



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PROPOSTAS PARA O GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS AGROSILVOPASTORIS DOS LABORATÓRIOS DE ANIMAIS DO CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, SOCIAIS E AGRÁRIAS (CCHSA), CAMPUS III DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA.

FABIANO QUEIROGA DA SILVA

João Pessoa-PB  
Junho de 2017

FABIANO QUEIROGA DA SILVA

PROPOSTAS PARA O GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS AGROSILVOPASTORIS DOS LABORATÓRIOS DE ANIMAIS DO CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, SOCIAIS E AGRÁRIAS (CCHSA), CAMPUS III DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA.

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como pré-requisito para a  
obtenção do título de Bacharel em  
Engenharia Ambiental pela Universidade  
Federal da Paraíba

Orientador: Professor Leonardo Vieira  
Soares

João Pessoa

2016

S38p1 Silva, Fabiano Queiroga da

Propostas para o gerenciamento dos resíduos agrosilvopastoris dos laboratórios de animais do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias (CCHSA), CAMPUS III da Universidade Federal da Paraíba.

49 f. il.:

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Vieira Soares

Monografia (Curso de Graduação em Bacharel Engenharia Ambiental)  
Campus I - UFPB / Universidade Federal da Paraíba.

1. Gerenciamento de resíduos 2.Resíduos agrossilvopastoris . I. Título.

BS/CT/UFPB

CDU: 2.ed. 628.4:378 (043)

## FOLHA DE APROVAÇÃO

FABIANO QUEIROGA DA SILVA

### **PROPOSTAS PARA O GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS AGROSILVOPASTORIS DOS LABORATÓRIOS DE ANIMAIS DO CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, SOCIAIS E AGRÁRIAS (CCHSA), CAMPUS III DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado em 05/06/2017 perante a seguinte Comissão Julgadora:

LEONARDO VIEIRA SOARES

APROVADO

Nome do professor orientador  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do Centro de  
Tecnologia/UFPB

EUSÂNGERA MARIA R. ROCHA

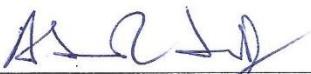
APROVADO

Nome do professor membro 1  
Universidade Federal da Paraíba

Elaudia Coutinho Nóbrega

APROVADO

Nome do professor membro 2  
Universidade Federal da Paraíba



Prof. Adriano Rohm da Paz  
Coordenador do Curso de Graduação em Engenharia Ambiental

## RESUMO

Os resíduos agrossilvopastoris vem se constituindo em um dos maiores problemas ambientais das últimas décadas, além disso, seu gerenciamento é uma demanda da Política Nacional de Resíduos Sólidos que determina que os responsáveis por atividades agrossilvopastoris estão sujeitos a elaboração de planos para o gerenciamento de resíduos sólidos, portanto o objetivo do trabalho é apresentar propostas para o gerenciamento dos resíduos agrossilvopastoris dos laboratórios que trabalham com animais do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias (CCHSA) da Universidade Federal da Paraíba. Para atingir este objetivo foi realizado um diagnóstico para identificação, classificação e caracterização dos resíduos agrossilvopastoris. Em seguida, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre os mesmos para buscar informações sobre os principais impactos ambientais, além de recomendações legais e/ou técnicas para o tratamento e destino final. Por fim são apresentadas propostas para o gerenciamento adequado dos resíduos agrossilvopastoris descritos pelo diagnóstico. Espera-se que este trabalho sirva de base para elaboração de um plano de gestão de resíduos que contemple, não apenas as propostas, mas as medidas e condições necessárias para sua execução.

**Palavra-chave:** gerenciamento de resíduos; resíduos agrossilvopastoris.

# Sumário

1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1. Objetivos .....	3
1.1.1. Objetivo Geral .....	3
1.1.2. Objetivos específicos .....	3
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	4
2.1. Gerenciamento de resíduos .....	4
2.2. Resíduos agrossilvopastoris.....	4
2.3. Classificação dos resíduos .....	5
3. METODOLOGIA .....	7
3.1. Área de estudo .....	7
3.2. Diagnóstico do resíduos .....	8
3.3. Classificação e caracterização dos resíduos.....	10
3.4. Proposta para gerenciamento .....	10
4. RESULTADOS .....	11
4.1 Diagnóstico dos resíduos.....	11
4.1.1 Efluentes gerados .....	11
4.1.2. Carcaças de animais mortos .....	15
4.1.3. Resíduos orgânicos .....	17
4.1.4. Resíduos de Plástico, Borracha, Papel, Vidro, Metal etc.....	19
4.1.5. Resíduos Perigosos .....	20
4.2. Propostas para o gerenciamento dos resíduos .....	22
4.2.1. Gerenciamento dos efluentes .....	22
4.2.2. Gerenciamento das carcaças de animais mortos .....	24
4.2.3. Gerenciamento dos resíduos orgânicos .....	27
4.2.4. Gerenciamento dos resíduos de Plástico, Borracha, Papel, Vidro, Metal etc .....	30
4.2.5. Gerenciamento dos resíduos perigosos.....	30
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	32
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	33
APENDICE A - Exemplo de diagnóstico realizado no Laboratório de Caprinocultura .....	37

## **1. INTRODUÇÃO**

Os resíduos sólidos urbanos (domésticos, industriais ou de serviços) e rurais (de criações e culturas) vêm-se constituindo num dos grandes problemas ambientais das últimas décadas no Brasil, fazendo com que haja a necessidade de participação mais efetiva da sociedade no debate sobre seu destino, como uma forma de estabelecer um conjunto de problemas, objetivos e soluções (SPADOTTO & RIBEIRO, 2006).

Embora os resíduos de origem urbana sejam o foco principal da maioria dos planos de gerenciamento elaborados por instituições e municípios, é importante destacar que o artigo 20, inciso V da Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS – determina que os responsáveis por atividades agrossivopastoris estão sujeitos a elaboração de planos para gerenciamento de resíduos sólidos, quando exigido por órgão competente do Sistema Nacional de Meio Ambiente, Sistema Nacional de Vigilância Sanitária ou do Sistema Unificado de Atenção a Saúde Agropecuária. Neste contexto estão incluídos os resíduos produzidos pelas atividades pecuárias, ou seja, àqueles produzidos em sistemas de criação de animais que incluem resíduos orgânicos, inorgânicos, biológicos, perigosos e líquidos.

O gerenciamento de resíduos deve envolver todos os níveis do setor produtivo, inclusive o setor agropecuário que, no Brasil, é responsável pela geração de cerca de 2 bilhões de toneladas de resíduos sólidos orgânicos e 725,7 milhões de m<sup>3</sup> de efluentes, estimados com base na produção de 2009. Deste total a maior quantidade dos resíduos é gerada pela bovinocultura (81% do total), principalmente pelos dejetos das criações extensivas (61% do total). Já os dejetos das criações confinadas de bovinos (leite), aves suínos respondem juntas por 18% do total dos resíduos quantificados (IPEA, 2012).

Os resíduos agrossilvopastoris são tratados pelo Plano Nacional de Resíduos Sólidos, 2012, que alerta para o crescimento do setor agrossilvopastoril nos últimos anos e, consequentemente, aumento da geração de resíduos, tornando importante seu manejo, tratamento e disposição adequados, já que estas atividades dependem prioritariamente de recursos naturais para existirem. Além disso, estabelece algumas estratégias para estimular o gerenciamento adequado destes resíduos, como incentivos financeiros e fiscais e apoio a projetos para aproveitamento destes resíduos.

O levantamento de propostas para o gerenciamento dos resíduos agrossilvopastoris, torna-se uma ferramenta importante para que pessoas físicas e jurídicas responsáveis pela

geração deste tipo de resíduo, possam tomar medidas adequadas para seu tratamento e destino final. Além disso, podem servir de base para elaboração de um plano de gestão de resíduos agrossilvopastoris.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. Objetivo Geral**

Propor alternativas para o gerenciamento dos resíduos agrosilvopastoris dos laboratórios de animais do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias (CCHSA), Campus III da Universidade Federal da Paraíba.

### **1.1.2. Objetivos específicos**

- Realizar diagnóstico dos resíduos gerados pelos laboratórios de animais;
- Realizar uma revisão da literatura para identificar impactos e recomendações relativas aos resíduos agrossilvopastoris;
- Propor alternativas para a destinação final dos resíduos agrossilvopastoris.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1. Gerenciamento de resíduos**

Segundo a PNRS, o gerenciamento de resíduos é um conjunto de ações exercidas direta ou indiretamente nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos de acordo com um plano de gerenciamento de resíduos.

Uma das diretrizes fundamentais estabelecidos pela Lei nº 12.305/2010 é a ordem de prioridade para o gerenciamento dos resíduos, que deixa de ser voluntária e passa a ser obrigatória: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Para isso, define alguns instrumentos, tais como (MMA, 2012):

- Coleta seletiva: separação prévia dos resíduos nos locais onde são gerados, conforme sua constituição ou composição;
- Logística reversa: coleta e devolução dos resíduos ao setor empresarial;
- Implantação de infraestrutura física e aquisição de equipamentos para cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda;
- Desenvolvimento de pesquisas voltadas para tecnologias limpas aplicáveis aos resíduos sólidos.

### **2.2. Resíduos agrossilvopastoris**

De modo geral as atividades agrossilvopastoris são aquelas relativas à agricultura, à pecuária, à silvicultura e demais formas de exploração e manejo da fauna e da flora, destinadas ao uso econômico, à preservação e à conservação dos recursos naturais renováveis (MMA, 2014). Assim qualquer resíduo gerado pelas atividades agropecuárias e silviculturas, incluídos os relacionados a insumos utilizados nestas atividades são denominados de resíduos agrossilvopastoris (PNRS, 2010). Estas atividades geram tanto resíduos sólidos, quanto líquidos, definidos da seguinte forma:

*Resíduos sólidos: resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição 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 lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (BRASIL, Lei 12.305, 2010).*

*Resíduos líquidos: também denominado de efluente que é o termo usado para caracterizar os despejos líquidos provenientes de diversas atividades ou processos (CONAMA nº 430, 2011).*

### 2.3. Classificação dos resíduos

Segundo a NBR 10004/2004, a classificação dos resíduos envolve a identificação criteriosa dos seus constituintes, do processo ou atividade que lhe deu origem, além de características e comparação destes constituintes com substâncias, cujo impacto a saúde e ao meio ambiente é conhecido. Para efeito da norma os resíduos são classificados em perigosos (Classe I) e não perigosos (Classe II) que por sua vez são divididos em Classe IIA e IIB (Quadro 1).

**Quadro 1:** Classificação dos resíduos, segundo NBR 10004/04

Resíduos	Classificação	Propriedades
Perigosos	Classe I	Apresentam periculosidade em função de suas características físicas, químicas ou infectocontagiosas, podendo apresentar risco a saúde pública ou ao meio ambiente com características de inflamabilidade, corrosividade, toxicidade e patogenicidade.
Não perigosos	Classe IIA: não inertes	Biodegradabilidade
	Combustibilidade	
	Solubilidade em água	
	Classe IIB: inertes	Resíduos que quando submetidos ao contato dinâmico e estático com a água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, excetuando-se aspectos de cor, turbidez, dureza e sabor

**Fonte:** NBR 10004/2004

Já o Artigo 13 da Lei nº 12.305/2010, classifica os resíduos quanto a sua origem e periculosidade (Quadro 2).

**Quadro 2:** Classificação dos resíduos, segundo a Lei nº 12.305/2010.

Classificação	Descrição
Origem	Atividades domésticas em residências urbanas
	Varrição, limpeza de logradouros e vias públicas urbanas
	Sólidos urbanos
	Estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços
	Serviços públicos de saneamento básico
	Processos produtivos e instalações industriais
	Serviços de saúde
	Construções, reformas, reparos e demolições de obras
	Atividades agropecuárias e silviculturais
	Portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;
Periculosidade	Atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios
	Resíduos perigosos: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica;
	Resíduos não perigosos: aqueles não enquadrados como perigosos

**Fonte:** Brasil, Lei nº 12.305/2010.

Dentre os resíduos agrossilvopastoris gerados pelas atividades pecuárias, estão aqueles relacionados aos insumos veterinários, como embalagens de vacinas, antibióticos e produtos para combate de ectoparasitores (IPEA, 2012), além de agulhas de seringas, lâminas de bisturi e outros resíduos perfurocortatens. Sendo, estes resíduos, classificados pela Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA – nº 358/2005 que dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde, incluindo todos aqueles resultantes de atividades relacionadas ao atendimento à saúde humana e animal, inclusive dos serviços de assistência realizada no campo. Conforme Anexo I da referida resolução os resíduos podem ser classificados nos seguinte grupos:

- Grupo A: Resíduos com a possível presença de agentes biológicos que, por suas características de maior virulência ou concentração, podem apresentar risco de infecção;
- Grupo B: Resíduos contendo substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade;
- Grupo C: Quaisquer materiais resultantes de atividades humanas que contenham substância radiativas;
- Grupo D: Resíduos que não apresentem risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares;
- Grupo E: Materiais perfurocortantes ou escarificantes, tais como: lâminas, agulhas, ampolas de vidro, lâminas de bisturi *etc.*

Neste contexto é importante destacar alguns resíduos de serviços de saúde que são de interesse para uma proposta de gerenciamento de resíduos agrossilvopastoris em atividades pecuárias, bem como sua classificação (Quadro 3).

**Quadro 3:** Classificação de alguns resíduos de serviços de saúde

<b>Resíduo</b>	<b>Classe</b>
Vacinas vencidas ou inutilizadas ou qualquer resíduos contaminado por estes materiais	Grupo A1
Agulhas, pipetas, ampolas, lâminas de bisturi e vidros.	Grupo E
Carcaças, peças anatômicas, vísceras e outros resíduos provenientes de animais submetidos a processos de experimentação com inoculação de microorganismos, bem como suas forrações, e os cadáveres de animais suspeitos de serem portadores de microrganismos de relevância epidemiológica e com risco de disseminação, que foram submetidos ou não a estudo anatomo-patológico ou confirmação diagnóstica.	Grupo A2
Carcaças, peças anatômicas, vísceras e outros resíduos provenientes de animais não submetidos a processos de experimentação com inoculação de microorganismos, bem como suas forrações	Grupo A4
Medicamentos vencidos, contaminado, interditados ou não utilizados	Classe B
Produtos hormonais e produtos antimicrobianos	Grupo B

**Fonte:** Resolução CONAMA 358/2005

### 3. METODOLOGIA

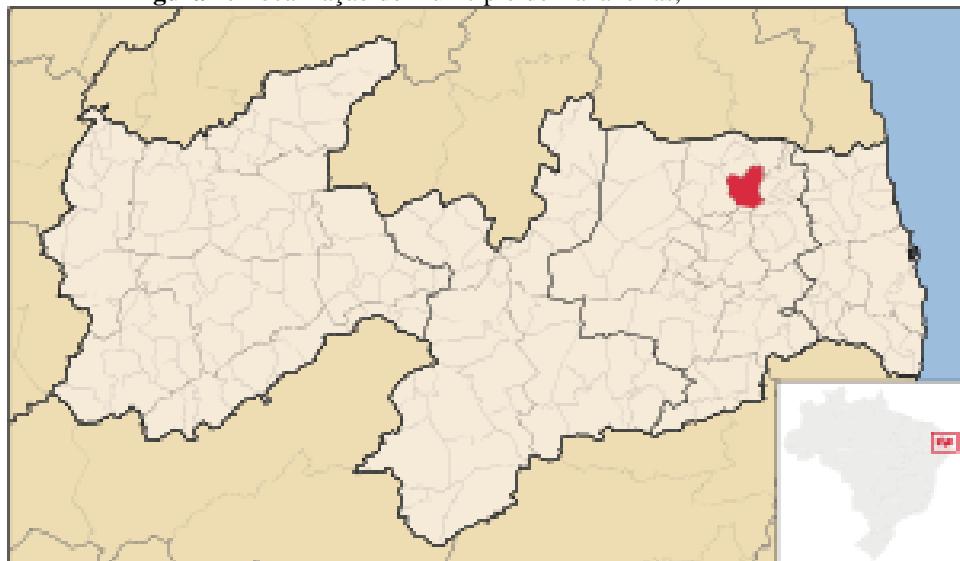
Com o intuito de dar fundamento para as propostas de gerenciamento de resíduos agrossilpastoris o trabalho é realizado em três etapas principais:

- Diagnóstico e classificação dos resíduos;
- Levantamento de impactos e recomendações para sua destinação final;
- Proposição de alternativas para gestão adequada dos resíduos.

#### 3.1. Área de estudo

O Campus III da Universidade Federal da Paraíba – UFPB – está localizado no município de Bananeiras, PB, (Figura 1) e abriga o Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias – CCHSA – que possui cursos voltados para as áreas de agricultura, pecuária, agroindústria, gestão e educação.

**Figura 1:** Localização do município de Bananeiras, PB



**Fonte:** <https://pt.wikipedia.org/wiki/Bananeiras>

Para dar suporte aos cursos que abordam as atividades pecuárias existem oito Laboratórios de Animais, os quais são objeto deste Plano de Gestão de resíduos (Quadro 4).

**Quadro 4:** Laboratórios que são objeto do plano de gestão

Nº	Laboratórios de Animais	Animais estudados
1	Laboratório Apícola	Abelhas
2	Laboratório de Aquicultura	Peixes e camarões
3	Laboratório de Avicultura	Aves
4	Laboratório de Bovinocultura	Bovinos
5	Laboratório de Caprinocultura	Caprinos e ovinos
6	Laboratório de Cunicultura	Coelhos
7	Laboratório de Suinocultura	Suínos
8	Laboratório de Ranicultura e Produtos da Aquicultura	Rãs

**Fonte:** <http://www.cchsa.ufpb.br/cchsa/contents/paginas/institucional/infraestrutura/laboratorios>

Cada um destes laboratórios abriga um sistema de criação de animais com as seguintes características:

- Laboratório apícola: se dedica a produção de mel e possui cerca de dez colmeias ativas, além de estrutura para produção de cera alveolada, extração e beneficiamento do mel;
- Laboratório de Aquicultura: se dedica a produção e reprodução de peixes e camarões, possuindo 31 tanques escavados cujas áreas variam entre 500 e 4.000 m<sup>2</sup> cada.
- Laboratório de Avicultura: se dedica a produção de ovos, possuindo um galpão com sistema intensivo de criação (aves confinadas em gaiolas suspensas) e um segundo galpão com sistema semi-intensivo (aves tem acesso a piquetes para pastarem);
- Laboratório de Bovinocultura: os animais são criados no sistema extensivo (soltos no pasto), porém cerca de oito vacas leiteiras permanecem em sistema semi-intensivo (presas durante alguns momentos do dia para ordenha e arraçoamento, além disso, possui uma sala de ordenha mecanizada);
- Laboratório de Caprinocultura: se dedica a produção de caprinos e ovinos, criados em sistema intensivo (presos em apriscos) e extensivo, respectivamente. Possui ainda uma sala de ordenha mecanizada;
- Laboratório de Cunicultura: possui um galpão, onde os animais são criados em gaiolas suspensas;
- Laboratório de suinocultura: se dedica a reprodução de suínos, contanto com três galpões, onde os animais são confinados em baías;
- Laboratório de Ranicultura e Produtos da Aquicultura: se dedica a produção e reprodução de rãs. Os girinos são criados em quatro tanques que juntos possuem capacidade para 30 m<sup>3</sup> de água, já as rãs são criadas em galpões, onde os animais são confinados em baías.

### 3.2. Diagnóstico do resíduos

Um dos requisitos fundamentais para o gerenciamento dos resíduos é a sua identificação, quantificação e caracterização. Informações estas que podem ser obtidas através da aplicação de um diagnóstico na área de abrangência do plano que busque informações relativas a geração dos resíduos. Para isso, pode-se aplicar em cada Laboratório um formulário para se obter as informações necessárias (Figura 2). Um exemplo da aplicação deste diagnóstico, consta no **Apêndice A**, onde pode-se observar que os processos estão relacionados com alguma etapa de produção que ocorre em uma determinada estrutura, gerando resíduos que

podem ser descritos quanto a constituição, origem, quantidade e frequência estimadas. Com relação aplicação do diagnóstico, é importante que o mesmo seja realizado através de entrevista, durante visita ao local analisado, observando as estruturas e compreendendo todos os processos relativos ao sistema de criação.

**Figura 2:** Modelo de formulário para diagnóstico dos resíduos

Diagnóstico dos resíduos gerados nos Laboratórios de Animais						
Processo	Descrição da estrutura	Resíduos gerados	Descrição	Origem	Quantidade estimada	Frequencia estimada

Apesar da importância de se estimar uma quantidade e frequência de geração dos resíduos, muitas vezes estas informações não são exatas, pois os processos que dão origem aos mesmos sofrem alterações bruscas durante o ano e, muitas vezes, imprevisíveis. Este é o caso da piscicultura, cuja produtividade depende da disponibilidade de água que se torna escassa pela ocorrência de secas severas na região onde esta atividade é desenvolvida. Além disso, a data de coleta das informações apresenta apenas uma situação momentânea que não pode ser tomada como referência para outros períodos.

Dentre os resíduos gerados em laboratórios de animais, destacam-se os dejetos ou esterco, cuja quantificação pode ser obtida por método teórico que estima sua produção por unidade animal, durante certo período de tempo (tempo de permanência). Esta técnica utiliza como base, os dados apresentados por ASAE, 2003 (Tabela 1) que associa a quantidade de dejetos gerados diariamente com o peso do animal vivo. Além disso, deve-se considerar o ganho de peso do animal durante o tempo de permanência que é geralmente descrito por modelos matemáticos não lineares, no entanto, com o intuito de facilitar os cálculos considera-se um modelo linear de ganho de peso, permitindo o cálculo de uma taxa de crescimento linear, descrita pela Equação 1 (IPEA, 2012). Com base nisso, pode-se calcular a produção de dejetos por unidade animal (Equação 2).

$$TC \text{ (kg/dia)} = \frac{\text{peso final} - \text{peso inicial}}{\text{tempo de permanência}} \quad \text{Equação 1}$$

$$GD/U.A. = \sum_{i=1}^n [\text{peso inicial} + (n * TC)] * GD/\text{kg.peso vivo} \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

TC: Taxa de crescimento;

GD / U.A.: geração de dejetos por unidade animal;

n: número de dias para se calcula a geração de dejetos;

GD / Kg.peso vivo: geração de dejetos por kg de peso vivo (Tabela 1)

O cálculo da geração de dejetos total de um determinado rebanho é dado pela Equação 3 (IPEA, 2012).

$$Geração\ de\ dejetos\ total\ (kg/rebanho) = (GD/U.A.) * rebanho \quad Equação\ 3$$

**Tabela 1:** Geração diária de dejetos por kg de peso vivo

<b>Unidade</b>	<b>Tipos de criação</b>						
	Gado leiteiro	Gado de corte	Suínos	Ovinos	Caprino	Poedeiras	Frango de corte
<b>Kg / dia</b>	0,086	0,058	0,084	0,04	0,041	0,064	0,085

**Fonte:** Adaptado de ASAE, 2003.

### 3.3. Classificação e caracterização dos resíduos

Os resíduos agrossilvopastoris podem ser líquidos, biológicos (carcaças de animais), orgânicos, inorgânicos e até mesmo perigosos. Portanto, com o intuito de facilitar a análise dos principais impactos e recomendações relativas a cada tipo de resíduo, os mesmos são classificados em:

- ✓ Efluentes líquidos;
- ✓ Carcaças de animais mortos;
- ✓ Resíduos orgânicos;
- ✓ Resíduos de Plástico, Borracha, Papel, Vidro, Metal *etc*;
- ✓ Resíduos perigosos.

Portanto os resíduos agrossilvopastoris dos laboratórios que trabalham com animais do CCHSA – UFPB – são agrupados conforme as classificações citadas acima.

### 3.4. Proposta para gerenciamento

Com base nas recomendações legais e técnicas para destinação adequada dos resíduos agrossilpastoris, propõe-se as alternativas mais viáveis do ponto de vista econômico e ambiental para o gerenciamento adequado dos resíduos gerados pelos Laboratórios de Animais.

## **4. RESULTADOS**

### **4.1 Diagnóstico dos resíduos**

#### **4.1.1 Efluentes gerados**

Os Laboratórios de Ranicultura e Aquicultura são os maiores geradores de efluentes, pois ambas as atividades são desenvolvidas em ambientes aquáticos e, com certa frequência, necessitam renovar a água onde são criados os animais, gerando resíduos que são uma mistura de água, ração, fezes, urina e até mesmo carcaças em decomposição.

As salas de ordenha dos Laboratórios de Bovinocultura e Caprinocultura geram efluentes durante sua limpeza que é realizada com água, produtos de limpeza e de desinfecção. Geralmente estes efluentes são uma mistura de água, detergentes, cloro, fezes, urina e leite.

No Laboratório de Suinocultura e Cunicultura os dejetos são misturados com água durante o processo de limpeza das baias, gerando um efluente líquido que é canalizado até uma área de capim. Este mesmo processo ocorre em algumas baias do Laboratório de Caprinocultura. Já no Laboratório de Apicultura são gerados cerca de 100 litros de efluente por semana, oriundo do resfriamento de uma caldeira para produção de cera alveolada, sendo lançado em uma fossa séptica. No Laboratório de Avicultura os efluentes são gerados apenas durante a limpeza das calhas que ocorre apenas uma vez a cada seis meses, sendo destinado para uma fossa.

A maior parte dos efluentes produzidos pelos laboratórios de animais tem sido lançadas diretamente no solo com o intuito de irrigar pastagens para os animais. A única exceção são os efluentes do Laboratório de Aquicultura que são tratados em uma lagoa estabilização para posterior reuso no sistema. Os dados referentes aos efluentes gerados, obtidos do diagnóstico realizado no mês de abril do ano de 2017, são apresentados no Quadro 5.

**Quadro 5:** Quantidade, origem e destino de dejetos líquidos.

<b>Laboratório</b>	<b>Quantidade estimada</b>	<b>Origem</b>	<b>Destino</b>
Ranicultura	≈4.000 litros/dia	Troca da água das baias com rãs	Lançamento no solo
	≈30.000 litros/semana	Troca da água dos tanques de girinos	Lançamento no solo
Aquicultura	Sem estimativa	Troca da água dos tanques de recria	Lagoa de estabilização
Bovinocultura	≈1.600 litros/dia	Limpeza da sala de ordenha	Lançamento no solo
Caprinocultura	≈1.000 litros/dia	Limpeza da sala de ordenha	Fossa séptica
	Sem estimativa	Limpeza de aprisco de produção	Lançamento no solo
Suinocultura	≈1000 litros/dia	Limpeza de baias	Lançamento no solo
Cunicultura	Sem estimativa	Limpeza de calhas	Lançamento no solo
Apicultura	100 litros/semana	Resfriamento de caldeira	Fossa séptica
Avicultura	Sem estimativa	Limpeza das calhas	Fossa séptica

Quanto ao destino e tratamento adequados para os efluentes, a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA – nº 430/2011 que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes em corpos de água receptores exclui em seu Artigo 2º exigências para parâmetros e padrões de lançamento de efluentes diretamente no solo, no entanto, acrescenta que estes efluentes não podem causar poluição ou contaminação das águas superficiais e subsuperficiais. Já com relação ao lançamento de efluentes em corpos hídricos, são estabelecidos padrões de lançamento.

Os efluentes gerados nos laboratórios que trabalham com animais apresentam diferentes constituições e, consequentemente, diferentes impactos. Portanto, são analisados separadamente:

- ✓ Efluentes da ranicultura

Um estudo realizado por Borges *et al*, 2012, mostra a variação de algumas características físico-químicas da água utilizada para recria de rãs touro e do seu respectivo efluente em baias de crescimento com 12 m<sup>2</sup> e tanque com 330 litros de água, contendo 360 rãs touro (30 rãs/m<sup>2</sup>). Os dados são apresentados na Tabela 2 que mostra a média dos parâmetros de uma série de 5 amostras realizadas a cada 15 dias, durante um período de 76 dias, onde se destaca a elevação significativa da DBO<sub>5</sub> com consequente redução do oxigênio dissolvido da água, resultado da presença de matéria orgânica em decomposição. Outro parâmetro de destaque é a elevação da concentração da bactéria *Escherichia Coli* no efluente que pode ser explicada pela contaminação prévia das rãs e, posterior, proliferação em função de contribuições externas com matéria orgânica e nutrientes, criando um ambiente favorável ao crescimento bacteriológico. É importante destacar que tanto o sistema de criação do Laboratório de Ranicultura, quando a densidade de animais do estudo realizado por Borges *et al*, 2012, são semelhantes, portanto, espera-se que os efluentes gerados apresentem características similares aos apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2:** Variação dos parâmetros da água utilizada para criação de rãs

<b>Parâmetro</b>	<b>Análise</b>	<b>Média</b>	<b>Variação</b>	<b>Unidade</b>
<b>PH</b>	Água	8,01	-0,8	-
	Efluente	7,24		
<b>OD</b>	Água	4,89	-3,7	mg/L
	Efluente	1,23		
<b>Condutividade elétrica</b>	Água	201,64	+47,3	µS/cm
	Efluente	248,92		
<b>Turbidez</b>	Água	0,42	+65,7	NTU
	Efluente	66,14		
<b><i>Escherichia coli</i></b>	Água	1,19	+10,8	MPN 100ML <sup>-1</sup>
	Efluente	11,95		
<b>Fósforo</b>	Água	0,07	+6,0	mg/L
	Efluente	6,09		
<b>Amônia</b>	Água	0,04	+6,9	mg/L
	Efluente	6,94		
<b>Nitrato</b>	Água	0,14	+2,2	mg/L
	Efluente	2,37		
<b>DBO</b>	Água	0,94	+73,1	mg/L
	Efluente	74,08		
<b>DQO</b>	Água	10	+368,4	mg/L
	Efluente	378,36		

**Fonte:** Adaptado de Borges *et al.*, 2012

Com base nos dados apresentados é possível concluir que o manejo realizado na fase de engorda de rã-touro deteriora a qualidade da água utilizada, aumentando as concentrações de nutrientes dissolvidos e o número de coliformes termotolerantes. Além disso, as concentrações de amônia e fósforo, provenientes de restos de ração, peles e excretas, podem acelerar o processo de eutrofização do corpo d'água receptor, sendo necessário estudos sobre tratamentos desse tipo de efluente (BORGES *et al.*, 2012).

#### ✓ Efluentes da piscicultura

Os efluentes da piscicultura apresentam material orgânico e inorgânico, devido a adição de fezes, excreção, ração não consumida, descamação, muco, vitaminas e agentes terapêuticos na água (SIPAÚBA-TAVARES *et al.*, 1999). Apesar de conter baixas concentrações de Nitrogênio e Fósforo, quando comparadas com efluentes de origem doméstica, seu lançamento direto e contínuo nos ambientes aquáticos pode resultar em uma bioacumulação crônica e, posteriormente, provocar eutrofização (NELI, 2007).

✓ Efluentes da pecuária leiteira

A produção de leite é responsável pela geração de grande volume de águas residuais que apresentam potencial para a poluição, de forma que a simples disposição destes efluentes no solo sem tratamento adequado - prática muito utilizada quando se tem disponibilidade de área - pode causar grande impacto por sobrecarga de nutrientes no solo, podendo até mesmo ocasionar a eutrofização dos cursos de água (DECEZARO, 2013).

As águas de lavagem produzidas nas salas de ordenha contém dejetos de animais, leite, produtos utilizados na limpeza, restos de animais como células mortas e pelos, elevando as concentrações de contaminantes presentes nestes efluentes (HEALY *et al*, 2007). Na Tabela 3, é apresentada uma comparação físico-química entre efluentes da bovinocultura de leite e domésticos. Apesar da grande variação entre os dados é possível concluir que os efluentes gerados nas salas de ordenha possuem maior potencial poluidor que os esgotos domésticos (PELISSARI, 2013).

**Tabela 3:** Comparação físico química entre efluentes de salas de ordenha e esgoto doméstico.

Efluente	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	NTK (mg/L)	N-NH (mg/L)	P (mg/L)	SST (mg/L)	Autores
Produzido em instalações de bovinocultura	-	-	-	-	-	3585	SILVA & ROSTON (2010)
	2811	6144	-	366	89,3	6144	WOOD <i>et al</i> (2007)
	1200	-	-	52	44	26	MUNOZ <i>et al</i> (2006)
	2680	-	102	7,8	25,7	1284	NEWMAN <i>et al</i> (2000)
	2300	-	-	36	15	921	DUNNE <i>et al</i> (2005)
Doméstico	350	700	-	30	14	1000	VON SPERLING (1995)

**Fonte:** Adaptado de Pelissari, 2013.

✓ Efluentes da suinocultura, cunicultura e caprinocultura

Os efluentes suínos são considerados resíduos poluentes quando dispostos na natureza sem o necessário cuidado, pois podem causar o acúmulo de metais pesados no solo, contaminação da água subsuperficial através da lixiviação de elementos provenientes da sua decomposição e odores desagradáveis oriundos da volatização dos compostos (KOZEN, 2005). Além disso, a aplicação de águas residuais da suinocultura diretamente no solo, com o intuito de fertilizar solos cultivados, pode contaminar recursos hídricos superficiais e subsuperficiais, quando a demanda por nutrientes neste cultivos é insuficiente, causando percolação e lixiviação dos contaminantes (KAMIMURA *et al*, 2015). Por serem oriundos da limpeza de dejetos, os impactos dos efluentes da cunicultura e caprinocultura são similares aos da suinocultura.

#### 4.1.2. Carcaças de animais mortos

Em sistemas de criação de animais deve-se sempre levar em consideração o risco de mortalidade dos mesmos que é bastante variável dependendo da fase de desenvolvimento, sistemas de criação e outros fatores específicos de cada atividade.

O diagnóstico, realizado no mês de abril do ano de 2017, mostra que em praticamente todos os laboratórios que trabalham com animais, com exceção do Laboratório de Apicultura, existe a geração deste resíduo (Foto 1), cuja quantidade é variável dependendo de condições específicas e, principalmente, da quantidade de animais alojados em cada setor, no entanto é apresentada uma estimativa obtida de planilhas de controle de mortalidade ou de informações fornecidas pelos técnicos e/ou professores dos laboratórios (Quadro 6).

**Foto 1:** Carcaças de rãs recolhidas diariamente



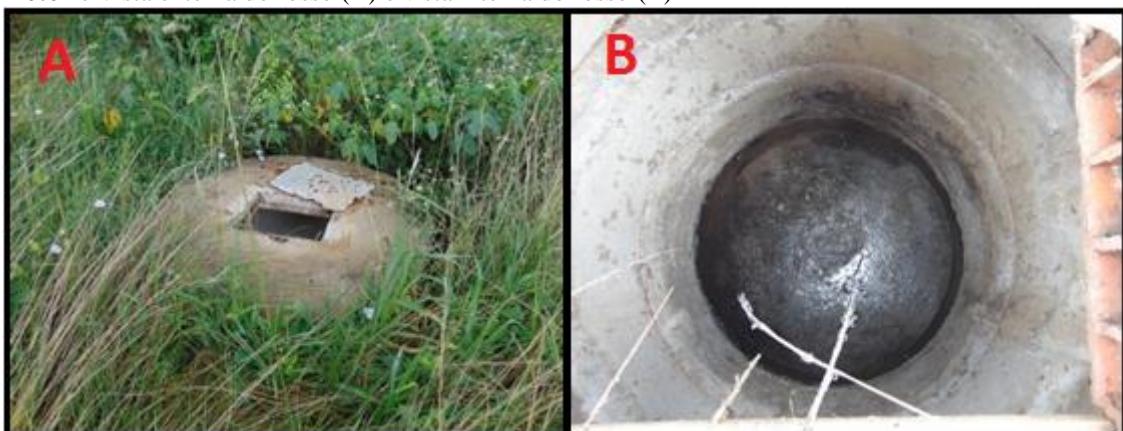
**Fonte:** Fabiano Queiroga, 2017

**Quadro 6:** Quantidade, origem e destino das carcaças

Laboratório	Quantidade estimada	Destino atual
Ranicultura	≈14 kg/mês	Fosso
Aquicultura	Sem estimativa	Enterrados
Bovinocultura	≈5 cabeças/ano	Enterrados
Caprinocultura	≈30 cabeças/ano	Enterrados
Avicultura	≈4 cabeças/semana	Fosso
Cunicultura	≈10 kg/mês	Fosso
Suinocultura	≈7 cabeças/mês	Enterrados

Um dos principais destinos para as carcaças são estruturas conhecidas como fosso (Foto 2) que consistem em um buraco escavado no solo contendo uma tampa em alvenaria ou madeira com uma abertura central que permite a introdução de carcaças, cuja decomposição em meio anaeróbico produz chorume, metano e outros gases que provocam maus odores (BADO, 2006). Estas estruturas potencializam o risco de contaminação do lençol freático, portanto devem ser evitadas. Outro destino bastante comum é o enterramento das carcaças em valas comuns.

**Foto 2:** Vista externa do fosso (A) e vista interna do fosso (B)



Fonte: Fabiano Queiroga, 2017

Dentre as ações que são necessárias para a melhoria de condições ambientais e sanitárias na produção pecuária, a correta destruição das carcaças de animais que morrem por diferentes causas na propriedade rural é uma medida de grande importância (VESCHI *et al*, 2010).

No caso destes resíduos serem considerados como oriundos de serviços de saúde são classificados nos Grupo A2 ou A4, conforme resolução CONAMA nº 358, de 29 de abril de 2005, estando sujeitas as seguintes recomendações:

- ✓ Grupo A2: devem ser submetidos a processo de tratamento para redução de carga microbiana para então serem destinados para aterros sanitários ou sepultamento em cemitérios de animais;
- ✓ Grupo A4: não podem ser reciclados, reutilizados ou reaproveitados, inclusive para alimentação animal. Além disso, é dispensada a necessidade de tratamento prévio antes da destinação final que deve ocorrer em local devidamente licenciado para esta finalidade.

Com relação aos impactos ao meio ambiente, a decomposição de cadáveres de animais realizada de maneira inadequada coloca em risco a saúde animal e favorece a intensificação da contaminação ambiental por microrganismos potencialmente patogênicos (VESCHI *et al*, 2010). Desta forma podem contaminar a superfície e as águas subterrâneas com esporos de bactérias mesófilas aeróbias e anaeróbias, representando grande risco a saúde pública, sendo agravado pela possibilidade destes contaminantes serem transportados a distâncias consideráveis, muito além da área de sepultamento de cadáveres e partes de animais, devido a atividade de vetores locais (formigas, animais silvestres, pássaros *etc*) e ao fluxo hídrico subterrâneo (FIGUEIREDO FILHO, 2011).

#### 4.1.3. Resíduos orgânicos

A maior parte dos resíduos gerados pelas atividades pecuárias são orgânicos, na maioria das vezes, recicláveis, ou seja, podem passar por um processo de transformação em um novo produto ou insumo. Segundo a NBR 10.004/04 estes resíduos podem ser classificados como da Classe IIA, pois são não inerte e não perigosos.

O principal resíduo desta classificação gerado nas atividades pecuárias é o esterco ou, simplesmente, os dejetos gerados nas criações animais. Dentre os laboratórios analisados, apenas os de bovinocultura, caprinocultura, avicultura, e ovinocultura são geradores de dejetos passíveis de serem recolhidos e reciclados, pois nos Laboratórios de Aquicultura, Ranicultura, Apicultura, Suinocultura e Cunicultura os dejetos são misturados com água, tornando-se efluentes. Por não haver nenhuma mensuração prática da quantidade produzida, torna-se necessário estimar matematicamente a quantidade de dejetos através das Equações 1, 2 e 3. Para isso, foram adotados os parâmetros da Tabela 4 para estimar a quantidade total de dejetos produzidos por cada segmento (Quadro 7).

**Tabela 4:** Parâmetros adotados para cálculo e quantidade de dejetos estimado pelo método.

Laboratório	Estrutura	Parâmetros			Quantidade estimada
		Nº de animais <sup>a</sup>	P <sub>i</sub> - P <sub>f</sub> <sup>b</sup> (kg)	TP <sup>c</sup>	
<b>Bovinocultura</b>	Cochearias de arraçoamento	10	500 – 500	61 dias/ano	26 toneladas/ano
	Aprisco de experimento	40	25 – 30	60 dias/ano	3 toneladas/ano
<b>Caprinocultura</b>	Aprisco de cabritos	60	4 – 18	120 dias/ano	3 toneladas/ano
	Baias de reprodutores	4	40 – 60	365 dias/ano	3 toneladas/ano
<b>Avicultura</b>	Gaiolas experimentais	14	45 – 45	40 dias/ano	1 tonelada/ano
	Galpão com gaiolas suspensas	400	1,5 – 1,9	365 dias/ano	16 toneladas/ano

<sup>a</sup> Número de animais em abril de 2017

<sup>b</sup> P<sub>i</sub> - P<sub>f</sub>: peso inicial e peso final considerados no cálculo

<sup>c</sup> TP: tempo de permanência

**Quadro 7:** Quantidade total e destino dos dejetos.

Laboratório	Quantidade anual estimada	Local de acumulação
Bovinocultura	≈ 26 toneladas / ano	A céu aberto (Foto 3)
Caprinocultura	≈ 3 toneladas / ano	A céu aberto (Foto 4)
	≈ 10 toneladas / ano	Sob os apriscos (Foto 5)
Avicultura intensiva	≈ 16 toneladas / ano	Sob as gaiolas (Foto 6)

**Foto 3:** Dejetos bovinos acumulados a céu aberto



**Fonte:** Autoria própria, 2017

**Foto 4:** Dejetos caprinos acumulados a céu aberto



**Fonte:** Autoria própria, 2017

**Foto 5:** Dejetos caprinos acumulados sob o aprisco



**Fonte:** Autoria própria, 2017

**Foto 6:** Dejetos de aves acumulados sob as gaiolas



**Fonte:** Autoria própria, 2017

É importante destacar que estes resíduos são uma fonte importante de matéria orgânica e nutrientes, sendo amplamente utilizados como fertilizantes. Portanto são destinados a adubação de pastagens e outros cultivos agrícolas.

No Laboratório de Ranicultura são produzidos diariamente resíduos orgânicos recicláveis como os restos de ração para peixes carnívoros, recolhidos dos comedouros das rãs e cuja quantidade varia de 1 a 2 kg por dia, além de 9 a 12 kg do substrato utilizado para o desenvolvimento de larvas de mosca que é uma mistura de trigo e ração em pó para peixe. Já no Laboratório de Apicultura são recolhidos quinzenalmente, durante o manejo do apiário, uma pequena quantidade de favos estragados. Todos estes resíduos tem sido destinados como lixo comum e encaminhados para um lixão localizado no município de Bananeiras, PB.

No Laboratório de avicultura existe a geração de cama de galinha oriunda de um galpão com cerca de 400 aves criadas em sistema semi-intensivo e cuja quantidade gerada é estimada em duas toneladas por ano, sendo destinada para adubação e processos de compostagem.

Outros resíduos orgânicos que são gerados nos laboratórios, porém em pequenas quantidades e que muitas vezes são misturados ao esterco dos animais são os restos de capim

oriundos da bovinocultura e caprinocultura, os restos de ração oriundos da cunicultura e ovos quebrados oriundos da avicultura de postura.

A destinação adequada destes resíduos é objeto da PNRS (Lei nº 12.305, 2010) que no artigo 36, inciso V, disciplina a necessidade de implantar sistema de compostagem para estes resíduos com articulação, junto aos agentes econômicos e sociais, para utilização do composto produzido.

Com relação aos impactos ao meio ambiente, os dejetos animais, quando dispostos ou utilizados de forma inadequada, podem causar impactos ambientais significativos ao meio ambiente, pois contém excesso de nutriente, produtos químicos e microrganismos com potencial para contaminar rios, lagos, lençóis freáticos, solo e, até mesmo, o ar, contribuindo para uma carga excessiva de nutrientes no meio ambiente e, em última instância, eutrofização das águas superficiais. Estes resíduos também podem conter: antibióticos e hormônios utilizados no tratamento de doenças e como promotores de crescimento dos animais; metais pesados, especialmente zinco e cobre, que são adicionados como nutrientes da dieta animal; e pesticidas utilizados para controlar infestações de insetos e desenvolvimento de fungos (PCIFAP, 2008). Além disso, o manejo dos dejetos animais é considerada como fonte geradora de gases do efeito estufa, representando, do total das emissões da agropecuária brasileira, cerca de 4% das emissões de CO<sub>2</sub>, 5% das emissões de CH<sub>4</sub> e 3% das emissões de N<sub>2</sub>O (MCTIC, 2016).

#### 4.1.4. Resíduos de Plástico, Borracha, Papel, Vidro, Metal *etc*

Os principais resíduos que se enquadram nesta classificação são os sacos de polipropileno, material das embalagens de ração, cujo destino é a reutilização como embalagem de outros materiais e até mesmo de lixo. Outro resíduo frequente é a borracha, material das luvas descartáveis, que é utilizada como um equipamento de proteção individual no manejo dos animais e que, quando não estão contaminados, podem ser reciclados. Entretanto, tem sido destinados como resíduo comum e enviados para um lixão localizado no município de Bananeiras, PB. Além disso, é importante destacar que existem vários outros resíduos enquadrados nesta classificação, porém em quantidades pequenas, como papel, plásticos, aço, vidro *etc*, cujo destino atual é o lixo, embora existam coletores específicos para sua coleta (Foto 7).

**Foto 7:** Coletores de resíduos recicláveis



**Fonte:** Autoria própria, 2017

Segundo a PNRS, a gestão de resíduos deve seguir a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Portanto, desde que não seja possível sua reutilização, estes resíduos devem ser disponibilizados adequadamente para a coleta em coletores com cores determinadas pela Resolução CONAMA nº 275/2001:

- ✓ Azul: papel/papelão;
- ✓ Vermelho: plástico;
- ✓ Verde: vidro;
- ✓ Amarelo: metal.

O destino inadequado destes resíduos consiste em um dos maiores problemas ambientais da sociedade contemporânea, pois quando não são devidamente separados e não são encaminhados para reciclagem, acabam poluindo o solo e recursos hídricos. Além disso, seu lançamento em lixões favorece a proliferação de vetores transmissores de doenças, pois a maioria destes resíduos pode acumular água parada, favorecendo a proliferação de mosquitos, ou até mesmo servindo de abrigo para baratas, ratos e outros animais indesejáveis.

#### 4.1.5. Resíduos Perigosos

Alguns resíduos dos laboratórios que trabalham com animais podem conter ou apenas serem suspeitos de conter substâncias patogênicas capazes de produzir doenças em homens, animais ou vegetais; sendo considerados perigosos (Classe I), segundo a NBR 10.004/04. Portanto, luvas descartáveis, lâminas, seringas, agulhas e embalagens de medicamentos veterinários são incluídos nesta classificação, necessitando de cuidados quanto ao seu destino final. Além disso, os resíduos que contém substâncias químicas tóxicas ou com efeitos teratogênico, carcinogênico, mutagênico ou ecotóxico também são considerados perigosos.

Um exemplo deste tipo de resíduo é o Acetato de Etilamida Hidratado, hormônio utilizado no manejo reprodutivo das rãs, que é carcinogênico e pode provocar mutagenicidade em células germinativas (SIGMA-ALDRICH, 2017). Portanto é conveniente classificar os resíduos gerados durante a manipulação desta substância como perigosos.

A quantidade de resíduos perigosos em cada laboratório é bastante variável por ser dependente de diversas condições, tornando difícil sua estimativa, no entanto, é possível descrevê-los e classifica-los conforme Resolução CONAMA nº 358/2005 que trata de resíduos oriundos de serviços de saúde (Quadro 8).

**Quadro 8:** Descrição e classificação dos resíduos perigosos gerados nos laboratórios

Laboratório	Resíduo	OBS	Grupo
Bovinocultura Suinocultura Caprinocultura Avicultura Cunicultura	Luvas e máscaras descartáveis	Manipulação ou aplicação de vacinas Manipulação ou aplicação de substâncias tóxicas	Grupo A1 Grupo B
	Embalagem de vacinas	Contém resíduos	Grupo A1
	Seringas, agulhas e lâminas	Aplicação de medicamentos / cirurgias	Grupo E
	Embalagem de medicamentos	Contém resíduos	Grupo B
	Vacinas vencidas	-	Grupo A1
	Medicamentos vencidos	-	Grupo B
	Embalagem de praguicidas	Contém resíduos	Grupo B
	Luvas e máscaras descartáveis	Manipulação ou aplicação de hormônio sintético	Grupo B
Ranicultura Aquicultura	Seringas e agulhas	Manipulação ou aplicação de hormônio sintético	
	Embalagem de hormônio	Contém resíduos de hormônio sintético	

É importante destacar a observação do Plano Nacional de Resíduos Sólido, 2012, sobre a regulamentação para destinação das embalagens de medicamento veterinários no Brasil:

*... não há menções sobre normas e/ou regras para o destino das embalagens vazias. Isso é um fato preocupante, pois os praguicidas de uso veterinário e de uso agrícola têm semelhanças químicas e/ou estruturais, sendo assim razoável esperar que os antiparasitários veterinários recebessem atenção semelhante aos agrotóxicos, o que ainda não se observa atualmente. Tramitam no congresso dois projetos de lei (PLS 134/2007 e PLS 718/2007) que propõem a alteração do Decreto-lei 467/1969, com a ideia central de seguir a regulamentação aplicável ao setor de agrotóxicos, de forma a reproduzir, para os produtos de uso veterinário, um modelo similar de logística reversa das embalagens.*

Os resíduos considerados perigosos, apresentados pelo diagnóstico, são oriundos de serviços de saúde, portanto estão sujeitos às determinações da Resolução CONAMA nº 358/2005 que, de acordo com a classificação, apresenta as seguintes recomendações:

- ✓ Os resíduos do Grupo A1 devem ser submetidos a processos de tratamento em equipamento que promova redução de carga microbiana, devendo ser encaminhados

para aterro sanitário licenciado ou local devidamente licenciado para disposição final de resíduos dos serviços de saúde;

- ✓ Os resíduos pertencentes ao Grupo B e com características de periculosidade devem ser submetidos a tratamento e disposição final específicos, sendo proibido o envio de resíduos no estado líquido para aterros. Já os resíduos sólidos, quando não tratados, podem ser dispostos em aterros de resíduos perigosos;
- ✓ Os resíduos do grupo E devem ser apresentados para coleta acondicionados em coletores estanques, rígidos e hígidos, resistentes à ruptura, à punctura, ao corte ou à escarificação. Seu tratamento deve ser específico de acordo com sua contaminação química ou biológica, podendo ser destinado para aterros de resíduos perigosos (resíduos sólidos).

Com relação aos impactos, os resíduos de serviços de saúde, apesar de representarem uma pequena parcela em relação ao total de resíduos gerados, são fontes potenciais de propagação de doenças e apresentam um risco adicional aos trabalhadores dos serviços de saúde e a comunidade em geral, quando gerenciados de forma inadequada (SILVA & HOPPE, 2005)

## 4.2. Propostas para o gerenciamento dos resíduos

### 4.2.1. Gerenciamento dos efluentes

O lançamento de efluente em corpos hídricos deve atender às exigências da resolução CONAMA 430/2011 quanto aos seguintes parâmetros: PH, temperatura, materiais sedimentáveis, óleos, DBO<sub>5</sub> e concentração máxima de parâmetros inorgânicos que constam na Tabela I da referida resolução. Portanto é fundamental que sejam realizadas análises dos efluentes para dimensionamento dos sistemas de tratamento adequados. Já o lançamento de efluente diretamente no solo só pode ser realizado quando não há risco de contaminação de águas superficiais e subsuperficiais.

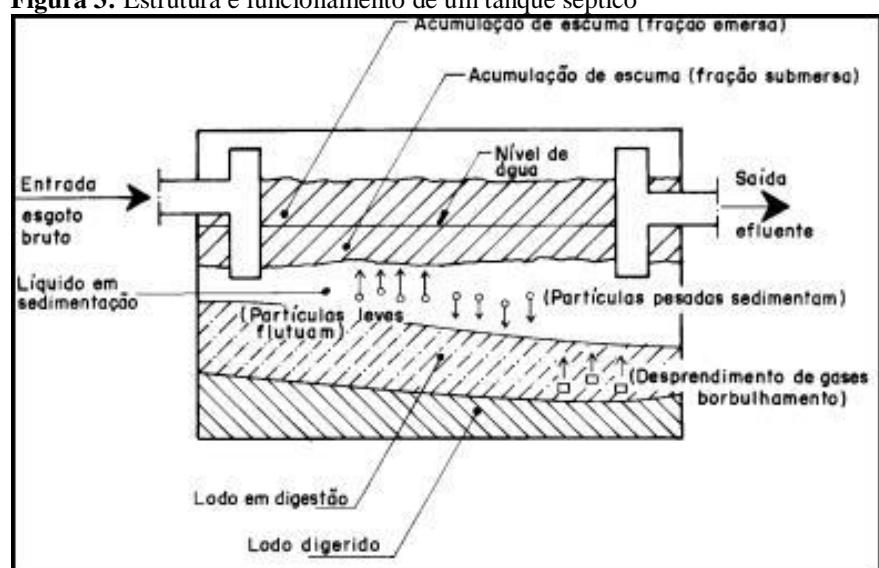
É importante que as águas residuais passem por um sistema de tratamento afim de proporcionar uma melhor garantia e segurança na sua aplicação (OTENIO, 2015). Tendo em vista que um tratamento adequado propiciará a estabilização do efluente líquido antes do lançamento no solo, permitindo um melhor dimensionamento das quantidades a serem lançadas em determinada área.

Dentre os sistemas utilizados para tratamento de efluentes destacam-se as lagoas de estabilização que são reservatórios construídos em taludes de terras compactadas para manutenção do efluente por um determinado período de tempo para que ocorra tratamento

através de processos naturais, conhecidos como autodepuração ou estabilização (SABESP, 2009).

Outro sistema de tratamento é conhecido como tanque séptico (Figura 3) que é uma unidade cilíndrica ou prismática retangular de fluxo horizontal para tratamento de esgotos por processos de sedimentação, flotação e digestão (ABNT, 1993). Esta estrutura também é conhecida como fossa séptica e podem ser utilizadas quando a vazão do esgoto é pequena, proporcionando um grau de tratamento compatível com sua simplicidade e custo (ÁVILA, 2005).

**Figura 3:** Estrutura e funcionamento de um tanque séptico



**Fonte:** NBR 7229/1993

O tanque séptico não deve ser instalado isoladamente, devendo ser precedido por grade para remoção de sólidos grosseiros em suspensão e caixa de areia para remoção de partículas mais densas. Além disso, antes da destinação final, os efluentes que saem do tanque séptico devem ser canalizados até um reservatório ou, até mesmo, uma wetland para que ocorra redução de nitratos, fósforo e metais pesados.

Com relação ao sistema de tratamento adequado para cada laboratório, é importante levar em consideração a vazão dos efluentes produzidos, recomendando-se lagoas de estabilização quando o volume de efluentes é grande, não permitindo seu despejo em pequenos tanques, ou tanques sépticos para pequenos volumes de efluentes que podem ser contidos em estruturas menores por um período que permita o tratamento requerido. É importante destacar que a escolha e dimensionamento dos sistemas deve seguir normas estabelecidas, tais como a NBR 7229 que trata do projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos.

Para minimizar o lançamento de efluentes, mesmo quando tratados, no meio ambiente devem ser adotadas medidas que visem sua reutilização no próprio sistema de criação (dependendo da atividade) ou para outros fins, como a irrigação de pastagens e outras culturas agrícolas. Portanto é recomendável que todos os efluentes produzidos pelos Laboratórios que trabalham com animais passem por sistema de tratamento adequado, permitindo assim sua reutilização e, consequentemente, evidenciando o compromisso do Campus III da UFPB com a preservação dos recursos hídricos e, principalmente, do meio ambiente.

O maior volume de efluentes é gerado pelos Laboratórios de Aquicultura e Ranicultura, pois ambos trabalham com sistemas de criação de animais aquáticos. Portanto é conveniente que o tratamento seja realizado em lagoas de estabilização por permitirem o tratamento de grandes volumes destes resíduos.

Os tanques sépticos podem ser adotados como sistema de tratamento dos Laboratórios de Bovinocultura, Suinocultura, Cunicultura e Caprinocultura, pois o volume diário de efluentes é reduzido.

O Quadro 9, apresenta resumo das propostas para o gerenciamento destes resíduos:

**Quadro 9:** Propostas para gerenciamento de efluentes:

Laboratório	Origem	Tratamento	Destino final
Ranicultura	Substituição de água do galpão de recria	Lagoa de estabilização	Reuso no sistema, irrigação ou lançamento em corpo hídrico
	Substituição de água dos tanques de girinos		
Aquicultura	Substituição da água dos tanques		
Bovinocultura	Limpeza da sala de ordenha	Tanque séptico	Irrigação de pastagem
Caprinocultura	Limpeza da sala de ordenha		
	Limpeza do aprisco de produção		
Suinocultura	Limpeza de baias		
Cunicultura	Limpeza de calhas		

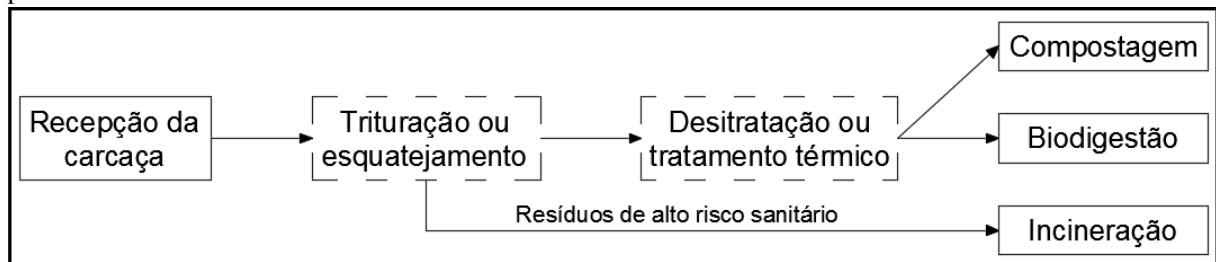
É importante destacar que o Laboratório de Aquicultura possui uma lagoa de estabilização para tratamento de seus efluentes que poderia vir a receber os efluentes do Laboratório de Ranicultura, pois este está localizado nas proximidades desta lagoa e em cota topográfica superior, sendo apenas necessária a canalização dos seus efluentes.

#### 4.2.2. Gerenciamento das carcaças de animais mortos

Dentro dos limites da propriedade, as carcaças de animais mortos podem ser tratadas através de compostagem, biodigestão ou incineração, podendo haver a necessidade de pré-processamento (trituração ou esquartejamento e desidratação ou tratamento térmico). Na Figura

4 é apresentado esquema com recomendações técnicas para o tratamento adequado das carcaças, sendo importante destacar que a incineração é uma tecnologia recomendada especialmente para resíduos de alto risco sanitário; e que a biodigestão só pode ser realizada após um tratamento térmico de no mínimo 70° por duas horas (NICOLOSO *et al*, 2017).

**Figura 4:** Etapas de pré-processamento e tratamento de carcaças. As caixas delimitadas por linha tracejada indicam etapas que são opcionais e indicadas de acordo com a tecnologia de tratamento a ser empregada posteriormente

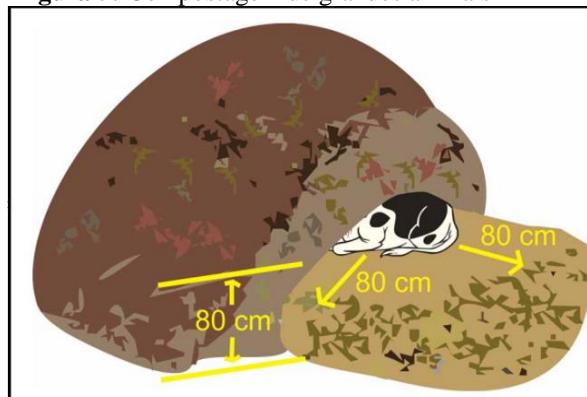


**Fonte:** Adaptado de Nicoloso *et al*, 2017.

A compostagem de carcaças oferece inúmeras vantagens, pois além de não causar poluição do solo e do ar, é economicamente viável, evita a formação de odores, destrói os agentes causadores de doenças, não contamina o lençol freático, pode ser feito em qualquer época do ano e disponibiliza ao solo nutrientes que podem ser usados em manejos de adubação. Uma das técnicas utilizadas para compostagem de animais de grande porte se caracteriza pela disposição da carcaça sobre uma cama de aparas madeira grossa, cerca de 60 cm de altura, que em seguida é coberta com material seco de alto teor de carbono (Figura 5). Neste processo, o tempo para degradação da carcaça é de 4 a 6 meses (OTÊNIO *et al*, 2010).

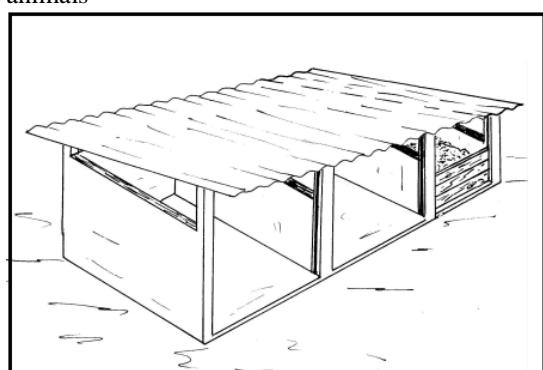
Para compostagem de animais de pequeno porte, podem ser construídas composteiras de alvenaria (Figura 6), onde os animais são dispostos em camadas intercaladas com material orgânico vegetal. Estas estruturas deve possuir piso de concreto impermeabilizado e sistema de captação de chorume (PAIVA *et al*, 2011).

**Figura 5:** Compostagem de grandes animais



**Fonte:** Otênia *et al*, 2010

**Figura 6:** Estrutura para compostagem de pequenos animais



**Fonte:** Paiva *et al*, 2011

O destino adequado para este tipo de resíduos é ainda pouco regulamentado, havendo autores que recomendam, até mesmo, o enterramento no solo seguindo os cuidados técnicos e ambientais necessário, com profundidade suficiente para impedir que animais cheguem ao local e em terreno adequado (geológica, pedológica, hidrogeológica e geoteticamente) afim de evitar a contaminação do aquífero freático ou qualquer prejuízo para o ambiente e saúde pública, até que se estabeleçam normas adequadas para este fim (FIGUEIREDO FILHO, 2011). Neste contexto a Resolução CONAMA nº 335/2003 que dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios determina, em seu artigo 5º, que deverão ser atendidas as seguintes exigências para operação de um cemitério:

- ✓ A área de fundo das sepulturas deve manter uma distância mínima de um metro e meio do nível máximo do aquífero freático;
- ✓ Nos terrenos onde a condição prevista no inciso anterior não puder ser atendida, os sepultamentos devem ser feitos acima do nível natural do terreno;
- ✓ Adotar-se-ão técnicas e práticas que permitam a troca gasosa, proporcionando, assim, as condições adequadas à decomposição dos corpos, exceto nos casos específicos previstos na legislação;
- ✓ A área de sepultamento deverá manter um recuo mínimo de cinco metros em relação ao perímetro do cemitério, recuo que deverá ser ampliado, caso necessário, em função da caracterização hidrogeológica da área.

A maioria das carcaças geradas nos laboratórios que trabalham com animais podem ser classificadas como resíduos orgânicos não perigosos (Classe II), portanto podem ser tratadas dentro dos limites do Campus III através de processos de compostagem, gerando um composto que pode ser utilizado na adubação de pastagens e outros cultivos agrícolas. No entanto, as carcaças que, eventualmente, representarem risco sanitário devem ser consideradas como resíduos oriundos de serviços de saúde classificadas no Grupo A2, conforme Resolução CONAMA nº 358/2005, portanto devem ser encaminhadas para tratamento (incineração) antes de serem destinadas para aterros sanitários (Quadro 10).

**Quadro 10:** propostas para o gerenciamento de carcaças

Laboratório	Destino das carcaças quanto o risco sanitário			
	Sem risco sanitário		Com risco sanitário	
	Tratamento	Destino	Tratamento	Destino
Todos os Laboratórios de Animais	Compostagem	Adubação de pastagem e cultivos agrícolas	Incineração	Aterro sanitário

Na impossibilidade de realizar a compostagem das carcaças, o enterramento em um cemitério de animais se torna uma opção viável.

Portanto, para efetivação do plano, é importante que sejam implantadas: unidades de compostagem de resíduos orgânicos e cemitério de animais que atenda às recomendações da Resolução CONAMA nº 335/2003.

#### 4.2.3. Gerenciamento dos resíduos orgânicos

Todos estes resíduos podem ser reciclados através de processos de compostagem, transformando-se em fertilizantes orgânicos que podem ser destinados para adubação de pastagens e outros cultivos agrícolas.

Para a compostagem dos dejetos bovinos e caprinos que estão sendo disposto a céu aberto, recomenda-se o uso de esterqueiras (Foto 8) construídas em concreto armado e tijolo de cimento com as seguintes características (FREITAS, 2008):

- ✓ Paredes feitas com tijolos de cimento de 20 cm de largura e revestidas com argamassa de impermeabilização;
- ✓ Os pilares pré-moldados das divisórias frontais podem ser semelhantes àqueles usados nos muros de placas de concreto, e as ranhuras laterais servem para encaixar as tábuas de fechamento;
- ✓ A área pode ser coberta com telhas de fibrocimento ou outro material disponível para proteger o esterco da água da chuva e do sol;
- ✓ O chorume (líquido que escorre do esterco) deve ser conduzido para um tanque, evitando-se, assim, o seu escorramento, infiltração e proliferação de moscas;
- ✓ Respeitar cimento do piso em 2% em direção a uma calha coletora de chorume localizada na parte frontal.

**Foto 8:** Esterqueira para compostagem de dejetos

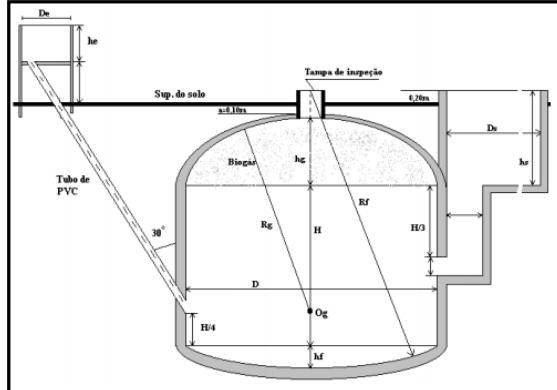


**Fonte:** <https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/49/35/4f/49354f5baabda2838171cb4f24f65b87.jpg>

Outra alternativa tecnológica para tratamento dos dejetos animais é a biodigestão anaeróbica em estruturas conhecidas como biodigestores, onde ocorre a geração de biogás, utilizado como fonte de energia renovável, e efluente líquido rico em nutrientes, utilizado como biofertilizante (BLEY JUNIOR *et al*, 2009). Existem vários tipos de biodigestores, dentre os quais se destacam os modelos contínuos, ou seja, aqueles em que o substrato (dejetos) são fornecidos de forma contínua. Os principais são (DEGANUTTI *et al*, 2002):

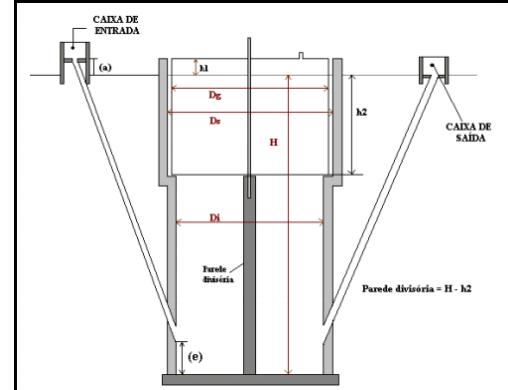
- ✓ Modelo chinês: construído quase totalmente em alvenaria, não possui campanula móvel, propiciando vazamentos em virtude da elevação da pressão interna (Figura 7);
- ✓ Modelo indiano: possui uma campânula móvel utilizada como gasômetro que propicia uma pressão de operação constante (Figura 8).

**Figura 7:** Modelo chinês



Fonte: Deganutti et al, 2002

**Figura 8:** Modelo indiano



Fonte: Deganutti et al, 2002

Os dejetos de aves poedeiras podem permanecer por longos períodos sob as gaiolas até que sejam recolhidos, permitindo a obtenção de dejetos mais secos, em menor quantidade e volume, do que os frescos e, em alguns casos, em fase de decomposição avançada (AUGUSTO & KUNZ, 2012).

Outros resíduos orgânicos recicláveis, como cama de galinha, favos estragados da apicultura, além de restos de ração e substrato da ranicultura devem ser encaminhados para uma área destinada a compostagem de resíduos orgânicos.

O Quadro 11, apresenta resumo das propostas para o gerenciamento destes resíduos:

Quadro 11: Propostas para gestão de resíduos inertes recicláveis

Laboratório	Tipo de resíduo	Local de disposição / compostagem	Destino
Bovinocultura	Dejetos	Esterqueira	Adubação de pastagens e outros cultivos agrícolas
Caprinocultura		Sob os apriscos / esterqueira	
Avicultura <sup>a</sup>		Sob as gaiolas suspensas	
Avicultura <sup>b</sup>	Cama aviária	Área destinada a compostagem de resíduos orgânicos	
Ranicultura	Restos de ração e substrato		
Apicultura	Favos estragados		

<sup>a</sup> Aves criadas em gaiolas suspensas

<sup>b</sup> Aves criadas no sistema semi-intensivo

#### 4.2.4. Gerenciamento dos resíduos de Plástico, Borracha, Papel, Vidro, Metal etc

Caso estes resíduos não possam ser reutilizados para outros fins, devem ser separados, quanto ao tipo de material, nos laboratórios onde são produzidos e dispostos em coletores específico para este fim, conforme Resolução CONAMA nº 275/2001.

Além disso devem ser objeto de coleta seletiva que consiste no recolhimento dos resíduos sólidos conforme sua constituição ou composição, podendo ser implantada em parceria com cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda.

#### 4.2.5. Gerenciamento dos resíduos perigosos

É importante destacar que, atualmente, os resíduos considerados perigosos tem sido acondicionados em coletores especiais com os devidos reforços para manuseio e transporte (Foto 9). Enquanto, o recolhimento é realizado uma vez por semana por uma empresa chamada *Stericycle Brasil* que possui atuação internacional e oferece serviços de coleta, transporte, tratamento e destinação final de resíduos perigosos.

**Foto 9:** Coletor de resíduos perigosos



Fonte: Autoria própria, 2017

Como os resíduos perigosos gerados pelo laboratórios que trabalham com animais são considerados resíduos de serviço de saúde, devem ser tratados e destinados adequadamente,

conforme recomendações da Resolução CONAMA nº 358/2005. Neste sentido, é importante que à direção do CCHSA – UFPB – se certifique que a empresa responsável pela coleta e destinação final destes resíduos está adotando as medidas corretas.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O objetivo principal do trabalho de propor alternativas para o gerenciamento dos resíduos agrosilvopastoris dos laboratórios de animais do CCHSA, Campus III da UFPB, foi atendido pelas propostas apresentadas que são baseadas em diagnóstico dos resíduos e levantamento dos seus impactos e aspectos legais relacionados ao tratamento e destinação final. Portanto este trabalho apresenta contribuições para o gerenciamento adequado dos resíduos agrossilvopastoris, além disso, pode servir de base para elaboração de um plano de gestão que contemple medidas para efetivação das suas propostas.

É importante destacar a busca por alternativas ambientalmente corretas e de acordo com normas vigentes para o gerenciamento dos resíduos, mas que sejam viáveis do ponto de vista econômico e, principalmente, de mão de obra de operação e manutenção. Pois as universidades federais do país, de um modo geral, tem sofrido com problemas financeiros e com a escassez de mão de obra para execução de suas atividade básicas.

## **6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10004. Resíduos sólidos: Classificação. 2<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro, 31 de maio de 2004.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7229. Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro, setembro de 1993.

ASAE – Amercian Society of Agricultural Engineers. ASAE D384.1 FEB03: Manure production and characteristics. 2003.

AUGUSTO, K. V. Z.; KUNZ, A. Tratamento de dejetos de aves poedeiras comerciais. EMPRAPA, 29 de março de 2012. Acessado em 17 de maio de 2017: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/920821/1/tratamentodejetosdeaves.pdf>

ÁVILA, Renata Oliveira de. Avaliação do desempenho de sistemas tanque séptico-filtro anaeróbio com diferentes tipos de meio suporte. 2005. Dissertação (Mestrado em Ciência em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ.

BADO, Cézar. Gestão de resíduos resultante da produção de frangos de corte. 2006. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Estadual de Maringá. Maringá, PR.

BLEY JUNIOR, Cícero *et al.* Agroenergia da biomassa residual: perspectivas energéticas, socioeconômicas e ambientais. 2<sup>a</sup> edição revista. Foz do Iguaçu/Brasília: Itaipu Binacional, Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, TechnoPolitik Editora, 2009.

BORGES, Fernanda Freitas; AMARAL, Luiz Augusto; STEFANI, Marta Verardino. Characterization of effluents from bullfrog (*Lithobates catesbeianus*, Shaw, 1802) grow-out ponds. Revista Acta Limnologica Brasiliensis, 2012, vol. 24, nº 2, p. 160-166.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Política nacional de resíduos sólidos. 2<sup>a</sup> ed. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2012.

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 275 de 25 de abril de 2001. Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva.

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 335 de 3 de abril de 2003. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios.

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 358 de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências.

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 430 de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre condições e padrões de lançamento de Efluentes.

DECERAZO, Samara Terezinha. Tratamento de águas residuárias de bovinocultura de leite no brasil – Situação atual e possibilidades. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental). Universidade Federal de Santa Maria. Frederico Westphalen, RS.

DEGANUTTI, R.P. et al. Biodigestores Rurais: Modelo Indiano, Chinês e Batelada. Departamento de Arquitetura, Artes e Representações Gráficas, UNESP: Bauru, 2002.

FIGUEIREDO FILHO, YA. Contaminação do solo e das águas subterrâneas por sepultamentos de carcaças de animais no solo. 2011. Dissertação (Mestrado em Geografia Física). Universidade de São Paulo. São Paulo, SP.

FREITAS, Jader Zacharias. Esterqueiras para dejetos bovino. Programa Rio Rural – Manual técnico 04. Niterói, RJ, julho de 2008.

HEALY, M.G.; RODGERS, M.; MULQUEEN, J. Treatment of dairy wastewater using constructed wetlands and intermittent sand filters. Revista Bioresource Technology, v. 98, nº 12, p. 2.268-2.281, 2007.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Diagnóstico dos Resíduos Orgânicos do Setor Agrossilvopastoril e Agroindústrias Associadas. Brasília, 2012.

KAMIMURA, Carolina Toshie *et al.* Possibilidades de reuso de efluentes gerados na suinocultura visando à economia de água e fertilizantes químicos. Revista Atas de Saúde Ambiental – ASA, vol 3, nº 2 (2015): IV Simpósio de Saúde Ambiental.

KONZEN, Egídio Arno. Dejetos de Suínos Fermentados em Biodigestores e seu Impacto Ambiental como Insumo Agrícola. EMBRAPA – Comunicado Técnico. Sete Lagoa, MG, dezembro de 2005.

MCTIC – Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. Estimativas anuais de emissões de gases do efeito estufa no Brasil. 3<sup>a</sup> edição, 2016.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa nº 2. Brasília, 6 de maio de 2014.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. Plano de gestão de resíduos sólidos – Manual de orientação. Brasília, 2012.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, 2012.

NELI, Assunção Silva. Caracterização de impactos gerados pela piscicultura na qualidade da água: Estudo de caso na bacia do Rio Cuiabá/MT. 2007. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente). Universidade Federal do Mato Grosso. Cuiabá, MT.

NICOLOSO, Rogério da Silva *et al.* Tecnologias para Destinação de Animais Mortos na Granja. EMBRAPA suínos e aves, 1<sup>a</sup> edição (versão eletrônica), 2017. Concórdia, SC.

OTENIO, Marcelo Henrique. Reaproveitamento de água residuária em sistemas de produção de leite. Parte do Livro, p. 139-159. EMBRAPA, 2015. Acessado em 19 de abril de 2017: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1021927/reaproveitamento-de-agua-residuaria-em-sistemas-de-producao-de-leite>

OTENIO, Marcelo Henrique; CUNHA, Carolina Martins da; ROCHA, Bernardo Barbosa. Compostagem de carcaças de grandes animais. EMBRAPA – Comunicado Técnico. Juiz de Fora, MG, Dezembro de 2010.

PAIVA, Doralice Perosa; SOUZA, Marcos Vinicius Novaes de; GRINGS, Victor Hugo. A transferência da tecnologia do uso da compostagem de carcaças pela EMBRAPA Suínos e Aves. Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v. 28, n. 2, p. 467-483, maio/ago. 2011.

PCIFAP – Pew Commission on Industrial Farm Animal Production. Putting meat on the table: industrial farm animal production in America. 2008. Acessado em 19 de abril de 2017: <https://www.ncifap.org/wp-content/uploads/PCIFAPSmry.pdf>

PELISSARI, Catiane. Tratamento de efluente proveniente da bovinocultura de leite empregando wetlands construído de escoamento subsuperficial. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS.

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Norma Técnica Sabesp – NTS 230: Projetos de lagoas de estabilização e seu tratamento complementar para esgoto sanitário. São Paulo, junho de 2009.

SIGMA-ALDRICH. [Des-Gly<sup>10</sup>, D-Ala<sup>6</sup>]-LH-RH Ethylamide Acetate Salt Hydrate. Acessado em 20 de maio de 2017:

<http://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/sigma/l4513?lang=pt&region=BR>

SILVA, C. E.; HOPPE, A. E. Diagnóstico dos Resíduos de Serviço de Saúde no interior do Rio Grande do Sul. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 10, n. 2, p. 146-151, 2005.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; MORAES, M. A. G de; BRAGA, F. M. de S. Dynamics of some limnological characteristics in pacu (*Piaractus mesopotamicus*) culture tanks as function of handling. Revista Brasil. Biol.; vol. 59(4), p 543-551, 1999.

SPADOTTO, Claudio; RIBEIRO, Wagner. Gestão de Resíduos na Agricultura e Agroindústria. FEPAF, Botucatu, 2006.

VESCHI, J. L. A.; BARROS, L. S. S.; RAMOS, E. M. Impacto Ambiental da Pecuária. Embrapa Semiárido - Capítulo em livro técnico-científico (ALICE), p 171-187, EMBRAPA, 2010.

## APENDICE A - Exemplo de diagnóstico realizado no Laboratório de Caprinocultura

Diagnóstico dos resíduos gerados no Laboratório de Caprinocultura						
Processo	Descrição da estrutura	Resíduos gerados	Descrição	Origem	Quantidade estimada	Frequência estimada
Ordenha mecanizada	Sala de ordenha com capacidade para 12 matrizes (atualmente são ordenhadas 26 matrizes diariamente)	Efluente líquido	Água + detergentes + fezes + urina	Limpeza de máquinas e do ambiente	≈1000 litros	Diário
		Papel	Papel toalha	Limpeza de equipamentos	Variável	Diário
		Restos de capim	Ração triturada	Restos que caem do cocho	Indeterminado	Diário
Manejo sanitário	Rebanho de aproximadamente 80 caprinos e 70 ovinos	Carcaças de ovinos	Ovinos mortos	Mortalidade dos animais (≈25% ao ano)	17 cabeças	Anual
		Carcaças de caprinos	Caprinos mortos	Mortalidade dos animais (≈16% ao ano)	13 cabeças	Anual
		Látex	Luvas de látex	Manipulação e aplicação de medicamentos / Cirurgias	Variável	Mensal
		Seringa e agulhas descartáveis	-	Aplicação de medicamentos	Variável	Mensal
		Embalagem de medicamentos	Embalagem de plástico	Controle de parasitas	Variável	Mensal
Manejo do aprisco de experimento	Aprisco de experimento com média de 40 animais por ano (peso médio de 30 kg)	Esterco fresco	Fezes e urina	Excretas dos animais	≈3 toneladas / ano	Anual
		Restos de capim	Ração triturada	Restos que caem do cocho	Indeterminado	Diário
Manejo do aprisco de produção	Seis baías de produção com médias de 30 animais por semestre (Variação do peso: 18 até 50 kg)	Efluente líquido	Água + fezes + urina	Limpeza das baías	Sem estimativa	Diário
		Efluente líquido	Fezes + urina	Limpeza de máquinas e ambiente	Sem estimativa	Diário