

**Universidade de São Paulo**  
**Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Identificação, quantificação e caracterização dos resíduos  
agrossilvopastoris no município de Piracicaba-SP**

**Larissa Teixeira Lopes**

Trabalho de conclusão de curso apresentado para  
obtenção do título de Bacharel em Gestão Ambiental

**Piracicaba**

**2017**



**Larissa Teixeira Lopes**

**Identificação, quantificação e classificação dos resíduos  
agrossilvopastoris no município de Piracicaba-SP**

Orientador:

Profa. Dra. **ADRIANA MARIA NOLASCO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado para  
obtenção do título de Bacharel em Gestão Ambiental

**Piracicaba**

**2017**



## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família, por sua capacidade de acreditar em mim e investir em mim. Mãe, seu cuidado e dedicação foi que deram, em alguns momentos, a esperança para seguir. Pai, sua presença significou segurança e certeza de que não estou sozinho nessa caminhada.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço de forma especial ao meu pai Oscar Teixeira Lopes e à minha mãe Maria Aparecida Lopes, por não medirem esforços para que eu pudesse levar meus estudos adiante.

Agradeço à minha orientadora, Adriana Maria Nolasco, pela paciência, dedicação e ensinamentos que possibilitaram que eu realizasse este trabalho.

Agradeço minha segunda família, República Gaia PQP, por tudo que passei com elas e por elas, que foi fundamental para meu amadurecimento.

Agradeço ao meu namorado, Lucas Simões, por sempre estar ao meu lado e me motivar a ser uma pessoa melhor.

Às minhas amigas, Fernanda, Thalita, Carla e Rafaela, pelos momentos de diversão que passamos juntas.

À todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

“É justamente a possibilidade de realizar um sonho que  
torna a vida interessante”

Paulo Coelho (O Alquimista)

# Sumário

RESUMO .....	
ABSTRACT .....	11
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. Objetivo .....	5
2.1 Objetivo geral .....	5
2.2 Objetivo específico .....	5
3. Revisão de Literatura .....	5
3.1 Resíduos Agrossilvopastoris: caracterização e classificação .....	5
1) Resíduos Classe I – Perigosos: .....	7
2) Resíduos Classe II – Não Perigosos.....	8
3.1.1 Principais resíduos agrossilvopastoris .....	8
3.2 Resíduos da produção animal .....	10
3.2.1 Galináceos.....	12
3.2.2 Bovinos.....	26
3.2.3 Suínos .....	37
3.2 Resto da produção agrícola.....	43
3.3.1 Cana-de-açúcar .....	44
3.3.2 Laranja .....	47
3.3.3 Milho .....	49
3.4 Resto da produção florestal .....	51
3.5 Embalagens de produtos fitossanitários .....	55
4. Material e Métodos.....	63
4.1 Local de estudo.....	63
4.2 Identificação e quantificação dos tipos de atividades agropecuária e florestal no município;.....	65
4.3 Elaboração de um mapa da localização destas atividades na área rural de Piracicaba; .....	65
4.4 Identificação, caracterização, classificação e quantificação dos tipos de resíduos gerados pelas atividades agrossilvopastoris no município de Piracicaba; ..	65
4.5 Identificação dos impactos ambientais negativos potenciais dos resíduos gerados e demonstração dos principais problemas relacionados a eles;.....	66
4.6 Levantamento e avaliação de soluções adequadas ao gerenciamento dos resíduos agrossilvopastoris gerados no município. ....	66
5. Resultados e Discussões .....	67
5.1 Resíduos da produção animal.....	67



5.1.1	Galináceos.....	68
5.1.2	Bovinos.....	73
5.1.3	Suínos .....	76
5.2	Restos da produção agrícola.....	79
5.2.1	Cana-de-açúcar .....	80
5.2.2	Laranja .....	83
5.2.3	Milho .....	86
5.3	Restos da produção florestal.....	88
5.4	Embalagens de produtos fitossanitários .....	89
5.5	Tabela resumo final.....	91
6.	Conclusões .....	92
7.	Referências .....	93

## RESUMO

O Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) foi elaborado para ser um instrumento orientador das ações das Prefeituras Municipais no que se refere à gestão de resíduos produzidos em território municipal, apresentando como principal função o planejamento, pois defini diretrizes, estratégias, metas e ações a serem desenvolvidas visando uma correta destinação dos resíduos sólidos. Dentre as categorias que estão sujeitas à elaboração de plano de gerenciamento de resíduos sólidos se encontram os geradores de resíduos das atividades agrossilvipastoris. O presente trabalho busca realizar um diagnóstico de resíduos do segmento agrossilvipastoril no município de Piracicaba-SP, já que o mesmo não apresenta um conjunto de dados estruturados e nem métodos para coletá-los, dificultando a proposição de ações no PMGIRS. Para isto, foi feito um levantamento e análise de dados secundários, fruto de uma pesquisa bibliográfica, censo agropecuário do IBGE. A partir desses dados, foram definidos índices de geração para os diferentes resíduos e estimada a quantidade anual gerada no município. Também foram levantados os potenciais impactos negativos e positivos relacionados a cada tipo de resíduo e as possíveis soluções de redução de geração, valorização e destinação apropriados para cada tipo de resíduo. Pode-se concluir que a geração de resíduos agrossilvipastoris é muito elevada. As características, destes resíduos, principalmente dos resíduos da produção animal, se não forem gerenciados da forma correta, podem causar sérios danos ao ambiente. Por fim, o conjunto de informações coletadas, agrupadas e analisadas serão disponibilizadas para uso da Comissão de Acompanhamento do PMGIRS, para que sejam avaliadas e inseridas no plano, de acordo com a realidade do município de Piracicaba-SP.

**Palavras-chave:** Gerenciamento de resíduos Agrossilvipastoris; Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos; Diagnóstico dos resíduos sólidos rurais

## ABSTRACT

The City Council Plan for Integrated Management of Solid Waste (PMGIRS) was elaborated as a tool to City Council orientate solid waste management in local areas. The main objective of this Plan is elaborate guidelines, strategies, targets to the development of actions, which will show the correct disposal of solid waste. There are some categories to elaborate The Municipal Plan for Integrated Management of Solid Waste, one of them is the management of residues from agrosilvipastoril activities. This case study will present a diagnose of residues from agrosilvipastoril activities in Piracicaba-SP, Brazil once that until the moment there is no enough data and efficient collecting methods, this fact difficult the proposition of new actions of waste management to The Municipal Plan for Integrated Management of Solid Waste. Therefore, for development of the project will be necessary to collect data of this residue in the area, analyze, do a literature review, access the Agricultural census of Brazil (IBGE) and interview the technicians of the Local Department of Agriculture. Consequently, these data will define generation indices for the different residues and estimated the annual amount generated in the city. In addition, the project will show negative and positive impacts related to each type of waste to propose solutions to reduce solid waste in Piracicaba through better management and disposal of waste. It can be concluded that the generation of agrosilvopastoral waste is very high. The characteristics of these residues, mainly from animal waste, if not managed correctly, can cause serious damage to the environment. Finally, the data set will be analyzed and processed to be available for use by the Monitoring Commission of the PMGIRS, hence the available information will be evaluated and inserted in the plan, according to the reality of the city of Piracicaba-SP.

**Keywords:** Waste Management Agrosilvopastoris; Municipal Solid Waste Management Plan; Diagnosis of rural solid waste

## 1. INTRODUÇÃO

A Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS (Lei nº 12.305/2010) foi elaborada visando minimizar as deficiências na gestão dos resíduos sólidos e aponta vários instrumentos primordiais para permitir o avanço necessário no país no enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inapropriado dos resíduos sólidos.

Um dos instrumentos do PNRS, descrito no art. 8º, é o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) que, de acordo com o Ministério do Meio Ambiente, traz “como inovação, que o escopo de planejamento não deve tratar apenas dos resíduos urbanos (domiciliares e limpeza urbana), e sim de uma ampla variedade de resíduos sólidos, que são descritos no art. 13 da Lei: domiciliares; de limpeza urbana; de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços; dos serviços públicos de saneamento; industriais; de serviços de saúde; da construção civil; agrossilvopastoris; de serviços de transporte e de mineração.”

Entretanto, a estrutura da maioria das cidades brasileira ainda é muito precária quando se trata do recolhimento e interpretação de dados e informações desta variedade de resíduos, mesmo estes resíduos sendo tão presentes em âmbito nacional como é o caso dos Resíduos Agrossilvopastoris.

A Lei 12.305 em seu artigo 13º item I, subitem i, define resíduos agrossilvopastoris como: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades. O Plano Nacional de Resíduos Sólidos os classifica como orgânicos e inorgânicos.

São fontes de resíduos agrossilvopastoris:

- Agricultura: culturas de banana, café, laranja, cana de açúcar, melancia e soja etc.;
- Pecuária: criação de aves, suínos, bovinos etc.;
- Silvicultura: produção de carvão vegetal, lenha e madeira em tora para papel e celulose;
- Embalagens de produtos fitossanitários e veterinários;
- Embalagens de fertilizantes, sementes, adubos, etc.;

- Óleos e embalagens de lubrificantes de máquinas e equipamentos agrícolas; etc.

A mesma Lei também define que os responsáveis por atividades agrossilvopastoris, se exigido pelo órgão competente do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama), do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) ou do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (Suasa), estão sujeitos à elaboração do plano de gerenciamento dos resíduos sólidos.

Segundo o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos do município de Piracicaba (PMGIRS, 2014) as embalagens de agrotóxicos podem ser plásticas, de papelão ou metálicas. São classificadas na coleta, como contaminadas (não realizou a tríplice lavagem) que volta para o produtor e as descontaminadas (realizou a tríplice lavagem). A vantagem do processo de tríplice lavagem é a redução ou eliminação da contaminação, garantindo que o agricultor também ganhe nesse aspecto, uma vez que pode aproveitar cerca de 3% a mais do produto, que antes acabava como resíduo na embalagem.

Ainda segundo o PMGIRS (2014), a COPLACANA (Cooperativa dos produtores de cana-de-açúcar de Piracicaba e região) é responsável por recolher, fazer o transporte e a destinação final das embalagens vazias de agrotóxicos em Piracicaba. Todo o material recebido pela Central da COPLACANA é contado, pesado e classificado de acordo com o tamanho e o tipo (contaminado ou descontaminado), seguindo um protocolo de recebimento. Depois desta etapa, o material é prensado, enfardado e comercializado junto às empresas de reciclagem. O material enfardado segue para as empresas recicladoras, autorizadas pelo INPEV (Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias).

O crescimento da quantidade de resíduos agrossilvipastoris, está intimamente relacionado com a participação da silvicultura, pecuária e principalmente da agricultura na economia nacional.

A evolução da agricultura brasileira se deve a diversos fatores como recursos naturais abundantes, clima propício e diversidades de produtos. Outro item muito relevante que contribuiu com este avanço, foi a ascensão do

Revolução Verde no país, proporcionando novas tecnologias como fertilização do solo e pesquisas em sementes, o que acabou modificando positivamente a estrutura agrária em relação ao aumento da produtividade.

O Brasil se destaca na produção agrícola, sendo este um dos setores econômicos mais estratégicos para a consolidação do programa de estabilização da economia.

A grande participação e o forte efeito multiplicador do complexo agroindustrial no produto interno bruto (PIB), o alto peso dos produtos de origem agrícola (básicos, semielaborados e industrializados) na pauta de exportações e a contribuição para o controle da inflação são exemplos da importância da agricultura para o desempenho da economia brasileira (PESSÔA, 2009 apud IPEA, 2012). Apesar de o Produto interno Bruto ter caído 3,8% no ano de 2015 o valor adicionado a agropecuária teve alta de 1,8%, conforme indicam, as Contas Nacionais Trimestrais do IBGE, impulsionado, principalmente, pela agricultura.

A pecuária por sua vez, é considerada uma das mais produtivas em todo mundo, destacando a exportação de carne bovina e criação de aves (IBGE, 2015). Todo este desempenho favorável é graças a modernização dos sistemas utilizados como a alta mecanização e pouca mão de obra.

Toda esta influência da agropecuária na economia nacional se aplica também no município de Piracicaba. De acordo com estudo do IEA (Instituto de Economia Agrícola), divulgado pelo Jornal de Piracicaba (2016), em 2015 por exemplo, a produção agropecuária de Piracicaba e região somou quase R\$1,5 bilhão, ou seja, um aumento de 16,9% quando comparado ao ano de 2014.

Assim como a agropecuária, a silvicultura tem sido um dos setores da economia brasileira com maior crescimento nos últimos anos. A silvicultura se ocupa das atividades ligadas ao cultivo das árvores, tendo em vista múltiplas aplicações, tais como a produção de madeira, o carvoejamento, a proteção ambiental, entre outros.

Desta forma, é preciso considerar que:

O uso da madeira advinda da silvicultura ganha destaque em um momento no qual a preocupação com o meio

ambiente e as diversas formas de vida tornaram-se parte do cotidiano e das atividades das empresas. Atualmente, os produtos silvícolas são utilizados como fonte energética, lenha para carvoarias e indústrias siderúrgicas, como matéria-prima para indústrias moveleiras, de papel e celulose, construção civil, entre outras finalidades (IPEA, 2012, p. 75).

Ao analisar os dados, observa-se que a agricultura e pecuária brasileira trouxeram grandes benefícios ao país como a geração de empregos, maior contribuição ao desenvolvimento, mais alimentos e riqueza; porém, com maiores impactos ao meio ambiente. Um dos maiores problemas atuais associados a este setor é a pouca preocupação da área em geral em relação à geração de resíduos e seu posterior destino e/ou tratamento. Os resíduos gerados nestas atividades são potencialmente impactantes ao meio ambiente, caso não sejam devidamente tratados.

Os impactos ambientais associados a estes resíduos decorrem da alta geração em termos quantitativos e da lenta degradabilidade, em certos casos, e, em outros, da geração de rejeitos que podem ser tóxicos, cumulativos ou de difícil degradação. Reduzir, reciclar, ou reaproveitar os resíduos gerados com o objetivo de recuperar matéria e energia objetivam, fundamentalmente, conservar os recursos naturais e evitar a degradação ambiental (Malheiros e Paula Júnior, 1997 apud IPEA, 2012, p.12).

Este problema acaba sendo decorrente também das atividades produtivas do setor florestal, pois é gerado uma grande quantidade de sobras de menor valor comercial oriundas desde o corte das árvores até sua transformação em indústrias de processamento primário e secundário.

Todavia, alguns destes resíduos podem ser aproveitados para alimentação animal e geração de energia, além de servirem como insumos para outros produtos. Neste sentido, segundo a SOBER (Sociedade Brasileira de Economia Administração e Sociologia Rural) (2010), uma boa parte dos resíduos agrícolas é deixada no terreno onde foi realizado o cultivo para ser realizado o plantio direto, isto é, serve como proteção ao solo ou como adubo fornecedor de nutrientes ao solo. Já no caso da pecuária, os resíduos provenientes da atividade biológica do gado bovino, suíno, caprino e outros, podem ser utilizados para aproveitamento energético como a produção de biogás.

Dado toda a importância do setor agrossilvopastoril na economia nacional e piracicabana e a quantidade de resíduos gerados por ele, o presente trabalho poderá servir como uma ferramenta de consulta da Comissão de

Acompanhamento do PMGIRS, pois agrupará dados e informações relevantes sobre os produtos e consequentemente os resíduos e seus índices gerados por cada tipo de produto da esfera da agricultura, pecuária e silvicultura. Isto posto, outro ponto que também contribuirá para a complementação do PMGIRS será a apresentação de propostas de gerenciamento adequadas para os resíduos de cada atividade. Desta forma, o diagnóstico dos resíduos desta categoria poderá inclusive servir de modelo para as demais cidades que estão sujeitas a elaboração do PMGIRS.

## **2. Objetivo**

### **2.1 Objetivo geral**

Realizar um diagnóstico de resíduos agrossilvopastoris no município de Piracicaba – SP, visando subsidiar a definição de diretrizes, estratégias, metas e ações no PMGIRS, que atualmente trata somente das embalagens de agrotóxicos.

### **2.2 Objetivo específico**

1. Identificar e quantificar os tipos de atividades agropecuária e florestal no município;
2. Mapear a distribuição dessas atividades na área rural de Piracicaba;
3. Identificar os tipos de resíduos gerados por cada uma das atividades agrossilvopastoris realizadas no município caracterizá-los, classificá-los e quantificá-los;
4. Identificar os impactos ambientais negativos potenciais dos resíduos gerados, mostrando os principais problemas relacionados a eles;
5. Levantar e avaliar soluções adequadas ao gerenciamento dos resíduos agrossilvopastoris gerados no município.

## **3. Revisão de Literatura**

### **3.1 Resíduos Agrossilvopastoris: caracterização e classificação**

#### **A) Resíduos Sólidos**

A lei 12.305/2010 de 02 de agosto de 2010 (Lei institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos), dispõe sobre seus princípios, objetivos e instrumentos,



bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis, em seu capítulo II art. 3º – define os Resíduos Sólidos como:

XVI - resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semi sólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010);

## **B) Resíduos sólidos quando à origem**

De acordo com a PNRS, - Política Nacional dos Resíduos Sólidos lei 12.305/2010 em seu art. 13. , os resíduos sólidos têm a seguinte classificação:

I - quanto à origem:

a) resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;

b) resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;

c) resíduos sólidos urbanos: os englobados nas alíneas “a” e “b”;

d) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas “b”, “e”, “g”, “h” e “j”;

e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea “c”;

f) resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;

g) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;

h) resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;

i) resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;

j) resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;

k) resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;

## II - quanto à periculosidade:

a) 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;

b) resíduos não perigosos: aqueles não enquadrados na alínea “a”

A ABNT adotou a denominação Resíduos de Serviço de Saúde para as normas brasileiras de terminologia, classificação, manuseio e coleta de resíduos de serviço de saúde, os quais foram definidos como “resíduo resultante das atividades exercidas por estabelecimentos prestadores de serviço de saúde”.

## C) Classe dos resíduos

Segundo a NBR 10004:2004, os resíduos são divididos da seguinte maneira (figura 1):

### 1) Resíduos Classe I – Perigosos:

São aqueles que apresentam riscos à saúde pública e ao meio ambiente, exigindo tratamento e disposição especiais em função de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.

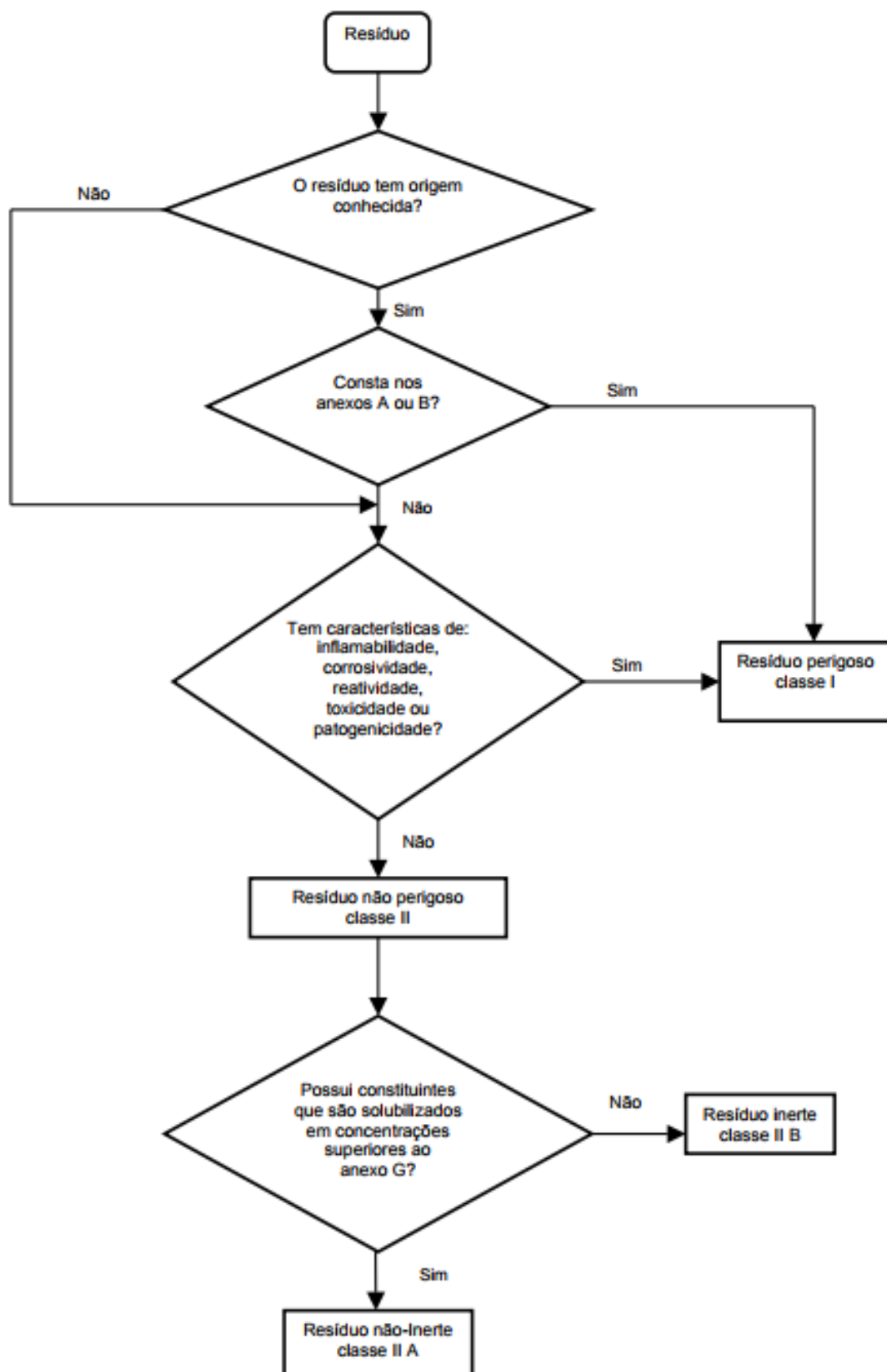
## 2) Resíduos Classe II – Não Perigosos

a) Resíduos Classe II A – Não Inertes: São aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I - Perigosos ou de resíduos classe II B – Inertes. Os resíduos classe II A – Não inertes podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

b) Resíduos Classe II B – Inertes: São quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor, conforme anexo G da NBR 10004.

### **3.1.1 Principais resíduos agrossilvopastoris**

As atividades de pecuária, agricultura e silvicultura são responsáveis pela geração de grande volume de resíduos. Dentro da pecuária os principais resíduos gerados são os dejetos, água residual e animais mortos. A agricultura e a silvicultura são responsáveis por gerar, entre outros, restos culturais e florestais, respectivamente. Além destes resíduos, outros materiais de grande relevância devido ao grau de periculosidade, são as embalagens de defensivos agrícolas.



**Figura 1** - Caracterização e classificação de resíduos  
**Fonte:** ABNT NBR 10004:2004

### 3.2 Resíduos da produção animal

De acordo com Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil, a quantidade de resíduos sólidos urbanos revela um total anual de 79,9 milhões de toneladas no país. Em contrapartida, na agricultura e pecuária, de acordo com dados do IPEA, a geração de dejetos oriundos da criação confinada de aves de corte, postura, bovinos de leite e suínos alcança 1.731.352.738 t/ano, sendo que o efetivo do rebanho de galináceos era de 4.982.512.597 cabeças, o de bovinos era de 205.260.154 cabeças, e suínos 38.045.454 cabeças. (IPEA, 2012).

Piracicaba é uma cidade com grande produção pecuária, somando o efetivo das três principais criações do município no ano de 2015, segundos dados do IBGE, se têm um total de aproximadamente 4.708.550 cabeças. Esta grande quantidade de animais gera uma grande montante de resíduos, que na sua maioria das vezes, não são destinados adequadamente. Entre os resíduos gerados, os dejetos e as carcaças são os mais expressivos quantitativamente.

Segundo Paulo e Helio (2001), conforme citado por Manso e Ferreira (2007) dejetos são um conjunto de fezes, urina, água residuária (água desperdiçada dos bebedouros e água de higienização) e resíduos de ração, resultantes do processo de criação, principalmente na criação de animais confinados como aves, suíno e bovinos. Estas criações resultam na grande geração de dejetos no mesmo lugar, devido à concentração, na maioria das vezes, de um grande número de animais em uma área limitada. Já o termo carcaça, engloba além dos animais mortos, os tecidos mortos como placentas, fetos mumificados e natimortos.

A composição destes dejetos e sua quantidade, vão variar de acordo com o manejo adotado, assim como fatores zootécnicos (tamanho, peso raça), ambientais (temperatura e umidade) e dietéticos (digestibilidade, conteúdo de fibra e vitamina) (ITO et al., 2016).

Quando se trata de impactos causados por estas atividades, Pohlmann (2000) defende que, de maneira geral, os animais das atividades de criação de aves e suínos são mantidos em granjas, entretanto, a suinocultura é considerada mais impactante quando comparada as demais atividades. Ainda segundo o

mesmo autor, na criação de bovinos os danos são maiores nos animais leiteiros devido viverem em sistema de confinamento, enquanto os bovinos de corte os impactos menores por serem criados em sistema extensivo.

**Tabela 1-** Comparativo potencial de impactos ambientais

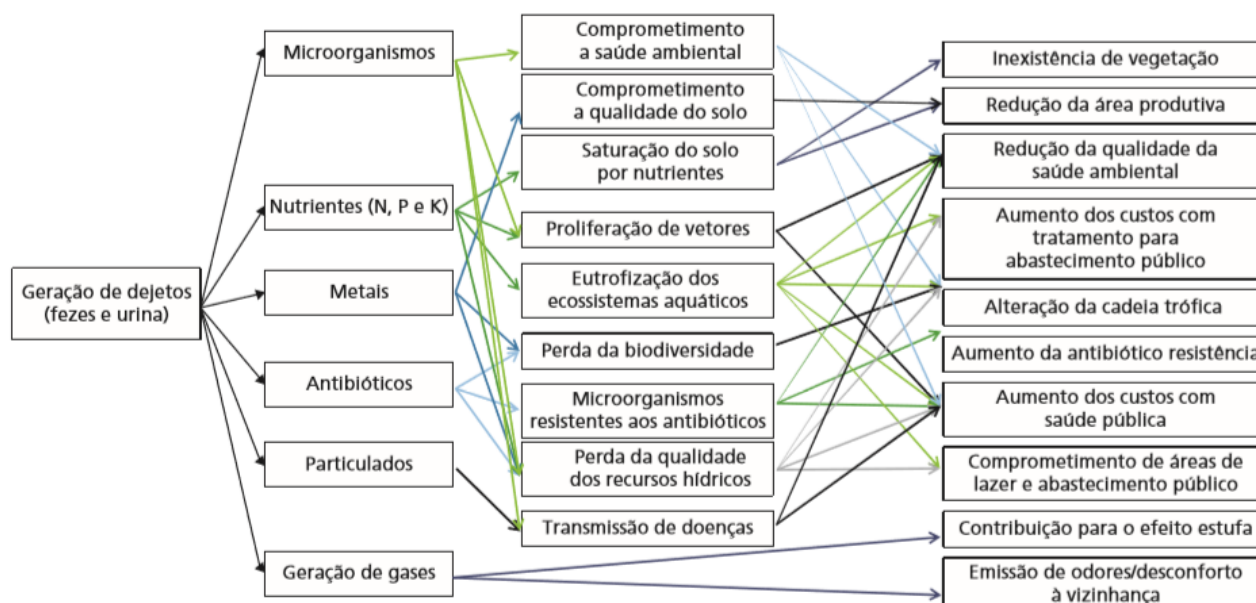
<u>Criações</u>	<u>Impacto</u>
Aves	
Sistema intensivo, regime de integração	↓
Suínos	
Sistema intensivo, regime de integração	↑
<u>Bovinos</u>	
♦ Corte	↓
♦ Leiteiro	↑

↑ - maior potencial

↓ - menor potencial

**Fonte:** Pohlmann (2000)

Desta forma, a pecuária é provavelmente a maior fonte de poluição de águas. A figura 2, desenvolvida pelo IPEA (2012) apresenta a rede de impactos diretos gerados pelos dejetos resultantes das criações animais (bovinos, suínos e aves). Os impactos apresentados ocorrem em todas as criações, porém em proporções diferentes de criação para criação, em decorrência do sistema de manejo e de tratamento adotado, bem como das características do dejetos.



**Figura 2** - Rede de impactos decorrentes da geração de resíduos em criações animais  
**Fonte:** IPEA (2012)

### 3.2.1 Galináceos

Os galináceos podem ser divididos basicamente em frango de corte e galinha poedeira. Para Cristofoliti (2014) o frango de corte é o nome dado às aves que serão levadas ao abate com o objetivo da comercialização da sua carne, e a sua criação é mais desenvolvida por apresentarem um rápido retorno comercial uma vez que o ciclo de produção é de aproximadamente 50 dias. Enquanto as galinhas poedeiras são aquelas destinadas à produção de ovos. Os resíduos produzidos na criação destas aves são principalmente as dejeções ou esterco, a cama de frango, as aves mortas e os ovos quebrados (AUGUSTO, 2016).

No ano de 2016 a produção de ovos em Piracicaba chegou em 7 mil dúzias, desta quantidade estima-se que de 8 a 12% dos ovos incubados não eclodem até o final do período de incubação. Isto ocasiona na geração ovos inférteis, não eclodidos, pintinhos mortos, refugos e cascas pós eclosão (OLIVEIRA, 2004 apud CARVALHO et al. 2013).

Segundo Oliveira (2001), conforme citado por Augusto (2007, p.27), os resíduos gerados pela produção de galinhas poedeiras apresentam uma

composição diferente da dos dejetos originários da avicultura de corte, pois estes últimos possuem material absorvente utilizado como cama. Os dejetos de galinhas poedeiras são provenientes da criação de aves mantidas em gaiolas suspensas por isso não existe a presença da cama.

Os resíduos dos galináceos podem tanto ser um recurso como um poluente pois podem contaminar as águas superficiais e o lençol freático se manipulados de forma errada, aumentar a quantidade de microrganismos patogênicos e também podem afetar a qualidade do ar, por emissões de gases como amônia, exalação de odores, e produção de pó à atmosfera (SEIFFERT, 2000 apud CHRISTÓFOL et al. 2014, p.2)

Alguns nutrientes, relacionados com a produção de galináceos, como o nitrogênio, o fósforo e os elementos traços, causam impactos ambientais. O primeiro apresenta a característica de ter a amônia (gás tóxico que afeta a saúde humana e animal, e que volatilizada rapidamente afetando a qualidade do ar dentro do aviário) e os nitratos (que podem ser a maior forma contaminante do lençol freático quando níveis excessivos de cama de frangos são utilizados com adubo), como as duas formas químicas de nitrogênio mais comuns nos resíduos avícolas. Já o segundo, é um mineral encontrado em altas quantidades nas excretas das aves, entretanto o uso em grande quantidade na adubação pode saturar a capacidade do solo e plantas de utilizar este nutriente, acarretando na lixiviação e consequentemente na contaminação do lençol freático. O último, é encontrado em grandes concentrações na cama de frango já que estão presentes na ração das aves, podendo ser encontrados no solo em grandes quantidades após a aplicação constante dos resíduos avícolas, além de afetar no crescimento das plantas se o mesmo for posto em excesso. (OVIEDO-RONDÓN, 2008).

Ainda segundo Oviedo-Rondón (2008), os impactos negativos também são observados na qualidade das águas superficiais e subterrâneas pois as bactérias oriundas da matéria fecal das aves podem contamina-las. O uso do nitrogênio e do fósforo pode causar a eutrofização e consequentemente a proliferação de algas que vão utilizar grande parte do oxigênio ocasionando a mortandade de peixes. Além disto, a eutrofização causa problemas estéticos e recreacionais, maior dificuldade e elevação nos custos de tratamento da água,



problemas com o abastecimento de águas industriais, alteração na qualidade e quantidade de peixes, entre outros (VON SPERLING, 1996).

Outro tipo de contaminação de águas superficiais segundo Oviedo-Rondón, 2008) é através de microrganismos patogênicos como as bactérias *Escherichia coli* e *Salmonella* que estão presentes nas fezes de todos os animais, além disto, gases também são liberados na produção de galináceos, um deles é a amônia (NH<sub>3</sub>) considerada como o gás mais nocivo produzido em galpões de frangos. Ainda segundo o mesmo autor, adicionalmente, o gás NH<sub>3</sub> é o precursor das partículas voláteis muito pequenas conhecidas como PM<sub>2.5</sub> (Particle Matter 2.5µm), as quais são o segundo maior poluente do ar das instalações avícolas. Esta junção somada com microrganismos aéreos afeta significadamente no crescimento das aves.

Além disto, outros impactos acontecem como os odores nos galpões de frangos que são resultantes da degradação microbiana de uma variedade de compostos orgânicos da cama dos frangos, incluindo as fezes e, a proliferação de insetos (mosca doméstica e o cascudinho) e roedores que são atraídos pela grande quantidade de alimento nas granjas, esterco e aves mortas.

## **A) Galinhas poedeiras – Dejetos e Cascas de Ovos**

### **Dejetos**

Segundo Augusto e Kunz (2011), as galinhas poedeiras são alojadas de duas formas basicamente. Uma delas é o sistema convencional onde há um distanciamento entre os andares de gaiolas e o solo para o armazenamento temporário e gradativo dos dejetos ali depositados por gravidade, que permanecem por um longo período sob as gaiolas até que sejam retirados. Assim, estes dejetos deste sistema trazem como característica a menor umidade, quantidade e volume quando comparado com os dejetos frescos

A outra forma de alojamento é a automatizada. Neste sistema, o manejo dos dejetos é realizado diariamente ou a cada dois dias e as excreções

apresentam características como alta umidade, alto teor de nitrogênio, de micro-organismos, matéria orgânica e outros compostos.



**Figura 3 -** Sistema convencional para alojamento de aves poedeiras  
**Fonte:** Augusto e Kunz (2011)



**Figura 4 -** Sistema automatizado para alojamento de aves poedeiras  
**Fonte:** Augusto e Kunz (2011)

Nos dejetos, além dos excrementos, são encontradas penas, ovos quebrados, restos de ração e larvas de moscas (OLIVEIRA, 1991). Estes dejetos são constituídos por substratos complexos contendo matéria particulada e dissolvida como polissacarídeos, lipídios, proteínas, ácidos graxos voláteis, grande número de componentes inorgânicos, bem como alta concentração de microrganismos patogênicos (STEIL, 2001).

A grande maioria dos estudos apresentam valores diferentes em relação aos nutrientes em dejetos de galinhas poedeiras pois, estes estudos não evidenciam se são feitos com base na matéria natural (MN) ou com base na matéria seca (MS) e não citam o tempo em que esses dejetos foram depositados sob as gaiolas até sua avaliação (AUGUSTO, 2007). Estas divergências são apresentadas na tabela abaixo, elaborada por Augusto (2007):

**Tabela 02** - Composição média de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) nos dejetos de galinhas poedeiras

Autor	N	P	K
Kiehl, 1985*	2,8	6	1,7
Gale, 1985 <sup>1</sup>	5		
Bitzer, 1988 <sup>1</sup>	4,7		
Oliveira, 1989 <sup>1</sup>		2,1	
Austic, 1990	3	1,7	1,7
Schepers & Mosier, 1991*	4,5		
Schilke - Garthey, 1992 <sup>1</sup>	5,3		
Leeson et al., 2000*	5	4,2	1,7

\* - dados com base na MS

<sup>1</sup> - dados citados por SIMS, 1995

Fonte: AUGUSTO, 2007

Em relação a quantificação destes dejetos, Augusto (2007) ainda defendeu que: (9)

De acordo com MORENG & EVANS (1990) 100.000 galinhas poedeiras produzem cerca de 12 ton. de esterco dia-1, uma média de 0,11kg por ave dia-1 e COELHO (1973), AUSTIC (1990) e EL BOUSHY (1994) concordaram com uma média de 0,12kg por ave dia-1. ESTEBAN (1978), há mais tempo, ressaltou produção de dejetos diária de 0,09kg por ave. Os dados mais recentes referem-se aos encontrados no MANUAL HY-LINE (2005) e pelos autores LESSON & SUMMERS (2000) com média de 0,1kg de dejetos por ave por dia. Apesar das corroborações entre os dados apresentados apenas os dois últimos citaram que as suas origens são de dejetos frescos, ou seja, com base na matéria natural, porém nenhuma outra informação como, idade das aves, consumo de ração, regime de produção ou tempo de armazenamento dos dejetos sob as gaiolas, foi dada.

TIESENHAUSEN (1984) verificou produção 0,03kg de esterco por ave, porém há mais tempo ESTEBAN (1978) já falava em uma média de 0,025kg de dejetos por ave por dia. Os dois relatos estão expressos com base na matéria seca. (AUGUSTO, 2007 p.11).

Assim, utilizando estes estudos citados como base, o índice médio diário de geração de dejetos de galinhas poedeiras é de 0,1 kg/ave para dejetos de MN e aproximadamente 0,028 kg/ave para dejetos de MS. E, a média destes dois índices é de 0,064 kg/ave/dia.

Ainda segundo Augusto (2007) os dejetos provenientes de sistemas automatizados são de 0,10kg ave-1 dia-1 de matéria natural (MN) e 0,03kg ave-1 dia-1 de matéria seca (MS), para dejetos provenientes de sistemas convencionais este valor é de 0,05kg ave-1 dia-1 (MN) e 0,02kg ave-1 dia-1 (MS).

No Estado de São Paulo existe um projeto de Lei nº 1061 de 05/11/2009 que estabelece a proibição o depósito de lixo e adubo orgânico, bem como dejetos de animais aviários, sobre o solo nas granjas de postura comercial. No artigo 2º deste projeto de lei foi estabelecido que na produção avícola, o manejo do esterco deverá atender exigências, tais como: I – realização de inspeções rigorosas, durante o dia, no esterco acumulado embaixo das gaiolas; II – controle do aumento da umidade do esterco (água de bebida, água de chuva, fezes liquefeitas); III – manutenção do esterco seco, com aplicação de calcário ou de serragem, quando necessário; IV – a retirada do esterco localizado embaixo da gaiola deve ser efetuada no intervalo máximo de 60 dias, e em seguida, efetuar o processo de secagem. No projeto de lei, no seu parágrafo 3º obriga as granjas de postura comercial que, de imediato, forem adquirir o Serviço de Inspeção Federal – SIF, a praticar a secagem dos dejetos das aves através de máquinas apropriadas. E que as unidades com mais de 100.000 mil aves, deverão implantar o sistema de compostagem para dar destino aos dejetos produzidos pelas atividades avícolas.

Para Augusto e Kunz (2011) a compostagem é bastante utilizada como forma de destinação final dos dejetos, pois é um sistema de baixo custo e mão de obra simples. Neste processo, a compostagem é feita de forma aeróbica, e adicionando aos dejetos materiais ricos em carbono (para aumentar a relação

C/N) e de baixa umidade, consegue-se conduzir o processo de forma adequada e extrair um material final de boa qualidade (AUGUSTO; KUNZ (2011)).

A biodigestão é uma alternativa que vem ganhando espaço para destinação de dejetos à medida que é necessário produzir, minimizando os impactos causados ao ambiente, decorrentes do volume de material disponível e sua carga patogênica (BAGO, 2006).

Para Machado (2013) a biodigestão anaeróbia:

é o processo de decomposição de matéria orgânica que ocorre na ausência de oxigênio gerando o biogás e um resíduo líquido rico em minerais que pode ser utilizado como biofertilizante. O biogás é composto principalmente de metano e gás carbônico, ambos com ampla utilização na indústria. A combustão do metano libera energia térmica que pode ser convertida em outras formas de energia, o que dá ao biogás a conotação de Fonte de Energia Renovável (MACHADO, 2013).

Um exemplo de sucesso na utilização de dejetos de galináceos para a produção de biogás foi apresentado por Ramos (2013). O estudo de caso desenvolvido por ele foi realizado no município de Itanhandu-MG, cidade com maior rebanho de galináceos do estado com cerca de 4.080.000 cabeças, onde foi proposto três cenários de aproveitamento energético para geração elétrica a partir de biogás de resíduos sólidos visando avaliar a viabilidade econômica de implantação de termoeletricas a partir de biogás produzido. Um destes cenários foi a utilização de dejetos de galinhas como fonte energética do biodigestor. O resultado obtido ao final das análises apresentadas no estudo aponta que é evidente a viabilidade econômica do projeto.

### **Casca de Ovos**

Para Medeiros e Alves (2014), substâncias orgânicas e inorgânicas é o que compõem a casca do ovo de galinha. Estes autores afirmam que os compostos como  $\text{CaCO}_3$  (Carbonato de Cálcio),  $\text{MgCO}_3$  (Carbonato de Magnésio) e  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  (Fosfato de Cálcio) compõem a fração inorgânica da casca do ovo, enquanto, a película interna que reveste a casca é formada por

glicoproteínas, mucoproteínas, colágeno e mucopolissacarídeos. Dentre estes compostos o  $\text{CaCO}_3$  é considerado o principal constituinte da casca de ovos de galinha, e tem como principal função conferir dureza e resistência mecânica ao embrião (RODRIGUES; ÁVILA, 2017).



**Figura 5 -** Cascas de Ovos

Em relação as características visuais, Sarcinelli et al. (2007) aponta que a cor da casca varia de branco ao marrom escuro e é uma característica genética, determinada pela raça da ave. O autor também afirma que em relação ao ponto de vista nutricional, não há diferença entre os ovos brancos e os vermelhos e que ambos são igualmente ricos em proteínas, vitaminas e sais minerais.

Segundo Almeida (2010), o peso do ovo tipo médio pesa aproximadamente 52g, que está entre os 50g a 55g o que Moraes et al. (2007) também afirma. Oliveira et. al. (2009) afirma que a casca representa 10% do peso do ovo, enquanto Brostow et al. (1999), conforme citado por Oliveira et. al. (2009), afirma que “a casca corresponde em média a 11% do peso total do ovo, composta por 94% de carbonato de cálcio, 1% de fosfato de cálcio, 4% de substâncias orgânicas e 1% de carbonato de magnésio.” Portanto, o peso médio das cascas, levando em conta estes dois últimos autores citados, é de 10,5% do peso total do ovo.

A disposição adequada deste resíduo é de grande relevância, pois pode evitar poluição ambiental e risco para a saúde pública, no entanto, acarreta alto custo para a indústria (CASTRO; BARANÃNO, 2016).

Uma alternativa encontrada para a utilização de cascas de ovos é a conversão deste resíduo em biomaterial cerâmico. O estudo apresentado por Corrêa et al. (2015) teve por objetivo a conversão do carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) presente no resíduo de casca de ovo de galináceos em biomaterial cerâmico a base de fosfato de cálcio via método de precipitação a úmido, ou seja, converter os resíduos da casca de ovo em biocimento de fosfato de cálcio que é um composto cerâmico utilizado na medicina como biomaterial e sua função é a de substituição óssea na reparação e reconstrução de tecido ósseo nas áreas clínicas de ortodontia e ortopedia. A conclusão do trabalho aponta que este biocimento produzido a partir da casca de ovo de galináceos é muito válida, fazendo deste resíduo uma importante fonte de material alternativo para produção de biocimentos.

Outra alternativa para a utilização deste resíduo é servir como base para desenvolvimento de produtos nas indústrias cosméticas, suplementos alimentares, entre outro, já que é uma rica fonte de sais minerais, como o alto teor de cálcio (MURAKAMI et al., 2007 apud DELLACORTE et al., 2017). De acordo com Luft (2005) também citado por Dellacorte et al. (2017), a ingestão diária de alimentos enriquecidos com a farinha de casca de ovo pode contribuir para a ingestão adequada de cálcio sem comprometer a qualidade nutricional da dieta.

## **B) Frango de Corte – Cama de Frango e Aves Mortas**

### **Cama de Frango**

Na cama de aviário são encontradas excretas, penas, ração, água e descamações epiteliais das aves. O tipo de material de substrato utilizado como cama de frango varia conforme a atividade agrária da região e podem ser constituídos de maravalha, serragem, casca de arroz, casca de café, casca de arroz, entre vários outros (PIRES et. al., 2013).

As principais funções da cama aviária são servir de leito às aves, evitar o contato direto da ave com o piso, servir de substrato para absorção de água e



urina, incorporação das fezes e penas e contribuir para redução das oscilações de temperatura no galpão, melhorando o conforto das aves de uma maneira em geral (PAGANINI, 2004).



**Figura 6** - Cama de aviário com dejetos de aves  
**Fonte** – Bado (2006)

Para Queiroz (2015), dentre as características da cama, a umidade é um importante fator, que quando presente em grande quantidade somado com a presença de compostos nitrogenados, pode trazer problemas ambientais e de manejo, por conta do aumento do peso e volume desses resíduos, o que dificulta o manuseio ou a estocagem deste material. Martrenchar et al. (1997) citado por Queiroz (2015) aponta que outro fator que pode influenciar na cama de aviário é a alta densidade de aves, causando inclusive lesões nas aves, como lesões nas patas e peitos, devido aos fatores corrosivos como, a grande quantidade de fezes presentes nas camas, decorrentes da alta densidade de aves.

Tessaro (2011) afirma que o material utilizado como substrato utilizado e o número de ciclos de reutilização influenciam na composição química da cama de aviário e a deixa bastante variável. A reutilização da cama é algo que torna a atividade mais sustentável, entretanto esta prática deve ser utilizada com cautela, até seis vezes, uma vez que a reutilização pode levar a amônia produzida no interior dos galpões a altos níveis (QUEIROZ, 2015). Palhares



(2005) verificou que a medida que a reutilização da cama acontece, a um aumento de determinados minerais na cama de frango, (tabela 3).

**Tabela 03** - Concentração média de Nitrogênio (N), Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), Potássio (K<sub>2</sub>O) e teor de Matéria seca (MS) em camas reutilizada

Resíduo	Nitrogênio (N)	Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Potássio (K <sub>2</sub> O)	Matéria Seca (%)
Cama de aves 1º lote	3,0	3,0	2,0	70
Cama de aves 3º lote	3,2	3,5	2,5	70
Cama de aves 6º lote	3,5	4,0	3,0	70

Fonte: Palhares (2005)

Para Santos e De Lucas Júnior (2001) citado por Bado (2006) foram identificados “uma variação na carga superficial disponível de acordo com o tipo de substrato usado para confecção da cama, a quantidade de material utilizado, a densidade de aves por m<sup>2</sup> e o número de lotes criados sobre a mesma cama”. Esta variação é apresentada na tabela abaixo:

**Tabela 04** - Produção de cama: matéria natural (Kg) matéria seca (Kg e %) e umidade (%) nas diferentes densidades, por lotes

Lote	Densidade Aves/m <sup>2</sup>	MN (Kg)	Umidade (%)	MS		MS/ave (Kg)	DA (Kg MS)
				(Kg)	(%)		
1	10	107,825	28,84	76,556	71,16	1,727	0,949
	16	137,363	33,2	91,366	66,74	1,349	0,839
	22	170,525	39,03	103,511	60,97	1,124	1,124
		<b>138,571</b>	<b>33,72</b>	<b>90,478</b>	<b>66,29</b>	<b>1,400</b>	<b>0,970</b>
2	10	132,500	21,33	104,062	78,56	1,205	1,023
	16	164,313	28,12	118,094	71,88	0,992	0,874
	22	199,838	38,24	123,211	61,76	0,774	0,689
		<b>165,550</b>	<b>29,26</b>	<b>115,123</b>	<b>70,73</b>	<b>0,990</b>	<b>0,862</b>

MN: Matéria Natural

MS: Matéria Seca

DA: Detritos acrescentado pelas aves

Fonte: Bado (2006)

Para Bado (2006) esta tabela mostra um incremento na carga superficial de MN à medida que aumenta a densidade de aves por metro quadrado e à medida que se reutiliza a cama de frango. Este mesmo autor afirma que esta análise pode ser confirmada a partir da análise da MS, isto é, ao aumentar a densidade de aves por metro quadrado e ao reutilizar a cama para criar um novo lote acresce a carga superficial de cama disponível.

Segundo Carneiro et al (2004) citada por Rinaldi (2009) a quantidade de cama gerada gira em torno de 1,5 kg/ave, já para Malone (1992) a média deste valor varia entre 1,6 a 1,8 Kg de cama por ave no período de alojamento. Entretanto, ambos os estudos não classificam se esta quantificação é feita em MN ou MS.

Bratti (2016), afirma que a produção média de cama de é de 2,19 kg por frango na MN, enquanto para Santos e De Lucas Júnior (2003) a média deste valor é de 2,2 kg de cama por frango. Já em relação a MS Fukayama (2008) defende que este valor é de 1,75kg/ave. Portanto, a média entre MN e MS, se baseando nestes autores, é de 2,04kg/ave.

O principal destino adotado, pelos produtos, para este resíduo é a utilização como fertilizantes para suprir à quantidade de nutrientes do solo e das plantas, como apresentado no estudo de Cestorano et al. , onde eles apresentam a utilização da cama de frango na cultura de feijão para aumento da produtividade já que o feijoeiro absorveu mais P, K e N que estavam presentes na cama. Entretanto, para não causar problemas nas plantações o volume de fertilizante utilizado não pode se exercer (BADO, 2006). Uma outra alternativa bastante utilizada era a utilização da cama de aviária para alimentação de ruminantes. Entretanto, a Instrução Normativa nº 8 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, publicada em 06 de março de 2004, ainda em vigor, proibiu o uso da cama de aviário para este fim.

Assim como nos dejetos das poedeiras, a cama de frango também pode ser utilizada em biodigestores degradando a matéria orgânica em meio anaeróbio, produzindo o biogás e biofertilizante (COSTA, 2012).

### **Aves Mortas**

Um outro resíduo originário da avicultura que merece destaque é o das carcaças de aves mortas cujo volume é proporcional a expansão do setor e da concentração de aves em um mesmo local. Para Gedoz (2014) quanto melhor o manejo, menor serão os índices de mortalidade consequentemente uma menor quantidade desse resíduo será gerada. A mortalidade natural de um ciclo de produção de frangos de corte está em torno de 3% a 5% (VALENTE et al., 2007

apud CHRISTÓFOL et al. 2014, p.2), este valor também é defendido por Bado (2006).



**Figura 6 -** Carcaças de aves mortas  
**Fonte:** Gedoz (2014)

O Brasil atual não conta com uma legislação específica que trate da destinação correta de animais mortos e restos de parição que atenda aos aspectos sanitários, ambientais e econômicos, imponha regras aos produtores rurais e fiscalize esse descarte de cadáveres. Entretanto, existe um projeto de lei (PL) 5851/2016 que trata do aproveitamento de carcaças de animais de produção e seus resíduos no campo, para fins não comestíveis. O projeto cria regras para o recolhimento de animais mortos, com exceção daqueles que vieram a óbito por doenças que possam comprometer a sanidade do procedimento, além disto, o texto apresenta um regramento para recolhimento, transporte, estocagem e processamento (BRASIL, 2016).

Os autores Dai Prai e Maronezi, afirmam que:

Na epidemiologia das doenças transmissíveis, as carcaças dos animais mortos nas granjas ocupam lugar de destaque na continuidade do processo infeccioso, uma vez que os hospedeiros suscetíveis ficam expostos à contaminação. Neste sentido, os resíduos devem ser considerados como potencial fonte de infecção para as populações tanto animal como humana que vivem no local (2005, p. 2)

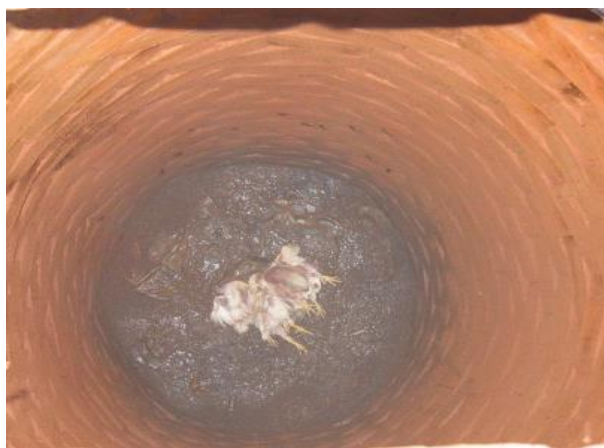
Entre os métodos mais usuais para descarte de cadáveres se encontra a compostagem convencional, fossa anaeróbica, e aterramento (BADO,2006). Augusto e Kunz (2011) defendem que neste primeiro método, diferentemente do que acontece na compostagem de dejetos, ocorre tanto uma decomposição

aeróbica quando uma decomposição anaeróbica, ou seja, os materiais adicionados à pilha de compostagem auxiliam na aeração e na decomposição aeróbia de fora para dentro das carcaças, ao mesmo tempo a decomposição anaeróbica acontece de dentro para fora.



**Figura 7 -** Disposição das aves mortas na composteira  
**Fonte:** Bago (2006)

O resultado do segundo método, de acordo com Bago (2006), é a presença de chorume, metano e outros gases que promovem maus odores, entretanto, este método não apresenta restrições ambientais pois sua estrutura impermeabilizada limita a infiltração dos poluentes. Segundo DE LUCAS JUNIOR (2003) citado por Bago (2006), o enterramento é feito em valas rasas, normalmente sem revestimento e a céu aberto, possibilitando muitas vezes o ataque de animais roedores e escavadores que se alimentam deste tipo de material. Outro impacto mencionado por este autor é em relação ao deslocamento destas valas devido a movimentação das águas da chuva, ocasionando contaminando águas superficiais ou subterrâneas devido a presença de patógenos.



**Figura 8 -** Fossa séptica com carcaças em decomposição  
**Fonte:** Bago (2006)

Porém, estes métodos são considerados de eficiência baixa devido à grande escala produtiva destes animais (ABRAFRIGO, 2017). Para minimizar este problema a Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária) vem trabalhando com uma série de novas tecnologias, como compostagem acelerada, desidratadores, incineradores, trituradores e, inclusive, o uso desses resíduos na produção de biogás. Além disto, a destinação correta de animais mortos nas propriedades rurais brasileiras é objeto de debate de um grupo instituído pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), com a participação da Embrapa (portaria nº216/2016) e do Projeto de Lei nº5.851/2016, que tramita na Câmara dos Deputados e disciplina o aproveitamento de carcaças de animais de produção e resíduos animais no campo para fins não comestíveis (ABRAFIGO, 2017). Ainda nesta linha sobre a destinação de animais mortos, a lei nº 15.413 de maio de 2014, dispõe sobre o tratamento térmico por cremação de animais, entretanto, são para estabelecimentos de ensino e pesquisa e de assistência à saúde veterinária sediados no Estado de São Paulo.

### **3.2.2 Bovinos**

A bovinocultura é dividida em bovinocultura de corte, para produção de carnes e peles e bovinocultura de leite. Os sistemas de produção são agrupados de acordo com os “regimes alimentares” dos rebanhos predominantes no País. Desta forma, segundo Cezar et al. (2005 p. 19) as categorias são: “a) sistema extensivo - regime exclusivo de pastagem; b) sistema semintensivo - pastagem mais suplementação em pasto; e c) sistema intensivo - pastagem mais suplementação e confinamento”.

Os bovinos de corte têm sua criação em sistemas de intensivo, semintensivo ou extensivo. Este último grupo representa em torno de 80% dos sistemas produtivos de carne bovina brasileira (CEZAR et al., 2005). Enquanto os bovinos de leite, ou seja, vacas leiteiras são criadas em sistemas de intensivo ou semintensivo.





**Figura 9:** Sistema extensivo à pasto de criação de bovinos  
**Fonte:** Brigatti, 2015



**Figura 10:** Sistema intensivo de confinamento criação de bovinos  
**Fonte:** Cavanah, 2017

Pohlmann (2000) declara que o manejo extensivo de criação de bovinos é o que ainda predomina no Brasil, no qual os animais ficam soltos e os dejetos espalhados pelo campo em grandes áreas. Apesar disto, o mesmo autor afirma que o impacto ambiental proveniente do gado de corte é menor do que o produzido por gado de leite, isto porque este último produz quantidade superior

de dejetos, sendo que, mesmo em criações não confinadas, ocorre a retenção dos animais em estábulos para ordenha e lavagem dos equipamentos utilizados.

Os dejetos gerados diariamente pela pecuária sofrem pouca atenção, em termos econômicos e ambientais nos sistemas de produção animal que priorizam apenas produtos nobres reservando aos resíduos um destino muitas vezes impróprio.

Segundo Matos (2007), estes dejetos despejados sem o tratamento adequado em corpos d'água podem causar problemas como alterações no pH podendo afetar a fauna e flora, causando a mortandade de peixes e moluscos, por exemplo. Ainda segundo o mesmo autor, outro problema causado é a elevação da DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) que é um método que avalia a quantidade de matéria orgânica na água. A DBO é definida como a medida de consumo potencial de oxigênio para a degradação de certa quantidade de matéria orgânica.

A eutrofização e floração também são impactos relevantes a serem citados. Ao jogar as excretas de animais nos rios a um aumento do teor de nutrientes da água, quando ocorre este aumento, as algas, se reproduzem rapidamente e a este aumento dá-se o nome de floração (TORGAN, 1998). Para Verchi (2016), esta grande quantidade de algas pode danificar turbinas que ficam em reservatórios de água para fins energéticos por obstrução ou correção, podem também, tornar-se um problema de saúde pública, uma vez que as cianobactérias apresentam espécies ou cepas que podem produzir toxinas que não são removidas pelo tratamento convencional da água.

Em relação as carcaças dos animais, Verchi (2016) afirma:

A prática de se deixar cadáveres de animais entrarem em decomposição na pastagem, ou mesmo o seu enterramento, muitas vezes, realizado de maneira inadequada, coloca em risco a saúde animal e favorece a intensificação da contaminação ambiental por microrganismos potencialmente patogênicos. Dentre as diversas formas de ocorrência do botulismo nos animais de produção, pode-se citar o botulismo por veiculação hídrica. Da mesma maneira mesma maneira, pode existir uma ampla contaminação ambiental causada

pelos esporos das bactérias presentes em cadáveres bovinos decompostos, ou em decomposição nas pastagens (VERCHI, 2016).

Ainda segundo Verchi (2016) outra preocupação relacionado a este problema é o risco potencial da encefalopatia espongiforme bovina (BSE) ou seja, a “doença da vaca louca”, cuja sua disseminação ocorre predominantemente pela ingestão de resíduos de carcaça bovinas com o agente etiológico.

### **Esterco**

Segundo Junqueira (2011) os dejetos de origem animal são popularmente conhecidos por esterco, que nada mais é a mistura de fezes urina e camas, que podem ser constituídas palhas, folhas secas ou até mesmo de terra. Assim como nos dejetos de galináceos, a composição dos dejetos de bovinos também dependerá de diversos fatores como a espécie do animal, a natureza e quantidade da alimentação e composição das camas. (AMORIN, 2002 apud JUNQUEIRA, 2011).

A empresa Minerthal, fabricante de suplementos minerais para bovinocultura, elaborou um artigo técnico em 2016 onde aponta que a intensificação nos processos de produção, leva um maior número de animais confinados, tanto no caso da bovinocultura de corte quando na de leite, ocasionando um aumento de dejetos por área ocupada. Este mesmo artigo afirma que a cada 1.000kg de esterco bovino curtido, há o equivalente a 155kg de sulfato de amônia, 100kg de fosfato natural e 40kg de cloreto de potássio.

Segundo Campos (2001) o esterco pode ser classificado de acordo com três consistências: sólido (16% ou mais de sólidos totais, ST), semi-sólidos (12 a 16% de ST), e líquido (12% ou menos de ST).

Vários fatores são influenciáveis na composição, consistência e no volume dos dejetos bovinos, o que acaba por dificultar a quantificação dos resíduos produzidos pelos animais (GELAIN, 2011). Fatores como peso, idade, nível de produção, estado fisiológico, quantidade e qualidade dos alimentos fornecidos aos animais, sistema de produção (extensivo, semiconfinamento ou



confinamento) e até mesmo estação do ano, podem influenciar na quantidade destes dejetos (JUNQUEIRA, 2011).

Pauletti & Motta (2004), um bovino adulto excreta em média 23,5 Kg de fezes e 9,1 Kg de urina por dia, já para Matos (2005), uma vaca leiteira com 400 Kg de peso médio produz de 38 a 50 Kg de excretas diariamente, sendo deste total, 28 a 32 Kg de fezes e o restante, de urina. Junqueira (2011) apresenta que “Um bovino de corte excreta em média 24Kg/dia de dejetos frescos (ENSMINGER et al. 1990), já uma vaca leiteira Holandesa chega a defecar até 40Kg de fezes por dia (FRASER, 1980)”. Para Kozen (2005) a produção diária de esterco (fezes + urina) dos bovinos leiteiros é de aproximadamente 10% de seu peso corporal, o que representa, na maioria dos casos, uma quantidade de 45 a 48 kg/vaca/dia. Já bovinos de corte confinados produzem em torno de 30 a 35 kg/cabeça/dia. Portanto, levando em conta os dados apresentados por estes autores, a média da geração de esterco de bovinos de corte é de 29,7 kg/cabeça/dia, enquanto para bovinocultura leiteira este valor é de 43,5 kg/vaca/dia.

Junqueira (2011) ainda apresenta um estudo desenvolvido por Van Horn et al. (1994), onde foi avaliado os dejetos excretados quanto à composição de nutrientes, em % nas fezes, urina e combinados de ambos, assim como a excreção diária (em gramas) por elemento, apresentados na tabela 5.

**Tabela 05** – Composição em nutrientes das fezes, urina e combinado de ambos, gerados por vacas leiteiras produzindo, em média, 22,7 kg leite/dia e consumo médio de MS de 17,8 kg.

Elemento	Composição (%)			Excreção diária (g)		
	Fezes	Urina	Combinados	Fezes	Urina	Combinados
N	2,7	14	4,3	160	136	296
P	0,85	0,37	0,78	50	32	54
K	0,53	13,98	2,48	31	4	168
Ca	2	0,02	1,72	118	137	119
Na	0,16	4,65	0,8	9	0,3	55
Mg	0,7	0,46	0,67	41	46	0,46
Fe	0,11	-	-	7,4	5	7,6

Fonte: Van Horn (1994) apud Junqueira (2011)

Para Campos (2001) o manejo do esterco pode ser conduzido de várias formas, tais como: manejo do esterco sólido/convencional (esterco é raspado manualmente ou mecanicamente, sendo utilizado, geralmente, sem nenhum tratamento antes de sua utilização como biofertilizante, além disto, o chorume resultante deste processo deve ser depositado em um tanque de esterco líquido ou chorumeira e, posteriormente, utilizado para fertirrigação de áreas de cultura); manejo de esterco líquido (há a necessidade da construção de tanques para coleta, tratamento e homogeneização do esterco líquido oriundos da limpeza das instalações, este manejo apresenta ainda vantagens como melhoramento da fertilidade do solo e baixa utilização de mão de obra); manejo de esterco semi-sólido/misto (trata-se de um sistema de limpeza em que mistura dos dejetos com água sejam apenas o suficiente para facilitar a remoção do esterco, onde é armazenado, normalmente, é feito em tanques ou fossas abaixo ou acima do nível do solo e pode-se utilizar este material para fertirrigação dos solos); manejo em lagoas (o esterco líquido é conduzido para uma lagoa anaeróbia que, após saturada, transborda para uma segunda lagoa projetada pra retenção do esterco líquido, após um período de dois a cinco anos esta lagoa é submetida a uma limpeza para retirada do lodo que é rico em microrganismos e em nutrientes como P, K e N e deve ser aproveitado na adubação orgânica; compostagem (o ambiente aeróbio, com aeração adequada para fornecimento de oxigênio aos microrganismo, é o mais eficiente e rápido à compostagem, embora a decomposição da matéria orgânica possa ser realizada também em ambiente anaeróbico e, em média uma tonelada de composto corresponde a 1,5m<sup>3</sup> de massa).

Outra alternativa segundo Resende (2015), é a utilização de dejetos bovinos para produção de biogás e biofertilizante por biodigestão anaeróbica é uma alternativa viável, já que é uma fonte alternativa para produção de energia e reciclagem de resíduos. Ainda, em função da natureza das transformações biológicas durante o processo de digestão anaeróbia, o produto final tem potencialidade de uso com biofertilizante.

As vantagens do esterco de bovinos como fertilizante são (de acordo com Kiehl, 1985; Malavolta, 1989; Moreira & Siqueira, 2002; Pauletti & Motta, 2004 e Rosa, 2005 citados por Souza et al. 2014):

- melhora da estrutura do solo;
- diminuição dos processos de compactação do solo;
- melhora da aeração e da drenagem do solo;
- diminuição dos efeitos de erosão;
- fonte de macros e micronutriente;
- elevação da CTC do solo;
- melhora da condição de crescimento de raízes;
- contribuição para o aumento de pH em solos ácidos;
- aumento do número de microrganismos úteis no solo, essenciais no combate de pragas;
- traz benefícios por mais tempo, pois fornece lentamente nutrientes, prolongando os efeitos da adubação;
- evita as perdas de minerais por lixiviação.

Em relação a legislação, existe o Decreto nº 8.468, que aprova a Lei nº 997, que dispõe sobre a presença e o controle da poluição do meio ambiente. Entretanto, ainda não existe no Brasil uma legislação voltada para a aplicação de dejetos no solo. Entretanto, segundo Matos (2009 apud Ricardo 2016):

A aplicação de dejetos pode ser baseada na quantidade de nutrientes referenciais, normalmente nitrogênio ou fósforo. Essa quantidade será balanceada com o que está disponível no solo e com o tipo de cultura a ser plantada. Dessa forma, somente será aplicado no solo o que a cultura poderá absorver, de acordo com a sua recomendação agronômica.

### **Água Residual**

Segundo Otenio (2015), água residual é a água descartada após a utilização em diversas atividades ou processos. No sistema de confinamento, onde predomina a produção de gado leiteiro, é gerado grande quantidade de água residual nas diversas etapas do processo.

As águas residuais oriundas de sistemas de produção de leite carregam uma quantidade considerável de materiais poluentes, como dejetos, detergentes e desinfetantes que se não forem retirados podem comprometer a qualidade dos

corpos de água e do solo (OTENIO 2015). Além disto, segundo Pelissari (2013) os nutrientes como nitrogênio e fósforo também constituem as águas residuais de animais, e são responsáveis pela eutrofização. A caracterização detalhada deste material é apresenta na tabela 6.

**Tabela 06** – Caracterização da água residuária de bovinocultura de leite

Parâmetro	Valor
pH	6,54
CE (dS m <sup>-1</sup> )	3,03
ST (mg L <sup>-1</sup> )	16.351
DQO (mg L <sup>-1</sup> )	16.802
DBO (mg L <sup>-1</sup> )	2.380
Ntotal (mg L <sup>-1</sup> )	2.245
N-NH (mg L <sup>-1</sup> )	1.909
P (mg L <sup>-1</sup> )	89,35
K (mg L <sup>-1</sup> )	102,33
Na (mg L <sup>-1</sup> )	37,50
Ca (mg L <sup>-1</sup> )	210,10
Mg (mg L <sup>-1</sup> )	137,55
Zn (mg L <sup>-1</sup> )	1,00
Cu (mg L <sup>-1</sup> )	6,25

Fonte: Silva et al. 2012

As concentrações de contaminantes presentes nesses efluentes são mais elevadas, quando comparados com esgoto doméstico, conforme é apresentado na tabela 07.

**Tabela 07–** Comparação física-química de efluentes produzidos em instalações de bovinocultura de leite e efluente doméstico apresentados pela literatura

Tipo de efluente	DBO <sub>5,20</sub> (mg/L)	DQO (mg/L)	NTK (mg/L)	N-NH <sub>4</sub> (mg/L)	P <sub>Total</sub> (mg/L)	SST (mg/L)	Autores
Efluente produzido em instalações de bovinocultura	-	-	-	-	-	3.585	Silva e Roston (2010)
	2.811	6.144	-	366	89,3	6.144	Wood <i>et al.</i> (2007)
	1.200	-	-	52	44	26	Muñoz <i>et al.</i> (2006)
	2.680	-	102	7,8	25,7	1.284	Newman <i>et al.</i> (2000)
	2.300	-	-	36,00	15	921	Dunne <i>et al.</i> (2005)
Efluente doméstico	350	700	-	30	14	1000	Von Sperling (1995)

Fonte: PELISSARI (2013)

De acordo com Vitko (1999), citado por Pohlmann (2000), a água residual é gerada durante a higienização dos animais, limpeza do local e dos equipamentos. O mesmo autor afirma que somente para estas operações de lavagem ocorre um consumo ao redor de 200 Litros/animal. Polmann (2000) também cita Cronk (1996), onde este afirma que o consumo de água pode variar de 40 até 600 litros por animal. Para Mantovi et al (2003) apud Pelissari (2013), levando em consideração que as instalações de bovinocultura podem produzir de 25 a 40L de água residual diariamente por vaca ordenhada. Assim, a cada 1.000 vacas ordenhadas são geradas de 25.000 a 40.000L de água residual/dia.

Para Otenio (2015), o reuso de água consiste em uma opção para destinação deste tipo resíduo, significando um reaproveitamento de determinada água que foi insumo ao desenvolvimento de uma atividade. Este reaproveitamento ocorre a partir do tratamento da água residuária gerada em determinada atividade para ser usada novamente em atividades menos exigentes. O mesmo autor confirma que a reutilização de águas residuárias pode ser uma alternativa em substituição as águas de boa qualidade para fins agrícolas e de irrigação, com a redução da demanda sobre os mananciais de água devido à substituição da água potável por uma água de qualidade inferior.

Otenio (2015) ainda afirma que:

No Brasil, já existe atividade de reuso de água com fins agrícolas em certas regiões, porém sem controle adequado de impactos ambientais e de saúde pública. Por isso há necessidade de se institucionalizar,

regulamentar e promover o setor através da criação de estruturas de gestão, preparação de legislação, disseminação de informação, e do desenvolvimento de tecnologias compatíveis com as nossas condições técnicas, culturais e socioeconômicas (OTENIO, 2015).

Em relação a legislação, não existe uma específica que trata dos resíduos para cada tipo de criação animal. Porém, de modo geral, as exigências nacionais, para lançamento de efluentes da bovinocultura, suinocultura e de galináceos em corpos hídricos, seguem o disposto na Resolução CONAMA nº430, de 13 de maio de 2011, sobre as condições, parâmetros, padrões e diretrizes de lançamento de efluentes, a qual complementa e altera parcialmente a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. O art. 2º desta Resolução aponta que a disposição de efluentes no solo, mesmo não estando sujeitos aos parâmetros e padrões de lançamento dispostos na Resolução, não podem causar poluição ou contaminação das águas superficiais e subterrâneas. Esta resolução, ainda, encarrega os órgãos ambientais estaduais as funções de fiscalizar, orientar e punir as atividades potencialmente poluidoras, bem como definir diretrizes locais para emissão dos efluentes, caso necessário. Entre as condições de lançamentos de efluentes dispostos no art.16º encontra-se o Ph entre 5 a 9, temperatura: inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C no limite da zona de mistura e a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO 5 dias a 20°C).

Já em relação a água de reuso, pode-se citar a Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos nº 54, de 28 de novembro de 2005 que estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reuso direto não potável de água, e dá outras providências, e está ainda define a Resolução CNRH nº 121/2010, a qual é mais específica em relação à prática do reuso na modalidade agrícola e florestal.

Outros métodos de tratamento para águas residuárias são, segundo Campos (2003):

- Sistemas anaeróbios: bastante apropriados no tratamento de efluentes com elevadas concentrações de material orgânico, como é o caso das águas residuárias provenientes da atividade pecuária.

- Sistemas de lagoas de estabilização: são unidades especialmente construídas com a finalidade de tratar águas residuárias por meios predominantemente biológicos, isto é, por ação de microrganismos naturalmente presentes no meio.
- Fertirrigação: é uma técnica de disposição que ocorre após um tratamento das águas residuárias, na qual o objetivo é o aproveitamento dos nutrientes presentes na água residuária para irrigação e fertilização do solo.

### **Animais mortos**

Assim como já mencionado, o Brasil atual não conta com a legislação específica que trate da destinação correta de animais mortos e restos de parição. Entretanto, existe um projeto de lei (PL) 5851/2016 que trata do aproveitamento de carcaças de animais de produção e seus resíduos no campo, para fins não comestíveis.

Ortolani (2013) explica que nos países europeus existe um serviço funerário animal, subsidiado pelo Estado, que retira os cadáveres das fazendas, dando-lhes um destino adequado, entretanto no Brasil, em boa parte das fazendas, o destino das carcaças é deixá-las onde estão, para que os predadores (urubus, cães, moscas, animais selvagens) a devorem. Para o mesmo autor, este método de eliminação é o pior possível, do ponto de vista sanitário já que estes predadores espalham bactérias e outros agentes, aumentando a propagação de doenças.

A maioria dos estudos que fazem referência as taxas de mortalidade são direcionados para os bezerro. Entretanto, Corrêa et al. (2000) afirma que a taxa de mortalidade total do rebanho é de 2,2%, e segundo Ortolani (2013) o índice “aceitável é de até 7% ao ano, sendo a taxa de mortalidade de bezerros representada por 53,7% da mortalidade total do rebanho. Estudos de mortalidade em fazendas de cria, recria e engorda indicam que 40% das mortes ocorrem até a desmama, incluindo os abortos; 25% da desmama até os 3 anos;

15% dos 3 aos 7 anos, e 20% nos mais velhos, esperando a hora da morte (ORTOLANI, 2013).

De acordo com Cardoso (2006), para evitar o risco de contaminação do ambiente, por meio de fluidos e das secreções excretados pelos cadáveres, as carcaças de animais, mortos por morte natural ou sacrificados, devem ser destruídas o mais rápido possível. Ortolani (2013) apresenta três possibilidades: a queima, para eliminar doenças como botulismo, brucelose e carbúnculo hemático, o enterro ou compostagem. Esta última é a mais ecológica das técnicas e vem sendo lentamente adotadas pelos produtores rurais. Outro método comum para descarte de cadáveres é a convencional, fossa anaeróbica (BADO, 2006).



**Figura 11:** Preparação da compostagem de bovinos  
**Fonte:** EMBRAPA, 2011

### 3.2.3 Suínos

A produção nacional de carne suína vem ganhando espaço no mercado internacional. Em 2013, segundos dados da Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína (ABPA, 2014), o Brasil era o quarto maior produtor de carne suína no mundo (GARTADELO e MELS, 2014).



No Brasil a suinocultura industrial (tecnificada), e consequentemente a sua produtividade têm crescido de forma constante nos últimos anos (SOUZA et al., 2013), Este crescimento mencionado, afeta proporcionalmente no aumento de resíduos provenientes da produção de suínos, uma vez que em função da alta concentração dos rebanhos, os dejetos podem exceder a capacidade de absorção dos ecossistemas locais, tornando uma atividade de grande potencial poluidor devido aos contaminantes contidos nos seus efluentes que podem causar degradação do ar, dos recursos hídricos e do solo (PEREIRA et al. 2009)



**Figura 12 -** Sistema de suinocultura industrial  
**Fonte:** Leossi (2017)

Já pode ser considerado como de entendimento generalizado que o lançamento de dejetos e água residual de suínos em cursos d'água, sem o devido tratamento, provoca o processo de eutrofização dos corpos d'água, altera a biodiversidade aquática e promove a presença de organismos prejudiciais ao ser humano (acarretando problemas como verminoses, alergias e hepatite) e aos animais (gerando a morte de peixes e aumento a toxidade em plantas) (ITO, 2016). Para Oliveira (1996) os microrganismos presentes nestes resíduos podem causar a poluição da água e causar sérios riscos à saúde humana e animal que a consumirem, como leptospirose, tularemia, febre aftosa e peste suína clássica.

Uma das principais aplicações de dejetos suíno é a fertilização agrícola solo. Entretanto, ao antes da realizar estas aplicações tem que se levar em conta a distribuição e densidade da suinocultura, as áreas efetivamente aptas para a recepção dos dejetos e os riscos de poluição ambiental (efeitos da infiltração do nitrogênio no solo e do escoamento superficial do fósforo) (SEGANFREDO; GIROTTI, 2002).

Segundo Pereira (2006) os dejetos de suínos possuem elevada concentração de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), sólidos em suspensão e nutrientes (Nitrogênio e Fósforo). Isto se não tratado ou não manejado, poderá representar uma fonte de poluição.

Outro impacto ambiental da suinocultura é a emissão de gases voláteis pela urina e pelas fezes de suínos, Segundo Lopes, Filho e Alves (2013), citado por ITO, 2016:

O carbonato de amônia ( $\text{H}_2\text{NCOONH}_4$ ) é um composto presente nos dejetos suínos, de odor desagradável e com a capacidade de se dissociar nos gases de amônia ( $\text{NH}_3$ ) e dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). A amônia é um gás que provoca efeitos adversos ao ser humano, como irritação ocular, nasal e na pele, além de gerar distúrbios na condução neural do cérebro. Assim, verifica-se que os dejetos da suinocultura também têm impacto direto sobre o conforto da população, na forma de maus odores e proliferação de inseto. A amônia ainda pode provocar a chuva ácida, que tem implicações tóxicas sobre o solo e a água. O dióxido de carbono é um dos gases que causam o efeito estufa, agravando o aquecimento global (ITO, 2016).

## **Dejetos**

Até a década de 1970, os dejetos da suinocultura não apresentavam um risco aparente ao meio ambiente pois a concentração de animais nas propriedades era pequena. Este cenário começou a mudar a partir da década de 1970 pois a modernização do sistema de produção da suinocultura, ao mesmo tempo que permitiu ganhos de escala e produtividade, resultou em um aumento considerável na produção de dejetos suínos. (ITO et al., 2016)

De acordo com Rizzoni et al. (2012) a suinocultura é considerada, pelos órgãos de controle ambiental, a atividade agropecuária que ocasiona maior impacto ambiental. Para Konzen (1997) os dejetos suínos são constituídos por fezes, urina, água desperdiçada pelos bebedouros e de higienização, resíduos de ração, pelos, poeiras e outros materiais decorrentes do processo criatório. Diesel et al. (2012) afirma que o “esterco por sua vez é constituído pelas fezes dos animais, que contém matéria orgânica, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, sódio, magnésio, manganês, ferro, zinco, cobre e outros elementos incluídos nas dietas dos animais”.

A composição média dos dejetos de suínos é apresentada na tabela 08.

**Tabela 08-** Composição média dos dejetos suínos

Nutrientes	Quantidade (kg/m <sup>3</sup> )	Valor / m <sup>3</sup> (R\$)
Nitrogênio	2,33	1,95
Fósforo	0,66	0,60
Potássio	0,90	0,45
Total	3,89	3,00

**Fonte:** EMBRAPA Suínos e Aves (1997)

Para a Jorge Júnior (2009) a produção total de dejetos em granjas de suínos varia principalmente do manejo de limpeza de cada granja. De qualquer maneira a água estará sempre presente, diluindo e fazendo parte na geração de resíduo final, o que dá aos dejetos de suínos, na maior parte dos sistemas, a característica de efluente líquido. Ainda segundo o mesmo autor, uma alternativa para diminuir a quantidade de água utilizada na higienização é sistemas de manejo que permitam a coleta dos estrumes antes da utilização da água, resultando em um resíduo com característica de esterco ou esterco + urina com variações nas quantidades.

**Tabela 09**—Características químicas dos efluentes de suínos

Parâmetros	Mínimo (mg L <sup>-1</sup> )	Máximo (mg L <sup>-1</sup> )	Média (mg L <sup>-1</sup> )
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	11530,2	38448,0	25542,9
Sólidos Totais (ST)	12697,0	49432,0	22399,0
Sólidos Voláteis (SV)	8429,0	39024,0	16388,8
Sólidos Fixos (SF)	4268,0	10408,0	6010,2
Sólidos Sedimentares (SS)	220,0	850,0	428,9
Nitrogênio Total (NT)	1660,0	3710,0	2374,3
Fósforo Total (PT)	320,0	1180,0	577,8
Potássio Total (KT)	260,0	1140,0	535,7

Fonte: Embrapa (1998), adaptado de Tobias (2002).

De acordo com Ensminger (1990) citado por Jorge Júnior (2009), quando comparado com bovinos e considerando a mesma base (450 kg de peso vivo), os suínos excretam 1,9 vezes mais dejetos que um bovino de corte e 1,3 vezes mais que um bovino leiteiro (aproximadamente 16 ton/ano).

A maioria dos artigos relacionados a quantificação dos dejetos de suínos utilizam os dados obtidos por Konzen (1983) e Oliveira (1993) para quantificar os dejetos de suínos. A média destes valores são de 8,6 L animal/dia para dejetos líquidos e 2,35kg animal/dia para dejetos sólidos.

As alternativas aplicáveis para tratamento dos dejetos dos galináceos e de bovinos também possíveis de usar para os suínos. Assim, alternativas como a compostagem e biodigestão anaeróbica se tornam uma saída adequada para minimizar os impactos desses dejetos no ambiente.

Pereira (2006), aponta outras opções de tratamento dos dejetos (sólido e líquidos) de suínos:

- Decantador de Fluxo Ascendentes: trata-se de um tratamento preliminar onde há a separação da parte sólida da parte líquida dos efluentes de suínos, aumentando a eficiência dos processos subsequentes e valorizando o material resultante (lodo) para uso como adubo orgânico.
- Lagoas Anaeróbicas: trata-se de um tratamento primário, cuja principal função, nessas lagoas, é reduzir a carga orgânica do efluente.

- Lagoas Facultativas: fazem parte do tratamento secundário, no qual funcionam como auxiliares no processo de remoção da carga orgânica e do nutriente do efluente.
- Lagoas de aguapés: Essas lagoas são boas alternativas para remoção de nitrogênio e fósforo do efluente e fazem parte do tratamento terciário.

### **Animais mortos**

As carcaças de suínos mortos também são resíduos de grande relevância, visto que quanto maior a concentração de animais devido a expansão do setor, maior o volume de carcaças.

A maioria dos estudos que fazem referência as taxas de mortalidade são direcionados para os leitões. Entretanto, Palomo (2006) afirma que a taxa de mortalidade total do rebanho de suínos é de 6%, sendo que em rebanhos com alta taxa de mortalidade este valor pode chegar a 20%. Dentro da mortalidade total de suínos, 7,19 morrem durante os primeiros 24 dias (recém-nascidos), sendo que as causas mais frequentes de mortalidade, em relação ao total de nascidos, foram o esmagamento (2,61 %), debilitação (1,45 %), síndrome diarreica (1,10 %) e anomalia genética (0,56%).

Assim como já mencionado, o Brasil atual não conta com a legislação específica que trate da destinação correta de animais mortos e restos de parição. Entretanto, existe um projeto de lei (PL) 5851/2016 que trata do aproveitamento de carcaças de animais de produção e seus resíduos no campo, para fins não comestíveis.

Como já exposto anteriormente, entre os métodos mais usuais para descarte de cadáveres se encontra a compostagem convencional, fossa anaeróbica, e aterramento (BADO,2006).



**Figura 13** - Material demonstrativo para disposição do animal para compostagem: suínos em gesso.

**Fonte:** Paiva, (2005)

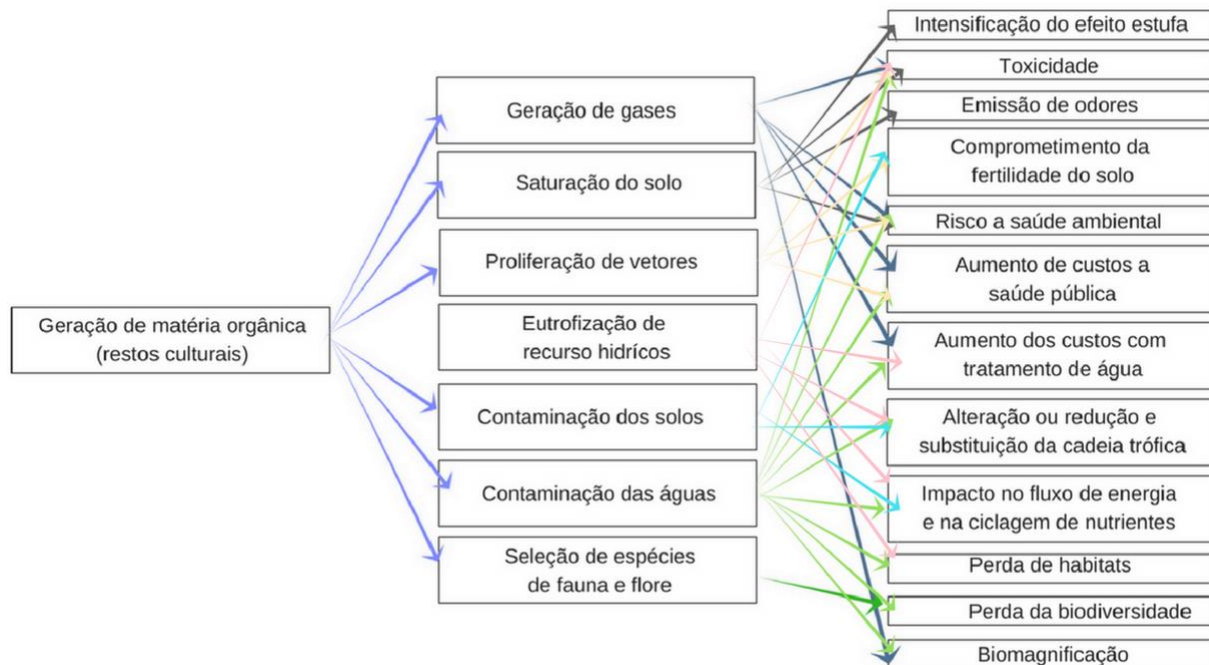
### **3.2 Resto da produção agrícola**

Os resíduos culturais, são compostos pelas partes aérea e raízes das plantas e são compostos basicamente dos mesmos componentes, porém em proporções diferentes, isto é, a proporção de compostos orgânicos como a celulose, hemicelulose, lignina e polifenóis dependem da espécie vegetal e do estágio fenológico em que a planta se encontra (SIMON, 2009).

A utilização de restos culturais na agricultura pode trazer diversos benefícios como a conservação da umidade do solo e o aumento da atividade microbiana, controle da temperatura da camada do solo mantendo-a em níveis mais baixos, principalmente nas épocas do ano de maior incidência solar (SARAIVA; TORRES, 1998). Todavia, o acúmulo excessivo e mal manejado de restos culturais agrícolas no ambiente pode trazer problemas como o aumento da relação C/N, pelo excesso de matéria orgânica (principalmente após gramíneas), o aumento da umidade pode prejudicar as culturas em locais de clima úmido ou em solos de pouca permeabilidade, a facilitação de formação de geadas e o enraizamento superficial das plantas (IDO e OLIVEIRA, 2010)



Além disto, a queima deste material, por sua vez, leva a perda de material orgânico e de alguns elementos voláteis como é o caso do nitrogênio, causando o empobrecimento do solo.



**Figura 14** - Rede de impactos decorrentes da geração de resíduo matéria orgânica  
**Fonte:** IPEA (2012), modificado

### 3.3.1 Cana-de-açúcar

A produção de cana-de-açúcar no Brasil iniciou-se no período colonial, e é uma cultura de grande importância para o agronegócio nacional devido à sua grande produção. O Brasil destaca-se como o maior exportador de açúcar do mundo, já em relação ao álcool, o País também é o maior produtor e exportador mundial. Além destes produtos, a produção de cachaça, rapadura, açúcar mascavo e forragem, também são feitos a partir da cana de açúcar.

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), a produção de cana-de-açúcar estimada para a safra 2016/17 é de 657,18 milhões de toneladas. A produção de Piracicaba em 2016 chegou a 3,18 milhões de toneladas tornando o município o 30º maior produtor do Brasil e 16º maior produtor do estado neste mesmo ano (IBGE,2016).

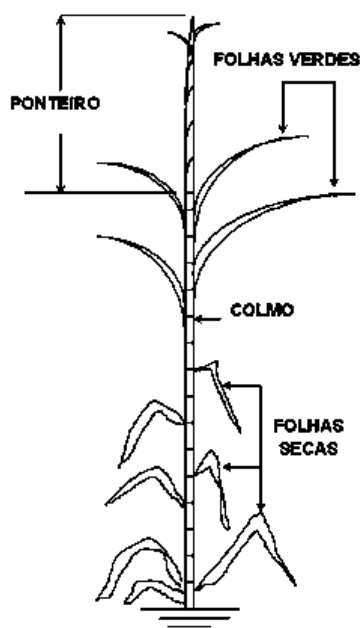
Por muito tempo, a grande maioria da área cultivada com cana-de-açúcar era submetida à queima prévia visando facilitar os procedimentos de corte e carregamento. Porém, o Decreto nº42.056 056 de 6 de agosto de 1997 do Governo de São Paulo, estabeleceu que a queimada devia ser substituída gradualmente pela colheita de cana sem despalha a fogo (Pessatte, 2009).

Desta forma, a colheita mecanizada passou a ser mais presentes nos sistemas de produção. De acordo com Souza et. al. (2005) e Georges (2011), no sistema de colheita sem queima, as folhas (lâmina foliar e bainha) verdes e parcialmente secas (folhas mortas) e os ponteiros são cortadas, triturados e lançados sobre a superfície do solo, formando uma cobertura de resíduo vegetal denominada palha ou palhada, ou seja, toda parte aérea da planta menos os colmos industrializáveis. A porcentagem das folhas e ponteiros são apresentadas na tabela 10.

**Tabela 10 – Composição de palha na cana-de-açúcar**

COMPONENTES	% NA PALHA	UMIDADE (%)
Ponteiro	27,5	76,9
Folhas verdes	36,8	65,7
Folhas secas	35,2	7,6
Terra	0,5	.

Fonte: ESALQ-USP



**Tabela 15 – Partes da planta de cana de açúcar**  
**Fonte:** Paes e Oliveira (2005)



Os compostos dos restos culturais são compostos basicamente dos mesmos componentes, porém, em proporções diferentes. A tabela 11 apresenta estes componentes e suas respectivas proporções, em diferentes regiões do país:

**Tabela 11:** Composição química da palha da cana-de-açúcar em diferentes regiões do Brasil

Palha de cana	Celulose	Hemicelulose	Lignina	Cinzas	Extrativos	Total
	%					
MG	45,30	31,51	16,70	5,90	16,10	99,41
SP	44,44	30,70	19,80	3,90	16,70	98,84
PR	44,98	30,92	18,90	4,80	16,80	99,60
MT	43,57	30,53	19,40	5,30	16,70	98,80
AL	43,02	31,85	20,20	4,40	14,10	99,47
<b>Média</b>	44,26 ± 1,35	31,10 ± 0,78	19,01 ± 1,95	4,86 ± 1,10	16,68 ± 2,83	
<b>Desvio padrão</b>	0,95	0,56	1,38	0,78	2,01	

\*Intervalo de confiança calculado das médias para  $\alpha = 5\%$ .

**Fonte:** Santos et al. (2013)

Georges (2011) ainda afirma que, considerando os resultados em base úmida, a cada 100 toneladas de cana-de-açúcar no campo, aproximadamente 20 toneladas são formadas de ponteiros e folhas e o restante, 80 toneladas, são de colmos industrializáveis. A palha da cana-de-açúcar é constituída basicamente de celulose, hemicelulose e lignina, na proporção aproximada de 40, 30 e 25%, respectivamente (SANTOS, 2012).

Umas das alternativas que pode ser feita com este resto cultura é a utilização do mesmo no sistema de plantio direto. O plantio direto consiste em utilizar os resíduos da cultura anterior e/ou pela palhada formada pelas plantas de cobertura do solo, fazendo com que o mesmo permaneça coberto o tempo todo, isto é, quando não está coberto com palha está coberto pelo dossel da cultura implantada (TRECENTI, 2009).

Para Trecenti (2009) esta forma de utilização da palhada da cana traz diversas vantagens como:

- Os benefícios econômicos: que podem ser expressados pela redução dos custos de produção em função da diminuição no consumo de combustíveis, com a eliminação das operações de preparo do solo, da redução do uso de herbicidas, inseticidas e fungicidas e pelo aumento da

produtividade das lavouras condicionado pelo aumento na eficiência no uso de fertilizantes e pela disponibilidade de água no solo.

- Os ganhos ambientais: que podem ser percebidos pela maior infiltração da água das chuvas no solo, reduzindo a erosão e consequentemente a contaminação dos corpos d'água, o assoreamento dos rios e reservatórios de água, tanto para o abastecimento humano quanto para a geração de energia, aumentando a recarga dos aquíferos, o que auxilia na regularização da vazão das nascentes.
- Os benefícios sociais: são consequência dos serviços ambientais gerados e podem ser notados pela redução na emissão de gases de efeito estufa, em função da diminuição no consumo de combustíveis fósseis; pelo sequestro de carbono na palhada e na matéria orgânica do solo, contribuindo para a melhoria das condições ambientais e gerando oportunidade futura de renda extra com a comercialização de créditos de carbono, em função da redução da emissão e do sequestro.

Outra alternativa para destinação destes resíduos é a produção de etanol, mais especificamente o da segunda geração, isto é, utilizar o bagaço e a palhada da cana como matéria prima deste combustível ao invés do utilizar o caldo, que é utilizado no sistema tradicional (VIEIRA, 2014). Este tipo de combustível traz benefícios como: o aproveitamento da cana-de-açúcar e seus subprodutos; a utilização de insumos já disponíveis nas unidades; aproveitando uma vantagem logística; o aumento da fabricação de etanol em até 50% sem ampliar a área de cultivo; a produção do biocombustível mesmo durante a entressafra da cana e a redução da emissão de carbono durante a produção, gerando um combustível mais limpo (RAÍZEN, 2014).

### **3.3.2 Laranja**

As laranjas foram trazidas ao Brasil a partir das grandes navegações e a colonização do português. De acordo com o Instituto Observatório Social – IOS (2013), a produção nacional destes frutos começou a ter importância nas últimas décadas do século XIX e o estado de São Paulo passou a ser o maior produtor devido as condições climáticas favoráveis e a queda na atividade cafeeira.

Segundo website da Globo (2017) a plantação deste fruto no país tem como principal finalidade a produção de suco, tornando o Brasil o maior produtor e exportador de suco de laranja do mundo, com uma estimativa de cerca de 60% da produção mundial seja se origem nacional.

Os restos culturais provenientes das laranjeiras são as folhas e galhos retirados durante as podas e os frutos que caem naturalmente. De acordo com a Fundecitrus (Fundação de Defesa da Citricultura) a estimativa de taxa média de queda na safra de 2015/16, considerando todas as atividades, foi de 17,62%.



**Tabela 16 – Frutos caídos**  
**Fonte:** Souza (2013)

As composições físicas e químicas dos frutos cítricos vão variar de acordo com seu tamanho. Assim sendo, quanto maior o volume, maior conteúdo de suco, mais baixa a acidez, relação sólidas solúveis mais elevadas e um maior concentração de açúcares (AGUSTÍ & ALMELA, 1991 apud SOUSA 2009).

De maneira geral, os componentes principais das laranjas com cascas são apresentados na tabela 11:

**Tabela 11 – Relatório básico dos componentes principais da laranja com casca**

<b>Componentes/Unidade</b>	<b>Quantidade em 100 gramas</b>
Água (g)	82,3
Valor Energético (kcal)	63
Proteínas	1,3
Gorduras Totais (g)	0,3
Carboidratos (g)	15,5
Fibra Alimentar (g)	4,5

Fonte: Departamento em Informática em Saúde - Unifesp

A maioria dos estudos na literatura sobre destinação deste resíduo diz respeito as cascas e bagaços da laranja oriundos das indústrias de processamento de laranja para produção de suco e néctar. Um destes estudos aponta a opção da utilização deste resíduo, depois de passar por um processo de secagem, moagem e virar um ingrediente para ração animal. A ração animal pode ter no máximo 15 % de umidade. Considerando que a ração produzida a partir desse resíduo tenha 12 % de umidade, das 7960 t de resíduos sólidos são obtidas 2388 t de farelo por dia, utilizado como ingrediente para ração animal (Rezzadori; Benedetti, 2009).

### **3.3.3 Milho**

O milho apresenta inúmeras utilidades, na indústria de rações, na indústria de alimentos, na elaboração de produtos finais, intermediários entres outros. O Brasil, por sua vez, representa 8% da produção mundial de milho ocupando a 3ª colocação no ranking de maiores produtores que é liderado pelos EUA com 37% da produção mundial (FARMNEWS, 2016).

Na colheita do milho quatro tipos de resíduos são gerados: o caule, a folha, o sabugo e a palha da espiga que, geralmente, são deixados no campo para a ciclagem de nutrientes (VALE, et al. 2013). Porém, o sabugo e a palha da espiga são comumente gerados no processamento industrial quando a finalidade é a produção de milho verde em conserva (VALE, et al. 2013).



**Figura 17** – Palhada do milho

**Fonte:** Venturi (2009)

Um estudo realizado por Koopmans e Koppejan (1997) indica que a geração de resíduo na cultura do milho é da ordem de 2,3 t t<sup>-1</sup> de grãos colhidos, com 15% de teor de umidade. Para Freitas et al. (2005) obteve produção média de matéria verde de 41,58t há<sup>-1</sup> e, com palhada seca, de 12,61t há<sup>-1</sup>. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2003) aponta que a produção de palhada do milho tem, em média, de 10 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca.

Vale et al. (2013) ainda aponta que:

Borghie e Crusciol (2004 apud FREITAS, et al., 2005) encontraram, para o plantio com espaçamento entre fileiras de 0,50 m, produção de palhada seca coletada em torno de 123 dias de 8,14 t ha<sup>-1</sup>, e para espaçamento entre fileiras de 0,8m, 9,33 t ha<sup>-1</sup>, coletada na mesma época. Cruz e Arns (2004) obtiveram produção de biomassa (palhada) do milho com produtividade média de 13,45 t ha<sup>-1</sup>. Os autores afirmam ainda que, com espaçamento de 0,40 m entre fileiras com 50.000 plantas ha<sup>-1</sup>, obtiveram uma produção de 14,046 t ha<sup>-1</sup>, e com um espaçamento de 0,80 m entre fileiras com 50.000 plantas ha<sup>-1</sup> obtiveram 13,486 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca (VALE, 2013).

Portanto, levando em conta todos estes autores citados, a média de produção de palhada é de 11,58 t ha<sup>-1</sup>.

Os compostos dos restos culturais são compostos basicamente dos mesmos componentes, porém em proporções diferentes. A tabela 12 apresenta estes componentes e suas respectivas proporções:

**Tabela 12:** Composição química da palhada de milho em porcentagem

Lignina sol.	5,35
Lignina insol.	8,79
Lignana total	14,14
Holocelulose	57,49
Celulose	41,18
Polioses	16,31
Extrativos	28,53
Cinzas	1,52
Umidade	12,96

Fonte: Salazar (2005)

Por muito tempo, a palhada de milho era geralmente incinerada ou utilizada como cama nos criadouros de aves nas propriedades rurais brasileiras (PAES et al. 2008). Entretanto, atualmente este material está sendo deixado solo para a realização do plantio direto para a ciclagem de nutrientes, que traz diversos benefícios como já citado anteriormente na caracterização da cana-de-açúcar.

Outra alternativa para utilização do palhada do milho é a produção de energia com este material. De acordo com o estudo realizado por Vale (2013) os resíduos da cultura do milho têm potencial para a utilização na geração de energia, sendo que o caule e a folha destacam-se entre os resíduos da cultura do milho quanto à produção de biomassa e estoque de carbono, produzindo juntos, em torno de 70% da biomassa total e a palha de milho, mesmo tendo um teor de cinzas maior que o caule e o sabugo, destaca-se no potencial energético produzindo o dobro da densidade energética do caule e da folha.

### **3.4 Resto da produção florestal**

Dentro do setor florestal, a silvicultura tem sido um dos setores da economia brasileira com maior crescimento nos últimos anos. A atividade da silvicultura se ocupa do estabelecimento, desenvolvimento e da reprodução de florestas, visando múltiplas aplicações, tais como a produção de madeira, o carvoejamento, a produção de resinas, a proteção ambiental, entre outros. (IBGE, 2009). Este crescimento pode ser justificado porque a preocupação com

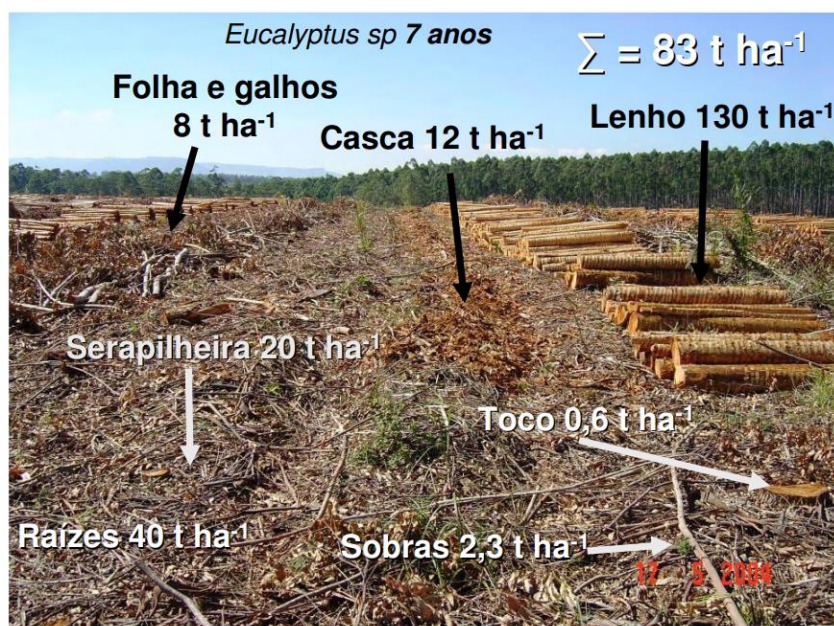
o meio ambiente e as diversas formas de vida vem começando a tornar-se parte do cotidiano e atividades das empresas.

O setor florestal, assim como na maioria das atividades produtivas, apresenta perdas no processo produtivo, desde o corte da árvore até seu processamento em indústrias primárias e secundárias (IBGE, 2009). Grandes quantidades de sobras de menor valor comercial são produzidas, chamados tradicionalmente de resíduos. Resíduo florestal é todo e qualquer material proveniente da colheita ou processamento da madeira e de outros produtos florestais que permanece sem utilização definida durante o processo, por limitações tecnológicas ou de mercados, sendo descartado durante a produção (NOLASCO, 2000). Os resíduos florestais podem ser classificados quanto à origem em: resíduo de colheita florestal, resíduo do processamento mecânico da madeira, resíduo da produção de celulose e papel, entre outros. (IPEA, 2012)

De acordo com Arthur Junior (2008), os resíduos florestais, que é todo material orgânico que fica pós colheita, são: Folhas, galhos finos e grossos, cascas, sobras de madeira, tocos, raízes, serapilheiras. Por apresentar esta composição, os resíduos de madeira são considerados heterogêneos devido às variedades em que apresentam.

Arthur Junior (2008) afirma que o total de resíduos florestais chega a aproximadamente 83 toneladas por hectare. Deste total, 8t são de galhos, 12t são de cascas, 20t são de serapilheira, 40t são de raízes, 0,6t toco e 2,3t de sobras.





**Figura 18-** Quantidade de restos da produção vegetal  
**Fonte:** Arthur Junior (2008)

O resíduo da madeira possui tradicionalmente dois fins principais: a utilização do material para produção de energia elétrica e térmica, e o uso em granjas como para cama de frango (IPEA, 2012). (tabela 13)

**Tabela 13-** Uso tradicional dos resíduos de madeira

Uso	Resíduo	Descrição
Adubo	Serragem em geral e madeira sólida picada	Usada <i>in natura</i> ou após etapas de compostagem para proteção do solo e como adubo. Inclui a cama de aviário usada.
Cama de aviário	Serragem em geral	Serragem macia para contato com animais. Após o uso, a serragem suja com dejetos pode ser usada como adubo.
Carvão e combustíveis	Pontas, tocos, sobras, rejeitos, costaneiras, cascas e galhos	Processos industriais para produção de carvão, álcool, metanol e gás combustível.
Energia elétrica	Pontas, tocos, sobras, rejeitos, costaneiras, cascas e galhos, bem como briquetes de serragem prensada	Usado como lenha em usinas termoelétricas para obtenção de energia elétrica. Há o problema da emissão de poluentes na atmosfera.
Energia térmica	Pontas, tocos, sobras, rejeitos, costaneiras, cascas e galhos, bem como briquetes de serragem prensada	Queima para obtenção de calor. Uso em fornos de padarias, pizzarias, olarias e em caldeiras industriais. Há o problema da emissão de poluentes na atmosfera.
Extração de óleos e resinas	Serragem em geral	Extração industrial de óleos e resinas para uso como combustível, resinas plásticas, colas e essências.
Madeira reconstituída	Serragem em geral	Fabricação de chapas de madeira reconstituída.
Lenha	Pontas, tocos, sobras, rejeitos, costaneiras, cascas e galhos	A utilização da lenha tem larga tradição no Brasil, porém, nos últimos anos, vem sendo diminuída devido à popularização do gás de cozinha.

**Fonte:** Teixeira (2005) apud IPEA (2012)

Não existe, atualmente, uma legislação específica que trate sobre os restos da produção florestal. Todavia, o Decreto nº 2.661, de 8 de julho de 1998,

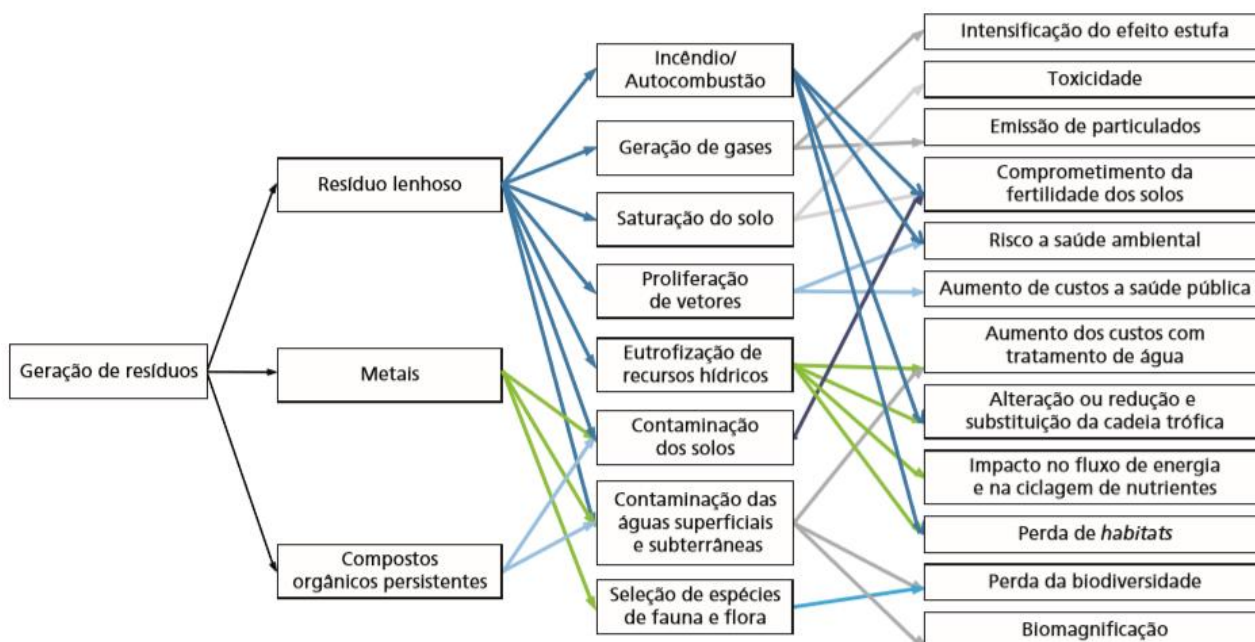


em seu art. 1º veda o emprego de fogo para queima pura e simples, assim entendida aquela não carbonizável, de aparas de madeira e resíduos florestais produzidos por serrarias e madeireiras, como forma de descarte desses materiais.

Em Piracicaba, a silvicultura é representada pela produção de Eucalipto. Esta produção permanece constante, segundo o IBGE (2016), desde de 2014, que foi ano que os dados deste setor começaram a serem contabilizados. Portanto, em 2016 a produção de Eucalipto alcançava 3.500ha, deixando o município de 83º colocado do estado e 565º colocado no país com relação a área plantada de Eucalipto.

Já em relação aos impactos negativos provocados pela geração dos resíduos florestais (tabela 14), o diagnóstico de resíduos agrossilvopastoris realizado pelo IPEA (2012), apresenta três tipos de resíduos: o resíduo lenhoso, os metais e os compostos orgânicos persistentes. O primeiro pode causar impactos como incêndio (influenciando na perda de *habitats* e alterando ou reduzindo e substituindo a cadeia trófica), geração de gases, saturação do solo, proliferação de vetores, eutrofização de recursos hídricos, contaminação do solo e contaminação das águas superficiais e subterrâneas (IPEA, 2012).

Segundo este mesmo diagnóstico, o segundo resíduo mencionado resulta na contaminação do solo e contaminação das águas superficiais e subterrâneas e seleção de espécies de fauna e flora. O terceiro por sua vez, influencia negativamente na contaminação dos solos e na contaminação das águas superficiais e subterrâneas (IPEA, 2012).



**Figura 19** - Rede de impactos decorrentes da geração de resíduo florestal  
**Fonte:** IPEA (2012)

### 3.5 Embalagens de produtos fitossanitários

A Lei Federal nº 7.802 de 11 de julho 89, regulamentada através do Decreto 98.816, no seu Artigo 2º, Inciso I, define o termo Agrotóxicos da seguinte forma:

Os produtos e os componentes de processos físicos, químicos ou biológicos destinados ao uso nos setores de produção, armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas nativas ou implantadas e de outros ecossistemas e também em ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora e da fauna, a fim de preservá-la da ação danosa de seres vivos considerados nocivos, bem como substâncias e produtos empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores do crescimento. (BRASIL, 1989).

Todo defensivo agrícola no Brasil exibe no rótulo sua classificação toxicológica (potencial de risco à saúde humana) e sua classificação ambiental (potencial de risco ao meio ambiente). Deste modo, a Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária, do Ministério do Meio Ambiente, através do anexo III da

Portaria nº 03 de janeiro de 1992, apresenta as seguintes classes toxicológicas destes produtos:



**Figura 20:** Classes toxicológicas de agrotóxicos

**Fonte:** Ministério do Meio Ambiente

Já, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais (IBAMA), por meio da Portaria Normativa IBAMA nº 84, de 15 de outubro de 1996, informa a classificação quanto ao Potencial de Periculosidade Ambiental, que são:

Classe I - Produto Altamente Perigoso;

Classe II - Produto Muito Perigoso;

Classe III - Produto Perigoso (medianamente);

Classe IV - Produto Pouco Perigoso.

Os agrotóxicos podem ser definidos como quaisquer produtos de natureza biológica, física ou química que têm a finalidade de exterminar pragas ou doenças que ataquem as culturas agrícolas (IPAM, 2012). Entre os defensivos agrícolas ou agrotóxicos são encontrados produtos que controlam plantas invasoras (herbicidas), insetos (inseticidas), fungos (fungicidas), bactérias (bactericidas), ácaros (acaricidas) e ratos (rodenticidas). Também são considerados defensivos agrícolas os reguladores de crescimento, que aceleram o amadurecimento e floração de plantas, por exemplo (IPAM, 2012).

Isto posto, Barreira (2002, p.2) afirma que os resíduos de embalagens de agrotóxicos são caracterizados como resíduos perigosos (classe I), de acordo com a classificação definida pela norma NBR10004:2004. Pois, contém substâncias químicas que modificam o ambiente nas suas mais diferentes formas de vida.

Segundo o site Mundo Estranho da Editora Abril apresenta os três defensivos mais nocivos para o nosso organismo, que são

- Inseticidas: pode apresentar compostos orgânicos como os organoclorados (muito perigosos) que deixam resíduos permanentes nos tecidos gordurosos de mamíferos peixes e aves. Quem comer a carne de um desses animais contaminados, será igualmente afetado. O veneno também permanece no meio ambiente por mais de 100 anos. Outros compostos presentes nos inseticidas, porém, com menos grau de periculosidade são os organofosforados e os carbamatos.

- Herbicidas: os compostos que são mais perigosos são paraquat. Esse tipo de produto ataca gravemente todos os tecidos do organismo. A intoxicação pode se dar por inalação ou ingestão. Se consumido acidentalmente em estado puro, basta uma simples colher de chá para matar. Em seguida são citados os glifosate e os clorofenólicos.

- Rodenticidas: são mencionados os fluoracetato de sódio, o fosfeto e hidroxycumarínicos. Entretanto, a categoria dos rodenticidas é a mais venenosa de todas. Desta maneira, o seu uso é proibido no Brasil.

Para acondicionar estes produtos são necessárias embalagens adequadas. De acordo com o Cantos et al. (2008, p.10), atualmente os agrotóxicos são colocados no mercado em diferentes tipos de embalagens:

- Embalagens rígidas laváveis: são as embalagens plásticas, metálicas e de vidro que acondicionam formulações líquidas de agrotóxicos para serem diluídas em água (Tabela 14);

**Tabela 14:** Tipo de Embalagem Rígida Quanto à Matéria Prima

TIPO	COMPOSIÇÃO	DESTINO
<b>Metal</b>	Aço Folha de Flandres Alumínio	Tarugo de aço Vergalhões Alumínio Reciclado
<b>Plástico</b>	PEAD* COEX** PET***	Conduites Conduites Fios para escovas e carpetes
<b>Vidro</b>	Vidro	Vidro
<b>Fibrolata</b>	Aparas de madeira	Queima

\*Polietileno de alta densidade

\*\*Polietileno coextrudado multicamada

\*\*\*Polietileno tereftalato

Fonte: MACÊDO (2002) (8)

- Embalagens rígidas não laváveis: são as que não utilizam água como veículo de pulverização: embalagens de produtos para tratamento de sementes, Ultrabaixo Volume (UBV) e formulações oleosas;
- Embalagens flexíveis: são os sacos ou saquinhos plásticos, de papel, as metalizadas, mistas ou de outro material flexível, todas não são laváveis (Quadros 15 e 16);

**Tabela 15:** Embalagem Rígida Quanto à Matéria Prima

TIPO	COMPOSIÇÃO	DESTINO
<b>Papelão</b>	Celulose	Queima
<b>Papel Multifoliado</b>	Celulose	Incineração

Fonte: MACÊDO (2002) (8)

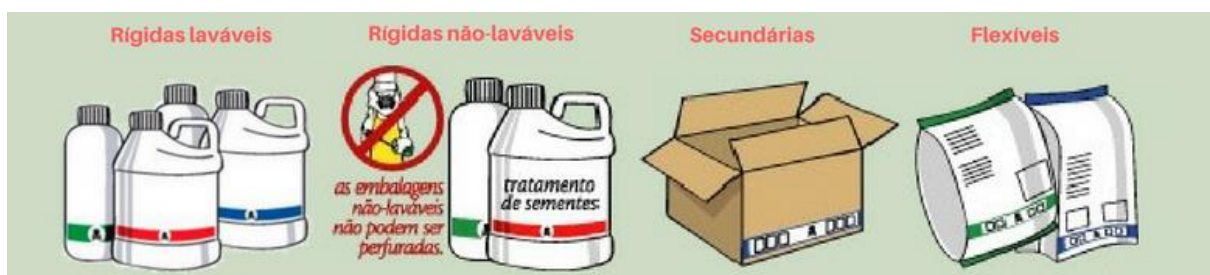
**Tabela 16:** Tipo de Embalagem Rígida Quanto à Matéria Prima

TIPO	COMPOSIÇÃO	DESTINO
<b>Cartolina</b>	Celulose	Queima
<b>Plástico</b>	PEBD* Papel + plástico metalizado	Incineração Incineração
<b>Mista</b>	Papel + alumínio plastificado Papel plastificado	Alumínio reciclado Incineração

\*Polietileno de baixa densidade

Fonte: MACÊDO (2002) (8)

- Embalagens secundárias: são rígidas ou flexíveis e acondicionam embalagens primárias, não entram em contato direto com as formulações de agrotóxicos e são consideradas embalagens não contaminadas e não perigosas, tais como caixas coletivas de papelão, cartuchos de cartolina, fibrolatas e as embalagens termomoldáveis.



**Figura 21:** Diferentes tipos de embalagens  
Fonte: InPEV



**Figura 22:** Placa de classificação de embalagens vazias de agrotóxicos instalada na central de recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos  
Fonte: COPLACANA

As embalagens vazias de agrotóxicos, quando abandonadas no ambiente ou descartadas em aterros e lixões levam centenas de anos para se decompor. O vidro por exemplo, de acordo com o Ministério do Meio Ambiente demora em média 1000 anos. Se estiverem com resto de agrotóxicos, estas embalagens

aumentam seu potencial de contaminação já que alguns tipos de inseticida, fungicida e herbicidas permanecem no ambiente por muito tempo.

Outro impacto negativo de grande relevância mencionado por Barreira & Philippi (2002) citado por Cantos (2008) é causado pelos resíduos químicos tóxicos contidos nas embalagens, uma vez que, sob ação da chuva, podem migrar para o solo e para as águas subterrâneas, sendo este tipo de transporte dos agrotóxicos denominado de lixiviação. Outro tipo importante de transporte ocorre quando este ocorre na superfície do solo juntamente com a água das enxurradas, sendo denominado de escoamento superficial. Vale destacar que o primeiro tipo de transporte mencionado é a principal forma de contaminação das águas subterrâneas enquanto o segundo tem papel fundamental na contaminação das águas superficiais (rios, lagos, córregos, açudes, etc.). (BARREIRA & PHILIPPI, 2002 apud CANTOS et al. 2008, p.10).

Além destes problemas causados diretamente ao ambiente é válido destacar aqueles que de alguma forma interferem na saúde da população pois, alguns destes produtos são cancerígenos, são tóxicos ao sistema reprodutivo ou ao desenvolvimento de fetos, são tóxicos ao sistema nervoso e prejudiciais ao sistema hormonal (IPAM, 2012).

Isto posto, é válido afirmar que todos os defensivos são tóxicos à saúde humana e ao meio ambiente. Assim, um defensivo de classe toxicológica I traz risco mesmo quando a exposição é pequena, ou seja, mesmo se o organismo é exposto a ele por pouco tempo ou a baixas doses. No entanto, um defensivo de classe toxicológica IV também traz risco se a exposição a ele for grande, isto é, se o organismo for exposto a ele por longo tempo, ou a altas doses.

Desta forma, devido a toxidades dos produtos guardados por estas embalagens e da utilização dos mesmos em grande escala no país a partir de 1960, diversos setores envolvidos na cadeia agrícola buscaram soluções que envolvia o descarte adequado das embalagens de defensivos agrícolas (SILVA et al., 2016).

Com início da década de 1980, algumas legislações mais específicas começaram a ser criadas. A Lei 7.802/89 é uma delas. Conhecida como Lei dos Agrotóxicos ela regulamenta a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final





Assim, em 2001, foi fundado o Instituto Nacional de Procedimento de Embalagens Vazias (InpEV), entidade sem fins lucrativos que representa a indústria dos fabricantes de agrotóxicos em sua responsabilidade de conferir a correta destinação final às embalagens vazias daqueles produtos e tem como objetivo gerir o processo de destinação final das embalagens vazias de agrotóxicos, estabelecido pela Lei 9.974/00 (CANTOS, et al. 2008)

O Art. 56 da Lei 9.605/98 dispõe que produzir, processar, embalar, importar, exportar, comercializar, fornecer, transportar, armazenar, guardar, ter em depósito ou usar produto ou substância tóxica, perigosa ou nociva à saúde humana ou ao meio ambiente, em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou nos seus regulamentos, podem resultar em pena de reclusão de 1 a 4 anos e multa.

Para o transporte de Agrotóxicos e afins, conforme o Decreto 4.074/02, Art. 63, está sujeito as regras e os procedimentos estabelecidos na legislação específica. O transporte deve ser realizado por um condutor habilitado pelo SENAI ou SENAT. Quanto à comercialização, conforme Art. 7 da Lei 7.802/89, que para serem vendidos ou expostos à venda em todo o território nacional os agrotóxicos e afins são obrigados a exibir rótulos próprios e bulas redigidas em português, e devem acompanhar segundo Art. 64 do Decreto 4.074/02 a emissão e apresentação de um receituário próprio de agrotóxicos, por um profissional legalmente habilitado.

A destinação final de resíduos ou embalagens vazias de agrotóxicos deve corresponder, aos critérios previstos nos Art. 51 a 60 do Decreto 4.074/02, e a Portaria Normativa do IBAMA nº 84 de 15 de outubro de 1996.

Diante do exposto, observar-se que há uma forte legislação que estabelece critérios e parâmetros, desde a fabricação, comercialização, uso e descarte dos agrotóxicos e afins com o objetivo de que tais substâncias não afetem o meio ambiente e/ou a saúde humana.

Conforme dados do InpEV, em 2011, o Brasil tinha 94% de suas embalagens plásticas destinadas corretamente, tornando o país líder e referência mundial no assunto. Em segundo lugar vem a França, com 77%, seguida pelo Canadá, com 73%. Os Estados Unidos vêm em 9º lugar, com 33%.

Em 2016, o volume total de embalagens vazias chegou a 44.528 toneladas. Já no município de Piracicaba, de acordo com a COPLANA,

anualmente é recebido em torno de 300 toneladas de embalagens vazias por ano, ou seja, 0,67% do total nacional.

Tabela 15 – Quantidade de embalagens vazias de agrotóxicos (EVAs) devolvidas por ano no Brasil

	2010	2011	2012	2013	2014
Embalagens destinadas (mil t)	31,2	34,2	37,2	40,4	42,6
% de embalagens primárias destinadas	94	94	94	94	94
% de embalagens secundárias destinadas	80	80	80	80	80

**Fonte:** InpEV (2013; 2014; 2015) apud Silva (2016)

A tabela a baixo (tabela 16) mostra dados estatísticos de recolhimento de embalagens vazias no estado de São Paulo, onde é possível observar que o número de recolhimento de embalagens vem crescendo nos anos apresentados.

**Tabela 16-** Destinação Final Acumulado Janeiro à Dezembro anos 2006/2009.  
Base: Dezembro 2009 (Kg)

Estado	Anos			
	2006	2007	2008	2009
São Paulo	2.905.402	3.063.805	3.036.029	3.598.033

**Fonte:** InpEV, 2009

## 4. Material e Métodos

### 4.1 Local de estudo

Piracicaba é um município brasileiro situado no estado de São Paulo que possui as cidades de Rio das Pedras e Saltinho como municípios vizinhos. Apresenta altitude de 540m e está entre os meridianos de 47°30' e 48°10' W.G. A sede do Município se encontra a 22°42'30" de latitude sul e a 47°38'01" de longitude WG. (RANZANI, Guido. *Subsídios à Geografia de Piracicaba*. Piracicaba: IHGP, 1976, p.13). Apresenta ainda, clima subtropical úmido de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger: Cfa.



**Figura 23:** Mapa de localização do município de Piracicaba-SP

**Fonte:** ABREU, 2006

Há uma grande diversidade de solos, com boa fertilidade em determinadas áreas, o que acaba favorecendo a agricultura no município. Os principais solos são os do tipo latossolo, que têm textura média ou argilosa, densos e aptos para reter água. A fertilidade é variável, sendo predominantemente baixa, necessitando de adubação e adequação para que atinja bons níveis de produtividade.

O município de Piracicaba, possui uma população estimada em 394.419 habitantes. Sua área total é de 1.376,91 km<sup>2</sup>, sendo que 1.147,25 km<sup>2</sup> é referente a área urbana e os outros 229,66 km<sup>2</sup> referente a área rural. É o 19º município do Estado em extensão (IBGE, 2016), estando a uma distância de 152km da capital do Estado de São Paulo.

Piracicaba se encontra na 34ª posição das cidades com maior Produto Interno Bruto no Brasil apresentando um valor total de R\$20.273.704.000,00 (IBGE, 2013). Deste total o setor que mais gerou riqueza no município foi o setor de serviços que movimentou mais de R\$ 8,6 bilhões, o que correspondeu a 42,5% do PIB piracicabano naquele ano. Já a indústria contribuiu com 5,9 bilhões, ou seja, 29,55% do produto interno bruto.

Com base nos dados fornecidos pelo Instituto de Pesquisa e Planejamento de Piracicaba (IPPLAP, 2016), desde o ano de 2013 a Balança Comercial do município vem sendo negativa, ou seja, o valor da importação é maior do que o valor das exportações. No ano de 2016 este valor foi de US\$-198.787.396.

Na agricultura, o cultivo de laranja destaca-se entre as culturas permanente com uma produção em 2016 de 66.780t, toneladas seguidas da

produção de tangerina com 1.800 toneladas e, da de banana, com 1.500 toneladas. Enquanto, o cultivo de cana de açúcar, com uma produção de 3.185.500 toneladas, o milho produzindo 11.150 toneladas e a melancia 9.000 toneladas, destacaram-se nas culturas temporárias, no mesmo ano. A pecuária também é representativa, com quase dois milhões de cabeças, destacando-se o rebanho de 50 mil cabeças de gado e 4 milhões de aves (IBGE, 2015).

#### **4.2 Identificação e quantificação dos tipos de atividades agropecuária e florestal no município;**

Através de informações coletadas no IBGE e IPPLAP (Instituto de Pesquisa e Planejamento de Piracicaba), foi realizado um levantamento do que foi produzido na agricultura, na pecuária e na silvicultura no ano de 2016 no município de Piracicaba. Identificou-se, também, qual a quantidade produzida de cada produto.

#### **4.3 Elaboração de um mapa da localização destas atividades na área rural de Piracicaba;;**

Com apoio do Sema (Secretaria Municipal de Agricultura e Abastecimento) e com base no último Censo Agropecuário do município do ano de 2006, foi definido o número total de propriedades rurais e o porte das mesmas.

#### **4.4 Identificação, caracterização, classificação e quantificação dos tipos de resíduos gerados pelas atividades agrossilvipastoris no município de Piracicaba;**

Foram levantados os tipos de resíduos gerados em cada tipo de produto/atividade agrossilvopastoril através de revisão de literatura e das informações coletadas no IBGE e IPPLAP do ano de 2016 e foram definidos os índices de geração por quantidade de produto, através da revisão de literatura. Com base nestes dados secundários coletados, foram estimados os índices de geração de resíduo para cada tipo de produto. Identificou-se também na

literatura a composição química e as características físicas e biológicas de cada resíduo. A partir dessa caracterização, foi realizada a classificação baseada na NBR 10004, através de busca em fontes conhecidas e não conhecidas.

#### **4.5 Identificação dos impactos ambientais negativos potenciais dos resíduos gerados e demonstração dos principais problemas relacionados a eles;**

O conceito de impacto ambiental de acordo com a Resolução CONAMA nº001/86 (Brasil, 1986) se configura em:

qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

I – a saúde, a segurança e o bem-estar da população;

II – as atividades sociais e econômicas;

III – a biota;

IV – as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;

V – a qualidade dos recursos ambientais (BRASIL, 1986)

Através da revisão de literatura, foram identificados estes possíveis impactos negativos causados pela disposição, manejo e tratamento inadequado dos resíduos da agropecuária e silvicultura, apontando os problemas recorrentes atuais e desdobramentos que poderão acontecer, caso não haja um controle apropriado. Isto posto, será possível difundir um alerta para a sociedade agrossilvopastoril piracicabana.

Através de entrevista com os técnicos da SEMA, SEDEMA e CETESB, identificou-se se tem ocorrido impactos negativos e em que tipo de atividade e em que regiões do município.

#### **4.6 Levantamento e avaliação de soluções adequadas ao gerenciamento dos resíduos agrossilvopastoris gerados no município.**

Com base na revisão de literatura e na análise de estudos de caso, foram identificadas ações que já vem sendo feitas para o gerenciamento adequado dos

resíduos deste setor, objetivando a recuperação de matérias-primas, a reciclagem da matéria orgânica, a geração de energia e a minimização dos impactos ambientais decorrentes destas atividades.

Desta forma, os dados agrupados serão uma ferramenta que facilitará a escolha de métodos adequados de gerenciamento para cada resíduo, auxiliando na elaboração dos Planos de Gerenciamento de Resíduos (PGRS) pelos geradores e na revisão do PMGIRS.

## **5. Resultados e Discussões**

### **5.1 Resíduos da produção animal**

Os dados do IBGE (2016), mostram que a pecuária no ano de 2016 no município de Piracicaba foi representada pela criação de bovinos, bubalinos, caprinos, codornas, equinos, galináceos, ovinos e suínos, além da produção de leite de vaca, ovos de codornas, ovos de galinhas, mel de abelha e lã. A tabela 17 apresenta o rebanho total para cada tipo de criação e, a tabela 18 apresenta a quantidade produzida de cada produto.

**Tabela 17 – Produção da Pecuária Municipal (Animais) –2016**

<b>Rebanho</b>	<b>Efetivo do Rebanho em cabeças</b>
Bovino	55.226
Bubalino	411
Caprino	258
Codorna	510
Equino	910
Galináceo	4.580.000
Ovino	1.437
Suíno	6.280

Fonte: IBGE (2016)

**Tabela 18**– Produção da Pecuária Municipal (Produtos) –2016

Produto	Quantidade Produzida
Leite de Vaca	4.250.000 litros
Ovos de Codorna	7.000 dúzias
Ovos de Galinhas	1.113.000 dúzias
Mel de Abelha	11.550 kg
Lã	615 kg

Fonte: IBGE (2016)

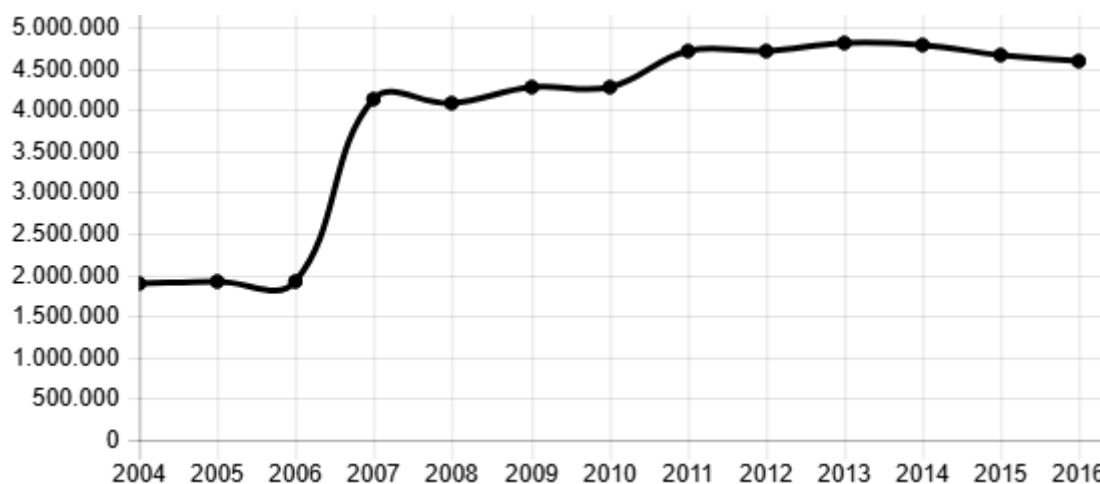
Para desenvolvimento deste trabalho, serão analisados os dados das três maiores criações de animais da pecuária, que foram: galináceos, bovinos e suínos.

### 5.1.1 Galináceos

#### A) Produção de galináceos no município

De acordo com dados obtidos no IBGE (2016), desde de 2013 a produção de galináceos caiu aproximadamente 4,6%. Apesar desta queda, o efetivo do rebanho destas aves é de grande significância no município de Piracicaba por isto, há a necessidade do gerenciamento adequado dos resíduos desta atividade.

Em 2016 Piracicaba ocupava a 8ª colocação entre as cidades do estado de São Paulo com maior quantidade de galináceos e o 40ª colocação no Brasil.

**Gráfico 1** – Efetivo do Rebanho – Galináceos (Unidades: cabeças)

Fonte: IBGE (2016)

## B) Número de estabelecimento pecuários

Em 2006, quando foi realizado o último censo agropecuário do município, o número de estabelecimentos de criação de galináceos era igual a 559 unidades, deste total 393 eram destinados a produção de ovos.

## C) Quantificação e classificação dos resíduos gerados

### DEJETOS

Para quantificar os dejetos de galinhas poedeiras foi utilizado os dados apresentados por Augusto (2007). Estes dados foram escolhidos pois apresentam uma classificação detalhada sobre os sistemas convencionais e os sistemas automatizados e suas respectivas MS e MN. Para este autor, os dejetos provenientes de sistemas automatizados foi de 0,10kg ave-1 dia-1 de matéria natural (MN) e 0,03kg ave-1 dia-1 de matéria seca (MS), para dejetos provenientes de sistemas convencionais este valor foi de 0,05kg ave-1 dia-1 (MN) e 0,02kg ave-1 dia-1 (MS).

Portanto, se a produção efetiva do rebanho de galináceos de 2016, segundo o IBGE, foi de 4.580.000 cabeças, sendo que 86.300 são galinhas, pode-se quantificar a produção diária, mensal e anual de dejetos de galinhas no ano de 2016 no município de Piracicaba, apresentada nas tabelas abaixo:

**Tabela 19** – Estimativa da produção de dejetos de galinhas poedeiras no sistema automatizado, no ano de 2016 em Piracicaba-SP.

Resíduo	QUANTIDADE					
	Dia		Mês		Ano	
	MS	MN	MS	MN	MS	MN
<b>Dejetos (sistema automatizado)</b>	2,6t	8,6t	78t	258t	936t	3.096t

**Tabela 20** – Estimativa da produção de dejetos de galinhas poedeiras no sistema convencional, no ano de 2016 em Piracicaba-SP.

Resíduo	QUANTIDADE					
	Dia		Mês		Ano	
	MS	MN	MS	MN	MS	MN
<b>Dejetos (sistema convencional)</b>	1,7t	4,3t	51t	129t	612t	1.548t



Assim, foi possível concluir que a cada 10.000 aves serão produzidos diariamente, aproximadamente, 0,3t de MS e 1t de MN no sistema automatizado e 0,2t de MS e 0,5t de MN no sistema convencional.

Em relação a classificação, de acordo com STEIL (2001), os dejetos de poedeiras apresentam alta concentração de microrganismos patogênicos. A partir desta informação, pode-se classificar os dejetos de acordo com a NBR 10004/04 da ABNT que, dispõe sobre a classificação dos resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde, os dejetos de galinhas poedeiras podem ser considerados como um resíduo classe I (Perigoso), pois podem apresentar risco à saúde pública e ao meio ambiente ou características como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade. No caso de dejetos de poedeiras, o resíduo apresenta patogenicidade.

De acordo com a NBR 10004/04 da ABNT, os dejetos de poedeiras podem ser classificados como resíduos classe IIA, pois podem apresentar propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água. Entretanto, para este tipo de resíduo deve-se fazer a destinação e o tratamento adequado já que o mesmo apresentam alta concentração de microrganismos (STEIL, 2001).

## CASCAS DE OVOS

Segundo Almeida (2010), o peso do ovo tipo médio pesa aproximadamente 52g, que está entre os 50g a 55g o que Moraes et al. (2007) também afirma.

Assim, pode-se concluir que para este tipo de ovo são produzidos 5,2g de cascas. Portanto, a cada 12.000 unidades de ovos, ou seja, 1.000 dúzias são gerados cerca de 62,4 kg de casca. A partir disto, pode-se estimar que a quantidade de cascas produzidas em Piracicaba no ano de 2016 foi de

aproximadamente 69,4 t, já que a produção total de ovos para o mesmo ano, segundo o IBGE (2016), foi de 1.113.000 dúzias.

As cascas de ovos não são consideradas resíduos classe IIA pois podem apresentar propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

## CAMA DE FRANGO

Para quantificação da cama de frango em Piracicaba foi utilizado o valor estipulado por Bratti (2,19kg/ave), por ser mais recente, para estimar a MN e 1,75kg/ave, defendido por Fukayama (2008), para quantificar a MS.

Com base nisto, levando em conta que o tempo de vida de um frango até o seu abate são de 50 dias, pode-se calcular a produção diária e mensal de cama de frango, apresentados na tabela 21 abaixo:

**Tabela 21** – Quantidade de cama de frango produzida por frango

Resíduo	QUANTIDADE			
	Dia		Mês	
<b>Cama de frango</b>	<b>MS</b> 0,03kg	<b>MN</b> 0,04kg	<b>MS</b> 1,05kg	<b>MN</b> 1,2kg

Pode-se concluir, portanto, que a cada 10.000 aves são produzidos 0,3t de MS e 0,4t de MN diariamente e 10,5t de MS e 12t de MN. Além disso, levando em conta os dados do IBGE (2016) sobre a quantidade de frango de corte no município, que é 4.580.000 cabeças menos 86.300 galinhas poedeiras, ou seja, 4.493.700 aves de corte, foi possível calcular a produção de cama de frango MS e MN no ano de 2016 em Piracicaba, apresentado na tabela 22.

**Tabela 22** – Quantidade de cama de frango em MS e MN, no ano de 2016 em Piracicaba

Resíduo	QUANTIDADE	
	MS	MN
<b>Cama de frango</b>	1.769,4t	53.083,3t

De acordo com a NBR 10004/04 da ABNT, a cama de frango pode ser classificada como resíduos classe IIA, pois pode apresentar propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

Entretanto, para este tipo de resíduo, assim como para os dejetos, deve-se fazer a destinação e o tratamento adequado já que a mesma pode ter a presença de enteropatógenos, como a Salmonella, que podem contaminar o solo e a água por serem excretados nas fezes de animais e homens (GUEL, 2010).

## AVES MORTAS

A mortalidade natural de um ciclo de produção de frangos de corte está em torno de 3% a 5% (VALENTE et al., 2007 apud CHRISTÓFOL et al. 2014, p.2). Isto é, a cada 10.000 aves cerca de 300 a 500 aves têm morte natural. A partir desta informação juntamente com o total de efetivo do rebanho de 2016 (4.580.000 aves), pode-se estimar a quantidade de perda por mortalidade natural no ano, por mês e por dia, apresentadas na tabela abaixo:

**Tabela 23**– Estimativa da mortalidade natural de aves no ano de 2016.

Resíduo	QUANTIDADE		
	Dia	Mês	Ano
<b>Aves mortas</b>	382	11.450	137.400
	a 830 aves	a 24.917 aves	a 299.000 aves

Para Cardoso (2006) “toda e qualquer carcaça, esteja ela contaminada ou não, é considerada resíduo sólido, classificado como Grupo A, de acordo com a legislação em vigor em nosso país, expressa através da Resolução nº 5, de agosto de 1993.”

De acordo com Resolução Conama nº 358, de 29 de abril de 2005, que dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências, e da e RDC Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA 306/2004, as carcaças pertencem ao Grupo A, pois são resíduos com a possível presença de agentes biológicos que, por suas características de maior virulência ou concentração, podem apresentar risco de infecção.

Assim, são classificadas no grupo A2:

Carcaças, peças anatômicas, vísceras e outros resíduos provenientes de animais submetidos a processos de experimentação com inoculação de microrganismos, 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 anatomopatológico ou confirmação diagnóstica (BRASIL, 2005).

E no grupo A4:

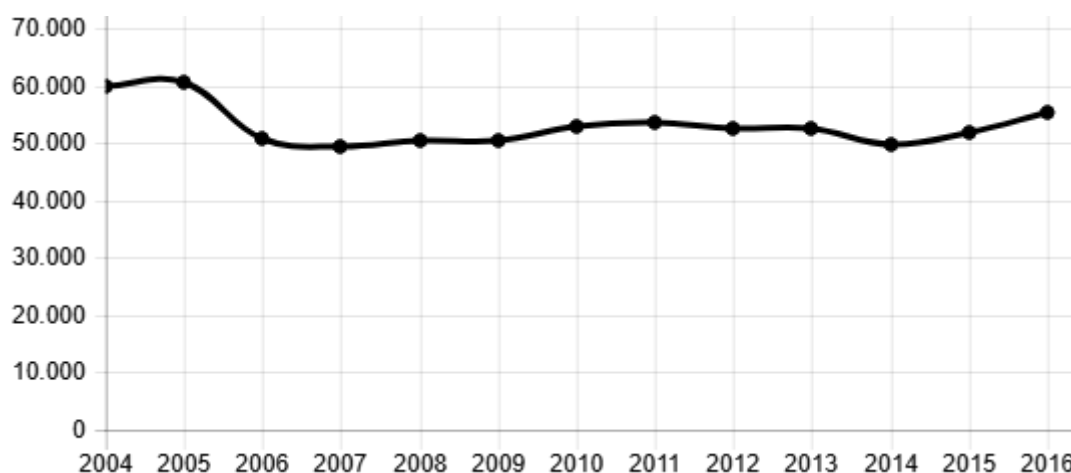
Carcaças, peças anatômicas, vísceras e outros resíduos provenientes de animais não submetidos a processos de experimentação com inoculação de microrganismos, bem como suas forrações (BRASIL, 2005).

### 5.1.2 Bovinos

#### A) Produção de bovinos no município

Desde o ano de 2014, a produção de bovinos cresceu, segundo dados do IBGE referentes ao ano de 2016, um pouco mais que 11%. Neste mesmo ano, o município ocupava o 32º lugar entre as cidades do estado de São Paulo com maior quantidade de bovinos e o 859º lugar no Brasil.

**Gráfico 2 – Efetivo do Rebanho – Bovinos (Unidades: cabeças)**



Fonte: IBGE (2016)

## B) Número de estabelecimento pecuários

Em 2006, quando foi realizado o último censo agropecuário do município, o número de estabelecimentos de criação de bovinos era igual a 672 unidades, deste total 342 eram destinados a produção de leite.

## D) Quantificação e classificação dos resíduos gerados

### ESTERCO

Existe uma grande variedade de estudos relacionados com a geração de dejetos. Estes valores podem variar devido ao clima, tipo e tamanho do animal, dieta alimentar e sistema de manejo dos animais. Porém, de maneira geral os dados apresentados pelos autores ficam entre 29,7 kg esterco animal/dia para bovinos de corte e 43,5 kg de esterco animal/dia para bovinos de leite.

Assim, utilizando estas informações e o total de bovinos no ano de 2016 no município que foi de 55.226 animais (2.315 gado leiteiro e 52.911 gado de corte), estimou-se a quantidade de esterco gerado por dia mês e ano, apresentados na tabela a seguir:

**Tabela 24** – Estimativa da quantidade de esterco bovino gerado ano de 2016, em Piracicaba

Resíduo	QUANTIDADE					
	Dia		Mês		Ano	
	BL*	BC**	BL	BC	BL	BC
<b>Esterco</b>	101t	1.571t	3.030t	47.144t	36.360t	565.728t

\*BL- Bovino Leiteiro

\*\*BC- Bovino de Corte

Portanto, a cada 1.000 animais, são gerados 29,7t esterco animal/dia para bovino de corte e 43,5t esterco animal/dia para bovino leiteiro.

Os dejetos dos animais podem ser classificados de acordo com a [NBR 10004/04](#) da ABNT, como resíduo Classe IIA, com as mesmas ressalvas já apresentadas nos dejetos de galináceos.

## ÁGUA RESIDUAL

Para se quantificar a água residual, será utilizado o total de vacas ordenhadas obtido a partir de dados do IBGE para o ano de 2016. Não será feito a quantificação a partir do rebanho total, porque o mesmo apresenta maioria de bovinos presentes no sistema extensivo.

Portanto, de acordo com o IBGE (2016), o total de vagas ordenhadas foi de 2.315. Assim, usando os dados de Mantovi (2003) citado por Pelissari (2013) de 25 a 40L de água residual diariamente por vaca ordenhada, foi possível calcular uma estimativa de água residual gerada no ano de 2016 no município exposto na tabela 25.

**Tabela 25** – Estimativa da quantidade de água residual gerada ano de 2016, em Piracicaba

Resíduo	QUANTIDADE		
	Dia	Mês	Ano
Água residual	57.875	1.736.250	20.835.000
	a 92.600L	a 2.778.000L	a 33.336.000L

A água residual pode ser classificada de acordo com a [NBR 10004/04](#) da ABNT, como resíduo Classe IIA, com as mesmas ressalvas já apresentadas nos dejetos de galináceos.

## ANIMAIS MORTOS

A maioria dos estudos que fazem referência as taxas de mortalidade são direcionados para os bezerro. Entretanto, Corrêa et al. (2000) afirma que a taxa de mortalidade total do rebanho é de 2,2%, e segundo Ortolani (2013) o índice “aceitável é de até 7% ao ano, sendo a taxa de mortalidade de bezerros representada por 53,7% da mortalidade total do rebanho. Estudos de mortalidade em fazendas de cria, recria e engorda indicam que 40% das mortes ocorrem até a desmama, incluindo os abortos; 25% da desmama até os 3 anos; 15% dos 3 aos 7 anos, e 20% nos mais velhos, esperando a hora da morte (ORTOLANI, 2013).

A partir destas informações e dos dados obtidos do IBGE é possível estimar a quantidade de perda de bovinos no ano de 2016 no município de Piracicaba, estipulando ainda, não só a perda anual, mas também a mensal e a diária, apresentadas na tabela abaixo:

**Tabela 26**– Estimativa de bovinos mortos no ano de 2016 em Piracicaba.

Resíduo	QUANTIDADE		
	Dia	Mês	Ano
<b>Animais mortos</b>	3	101	1215

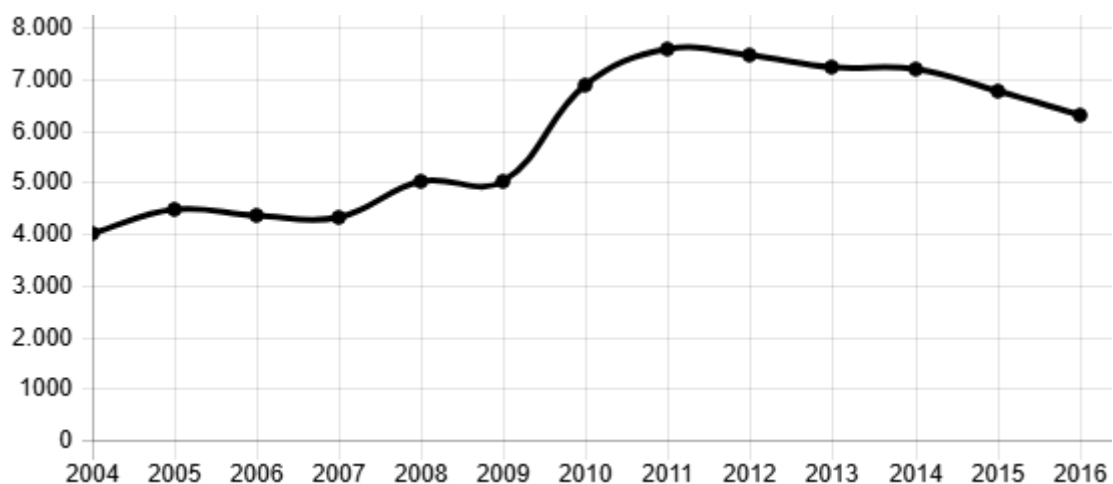
Além disto, é possível fazer uma estimativa de que para cada 1.000 bovinos 22 podem morrer, sendo que 12 são bezerros.

Assim como as carcaças de galináceos e suínos as carcaças de bovinos também são consideradas resíduos classe A, de acordo com Resolução Conama nº 358, de 29 de abril de 2005, que dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências, e da RDC Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA 306/2004, as carcaças pertencem ao Grupo A, pois são resíduos com a possível presença de agentes biológicos que, por suas características de maior virulência ou concentração, podem apresentar risco de infecção.

### 5.1.3 Suínos

#### A) Produção de suínos no município

A quantidade de suínos produzidos no município, de acordo com o IBGE (2016), vem apresentando uma queda nos últimos anos. Desde 2011 esta queda foi de aproximadamente 16%. No ano de 2016 Piracicaba se encontrava na 45ª posição dos maiores produtores de suínos no estado de São Paulo e na 1.049ª em âmbito nacional.

**Gráfico 3 – Efetivo do Rebanho – Suínos (Unidades: cabeças)**

Fonte: IBGE (2016)

#### B) Número de estabelecimento pecuários

Em 2006, quando foi realizado o último censo agropecuário do município, o número de estabelecimentos de criação de bovinos era igual a 237 unidades.

#### C) Quantificação e classificação dos resíduos gerados

##### DEJETOS

A maioria dos artigos relacionados a quantificação dos dejetos de suínos utilizam os dados obtidos por Konzen (1983) e Oliveira (1993) para quantificar os dejetos de suínos. A média destes valores são de 8,6 L animal/dia para dejetos líquidos e 2,35kg animal/dia para dejetos sólidos.

A partir disto, e do total efetivo do rebanho de suínos de Piracicaba no ano de 2016 (6.750 cabeças), pode-se calcular a estimativa de dejetos gerados no mesmo ano, apresentado nas tabelas a baixo:

**Tabela 27–** Estimativa de dejetos líquidos no ano de 2016 em Piracicaba.

Resíduo	QUANTIDADE		
	Dia	Mês	Ano
Dejetos líquido gerado	58.050L	1.741.500L	20.898.000L



**Tabela 28**– Estimativa de dejetos sólidos no ano de 2016 em Piracicaba.

Resíduo	QUANTIDADE		
	Dia	Mês	Ano
Dejetos sólido gerado	15,9t	475,9t	5.710,5t

Para Oliveira (1996) os microrganismos presentes nos dejetos podem causar a poluição da água e causar sérios riscos à saúde humana e animal que a consumirem, como leptospirose, tularemia, febre aftosa e peste suína clássica. A partir desta informação, pode-se classificar os dejetos de acordo com a [NBR 10004/04](#) da ABNT como resíduos classe I (Perigoso). Diferentemente do que acontece com os dejetos/esterco dos galináceos e bovinos, os dejetos de suínos podem entrar em uma classificação diferente, pois apresentam patógenos que estão muitas vezes presentes nos patógenos dos humanos, trazendo portanto, uma especificidade relevante.

## ANIMAIS MORTOS

A maioria dos estudos que fazem referência as taxas de mortalidade são direcionados para os leitões. Entretanto, Palomo (2006) afirma que a taxa de mortalidade total do rebanho de suínos é de 6%, sendo que em rebanhos com alta taxa de mortalidade este valor pode chegar a 20%. Dentro da mortalidade total de suínos, 7,19 morrem durante os primeiros 24 dias (recém-nascidos), sendo que as causas mais frequentes de mortalidade, em relação ao total de nascidos, foram o esmagamento (2,61 %), debilitação (1,45 %), síndrome diarreica (1,10 %) e anomalia genética (0,56%).

A partir destas informações e dos dados obtidos do IBGE é possível estimar a quantidade de perda de bovinos no ano de 2016 no município de Piracicaba em 2016:

**Tabela 29**– Estimativa de suínos mortos no ano de 2016 em Piracicaba.

Resíduo	QUANTIDADE		
	Dia	Mês	Ano
Animais mortos	1	31	377

Além disto, é possível fazer uma estimativa de que para cada 1.000 bovinos 60 podem morrer.

Assim como as carcaças de galináceos e bovinos as carcaças de suínos também são consideradas resíduos classe A, de acordo com Resolução Conama nº 358, de 29 de abril de 2005, que dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências, e da RDC Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA 306/2004, as carcaças pertencem ao Grupo A, pois são resíduos com a possível presença de agentes biológicos que, por suas características de maior virulência ou concentração, podem apresentar risco de infecção.

## 5.2 Restos da produção agrícola

De acordo com o IBGE (2016), a produção agrícola das culturas permanentes no ano de 2016 em Piracicaba foi: banana, café, coco-da-baía, laranja, limão, maracujá, tangerina e uva. Já a produção agrícola das culturas temporárias foram: arroz, batata doce, cana-de-açúcar, feijão, mandioca, melancia, milho, soja e trigo. As tabelas 30 e 31 apresentaram a quantidade produzida e a área plantada da cultura permanente e temporária, respectivamente.

**Tabela 30 – Produção Agrícola Municipal – Lavouras Permanentes – 2016**

<b>Produto</b>	<b>Quantidade Produzida (2016) em toneladas (t)</b>	<b>Área Plantada (2016) em hectares (há)</b>
Banana	1.500t	50ha
Café	9t	9ha
Coco-da-baía	35t	3ha
Laranja	66.780t	2.100ha
Limão	240t	12ha
Maracujá	60t	3ha
Tangerina	1.800t	90ha
Uva	15t	1ha

Fonte: IBGE (2016)

**Tabela 31 – Produção Agrícola Municipal – Lavouras Temporárias – 2016**

<b>Produto</b>	<b>Quantidade Produzida (2016) em toneladas (t)</b>	<b>Área Plantada (2016) em hectares (há)</b>
Arroz	9t	4ha
Batata-doce	1.088t	68ha
Cana-de-açúcar	3.185.000t	49000ha
Feijão	160t	140ha
Mandioca	3.300t	150ha
Melancia	9.000t	300ha
Milho	10.920t	1720ha
Soja	1.200t	500ha
Trigo	48t	20ha

Fonte: IBGE (2016)

De todas estas culturas, a que serão analisadas neste trabalho serão aquelas que apresentam mais de 1.000ha de área plantada. A tabela 32 apresenta quais são estas culturas mais relevantes, a quantidade de produção e área ocupada por cada cultura.

**Tabela 32 – Principais Produções Agrícolas de Piracicaba 2016**

<b>Produto</b>	<b>Quantidade Produzida (2016) em toneladas (t)</b>	<b>Área Plantada (2016) em hectares (ha)</b>
Cana-de-açúcar	3.185.000 t	49.000 ha
Laranja	66.780 t	2.100 ha
Milho	10.920 t	1720 ha

Fonte: IBGE (2016)

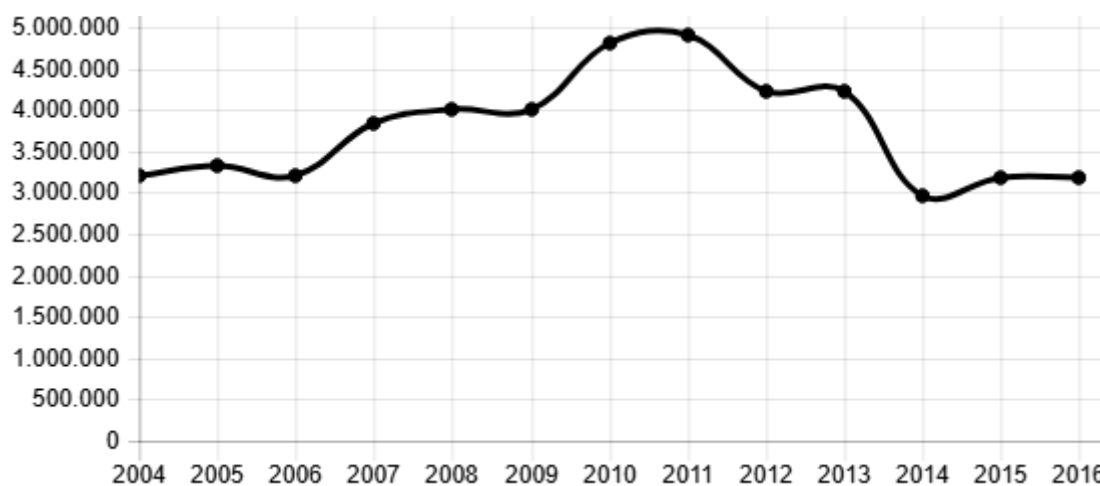
Em relação a classificação, de acordo com a [NBR 10004/04](#) da ABNT que, dispõe sobre a classificação dos resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde, os restos agrícolas são considerados como um resíduo classe II A (não inerte), ou seja, resíduo não perigoso que pode ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

### **5.2.1 Cana-de-açúcar**

#### **A) Produção de cana-de-açúcar no município**

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), a produção de cana-de-açúcar estimada para a safra 2016/17 é de 657,18 milhões de toneladas. A produção de Piracicaba em 2016 chegou a 3,18 milhões de toneladas tornando o município o 30º maior produtor do Brasil e 16º maior produtor do estado neste mesmo ano (IBGE,2016).

**Gráfico 4 – Quantidade Produzida – Cana-de-açúcar (Unidades: t)**



Fonte: IBGE (2016)

#### B) Número de estabelecimentos agrícolas

Em 2006, quando foi realizado o último censo agropecuário do município, o número de estabelecimentos de produção de cana-de-açúcar era igual a 369 unidades, sendo que o total de número de estabelecimentos que produzem culturas temporárias, a qual se encontra a cana, era de 509 unidades.



**Figura 24:** Porcentagem de ocupação em relação à área da unidade de produção agrícola – Cana-de-açúcar

**Fonte:** IPEF (2006)

A tabela abaixo (tabela 32), mostra o percentual da área territorial com plantação de cana-de-açúcar no município de Piracicaba e a média nacional:

**Tabela 32** - Percentual da área territorial com plantação de cana-de-açúcar, em Piracicaba

ANO	PIRACICABA-SP	MÉDIA NACIONAL
2010	36,51%	1,01%
2009	36,51%	1,01%
2008	36,51%	0,96%
2007	35,05%	0,83%
2006	35,05%	0,75%

Fonte: Deepask (2010)

Já a tabela abaixo (tabela 33), apresenta o percentual da participação da cana-de-açúcar no total da produção agrícola municipal e no País:

**Tabela 33** - Participação da cana-de-açúcar no total da produção agrícola municipal e no País

ANO	PIRACICABA-SP	MÉDIA NACIONAL
2010	89,33%	18,40%
2009	87,66%	17,44%
2008	84,56%	13,90%
2007	82,21%	16,35%
2006	83,54%	17,84%

Fonte: Deepask (2010)

### c) Quantificação dos resíduos gerados

Georges (2011) afirma que, considerando os resultados em base úmida, a cada 100 toneladas de cana-de-açúcar no campo, aproximadamente 20 toneladas são formadas de ponteiros e folhas e o restante, 80 toneladas, são de colmos industrializáveis. Isto é, 20 toneladas são consideradas palhada (resto de cultura).

Aplicando deste dado apresentado por Georges (2011) no total de cana produzido no município em 2016, foi possível quantificar a geração de palhada no mesmo ano. (tabela 34)

**Tabela 34–** Estimativa da quantidade de palhada de cana-de-açúcar gerada no ano de 2016 em Piracicaba.

Resíduo	QUANTIDADE		
	Dia	Mês	Ano
Palhada (cana-de-açúcar)	1.769,4t	53.083,3t	637.000t

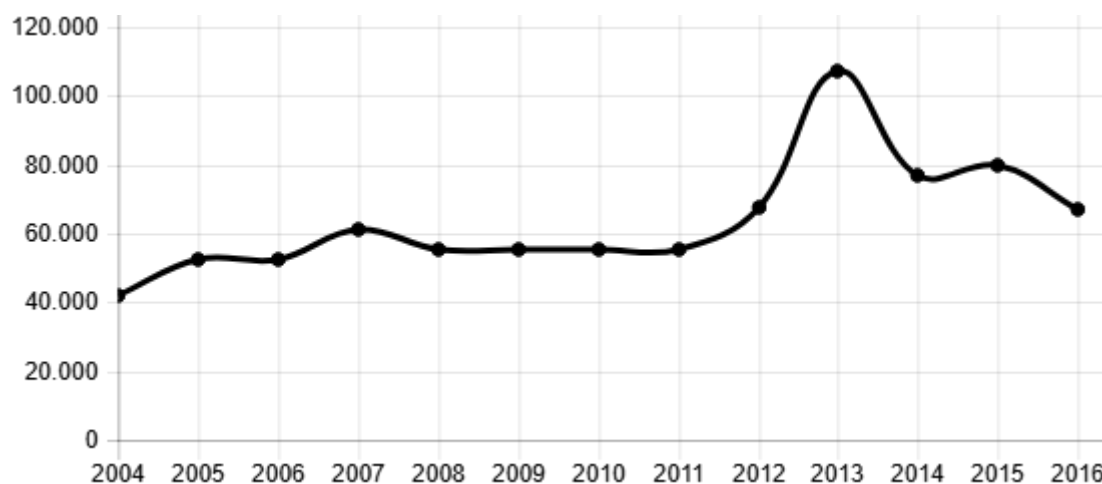
Assim, se o total de palhada neste ano foi de 637.000 toneladas é possível estimar que foram geradas 13t de palhada por hectare.

## 5.2.2 Laranja

### A) Produção de cana-de-açúcar no município

Em Piracicaba a produção de laranja caiu aproximadamente 16,6% de 2015 para 2016 (IBGE, 2016). Mesmo assim, com um total produzido de 66.780 toneladas no ano de 2016 com um rendimento médio de 31,8 toneladas por hectare, o município se encontrava na posição 56º com maior produção de laranja do estado de São Paulo e 68º no Brasil (IBGE, 2016).

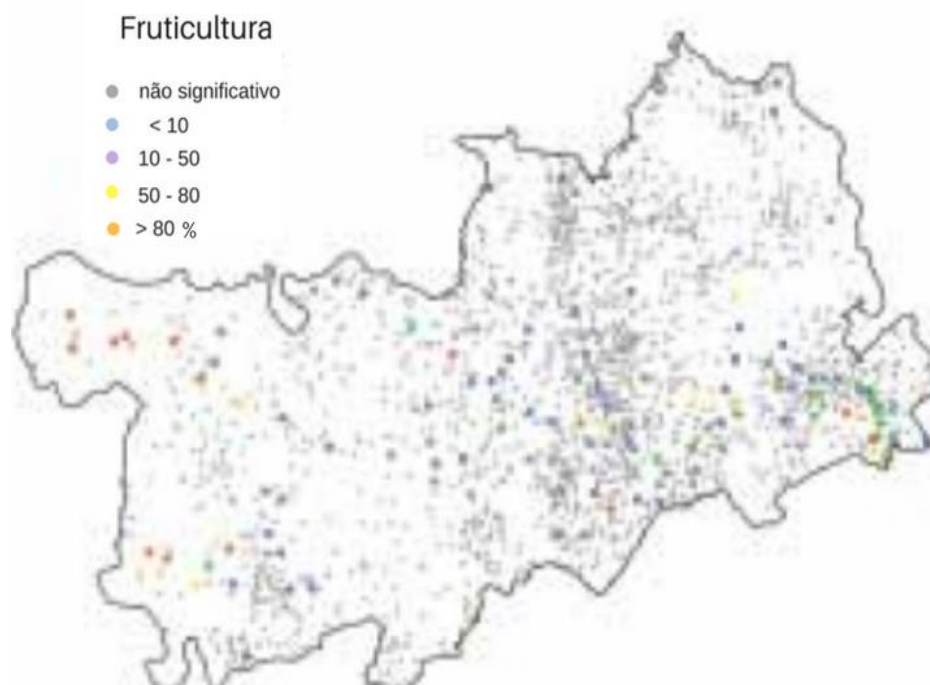
**Gráfico 5 –** Quantidade Produzida – Laranja (Unidades: t)



Fonte: IBGE (2016)

### B) Número de estabelecimento agrícolas

Em 2006, quando foi realizado o último censo agropecuário do município, o número de estabelecimentos com mais de 50 pés laranjeiras era igual a 41 unidades, sendo que o total de número de estabelecimentos que produzem culturas permanentes, a qual se encontra a laranjeira, era de 449 unidades.



**Figura 25:** Porcentagem de ocupação em relação à área da unidade de produção agrícola -Laranja

Fonte: IPEF (2006)

A tabela abaixo (tabela 34), mostra o percentual da área territorial com plantação de laranja no município de Piracicaba e a média nacional:

**Tabela 34** - Percentual da área territorial com plantação de laranja, em Piracicaba

ANO	PIRACICABA-SP	MÉDIA NACIONAL
2010	1,51%	0,09%
2009	1,51%	0,09%
2008	1,51%	0,10%
2007	1,68%	0,10%
2006	1,44%	0,09%

Fonte: Deepask (2010)

Já a tabela abaixo (tabela 35), apresenta o percentual da participação da laranja no total da produção agrícola municipal e no País:

**Tabela 35** - Participação da laranja no total da produção agrícola municipal e no País

ANO	PIRACICABA-SP	MÉDIA NACIONAL
2010	5,27%	3,92%
2009	7,04%	3,33%
2008	9,67%	3,44%
2007	10,90%	4,47%
2006	9,99%	5,40%

Fonte: Deepask (2010)

### C) Quantificação dos resíduos gerados

Com os dados do IBGE (2016) e com a estimativa da taxa média de queda na safra de 2015/16 pode-se concluir que, se não fosse a queda dos frutos, o total produzido seria de 78.547 tonelada. Porém com a taxa de queda em 17,62% foi possível calcular a estimativa da quantidade em toneladas de frutos perdidos em 2016. (tabela 36)

**Tabela 36** – Estimativa da quantidade de frutos caídos das laranjeiras no ano de 2016 em Piracicaba.

Resíduo	QUANTIDADE		
	Dia	Mês	Ano
Frutos caídos (laranja)	38,4t	1.15,3t	11.767t

Ou seja, com uma taxa de queda de 17,62% foram perdidas cerca de 11.767 toneladas de frutos de laranja no ano de 2016, o que equivale a aproximadamente 5,6 toneladas de laranjas perdidas por hectare.



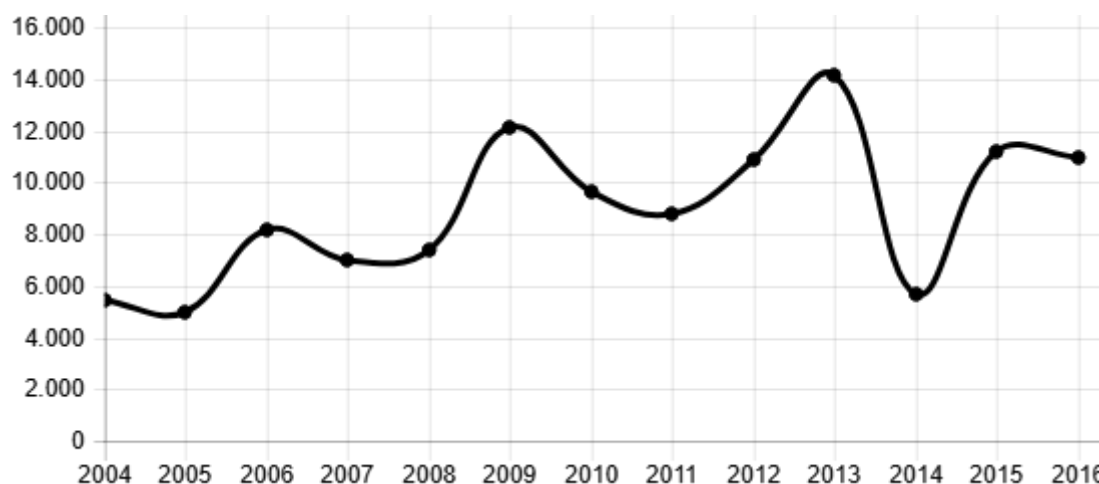
### 5.2.3 Milho

#### A) Produção de cana-de-açúcar no município

A produção de milho no município em 2016 chegou a 10.920t, a quarta maior quantidade produzida desde de 2004. Assim, em 2016 Piracicaba ocupava a posição 86º maior produtor de milho no estado e a 941º no Brasil (IBGE,2016).

Os dados do IBGE (2016) mostram que do ano de 2015 para 2016 houve uma pequena queda na produção o milho no município de Piracicaba de um pouco mais de 2%, passando de 11.150 toneladas para 10.920 toneladas. Entretanto, esta queda também foi registrada em âmbito nacional devido as grandes estiagens.

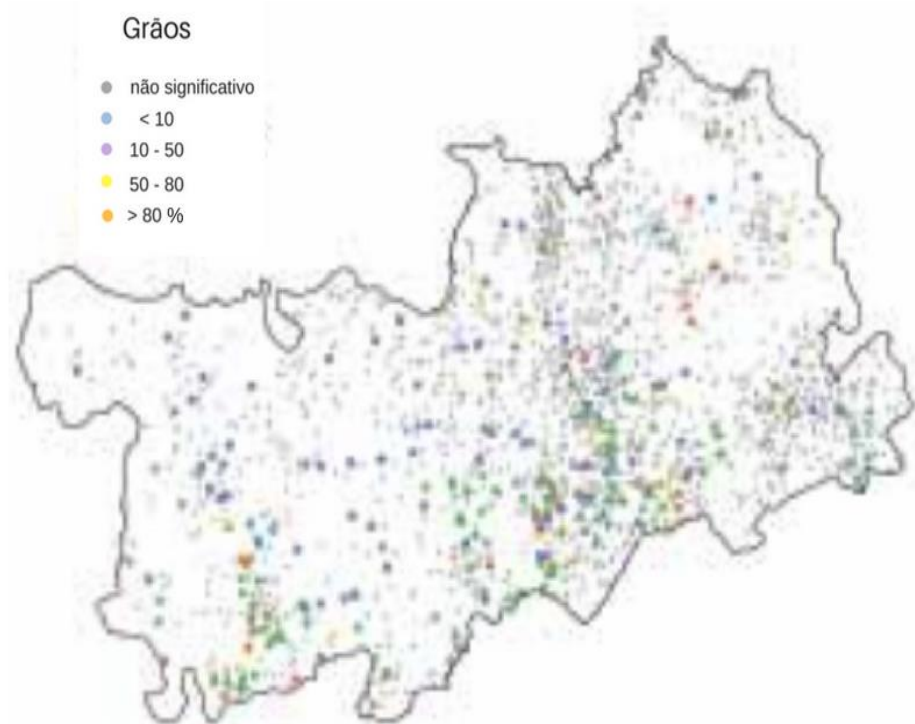
**Gráfico 6 – Quantidade Produzida – Milho (Unidades: t). A**



Fonte: IBGE (2016)

#### B) Número de estabelecimentos agrícolas

Em 2006, quando foi realizado o último censo agropecuário do município, o número de estabelecimentos de produção de milho era igual a 57 unidades, sendo que o total de número de estabelecimentos que produzem culturas temporárias, a qual se encontra o milho, era de 509 unidades.



**Figura 26:** Porcentagem de ocupação em relação à área da unidade de produção agrícola - Milho

Fonte: IPEF (2006)

A tabela abaixo (tabela 37), mostra o percentual da área territorial com plantação de milho no município de Piracicaba e a média nacional:

**Tabela 37** - Percentual da área territorial com plantação de milho, em Piracicaba

ANO	PIRACICABA-SP	MÉDIA NACIONAL
2010	1,12%	1,60%
2009	1,12%	1,60%
2008	1,12%	1,70%
2007	1,04%	1,62%
2006	1,17%	1,48%

Fonte: Deepask (2010)

Já a tabela abaixo (tabela 38), apresenta o percentual da participação da milho no total da produção agrícola municipal e no País:

**Tabela 38** - Participação da milho no total da produção agrícola municipal e no País

ANO	PIRACICABA-SP	MÉDIA NACIONAL
2010	1,84%	9,91%
2009	2,40%	10,64%
2008	1,98%	13,95%
2007	1,89%	13,39%
2006	1,64%	10,06%

Fonte: Deepask (2010)

### C) Quantificação dos resíduos gerados

Utilizando a média de produção de palhada de milho de  $11,58 \text{ t ha}^{-1}$ , e os dados do IBGE (2016) que afirmam que a quantidade de milho em 2016 foi de 10.920t com uma utilização de 1.720ha, foi possível calcular a geração de palhada de milho no mesmo ano, apresentada na tabela a baixo:

**Tabela 39** – Estimativa da quantidade de palhada de milho gerada no ano de 2016 em Piracicaba.

Resíduo	QUANTIDADE		
	Dia	Mês	Ano
Palhada (milho)	55,32t	1.659,8t	19.917,6t

### 5.3 Restos da produção florestal

#### A) Produção de Eucalipto no município

Em Piracicaba, a silvicultura é representada pela produção de Eucalipto. Esta produção permanece constante, segundo o IBGE (2016), desde de 2014, que foi ano que os dados deste setor começaram a serem contabilizados. Portanto, em 2016 a produção de Eucalipto alcançava 3.500ha, deixando o município de 83º colocado do estado e 565º colocado no país com relação a área plantada de Eucalipto.

**Gráfico 7** – Silvicultura/Área – Eucalipto (Unidades: ha)



#### B) Quantificação e classificação dos resíduos gerados

Arthur Junior (2008) afirma que o total de resíduos florestais chega a aproximadamente 83 toneladas por hectare. Deste total, 8t são de galhos, 12t são de cascas, 20t são de serapilheira, 40t são de raízes, 0,6t toco e 2,3t de sobras.

Assim sendo, se no ano de 2016, segundo dados do IGBE (2016), o total de hectares plantados com eucalipto foi de 3.500ha, pode-se estimar que o somatório dos restos culturais florestais desta cultura foi de 290.500t. A tabela 13 apresenta a quantidade produzida de cada tipo de resto florestal por hectare no município de Piracicaba e sua porcentagem.

**Tabela 30** – Quantidade de cada tipo de resto florestal no município de Piracicaba em 2016

Restos Florestais	Quantidade produzida	%
Galhos	28.178,5t	9,7
Cascas	42.212,5t	14,5
Serapilheiras	70010,5t	24,1
Raízes	140.021t	48,2
Tocos	2.033,5t	0,7
Sobras	8.134t	2,8
<b>TOTAL</b>	<b>290.500t</b>	<b>100</b>

Segundo a [NBR 10004/04](#) da ABNT que, dispõe sobre a classificação dos resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde, os restos culturais florestais são considerados como um resíduo classe II A (não inerte), ou seja, resíduo não perigoso que pode ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

### 5.4 Embalagens de produtos fitossanitários

#### A) Quantificação e classificação dos resíduos gerados

Em 2016, o volume total de embalagens vazias chegou a 44.528 toneladas. Já no município de Piracicaba, de acordo com a COPLANA, anualmente é recebido em torno de 300 toneladas de embalagens vazias por ano, ou seja, 0,67% do total nacional. Relacionando este total recolhido com o

total de hectares utilizado pela agricultura e silvicultura, resultando em 57.670 hectares, pode-se concluir que, aproximadamente, a cada 1 hectare são recebidos 5,2 Kg de embalagens vazias na COPLACANA.

Barreira (2002, p.2) afirma que os resíduos de embalagens de agrotóxicos são caracterizados como resíduos perigosos (classe I), de acordo com a classificação definida pela norma NBR10004:2004. Pois, contém substâncias químicas que modificam o ambiente nas suas mais diferentes formas de vida.

## 5.5 Tabela resumo final

**Tabela 31** - Tabela resumo final, do total de resíduos agrossilvopastoris do município de Piracicaba no ano de 2016.

CRIAÇÃO/PRODUÇÃO	RESÍDUO	QUANTIDADE	
<b>Galináceos</b>	Dejetos	<u>MS</u> 1.548t	<u>MN</u> 4.644t
	Cascas de ovos	69,4t	
	Cama de frango	<u>MS</u> 1.769,4t	<u>MN</u> 53.083,3t
	Aves mortas	137.000 a 299.000 aves	
<b>Bovinos</b>	Esterco	<u>BL</u> 36.360t	<u>BC</u> 565.728t
	Água residual	20.835.000 a 33.336.000L	
	Animais mortos	1.215 animais	
<b>Suínos</b>	Dejetos	<u>DL</u> 20.898.000L	<u>DS</u> 5.710,5t
	Animais mortos	377 animais	
<b>Cana-de-açúcar</b>	Palhada	637.000t	
<b>Laranja</b>	Frutos caídos	11.767t	
<b>Milho</b>	Palhada	19.917,6t	
<b>Eucalipto</b>	Restos florestais	290.500t	
<b>Embalagens produtos fitossanitários</b>	Embalagens	300t	

\*MS- Matéria Seca

\*\*MN- Matéria Natural

\*\*\*BL- Bovino Leiteiro

\*\*\*\*BC- Bovino de Corte

\*\*\*\*\*DL- Dejetos Líquidos

\*\*\*\*\*DS- Dejetos Sólidos

## 6. Conclusões

Pode-se concluir que a geração de resíduos agrossilvopastoris produzidos no município de Piracicaba é muito alta. A maioria destes resíduos foram classificados como resíduo classe II A, de acordo com a NBR 10004:2004, pois podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

Os resíduos que destoam desta classificação são os dejetos de suínos, pois apresentam agentes patogênicos muito parecidos com os dos humanos, e as embalagens de produtos fitossanitários pois armazenam produtos tóxicos. Desta forma, estes dois últimos resíduos citados foram classificados como resíduo classe I, pois podem apresentar risco à saúde pública e ao meio ambiente ou características como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade.

Nos resíduos da pecuária, as destinações e tratamentos adequados encontrados na literatura para os dejetos sólidos e esterco foram a compostagem, a biodigestão anaeróbica e as lagoas anaeróbicas, no caso da água residual e dejetos líquidos foram a fertirrigação e tratamento em sistemas, e para os animais mortos a compostagem acelerada, inceneradores, trituradores.

Já os restos de culturas agrícolas e de produção florestal, podem muitas vezes ser utilizados para o sistema de plantio direto e geração de energia e combustível, como é o caso da palhada da cana-de-açúcar que juntamente com o bagaço pode se tornar etanol de 2ª geração.

A geração das embalagens de produtos fitossanitários também é elevada. Todavia, para este tipo de resíduo existe uma legislação específica que determina a logística reversa das embalagens, tornando o Brasil o país que mais recolhe embalagens plásticas de agroquímicos no mundo.

Os impactos causados pelos resíduos agrossilvopastoris, caso não adequados ou tratados de maneira adequada, podem acarretar problemas como a geração de gases, a saturação do solo, a contaminação recursos hídricos, e uma série de outros impactos negativos.

Mesmo o Brasil sendo um dos maiores produtores mundiais de agricultura e pecuária, poucas legislações, normas e acordos setoriais são existentes no

país atualmente. Sem uma legislação e órgãos fiscalizadores, estes resíduos, muitas vezes, podem ser lançados nos solos ou em cursos d'água causando graves danos à saúde ambiental e humana.

## 7. Referências

ABRAFRIGO – Associação Brasileira de Frigoríficos, 2017. Disponível em: < <http://www.abrafrigo.com.br/index.php/2017/03/15/falta-de-regulamentacao-para-descarte-de-animaes-mortos-traz-riscos-a-agropecuaria/>> Acesso em: 15 de outubro de 2017.

ALMEIDA, D. T. **Ovos e derivados**. Anexo VIII-Nomenclaturas de ovos. UFBA (Universidade Federal da Bahia), 2010. Disponível em: < <http://www.dietetica.ufba.br/Temas/OVOS/NOMENCLATURA%20DE%20OVOS.pdf>>. Acesso em: 26 de outubro de 2017.

ARTHUR JUNIOR, J. C. A., **Manejo de Resíduos Florestais**. Encontro Brasileiro de Silvicultura. Disponível em: <http://www.ipef.br/eventos/2008/ebs2008/03-arthur.pdf>. Acesso em: 25 de outubro de 2017.

AUGUSTO, K. V. Z., **Caracterização quantitativa e qualitativa dos resíduos em sistemas de produção de ovos: compostagem e biodigestão anaeróbica**. Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia (Produção Animal), 2007. Disponível em: <http://javalı.fcav.unesp.br/sgcd/Home/download/pgtrabs/zoo/m/3036.pdf> . Acesso: 18 de outubro de 2017.

AUGUSTO, K. V. Z.; KUNZ, A., **Tratamento de dejetos de aves poedeiras comerciais – Manejo Ambiental da Avicultura**, Embrapa, 2011. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/920821/1/tratamentodejetosdeaves.pdf>. Acesso: 18 de outubro de 2017

AUGUSTO, Z. V. K. **Caracterização quantitativa e qualitativa dos resíduos em sistemas de produção de ovos: compostagem e biodigestão anaeróbia**. Tese (Mestrado em Zootecnia). Jaboticabal – SP, 2007. Disponível em: < <http://javalı.fcav.unesp.br/sgcd/Home/download/pgtrabs/zoo/m/3036.pdf>> Acesso em: 01 de outubro de 2017.

BARREIRA, Pranzetti Luciana. **A problemática dos resíduos de embalagens de agrotóxicos no Brasil**. XXVIII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2002. Disponível em: < <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/mexico26/iv-001.pdf>> Acesso em: 19 de setembro de 2017.

BRAGATTO, J. **Avaliação do potencial da casca de Eucalyptus spp. para a produção de bioetanol**. Tese apresentada para a obtenção do título de Doutor em Ciências. Área de concentração: Fisiologia e Bioquímica de Plantas, 2010. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11144/tde-13122010-104913/pt-br.php> . Acesso em: 25 de outubro de 2017.

BRASIL. (2010). Nº 12.305, De 02/08/2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Política Nacional de**



**Resíduos Sólidos.** Brasília,: Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)> . Acesso em: 15 de fevereiro de 2017

BRASIL. Decreto n. 2.661, de 8 de julho de 1998. Brasília, DF, julho 1998. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/d2661.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d2661.htm)> Acesso em: 8 de outubro de 2017.

BRASIL. **Lei n. 12.689, de 19 de julho de 2012**, Brasília, DF, julho 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12689.htm#art1](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12689.htm#art1)> Acesso em: 26 de setembro de 2017.

BRASIL. Lei n. 7.802, de 11 de julho de 1989. **Lei dos Agrotóxicos**, Brasília, DF, julho 1989. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L7802.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7802.htm)> Acesso em: 8 de setembro de 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde, a Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária, **Resolução RDC nº306, de 7 de dezembro de 2004.** Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/res0306\\_07\\_12\\_2004.pdf/95eac678-d441-4033-a5ab-f0276d56aaa6](http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/res0306_07_12_2004.pdf/95eac678-d441-4033-a5ab-f0276d56aaa6)> Acesso em: 27 de setembro de 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Manual de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde**, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. – Brasília : Ministério da Saúde, 2006. Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/servicosade/manuais/manual\\_gerenciamento\\_residuos.pdf](http://www.anvisa.gov.br/servicosade/manuais/manual_gerenciamento_residuos.pdf)> Acesso em: 27 de setembro de 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, a Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária, **Portaria no 03, de 16 de janeiro de 1992.** Disponível em: <[http://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/fitossanidade/JOAQUIMGONCALVESMACHADONETO/port\\_%200392\\_anvisa\\_class\\_toxicol.pdf](http://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/fitossanidade/JOAQUIMGONCALVESMACHADONETO/port_%200392_anvisa_class_toxicol.pdf)> Acesso em: 19 de setembro de 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, a Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária, **Resolução CONAMA nº358, de 29 de abril de 2005.** Publicada no DOU no 84, de 4 de maio de 2005, Seção 1, páginas 63-65. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=462>> Acesso em: 27 de setembro de 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução Conama nº1, de 23 de janeiro de 1986.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>> Acesso em: 20 de fevereiro de 2017.

BRATTI, F. C., **Uso da Cama de Aviário Como Fertilizante Na Produção De Aveia Preta e Milho**, Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013. Disponível em: [http://www.utfpr.edu.br/doisvizinhos/cursos/mestrados-doutorados/Ofertados-neste-Campus/mestrado-em-zootecnia/dissertacoes-e-teses/2013/DV\\_PPGZO\\_M\\_BrattiFabio\\_2013.pdf](http://www.utfpr.edu.br/doisvizinhos/cursos/mestrados-doutorados/Ofertados-neste-Campus/mestrado-em-zootecnia/dissertacoes-e-teses/2013/DV_PPGZO_M_BrattiFabio_2013.pdf). Acesso em: 18 de outubro de 2017.

CANTOS, C. et al. Contribuições para a gestão das embalagens vazias de agrotóxicos. **Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente** - v.3, n.2, Seção Interfacehs 1, abr./ agosto 2008. Disponível em: <<http://www3.sp.senac.br/hotsites/blogs/InterfacEHS/wp-content/uploads/2013/07/inter-1-2008-2.pdf>> Acesso em: 22 de setembro de 2017.

CARDOSO, C. V. P., Animais de laboratório: criação e experimentação, Descarte de Carcaças, 2006. Disponível em: <http://books.scielo.org/id/sfwjtj/pdf/andrade-9788575413869-33.pdf>. Acesso em: 07 de novembro de 2017.

CARVALHO M. M. S. et al. **Resíduos da produção de frangos de corte: incubatório.** III Simpósio internacional sobre gerenciamento de resíduos agropecuários e agroindustriais. São

Pedro-SP, 2013. Disponível em: <  
[http://www.sbera.org.br/3sigera/obras/ag\\_tec\\_04\\_SabrinaCarvalho.PDF](http://www.sbera.org.br/3sigera/obras/ag_tec_04_SabrinaCarvalho.PDF)> Acesso em: 01 de outubro de 2017.

CASTRO, L.S.; BARANÃO, A. G., **Caracterização do catalisador e da casca de ovo in natura pelo método do indicador de Hammett**. V Semana de engenharia química UFES - Blucher Proceedings, 2016. Disponível em: <http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/chemicalengineeringproceedings/vsequfes2016/017.pdf>. Acesso em: 03 de novembro de 2017.

CEZAR, I. M; QUEIROZ, H. P.; THIAGO, L. R.L. S.; CASSALES, F. L. G.; COSTA, F. P. Sistemas de produção de gado de corte no Brasil: uma descrição com ênfase no regime alimentar e no abate. Campo Grande: EMBRAPA, 2005 (Documentos, nº 151). Disponível em: [http://old.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/doc/doc\\_pdf/doc151.pdf](http://old.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/doc/doc_pdf/doc151.pdf). Acesso: 10 de outubro de 2017

CHRISTÓFOL, G. et al. **Caracterização dos principais problemas observados na compostagem de aves mortas**. VII Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação Científica, 2014. Disponível em: <  
[http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/mostras/sete\\_mostra/gabriela\\_christofoli\\_1.pdf](http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/mostras/sete_mostra/gabriela_christofoli_1.pdf)>  
 Acesso em: 01 de outubro de 2017.

CHRISTÓFOL, G. et al. **Caracterização dos principais problemas observados na compostagem de aves mortas**. VII Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação Científica, 2014. Disponível em: <  
[http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/mostras/sete\\_mostra/gabriela\\_christofoli\\_1.pdf](http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/mostras/sete_mostra/gabriela_christofoli_1.pdf)>  
 Acesso em: 01 de outubro de 2017.

**Composição química de vários autores** Pág 44 <http://uenf.br/posgraduacao/engenharia-de-materiais/wp-content/uploads/sites/2/2013/07/disserta%C3%A7%C3%A3o-completa1.pdf>

CONAMA- Conselho Nacional do Meio Ambiente – **Resolução Conama nº 358, de 29 de abril de 2005**. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=462>>  
 Acesso em: 02 de outubro de 2017.

CURCI, V. C. L. M, et al. **Pré-compostagem de cadáveres de bovinos acometidos pelo botulismo**. Pesquisa Vet. Brasil 27(4):157-161, abril 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pvb/v27n4/a05v27n4.pdf>. Acesso em: 08 de novembro de 2017.

DA PRAI e MAONEZI, **Compostagem de carcaças de aves**. Ano 03, n.22, 2005. Disponível em: <http://file.biovet.com.br/Informativo/Avic/22.pdf> . Acesso em: 23 de outubro de 2017

DIESEL, R.; MIRANDA, C. R.; PERDOMO, C. C.. **Coletânea de tecnologias sobre dejetos de suínos**. Concórdia: EMBRAPA - CNPSA /EMATER/RS, 2002. 30 p. EMBRAPA. Embrapa suínos e aves. 1996. Disponível em: <<http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/suino/bipers/bipers14.pdf>> . Acesso em: 04 de outubro de 2017

Disponível em <  
[http://www.jornaldepiracicaba.com.br/cidade/2015/12/pib\\_de\\_piracicaba\\_chega\\_a\\_r\\_20\\_2\\_bilhoes](http://www.jornaldepiracicaba.com.br/cidade/2015/12/pib_de_piracicaba_chega_a_r_20_2_bilhoes)>. Acesso em: 02 de maio de 2017

Disponível em <  
[http://www.jornaldepiracicaba.com.br/economia\\_negocios/2016/05/producao\\_agropecuaria\\_da\\_regiao\\_chega\\_a\\_r\\_1\\_5\\_bilhao](http://www.jornaldepiracicaba.com.br/economia_negocios/2016/05/producao_agropecuaria_da_regiao_chega_a_r_1_5_bilhao)>. Acesso em: 21 de março de 2017.

FARMNEWS, **O Farmnews apresenta os números que mostram a evolução da produção de milho no mundo e dos principais países produtores nos últimos anos, segundo dados do USDA**, 2016. Disponível em: <http://www.farmnews.com.br/analises-mercado/producao-de-milho-no-mundo/>. Acesso em 23 de outubro de 2017

FERNANDES, D. M. **Biomassa e biogás da suinocultura**. 209 p. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) – Programa de Pós-Graduação em Energia na Agricultura, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, Paraná, 2012. Disponível em: <[tede.unioeste.br/tede/tde\\_busca/processaArquivo.php?codArquivo=950](http://tede.unioeste.br/tede/tde_busca/processaArquivo.php?codArquivo=950)>. Acesso em: 05 de outubro de 2017

FUKAYAMA, E. H., **Característica Quantitativa e Qualitativa da Cama de Frango Sob Diferentes Reutilizações: Efeitos na Produção de Biogás e Biofertilizante**. Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias do Campus de Jaboticabal, Unesp, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Zootecnia, 2008. Disponível em: <http://javali.fcav.unesp.br/sgcd/Home/download/pgtrabs/zoo/d/2833.pdf>. Acesso em: 18 de outubro de 2017.

G1 – Globo.com - **Brasil é o maior produtor e exportador mundial de suco de laranja** - Produção emprega mais de 200 mil brasileiros no campo e na indústria, 2016. Disponível em: <http://g1.globo.com/economia/agronegocios/agro-a-industria-riqueza-do-brasil/noticia/2016/09/brasil-e-o-maior-produtor-e-exportador-mundial-de-suco-de-laranja.html>. Acesso em 20 de outubro de 2017

GEORGES, F. **Caracterização da palha da cana-de-açúcar do Rio Grande do Sul e de seus produtos de pirólise** Dissertação (Dissertação de mestrado em Ciência dos Materiais) – UFRGR, Porto Alegre. 2011. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/30864>>. Acesso em 15 de outubro de 2017

HALASZ, et al. Utilização da casca de eucalipto na adsorção de cromo hexavalente – Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Química, vol. 1, 2016. Disponível em: <https://proceedings.galoa.com.br/cobeq/cobeq-2016/trabalhos/utilizacao-da-casca-de-eucalipto-na-adsorcao-de-cromo-hexavalente?lang=pt-br>. Acesso e: 25 de outubro de 2017.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Portaria Normativa IBAMA Nº 84, DE 15 DE OUTUBRO DE 1996**. Disponível em: <[https://servicos.ibama.gov.br/ctf/manual/html/Portaria\\_84.pdf](https://servicos.ibama.gov.br/ctf/manual/html/Portaria_84.pdf)> Acesso em: 19 de setembro de 2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Pecuária Municipal**. Disponível em <<http://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2015>>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **São Paulo, Piracicaba**. Disponível em <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=353870>> Acesso em: 20 de fevereiro de 2017

IDO e OLIVEIRA. **Sistema de Cultivo**, Universidade Federal do Paraná. Departamento Fitotécnica e Fitossanitarismo, 2010. Disponível em: <http://www.agriculturageral.ufpr.br/bibliografia/aula3.pdf>. Acesso: 20 de outubro de 2017.

IOS – Instituto Observatório Social. **Cultivo de laranja e produção de suco: indicativos de déficit de trabalho decente na Citrosuco S/A Agroindústria Sucocítrico Cutrale Ltda**. São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://www.reformaagrariaemdados.org.br/sites/default/files/Cultivo%20de%20laranja%20e%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20suco%20-%20indicativos%20de%20d%C3%A9ficit%20de%20trabalho%20decente%20n>>. Acesso em 20 de outubro de 2017

IPAM – Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia. Defensivos Agrícolas - **Série Boas Práticas. Vol. 8, como evitar danos à saúde e ao meio ambiente** Disponível em: <[https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/4a761f00437b4db7b3afbb869243d457/IPAM\\_Del15+\\_Agricultural+booklet.pdf?MOD=AJPERES](https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/4a761f00437b4db7b3afbb869243d457/IPAM_Del15+_Agricultural+booklet.pdf?MOD=AJPERES)> Acesso em: 19 de setembro de 2017.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Diagnóstico dos Resíduos Orgânicos do Setor Agrossilvopastoril e Agroindústrias Associadas.** 2012. Disponível em <[http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120917\\_relatorio\\_residuos\\_organicos.pdf](http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120917_relatorio_residuos_organicos.pdf)>. Acesso em: 11 de fevereiro de 2017

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos do Setor Agrossilvopastoril - Resíduos sólidos inorgânicos.** Disponível em <[http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/130531\\_relatorio\\_diagnostico\\_residuos\\_agrossilvopastoril.pdf](http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/130531_relatorio_diagnostico_residuos_agrossilvopastoril.pdf)>. Acesso em: 27 de setembro de 2017

IPPLAP – Instituto de Pesquisa e Planejamento de Piracicaba. Disponível em: <<http://pt.db-city.com/Brasil--S%C3%A3o-Paulo--Piracicaba>>. Acesso em: 02 de maio de 2017

IPPLAP – Instituto de Pesquisa e Planejamento de Piracicaba. Disponível em: <<http://ipplad.com.br/docs/Balanco%20Comercial%20do%20Municipio%20-%201997%20a%202017.pdf>>. Acesso em: 19 de fevereiro de 2017

ITO et. al, **Impactos ambientais da suinocultura: desafios e oportunidades.** BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 44 , p. [125]-156, set. 2016 Disponível em: <[https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/9974/1/BS%2044%20Impactos%20ambientais%20da%20suinocultura\\_P.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/9974/1/BS%2044%20Impactos%20ambientais%20da%20suinocultura_P.pdf)> . Acesso em: 05 de outubro de 2017

JACOVINE, L. A. G. Gestão da qualidade na colheita de madeira em povoamento equiâneos. Viçosa, 2000. 136 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000. Disponível em: [https://books.google.com.br/books/about/Gest%C3%A3o\\_da\\_qualidade\\_na\\_colheita\\_de\\_madeira.html?id=2g4hHQAACAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com.br/books/about/Gest%C3%A3o_da_qualidade_na_colheita_de_madeira.html?id=2g4hHQAACAAJ&redir_esc=y). Acesso em: 01 de novembro de 2017.

LISBOA, M. N. T. S. **Patologia e controle de natimortos.** Suinocultura Industrial, v. 10, n. 125, p. 18-24, 1996.

LOPES, C. R. M et al. Impactos ambientais e sociais causados por voláteis emanados por excretos de suínos. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhece, Goiânia, v.9, n17, p.3556-3565, 2013. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2013b/MULTIDISCIPLINAR/IMPACTOS%20AMBIENTAIS.pdf>> . Acesso em: 06 de outubro de 2017

MACÊDO, Jorge Antônio Barros de. **Introdução à química ambiental: Química & Meio Ambiente & Sociedade.** 1ª. ed. Juiz de Fora: O Lutador, 2002;

Medeiros, F. M.; Alves, M. G. M. Qualidade de ovos comerciais. **Revista Eletrônica Nutritime** 2014, 11, 3515. Disponível em: [http://www.nutritime.com.br/arquivos\\_internos/artigos/ARTIGO257.pdf](http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/ARTIGO257.pdf). Acesso: 03 de novembro de 2017.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.** Disponível em <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/instrumentos-da-politica-de-residuos/planos-municipais-de-gest%C3%A3o-integrada-de-res%C3%ADduos-s%C3%B3lidos/itemlist/tag/pmgirs>>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2017  
MORAES, I.A.; MANO, S.; BAPTISTA, R.F. Análise da rotulagem de ovos comercializados na cidade do Rio de Janeiro - Brasil. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v.14, n.1, p.7-11, 2007. Disponível em: <http://www.rbcv.uff.br/rbcv/article/view/401>. Acesso: 02 de novembro de 2017.

MORÉS, N. **Morte de matrizes em granjas de suínos**. Informativo Técnico nº 160. EMBRAPA suínos e aves, 2008. Disponível em: <http://www.sossuinos.com.br/Tecnicos/info160.htm> Acesso: 01 de novembro de 2017.

NOLASCO, A. M. Resíduos da colheita e beneficiamento da caixeta – *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC.: caracterização e perspectivas. 2000. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

OLIVEIRA, D. A. et. al., **Valorização de Resíduos Sólidos: Casca de Ovos como Matéria-Prima no Desenvolvimento de Novos Produtos**, Internacional Workshop Advances In Cleaner Production, 2009. Disponível em: <http://www.advancesincleanerproduction.net/second/files/sessoes/6a/1/e.%20r.%20amante%20-%20resumo%20exp%20-%206a-1.pdf>. Acesso em: 26 de outubro de 2017.

ORTOLANI, E., Morreu. O que faço agora? Website portal DBO, 6 de setembro de 2013. Disponível em: <http://www.portaldbo.com.br/Portal/Artigos/Morreu.-O-que-faco-agora/7782>. Acesso em: 08 de novembro de 2017.

OTENIO, M. H, Sustentabilidade ambiental, social e econômica da cadeia produtiva do leite: desafios e perspectivas, cap. 7 - EMBRAPA. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1021927/1/Cap7Lv2015SustentabilidadeReaproveitamento.pdf>. ACESSO EM: 02 de novembro de 2017.

OVIEDO-RONDÓN, E.O. **Tecnologias para mitigar o impacto ambiental da produção de frangos de corte**. R. Bras. Zootec., v.37, suplemento especial p.239-252, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v37nspe/a28v37nsp.pdf> Acesso em: 01 de outubro de 2017.

PAGANINI, F. J. Manejo da cama. In: MENDES, A.; NÄÄS, I.A.; MACARI, M. Produção de frangos de corte. Campinas: FACTA, 2004. p.107-116.

PELISSARI, C. Tratamento de efluente proveniente da bovinocultura de leite empregando wetlands construídos de escoamento subsuperficial. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2013. Disponível em: <http://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7812/PELISSARI%2c%20CATIANE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 02 de novembro de 2017

PESSATTE, A. C. **Efeitos do manejo da palha no rendimento da soqueira e na qualidade de cana-de-açúcar**. Dissertação (Dissertação de mestrado em Agronomia) – UFLA, Lavras. 2009. Disponível em: [http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/3947/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O\\_Efeitos%20do%20manejo%20da%20palha%20no%20rendimento%20da%20soqueira%20e%20na%20qualidade%20da%20cana-de-a%C3%A7%C3%BAcar.pdf](http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/3947/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Efeitos%20do%20manejo%20da%20palha%20no%20rendimento%20da%20soqueira%20e%20na%20qualidade%20da%20cana-de-a%C3%A7%C3%BAcar.pdf). Acesso em 15 de outubro de 2017

PIRES, P. G. S. et. al., Características da cama de aviário e sua reutilização. III Simpósio de Sustentabilidade & Ciência Anima, 2013. Disponível em: [http://www.sisca.com.br/resumos/SISCA\\_2013\\_041.pdf](http://www.sisca.com.br/resumos/SISCA_2013_041.pdf). Acesso em: 02 de novembro de 2017.

POHLMANN, M. Levantamento de técnicas de manejo de resíduos da bovinocultura leiteira no estado de São Paulo. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2000. Disponível em: [http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/257617/1/Pohlmann\\_Marcelo\\_M.pdf](http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/257617/1/Pohlmann_Marcelo_M.pdf). Acesso em: 15 de outubro de 2017.

QUEIROZ, P. P., **Características de cama aviária de casca de café submetida a diferentes condições ambientais e a influência no potencial de emissão de amônia e em lesões do coxim plantar de frangos de corte**. Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa,

como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de Magister Scientiae, Minas Gerais, 20015. Disponível em: <http://arquivo.ufv.br/dea/ambiagro/gallery/publica%C3%A7%C3%B5es/tesepatriciams.pdf>. Acesso em: 01 de novembro de 2017.

RIZZONI, L.B.; TOBIAS, A.C.T.; DEL BIANCHI, M.; GARCIA, J. A. D. Biodigestão anaeróbia no tratamento de dejetos de suínos. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v.9, n.18, p.1-20, 2012. Disponível em: <[http://faef.revista.inf.br/imagens\\_arquivos/arquivos\\_destaque/W34ebZOEZuzvEvG\\_2013-6-28-18-12-37.pdf](http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/W34ebZOEZuzvEvG_2013-6-28-18-12-37.pdf)> Acesso em: 01 de outubro de 2017.

RODRIGUES, A.S.; ÁVILA, S.G., Caracterização Físico-Química da Casca de Ovo de Galinha e Utilização como Fonte para Produção Compostos de Cálcio, **Revista Virtual de Química**, 6 de jan. de 2017. Disponível em: <http://rvq.sbq.org.br/imagebank/pdf/SantosNoPrelo.pdf>. Acesso em: 03 de novembro de 2017.

RODRIGUES, Blanski Regins Carla. **Aspectos legais e ambientais do descarte de resíduos de medicamentos**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Ponta Grossa, 2009. Disponível em: <<http://www.pg.utfpr.edu.br/dirppg/ppgep/dissertacoes/arquivos/121/Dissertacao.pdf>> Acesso em: 27 de setembro de 2017.

SANTOS, F. A. et. al. **Potencial da palha de cana-de-açúcar para produção de etanol**. Quím. Nova [online]. 2012, vol.35, n.5, pp.1004-1010. ISSN 0100-4042. Disponível em:<<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422012000500025>>. Acesso em 15 de outubro de 2017

SARAIVA O.F. e TORRES E. **Degradação de restos de culturas de soja, milho, trigo e aveia preta, sob cultivo convencional e plantio direto**. EMBRAPA Nº 20, p.1-4. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/461384/1/pesqAnd020.pdf>. Acesso em: 01 de novembro de 2017.

SARCINELLI, M. F., et al. **Característica do Ovo**. Boletim Técnico - PIE-UFES:00707 – UFES, 2007. Disponível em: [http://www.agais.com/telomc/b00707\\_caracteristicas\\_ovos.pdf](http://www.agais.com/telomc/b00707_caracteristicas_ovos.pdf). Acesso em: 03 de novembro de 2017.

SEDEMA - Secretaria de Defesa do Meio Ambiente de Piracicaba - SP. **Revisão do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Piracicaba**. Disponível em <[http://media.wix.com/ugd/9804b1\\_0613906824474ba29c5d8e84acf8299e.pdf](http://media.wix.com/ugd/9804b1_0613906824474ba29c5d8e84acf8299e.pdf)>. Acesso em: 21 de março de 2017

SILVA, M. S., **Composição química e valor protéico do resíduo de soja em relação ao grão de soja**. Universidade Federal de Goiás - Goiânia, 2006. Disponível em:[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-20612006000300014](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612006000300014). Acesso em: 18 de outubro de 2017.

SOBER – Sociedade Brasileira de Economia Administração e Sociologia Rural. **Resíduos gerados em atividades agropecuárias e de turismo rural: uma investigação na fazenda tropeiro camponês**. Disponível em

SOUZA, Z. M. et. al, **Sistemas de colheita e manejo da palhada de cana-de-açúcar**. Pesquisa Agropecuária brasileira, Brasília, v.40, n.3, p.271-278, 2005. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/113880/sistemas-de-colheita-e-manejo-da-palhada-de-cana-de-acucar>>. Acesso em 15 de outubro de 2017

STEIL, L. **Avaliação do uso de inóculos na biodigestão anaeróbia de resíduos de aves de postura, frangos de corte e suínos**. 2001. 109f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2001. STEIL, L.; LUCAS JUNIOR, J.; OLIVEIRA, R. A. Avaliação do uso de inóculos na digestão anaeróbia de resíduos

de aves de postura, frangos de corte e suínos. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 22, n. 2, p. 146-149, 2002.

TESSARO, Amarildo A. Potencial energético da cama de aviário produzida no sudoeste do paraná utilizada como substrato para produção de biogás. 2011. 78 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento de Tecnologia) – Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (LACTEC), Curitiba, 2011. Disponível em: <http://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/3105>. Acesso em: 03 de novembro de 2017.

Website da Globo. **PIB do Brasil cai 3,8% em 2015 e tem pior resultado em 25 anos:** Apenas a agropecuária cresceu; indústria recuou 6,2% e serviços, 2,7%. Em valores correntes PIB chegou a R\$5,9 trilhões. (2016). Disponível em: <http://g1.globo.com/economia/noticia/2016/03/pib-do-brasil-cai-38-em-2015.html>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2017

Website Jornal de Piracicaba. **Pib de Piracicaba chega a R\$20,2 bilhões.**

Website Jornal de Piracicaba. **Produção agropecuária da região chega a R\$ 1,5 bilhão.**