



Revista da Universidade Vale do Rio Verde
ISSN: 1517-0276 / EISSN: 2236-5362
v. 22 | n. 1 | Ano 2023

Bernardo Alan de Freitas Duarte
Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG
bernardoalduarte@yahoo.com.br

Joyce da Cruz Ferraz Dutra
Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG
dutra.engenharia.ambiental@gmail.com

Rogéria Maura Pazini Xavier Vargas
Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG
rogeriapazini@hotmail.com

Rosângela Francisca de Paula Vitor Marques
Universidade Vale do Rio Verde - UninCor
roeflorestal@hotmail.com

Luciano dos Santos Rodrigues
Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG
lsantosrodrigues@gmail.com

Israel José da Silva
Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG
israelvp@gmail.com

DIAGNÓSTICO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS DE UMA EMPRESA DE CICLO SEMI- COMPLETO DE PRODUÇÃO DE TILÁPIA NILÓTICA (*Oreochromis niloticus*)

RESUMO

O avanço da urbanização somado à crescente demanda por bens de consumo são fatores que tem favorecido o progressivo aumento da geração de resíduos sólidos. O Brasil vem apresentando ao longo dos últimos anos mais preocupação com a sustentabilidade ambiental. As questões de saneamento e saúde ocupam hoje um patamar elevado na consciência da população brasileira, com consequências no executivo e legislativo que se materializaram nas recentes legislações, com destaque para a Política Nacional de Saneamento Básico (Lei nº 11.445/07) e a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (Lei nº 12.305/10). As atividades relacionadas à produção animal geram muitos resíduos sólidos e que devem ter sua adequação de acordo com a nova legislação nacional. O presente trabalho teve como objetivo realizar um levantamento e diagnóstico da situação dos resíduos sólidos gerados em um empreendimento de tilapiacultura. Foi realizada a caracterização dos resíduos gerados por meio da composição gravimétrica dos resíduos produzidos nos setores de engorda, frigorífico e na fábrica de ração.

Palavras-chave: Legislação Ambiental. Gerenciamento de resíduos sólidos. Ciclo completo de produção de pescado.

DIAGNOSIS OF WASTE GENERATION FROM A SEMI-FULL CYCLE PRODUCTION COMPANY OF NILOTIC TILAPIA (*Oreochromis niloticus*)

ABSTRACT

The advancement of urbanization combined with the growing demand for consumer goods are factors that have favored the progressive increase in the generation of solid waste. Over the last few years, Brazil has become more concerned about environmental sustainability. Sanitation and health issues currently occupy a high level in the consciousness of the Brazilian population, with consequences for the executive and legislative branches that have materialized in recent legislation, with emphasis on the National Basic Sanitation Policy (Law No. 11,445/07) and the Policy National Solid Waste Authority (PNRS) (Law No. 12,305/10). Activities related to animal production generate a lot of solid waste and must be adapted in accordance with the new national legislation. The present work aimed to carry out a survey and diagnosis of the situation of solid waste generated in a tilapia farming enterprise. The characterization of the waste generated was carried out through the gravimetric composition of the waste produced in the fattening, slaughterhouse and feed factory sectors.

Keywords: Environmental legislation. Solid waste management. Complete fish production cycle.

1. INTRODUÇÃO

O cultivo de organismos aquáticos, comumente chamado de aquicultura, é o segmento da produção animal que mais tem crescido no cenário mundial atual, (ZHAO et al., 2021). O crescimento disparado desse setor incentiva a implantação de indústrias de processamento de pescado e indústrias de produção de insumos. Portanto o ciclo de produção incluindo todas as etapas de produção geram grandes quantidades de resíduos sólidos e de águas residuárias.

Ao longo do tempo, tem-se buscado incluir alternativas sustentáveis para o gerenciamento desses sistemas, entre eles o gerenciamento dos resíduos sólidos. O desenvolvimento do setor da produção animal é diretamente influenciado por uma série de fatores que induzem mudanças nos sistemas de produção, entre eles a necessidade de preservar o meio ambiente para as gerações futuras (BOYD, 2003).

A disposição inadequada dos resíduos sólidos pode promover inúmeros impactos ambientais, como a contaminação do solo, do ar e das águas superficiais e subterrâneas, além da proliferação de vetores de doenças (AMARAL et al., 2013; PASQUALI, 2012). Assim, devido a esses impactos, tem-se em decorrência uma mudança de paradigmas para o seu enfrentamento, evidenciando a necessidade de uma gestão sustentável dos resíduos sólidos (AMARAL, 2013).

Os resíduos da indústria de pescado apresentam uma composição rica em compostos orgânicos e inorgânicos, o que gera preocupação relativa aos potenciais impactos ambientais

negativos decorrentes da disposição deste material diretamente no ambiente ou oferecido in natura aos peixes cultivados (FELTES et al., 2010).

Os resíduos gerados no beneficiamento do peixe (cabeça, vísceras, nadadeira, cauda, coluna vertebral, barbatana, escamas e restos de carne) podem representar 50% da matéria-prima utilizada, variando conforme as espécies e o processamento (FELTES et al., 2010). Os resíduos sólidos do beneficiamento de peixe são destinados principalmente à alimentação animal, mas também podem ser aproveitados para a produção de fertilizantes ou produtos químicos, iscas e artesanatos.

O valor nutricional desses resíduos, ricos em proteínas e em ácidos graxos da série ômega-3, incentiva o desenvolvimento de produtos para a alimentação humana. O uso de tecnologias com esta finalidade aumenta a capacidade da indústria da pesca responder não só à demanda por produtos diferenciados, mas também à tendência da busca por alimentos saudáveis e com alto valor nutritivo, suprimindo as necessidades nutricionais – em especial de proteínas animais, dos setores mais carentes da população, por um preço acessível (FELTES et al., 2010).

A gestão dos resíduos de pescado exige planejamento e tecnologias adequadas, uma vez que os aspectos ambientais, legais e econômicos são interdependentes e precisam ser geridos com eficiência, pois este setor apresenta enorme fragilidade e recebe influência de fatores naturais de difícil modelagem como fenômenos climáticos e ambientais que são limitantes ao aumento e estabilidade da produção (MARTINS, 2011). Assim, é imperativo a necessidade de se adequar ao gerenciamento dos resíduos sólidos.

A sustentabilidade ambiental tem grande potencial nas atividades de aquicultura, por meio do aproveitamento total do pescado, gerando maior lucro para indústrias processadoras e do controle dos resíduos gerados no ambiente.

A PNRS aponta a redução na fonte como prioridade na gestão de resíduos sólidos, seguida pelo reaproveitamento (considerado em suas três dimensões: reutilização, reciclagem e recuperação de energia) e, finalmente, a disposição final adequada. O objetivo de priorizar a minimização dos resíduos gerados é reduzir o fluxo de resíduos encaminhados para disposição final, bem como a periculosidade dos resíduos a serem dispostos. O gerenciamento é o componente operacional da gestão de resíduos sólidos e inclui as etapas de segregação, coleta, transporte, tratamentos e disposição final (AMARAL et al., 2013).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos criou também como um dos seus principais instrumentos, a obrigatoriedade de elaboração dos Planos de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS). O Art. 19 da Lei 12.305 da PGIRS contempla de forma resumida um diagnóstico da situação atual dos diferentes tipos de resíduos, cenários econômicos, institucionais diretrizes e metas para o manejo adequado de resíduos sólidos. (BRASIL, 2010).

Neste contexto, objetivou-se avaliar o gerenciamento de resíduos sólidos em um empreendimento de ciclo semi-completo de produção de Tilápia nilótica incluindo engorda, fábrica de ração e processamento de pescado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em uma empresa de ciclo completo na produção de tilápias, localizado na região sul de Minas Gerais, as margens da represa de Furnas. Após final do ciclo, é comercializado o filé e iscas de tilápia congelada.

A empresa é constituída pelos setores de reprodução de tilápia, engorda (tanques-rede), fábrica de ração de tilápia e um frigorífico, neste trabalho não será realizado o diagnóstico dos resíduos gerados no setor de reprodução.

No setor de engorda, os alevinos chegam na propriedade com peso entre 8 e 80g, permanecendo nesse setor durante aproximadamente oito meses. São 11 funcionários, com o gerente. Diariamente 1.200 Kg de peixe são encaminhados ao frigorífico para processamento. O transporte das carcaças é feito por um trilho e um carro mecanizado, que que liga o setor de engorda e o frigorífico. O arraçamento ocorre três vezes ao dia e os peixes mortos são retirados e armazenados em bolsões de borracha e, levados diariamente para a disposição final. Os outros resíduos são acumulados em um depósito para serem reformados ou vendidos para empresas de reciclagem. Os resíduos domésticos são armazenados juntamente com os resíduos domésticos do frigorífico e coletados pela prefeitura.

A fábrica de ração funciona cerca de duas a três vezes por semana e produz 5 a 6 mil quilos de ração com colaboração de 4 funcionários. Atualmente produz somente 20% de toda ração utilizada na engorda. A fabricação dos tanques-redes feitos no próprio empreendimento localiza-se ao lado da fábrica de ração, os resíduos como restos de ferragens, são

estocados no depósito para vendas ou reutilização no próprio empreendimento.

Durante o estudo, o peso médio total de animais abatidos foi de 1.233 kg por dia. O frigorífico funciona de segunda a sexta-feira. Há 2 banheiros no setor, e os efluentes são lançados em fossa séptica.

O efluente da limpeza do frigorífico e equipamentos eram lançados em uma ETE dentro da propriedade dimensionada exclusivamente para essa finalidade e em seguida lançados tratados na represa.

No total foram realizadas três caracterizações, sendo que cada caracterização gerou seis séries de dados que foram quantitativamente relacionados às suas classes e convertidos em porcentagem.

A coleta dos dados foi realizada durante 30 dias com o acompanhamento da rotina das atividades de cada setor, iniciando-se o monitoramento da geração de resíduos sólidos às 07:00 hs até às 18:00 horas encerramento das atividades, sendo identificados os momentos de geração e os tipos de resíduos sólidos.

Em seguida, foram segregados e realizadas três caracterizações (Resíduos sólidos domésticos, resíduos sólidos da fábrica de ração e resíduos sólidos do frigorífico). A primeira caracterização gerou cinco séries de dados (papelão, papel, plástico, orgânico e rejeito de banheiro). A segunda gerou sete séries de dados (resíduo B, resíduo A, resíduo C, resíduo D, resíduo E, resíduo G e resíduo F, que serão especificadas ao longo do trabalho) e resíduo de varrição. A terceira gerou dez séries de dados (luvas, máscara, touca, aventais, resíduo G, resíduo H, resíduo I, resíduo J, resíduo K, resíduo

L e resíduos oriundos da ETE caixa de gordura e ETE peneira).

A segregação dos resíduos foi realizada na origem de geração de cada setor do empreendimento, ou seja, no setor do frigorífico, engorda e fábrica de ração respectivamente. Para a quantificação foi utilizada uma balança portátil de precisão de 0,1g para os resíduos de até 40 Kg. Os resíduos com peso superior a 40 Kg eram quantificados por meio de uma outra balança, com precisão de 5 quilos. Todos os resíduos gerados no empreendimento ao final do dia eram transportados por um veículo até o depósito em casos de resíduos recicláveis, para serem enterrados em uma vala em caso de orgânicos não reaproveitados e para o local de coleta da prefeitura em caso de resíduos sólidos domésticos. Em seguida foi feito o diagnóstico dos resíduos do empreendimento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Geração, segregação, quantificação e disposição final

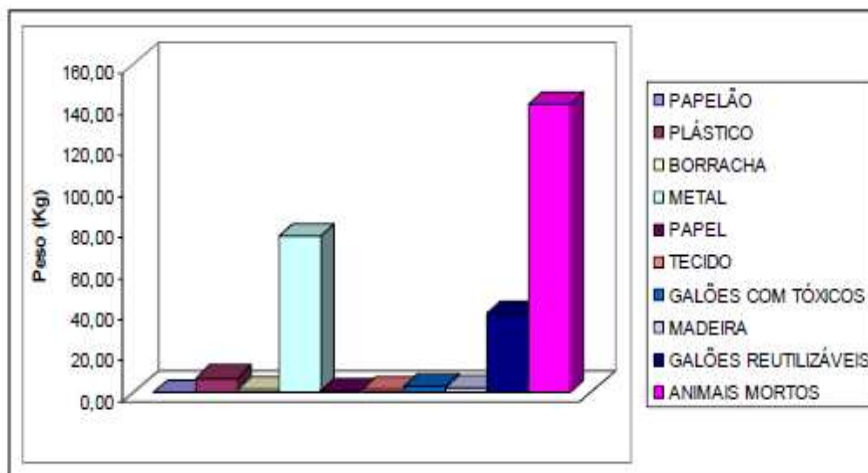
No setor de engorda foram encontrados os seguintes resíduos sólidos: Papelão, plástico, borracha, metal, papel, tecido, galões de resíduos perigosos, madeira, galões de resíduos não-perigosos e animais mortos (Figura 1).

O resíduo mais significativo nesse setor foram os animais mortos e moribundos coletados diariamente dos tanques rede. Os animais mortos foram levados para um depósito localizado no próprio empreendimento, onde também eram levados os outros resíduos. Nesse local foi feita uma vala onde os animais foram enterrados junto

com os resíduos vindos do frigorífico adicionados de cal virgem a cada lançamento. Os demais resíduos gerados nesse setor eram

levados para o depósito localizado no próprio empreendimento.

Figura 1. Resíduos Sólidos gerados no setor de engorda

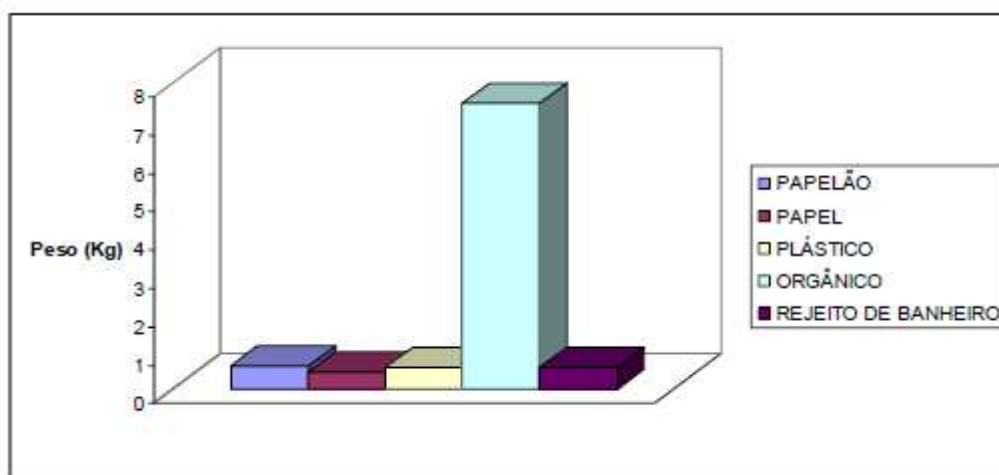


Fonte: Elaborado pelos autores.

Na fábrica de ração foram identificados resíduos oriundos do processamento da fábrica e resíduos domésticos. Os resíduos encontrados foram: Rejeito de banheiro, orgânico (cozinha), plástico, papel, papelão, resíduos do

processamento da fábrica. O resíduo doméstico de peso mais significativo entre os demais foi o papelão. Esses resíduos domésticos eram coletados pela prefeitura (Figura 2).

Figura 2. Resíduos domésticos da fábrica de ração



Fonte: Elaborado pelos autores.

As atividades que compõem o processo produtivo da fábrica de ração foram descritas, sendo destacado o momento de geração de cada resíduo.

A fabricação da ração é constituída por oito etapas: Etapa 1 a chegada dos ingredientes na propriedade por caminhão. Etapa 2 os ingredientes são succionados para um silo de

armazenamento, com a ajuda de uma bomba (cada ingrediente em silo de armazenamento separado).

Na etapa 3 os ingredientes passam por um tubo até a peneira, que descarta frações de ingredientes com alta granulometria e finos demais gerando resíduos A e B (denominados nesse trabalho).

O resíduo A é ensacado e transportado até o depósito e disposto a céu aberto, sendo gerado a cada quinze dias. O resíduo B é utilizado para alimentação animal (galinhas e carneiros), também coletado a cada 15 dias.

Na etapa 4 os ingredientes são moídos por um moinho de martelo e em seguida são adicionados com vitaminas, elementos essenciais como fósforo e cálcio. Nesta etapa é feita a pesagem e armazenamento em um silo.

Na etapa 5 ocorre a mistura de toda a massa e novamente os ingredientes são moídos por um moinho de martelo e armazenados em outro silo.

Na etapa 6 a silagem (produzida através dos resíduos do frigorífico) é adicionada aos demais ingredientes e essa massa é submetida a um misturador. Uma peneira descarta a fração mais grossa, para não entupir a extrusora (equipamento da fase seguinte).

O resíduo C, gerado nessa etapa é ensacado e armazenado e no outro dia é exposto ao sol por um dia e em seguida reensacado e armazenado, para ser substituto da soja, na fabricação de ração.

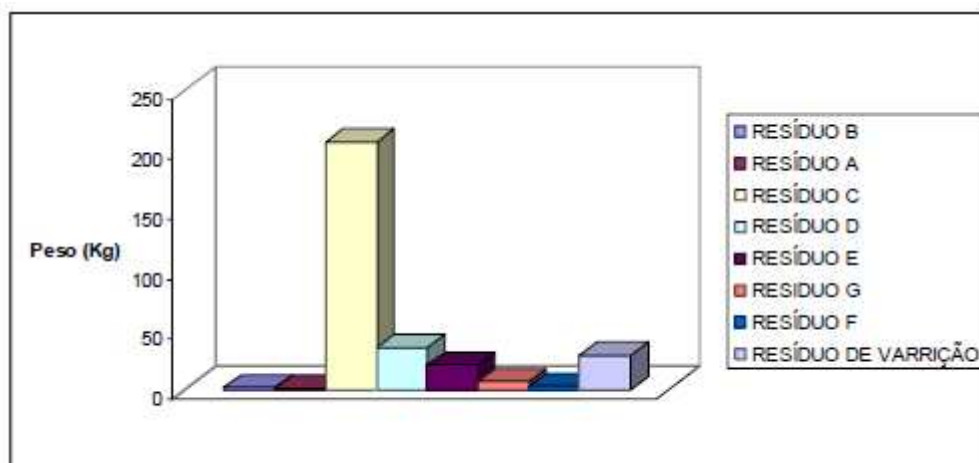
Na etapa 7, a mistura formada é encaminhada para a extrusora. No início da extrusão da ração, a umidade dos pallets ainda não está ideal, então descarta-se esses resíduos. No início e no fim do processo de extrusão também é gerado um resíduo, que é a massa não processada pela máquina por haver vapor de água em quantidade inadequada, o que gera o resíduo D e E. Os resíduos D são descartados em um tambor e caso estejam com boa consistência são utilizados para ração dos peixes e se não estiverem são reincorporados na ração na etapa 4.

Os resíduos E é ensacado e destinado a alimentação de animais (galinhas e carneiros) ou como insumo da ração e também entram na etapa 4.

Na etapa 8 a caldeira que produz o vapor de água para a extrusora e para a dessecadora gera cinzas, a partir da queima da lenha. A ração extrusada é disposta na dessecadora por uma esteira, onde há resfriamento da ração. A peneira descarta o pó formado pelo esfarelamento de pellets, gera os resíduos F e G. O resíduo F é ensacado e ao fim de cada processo é coletado para ser usado como ração para os alevinos no setor de reprodução. O resíduo G são coletados a cada quinze dias e disposto em solo a céu aberto. Os resíduos diretamente gerados pela fábrica foram quantificados conforme a figura 3.

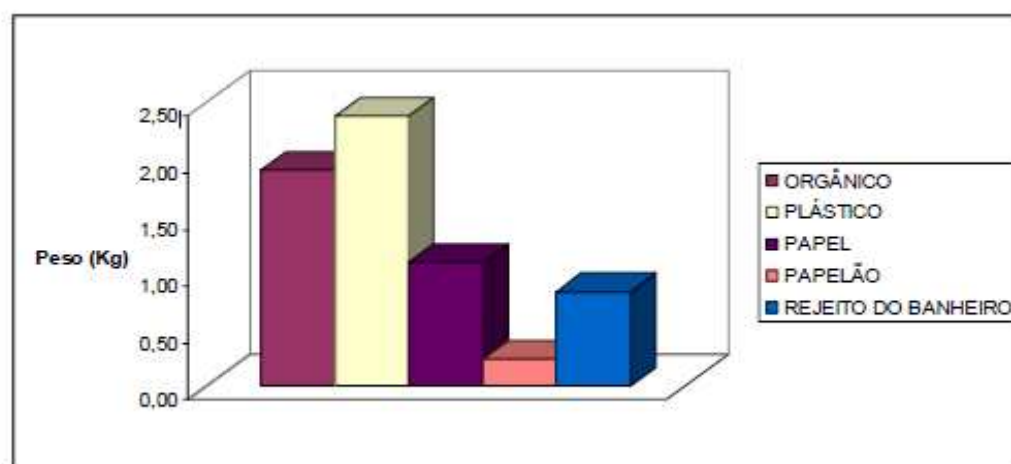
No frigorífico há geração de resíduo domésticos e outros resíduos do processamento (Figura 4)

Figura 3. Gráfico dos resíduos gerados na fábrica de ração.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 4. Resíduos domésticos gerados no frigorífico



Fonte: Elaborado pelos autores.

O plástico e os resíduos orgânicos são os mais significativos em relação aos resíduos domésticos. Os resíduos domésticos são coletados pela prefeitura.

No frigorífico o processamento do pescado é feito em quatro etapas. Sendo a etapa 1, a entrada do carrinho contendo os peixes vindo do setor de engorda. Os funcionários transferem os peixes do carrinho para a máquina de descamação, onde as escamas são retiradas, gerando o resíduo H (denominado nesse trabalho). O resíduo H é ensacado manualmente e ao final do processamento o resíduo é destinado

ao depósito e disposto numa vala, juntamente com os animais mortos e os outros resíduos não reaproveitáveis do processamento. Na etapa 2 os peixes sem escamas são dispostos em esteira e entram na primeira sala de processamento. Há evisceração e descabeçamento, o que gera o resíduo I. Os resíduos classe I é encaminhado por um tubo até o moedor, para o preparo da silagem. Na etapa 3, em outra sala é removido o couro por uma máquina, gerando o resíduo J. Esse resíduo é ensacado e tem o mesmo destino do resíduo H. Na etapa 4, na mesma sala, ocorre a filetagem, que remove as aparas e a espinha do peixe,

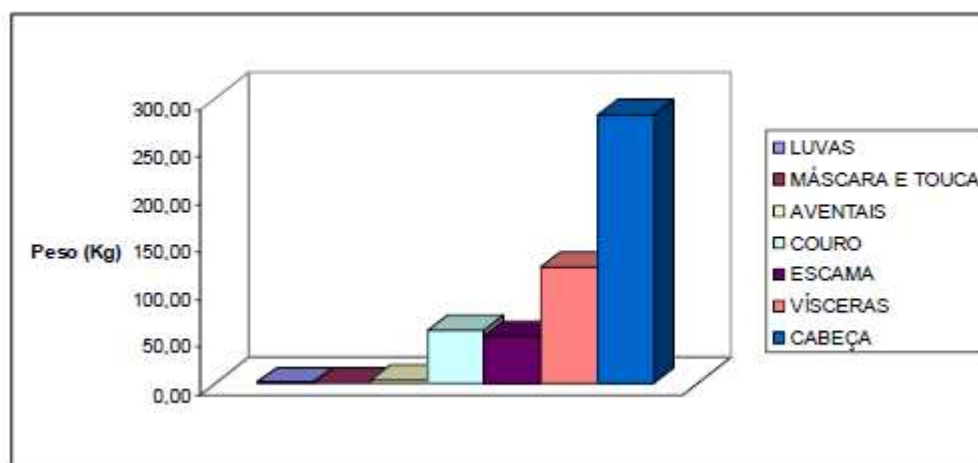
gerando o resíduo K e L. O resíduo K são descartados em uma gaveta abaixo da mesa de processamento coletados ao final de cada turno, ensacados e levadas para o moedor manualmente, para fabricação de silagem. O resíduo L, é disposto em uma esteira e encaminhado pelo mesmo tubo por onde passa a cabeça e vísceras para o moedor, para a fabricação da silagem (Figura 5).

A cabeça, as vísceras, o couro e a escama representam os resíduos de maior

representatividade no processamento, sendo que os resíduos de cabeça representaram 250 g/ peixe que entra no frigorífico. No entanto, deve-se destacar que as cabeças e as vísceras são reincorporadas ao processo para produção de silagem (utilizada como fonte de proteína na fabricação de ração) (Figura 6).

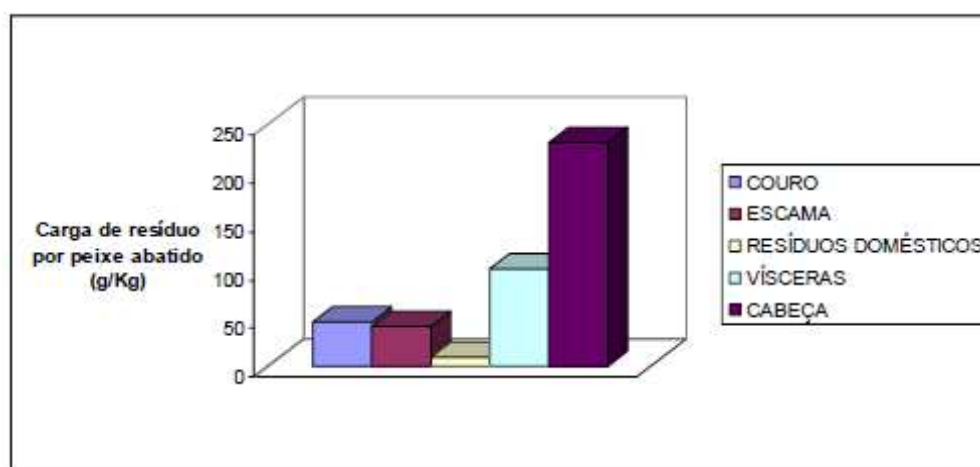
Além dos resíduos resultantes do processamento direto do frigorífico, há geração de resíduos no tratamento dos efluentes do resíduo do frigorífico (Figura 7).

Figura 5. Resíduos gerados no frigorífico



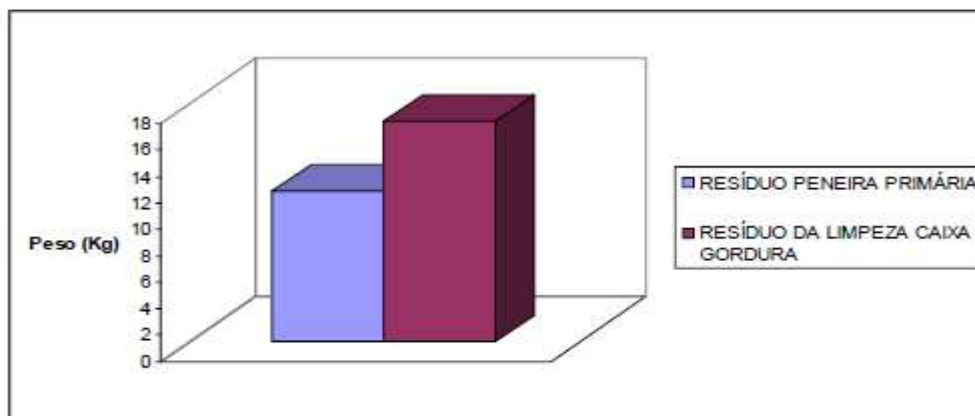
Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 6. Indicador percentual dos resíduos gerados no frigorífico.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 7. Resíduos gerados pelo tratamento de efluentes do frigorífico.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Os resíduos sólidos gerados na estação de tratamento de efluentes do processamento eram coletados diariamente e também dispostos na vala, juntamente com demais resíduos gerados do processamento do pescado.

Diagnóstico da geração de resíduos sólidos

De acordo com as informações coletadas no empreendimento, pode-se verificar que há uma preocupação em gerenciar os resíduos gerados, porém verificou-se que ainda há alguns pontos que podem ser superados.

Um dos principais aspectos que deveria ser aperfeiçoado é a implantação da coleta seletiva. Os rejeitos devem ser segregados dos resíduos que podem ser aproveitados de alguma outra forma, como por exemplo, a reciclagem. A coleta seletiva poderia ser estimulada pelos funcionários a partir da distribuição do lucro capitalizado pela comercialização dos materiais reciclados, e a educação ambiental poderia ser assim mais eficientemente aplicada.

A triagem de resíduos poderia ser uma prática benéfica ao empreendimento. Moura et al. (2012) aponta que a falta de segregação dos resíduos na fonte mostra-se como uma das

principais dificuldades, para haver o gerenciamento eficaz. Os resíduos com potencial de serem reciclados poderiam ser segregados e armazenados para serem comercializados, conforme recomenda Monteiro et al. (2001).

No setor de engorda, a quantidade de resíduo gerado a partir dos peixes mortos e moribundos coletados é expressiva. Esse resíduo tem a vantagem de ter geração constante (diária), o que facilita o seu gerenciamento. A prática de compostagem poderia empregar esses resíduos com o objetivo de se obter adubo para as plantações de café do local. Entre as diversas alternativas de aproveitamento dos resíduos pesqueiros, destaca-se o seu uso como fertilizante na agricultura, que podem disponibilizar nutrientes como o nitrogênio e o fósforo para os microrganismos e plantas, aumentando a produtividade e melhorando as condições físicas e químicas do solo. Sanes et al. (2015) mostra no seu estudo sobre a compostagem de resíduos de pescado em mistura com diferentes fontes de carbono, que a elaboração de adubos orgânicos a partir desse processo com resíduos de peixe, apresenta-se como uma alternativa viável para sistemas de produção.

Conforme Cesarin (2013), no Brasil, os componentes orgânicos somam cerca de 60% do peso total do resíduo coletado, enquanto que em países como Estados Unidos, França e Índia, esses resíduos somam um montante de 12%, 23% e 68% respectivamente.

Com relação à fábrica de ração, observou-se que quase a totalidade dos resíduos gerados são reincorporados ao processo produtivo, com exceção do resíduo A, de varrição e do resíduo doméstico. Com relação aos resíduos na fábrica de ração, o resíduo de maior peso relativo (resíduo C) é reaproveitado no processamento de ração. Logo, pode-se perceber que se trata de uma boa estratégia de gerenciamento de resíduos do empreendimento.

Os resíduos do frigorífico também são em sua maioria já reincorporados em outros processos produtivos (cabeças e vísceras para produção de silagem). Foi observado que os resíduos de cabeça e vísceras são mais representativos dentro do frigorífico sendo que os resíduos de cabeça representaram 250 g/ peixe que entra no frigorífico. Rodrigues (2013) apresentou que os resíduos de descabeçamento, evisceração e filetagem podem representar cerca de 67% dependendo da espécie de peixe. Dessa forma, o aproveitamento desses resíduos de vísceras, aparas, cabeça para serem utilizados como insumo de ração se mostra bastante eficiente, já que o empreendimento conta com uma fábrica de ração.

O resíduo de pescado é uma fonte de nutrientes de baixo custo e muitos estudos têm sido realizados para utilizar os elevados teores de proteína, óleo e minerais presentes no resíduo de pescado, reduzindo o impacto ambiental e aumentando a rentabilidade do produto. Dessa forma, a utilização dos resíduos do frigorífico para

a produção de ração se mostrou muito adequada, de forma economicamente e ambientalmente sustentável.

Os resíduos de escama e pele ainda não são aproveitados, sendo simplesmente descartados. Por terem significativa importância, esses resíduos poderiam ser insumos para outros processos produtivos, como por exemplo, a curtição de couro ou a extração de colágeno a partir das peles. O percentual de peso relativo ao couro foi de 4,2%, próximo ao valor encontrado por Rodrigues (2013), que foi de 3%. Considerando que o couro representa quase 5% em relação ao insumo que entra no frigorífico (peixe abatido), pode-se verificar que este resíduo tem importância significativa sobre essa atividade. Sabe-se que o couro pode ser insumo para processamento e comercialização de produtos acabados como bolsas e sapatos.

3. CONCLUSÕES

Conclui-se que a identificação e diagnóstico dos resíduos gerados em um empreendimento de aquacultura pode favorecer o aprimoramento dos processos produtivos e pode ajudar a atingir a sustentabilidade ambiental. A identificação e sistematização da geração de resíduos em um empreendimento é essencial para o sucesso da atividade e a legislação atual já sinaliza para essa necessidade além do seu aproveitamento como insumos para reduzir os custos.

A segregação e enquadramento dos resíduos sólidos em classes ou categorias se mostrou importante para o seu gerenciamento, e minimização dos danos ambientais ou à saúde

pública devido à disposição inadequada dos mesmos. Além disso, a análise da composição gravimétrica dos resíduos sólidos permitiu avaliar a origem e a geração desses resíduos, fornecendo subsídios para avaliação da eficiência do gerenciamento de resíduos em vigor.

REFERÊNCIAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004: Classificação de Resíduos**. Rio de Janeiro: p. 71. 2004.de resíduos. ABNT, 1995.
- AMARAL, T.; MEDEIROS, G. A.; MANCINI, S. D.; GUANDIQUE, M. E. G.; COIMBRA, V. P.; RIBEIRO, A. I. Diagnostico e gestão dos resíduos gerados em aterro sanitário. **Engenharia Ambiental** - Espírito Santo do Pinhal , v. 10, n. 3 , p. 3-13, maio/ jun 2013
- BRAGA, B. (Org).**Engenharia Ambiental**. São Paulo: Pearson Prentice Hall,2005.
- BRASIL. Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos sólidos**. Disponível em: <<http://legislacao.planalto.gov.br>>. Acesso em 24 de janeiro de 2014.
- BRASIL. Lei nº 9605 de 12 de fevereiro de 1998. **Lei de Crimes Ambientais**. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9605.htm>. Acesso em 2 de maio de 2014.
- BOYD, C. E. Guidelines for aquaculture effluent management at the farm-level. **Aquaculture**, n. 226, p. 101-112, 2003.
- CASARIN, D. S. **Diagnóstico dos resíduos sólidos urbanos do município de Morro Redondo/RS**. 2013. 50 p. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- FELTES, M. M. C.; CORREIA, J. F. G.; BEIRÃO, L. H.; BLOCK, J. M.; NINOW, J. L.; SPILLER, V. R. Alternativas para a agregação de valor aos resíduos da industrialização de peixe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 6, 2010.
- MONTEIRO, J. H. P.; FIGUEREDO, C. E. M.; MAGALHÃES, A. F.; MELO, M. A. F.; BRITO, J. C. X.; ALMEIDA,, T. P. F., MANSUR, G. L. **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. 200 p.
- MOURA, A., A.; LIMA, W. S.; ARCHANJO, C. R. Análise da composição gravimétrica de resíduos sólidos urbanos: Estudo de caso-Município de Itauna – MG. **Revista Digital FAPAM**, n.3, p. 4 - 16, 2012.
- PASQUALI, L. **Composição gravimétrica de resíduos sólidos recicláveis domiciliares no meio rural de Chopinzinho – PR**. 65 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2012.
- RODRIGUES, E. A. **Avaliação dos resíduos gerados no processo produtivo de pescado na colônia de pescadores Z3, Pelotas - RS**. 2013. 59 p. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS.
- SANES, F. S. M; STRASSBURGER, A. S; ARAUJO, F.B; MEDEIROS, C. A. B. Compostagem e fermentação de resíduos de pescado para a produção de fertilizantes orgânicos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n.3, p.1241-1252, 2015.
- SOUZA, R. S. **Entendendo a questão ambiental: temas de economia, política e gestão do meio ambiente**. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2000.
- ZHAO, S.; ZHANG, S.; LIU, J. et al. Application of machine learning in inteligente fish aquaculture: a review. **Aquaculture**, v.540, art.736724, 2021. Available in: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736724>. Accessed in: 3 Aug. 2021.

Bernardo Alan de Freitas Duarte

Engenheiro civil e graduado em Aquacultura
Doutor em engenharia mecânica - UFU

Joyce da Cruz Ferraz Dutra

Graduada em Aquacultura
Doutoranda em Ciências Biológicas - UFMG

Rogéria Maura Pazini Xavier Vargas

Graduada em Aquacultura

Doutoranda em Zootecnia - UFMG

Rosângela Francisca de Paula Vitor Marques

Engenheira Florestal

Professora Doutora do curso de Mestrado em
Sustentabilidade em Recursos Hídricos –UNINCOR

Luciano dos Santos Rodrigues

Engenheiro Agrícola

Professor Doutor, Departamento de medicina
veterinária preventiva - UFMG

Israel José da Silva

Engenheiro Agrícola

Professor Doutor, Departamento de medicina
veterinária preventiva - UFMG
