1 (0,04 mg/L); P2 (0,15 mg/L); P3 (0,04 mg/L); P4 (0,02 mg/L); P5 (0,11 mg/L); P6 (0,01 mg/L); P7 (0,21 mg/L); P8 (0,21 mg/L); P9 (0,12 mg/L) e P10 (0,16 mg/L).

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) é uma medida indireta da matéria orgânica presente no efluente, é a quantidade de oxigênio requerida pelos microrganismos para estabilização da matéria orgânica. A Demanda Química de Oxigênio (DQO) compreende em outra forma de se medir a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica, realizada por meio de um agente químico. A relação DBO/DQO permite a observação da biodegradabilidade da matéria presente no efluente, quanto mais próximo os valores de DBO e DQO significa um efluente mais biodegradável. Os resultados obtidos para DBO foram: P1 (668,77 mg/L); P2 (841,77 mg/L); P3 (390,95 mg/L); P4 (49,97 mg/L); P5 (742,47 mg/L); P6 (80,32 mg/L); P7 (1210,99 mg/L); P8 (2597,69 mg/L); P9 (1920,99 mg/L); P10 (1309,3 mg/L). Os resultados obtidos para DQO foram: P1 (1382,23 mg/L); P2 (1680,46 mg/L); P3 (720,55 mg/L); P4 (111,69 mg/L); P5 (1591,74 mg/L); P6 (167,61 mg/L); P7 (2802,04 mg/L); P8 (5802,07 mg/L); P9 (4290,76 mg/L); P10 (2550,94 mg/L). Os resultados da relação DBO/DQO deste estudo mostraram valores entre 0,43 e 0,54, acima do que de acordo com Badawy e Ali (2006), valores abaixo de 0,3 apresentam amostras de baixa biodegradabilidade, sendo necessária a adoção de tratamentos físicos e/ou químicos para remover a matéria orgânica remanescente.

Quanto aos óleos e graxas a Resolução CONAMA 430/2011, indica a concentração máxima é de 50mg/L e nenhum valor obtido superou o limite, P1 (0,17 mg/L); P2 (0,84 mg/L); P3 (0,48 mg/L); P4 (0,11 mg/L); P5 (0,7 mg/L); P6 (0,03 mg/L); P7 (0,24 mg/L); P8 (0,34 mg/L); P9 (0,2 mg/L) e P10 (0,15 mg/L).

Quanto aos microrganismos, a concentração de coliformes é preocupante, pois são indicadores de possível patogenicidade. O valor encontrado para os coliformes totais e termotolerantes foram maiores que 2419,6 NMP/100 ml.

Avaliação do potencial de reuso e reciclo de água servida com ou sem recondicionamento em entrepostos de pescados pilotos

Das Possibilidades de Reciclo e Reuso Diretos de Efluentes

Segundo Luiz (2007) o reuso e o reciclo direto de efluentes devem ser priorizados, ou seja, sem qualquer tipo de tratamento adicional, exceto ações como correção de pH e desinfecção para ajustar parâmetros básicos de qualidade, como o pH e a concentração de microrganismos.

O reuso macro interno pode ser feito em cascata um deles, que só é possível quando a característica do efluente gerado em uma dada etapa é compatível com os padrões exigidos pela etapa posterior, tornando possível usar diretamente o efluente (FIESP/CIESP (2004) e FIRJAN/SEBRAE (2007). Neste estudo, não foi considerada esta possibilidade, em razão da presença de sólidos, que em todos os pontos apresentaram concentrações elevadas. Mesmo até, para usos menos nobres como alguns estabelecidos pela NBR-13.969, deixando a priori, a possibilidade de reciclo e reuso de efluentes diretos para o uso no frigorífico de pescado, descartada.

Das Possibilidades de Reciclo e Reuso Indiretos de Efluentes

Segundo EPA (2004) os parâmetros de interesse para água de reuso e a significância destes são:

- sólidos suspensos e turbidez, por estar associado à contaminação microbiana e poder interferir na desinfecção. Para os sólidos suspensos a concentração máxima é de 30 mg/L e para turbidez 50 NTU;
- DBO que representa matéria orgânica fornecendo substrato para os microrganismos, e podem facilitar o crescimento de microrganismos no sistema de distribuição. A concentração máximo de 30 mg/L para DBO é então recomendada;
- Coliformes termotolerantes, que representam risco de infecção pela provável presença de organismos patogênicos e se estabelece o máximo de 200 NPM/100 mL, e
- Nitrogênio e Fósforo, que favorecem o crescimento de algas, a corrosão e as incrustações, e se estabelece o intervalo de 10 a 30 mg N/L para nitrogênio e 0,1 a 30 mg F/L para fósforo.

Existe a possibilidade de adotar o reuso de efluentes na indústria: como macro externo, que utiliza o efluente das estações de tratamento; e o macro interno que é o uso interno de efluentes, tratados ou não, provenientes de atividades realizadas pela própria indústria, (FIESP/CIESP, (2004) e FIRJAN/SEBRAE, (2007). No entanto, a legislação brasileira ainda não abrange diretrizes capazes de permitir o reuso de água na indústria, mas deixa claro que o efluente não deve entrar de maneira alguma, em contato com o produto a ser consumido. No entanto, o reuso macro interno pode ser feito, empregando-se o reuso de efluentes tratados que se adequem a uma água de qualquer outro processo, desde que atenda as características exigidas na referida etapa, (FIESP/CIESP (2004) e FIRJAN/SEBRAE (2007).

A NBR-13.969 classifica águas de reuso, suas aplicações, padrões de qualidade e os tratamentos usuais de águas residuais, e define quatro tipos de classe de água de reuso:

- Classe 1: Lavagem de carros e outros usos com contato direto com o usuário: Turbidez < 5 uT; Coliformes Termotolerantes < 200 NMP/100 mL; Sólidos Dissolvidos Totais < 200 mg/L; pH entre 6 e 8; Cloro residual entre 0,5 mg/L a 1,5 mg/L.

A indústria em estudo recebe o pescado empregando caminhões que posteriormente são lavados. Os efluentes com características mais próximas em relação à turbidez que é determinada pela norma são os pontos: P1, P4 e P6. Em relação aos sólidos dissolvidos totais estabelecidos pela norma, os pontos com geração de efluentes com concentração mais aproximada são os pontos P4 e P6.

- Classe 2: Lavagem de pisos, calçadas e irrigação de jardins, manutenção de lagos e canais paisagísticos, exceto chafarizes: Turbidez < 5 uT; Coliformes Termotolerantes < 500 NMP/100 mL; Cloro residual superior a 0,5 mg/L. Ela diz que é satisfatório um tratamento aeróbio seguido de filtração de areia e desinfecção. Também sendo possível a substituição da filtração de areia por membranas filtrantes.

Para ser feita a limpeza do piso da indústria em estudo, em relação à turbidez, o efluente com característica mais aproximada foram os gerados nos pontos P4 e P6. Uma redução na turbidez leva diretamente redução de sólidos presentes no efluente.

- Classe 3: Reuso nas descargas de vasos sanitários: Turbidez < 10 uT Coliformes Termotolerantes < 500 NMP/100 mL. Geralmente para águas que terão este fim é satisfatório um tratamento aeróbio seguido de filtração e desinfecção.

Se contemplarmos a área administrativa da indústria em estudo, com escritórios e vestiários, áreas estas que necessitam de banheiros para uso dos funcionários que ali trabalham, haveria possibilidade de reuso dos efluentes gerados, os pontos P4 e P6 e o ponto P1, são os que mais se aproximam do estabelecido pela norma em relação à turbidez.

- Classe 4: Irrigação de pomares, cereais, forragens, pastagem para gados e outros cultivos através de escoamento superficial ou por sistema de irrigação pontual: Coliformes Termotolerantes < 5000 NMP/100 mL; Oxigênio dissolvido > 2,0 mg/L.

Os padrões de qualidade da água a serem utilizadas em indústrias de alimentos de origem animal são apresentados pelo Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA. (MAPA, 1952), no capítulo I, artigo 62, que determina os parâmetros e respectivos valores para a água de abastecimento.

São alguns deles: a água deve ser límpida, incolor, sem cheiro e de sabor próprio agradável e não conter mais de 500 ppm de sólidos totais; conter no máximo 5 mg/L, de nitrogênio amoniacal; ausência de nitrogênio nitroso e de sulfídrico; no máximo 2 mg/L de nitrogênio nítrico por litro; no máximo 2 mg/L de matéria orgânica; grau de dureza inferior a 20; fluoretos máximo de 1 ppm; sulfatos, no máximo 10 mg/L.

A Portaria 210/1998 do Ministério Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) determinam ainda que não é permitido o retorno das águas servidas, e permite a confluência da rede das águas servidas dos pre-resfriadores para o carregamento de outros resíduos não comestíveis desde que sem alterar os padrões higiênico-sanitários.

A Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde em sua Portaria SVS/MS 326/1997 informa que a água utilizada na manipulação de alimentos deve ser potável, porém pode ser utilizada água não potável para produção de vapor, sistema de refrigeração, controle de incêndio e outros fins equivalentes que não estejam relacionados com alimentos, tendo aprovação do órgão competente. A água de recirculação para se utilizar novamente deve ser tratada e mantida em condições em que não traga riscos a saúde, deve ser separada da água limpa da indústria e mantida sobre constante inspeção.

Como alternativa Mittal (2005) apresenta a segregação de efluente, coletando o material sólido antes da limpeza úmida, pode trazer uma redução na DBO e DQO, e há também a redução na quantidade de água que seria usada para limpeza e carregamento dos mesmos. Logo, uma alternativa para melhorar a característica do efluente líquido seria fazer a segregação da parte sólida da evisceração, que pode acontecer entre a incisão abdominal e a lavagem do peixe, ajudando assim no tratamento deste efluente tornando mais fácil e mais eficiente.

Com a segregação os pontos P2 e P3, que apresentam alto teor de matéria orgânica como mostram algumas características como DQO, DBO, turbidez, sólidos totais e sólidos voláteis elevados poderiam apresentar redução nestas características, possibilitando após tratamento convencional como: filtração e desinfecção, o reuso dentro da indústria como limpeza de piso.

CONCLUSÕES

Os constituintes básicos do efluente foram materiais orgânicos. Nos efluentes caracterizados do sistema de produção da indústria pode se observar que os pontos têm alta taxa de sólidos, apresentam concentrações altas de DBO e sólidos em suspensão, devido à presença de sangue, pedaços de carne, gorduras, e vísceras, por isto a possibilidade de reuso ou reciclo de efluentes diretos para o uso no frigorífico de pescado foi descartada.

Para o reuso ou reciclo indireto a possibilidade aumenta ao se tomar ações como a segregação do efluente gerado na indústria. Ao se eviscerar forem separadas e retiradas as vísceras da mesa evisceradora o efluente gerado terá redução de matéria orgânica, sólidos totais, nutrientes, cor e turbidez. Esta suposta melhoria na qualidade do efluente poderá possibilitar o reuso ou reciclo deste efluente na própria indústria tomando as medidas necessárias indicadas por estudos e pelas legislações já citadas.

E para aumentar ainda mais a eficiência em recuperar a matéria orgânica do efluente, em etapas de processamento como mostrado o efluente do processamento de peixe no estudo de Roeckel e Aspé (1996) das etapas de: bombeamento a vácuo ou centrífugo, evaporação e secagem, tratados por coagulação química com FeCl_3 , mais centrifugação, pode levar ao reciclo da água e a recuperação da matéria orgânica pela precipitação através da coagulação química com FeCl_3 e separação apartir da centrifugação de proteínas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT - NBR 13969 **Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos** - Projeto, construção e operação 1997 – p. 60.
2. BADAWY, M. I.; ALI, M. E. M. **Fenton's peroxidation and coagulation processes for the treatment of combined industrial and domestic wastewater**. Journal of Hazardous Materials, v. 136, n. 3, p. 961-966, 2006.
3. BRASIL. **Resolução CONAMA n° 357**, de Março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 2005.
4. BRASIL. **Resolução CONAMA n° 430**, de Maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes complementam e alteram a Resolução n° 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente.
5. CASANI, S.; LETH, T.; KNØCHEL, S., **Water reuse in a shrimp processing line: Safety considerations using a HACCP approach**, Food Control, Volume 17, Issue 7, July 2006, Pages 540-550.
6. FIESP/CIESP. **Conservação e Reúso de Água - Manual de Orientações para o Setor Industrial**. São Paulo: s.n., 2004. Vol. 1.
7. FIRJAN/SEBRAE. **Manual de Conservação e Reúso da Água na Indústria**. Rio de Janeiro: ISBM, 2007. DIM, 006.
8. LAUERMANN, Andressa; **Caracterização Química Dos Efluentes Gerados Pelo Aterro Controlado De Santa Maria E Retenção De Chumbo E Zinco Por Um Argissolo Da Depressão Central Do Rio Grande Do Sul**. 2007. 72 f. Dissertação De Mestrado. (Programa De Pós-Graduação Em Ciência Do Solo) - Universidade Federal De Santa Maria, Santa Maria-RS. 2007.
9. LUIZ, D. B. **Gerenciamento hídrico em frigoríficos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química)- 114f. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.
10. MINISTERIO DA SAUDE. **Lei n° 1469**, de 29 de dezembro de 2000. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e de outras providências. Norma de qualidade da água para consumo humano. Disponível em: < http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/Portaria_MS_1469-00.pdf > - Último acesso 06/08/2014
11. MITTAL, G. S. **Treatment of wastewater from abattoirs before land application- a review-Bioresource Technology**, v. 97, Issue 9 , junho de 2006, Pages 1119-1135.
12. ROECKEL, Marlene; ASPÉ, Estrella. **Achieving clean technology in the fish-mealindustry by addition of a new process step**. J. Chem. Tech. Biotechnol., v. 67, p. 96-104, 1996.
13. SAUTCHÜK, C. A. **Conservação e Reuso de água: Manual de orientações para o setor industrial. Federação e Centro das Indústrias do Estado de São Paulo – FIESP/CIESP**, v.1,2005.
14. VON SPERLING, Marcon. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3ª edição. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Minas Gerais. 2005.
15. SOUZA, M. A., VIDOTTI, R. M., OLIVEIRA NETO, A. L.; **Redução No Consumo De Efluente Gerado Em Abatedouro Produção Mais Limpa (P+L)**. p. 290-295, 2008.
16. WEBER, C.C., CYBIS, L.F., BEAL, L.L. **Conservação da água aplicada a uma indústria de papelão ondulado**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v.15, n.3, p.291-300, 2010.