



XI SILUBESA

Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

28/03 a 02/04/2004 - Natal - Rio Grande do Norte - Brasil

III-062 – GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS: UM ESTUDO SOBRE A CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS GERADOS EM UMA INDÚSTRIA DE ABATE DE AVES NA GRANDE NATAL-RN

Handson Cláudio Dias Pimenta⁽¹⁾

Tecnólogo em Meio Ambiente (CEFET-RN, 2002); Técnico em Tecnologia Ambiental com Habilitação em Controle Ambiental (CEFET-RN, 1999); Graduando em Engenharia de Produção (UFRN). Natal-RN, Brasil.

Sérgio Luiz Macêdo

Engenheiro Civil (UFRN, 1988); Especialista em Engenharia Sanitária (UFRN, 1990); Mestrando em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos (UFRN); Engenheiro do Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte - IDEMA. Natal-RN, Brasil.

Endereço⁽¹⁾: Rua das Hortências, 395 - Mirassol - Natal - RN - CEP: 59078-140 - Brasil - Tel: (84) 234-7308

e-mail handsonpimenta@hotmail.com

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo caracterizar e analisar aspectos técnicos gerenciais dos resíduos sólidos industriais gerados no processo produtivo de uma indústria de abate avícola em Natal-RN. Sabe-se que as decisões técnicas e econômicas tomadas em todas as fases do gerenciamento dos resíduos sólidos devem estar fundamentadas na classificação dos mesmos. Com base nesta classificação são definidas as medidas especiais de proteção necessárias em todas as fases, bem como os custos envolvidos. Assim, os resultados parciais mostram a quantificação e qualificação dos resíduos gerados, análise dos aspectos gerenciais da indústria em estudo, tendo 96,27 % dos resíduos oriundos do processo produtivo (212,59 toneladas/ano). Os demais são compostos por resíduos oriundos do setor administrativo e manutenção de jardins (0,2 %) e 3,53 % originários da ETEL, o que equivale a 0,4 e 7,8 toneladas/ano, respectivamente. Esses resíduos são classificados como Classe II e estão no estado sólido. 94,23 % dos resíduos são recuperados economicamente, sendo os resíduos orgânicos do processo, cinzas da caldeira e oriundos da caixa de gordura. Os resíduos plásticos e de papelão, 5,55 %, são destinados à comercialização para reciclagem e 0,02 % (bombonas plásticas) são reaproveitadas na empresa como acondicionadores de resíduos.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos Sólidos Industriais, Impacto Ambiental, Classificação de Resíduos Sólidos, Abate de Aves.

INTRODUÇÃO

O tema gestão de resíduos sólidos industriais (RSI) é considerado um dos assuntos de maior amplitude nas questões ambientais, em vista dos aspectos técnicos envolvidos e dos impactos ambientais causados. De acordo com a norma NBR 10.004 (1987) da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, são considerados RSI, os resíduos em estado sólido e semi-sólido, que resultam de atividades industriais, incluindo os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu tratamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou

exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviável em face à melhor tecnologia disponível.

As decisões técnicas e econômicas tomadas em todas as fases do gerenciamento dos RSI (manuseio, acondicionamento, armazenagem, coleta, transporte, tratamento e disposição final) devem estar fundamentadas na classificação dos mesmos. Com base nesta classificação são definidas as medidas especiais de proteção necessárias em todas as fases, bem como os custos envolvidos (ROCCA, 1993).

O processo de abate de aves possui uma intervenção ambiental específica, dependendo da sua localização e suporte dos recursos naturais, especialmente a água. Um dos principais temas associados a essa atividade é a

localização em função da locação em bacias hidrográficas e geração de resíduos sólidos e efluentes líquidos industriais. Vale destacar outros aspectos como a procedência e qualidade das aves e o processo operacional, os quais estão ligados diretamente com a qualidade da carne, necessitando, assim, de cuidados sanitários especiais, salientando ainda que, segundo CAMPOS (1991), o consumo de aves tem crescido de forma considerável na alimentação da população mundial e, o Brasil, representa atualmente um exportador em potencial de aves e de seus subprodutos.

Nesse contexto, este estudo tem como objetivo desenvolver a caracterização dos resíduos sólidos gerados pelo processo produtivo de uma indústria de abate de aves localizado em Natal-RN e analisar os aspectos gerenciais destes. Para facilitar a discussão, a indústria será denominada AGROINDÚSTRIA S/A.

MATERIAIS E MÉTODOS

A execução deste Estudo foi dividida pelas seguintes etapas: 1 - Levantamento Bibliográfico sobre o processo operacional da indústria de abate de aves; 2 - Reconhecimento das instalações industrial e geração de resíduos; 3 - Entrevistas com os responsáveis técnicos envolvidos no processo; 4 - Levantamento sobre informações técnicas do AGROINDÚSTRIA S/A; 5 - Identificação e Caracterização dos Resíduos Gerados nas etapas do processo produtivo e 6 - Interpretação e discussão dos dados.

Para o desenvolvimento do item 5, os resíduos sólidos foram identificados em cada etapa do processo produtivo e foram mensurados a partir de uma balança transversal, durante três dias da primeira semana do mês de fevereiro/2003. Através dos dados obtidos, foi estimada a geração relativa ao ano de 2002 (janeiro a dezembro), tendo em vista que a produção manteve-se praticamente igual a fevereiro/2002.

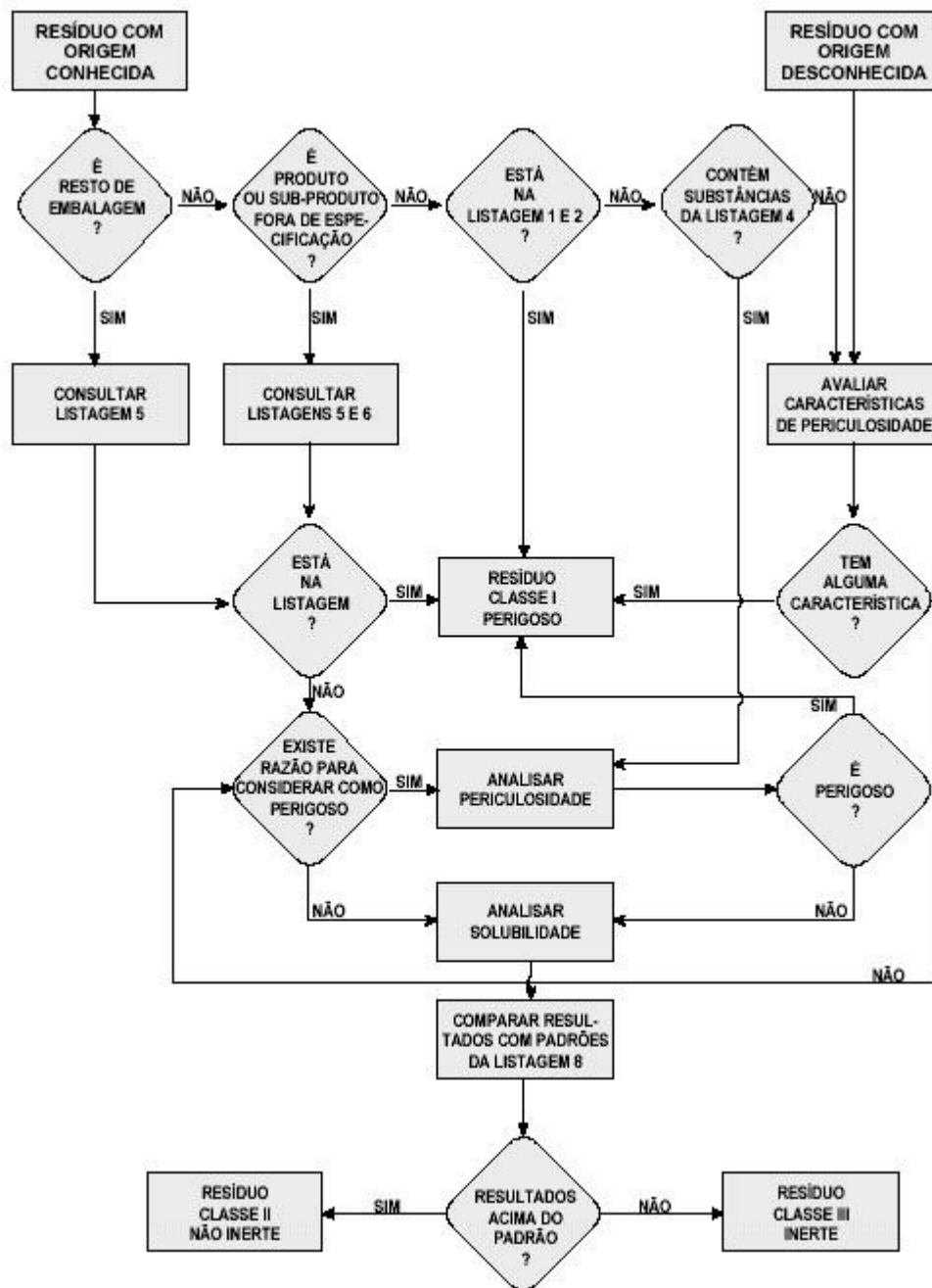
A qualificação dos resíduos foi embasada na Norma ABNT NBR 10.004 e do Anexo 02 (Resíduos Sólidos Industriais) do Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais.

A norma NBR 10.004 classifica os resíduos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, indicando quais resíduos devem ter manuseio e destinação rigidamente controlada. Nela, são fornecidas listagens daqueles resíduos que são reconhecidamente perigosos, além de listagens padrões de concentração de poluentes que fundamentam a classificação dos resíduos, tais como: Listagem 1 – Resíduos perigosos de fontes não específicas; Listagem 2 – Resíduos perigosos de fontes específicas; Listagem 3 – Constituintes perigosos, base para a relação dos resíduos e produtos das listagens 1 e 2; Listagem 4 – Substâncias que conferem periculosidade aos resíduos; Listagem 5 – Substâncias agudamente tóxicas; Listagem 6 – Substâncias tóxicas; Listagem 7 – Concentração, limite máximo no extrato obtido no teste de lixiviação; Listagem 8 – Padrões para o teste desolubilização; Listagem 9 – Concentrações máximas de poluentes na massa bruta de resíduos utilizadas pelo Ministério do Meio Ambiente da França para classificação dos resíduos e Listagem 10 – Concentração mínima de solventes para caracterizar o resíduo como perigoso. Dessa forma, os resíduos são classificados em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas e com base na identificação de contaminantes presentes em sua massa (NETA, 1993).

A Figura 01 apresenta o fluxograma de classificação de resíduos sólidos, segundo a NBR 10.004.

O Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais está sendo desenvolvido em cada Estado da Federação, no qual, o Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte – IDEMA, é o responsável pelo Inventário Estadual e deverá repassar ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, as informações compiladas em um banco de dados, onde estão armazenados os dados preenchidos pelas empresas. Os objetivos do Inventário Estadual são: Avaliar e caracterizar quantitativa e qualitativamente os resíduos sólidos industriais gerados no Rio Grande do Norte; avaliar o seu acondicionamento, tratamento e o seu destino final; subsidiar a elaboração da Política Estadual de Resíduos Sólidos Industriais e disponibilizar as informações para o Inventário Nacional e para sociedade. Em seu formulário, consta o anexo II, que auxilia na classificação dos mesmos, através da descrição dos resíduos, exposta em uma tabela e sua pré-classificação.

FIGURA 01: Fluxograma de Classificação dos Resíduos Sólidos, Segundo NBR 10.004. Fonte: CNTL, 2003.



RESULTADOS E DISCUSSÕES

Informações sobre a Atividade Industrial

A AGROINDÚSTRIA S/A fica situada na Zona UTM 25 M, coordenada X 248753 e coordenada Y 9343868, estando localizada na Bacia Hidrográfica do Rio Pium, Sub-bacia hidrográfica do Açude Água Vermelha, distando 90 metros do riacho Cajupiranguinha afluente do açude. A corporação contempla o setor agroindustrial, através do abates de aves.

A indústria está instalada numa área útil de 4.100 m², opera 08 horas/dia (diurno), com jornada de 44 horas por semana (segunda à sábado), 22 dias por mês, durante todos os meses do ano. A organização contribui

para o desenvolvimento econômico e social do Estado, já que possibilita agregar valores às matérias-primas originais e

gera empregos, aproximadamente 200 empregos diretos, e renda para a população local.

São abatidos, em média, 15.000 aves por dia, equivalente a 35 toneladas/dia, sendo a capacidade máxima de produção de 20.000 aves. A AGROINDÚSTRIA S/A possui 92 produtos no mercado divididos em duas marcas e em duas categorias (frango resfriado e congelado), tendo em 2002, uma produção de 6.968 Toneladas, conforme nota-se na tabela a seguir:

TABELA 01: Produção na AGROINDÚSTRIA S/A em 2002.

Marcas	Produção Anual (Kg)	% Por Marca
Marca 01 Resfriado	247.008,26	13,82
Marca 01 Congelado	1.540.772,76	86,18
Marca 02 Resfriado	1.119.385	21,61
Marca 02 Congelado	4.060.862	78,39
TOTAL GERAL	6.968.028,02	100

A TABELA 02 apresenta uma projeção de toda matéria-prima e insumos usados pela AGROINDÚSTRIA S/A no ano de 2002:

TABELA 02: Projeção de Uso de Matéria-Prima e Insumos Usados pela AGROINDÚSTRIA S/A no Ano de 2002.

Matéria-prima e Insumos	Quantidade Atual (por ano)	Unidade de Medida
Aves	3.675.120	Unidades
Caixa Plástica	76.289	Unidades
Caixa Papelão (Cap. 12 Kg/18 Kg)	188022	Unidades
Saco de Ráfia	84551	Unidades
Saco Contrátil	213000	Unidades
Etiquetas (89x23mm / 107x23mm)	166132	Unidades
Bandejas (Média / Funda)	1381332	Unidades
Embalagens (Sacos / Interfolhados)	2505100	Unidades
Grampos (G-100 / GE-224)	2464000	Unidades
Filme Impresso de PVC	528	Unidades
Fita de Impressão Ribbon (89x450m / 110x450 m)	106	Unidades
Produto de Limpeza	6000	Litros

A matéria-prima principal é fornecida através de parcerias estabelecidas, as quais aproveitam a estrutura de terceiros para alojamento de aves, assim como equipamentos e mão-de-obra. Essas parcerias promovem a geração de empregos e renda, possibilitando a fixação do homem ao campo. A remuneração do parceiro é estabelecida de acordo com os

resultados técnicos obtidos. Deste modo, quanto maior a produtividade alcançada maior será a remuneração. A AGROINDÚSTRIA S/A, por sua vez, fornece todos os insumos exigidos, aves, ração, vacinas e assistência técnica.

O processo de abate inicia-se com o procedimento de recepção, no qual as aves chegam ao abatedouro transportadas por caminhões, dentro de gaiolas próprias para este fim. Os caminhões ficam em espera (aproximadamente 2 horas) para o descarregamento dos engradados, de acordo com o período planejado.

Para evitar a perda das aves, a área de espera é ventilada durante todo o procedimento através de seis aeradores e os engradados são molhados durante quinze minutos através de canaletas espalhadas no teto. Na área de desembarque, as aves são retiradas para dependuramento, o qual é realizado pelos pés em uma esteira móvel. Nesse processo, observa-se a geração de resíduos caracterizados por penas, aves mortas e efluentes industriais ambos em pequenas quantidades.

Em seguida, ocorre, com uma descarga elétrica na região da cabeça das aves, na ordem de 70 Volts, o atordoamento. Com o relaxamento muscular, obtém-se uma extração de maior quantidade de sangue (GASI, 1993), na etapa posterior, sangria, a qual é efetuada através de um seccionamento dos vasos do pescoço. O sangue é captado e conduzido a recipientes coletores, para posterior recuperação econômica através da fabricação de farinha. As etapas seguintes são Escaldagem, Depenagem, Escaldagem dos pés e Remoção de cutículas, as quais ocorrem dentro de uma mesma área, denominada de área suja.

A escaldagem ocorre por imersão em tanque com água aquecida através de vapor, visando remover as impurezas e sangue da superfície externa e facilitar a retirada das penas. Esta etapa é realizada à temperatura que varia de 55 a 60° C, durante 90 a 120 segundos e estas duas variáveis, temperatura e tempo de escaldamento são fundamentais no que concerne à qualidade e aparência das aves (BASSOI, 1999).

A depenagem é efetuada através de cilindros rotativos, munidos de dispositivos de borracha, dispostos em posição radial, as aves são depenadas por fricção das carcaças, tendo as penas lançadas na canaleta de efluentes.

A seguir, as aves são penduradas pelo pescoço em outro transportador para possibilitar a escaldagem dos pés (água à 90° C) e remoção das cutículas. Os resíduos sólidos gerados são depositados em caixas situadas abaixo do maquinário (Ver Figura 3), e são dispostos, em seguida, na canaleta de efluentes. A caldeira responsável pelo aquecimento da água é alimentada por lenha.

Em seguida, é efetuado o processo denominado evisceração acompanhado de lavagem que consiste nas seguintes etapas: extração da cloaca; abertura do abdome; exposição das vísceras; corte, limpeza e armazenamento da moela e do fígado; extração a vácuo dos pulmões e separação dos miúdos. Em seguida, são retirados o pescoço e pés, precedendo o pré-resfriamento à 8° C (pré-Chiller), o resfriamento à 5° C (Chiller), a injeção de proteínas, o recorte e embalagem. Estas etapas ocorrem numa área separada fisicamente da área suja, denominada área limpa.

Os impactos ambientais dos Resíduos sólidos gerados no processo industrial estão ligados aos aspectos ambientais das etapas de depenagem, remoção de cutículas, evisceração e embalagem. Os resíduos gerados por estas etapas são lançados junto com os efluentes, potencializando o impacto ambiental e contribuindo para a elevação da carga poluidora do efluente industrial.

Caracterização dos Resíduos Sólidos Industriais Gerados na AGROINDÚSTRIA S/A

Os resíduos sólidos são classificados conforme descrição a seguir, de acordo com a norma NBR 10.004 (1987):

- Resíduos Classe I – Perigosos: são aqueles que, em função das suas propriedades físicas, químicas ou infecto contagiosas, podem apresentar risco à saúde pública, provocando ou acentuando, de forma significativa, um aumento da mortalidade ou incidências de doenças e/ou apresentam efeitos adversos ao meio ambiente, quando manuseados ou dispostos de forma inadequada. As características que conferem periculosidade a um resíduo são: inflamabilidade; corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.
- Resíduo Classe II – Não Inertes: são aqueles que não se enquadram nem como Classe I – perigosos ou Classe III – inertes. Estes resíduos podem ter propriedades, tais como: combustibilidade; biodegradabilidade ou solubilidade na água.
- Resíduo Classe III – Inertes: são aqueles que quando amostrados de forma significativa, segundo a norma NBR 10007 – Amostragem de Resíduos, e submetidos ao teste de solubilização (NBR 10006 – Solubilização de Resíduos – Procedimentos) não tenham nenhum de seus constituintes

solubilizados, em concentrações superiores aos valores constantes na Listagem 8 – "Padrões para teste de solubilização" – Anexo H da NBR 10004.

A Figura 02 apresenta um fluxograma do processo produtivo com os respectivos resíduos sólidos gerados:

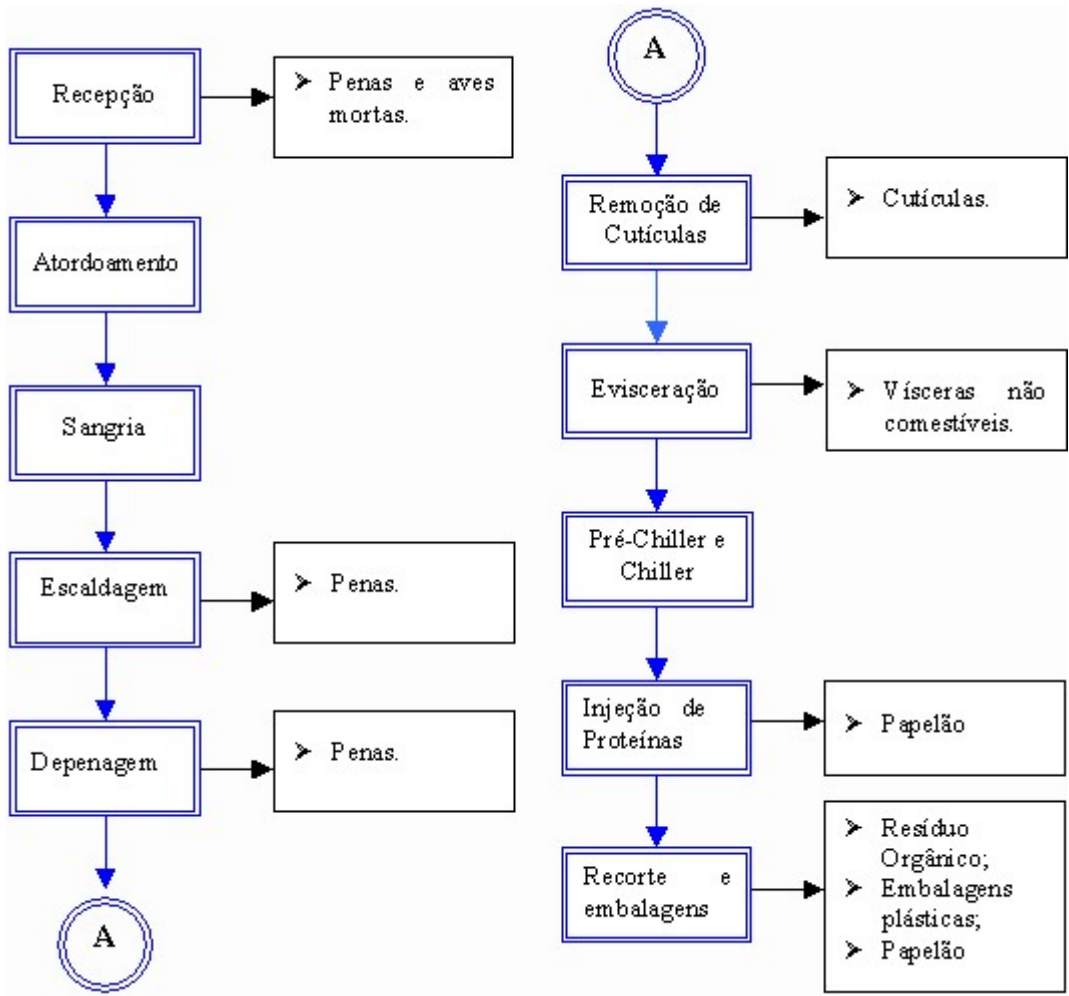


FIGURA 02: Etapas e Respectivos Pontos de Geração de Resíduos Sólidos Industriais do Processo Produtivo da AGROINDÚSTRIA S/A

A Tabela 3 mostra a estimativa da quantificação dos resíduos em 2002 da AGROINDUSTRIA S.A.

TABELA 03: Descrição dos Resíduos Sólidos Industriais da AGROINDUSTRIA S.A Contendo a Quantificação, Percentagem e Qualificação.

Resíduos Sólidos	Quantidade Tonelada/ano	%	Classificação	Estado Físico
Bombonas de plástico não contaminadas	0,02	0,02	Classe II	Sólido
Resíduos orgânicos do processo (aves mortas, penas, vísceras não comestíveis, cutículas e rejeito animal)	195,57	88,60	Classe II	Sólido
Resíduos de embalagens plásticas	8,0	3,70	Classe II	Sólido
Resíduos de papelão	4,0	1,85	Classe II	Sólido
Cinzas da caldeira	5,0	2,10	Classe II	Sólido
Resíduos da caixa de gordura da ETEI	7,8	3,53	Classe II	Sólido
Resíduos gerados no setor administrativo e manutenção de jardins	0,4	0,2	Classe II	Sólido
Total	220,79	100	-	-

Na AGROINDÚSTRIA S.A, tem-se uma geração de 220,79 toneladas de resíduos por ano, para uma produção de 6.968 toneladas de frango. Desses resíduos, observa-se que 100% são Classe II e estão no estado sólido.

O processo produtivo é responsável pela geração de 96,27 % dos resíduos, o que representa 212,59 toneladas/ano. Destes resíduos, predomina com 92 % os resíduos orgânicos do processo constituído por aves mortas, penas, vísceras não comestíveis, cutículas e rejeito animal, os quais podem ser recuperados economicamente, através da fabricação de ração, produção de adubo orgânico, por exemplo. Os demais resíduos que constituem a geração do processo produtivo são: Resíduos plásticos (3,76 %); Cinzas da caldeira (2,35 %); Papelão (1,88 %) e bombonas plásticas (0,01 %).

Os demais resíduos gerados fora do processo são: resíduos oriundos do setor administrativo e manutenção de jardins e originários da Estação de Tratamento de Efluentes Industriais – ETEI, o que equivale a 0,4 e 7,8 toneladas/ano, respectivamente.

Gerenciamento dos Resíduos Sólidos Gerados na AGROINDÚSTRIA S/A

Na AGROINDÚSTRIA S.A, não foi observado a presença de um profissional responsável pela área ambiental, sendo que as pessoas envolvidas eram desqualificadas e algumas não disponibilizavam de Equipamentos de Proteção Individual - EPI. A Tabela 04 apresenta informações sobre o armazenamento e destino final dos resíduos da AGROINDÚSTRIA S/A.

TABELA 04: Aspectos Técnicos Gerenciais dos Resíduos Sólidos da AGROINDÚSTRIA S/A.

Resíduo Sólido Industrial	Armazenamento	Destino Final
Bombonas de plástico não contaminadas	A granel em piso impermeável com área coberta	Reutilização Interna
Resíduos orgânicos do processo (aves mortas, penas, vísceras não comestíveis, cutículas e rejeito animal)	Bombonas plásticas em piso impermeável com área descoberta	Reciclagem em graxaria fora da indústria
Resíduos de embalagens plásticas	A granel em piso impermeável com área coberta	Comercialização para reciclagem
Resíduos de papelão	A granel em piso impermeável com área coberta	Comercialização para reciclagem
Cinzas da caldeira	Bombonas plásticas em piso impermeável com área coberta	Incorporação em solo agrícola
Resíduos da caixa de gordura da ETE	Bombonas plásticas em piso impermeável com área descoberta	Reciclagem em graxaria fora da indústria
Resíduos gerados no setor administrativo e manutenção de jardins	Sacos plásticos em piso impermeável com área descoberta	Lixão municipal de Natal

Os impactos ambientais dos Resíduos sólidos gerados no processo industrial estão ligados as etapas de depenagem, remoção de cutículas, evisceração e embalagem.

Os resíduos gerados na depenagem, remoção de cutículas e evisceração são lançados junto com os efluentes, potencializando o impacto ambiental e contribuindo para a elevação da carga poluidora do efluente industrial. A Figura 03 apresenta o ponto de lançamento das cutículas na canaleta.

O tratamento primário da ETEI, através de peneiras rotativas, constitui um sistema recuperador de penas. Em seguida, elas são acondicionadas e destinadas para recuperação econômica numa graxaria fora da indústria. Outros resíduos orgânicos também são separados e destinados a uma graxaria fora da empresa, assim como os resíduos oriundos da caixa de gordura. Esses resíduos ficam acondicionados em bombonas plásticas e armazenados numa área da ETEI em piso impermeável e a céu aberto, conforme nota-se na Figura 04 até o destino final (graxaria).

FIGURA 03: A seta vermelha indica um engradado receptos das cutículas, as quais são lançadas na canaleta de efluentes (parte central) quando cheias.



FIGURA 04: Armazenamento dos resíduos sólidos orgânicos separados na peneira rotativa da ETEI da AGROINDÚSTRIA S/A.



Os resíduos gerados no processo de embalagem são oriundos de falhas operacionais dos equipamentos que no corte permite a sobra da embalagem. Esses resíduos junto com os resíduos de papelão são destinados a comercialização para posterior reciclagem, perfazendo 12 toneladas por/ano. Eles são armazenados a granel em área coberta com piso impermeável.

Os resíduos gerados no setor administrativo e manutenção do jardim têm como destino final o lixão de Natal-RN, representando 0,4 toneladas/ano.

As cinzas da caldeira são recuperadas economicamente através do uso agrícola nas granjas da AGROINDÚSTRIA S.A, assim como as bombonas são reutilizadas na própria indústria.

CONCLUSÕES

O presente trabalho apresentou um estudo sobre a caracterização dos resíduos sólidos industriais do processo de abate de aves.

Os resultados mostraram que 96,27 % dos resíduos são oriundos no processo produtivo, os quais representam 212,59 toneladas/ano. Os demais são compostos por resíduos oriundos do setor administrativo e manutenção de jardins (0,2 %) e 3,53 % originários da ETEI, o que equivale a 0,4 e 7,8 toneladas/ano, respectivamente. Esses resíduos são classificados como Classe II e estão no estado sólido.

Em relação à disposição final, 0,2 % dos resíduos gerados são lançados no lixão de Natal, equivalente a 0,4 toneladas/ano, sendo constituídos por resíduos gerados no setor administrativo e manutenção do jardim. 94,23 % dos resíduos são recuperados economicamente, sendo os resíduos orgânicos do processo, cinzas da caldeira e oriundos da caixa de gordura. Os resíduos plásticos e de papelão, 5,55 %, são destinados a comercialização para reciclagem e 0,02 % (bombonas plásticas) são reaproveitadas na empresa como acondicionadores de resíduos.

Assim, de acordo com os resultados, conclui-se que a AGROINDÚSTRIA S/A apresenta impactos ambientais significativos devido a prática inadequada de técnicas de gerenciamento de resíduos, principalmente nos aspectos de lançamento de resíduos orgânicos na canaleta de efluentes, o que contribui para o aumento da carga orgânica do efluente bruto. Falhas operacionais de equipamentos empacotadores levam a geração de 3,7 toneladas por ano de plásticos.

Com base no que foi dito anteriormente, recomenda-se a adoção de algumas medidas como: segregação na fonte geradora dos resíduos sólidos dos efluentes industriais; todos os resíduos sólidos deverão ser acondicionados em recipiente apropriado e armazenados em local coberto e em piso impermeável até o destino final contratação de um profissional na área de meio ambiente e adoção de programas que busquem evitar a geração de poluição.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10.004 – Resíduos Sólidos – Classificação. ABNT. São Paulo-SP, 1987.
2. BASSOI, L. J. Tratamento de Águas Residuárias de Curtumes e Abatedouros Bovinos, Suínos e Avícolas. CETESB. São Paulo-SP, 1999.
3. CAMPOS, J. R. Efluentes Líquidos de Abatedouros de Aves: Origem, Caracterização e Tratamento. USP. São Paulo-SP, 1991.
4. CNTL – Centro Nacional de Tecnologias Limpas - Curso de Formação de Consultores em Produção Mais Limpa para Pequena e Microempresa – Módulo 2 – Gerenciamento de Resíduo Sólidos. CNTL. Porto Alegre-RS, 1993.
5. NETA, Z. F. L. Curso: Resíduos Sólidos Industriais. SENAI/SETIND. Lauro de Freitas-BA, 1992.
6. ROCCA, A. C. C. Resíduos Sólidos Industriais. CETESB. São Paulo-SP, 1993.