

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIHORIZONTES

Programa de Pós-Graduação em Administração

Mestrado

Romualdo Portella Neto

**A PERCEPÇÃO DOS GESTORES SOBRE A GESTÃO DE  
RESÍDUOS DA SUINOCULTURA:  
um estudo de caso em granjas na região da  
Zona da Mata mineira**

Belo Horizonte  
2018

**Romualdo Portella Neto**

**A PERCEPÇÃO DE GESTORES SOBRE A GESTÃO DE  
RESÍDUOS DA SUINOCULTURA:**  
um estudo de caso em granjas na região da  
Zona da Mata mineira

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Acadêmico em Administração do Centro Universitário Unihorizontes, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Administração.

Orientador: Prof. Dr. Marco Aurélio Ramos

Área de Concentração: Organização e Estratégia

Linha de Pesquisa: Estratégia, Inovação e Competitividade

Belo Horizonte  
2018



Centro Universitário Unihorizontes  
Mestrado Acadêmico em Administração

---

**MESTRADO ACADÊMICO EM ADMINISTRAÇÃO  
DO CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIHORIZONTES**

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Organização e Estratégia

MESTRANDO(A): **ROMUALDO PORTELLA NETO**

Matrícula: 0770850

LINHA DE PESQUISA: ESTRATÉGIA, INOVAÇÃO E COMPETITIVIDADE

ORIENTADOR(A): Prof. Dr. Marco Aurélio Ramos

**TÍTULO: A PERCEPÇÃO DOS GESTORES SOBRE A GESTÃO DE RESÍDUOS DA  
SUINOCULTURA: um estudo de caso em granjas da Zona da Mata Mineira.**

DATA: 10/08/2018

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Marco Aurélio Ramos  
ORIENTADOR  
Centro Universitário Unihorizontes

Profª Drª Caissa Veloso e Sousa  
Centro Universitário Unihorizontes

Prof. Dr. Jersone Tasso Moreira  
FUMEC

## DECLARAÇÃO

Declaro que fiz a correção linguística de Português da dissertação de Romualdo Portella Neto, intitulada **A Percepção dos Gestores sobre a Gestão de Resíduos da Suinocultura: um estudo de caso em granjas na região da Zona da Mata mineira**, com 139 páginas, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração do Centro Universitário Unihorizontes, como requisito parcial para obtenção do título de mestre.

Viçosa, MG, 28 de agosto de 2018.



**Edir de Oliveira Barbosa**  
**Revisor de Textos – UFV**  
*[ebarbosaufv@gmail.com](mailto:ebarbosaufv@gmail.com)*

Dedico esta dissertação  
primeiramente aos meus pais, base  
da minha educação e alicerce do meu aprendizado.  
Da mesma forma, a todos os professores e professoras que  
contribuíram com cada “tijolinho” que compõe esta construção;  
em especial, à minha estimada Professora Dora Melo (*in memoriam*).

## AGRADECIMENTO

Falar da gratidão à vida, aos pais e familiares é uma redundância que a praxe estabelece em momentos solenes de nossas vidas como este, mas que não devem distrair a atenção do foco permanente, e incondicional, desses que são uns dos sentimentos mais nobres de um ser humano: Humildade e Gratidão. E em se tratando de quem nos trouxe à luz, exige a prática desses sentimentos, que são muito úteis na retórica da vitória e da religião, frequentemente desprezados da prática dos vitoriosos e dos religiosos.

É com esses sentimentos, de temência a Deus e amor incondicional ao próximo, e aos distantes também, *os ilustres desconhecidos*, que venho neste momento agradecer a uma lista infindável de pessoas, cujos nomes não caberiam no texto, fora aqueles que nem sequer sei o nome nem o sobrenome, mas que de formas indeléveis, inesperadas, fortuitas e, às vezes, por outras vias, que nem eu mesmo queria, acabaram por contribuir nesta trajetória da vida que até aqui me trouxe.

E é esse trajeto da vida que me leva ao título de Mestre em Administração, razão por que jamais esquecerei aqueles 20 passageiros, meus colegas de classe, que também desejavam chegar ao mesmo destino. Vocês foram uma das motivações mais importantes desta jornada. E cada vez que senti dificuldades, apreensões, desapontamentos, desânimo, incompetência, dificuldade financeira, quando precisei rogar forças superiores para transcender os obstáculos, eu lembrava não estar só e rogava por todos nós..., pois creio que, orando coletivamente, oramos melhor. Nesse ínterim vocês me fizeram *rezar 20 vezes mais*. Muito obrigado por tudo e por todos, especialmente você, Neivinha, foi para todos nós uma *irmãe*. Deus lhe dê em dobro!

Professoras e Professores Reynaldo, Wendel, Alfredo, Beth, Caíssa, Gustavo, e Luiz Honório, aceitem, de coração, minha terna e eterna gratidão. Aprendi muito nas disciplinas ministradas e, sobretudo, nos conteúdos implícitos nas entrelinhas da ciência e do conhecimento, que gastam *códigos de acesso* que só os sábios conseguem transmitir e só os sensíveis podem captar – Os quais guardarei para sempre em carinhosa memória e prestimosa referência. Enalteço o Professor Marco Aurélio Ramos pela percepção, além da competência.

## **Conversando com Deus**

**PEDI FORÇAS e VIGOR,**

Deus me mandou dificuldades para me fazer forte;

**PEDI SABEDORIA,**

Deus me mandou problemas para resolver;

**PEDI PROSPERIDADE,**

Deus me deu energia e cérebro para trabalhar;

**PEDI AMOR,**

Deus me mandou pessoas com problemas para ajudar;

**PEDI FAVORES,**

Deus me deu oportunidades.

***Não recebi nada do que eu queria;  
recebi tudo que eu precisava e mereci.***

***Minhas preces foram atendidas.***

***O bom conselheiro nos diz o que precisamos ouvir;  
não aquilo que gostaríamos de ouvir.***

## RESUMO

O adequado gerenciamento de resíduos gerados nas mais diferentes fontes e atividades humanas é um fenômeno social que vem exigindo estratégias administrativas, das esferas pública e privada, na escolha dos melhores modelos de gestão. Esse desafio ocorre também nas operações agropecuárias da produção de alimentos, em que se destacam os dejetos gerados na suinocultura. De acordo com Ensminger *et al.* (1990) e Godoy *et al.* (2006), os suínos têm a capacidade de dejeção equivalente à capacidade de 4,5 seres humanos adultos e seus dejetos são potencialmente mais poluidores do que os de outras espécies. Esses dados assumem importância maior ao se considerar que o Brasil tem o terceiro maior rebanho suíno mundial, com cerca de 40 milhões de cabeças, atrás dos EUA com 67 e da China com 473 milhões, o que corresponde a 50% do rebanho de todo o mundo (FAO/ONU, 2016). Considerando também que, das três principais carnes mais consumidas no mundo, a carne suína representa 43,9% do consumo total (ABPA, 2016), aliado ao fato de o Brasil apresentar o menor custo mundial da produção de suínos, tem-se um panorama favorável à expansão do setor e, ao mesmo tempo, preocupante sobre o proporcional crescimento do problema dos resíduos. Nesse contexto, esta pesquisa buscou descrever e analisar a gestão dos resíduos da suinocultura, segundo a percepção dos gestores e proprietários de granjas situadas na região da Zona da Mata mineira, inseridas na microrregião de Viçosa. O método de estudo adotado foi o estudo de casos múltiplos. Os dados primários foram obtidos por meio das técnicas de entrevistas semiestruturadas e por observação direta não participante. Os dados foram tratados pelos referenciais e analisados utilizando a técnica de análise de conteúdo, sendo os resultados interpretados segundo o modelo de abordagem integrada da gestão sustentável de resíduos, sob as seis dimensões propostas por Shekdar (2009) e adaptadas para a realidade deste estudo. Os resultados permitiram constatar a fragilidade institucional, que afeta frontalmente a sobrevivência dessas organizações, na região do estudo. Verificou-se que a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS (2010) não exerce influência na gestão desses resíduos e que a Política Nacional de Meio Ambiente – PNMA (1981) e o arranjo legal relativo a áreas rurais consolidadas são ineficazes no que tange à gestão sustentável. O estudo contribui com o foco sistêmico do problema, no âmbito institucional da cadeia produtiva dessas organizações, situadas na Zona da Mata mineira, no sentido de repensar a viabilidade da logística da suinocultura praticada na região, em decorrência do redesenho espontâneo da nova geografia que se percebe na cadeia produtiva de grãos e suínos no Brasil. Outra contribuição foi a identificação de novos conceitos e valores na percepção dos gestores que dividem as etapas produtivas na prática da Integração Vertical e também dos benefícios do uso de biodigestores, sugerindo estudos sobre esses temas e sobre suas efetivas possibilidades financeiras, o que parece ainda não definido no Brasil, segundo o cenário desta pesquisa.

**Palavras-chave:** Gestão de resíduos. Resíduos da suinocultura. Política Nacional. Tecnologias de gestão.



## ABSTRACT

The adequate waste management generated in the most diverse sources, and human activities, is a social phenomenon that demands administrative strategies, from the public and private sphere, in the choice of the best management models. This challenge also occurs in the agricultural operations of food production where they stand out the pig's waste. According to Ensminger *et al.* (1990) e Godoy *et al.* (2006) the pigs have a deject capacity equivalent to capacity of 4.5 adults humans; and that their waste is potentially more polluting than other species. These data assume greater importance when considering that Brazil has the third largest swine herd, with about 40 million head, behind the US with 67, and China with 473 million, which corresponds to 50% of the world herd. Also considering that of the three main meat consumed in the world, pork represents 43.9% of total consumption (ABPA, 2016), coupled with the fact that Brazil has the lowest world cost of pig production makes a favorable scenario for the expansion of the sector; and worrying about the proportional growth of the waste problem. In this context, the research sought to describe and analyze the management of swine residues, according to the perception of the subjects, managers and owners of pig farms located in the region of the Mata Mineira Zone, inserted in the micro-region of Viçosa. The study method adopted was the multiple cases study. The primary data were obtained through semi-structured interviewing technique and by direct non-participant observation, which were treated by the references and analyzed by means of the content analysis technique, and the results interpreted according to the integrated approach of sustainable waste management, under the six dimensions proposed by Shekdar (2009) and adapted to the reality of this study. The results showed the institutional fragility, which affects frontally the survival of these organizations, in the region of the study. It was verified that the National Solid Waste Policy – PNRS (2010) has no influence on the management of this waste, and that the National Environmental Policy – PNMA (1981) and the legal arrangement, relating to consolidated rural areas, are ineffective with regard to sustainable management. The study contributes to the systemic focus of the problem, within the institutional framework of the productive chain of these organizations, located in the Zona da Mata Mineira, in order to rethink the viability of swine logistic practices in that region, due to the spontaneous redesign of the new geography that one perceives of the grain and pork production chain in Brazil. Another contribution was to identify new concepts and values in the perception of the managers that divide the productive steps in the practice of Vertical Integration; also of the benefits of using biodigesters, suggesting studies on the subject and their effective financial possibilities, which seems not yet defined in Brazil.

**Keywords:** Waste management. Pig waste. National Policy. Management technologies.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Distribuição do rebanho suíno em MG por regiões.....	31
Figura 2 –	Sistema de lagoas de decantação (MEDRI, 1997).....	42
Figura 3 –	Sistema integrado para gestão de resíduos (SHEKDAR, 2009)...	57
Figura 4 –	Modelo de abordagem integrada para resíduos da suinocultura..	72
Figura 5 –	Granja G1 – Inserção na APP.....	84
Figura 6 –	Granja G3 – Inserção na APP.....	86
Figura 7 –	Granja G2 – Recuo da APP.....	88
Figura 8 –	Granja G1 – Fertirrigação.....	97
Figura 9 –	Granja G1 – Caixa de captação de dejetos.....	98
Figura 10 –	Granja G1 – Curso d’água a jusante da granja.....	99
Figura 11 –	Granja G1 – Curso d’água a montante; e à jusante.....	100
Figura 12 –	Granja G3 – Sistema de tratamento de dejetos.....	101
Figura 13 –	Granja G3 – Córrego do Latão: a montante e a jusante.....	103
Figura 14 –	Granja G2 – Tanques de decantação.....	105
Figura 15 –	Granja G2 – Fertirrigação.....	105
Figura 16 –	Granja G2 – Café fertirrigado.....	106
Figura 17 –	Granja G3 – Biodigestores anaeróbicos.....	109
Gráfico 1 –	Preços praticados: milho e suínos (1994-2016).....	27
Gráfico 2 –	Consumo interno de carne suína, em kg/hab./ano.....	27
Gráfico 3 –	Exportações brasileiras de carne suína, em bilhões de U\$/ano....	28
Gráfico 4 –	Consumo de carnes no Brasil (kg/habitante/ano).....	36
Gráfico 5 –	Preços praticados: milho e suínos (2017-2018).....	80
Quadro 1 –	Critérios de classificação dos empreendimentos (SEMAD/MG)...	33
Quadro 2 –	Panorama mundial de modelos de gestão de dejetos suínos.....	55
Quadro 3 –	Categorias de análise – Dimensões do estudo.....	67
Quadro 4 –	Perfil dos entrevistados.....	69
Quadro 5 –	Caracterização geral dos empreendimentos.....	71
Quadro 6 –	Porte do empreendimento e uso fundiário.....	73
Quadro 7 –	Técnicas aplicadas.....	96

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Municípios com maiores plantéis em Minas Gerais.....	31
Tabela 2 –	Maiores plantéis por Estado.....	35
Tabela 3 –	Produção de dejetos por categoria animal.....	40
Tabela 4 –	Produção de dejetos e efluente por tipo de criação.....	40
Tabela 5 –	Produção de biogás por volume de dejetos.....	47
Tabela 6 –	Produção de biogás por volume de efluente.....	47
Tabela 7 –	Composição média do biogás de dejetos suínos.....	50
Tabela 8 –	Potencial de geração de biogás e equivalente elétrico.....	51
Tabela 9 –	Composição média do biofertilizante.....	52
Tabela 10 –	Produção de dejetos por categoria animal.....	91
Tabela 11 –	Produção do efluente – Dados da pesquisa.....	92
Tabela 12 –	Produção de efluente – Parâmetros teóricos.....	94
Tabela 13 –	Produção de gás.....	112
Tabela 14 –	Equivalente energético.....	115
Tabela 15 –	Consumo de energia elétrica.....	116

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal  
PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos  
DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio  
APP – Área de Preservação Permanente  
ONU – Organização das Nações Unidas  
FAO – *Food and agriculture Organization*  
CH<sub>4</sub> – Metano  
CO<sub>2</sub> – Dióxido de Carbono  
H<sub>2</sub>S – Gás Sulfídrico  
NH<sub>3</sub> – Amônia  
OMM – Organização Meteorológica Mundial  
GEE – Gases de Efeito Estufa  
CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente  
PNMA – Política Nacional de Meio Ambiente  
SEMAD – Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável  
COPAM – Conselho Estadual de Política de Meio Ambiente  
SUPRAM/ZM – Superintendência Regional de Meio Ambiente/Zona da Mata  
IEF – Instituto Estadual de Florestas  
ANPAD – Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração  
ENANPAD – Encontro da Associação Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Administração  
SPELL – *Scientific Periodical Eletronic Library*  
CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior  
SCIELO – *Scientific Eletronic Library Online*  
WBCSD – *Word Business Council for Sustainable Development*  
EUA – Estados Unidos da América  
US\$ – Dólar Americano  
UCC – Unidade de Ciclo Completo  
UPT – Unidade de Produção e Terminação  
UPL – Unidade de Produção de Leitões  
SEAPA – Secretaria Estadual de Agricultura, Pecuária e Abastecimento

CNPISA – Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves  
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
COPEL – Companhia Paranaense de Eletricidade  
ICA – Índice de Conversão Alimentar  
GRSU – Gestão Sustentável dos Resíduos Sólidos Urbanos  
ha – Hectare (1 ha =10.000 m<sup>2</sup>)  
t – Tonelada  
DN – Deliberação Normativa  
LOC – Licença de Operação Corretiva  
LAS – Licença Ambiental Simplificada  
LP – Licença Preliminar  
LI – Licença de Implantação  
LO – Licença de Operação  
ARC – Área Rural Consolidada

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
1.1	Problemática da pesquisa.....	18
1.2	Objetivos.....	21
1.2.1	Objetivo geral.....	21
1.2.2	Objetivos específicos.....	21
1.3	Justificativa.....	21
<b>2</b>	<b>AMBIÊNCIA DA PESQUISA.....</b>	<b>26</b>
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>34</b>
3.1	Suinocultura intensiva no Brasil.....	34
3.2	Dejetos da suinocultura.....	38
3.3	Tecnologias de tratamento dos dejetos suínos.....	41
3.4	Eco inovação e ecoempreendimento na gestão dos dejetos suínos...	44
3.5	Modelos de gestão dos resíduos da suinocultura.....	53
3.5.1	Abordagem Integrada da Gestão Sustentável de Resíduos.....	56
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>60</b>
4.1	Caracterização da pesquisa.....	60
4.2	Unidades de análise e de observação e sujeitos da pesquisa.....	62
4.3	Coleta de dados.....	63
4.4	Análise de dados.....	66
<b>5</b>	<b>APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....</b>	<b>69</b>
5.1	Caracterização dos sujeitos da pesquisa e empreendimentos.....	69
5.2	Análise e discussão dos resultados.....	71
5.2.1	Estrutura organizacional.....	72
5.2.2	Arranjo institucional.....	78
5.2.3	Política e estrutura legal.....	82
5.2.4	Gestão operacional.....	88
5.2.5	Tecnologias aplicadas.....	95
5.2.6	Gestão financeira.....	113
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>118</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>123</b>
	<b>APÊNDICES.....</b>	<b>137</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A gestão e a destinação final inadequadas dos mais diversos tipos de resíduos resultantes das atividades humanas vêm representando um crescente passivo ambiental que afeta toda a sociedade e o planeta, fato que exige dos gestores, dos empresários e da Administração Pública conhecimentos tecnológicos e estratégias capazes de amenizar a poluição ambiental. Nesse contexto, por equivalência, as operações agropecuárias têm-se mostrado grandes geradoras de resíduos potencialmente poluidores (MARTINKOSKI *et al.*, 2017).

No rol dos resíduos considerados potencialmente poluentes destacam-se aqueles gerados nas atividades agrícolas, florestais e pecuárias, os quais são classificados como resíduos agrossilvipastoris, segundo a Lei nº 12.305/2010 – Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Entre esses resíduos merecem notoriedade os dejetos gerados na suinocultura. De acordo com Catapan *et al.* (2013), esses dejetos são constituídos por fezes, urina, cerdas, secreções fisiológicas, resíduos de ração e água de higienização, que formam o efluente composto de matéria orgânica, juntamente com nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, sódio, magnésio, manganês, ferro, zinco, cobre e outros. Esses elementos incluídos na dieta dos animais, cuja composição bioquímica é rica em resíduos orgânicos não digeridos, aliados à flora microbiana fecal presente nos dejetos, favorecem o potencial poluente desses resíduos, o qual é muito superior ao de dejetos de outras espécies animais (KONZEN, 1997; DIESEL *et al.*, 2010).

Conforme Palhares (2008), o Brasil não carece de leis ambientais de qualidade, mas sim de instrumentos operacionais para que as leis vigentes sejam eficazes. As características físico-químicas dos dejetos suínos que os incluem na classe dos potencialmente poluidores, agravados pelos grandes volumes produzidos, são úteis para entender os problemas ambientais decorrentes da gestão inadequada desses resíduos, porém esse entendimento pouco tem contribuído para a solução desses problemas. Esse conjunto de conhecimentos que fundamentam o problema pode consubstanciar dados que embasam outras dimensões analíticas, aplicáveis aos

modelos de gestão dos dejetos suínos, sob o prisma da inovação eficiente e da sustentabilidade ambiental (DIAS, 2014).

Com isso surge uma nova era da inovação: a inovação sustentável, em que regulamentações legais, descobertas tecnológicas e não apenas os fins ecológicos assumem preponderância na tomada de decisão dos gestores, mas, sim, a visão integrada dessas dimensões capaz de evidenciar um custo-benefício econômico e ambientalmente favorável às mudanças de paradigmas do modelo convencional. Isso sob a teoria evolutiva da inovação e do empreendedorismo sustentável, reduzindo a degradação ambiental através de ação empreendedora. Tal fato requer um novo modo de ver os resíduos e interpretá-los como além de resíduos poluentes, ou seja, como insumos de produção de novos produtos e possíveis novos mercados (RAMMEL, 2003; DEAN; MCMULLEN, 2005; GALVÃO, 2014; DIAS, 2014).

Para De Lucas Jr. (2009), os impactos ambientais causados pelos resíduos da suinocultura se intensificaram no final do século passado, a partir da década de 1970, quando ocorreu a expansão da suinocultura intensiva e esta passou a ser caracterizada como sistema de criação industrial, denominado “confinamento” (KUNZ *et al.*, 2009). Confinamento consiste, primordialmente, na maximização da densidade populacional de suínos por unidade de área, chegando a 0,75 m<sup>2</sup>/cabeça, conforme Sartor *et al.* (2004), o que traz, como consequência, a produção e acúmulo de grande quantidade de resíduos nas granjas.

Esse sistema de criação trouxe notável incremento à geração de vultosos volumes de dejetos, que inadequadamente manejados passaram a ser considerados uma das principais fontes poluidoras de mananciais (CANCELIER *et al.*, 2015). No que concerne à suinocultura brasileira, Angonese *et al.* (2006), Arvanitoyannis (2008) e Nascimento e Rodrigues (2012) acrescentam que, normalmente, os dejetos das granjas suinícolas são lançados irregularmente nos cursos d’água, contaminando nascentes e mananciais. O potencial de poluição dos dejetos suínos sobre os cursos d’água é até 260 vezes superior ao do esgoto doméstico, pois enquanto a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) para o esgoto doméstico é de 200 mg/litro, nos dejetos de suínos ela oscila entre 30.000 e 52.000 mg/litro (OLIVEIRA, 1993).



Prática também usualmente adotada na destinação final dos dejetos da suinocultura consiste, segundo Cadis e Henkes (2014) e Cardoso *et al.* (2015), em lançar o efluente *in natura* diretamente sobre o solo para servir de adubo, o que pode causar acumulação de elementos tóxicos, salinização, impermeabilização, desequilíbrio dos nutrientes no solo e contaminação das culturas, por meio da transmissão de patógenos e parasitas. Perdomo *et al.* (2003) e Nascimento e Rodrigues (2012) apontam que muitas vezes, nessas adubações, os dejetos têm destinação a locais que podem ser considerados Áreas de Preservação Permanente (APP). Conforme definido no Código Florestal Brasileiro, tal ação infringe a Lei nº 12.727/2012, sujeitando o suinocultor a ser enquadrado na Lei nº 9.605/1998 – Dos Crimes Ambientais.

Segundo a Food and Agriculture Organization (FAO/ONU, 2005), os dejetos suínos constituem uma das maiores contribuições para a poluição das águas, caracterizada pelos fenômenos das contaminações química e biológica e pela eutrofização dos corpos hídricos causado pelo o excesso de nutrientes no efluente final da suinocultura, principalmente o nitrogênio e o fósforo. Esses elementos propiciam o crescimento excessivo das plantas aquáticas, planctônicas e aderidas, trazendo como consequência o desequilíbrio do ecossistema aquático e o progressivo assoreamento e degeneração da qualidade da água dos corpos lânticos (FIGUEIRÊDO *et al.*, 2007).

Destaca-se também, entre os passivos ambientais da suinocultura, a poluição atmosférica devido à potencial emissão do metano (CH<sub>4</sub>) e do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) durante a decomposição dos dejetos. Para Godoy *et al.* (2006) não há leis específicas que regulam ou punem pelas emissões dos gases gerados pela prática da suinocultura. Quando os dejetos não são devidamente tratados, esses gases representam extraordinárias vazões em volumes incomparavelmente maiores com os que existiam no passado a partir das criações em sistemas extensivos (BLEY, 2009).

Em relatório divulgado pela Organização das Nações Unidas/Organização Meteorológica Mundial (ONU/OMM), Taalas (2017) reporta que a concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera bate recordes e é a maior em três milhões de anos.

O documento aponta o excepcional aumento da concentração do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) na atmosfera, comparado aos índices registrados desde o início do monitoramento realizado pelas organizações ONU/OMM. Segundo o cientista, o aumento populacional, as emissões de gases poluentes pela agropecuária e pelas indústrias mais o desmatamento florestal são as atividades que mais impactam a atmosfera com o denominado efeito estufa e que, se não forem reduzidas, trarão aumentos de temperatura perigosos no final deste século.

De acordo com Moreira *et al.* (2015), a pecuária brasileira vem sendo criticada pela comunidade internacional por emitir grandes quantidades de gases de efeito estufa (GEEs), e que significativa parte dessas emissões é atribuída à suinocultura, decorrente da gestão inadequada dos dejetos, que, quando não submetidos a tecnologias de tratamento, são responsáveis pelas emissões, principalmente, de metano (CH<sub>4</sub>) e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

Corroborando essas colocações, Catapan *et al.* (2011) afirmam que o sistema de coleta, armazenamento e tratamento de dejetos adotado na suinocultura brasileira é precário. Além disso, poucos são os produtores que possuem um sistema intensivo de produção com algum nível de tecnologia necessário à adequada gestão dos dejetos, embora muitas técnicas, há décadas, sejam conhecidas pela comunidade científica (BLEY, 2009).

Cardoso *et al.* (2015) e Cancelier *et al.* (2015), analisando as seis técnicas de tratamento de dejetos mais conhecidas na suinocultura brasileira, salientam que a tecnologia dos biodigestores vem despertando maior interesse por sinalizar benefícios econômicos e ecológicos. Esse procedimento, além de minimizar os impactos ambientais, faculta agregação de renda pela produção de biogás e geração de energia elétrica (GOMES; RAIHER, 2013). O processo permite a reciclagem dos nutrientes e a neutralização do poder contaminante dos dejetos, os quais são transformados em *biofertilizantes* (DONG *et al.*, 2010; THEGHAMMAR *et al.*, 2010). Esses achados apontam que essa tecnologia é capaz de reverter o problema de resíduos de suínos em fonte de recursos para os criadores.

Surge, então, a perspectiva de considerar que as organizações suinícolas, mais do que um agronegócio potencial poluidor, devem ser vistas como potenciais agentes ecoinovadores. E isso ocorre quando a inovação na gestão significa solver um passivo ambiental e oportunizar a criação de novos produtos (ANDERSEN, 2008).

Os achados evidenciam uma necessária ruptura dos padrões atuais da tecnologia empregada na gestão dos resíduos da suinocultura que permita incorporar às suas rotinas uma gestão ambientalmente correta e capaz de viabilizar um manejo eficaz de tratamento dos dejetos e a destinação final adequada de seus efluentes. Para Dias (2014), quando uma atividade produtiva cria degradação ambiental, o fato é denominado pelos economistas “falha de mercado”.

Segundo Dias (2014), quando o empreendedor age sobre uma “falha de mercado” ambientalmente relevante e que representa relação custo-benefício eficaz, surge uma eco-oportunidade, e a sociedade poderá pagar para que a “falha” seja corrigida ou removida. Assim, a gestão ambiental e tecnológica é o conjunto de ações empreendidas pela sociedade, ou por parte dela, que neste estudo são as organizações suinícolas e a gestão dos dejetos com o objetivo de proteger, restaurar, conservar e utilizar o meio ambiente de maneira sustentável (SEGANFREDO, 2007).

De acordo com Dias (2014), a suinocultura demonstra com frequência essa “falha de mercado”, que é expressa no manejo inadequado dos dejetos (LAZARETTI *et al.*, 2014; GOMES *et al.*, 2014). Também, Nascimento e Rodrigues (2012) identificaram na região do Triângulo Mineiro que, das 671 granjas suinícolas investigadas, apenas 27 se encontravam em conformidade ambiental. Dias (2014) descreve estudo sobre inovação na Zona da Mata mineira na Cooperativa dos Suinocultores do Vale do Piranga, onde cerca de 60% dos cooperados passaram a utilizar biodigestores para o tratamento dos dejetos suínos, transformando aquela “falha de mercado” em geração de energia elétrica.

De acordo com Avacy *et al.* (2013), o Brasil tem tradição no uso de energias renováveis e grande potencial para geração de energia a partir de biomassas (residuais ou não), a exemplo dos dejetos suínos.

E medidas como essas podem auxiliar na produção de energia, visto que a matriz hidrelétrica, que representa 74% de toda a produção de eletricidade no país, segundo Gomes e Raiher (2013), se encontra ameaçada pelos efeitos das mudanças climáticas, requerendo, portanto, reflexões da sociedade sobre alternativas capazes de atenuar um possível colapso do setor. Esse fenômeno ambiental vem sendo observado na irregularidade e má distribuição das chuvas e na extinção de nascentes e cursos d'água, o que fica evidente na progressiva redução nos níveis dos reservatórios das hidrelétricas.

O quadro aponta um problema socioambiental expresso no contingenciamento do setor elétrico brasileiro, que já pode ser sentido pela população pela elevação das tarifas de energia. Esse fato não é diferente no empreendimento da suinocultura em relação aos custos da granja com energia elétrica na produção de suínos. Tais considerações reforçam a importância deste estudo, bem como a interface entre gestão de dejetos suínos, sustentabilidade ambiental, poluição e energias renováveis.

### **1.1 Problemática da pesquisa**

A suinocultura é uma atividade de expressivo destaque mundial, e no Brasil ela exerce papel fundamental, principalmente no que tange aos aspectos socioeconômicos (GASTARDELO; MELZ, 2014). No entanto, o tratamento e a destinação dos resíduos, especificamente os dejetos, segundo indicam dados secundários, ainda apresentam “falhas de mercado” (DIAS, 2014) que devem ser analisadas à luz de novas perspectivas que indiquem oportunidades que podem estar sendo desprezadas pelo suinocultor da Zona da Mata mineira.

Na produção de carne suína, um dos passivos ambientais reconhecidos são os dejetos, podendo ser observado o manejo de maneira inadequada recorrentemente nas granjas suinícolas brasileiras (PALHARES, 2008). Miranda *et al.* (2012) reportam estudos na região Alto Uruguai catarinense, onde 8,3% das 3.821 granjas apresentavam licenciamento ambiental. Já Nascimento e Rodrigues (2012) apontam que apenas 4% das granjas do Triângulo Mineiro estavam em conformidade ambiental. Essa situação induz contaminações das águas superficiais, lençóis

freáticos e águas subterrâneas, configurando um grave impacto ambiental aos recursos hídricos, à biodiversidade e à saúde humana, além da preocupante emissão dos GEEs, que não tem sido monitorada (GOMES; RAIHER, 2013).

Nesse cenário, segundo dados do IBGE (2014), o Brasil detém o quarto maior rebanho mundial de suínos, com cerca de 40 milhões de cabeças em 2013. A pesquisa aponta Minas Gerais na quarta posição no *ranking* nacional, com mais de cinco milhões de cabeças, estando 20% desse rebanho na região da Zona da Mata.

Esses dados conferem proporcional grandeza aos volumes de dejetos gerados, pois os suínos excretam, em média, 1,6 vezes mais do que os bovinos. Considerando a mesma base de peso vivo, Ensminger *et al.* (1990) e Godoy *et al.* (2006) apontam que cada suíno dejeta, em média, o equivalente ao que fazem 4,47 pessoas adultas.

Cabe destacar a má reputação internacional da pecuária brasileira, de acordo com Moreira *et al.* (2015), devido à significativa emissão de gases de efeito estufa, sendo a suinocultura apontada por Calza *et al.* (2015) a segunda atividade pecuária de maior potencial de poluição atmosférica, o que deixa a situação mais preocupante do ponto de vista ambiental (GOMES; RAIHER, 2013).

Ressalta-se que ainda não há no Brasil legislação federal específica que regulamente e fiscalize o manejo e tratamento dos resíduos produzidos pela suinocultura (ANDREAZZI *et al.*, 2015; DIAS, 2016). A legislação encontrada possui ligação indireta com o tema e se refere às questões ambientais gerais, abordando genericamente a atividade suína como potencialmente poluidora e pela quantidade de dejetos produzidos (STRASSBURG *et al.*, 2015). No entanto, em concordância com a Lei nº 9.605/1998, conhecida como Lei dos Crimes Ambientais, o produtor pode ser imputado criminalmente por lançar dejetos de sua atividade diretamente nos cursos d'água, conforme determina a Lei nº 9.433/1997 – a Lei das Águas, ou contaminar águas subterrâneas pela disposição dos efluentes de forma que cause contaminação hídrica ou danos à saúde humana ou, ainda, quando através da prática da adubação, destinar os dejetos a áreas de preservação permanente (APPs), previstas na Lei nº 12.727/2012.

Reconhecida como atividade potencialmente poluidora, o licenciamento ambiental da suinocultura no Brasil passou a ser normatizado pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), criado pela Lei nº 6.938/1981 – a Lei da Política Nacional de Meio Ambiente, que delegou aos Estados e municípios a competência para legislar em suas circunscrições. Em Minas Gerais, o licenciamento é normatizado pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD) e executado pelo Instituto Estadual de Florestas (IEF) e pelas Superintendências Regionais de Meio Ambiente (SUPRAM). Ressalta-se a inexigibilidade do uso de biodigestores para o tratamento dos dejetos, conforme normativo SEMAD/SUPRAM – Zona da Mata (2014); DN 217/2017, mesmo considerando que há décadas é consenso, na comunidade científica, que seus benefícios permitem transformar os dejetos em material estável, não poluente e livre de patógenos, além da captura dos gases de efeito estufa (KONZEN, 1983; BLEY, 2009, 2015; HIGARASHI *et al.*, 2011; MARTINKOSKI *et al.*, 2017).

A preocupação com o potencial poluente dos dejetos suínos na região de estudo decorre em função do porte do rebanho e dos volumes de resíduos e gases poluentes produzidos, os quais podem estar sendo emitidos nas granjas em decorrência da falta de tratamento dos dejetos, que em consequência podem causar contaminação hídrica subterrânea ou superficial; ou, ainda, pela intervenção em áreas de preservação permanente pelo destino inadequado dos efluentes. Essas falhas no processo produtivo podem estar sendo cometidas por desconhecimento, negligência ou limitações de acesso à informação e à adoção de tecnologias e conhecimento, segundo a prática e percepção dos suinocultores da Zona da Mata mineira.

Nesse sentido, considerando a suinocultura atividade importante para a economia da região da Zona da Mata de Minas Gerais e que sua aplicação produz passivos ambientais, ou seja, dejetos que precisam ser gerenciados, surgiu uma pergunta norteadora deste estudo: **como vem sendo praticada a gestão dos dejetos da suinocultura intensiva nas granjas da região da Zona da Mata mineira?**

## **1.2 Objetivos da pesquisa**

Na intenção de responder ao problema de pesquisa proposto, foram traçados o objetivo geral e os objetivos específicos, descritos nos tópicos subsequentes.

### **1.2.1 Objetivo geral**

Descrever e analisar a gestão dos resíduos da suinocultura, segundo a percepção dos gestores e proprietários de granjas suínícolas situadas na região da Zona da Mata mineira e inseridas na microrregião de Viçosa.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

Os objetivos específicos a seguir são apresentados como elementos do alicerce para a construção desta pesquisa:

- a) analisar a gestão de resíduos da suinocultura acerca das dimensões organizacional e do arranjo institucional;
- b) analisar a gestão dos dejetos nas dimensões política e estrutura legal;
- c) analisar a gestão operacional e a geração de resíduos; e
- d) descrever e analisar o uso de técnicas de tratamento e manejo dos dejetos, nas dimensões tecnológica e financeira.

## **1.3 Justificativa**

Esta pesquisa se justifica por três motivos: o acadêmico, o organizacional e o social.

O atual estado da arte, conforme demonstrado a seguir, justifica o estudo no âmbito da Administração, devido à constatação da existência de poucas pesquisas sobre o tema pela comunidade científica da produção em Ciências Sociais, ou seja, as publicações sobre o tema são quase que exclusivas das Ciências Exatas e Agrárias.

Ao pesquisar em outubro de 2017 no site da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração (Anpad) e Encontros da

Associação Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Administração (Enanpad), considerando os últimos cinco anos, obteve-se o retorno de 20 artigos referentes ao tema “resíduos sólidos”, no entanto nenhum tratava da gestão desses resíduos.

A seguir, buscou-se no portal da Sociedade Brasileira de Economia Rural (SOBER), sob os termos: “suinocultura” e “resíduos da suinocultura”, onde se obteve o retorno de artigos 23 publicados (2008-2018), dos quais 19 abordaram o uso de águas residuárias da suinocultura na fertirrigação; outros três: aspectos de saúde pública relacionados aos resíduos da suinocultura; e um tratando da geração de energia elétrica proveniente do biogás da suinocultura. Verificou-se, à ótica dos pesquisadores da economia rural, que os dejetos da suinocultura se encontram em crescente investigação em estudos sobre adubações em diversas culturas agrícolas: soja, milho, capim elefante, eucalipto e outras, além da geração elétrica, o que atribui aos dejetos suínos, segundo esses autores, o *status* de insumos produtivos, e não apenas resíduos que precisam ser gerenciados.

Ainda no portal da Anpad foi realizada uma pesquisa bibliométrica no site da Scientific Periodicals Electronic Library (SPELL), em corte linear retroativo (2016-2006), sob o tema de busca “resíduos sólidos”. Foram encontrados 79 artigos publicados em 42 revistas sobre diferentes tipos e categorias de resíduos, destacando-se o maior número de publicações sobre os resíduos sólidos urbanos, apenas uma edição genérica sobre resíduos sólidos da agroindústria e nenhuma publicação sobre resíduos da suinocultura.

Em busca realizada na base de dados da Scientific Electronic Library Online (SCIELO), em outubro de 2017, sobre “resíduos sólidos”, houve o retorno de 70 artigos; quando a pesquisa foi refinada com o tema “gestão de resíduos sólidos”, o retorno caiu para 17 artigos. Ao pesquisar o termo “suinocultura” houve o retorno de oito artigos, enquanto ao utilizar o filtro “biogás de dejetos suínos” em busca linear no período retroativo (2017-2007) foram encontradas 24 publicações. Tal busca possibilitou compreender que, mesmo diante do número de pesquisas na área, ainda há a oportunidade de análises que abordem a gestão integrada dos resíduos da suinocultura.



Cabe citar o trabalho de Martinkoski *et al.* (2017) na justificativa acadêmica do tema, os quais realizaram uma revisão sistemática da literatura sobre a geração de biogás através dos resíduos da suinocultura publicada nos últimos cinco anos (2016-2012). Esses pesquisadores utilizaram o portal da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e consultaram as bases de dados do Science Direct e Scopus.

Nessa consulta, os periódicos selecionados foram filtrados separadamente pelas palavras-chave *biodigester* e *bioenergy*. Na sequência foram aplicados dois filtros de seleção relacionados ao tipo de documento, em que foi escolhido o tipo *article* ou *journals*. Foram encontrados 132 artigos relativos a *biodigester* e outros 9.539 reconhecidos como *bioenergy*. Na etapa seguinte, foram combinadas as palavras-chave *biodigester and bioenergy*, em que se verificou redução significativa no número de produções, sendo encontrados apenas oito artigos, nenhum destes abordando resíduos da suinocultura. Por último, foram combinados os filtros *waste from pig farming, biodigester and bioenergy*, em que não houve identificação científica de nenhum artigo.

Esses dados indicam uma lacuna entre estudos que inter-relacionam gestão de resíduos suínos com tecnologia e uso de biodigestores mais energia elétrica. Os dados expressam a crescente busca acadêmica sobre energias renováveis, traduzindo o reclamo social e a pesquisa sobre a dependência das matrizes energéticas fósseis; e a vulnerabilidade que tem mostrado a matriz hidrelétrica, em face da redução dos níveis d'água dos reservatórios das maiores hidrelétricas brasileiras, exaustivamente noticiadas e já sentidas pela população. Todos esses problemas vêm sendo causados por sucessivos períodos de escassez e má distribuição das chuvas, fenômenos esses denominados mudanças climáticas e que estão diretamente relacionados ao contexto dos GEEs e suas implicações na temática do problema de pesquisa.

Ainda na vertente acadêmica, este estudo visa contribuir trazendo reflexão sobre os conceitos de ecoeficiência, termo criado pelo World Business Council for Sustainable Development (WBCSD, 1992), que segundo Dias (2014) corresponde à ampliação do conceito clássico de inovação econômica da Escola de Joseph Alois Schumpeter

(1962, 1997, 2002), que considera o fator empresarial como o elemento-chave da inovação. Já a ecoeficiência, de modo geral, se liga a setores tecnológicos relacionados com gestão de resíduos, poluição ambiental, eficiência energética e energias renováveis (DIAS, 2014).

Portanto, do ponto de vista acadêmico, os resultados poderão contribuir com a academia em relação à expansão de pesquisas na área, ao realizar um estudo interdisciplinar que trata da gestão de resíduos da suinocultura sob a ótica da sustentabilidade e das atuais demandas ambientais aplicáveis ao setor, como poluição ambiental; e estratégias e possibilidades de resolução do problema, podendo aprimorar o conhecimento produzido na Academia sobre tecnologias de tratamento de resíduos e eco-oportunidades, por meio de ações empreendedoras capazes de reduzir a degradação ambiental rumo ao empreendedorismo sustentável (DEAN; MCMULLEN, 2005).

Este estudo visa corroborar a necessária inserção da sustentabilidade ambiental nos conceitos da Administração contemporânea vislumbrados por Kuzma *et al.* (2016). Ademais, objetiva poder contribuir com novos contornos sobre a temática na realidade das granjas situadas na região da Zona da Mata mineira, abrindo frente à indicação de novos estudos sobre modelos de gestão dos dejetos suínos.

A pesquisa poderá contribuir no âmbito organizacional, por abordar modelos de gestão no setor que podem representarecoinovação no ambiente da pesquisa e na percepção dos suinocultores da região da Zona da Mata mineira. Isso, além de poder ser replicável a outros contextos semelhantes, em ambiente organizacional de suinocultura sob sistema intensivo, e pressupostamente em desconformidade ambiental, conforme apontam dados secundários e estatísticos.

No contexto da justificativa social do estudo, ressaltam-se os conceitos de ecoinovação que norteiam esta pesquisa (DIAS, 2014), pois se trata de temas entendidos como estudos que desempenham efeitos na sociedade como um todo, além do ambiente organizacional e de seus sujeitos diretos.

Esta dissertação está estruturada em seis capítulos, considerando-se esta Introdução. No segundo, encontra-se a Ambiência da Pesquisa. No terceiro, apresenta-se o Referencial Teórico. No quarto estão descritas as características da pesquisa e os procedimentos metodológicos adotados para a coleta e análise dos dados. No quinto são apresentados os resultados da pesquisa, discussão e análise. No último capítulo, encontram-se as Considerações Finais, seguidas das Referências e dos Apêndices A e B, que expõem os roteiros das entrevistas e as observações propostos para a coleta dos dados.

## 2 AMBIÊNCIA DA PESQUISA

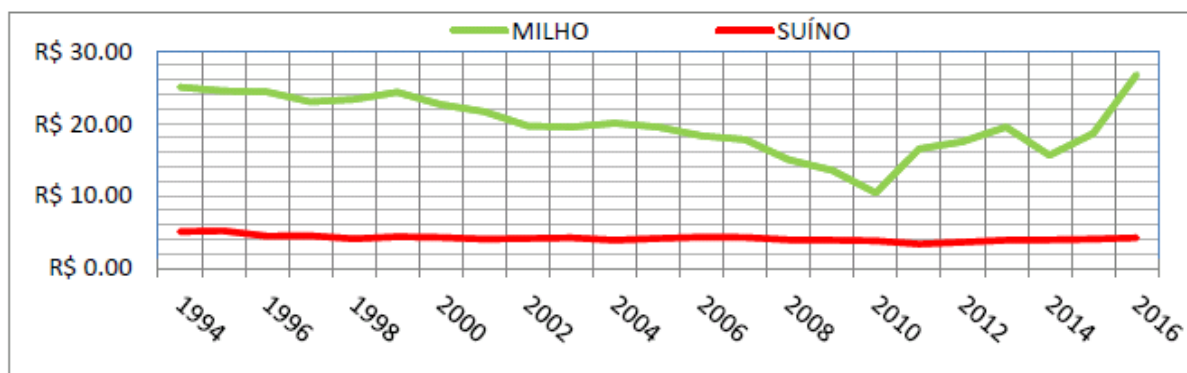
Neste capítulo, apresentam-se os ambientes institucional, organizacional e tecnológico, além do geográfico e do natural, em que estão inseridas as instalações de criação, com o fim de identificar o *locus* operacional e físico das granjas, de onde foram prospectados os dados primários desta pesquisa.

Na definição de North (1994, p. 3), “as Instituições são as regras do jogo” são as restrições humanas formais representadas pelas leis que condicionam as organizações; ou informais, as quais moldam as relações humanas e estruturam os incentivos na troca humana, seja política, social ou econômica.

Conforme Strassburg *et al.* (2015), numa economia em cadeia é necessário analisar o ambiente institucional onde se inserem as organizações, o que permite entender a dinâmica evolutiva da economia e dos diversos problemas decorrentes. North (1991) explica que as instituições ocupam lugar central na análise de um processo de desenvolvimento econômico e definem o ambiente onde funciona a economia e está o modo como a sociedade evolui no tempo em relação a determinado fenômeno e suas implicações socioeconômicas. Neste caso, permitem entender as motivações e a evolução dinâmica que vêm ocorrendo nas organizações da suinocultura brasileira, bem como a sua propulsão pelo contexto econômico dos elos da cadeia produtiva: suínos, milho e soja (GASTARDELO; MELZ, 2014). Trata-se de dados das organizações enquanto produtoras de alimentos, que não obstante podem ser inerentes à expansão da geração desordenada de resíduos.

Dados estatísticos do GRAF. 1 expõem a crescente oferta do milho, principal insumo da produção de suínos, que causou o declínio dos preços desse grão (1994-2010). Destaca-se que, em 2016, os preços equipararam-se aos praticados em 1994, o que explica a expansão da suinocultura brasileira no período, justificada pelos baixos custos de produção. Esse fenômeno resultou na consequente estabilidade dos preços da carne ao consumidor final, que se estende até os dias atuais (1994-2016), explicando o preço estável e a baixa cotação final do suíno vivo pago ao suinocultor.

Gráfico 1 – Preços praticados: milho e suínos



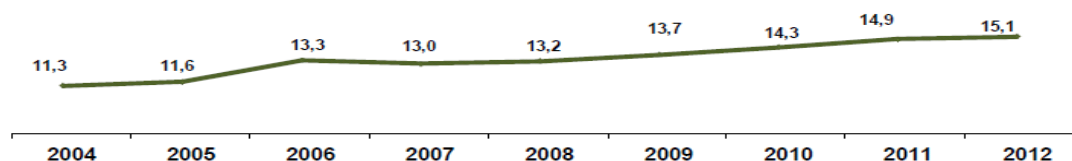
Fonte: AGROANALYSIS, 2016; ABCS, 2016. Adaptado pelo autor, 2017.

A pesquisa histórica aponta que essa dinâmica técnico-econômica e geográfica favorável à suinocultura brasileira e questionável quanto aos impactos ambientais continua ativa e fomentando o ambiente organizacional. Conforme afirma Batista (2002) e Mielle e Waquil (2007), o custo de produção da carne suína no Brasil é um dos mais baixos do mundo, ou seja, US\$0.63/kg. Nos EUA, esse custo é de US\$0.99/kg; na Espanha, US\$1.18/kg; e na França, US\$1,27/kg.

Os dados justificam o atual avanço da suinocultura brasileira, mas, sobretudo, projetam o potencial crescimento do rebanho para as próximas décadas, como também, proporcionalmente, o problema da gestão dos dejetos (OLIVEIRA, 2016).

Esse conjunto de fatores inerentes ao ambiente institucional, fomentado pela economia em cadeia, evidencia também o crescente consumo *per capita* da carne suína no Brasil. O GRAF. 2 ilustra a citação de Sartor *et al.* (2004) de que o setor ainda tem muito a crescer, a pesar de o consumidor brasileiro ainda mostrar preferência para a carne bovina e a de aves.

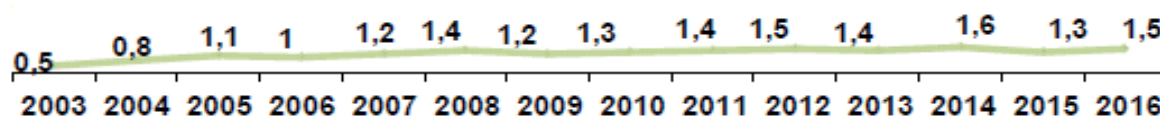
Gráfico 2 – Consumo interno de carne suína em kg/habitante/ano



Fonte: SEAPA/MG, 2017.

O GRAF. 3 ilustra a evolução da demanda internacional, devendo-se considerar, de acordo com Strassburg *et al.* (2015), que apenas 14,2% da produção nacional é destinada às exportações, o que aponta a latente possibilidade de incremento da produção para o atendimento do mercado externo nas próximas décadas.

Gráfico 3 – Exportações brasileiras de carne suína, em bilhões de U\$/ano



Fonte: Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio – MDIC, 2017.

O ambiente organizacional da suinocultura tecnificada, descrita por Kunz *et al.* (2009), que faz parte dos chamados sistemas intensivos de criação, ou “confinamentos”, constitui o compartimento operacional da ambiência da pesquisa. Isso porque os dados secundários, no que tange à zootecnia, apresentam índices e coeficientes técnicos considerados homogêneos e padronizados na suinocultura brasileira (FERREIRA *et al.*, 2004; SARTOR *et al.*, 2004; MARTINS *et al.*, 2012).

Nesse contexto, a ambiência organizacional das granjas estudadas é representativa de sistemas de criação intensiva, sob confinamento, com suínos de raças melhoradas geneticamente e desenvolvidas sob os padrões dos referenciais e índices zootécnicos adotados para estimativas de custos e produtividade comportados nas médias da suinocultura nacional (FERREIRA *et al.*, 2004). Esses parâmetros e dados também podem ser utilizados para análise da geração de dejetos, seus potenciais impactos e demandas de tratamento (PERDOMO *et al.*, 2003; OLIVEIRA, 2016).

Os registros descritos no ambiente organizacional referem-se ao porte do rebanho, em número de animais, e ao tipo de criação desenvolvido, que poderão ser de três tipos, ou categorias de análise: Unidade Produtora de Leitões (UPL), Unidade de Ciclo Completo (UCC) e Unidade de Produção e Terminação (UPT). Esses três tipos de criação tecnificada são uniformes na suinocultura brasileira, inclusive na Zona da Mata mineira, conforme corroboram os conceitos de Sartor *et al.* (2004) e os achados de Oliveira *et al.* (1993). Segundo Ferreira *et al.* (2004), na suinocultura

intensiva um suíno consome e dejeta volumes padronizados, o que permite inferências contextuais sobre o potencial gerador de dejetos de uma granja em função do porte do rebanho e do tipo de criação.

Nesse ambiente merece destaque a estratégia de gestão organizacional, denominada Integração Vertical que consiste em uma parceria praticada entre granjas do tipo UPL e UPT. Trata-se de um modelo amplamente adotado na avicultura e crescente na suinocultura, que, segundo Lima *et al.* (2014), pode ser encontrado em diversos autores, agregando diferentes sentidos. Devido à elevada precisão tecnológica dos índices zootécnicos, da suinocultura analogamente à avicultura, vê-se que é possível uma fácil coordenação da cadeia, o que resulta em forte caráter competitivo, em nível global, por meio da distribuição das etapas produtivas (ARAÚJO *et al.*, 2008).

O ambiente tecnológico da pesquisa, juntamente com o ambiente organizacional, constitui parte importante da investigação e pode ser definido, de acordo com Strassburg *et al.* (2015), que o ambiente competitivo de uma atividade econômica rege e condiciona as ações e estratégias da organização, bem assim que a tecnologia é um dos principais fatores que influenciam na competitividade das organizações (ROCHA, 2001).

Nesse ambiente foi investigado o custo-benefício das técnicas adotadas pelos gestores e utilizadas para o tratamento dos dejetos: lagoas de decantação, biodigestores e uso do efluente na destinação final para fertirrigação.

A dimensão tecnológica está integrada na gestão financeira dos dejetos da suinocultura e, segundo Palhares (2008), representa custos de construção e manutenção, que são problemas para o suinocultor. Nesse sentido, Shekdar (2009) afirma que o modelo de gestão integrada de resíduos deve melhorar a viabilidade comercial das tecnologias, a fim de permitir a recuperação de recursos investidos.

A região da Zona da Mata mineira foi definida intencionalmente como o ambiente geográfico da pesquisa. É composta por sete microrregiões e um total de 142

municípios, tendo como polos microrregionais as cidades de Carangola, Cataguases, Juiz de Fora, Manhuaçu, Muriaé, Ponte Nova, Ubá e Viçosa.

As granjas de estudo foram definidas por escolha casual e acessibilidade aos suinocultores, necessariamente representativas da suinocultura intensiva e dos três tipos clássicos de criação – UCC, UPL e UPT – e do problema desta pesquisa: a gestão dos dejetos praticada nessas organizações.

Analisaram-se as granjas inseridas na microrregião de Viçosa, visando, assim, coletar dados de como a gestão dos dejetos vem sendo praticada em pelo menos dois dos 20 municípios que a compõem: Alto Rio Doce, Amparo do Serra, Araponga, Braz Pires, Cajuri, Canaã, Cipotânea, Coimbra, Ervália, Lamim, Paula Cândido, Pedra do Anta, Piranga, Porto Firme, Presidente Bernardes, Rio Espera, São Miguel do Anta, Senhora de Oliveira, Teixeiras e Viçosa.

A região da Mata, que já foi o maior polo produtor do Estado, atualmente apresenta declínio no *ranking* das regiões que mais se desenvolvem na suinocultura brasileira (GASTARDELO; MELZ, 2014), em razão das vantagens econômicas para a suinocultura do Triângulo Mineiro e do Alto Paranaíba, onde se encontram os maiores plantéis. Esse privilégio é devido à logística da produção dos insumos milho e soja, que constituem cerca de 80% dos custos de produção, fenômeno verificado após o domínio das técnicas produtivas do Cerrado nas últimas décadas do século XX, o que vem propiciando a migração dos polos produtores de suínos para as regiões centrais do país. Observa-se, assim, a evidência das perdas de competitividade das organizações situadas nos municípios da região da Zona da Mata mineira.

Conforme a FIG. 1, as regiões do Triângulo Mineiro e do Alto Paranaíba, juntas, já representavam, em 2014, 39% do rebanho do Estado (IBGE 2015), quase o dobro do plantel da Zona da Mata mineira. Esse crescimento nas últimas décadas resulta da expansão das fronteiras agrícolas, como explicam Gastardelo e Melz (2014), o que contribuiu para a redução do custo de produção naquelas regiões, enquanto na Zona da Mata os gastos se elevam progressivamente, evidenciando a perda de competitividade causada pelos custos do transporte dos grãos.



Figura 1 – Distribuição do rebanho suíno por regiões do Estado



Fonte: IBGE, 2015.

Os dados constantes da TAB.1 apontam os três municípios maiores produtores da região da Zona da Mata mineira: Urucânia, Jequeri e Ponte Nova, os quais se encontram inseridos na microrregião de Ponte Nova, cuja sede microrregional é a cidade de mesmo nome.

Tabela1 – Municípios com maiores plantéis em Minas Gerais

Ranking	Município	Região	Suínos (mil cabeças)
1º	Uberlândia	Triângulo Mineiro	927,5
2º	<b>Urucânia</b>	<b>Zona da Mata</b>	<b>232,2</b>
3º	Patos de Minas	Alto Paranaíba	189,5
4º	Patrocínio	Alto Paranaíba	161,3
5º	<b>Jequeri</b>	<b>Zona da Mata</b>	<b>157,3</b>
6º	Pará de Minas	Pará de Minas	117,7
7º	Ituiutaba	Triângulo Mineiro	115,0
8º	<b>Ponte Nova</b>	<b>Zona da Mata</b>	<b>108,5</b>
9º	Araguari	Triângulo Mineiro	78,4
10º	Santa Juliana	Alto Paranaíba	63

Fonte: IBGE, 2015.

Observa-se que esses três municípios juntos comportam cerca de 50% do rebanho da Zona da Mata. Assim, resta para os demais 139 municípios da região a outra metade, indicando que na vizinha microrregião de Viçosa não há suinoculturas de porte representativo nas estatísticas oficiais.

Já no ambiente natural, onde se inserem as granjas, a investigação foi norteada pelos achados da pesquisa documental sobre políticas públicas e do arranjo legal que regem a suinocultura, o que, segundo Shekdar (2009), deve constituir o estatuto jurídico da gestão dos diversos resíduos em diferentes cenários e países (PEREIRA, 2017). Dentre esses documentos, conforme destacam Peruzatto (2009), Zanella (2012) e Strassburg *et al.* (2015), foram examinados: a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), o Código Florestal Brasileiro, a Lei das Águas e a Lei dos Crimes Ambientais, além da legislação específica do Estado de Minas Gerais.

Na região da Zona da Mata mineira, a suinocultura é normatizada pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SEMAD) e executada pelo Instituto Estadual de Florestas (IEF), por meio do cumprimento da Deliberação Normativa DN 217/2017, que se fundamenta no arcabouço das leis federais supracitadas.

A DN217/2017 ordena genericamente a formalização do licenciamento ambiental dos empreendimentos de maneira ampla, para um rol de sete listagens, de A-G, abrangendo dezenas de atividades potencialmente poluidoras. Nessa lista é citada a suinocultura no subgrupo G, no grupo dos resíduos agrossilvipastoris, que tem seu potencial poluidor avaliado pelo órgão ambiental em função do porte do empreendimento e dos aspectos locais da granja, DN 27/2017 – *caput*:

Estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, bem como os critérios locais a serem utilizados para definição das modalidades de licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais no Estado de Minas Gerais.

Os critérios locais para o licenciamento das granjas, referidos na DN 217/2017, são instruídos no Código Florestal Brasileiro, onde dispõe sobre as Áreas de Preservação Permanente (APP) e estabelece como medida de proteção aos recursos hídricos a proibição de instalar granjas de suinocultura nessas áreas, conforme o artigo 4º, inciso I, alínea “a”, do capítulo 2 da Lei nº 12.727/2012.

Faixas marginais de cursos d’água natural, perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda do leito regular, em largura mínima variável em função da largura do rio:

a) 30 metros, para os cursos d’água de menos de 10 m de largura.

Ainda no aspecto locacional das granjas, conforme se organizam as leis, é necessário o conhecimento sobre as chamadas Áreas Rurais Consolidadas (ARC). Trata-se de ocupação e uso do solo que permitem a continuidade das atividades instaladas em APPs como um direito adquirido pelo produtor rural. Tal procedimento em Minas Gerais é regulamentado pela SEMAD, Lei nº 20.922/2013, artigo 2º:

Consideram-se área rural consolidada as áreas de imóvel rural com ocupação antrópica pré-existente a 22 de julho de 2008, com edificações, benfeitorias ou atividades agrossilvipastoris, admitida, neste último caso, a adoção do regime de pousio.

Quanto ao porte do empreendimento com relação a possíveis impactos ambientais que a suinocultura representa, a DN 217/2017 (Quadro 1) classifica as granjas a partir de 200 animais como empreendimentos de médio a alto potencial poluidor, tornando-se obrigatório o licenciamento ambiental. Neste documento são estabelecidas as medidas condicionantes da licença operacional da granja, a fim de mitigar ou atenuar os possíveis impactos ambientais, considerando o porte do rebanho, a situação locacional da granja e o volume de resíduos gerados nas operações de criação dos animais.

Quadro 1 – Critérios de classificação do empreendimento

Código SEMAD	Atividade	Potencial Poluidor/Degradador			
		Porte - nº animais		Impacto ambiental	
G-02-04-6	Suinocultura	Pequeno	200 a 2.000	Ar	Médio
		Médio	2.000 a 10.000	Água	Alto
		Grande	>10.000	Solo	Médio

Fonte: SEMAD/SUPRAM. Deliberação Normativa DN 217/2017.

Esses parâmetros, à luz do referencial teórico, serviram de instrumentos para coleta e análise dos dados primários necessários para atingir as dimensões política e legal da gestão dos resíduos, conforme a prática nas granjas. Além de respaldar o entendimento da dimensão organizacional, no que tange ao porte da suinocultura intensiva e ao respectivo potencial poluidor. E também no sentido de analisar as técnicas adotadas pelos gestores para o tratamento e destinação final do efluente e identificar possíveis indicadores de poluição hídrica, atmosférica ou do solo decorrentes da gestão inadequada.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo contempla as bases teóricas que fundamentam este estudo. Inicialmente foram expostos dados favoráveis dos pontos de vista zootécnico e econômico da produção suína brasileira. Esses dados são preocupantes, quanto ao meio ambiente e à saúde pública, quando os dejetos não são devidamente gerenciados. No item seguinte, o mesmo referencial teórico que embasa o potencial poluidor dos dejetos suínos foi utilizado para estabelecer uma nova ótica sobre esses resíduos, que podem ser entendidos como insumos, oportunidades competitivas e inovações sustentáveis. No terceiro item, aborda-se a dimensão tecnológica da problemática, com foco nos modelos clássicos de tratamento dos dejetos que são praticados e nos que são mais apropriados, enfocando o custo-benefício das tecnologias adotadas. No quarto item, apresenta-se uma fusão das seções anteriores, expondo o aspecto interdisciplinar que compõe as múltiplas facetas de análise do problema da gestão dos dejetos da suinocultura. Por último, mostram-se modelos de gestão dos dejetos suínos praticados em diversos países (PALHARES, 2008) e o modelo integrado da gestão sustentável de resíduos, sob a abordagem multidimensional proposta por Shekdar (2009).

#### 3.1 Suinocultura intensiva no Brasil

Neste subcapítulo apresentam-se dados secundários e históricos que comprovam a evolução da suinocultura brasileira neste último meio século e fundamentam os prognósticos de expansão da atividade. Fato esse demonstrado em referenciais zootécnicos e socioeconômicos, fundamentais para o entendimento do vulto e das perspectivas conjunturais do problema advindo das granjas, nas dimensões organizacional, institucional e operacional, que envolvem a análise da gestão sustentável dos dejetos suínos.

O suíno, animal de origem asiática, o *Sus scrofa*, chegou a solo brasileiro desde 1532, desembarcado em São Vicente, no litoral paulista, trazido por Martin Afonso de Souza. Mas foi somente a partir de meados do século XX, nas décadas de 1930 a 1950, que recebemos os primeiros exemplares de raças europeias, do porco tipo carne, que se estabeleceram no oeste catarinense e vieram possibilitar o avanço da

suinocultura no Brasil, que se encontra baseada nas raças Landrace, Large-White, Duroc e seus híbridos (FERREIRA *et al.*, 2004).

Para De Zen *et al.* (2014), o salto da suinocultura brasileira deu-se mesmo a partir da década de 1960, com a consolidação dos sistemas intensivos de produção. Até então, a criação de suínos no Brasil era do porco tipo banha, com baixa produtividade. Esses autores demonstram estatísticas que comprovam que o consumidor brasileiro só veio consolidar ascendência do consumo dessa carne a partir da década de 1990, após a implantação do Plano Real (1994).

Dessa forma, a Região Sul foi o polo precursor da suinocultura intensiva do Brasil e ainda aloja maior parte do rebanho nacional (49%), em que os três Estados são os maiores produtores, seguidos de Minas Gerais (IBGE, 2015).

Tabela 2 – Maiores plantéis por Estado

<i>Ranking</i>	Estados	Rebanho (milhões de cabeças)	Participação (%)
1º	Paraná	7.134.055	17,7
2º	Santa Catarina	6.792.724	16,8
3º	Rio Grande do Sul	5.948.537	14,7
4º	<b>Minas Gerais</b>	5.047.216	12,5
5º	Mato Grosso	2.849.158	7,1
6º	Goiás	2.033.914	5,0
7º	São Paulo	1.484.585	3,7
8º	Mato Grosso do Sul	1.281.775	3,2
9º	Ceará	1.268.342	3,1
	Demais Estados	6.492.247	16,1
	Rebanho Total	40.332.553	100,0

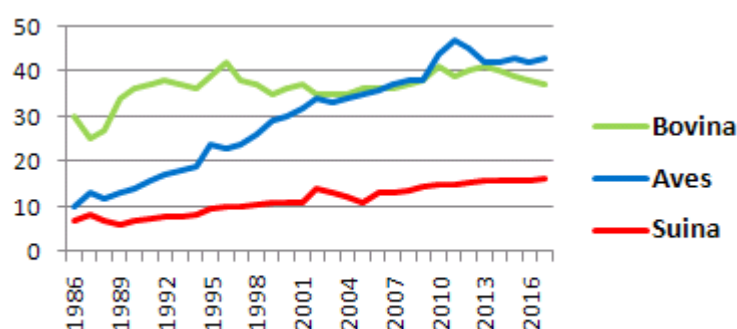
Fonte: IBGE, 2015.

Segundo Schneider *et al.* (2012), o Brasil vem ocupando crescente destaque pela sua grande capacidade de produção de alimentos e um dos principais fornecedores no mercado internacional, participação essa que tende a continuar crescendo. De acordo com Gastardelo e Melz (2014), notadamente na suinocultura, é o país que mais cresceu em exportações de carne suína no período de 1995-2012. O Brasil é

reconhecido também como importante fornecedor de proteína animal para a população mundial (MOREIRA *et al.*, 2015).

Na concepção de Sartor *et al.* (2004), o Brasil é o país que tem as melhores condições para aumentar o plantel de suínos e também o consumo interno, uma vez que seu consumo *per capita* está situado em 14 kg/hab./ano, muito distante do de países europeus, que chega a 60 kg/hab./ano. Estatísticas, conforme GRAF. 4, apontam que as carnes bovina e de aves são as mais consumidas pelos brasileiros, o que também revela perspectivas de crescimento do mercado interno.

Gráfico 4 – Consumo de carnes no Brasil kg/habitante/ano



Fonte: IBGE, 2018.

De acordo com Strassburg *et al.* (2015), além da expansão do consumo interno, responsável por 85,8% do que é produzido, há muito a crescer em relação às exportações, que absorvem apenas 14,2%. Nesse campo, a carne suína é apontada como a mais consumida no mundo e expressa crescente demanda mundial, reforçada pelo fato de os EUA e a União Europeia, respectivamente 1º e 2º maiores exportadores mundiais, que mostram tendência de diminuir o plantel em virtude de problemas ambientais e dos altos custos de produção (GASTARDELO; MELZ, 2014).

Segundo dados do IBGE (2014), até 2020 o Brasil deve ocupar o segundo lugar na produção mundial de suínos, atrás apenas da China, que consome toda a sua produção. Além das condições naturais favoráveis, a grande extensão territorial do Brasil ainda se apresenta em expansão das fronteiras agrícolas, devido ao avanço da agricultura para o bioma Cerrado, pela descoberta das tecnologias agrônômicas,

o que possibilitou a utilização dos solos ácidos do Cerrado do Brasil Central (SWEARINGIN; SEDIYAMA, 1969, 1976; GASTARDELO; MELZ, 2014).

Conforme Gastardelo e Melz (2014), esse fenômeno foi iniciado em meados da década de 1970 e vem incorporando mais de dois milhões de km<sup>2</sup> de solos agricultáveis ao mapa do agronegócio brasileiro, notadamente pelo cultivo da soja e do milho, que avançou para os Estados do Cerrado. E isso vem produzindo um redesenho da geografia e do ambiente institucional da suinocultura nacional, pelos elos da cadeia produtiva dos grãos acentuadamente a partir dos anos de 1990.

Sartor *et al.* (2004) apontam a tendência da instalação da suinocultura nas regiões centrais do Brasil. Confirmando essa assertiva, Saraiva (2012) descreve o potencial crescimento, na ordem de 153%, do rebanho suíno mato-grossense entre 2002 e 2012. Também, aponta a contínua expansão do parque agroindustrial suinícola naquele Estado, onde, segundo esse mesmo autor, as exigências ambientais são menos rígidas, o que atrai empresários a se instalarem na região.

Também em solos de Cerrado no Brasil Central, destaca-se o município de Uberlândia, no Triângulo Mineiro, que possui individualmente o maior rebanho suíno no *ranking* nacional, de acordo com a Secretaria Estadual de Agricultura, Pecuária e Abastecimento – SEAPA (2017), fato que também ratifica os pesquisadores citados.

Andreazzi *et al.* (2015) colocam que a suinocultura brasileira está bem consolidada e apresenta um dos melhores desempenhos econômicos no cenário internacional, sendo a base desse desempenho as estratégias empresariais e os avanços tecnológicos e organizacionais. Os dados denotam que a suinocultura brasileira apresentou, neste último meio século, reconhecido desenvolvimento das tecnologias zootécnicas dos sistemas intensivos de produção (KUNZ *et al.*, 2009) e avanço da genética desde o surgimento do porco híbrido, de ciclo precoce, o que revolucionou a produtividade da suinocultura nacional (DE ZEN *et al.*, 2014).

Posto isso, o bom desempenho da suinocultura brasileira é demonstrado pela colocação do país, em 2015, como detentor do terceiro maior rebanho mundial, com 40,3 milhões de cabeças, e quarto maior exportador de suínos (SEAPA, 2017).

Paradoxalmente ao reconhecido avanço tecnológico e ao prognóstico de crescimento da atividade, ainda persiste o conceito de baixa qualidade ambiental da atividade (BELLI *et al.*, 2001; CATAPAN *et al.*, 2013; MOREIRA *et al.*, 2015).

### **3.2 Dejetos da suinocultura**

Neste subcapítulo, pretende-se apresentar um novo conceito de valoração dos dejetos que envolvem uma nova consciência e percepção de sustentabilidade e inovação tecnológicas na gestão de resíduos da suinocultura. O enfoque é no “ciclo de vida” dos dejetos suínos, que podem representar matéria-prima de novos produtos e possíveis novas oportunidades econômicas, reduzindo a poluição ambiental e o uso de outras matérias-primas.

A gestão dos dejetos suínos necessita, atualmente, ser vista à luz dos conceitos da ecoeficiência e criar mais valor com menos impacto, conforme o modelo ecológico de eficiência de gestão criado em 1997, em Genebra, Suíça, pelo World Business Council Sustainability of Development (WBCSD) – Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável. Com esse modelo se mede o valor de um produto ou serviço, em termos de seu impacto ambiental (DIAS, 2014). Nesse sentido, as atenções devem ser voltadas para as estimativas reveladas da “falha de mercado”, que, no caso deste estudo, contemplou possíveis deficiências na gestão dos dejetos suínos.

Trata-se da implementação de um serviço ou procedimento dinâmico e contínuo que visa minimizar impactos ambientais, reduzir a poluição e trazer benefícios em médio prazo para a empresa pela criação de novos produtos. Com isso surgem a figura do ecoempreendedor e um modelo de gestão capaz de utilizar uma externalidade negativa, representada, neste caso, pelo volume e potencial poluidor dos dejetos, e transformá-la em eco-oportunidade (DIAS, 2014).

Constatada a “falha de mercado”, decorrente da gestão inadequada dos dejetos suínos, depara-se com uma situação que pode representar custo-benefício eficaz e, ao mesmo tempo, ambientalmente relevante, condições que, segundo Dias (2014), evidenciam o que ele define como eco-oportunidade.



De acordo com os conceitos de Dias, neste caso dos dejetos suínos, diferentemente de lixo, estes são resíduos que ainda não cumpriram seu “ciclo de vida” e podem ser transformados através da ecoinovação. Essa capacidade de inovar, sobretudo, a concepção dos gestores sobre os potenciais produtos ou outros materiais, que podem surgir da reutilização, recuperação e reciclagem de um resíduo antes conceituado como potencial poluidor que passa, agora, a ser entendido como potencial recurso ou agente de uma ecoinovação (ANDERSEN, 2008).

Essa modalidade de gestão empresarial busca a substituição de modelos e materiais por tecnologias e produtos limpos, bem como a redução de resíduos e a recuperação de recursos, capazes de evidenciar um processo de melhoria contínua e, conseqüentemente, incremental (SCHMIDHEINY, 1992).

A adequada gestão dos dejetos suínos à luz dos conceitos da ecoeficiência, conforme Dias (2014), exige o entendimento da dinâmica de geração dos dejetos, que pode ser entendida na gestão operacional da suinocultura, e, nessa ótica, esses resíduos são recursos a serem estimados, por meio de indicadores da eco-oportunidade.

Conforme Coldebella *et al.* (2006) e Moreira *et al.* (2009), a viabilidade e escolha da tecnologia adequada para o tratamento dos dejetos suínos decorrem, primeiramente, em função do volume de dejetos gerados. Nesse aspecto, Gomes e Raiher (2013) relatam que muitos estudos de caso sobre o assunto constatarem inviabilidade na instalação de biodigestores em propriedades com baixa produção de suínos devido à pequena quantidade produzida de dejetos. Essas autoras apontam que há pouca disponibilidade de estudos conhecidos que demonstrem a partir de que nível de produção a geração de biogás se torna viável economicamente.

De acordo com Oliveira (1993), Perdomo *et al.* (2003) e Ferreira *et al.* (2004), a suinocultura em sistema intensivo, sob confinamento, é desenvolvida basicamente em três tipos de criação. Esses tipos, segundo Nascimento e Rodrigues (2012) obedecem a parâmetros referenciais de geração de dejetos em função do volume de alimentos e água ingeridos, que são padronizados por categoria animal (TAB. 3).

Tabela 3 – Produção de dejetos por categoria animal

Categoria Animal	Fezes (Kg/dia)	Urina (l/dia)	Dejetos líquidos (kg/dia)
Suínos (25 - 100 Kg)	2,30	4,9	7,20
Porca em gestação	3,60	7,40	11,00
Porca em lactação + leitões	6,40	11,60	18,00
Leitões na creche	0,35	0,60	0,95
Reprodutor	3,00	6,00	9,00

Fonte: Nascimento e Rodrigues, 2012.

Esses referenciais são fundamentados em índices zootécnicos de produtividade, bastante precisos e permitem importantes inferências, capazes de identificar indicadores da viabilidade de tratamento dos dejetos e da geração de recursos que também podem ser estimados, descritos e mensurados (FERREIRA *et al.*, 2004; DE ZEN *et al.*, 2014; ANDREAZZI *et al.*, 2015).

A TAB. 4 ilustra a geração dos resíduos e do efluente final formado pelos dejetos veiculados na água de higienização das instalações, em função dos três tipos clássicos de criação: Unidade de Produção de Leitões (UPL), Unidade de Produção e Terminação (UPT) e Unidade de Ciclo Completo (UCC), considerando-se a média de dejeção dos animais, por categoria, ao longo do ciclo de vida e estágios produtivos e reprodutivos (PERDOMO *et al.*, 2003; NASCIMENTO; RODRIGUES, 2012).

Tabela 4 – Produção de dejetos e efluentes, por tipo de criação

Tipo de criação	Categoria animal	Fezes e urina (kg/dia)	Água de higiene e bebedouros (l/dia)	Efluente (l/dia)
UCC	Matriz	55,0	47,5	102,5
UPT	Suíno	6,8	4,1	10,9
UPL	Matriz	19,0	23,9	42,9

Fonte: Nascimento e Rodrigues, 2012.

Conforme informam Ferreira *et al.* (2014), nas granjas suinícolas UCC e UPL encontram-se matrizes e cachacos, além dos leitões lactentes de 0-21 dias de vida, e na creche são alojados os leitões de 21-45 dias de idade, após o que vão para a fase de produção na UPT e aí permanecem até o fim do ciclo (150 dias). Dessa

forma, nas UPLs e nas UCCs o porte do rebanho representado pelo número de matrizes na granja determina o potencial gerador de dejetos, enquanto nas UPTs é representado pelo número de suínos em terminação (PERDOMO *et al.*, 2003).

Para Perdomo *et al.* (2003) e Martins *et al.* (2012), o mesmo suíno terminado de 100 kg sob o Índice de Conversão Alimentar (ICA) 2,75, durante o ciclo de 150 dias, já ingeriu, portanto, 275 kg de ração e deverá dejetar proporcionais volumes de urina e fezes de acordo com o consumo de água nas respectivas operações de criação.

Nas granjas UPL e UCC, as matrizes são a unidade de referência do potencial gerador de dejetos. São animais com peso corpóreo médio de 220 kg mantidos na granja por cerca de dois a três anos, os quais ingerem maior quantidade de dieta, em kg/matriz, padronizada conforme o estágio reprodutivo, perfazendo 1 t/matriz/ano (DE ZEN *et al.*, 2014); e, portanto, dejetam maiores volumes em comparação com os suínos das granjas UPTs. A esses dejetos são adicionados os dos leitões de 0-45 dias. Segundo Lima *et al.* (2010), são dois partos/ano, com média de 18 leitões terminados/matriz/ano.

Os dados referendados da geração de dejetos sinalizam o porte da granja e a indicação da tecnologia mais eficiente para o seu processamento (CADIS; HENKES, 2014; CALZA *et al.*, 2015; NOVACK *et al.*, 2016). Por expressarem a chamada oportunidade, os dejetos adquirem *status* de recursos econômicos em vez de resíduos. Assim, o ecoempreendimento oportunizado será potencializado pelo maior volume de dejetos, que se processados por tecnologias ambientalmente corretas estabelecerão o modelo deecoinovação e a gestão ecoeficiente (DIAS, 2014).

### **3.3 Tecnologias de tratamento dos dejetos suínos**

Neste subcapítulo são apresentadas as práticas de manejo e tratamento de dejetos suínos mais usuais na suinocultura brasileira, segundo Perdomo *et al.* (2003). Embora a literatura cite dezenas de outros procedimentos, estes não têm empregabilidade na realidade prática, pois, segundo Kunz (2009), os custos das tecnologias muitas vezes não podem ser absorvidos pelo suinocultor. Palhares (2008) argumenta que a principal característica de um regulamento ou de uma

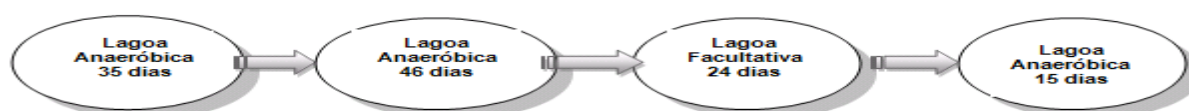
técnica que se proponham nas operações agropecuárias para atingir seus objetivos é que elas sejam razoáveis em custo-benefício e operacionalizáveis.

As técnicas clássicas de manejo dos dejetos suínos compreendem o uso de seis práticas que são as mais conhecidas na suinocultura brasileira, quais sejam: lagoas de decantação, esterqueiras, bioesterqueiras, compostagem, cama sobreposta e biodigestores anaeróbicos. Para Kunz *et al.* (2009), as técnicas mais empregadas no manejo de dejetos suínos no Brasil são: o armazenamento em esterqueiras, as lagoas de decantação e a posterior aplicação no solo.

O uso de lagoas de decantação é o procedimento convencional exigido dos suinocultores como medida condicionante no processo de licenciamento ambiental da atividade estabelecida pelo CONAMA e, em Minas Gerais, normatizado pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente, por intermédio das superintendências regionais de meio ambiente e SEMAD/SUPRAM – Zona da Mata (2014).

Conforme Belli *et al.* (2001), Diesel *et al.* (2002) e Kunz *et al.* (2009), a técnica de lagoas de decantação consiste em um processo de tratamento primário do efluente, em que os resíduos sólidos se precipitam e se separam da parte líquida no final de quatro sucessivas decantações (FIG. 2). O objetivo dessa técnica é diminuir a carga contaminante do efluente final, quando, então, será destinado ao ambiente natural.

Figura 2 – Sistema de lagoas de decantação (MEDRI, 1997)



Fonte: Centro Nacional de Pesquisa da Embrapa Suínos e Aves (CNPSA/EMBRAPA). Belli; Castilhos; Costa; Soares; Perdomo, 2001.

De acordo com Pérdomo *et al.* (2003) e Kunz *et al.* (2009), a estimativa da carga de elementos contaminantes no efluente final das lagoas de decantação é uma operação difícil, em razão da variabilidade do manejo técnico e sanitário dos reservatórios em função da escala de produção das criações e do volume de efluente processado. Para Belli *et al.* (2001), na remoção da carga orgânica e dos nutrientes nitrogênio (N) e fósforo (P) no sistema de lagoas de decantação,

observam-se parâmetros acima dos índices exigidos pela legislação ambiental disposta pelo CONAMA (1986), portanto esses rejeitos são impróprios para o descarte final em corpos d'água.

Também Gomes e Raiher (2013) descrevem que a técnica das lagoas de decantação expõe contaminações ao lençol freático quando as paredes de suas construções, escavadas no solo, não são revestidas, o que favorece a infiltração de nitratos e bactérias (NOLASCO *et al.*, 2005; JACOBSEN *et al.*, 2012).

As técnicas de esterqueiras, compostagem e cama sobreposta resumem-se a procedimentos assemelhados, que constituem o princípio mais antigo dos sistemas de manejo dos dejetos suínos (KIEHL, 1998; OLIVEIRA, 1999; DAI PRÁ *et al.*, 2005).

Enquanto as esterqueiras são apenas escavadas ou dispostas no solo, as bioesterqueiras consistem em acoplar um compartimento fechado, de alvenaria, onde os dejetos ficam armazenados durante um período sofrendo intensa atividade microbiológica. Esse processo favorece o desenvolvimento de uma população de microrganismos termófilos que fazem que a temperatura do meio se mantenha elevada por vários dias, eliminando os microrganismos mesófilos, que são aqueles que oferecem baixo, ou indireto, risco à saúde humana (SÁ, 2012).

Kiehl (1998) e Boulter *et al.* (2000) afirmam que essas práticas não atingem a decomposição dos materiais mais recalcitrantes e a destruição de grande parte dos patógenos, sendo necessário que o composto final não coloque em ameaça a saúde pública ou o meio ambiente. Para Kunz *et al.* (2002), tais procedimentos não correspondem a um tratamento de dejetos, mas a um armazenamento destes. São técnicas dispendiosas de mão de obra e, embora ainda muito praticadas, não se coadunam com a suinocultura em alta escala, sendo mais apropriadas para pequena produção (CADIS; HENKES, 2014).

Para Gomes *et al.* (2014), na técnica de esterqueiras, mesmo respeitado o tempo de 120 dias recomendado, o efluente gerado não atinge padrões mínimos de segurança para descarte em recursos hídricos, e a disposição constante dos sólidos no solo pode causar sua saturação. Essas técnicas não asseguram a neutralização do poder

contaminante dos dejetos que contêm grande diversidade de bactérias patogênicas, como *E. coli*, *Balantidium* sp., *Salmonella* sp. etc., protozoários, fungos e helmintos; vírus (*enterovirus*, *parvovirus* e *rotavirus*), que representam ameaça à saúde pública (GERBA *et al.*, 2005; WONG *et al.*, 2009; SÁ, 2012).

### **3.4 Ecoinovação e ecoempreendimento na gestão dos dejetos suínos**

Neste subcapítulo, expõe-se uma fusão dos tópicos anteriores, como prerequisites teóricos ao entendimento das dimensões que norteiam esta pesquisa, sob a perspectiva alternativa da evolução das teorias da inovação, conforme os conceitos atuais da ecoinovação. Segundo Rammel (2003), trata-se da inovação motivada num foco interdisciplinar e multidimensional, que tem como centro a sustentabilidade ambiental. Rompeu a unanimidade dos conceitos de inovação baseados nas ideias neoclássicas que ainda predominavam até meados do século XX, quando então as questões ambientais passaram a imprimir novos conceitos e valores, provocando mudança de paradigma no desenvolvimento sustentável, nas perspectivas da abordagem evolucionária da ecoinovação (GALVÃO, 2014).

Os conceitos de ecoinovação são considerados recentes e, segundo Mota e De Deus (2013), foram definidos pela primeira vez por Fussler e James (1996) como novos produtos e processos que fornecem valor ao cliente e à empresa e que sejam capazes de diminuir, significativamente, os impactos ambientais, incluindo a aplicação do conhecimento para a melhoria ecológica dos produtos e processos (DIAS, 2014).

De acordo com Andersen (2008) e Dias (2014), uma ecoinovação se faz presente quando surgem problemas ambientais relevantes, advindos de “falha de mercado”, originados do processo produtivo e que geram um passivo ambiental. Quando nesses problemas é possível evidenciar indicadores da geração de novos serviços, novos produtos e possíveis novos mercados a partir da correção daquela “falha”, isso é o que se caracteriza nos princípios da ecoinovação, uma eco-oportunidade capaz de gerar, portanto, o que Dias (2014) denomina de ecoempreendimento.

Trazendo os conceitos de Andersen (2008) e Dias (2014) ao contexto do reconhecido e crescente potencial poluidor dos dejetos suínos (HIGARASCHI, 2011; OLIVEIRA, 2016), percebe-se a possibilidade de umaecoinovação aplicável a essa cadeia de produção, caso se constate aquela “falha de mercado” na gestão dos dejetos, tão amplamente referendada na literatura.

Inicialmente, é necessário salientar a causa ambiental relevante do contexto e as externalidades negativas dos dejetos suínos, que fazem dos resíduos agrossilvipastoris oriundos da pecuária intensiva o mais potencialmente poluente (OLIVEIRA, 1993; KONZEN, 1997; PERDOMO *et al.*, 2003; DIESEL *et al.*, 2010). Não apenas pela sua periculosa composição bioquímica e pelos significativos volumes gerados, mas, sobretudo, pelo contexto institucional e organizacional que se projetam os avanços da atividade e dos problemas decorrentes da inadequada destinação desses resíduos (GASTARDELO; MELZ, 2014; MOREIRA *et al.*, 2015; OLIVEIRA, 2016).

Aplicando os conceitos de Dias (2014) da ecoinovação no contexto da pesquisa e na identificação da “falha de mercado”, merece destacar Palhares (2008), Miranda *et al.* (2012) e Nascimento e Rodrigues (2012), que revelam a situação de precariedade do tratamento dos dejetos suínos disseminadamente na suinocultura brasileira.

Nesse contexto sobre o ciclo de vida dos dejetos suínos e as possibilidades da inovação incremental, por meio de ação mitigadora de impactos ambientais e empreendedora, acrescentam-se os conceitos de Dias (2014, p. 129):

A ecoinovação se define como a produção, assimilação e exploração de novidades em produtos, processos, serviços ou modelos gerenciais, com objetivo de ao longo de seu ciclo de vida, prevenir ou reduzir substancialmente os riscos ambientais, poluição e outros impactos ambientais decorrentes do processo produtivo.

Novack *et al.* (2016) salientam que a tecnologia de biodigestores na gestão dos dejetos suínos é palavra-chave para a solução do problema ambiental dos dejetos da suinocultura (DIESEL, 2002; ESPERANCINI *et al.*, 2007; OMETTO *et al.*, 2007; ANGONESE *et al.*, 2007; DINUCCIO *et al.*, 2009; KUNZ *et al.*, 2009; CERVI *et al.*,

2010; DONG *et al.*, 2010; FARHAD *et al.*, 2010; DUMAS *et al.*, 2010; HOFFMANN *et al.*, 2010; TEGHAMAR *et al.*, 2010; BLEY, 2010, 2015; MARTINKOSKI *et al.*, 2017).

Interligando os conceitos tecnológicos e agrários à luz da ecoinovação, faz-se necessária uma nova maneira de ver e pensar os dejetos suínos como matéria-prima de alto valor. Seu volume, indicativo de potencial poluidor, será o indicador primário da eco-oportunidade, em que a tecnologia de biodigestores representará um passo seguinte na gestão ecoeficiente e continuada daquela matéria-prima e dos insumos resultantes: Digestato e Biogás, que, além de impedirem a poluição, podem criar novas fontes renováveis de energia elétrica.

Segundo Bley (2015), o uso de biodigestores representa potencial fonte de criação de novos produtos: o digestato ou biofertilizante e a geração de energia elétrica. Pode gerar mercados que vão além da cadeia da proteína animal, de amplo interesse público, no entanto ainda é incipiente na suinocultura nacional e “invisível” ao setor elétrico no Brasil, fazendo alusão à cadeia da energia elétrica renovável oriunda da biodigestão de biomassas, ainda pouco explorada no país.

Os conceitos de ecoinovação (DIAS, 2014) encontram, portanto, suporte em diversos estudos, agrários e tecnológicos, sobre resíduos da suinocultura e os indicadores correlacionais de potencial poluidor quanto às perspectivas da geração de dejetos; e potencial ecoinovador quando analisados os indicadores do potencial gerador de novos produtos, novas habilidades e novos modelos de gestão a partir da eco-oportunidade identificada pelo volume de dejetos.

Novack *et al.* (2016) apontam um conjunto de fatores favoráveis para projetos de aproveitamento energético dos dejetos suínos, dada a sua composição rica em nutrientes. Segundo Perdomo *et al.* (2003), isso é devido à limitada capacidade de digestão entérica dos suínos, o que faz de seus dejetos uma das biomassas com maior potencial de produção do biogás. No Brasil, a intensa radiação solar o ano todo favorece o processo da biodigestão bacteriana anaeróbica dos dejetos suínos que demonstram elevado rendimento de biogás/volume de dejetos (FISCHER, 1979; GODOY *et al.*, 2006; BLEY, 2015; DIAS, 2016).



Diferentes pesquisas demonstram que a produção do biogás a partir dos dejetos suínos apresenta índices assemelhados, padronizáveis e que podem ser estimados. Os trabalhos de Kunz *et al.* (2013) apontam a maior produtividade de gases dos dejetos suínos (TAB. 5), em comparação com os dejetos bovinos e avícolas.

Tabela 5 – Produção de biogás por volume de dejetos

Espécie	Esterco (Kg/animal/dia)	Biogás/Esterco (m <sup>3</sup> /kg)	Biogás (m <sup>3</sup> /animal/dia)
Bovino	10-15	0,038	0,36
Suíno	2,3-2,8	0,079	0,24
Aves	0,12-0,18	0,05	0,014

Fonte: Kunz *et al.* 2013.

Calza *et al.* (2013) fizeram o mesmo tipo de raciocínio comparativo (TAB. 6) e constataram que os dejetos suínos apresentam potencial de geração de biogás consideravelmente superior ao demonstrado pelos dejetos de outras espécies quando submetidos ao mesmo tratamento. Tal fato evidencia, também, o maior potencial poluidor dos dejetos suínos expresso na sua proporcional maior produção de biogás. Ao incluírem na pesquisa a variável número de animais, aqueles autores verificaram que a geração do biogás permaneceu estável.

Tabela 6 – Produção de biogás por volume de efluente

Espécie	Caprino		Bovino		Suíno	
Nº de animais	Capacidade do Biodigestor (m <sup>3</sup> )	Produção de Biogás (m <sup>3</sup> /dia)	Capacidade do Biodigestor (m <sup>3</sup> )	Produção de Biogás (m <sup>3</sup> /dia)	Capacidade do Biodigestor (m <sup>3</sup> )	Produção de Biogás (m <sup>3</sup> /dia)
20	2,25	0,61	21	12	6,44	7,12
40	4,54	1,22	42	24	12,68	14,24
60	6,75	1,83	63	36	19,32	21,36
80	9,00	2,44	84	48	25,76	28,48
100	11,25	3,05	105	60	32,20	35,60

Fonte: Calza *et al.* 2013.

Esses conhecimentos da pesquisa agrária e tecnológica, com relação à gestão dos dejetos suínos, vêm respaldar os conceitos socioambientais acerca da relação potencial poluidor de uma atividade *versus* potencial ecoinovador, em que se define que uma ecoinovação indica, além da função de relevância ambiental do problema, onde ela deverá ser útil (ANDERSEN, 2008; DIAS, 2014).

Dessa forma, o uso de biodigestores e o conhecimento dos índices de geração do biogás a partir do volume de dejetos produzidos, estimável em relação ao porte do rebanho e tipo de criação, representam importante instrumento para estimativa do seu potencial gerador de energia elétrica (LINHARES *et al.*, 2014).

E nesse cenário surge uma daquelas possibilidades da ecoinovação, conforme conceituado por Dias (2014): o ecoempreendimento, quando um modelo de gestão é capaz de gerar novos produtos e possíveis novos mercados simultaneamente à melhoria ambiental. Hachmann *et al.* (2014) concluem que há tecnologias suficientes para o tratamento dos dejetos suínos, porém são utilizadas ainda em pequena escala na suinocultura brasileira, persistindo a degradação ambiental e a perda de valores agregáveis.

Conferindo com o significado de ecoempreendimento colocado por Dias (2014), no contexto deste estudo, Novack *et al.* (2016) apontam que o biogás representa insumo com grande poder energético, que se configura em relevante alternativa na produção de energia renovável capaz de diversificar a matriz energética brasileira, a qual é muito dependente da hidroeletricidade.

Essa vertente da ecoinovação na gestão dos dejetos suínos dá ênfase às possibilidades do ecoempreendimento na correlação das estimativas de produção do biogás. Por sua vez, os indicadores do potencial gerador de energia elétrica em kWh de potência fazem surgir uma nova economia organizacional e institucional, em que se pode estabelecer um novo sistema descentralizado de geração e distribuição de energia elétrica (STRASSBURG *et al.*, 2015).

Essa nova economia do biogás, conforme conceitua Strassburg *et al.* (2015), pode se dar no âmbito organizacional, em que o suinocultor pode conquistar sua autossuficiência energética capaz de suprir seu consumo doméstico e as atividades produtivas da propriedade. Pode, portanto, representar eficácia e competitividade das organizações suinícolas, posto que a energia elétrica tem-se mostrado preocupante componente dos custos de produção. Pode, ainda, instituir novos ativos e um novo mercado da cadeia da bioenergia que vêm, a partir deste século,

ganhando visibilidade do poder público e das concessionárias do setor elétrico (BLEY, 2015).

O novo mercado e novos ativos citados por Bley (2015) referem-se à produção e comercialização de energia elétrica entre suinocultores e a Companhia Paranaense de Eletricidade (COPEL), analogamente aos novos serviços e produtos, que são gerados pelas novas habilidades e pelo novo modelo de gestão conceituados naecoinovação e no ecoempreendimento (ANDERSEN, 2008; DIAS, 2014).

Constatam-se nesses achados mais evidências da relevância econômica, além da ambiental, do tratamento dos dejetos suínos do uso de biodigestores. Perfis requisitados para que uma organização, por meio da adequada gestão tecnológica, seja considerada ecoeficiente e capaz de se caracterizar como deecoinovação, conforme os princípios citados por Dias (2014).

Segundo Bley (2015), a composição média do biogás oriundo dos dejetos suínos é: 59% de metano ( $\text{CH}_4$ ), 40% de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e 1% de outros gases, sendo o  $\text{CH}_4$  24 vezes mais poluente do que o  $\text{CO}_2$ . De acordo com Novack *et al.* (2016), o metano é que possui poder calorífero gerador de energia elétrica, enquanto o  $\text{CO}_2$  deve ser filtrado do biogás, que passa a ser denominado biometano.

Os dados incorporam um novo conceito de matéria-prima aos dejetos suínos capaz de produzir um valioso insumo: o biometano, em que se objetiva o máximo teor de metano ( $\text{CH}_4$ ), componente que o faz um dos gases mais poluentes da atmosfera e lhe confere grande poder calorífero, constituindo-se em importante insumo para o novo ecoempreendimento e o novo produto: a energia elétrica.

Catapan *et al.* (2012) apresentam um breve inventário (TAB. 7) de estudos que demonstram os teores médios dos gases que compõem o biogás de dejetos suínos quando obtido em condições semelhantes às do uso de biodigestores.

Tabela 7 – Composição média do biogás de dejetos suínos

Gás	Metano CH <sub>4</sub>	Dióxido de Carbono CO <sub>2</sub>	Hidrogênio H <sub>2</sub>	Nitrogênio N <sub>2</sub>	Gás Sulfídrico e Amônia H <sub>2</sub> S / NH <sub>3</sub>	Autor
Composição / Concentração do Biogás (%)	50-80	20-40	1-3	0,5-3	0,1-0,5	Kunz, 2007
	50-75	25-40	1-3	0,5-2,5	0,1-0,5	Pires, 2000
	55-65	35-45	0-1	0-3	0-1	Magalhães, 1986
	55-65	35-45	-	0-3	0-1	Winrock 2012

Fonte: Catapan *et al.* 2012.

Verifica-se, na TAB. 7, que os teores do metano (CH<sub>4</sub>) e do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) encontrados no biogás dos dejetos suínos, em pesquisa de tratamento desses dejetos com uso de biodigestores, apresentam grau de amplitude conhecido pela ciência, o que aprimora as inferências da pesquisa (MAGALHÃES, 1986; PIRES, 2000; KUNZ, 2007; WINROCH, 2012; CATAPAN *et al.*, 2012).

Dados empíricos das Ciências Agrárias e Tecnológicas representam, portanto, importante instrumento para a estimativa do potencial poluidor dos dejetos suínos expresso por índices conhecidos quanto à emissão do metano e do dióxido de carbono (FURTADO, 2006; KONZEN, 2009; NASCIMENTO, 2010; MARTINS; OLIVEIRA, 2012; CANCELIER *et al.*, 2015; NOVACK *et al.*, 2016).

Analogamente, sob a ótica daecoinovação, esses índices zootécnicos e tecnológicos permitem estimar volumes de dejetos, geração de biogás, concentração de metano e potencial de geração de eletricidade. Nesse contexto, são projetadas, em estudos, estimativas da criação de novos produtos e novos mercados; nesse caso, em energias renováveis (ANDERSEN, 2008; DIAS, 2014).

O potencial gerador elétrico por biodigestor anaeróbico do biogás obtido dos dejetos tratados de suínos obedece a parâmetros correspondentes ao tipo de criação praticado: Unidade de Ciclo Completo (UCC); Unidade Produtora de Leitões (UPL); ou Unidade de Produção e Terminação (UPT), individualizados por categoria animal: matrizes ou suínos em produção e terminação, em que são considerados o porte corporal, o ciclo de vida dos animais e sua permanência na granja, bem como os

dejetos produzidos pelas respectivas proles, em que se referenciam matrizes na equivalência energética (TAB. 8).

Tabela 8 – Potencial de geração de biogás e equivalente elétrico

Tipo de criação	Categoria animal	Dejetos (l/dia)	Água de higiene e bebedouros (l/dia)	Efluente (l/dia)	Biogás (m <sup>3</sup> /dia)	Equivalente Energético (kWh/dia)
UCC	Matriz	55,0	47,5	102,5	2,22	0,111
UPT	Suíno	6,8	4,1	10,9	0,30	0,015
UPL	Matriz	19,0	23,9	42,9	1,05	0,053

Fonte: Perdomo; Oliveira; Kunz, 2003; Furtado, 2006.

Para Novack *et al.* (2016), o potencial gerador elétrico do biogás obedece à relação com sua composição quanto ao teor de metano (CH<sub>4</sub>) responsável pelo poder calorífero capaz de gerar eletricidade. Já o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) aponta poder calorífico nulo, e sua presença revela-se prejudicial à eficiência energética do biogás.

Após o tratamento dos dejetos no biodigestor e a captura dos gases (CH<sub>4</sub>) e (CO<sub>2</sub>), o efluente estará decomposto e transformado em digestato, ou biofertilizante, que constitui o resíduo final, já neutralizado o seu potencial contaminante da carga microbiana patogênica presente nos dejetos (KONZEN, 1983; PERDOMO *et al.*, 2003; GERBA *et al.*, 2005; WONG *et al.*, 2009; HIGARASCHI *et al.*, 2011; CHICONATO *et al.*, 2013).

Trazendo esse fenômeno agrotecnológico da biodigestão anaeróbica dos dejetos suínos para o foco daecoinovação, do ponto de vista socioambiental de Dias (2014), constata-se novamente o contexto de questões ambientais relevantes e da criação de novos produtos, o que pode ser evidenciado por meio da gestão ecoeficiente, dessa vez representada pelo digestato, ou biofertilizante. Este produto é o resultado final dos dejetos suínos convertidos em matéria orgânica inerte, que poderá ser utilizada como adubo na agricultura sem os riscos à saúde pública e à biodiversidade (CHICONATO, 2013).

O biofertilizante possui propriedades agronômicas e ecológicas que são relevantes para valoração econômica e percepção da importância ambiental. Chiconato (2013) aponta que, além de conter os macronutrientes essenciais para as plantas: N-P-K (TAB. 9), o biofertilizante melhora a capacidade de retenção de água no solo, bem como auxilia na proteção das plantas contra pragas e doenças, e sua matéria orgânica é mais biodisponível. Segundo esse autor, o fósforo presente em adubos minerais sofre maior e mais rápida lixiviação quando comparado com aquele presente no biofertilizante.

Tabela 9 – Composição do biofertilizante de dejetos suínos

Composição	Concentração Kg/m <sup>3</sup>
Nitrogênio (N)	0,89
Fósforo (P)	0,64
Potássio (K)	0,72
NPK	2,25
pH	7,6

Fonte: Konzen, 2009.

Chiconato (2013) afirma que os elementos químicos N-P-K presentes no biofertilizante estão na formulação da maioria dos adubos químicos utilizados comercial e amplamente demandados pelos produtores rurais, o que aponta a vertente de um novo mercado.

Dessa forma, em consonância com os princípios de Dias (2014), a produção do biofertilizante a partir do tratamento dos dejetos suínos também representa perspectivas de um novo produto, por meio da ecoinovação, e de novos mercados, que podem ser criados em consequência da gestão ecoeficiente dos dejetos suínos.

Assim, os conceitos de ecoeficiência e da ecoinovação aplicáveis neste estudo não se restringem ao problema da gestão tecnológica dos dejetos, mas, sim, a uma atenta sondagem em todos os estágios do processo de produção, em que se possa produzir mais com menos impactos ambientais (DIAS, 2014, p. 127):

A particularidade, no que tange à ecoinovação é que é uma forma de se obter um maior conhecimento de todos os fenômenos ecológicos envolvidos, em cada etapa que ocorre no ambiente organizacional e de seus efeitos pra o ambiente interno e à sociedade de modo geral.

Neste subcapítulo procurou-se esboçar a previsibilidade apontada pelos parâmetros e índices técnicos conhecidos pela zootecnia que padronizam a capacidade geradora de dejetos da suinocultura. A seguir, esses dados foram analisados como indicadores de potencial poluidor ambiental, segundo os volumes gerados e a gestão tecnológica praticada, a fim de identificar os indicadores da potencialecoinovação, conforme os princípios de Dias (2014), que se evidenciam neste contexto e podem ser confirmados na mensuração de uma eco-oportunidade.

Após a análise da geração e produtividade dos dejetos, foram expostos conhecimentos sobre tecnologias de tratamento desses resíduos, especificamente a biodigestão anaeróbica, o uso de biodigestores e suas possibilidades de contribuir para uma gestão ecoeficiente dos dejetos suínos. Assim, pode-se caracterizar um ecoempreendimento na visão de Dias (2014), justificado pela relevância ambiental trazida pela correção daquela “falha de mercado”, o que propicia simultaneamente a criação dos novos produtos e de possíveis novos mercados, entre eles: o biogás, a energia elétrica e o digestato, ou biofertilizante (BLEY, 2015; MARTINKOSKI, 2017).

Após entender o contexto organizacional e operacional e as técnicas clássicas do tratamento e manejo dos dejetos suínos, no tópico seguinte são apresentados modelos de gestão já propostos ou praticados em outros países, segundo Palhares (2008), os quais agregam conhecimentos específicos dos resíduos da suinocultura e aplicáveis ao contexto nacional. Esses conceitos podem ser utilizados sob uma abordagem integrada com dimensões socioeconômicas próprias da realidade estudada, conforme proposto no modelo de Shekdar (2009) da gestão sustentável de resíduos sólidos, concebido em diferentes países e cenários (PEREIRA, 2017).

### **3.5 Modelos de gestão de resíduos da suinocultura**

O modelo de gestão dos resíduos da suinocultura no Brasil carece de maior interação entre o público e o privado. De acordo com Palhares (2008), as políticas públicas não acompanharam o rápido crescimento da produção e o avanço tecnológico do setor. E um programa ambiental para gestão sustentável dos dejetos suínos deve-se caracterizar por uma abordagem que combine tecnologias e legislação em um painel com objetivos múltiplos (FAO, 2006).

Segundo Zanella (2012), Andreazzi *et al.* (2015) e Dias (2016), não existe ainda no Brasil uma lei federal específica que regulamenta a gestão dos resíduos da suinocultura. Dessa forma, o foco das políticas públicas e dos vários fragmentos legais que norteiam o licenciamento dessa atividade continua sendo a proteção e a recuperação ambiental, haja vista o Código Florestal, a Lei das Águas e a Lei dos Crimes Ambientais.

Na análise de Palhares (2008), as políticas públicas deveriam focar a prevenção dos problemas ambientais, atuando na causa, e não nos efeitos da poluição causada pelos dejetos suínos quando indevidamente gerenciados. Esse autor defende que ações de transferência tecnológica podem contribuir de forma mais eficaz para a melhoria ambiental, por meio da proatividade dos atores da cadeia dessas ações.

De acordo com a FAO (2006), existem dois instrumentos que podem ser considerados os mais utilizados na mediação dos conflitos entre a produção animal e a questão ambiental. O primeiro é o financeiro, que pode ser entendido em linhas de crédito, programas de incentivo, subsídios fiscais, em que o Estado auxilia o suinocultor na resolução tecnológica da gestão dos resíduos; e o segundo são os instrumentos regulatórios, em que são impostas as restrições e os mecanismos de controle.

O Quadro 2 apresenta uma síntese dos modelos e práticas de gestão dos dejetos da suinocultura adotados em alguns países, comentado por Palhares (2008), em que se observa a quase equânime especificidade das características, geração e problemas causados pelos dejetos suínos.

Palhares (2008) afirma que o modelo francês é o que se mostra mais assemelhado aos preceitos legais do Código Florestal Brasileiro no que tange aos conceitos de áreas de preservação permanente e da determinação dos padrões de descarga do efluente em cursos d'água. No entanto, comenta que os modelos europeus possuem diferencial muito significativo em relação ao modelo brasileiro, por priorizarem a gestão ambiental e não apenas o cumprimento legal.



Quadro 2 – Panorama mundial de modelos de gestão dos dejetos suínos

<b>País</b>	<b>Técnicas de manejo e aspectos legais</b>
<b>MALÁSIA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Áreas específicas para a suinocultura, com obrigatório controle da poluição.</li> <li>➤ Suinocultores que não dispõem de área para disposição dos dejetos e, ou, recursos para financiar o tratamento são incentivados a enviar os dejetos para unidades centrais de tratamento.</li> </ul>
<b>NOVA ZELÂNDIA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Elaboração de guias de boas práticas para produção animal.</li> </ul>
<b>TAYWAN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Exige o tratamento dos resíduos a partir de determinações legais.</li> </ul>
<b>ALEMANHA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Estabelece uma unidade de resíduo (1 Ud.= 80 kg de N).</li> <li>➤ Proíbe a suinocultura em áreas que ultrapassar o limite de fertilização.</li> <li>➤ Estabelece manejo nutricional para redução da excreção de N.</li> </ul>
<b>BÉLGICA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Estipula níveis máximos de aplicação de N e P no solo de acordo com a cultura produzida.</li> <li>➤ Permite aplicar os dejetos no solo somente em algumas épocas.</li> <li>➤ Cria banco de resíduos para produtores com falta de área para descartar o efluente.</li> </ul>
<b>DINAMARCA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Exige capacidade de armazenagem dos dejetos para 12 meses.</li> <li>➤ Exige o cultivo de culturas agrícolas de inverno nas áreas de destino dos dejetos.</li> <li>➤ Exige documentação completa do uso de resíduos como adubo.</li> <li>➤ Estabelece lotação máxima de animais por ha/ano em 1,7 Unidade Animal (1 UA = 51 suínos em produção ou 5,1 matrizes/leitões).</li> </ul>
<b>FRANÇA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Exige autorização ambiental ou licenciamento ambiental.</li> <li>➤ Estabelece distâncias entre as instalações de suínos e de resíduos em relação a fontes, poços, estradas e residências.</li> <li>➤ Exige o uso de hidrômetros nas instalações.</li> <li>➤ Os sistemas devem estar cercados.</li> <li>➤ Proíbe mistura de água e dejetos na drenagem do efluente.</li> <li>➤ Exige tempo de armazenagem dos dejetos de quatro meses.</li> <li>➤ Toda forma de aplicação de resíduos no solo deve estar documentada.</li> <li>➤ A fertilização tem como referência o nitrogênio (N) e o balanço de nutrientes.</li> <li>➤ A quantidade máxima de nitrogênio proveniente de dejetos é de 170 kg/ha.</li> <li>➤ A descarga de efluentes em corpos d'água é permitida sob padrões oficiais.</li> </ul>
<b>REINO UNIDO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Estabelece código de práticas agrícolas e conservação dos recursos hídricos.</li> <li>➤ Estabelece distâncias mínimas para aplicação de dejetos em áreas de risco.</li> <li>➤ Limita a aplicação de efluentes a 50 m<sup>3</sup> /ha/ano.</li> <li>➤ O referencial para aplicação no solo é o nitrogênio (N).</li> <li>➤ O tempo de armazenagem deve ser de quatro meses.</li> <li>➤ Estabelece áreas sensíveis e áreas de precaução ao nitrato.</li> </ul>
<b>HOLANDA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Autoriza o uso do dejetos como adubo com base na quantidade de fósforo (P).</li> <li>➤ A aplicação no solo é limitada a 52,6 kg/ha de pastagem, ou 43,8 kg de P/ha.</li> <li>➤ Exige a incorporação dos dejetos ao solo em áreas com culturas agrícolas.</li> <li>➤ Toda forma de aplicação de resíduos no solo deve estar documentada.</li> </ul>

Fonte: PALHARES, 2008.

Com referência à peculiaridade dos modelos adotados nos diferentes países, ressalvado a transitoriedade e revogabilidade das leis vigentes, Palhares (2008)

comenta que as diretrizes de maior destaque para a realidade brasileira são as que determinam áreas específicas para a criação de suínos e restrições de lotação máxima por unidade de área. Também cita que o Brasil não segue uma política de ocupação dos espaços geográficos, razão por que se observam regiões com superdensidade animal, o que tem causado sérios problemas ambientais.

Palhares (2008) conclui que as diretrizes de um modelo de gestão dos dejetos suínos devem ser analisadas como um todo e que o Brasil não carece de leis ambientais, mas, sim, de desburocratizar a operacionalização dos instrumentos legais. Aponta que os instrumentos coercitivos não têm suprido a eficácia que as leis perseguem. Para esse pesquisador, as principais características de um modelo de gestão para atingir seus objetivos é apresentar um custo/benefício razoável para o empreendedor e de viável execução.

Percebe-se nessa análise de Palhares que os modelos de gestão específicos dos dejetos da suinocultura aplicados em vários países extrapolam o compartimento zootécnico e tecnológico. Portanto, devem ser investigados sob um modelo capaz de integrar dimensões sociais extrínsecas às circunscrições das granjas e da ambiência dos dejetos.

Na subseção seguinte é apresentado o modelo integrado da gestão sustentável de resíduos de Shekdar (2009), que sugere uma abordagem multidimensional, em que são focadas as dimensões – institucional, política e legal, da gestão operacional, tecnológica, financeira e da participação pública – que definem diferentes cenários e resíduos. O qual foi proposto neste estudo para análise da percepção dos gestores sobre a gestão dos resíduos da suinocultura.

### **3.5.1 Abordagem integrada da gestão sustentável de resíduos**

O modelo de abordagem integrada para gestão sustentável de resíduos sólidos proposto por Shekdar (2009) é sustentado por diversos autores pelo fato de conter uma abordagem ampla, que integra diferentes dimensões da pesquisa social que acabam por serem replicáveis a variados contextos, de acordo com as especificidades dos resíduos, o público envolvido e a região onde são gerados.

Pereira (2017) adaptou o modelo de Shekdar (2009) para um estudo da percepção de gestores sobre a gestão sustentável dos resíduos sólidos urbanos (GRSU). Percebe-se nessa pesquisa que a autora utilizou várias dimensões analíticas (FIG. 3), que podem ser replicadas quando se analisam a percepção de gestores da suinocultura e as multifacetadas que integram a gestão desses resíduos.

Figura 3 – Sistema integrado para gestão de resíduos



Fonte: Shekdar, 2009; Pereira, 2017, p.46.

A dimensão da participação pública abordada no estudo da gestão sustentável dos resíduos sólidos urbanos por Pereira (2017), adaptado do modelo de Shekdar (2009) para o contexto dos resíduos da suinocultura, equivale, nesse cenário, à participação privada como fonte geradora de resíduos.

Dessa forma, as organizações individuais da suinocultura, as granjas suinícolas e seus gestores representam a participação privada nos aspectos da geração e responsabilidade do gerenciamento sustentável dos resíduos produzidos, analogamente à participação pública na GSRS (PEREIRA, 2017).

Na dimensão institucional do modelo de Shekdar (2009) se inserem as organizações e suas relações com o Estado, o mercado e a sociedade. Para Pereira (2017), as definições em relação ao termo “arranjo institucional” são abrangentes e se conceituam de acordo com o contexto. Esse arranjo é um agrupamento de regras formais ou informais que moldam a interação humana e estruturam a maneira pela qual as organizações funcionam (NORTH, 1990).

A dimensão institucional incorporada nas relações democráticas entre organizações e gestores, de acordo com Tenório (1998), compreende suas relações dialógicas, gerenciais e decisórias com diferentes setores do mercado e da sociedade. Tais relações, no caso dos suinocultores, ocorrem à montante da cadeia produtora de grãos e a jusante do mercado suíno, influenciando a percepção e motivação dos sujeitos como empreendedores e analisados como geradores de resíduos.

Na dimensão política e legal que rege a gestão sustentável dos resíduos, Shekdar (2009) ressalta a necessidade do enquadramento jurídico com a política nacional e enfatiza a importância de um país ter uma política de gestão integrada e sustentável de resíduos, mas que deve ser implementada a partir dos municípios.

A dimensão operacional, segundo Shekdar (2009), passa preliminarmente pelos processos de avaliação do material pelo qual os resíduos são gerados num sistema. No caso dos dejetos da suinocultura, esse sistema se restringe a uma fonte geradora e sua produção obedece a índices tecnológicos de elevada precisão, o que os difere substancialmente dos resíduos sólidos urbanos (PERDOMO *et al.*, 2003; LIMA *et al.*, 2010; MARTINS *et al.*, 2012; FERREIRA *et al.*, 2014).

Dessa forma, na gestão operacional da suinocultura os *inputs* consumidos na forma de ração e água guardam correlação mensurável com a produção dos *outputs*, ou seja: suínos e dejetos (ANGONESE *et al.*, 2006).

O conhecimento desses dados, no que tange às operações da produção animal, fornece indicadores dos volumes e composição dos dejetos e também das demandas das operações de coleta, transporte, processamento e disposição. Essas demandas são previstas na gestão tecnológica desses resíduos e devem ser adaptadas ao cenário e suas peculiaridades (SHEKDAR, 2009). A dimensão tecnológica da gestão dos resíduos, segundo Shekdar, necessita ser concebida de acordo com as características e quantidades dos resíduos e deve ser compatível com as condições de funcionamento prevalentes.

A gestão financeira dos resíduos da suinocultura, adaptada do modelo de Shekdar (2009), refere-se ao âmbito da iniciativa privada, às organizações suinícolas e a seus gestores, que são responsabilizados pela coleta, processamento e destinação final dos resíduos e do efluente gerado nas operações de criação. Esses atores respondem civil e criminalmente por eventuais impactos ambientais decorrentes da destinação final inadequada.

A dimensão financeira na gestão integrada no que tange aos dejetos da suinocultura exige investimento de capital, área física e despesas recorrentes de manutenção do sistema. Os impactos ambientais devem ser considerados em longo prazo como parte do orçamento, assim como recursos que promovam a sustentabilidade ambiental e garantam meios para melhorar a viabilidade comercial e do custo-benefício das tecnologias para permitir a recuperação dos recursos financeiros investidos, podendo, ainda, gerar recursos adicionais (PALHARES, 2008; SHEKDAR, 2009; DIAS, 2014; BLEY, 2015).

Assim, o modelo de Shekdar (2009) propõe, por meio da interação dessas dimensões, promover melhorias, em médio e longo prazos, nas questões ambientais em conformidade com as peculiaridades do cenário – de acordo com o que preconiza Pereira (2017), sugerindo ações diferenciadas nas dimensões institucional, política e legal que regem as organizações – e das gestões operacional, tecnológica e financeira praticadas pelos gestores.

Este capítulo discorreu sobre os temas que fundamentaram esta investigação, apresentando teorias das ciências agrárias sobre a suinocultura intensiva e seu potencial poluidor, bem como sobre as técnicas de tratamento dos resíduos gerados na criação dos animais. Também, abordou os fundamentos da pesquisa social sobre o avanço do setor no cenário nacional e a conseqüente expansão das demandas do gerenciamento desses resíduos. Para tanto, expôs o modelo de abordagem integrada dos resíduos de Shekdar (2009), que foi adaptado para a análise dos resultados. O próximo capítulo descreve os procedimentos metodológicos utilizados nesta pesquisa.

## **4 METODOLOGIA**

Este capítulo contempla o percurso metodológico adotado neste estudo, bem como expõe a caracterização da pesquisa quanto ao tipo em que se classifica e a abordagem utilizada. Descreve o método de pesquisa adotado, a unidade de análise e a unidade de observação, além dos sujeitos da pesquisa. Também, expõe as técnicas de coleta de dados que foram utilizadas na prospecção dos dados primários, visando atender aos objetivos da pesquisa. Por fim, descreve o método escolhido para o procedimento da análise dos dados e conclui apresentando o modelo de abordagem adotado na análise e discussão dos resultados.

### **4.1 Caracterização da pesquisa**

Este estudo se classifica como pesquisa do tipo descritivo, no sentido da conceituação de que o estudo pretende descrever os fatos e fenômenos de determinada realidade (TRIVIÑOS, 1987). Também, conforme Collis e Hussey (2015), trata-se de estudos que não se limitam apenas à descrição dos fatos, mas vão além, analisando e explicando como esses fenômenos estão acontecendo no contexto em que ocorrem.

De acordo com Gil (2008), a pesquisa com finalidade descritiva é aquela que busca identificar características de determinado grupo. No caso desta dissertação, seu foco está representado pelos suinocultores, visando descrever as relações de comportamento e percepção dos sujeitos e priorizando técnicas de observação, questionários e entrevistas.

No que se refere à abordagem, esta pesquisa pode ser caracterizada como qualitativa, pois, conforme Diehl e Tatim (2004), este tipo de estudo visa descrever a complexidade de determinado problema e a interação de certas variáveis que permitem compreender e classificar os processos dinâmicos de um fenômeno vivido por grupos sociais, podendo contribuir no processo de mudança. Tal metodologia se aplica no caso da gestão dos dejetos suínos, devido à dinâmica progressão do problema revelada por dados secundários de índices técnicos e estatísticos dos

impactos ambientais, correlativos com o porte do rebanho e com o tipo de criação praticado.

Esta pesquisa objetivou estudar o comportamento dos sujeitos, como é típico da abordagem estritamente qualitativa, conforme Goldenberg (1997). Nesse sentido, buscou-se entender e descrever a prática rotineira da gestão dos resíduos da suinocultura, cujos resultados foram integrados por meio da adaptação do modelo de análise da gestão sustentável de resíduos proposto por Shekdar (2009).

Quanto ao método de pesquisa, foi adotado o estudo de casos múltiplos, que conforme Yin (2001) se caracteriza por conter no mesmo estudo mais de um único caso, aqui representativo dos três tipos clássicos de criação de suínos: Unidades de Ciclo Completo (UCC); Produtoras de Leitão (UPL) e Unidades de Produção e Terminação (UPT). Este método parte do pressuposto da definição das bases teóricas e da caracterização do problema, para posterior estudo e análise dos casos e definição dos indicadores de análise, sendo estes de grande importância para o desenvolvimento da pesquisa. No caso da gestão dos dejetos suínos, este estudo de multicasos compreende descrever os registros das granjas da unidade de observação, caracterizando a realidade local e a percepção dos gestores em casos análogos submetidos ao mesmo fenômeno e à mesma unidade de análise do problema de pesquisa.

O estudo de multicasos é conveniente quando a pesquisa investiga, em um mesmo fenômeno, fatores que podem ocorrer em três diferentes situações: comuns a todos os casos no grupo escolhido; não comuns a todos, mas apenas a alguns subgrupos; ou únicos em caso específico (BOYD; WESTFALL 1987). No caso desta dissertação, o fenômeno sugere a necessária diversificação de casos de estudo, posto tratar-se do mesmo fenômeno e de um problema de pesquisa considerado representativo de um conjunto de casos análogos (SEVERINO, 2007). Tal fato é verificado nesta pesquisa, na análise comparativa dos diferentes tipos de criação analisados e no estudo das diferentes classes sociais que compuseram os sujeitos de pesquisa. Ademais, as decorrentes peculiaridades de cada caso permitiram as inferências e interpretações deste estudo.

## 4.2 Unidade de análise, unidade de observação e sujeitos da pesquisa

De acordo com Frota (1998), a unidade de análise da pesquisa social refere-se aos objetos, eventos ou grupos aos quais um estudo possa se dirigir, igual ao qual ou a quem será descrito, analisado ou comparado numa pesquisa sobre o mesmo tema. No caso desta pesquisa, a unidade de análise compreende a gestão de resíduos da suinocultura, especificamente os dejetos e os efluentes que são gerados em grandes volumes nos sistemas intensivos de produção animal e que necessitam ser gerenciados. Os dejetos fisiológicos gerados nas operações da criação de suínos em sistema intensivo, em índices técnicos padronizados, obedecem a uma correlação entre conversão alimentar por categoria animal x tipo de criação e produção de dejetos, portanto são organizações sujeitas ao mesmo fenômeno e podem, mesmo assim, demonstrar diferentes resultados sobre o problema.

No que tange à unidade de observação, Pereira (1999) afirma que se trata do local que contém as propriedades ou as características que se pretende analisar. Dessa forma, neste estudo a unidade de observação contemplou três granjas suinícolas, situadas na região da Zona da Mata de Minas Gerais, em municípios da microrregião de Viçosa. Essas unidades analisadas são representativas da suinocultura em sistema intensivo de produção sob confinamento com pelo menos um caso representativo de cada um dos três tipos de criação analisados, sendo eles: Unidade de Ciclo Completo (UCC), Unidade Produtora de Leitões (UPL) e Unidade de Produção e Terminação (UPC).

Para Flick (2009), os sujeitos de pesquisa compreendem as pessoas que forneceram as informações necessárias para a resolução do problema pesquisado. No caso deste estudo, o critério de seleção dos sujeitos foi por intencionalidade, entrevistando os gestores e, ou, proprietários das granjas que fossem representativas da unidade de análise e dos três tipos de criação praticados. Aos informantes foi resguardado o anonimato dos dados coletados nas entrevistas, bem como dos registros observacionais que possam expressar dados sensíveis em relação ao escopo deste trabalho. Dessa forma, os sujeitos foram identificados pela letra “E”, de entrevistado, seguida do número sequencial da entrevista: E1, E2 e E3. As granjas, da mesma forma, foram codificadas pela letra “G”: G1, G2 e G3.



### 4.3 Coleta de dados

Seguindo Martins (1994), num primeiro esforço de resgate crítico da produção científica e do conhecimento já produzido sobre o tema, procurou-se reunir dados secundários imprescindíveis ao entendimento histórico e contextual do fenômeno: referenciais teóricos, pesquisas documentais, dados estatísticos e informes da mídia capazes de revelar o estado atual da arte e conhecimento sobre o tema, visando à sua confrontação com a realidade empírica.

De acordo com Marconi e Lakatos (2007), esses dados indicam os instrumentos de coleta dos dados primários e também a posterior análise e inferências sobre os achados em campo.

Para Prodanov (2013), a utilização da pesquisa documental é definida no momento em que o pesquisador busca organizar informações e conhecimentos que se encontram dispersos, atribuindo-lhes importância como fontes de consulta. Nesse estudo, os dados perpassam índices, coeficientes e parâmetros zootécnicos utilizados na suinocultura. Em outra vertente, noções de legislação ambiental e preceitos legais constituídos nas políticas e nos marcos legais que ordenam o assunto nortearam as observações a campo sobre aspectos locais das granjas, previstas na Lei nº 12.727/2012. Ademais, as possíveis destinações irregulares dos dejetos e o seu despejo direto em cursos d'água, regulado pela Lei nº 9.433/1997, também constituíram instrumentos de coleta e análise de dados.

A fim de atender aos objetivos propostos na pesquisa, foram utilizadas duas técnicas de coleta de dados primários: a entrevista semiestruturada com os proprietários e, ou, gestores das granjas, realizada conforme Martins (1994), do tipo crítico-dialético, apoiando-se na concepção dinâmica da realidade e nas relações entre sujeito e objeto; e a técnica da observação não participante, mediante o escopo do fato observado (COLLIS; HUSSEY, 2015).

Gil (2008, p. 116) define entrevista como a técnica em que o investigador formula perguntas ao entrevistado – entrevista presencial – com o intuito de obter os dados pertinentes à investigação. Segundo esse autor, o entrevistador deve despertar o

interesse do entrevistado e assegurar sigilo, anonimato e confidencialidade sobre o conteúdo a ser relatado, ou seja:

Para iniciar a conversação, o mais aconselhável é falar amistosamente sobre qualquer tema do momento que possa interessar ao entrevistado. A seguir, o entrevistador deve explicar a finalidade de sua visita, o objetivo da pesquisa, o nome da entidade ou das pessoas que a patrocinam, sua importância para a comunidade ou grupo pesquisado e, particularmente, a importância da colaboração pessoal do entrevistado. Convém, ainda, neste primeiro contato, deixar claro que a entrevista terá caráter estritamente confidencial e que as informações prestadas permanecerão no anonimato.

Preliminarmente foram coletados dados objetivos dos entrevistados, visando à sua identificação pessoal, experiência na suinocultura, se exerce outras atividades, se trata de gestão familiar. Esses dados foram entremeados com dados subjetivos dos sujeitos sobre os resultados gerais do empreendimento e sua satisfação pessoal como empreendedor quanto aos custos de produção e às receitas auferidas da suinocultura, visando assim acessar o tema da investigação pretendida: os resíduos.

Simultaneamente, nas entrevistas buscaram-se inicialmente respostas objetivas, visando identificar aspectos gerais da atividade, como localização, área total do imóvel e a área utilizada pela granja, o porte do empreendimento, a composição do rebanho por categoria animal, o tipo de criação, a modalidade de gestão e se havia outras atividades no imóvel.

Conforme conceitua Tjora (2006), entrevista e observação são técnicas interativas, visto que a observação tanto pode sugerir aprofundamentos nas entrevistas como suprimir perguntas sensíveis que os fatos demonstram.

Elucidados a estrutura organizacional e os aspectos gerais das granjas e do arranjo institucional dessas organizações e gestores, a partir desse momento os instrumentos referenciais para a coleta dos dados observacionais foram colocados em prática, no intuito de identificar o aspecto locacional das granjas com referência às Áreas de Preservação Permanente (APPs); e o local da destinação final do efluente, o que permitiu clarificar aspectos da política e marcos legais que regem a gestão dos resíduos da suinocultura.

Os proprietários e gestores dos empreendimentos foram contatados por acessibilidade e sob critério intencional, selecionados *a priori*, a fim de buscar dados da percepção de gestores que fossem representativos dos três tipos clássicos da criação de suínos: Unidades de Ciclo Completo (UCC), que compreendem as granjas onde são realizadas todas as etapas do processo, como reprodução, produção e terminação; Unidades de Produção e Terminação (UPT), nas quais se adquirem os leitões e se realizam apenas a produção e terminação dos cevados para o abate; e as Unidades Produtoras de Leitões (UPL), que são as granjas que praticam apenas a etapa da reprodução, onde os leitões são vendidos a terceiros, ou criados no sistema de Integração Vertical, organizado entre granjas UPL e UPT.

Nas entrevistas, com o objetivo de investigar a produção de dejetos das granjas, foi necessário identificar a gestão operacional praticada na produção de suínos. E dados como consumo de ração, Índices de Conversão Alimentar (ICA) e suínos produzidos, conforme declarado pelos gestores, permitiram confrontar referenciais teóricos para corroborar a exequibilidade dos índices técnicos de produtividade nos diferentes tipos de criação: UCC, UPL e UPT. E, por meio do tratamento desses dados brutos da produtividade suína, foram buscados os indicadores analíticos do potencial gerador de dejetos das granjas.

Ainda nas entrevistas, na dimensão operacional, buscaram-se dados dos diferentes tipos de criação sobre o abastecimento e controle do consumo de água para dessedentação dos animais e para higienização das instalações que, juntada aos dejetos, constitui o efluente final da suinocultura.

Após a coleta dos dados referentes ao potencial gerador de dejetos e efluente final, intensificou-se a verificação da gestão tecnológica aplicada na coleta, tratamento e disposição final do efluente. Nas granjas G1 e G3 foi necessária uma segunda visita para aprofundamento das observações, conforme registros apresentados nos resultados da pesquisa. Essas investigações ocorreram nas visitas realizadas às granjas após a entrevista preliminar, para entender o uso das lagoas e tanques de decantação, caixa de coleta e biodigestores, o que permitiu verificar possíveis deficiências na dimensão tecnológica e identificar as chamadas “falhas de mercado” no sistema de gestão dos resíduos (DIAS, 2014).

Na granja G1, os gestores residem no imóvel e, portanto, não necessitou prévia marcação da entrevista, que ocorreu em 28.03.2018, na presença de E1 e de sua filha, que participa da gestão do empreendimento e acompanhou a entrevista, a qual teve o tempo de gravação de 25 minutos e 59 segundos exatos. Foi necessário retornar à granja em data em que os gestores estariam ausentes (30.03.2018), fato que ocorria regularmente uma vez por semana, quando foi possível efetuar os registros fotográficos, reveladores de dados sensíveis.

A granja G3, representa a única com este tipo de criação (UPL) na microrregião de Viçosa. O entrevistado E3 foi inicialmente contatado por telefone, quando se marcou a entrevista preliminar na granja (06.04.2018), cuja gravação durou exatos 34 minutos e 12 segundos. A entrevista foi realizada em conjunto com E3 e seu filho, oportunidade em que foram respondidas objetivamente as perguntas constantes do Apêndice 1. A segunda visita ocorreu logo no dia seguinte, quando, desacompanhado dos proprietários, foram realizados os registros fotográficos de dados não revelados nas entrevistas.

Já na granja G2 foi suficiente apenas uma visita para a entrevista e as observações dos dados e registros necessários à compreensão do contexto. O tempo de gravação foi de exatos 19 minutos e 43 segundos. A entrevista foi acompanhada pela esposa do entrevistado E2. Ambos são residentes no imóvel e, portanto, não houve agendamento prévio da visita, que ocorreu em 1º.04.2018.

#### **4.4 Análise de dados**

A técnica de análise de dados empregada na pesquisa foi a análise de conteúdo, conforme os conceitos de Bardin (2011, p. 121), que utiliza um conjunto de técnicas estruturadas em três fases e procedimentos: [...] “a pré-análise; a exploração do material; e o tratamento dos resultados, inferência e interpretação”.

Na primeira fase foi realizada a organização do material a ser analisado, por meio da gravação e transcrição do conteúdo das entrevistas. Estas foram orientadas pelas perguntas definidas *a priori* (Apêndice A) e pelo registro dos dados observacionais

(Apêndice B), na busca dos dados que permitiram elucidar as categorias de análise que representam as dimensões deste estudo (Quadro 2).

Na segunda fase ocorreu a exploração do material de análise, que compreende a fase da descrição analítica, conforme Bardin (2011). Nesse momento, foram selecionados trechos das entrevistas e dos registros observacionais capazes de revelar elementos semelhantes e insoantes que ocorreram com maior frequência e permitiram sua descrição analítica nas respectivas categorias.

Na terceira fase, seguindo o modelo de Bardin procedeu-se ao tratamento dos dados, à inferência e à interpretação dos resultados. Os dados das entrevistas e das observações foram tratados no Referencial Teórico, o que permitiu fazer inferências sobre as informações e observações selecionadas, considerando-se a subjetividade da visão dos entrevistados em relação às categorias de análise e aos indicadores analíticos (Quadro 3).

Quadro 3 – Categorias de análise: dimensões do estudo

<b>Categorias de Análise</b>	<b>Perguntas – Apêndice A</b>
1 Estrutura organizacional	1-3-4-5-6
2 Política e estrutura legal	1-2-14-15-16-17
3 Arranjo institucional	1-22-23
4 Gestão operacional	7-8-9-10
5 Tecnologias aplicadas	11-12-13-14-15-16-17
6 Gestão financeira	11-12-16-17-18-19-20-21

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Quanto ao universo de representatividade dos casos de estudo, conforme mapeamento realizado pela Associação Brasileira dos Criadores de Suínos (ABCS, 2016), a Zona da Mata mineira concentra 21% do rebanho suíno do Estado, com plantel estimado de 1,08 milhão a 1,09 milhão de cabeças, com cerca de 273 mil matrizes, o que representa 16% do plantel nacional. Nesse estrato, os sujeitos são representativos dos tipos de criação UCC e UPL, que foram analisados nas granjas G1 e G3, segundo à percepção de E1 e E3, com relação à gestão dos dejetos das respectivas granjas, que juntas abrigam um total de 3.275 matrizes.

Com relação ao plantel de suínos criados nas granjas do tipo Unidade de Produção e Terminação (UPT), segundo dados da ABCS (2016), estima-se que foram abatidos na região aproximadamente 4,6 milhões de cabeças em 2015, o que corresponde a 11% do plantel nacional. Os dados desta categoria analítica foram investigados por meio da granja G2, segundo a percepção do entrevistado E2, que é representativo do gestor integrado que pratica a Integração Vertical, numa granja do tipo UPT, onde o plantel anual corresponde a 3.711 cabeças anuais.

Vale considerar, nesse universo em que a granja G2 funciona integrada com a G3, que essa organização representa caso análogo à de outras 22 granjas do tipo UPT, sob o mesmo modelo de Integração Vertical, também praticado com a granja G3. Estas granjas estão situadas num raio de até 30 km e são construídas sob as mesmas características e também praticam a limitação do porte do rebanho ao mesmo quantitativo da granja G2.

O capítulo seguinte apresenta os resultados desta investigação e elucida a discussão e análise nas dimensões propostas neste estudo. Para tanto será sustentado o modelo de abordagem integrada de gestão sustentável de resíduos criado por Shekdar (2009) e adaptado à realidade desta pesquisa.

## 5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este capítulo tem por finalidade apresentar os resultados alcançados por meio das entrevistas realizadas com os suinocultores e das observações registradas das três granjas que compuseram a unidade de observação desta pesquisa.

### 5.1 Caracterização dos sujeitos da pesquisa e dos empreendimentos

Com o intuito de atender às dimensões de estudo desta pesquisa, foi necessária a compreensão das motivações e percepção das diferentes classes de suinocultores que compuseram este estudo, as quais representaram estratos heterogêneos quanto ao perfil sociocultural e técnico-econômico de gestores (Quadro 4).

Quadro 4 – Perfil dos entrevistados

Entrevistado	Granja	Tipo Criação	Faixa Etária	Sexo	Tempo na Atividade (desde)	Formação	Classificação	Residente Rural	Renda Bruta/mês suínos (R\$)
E1	G1	UCC	70-75	M	1991	Fundamental	Pequeno Produtor	Sim	128.100,00
E2	G2	UPT	40-45	M	2013	Fundamental	Agricultor Familiar	Sim	13.000,00
E3	G3	UPL	65-70	M	1992	Veterinário	Multi-empresário	Não	870.000,00

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Os gestores foram entrevistados no local das granjas, quando se procedeu a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido quanto à participação na pesquisa, onde ficou estabelecido preservar a identidade dos entrevistados, bem como a denominação das granjas e dos imóveis onde elas se localizam. Os entrevistados foram denominados E1, E2 e E3, respectivamente representativos dos três tipos de criação: UCC, UPT e UPL, denominadas G1, G2 e G3.

Constatou-se que os entrevistados E1 e E3 já possuem longa experiência na atividade, formando um subgrupo que demonstrou resultados que foram interpretados na dimensão do arranjo institucional da suinocultura. Já o entrevistado E2 possui apenas seis anos de experiência, que também é o tempo de existência da granja G2, enquanto as granjas G1 e G3 foram instaladas antes de 2008. Esses

resultados foram interpretados na dimensão política e na estrutura legal que abrange a gestão dos resíduos da suinocultura.

Os entrevistados E1 e E3 das granjas G1 e G3, respectivamente, têm na suinocultura a principal atividade e são representativos das classes de pequeno e de médio produtor, respectivamente. Já o E2 tem sua renda distribuída entre bovinocultura leiteira, cafeicultura e suinocultura. Esses dados apresentaram resultados que permitiram inferências e interpretações na abordagem integrada das dimensões do estudo.

Os entrevistados E1 e E3 apresentam em comum a gestão familiar na suinocultura, cujos resultados, quanto à percepção do objeto de estudo, foram analisados na dimensão tecnológica do estudo. Já o E2, embora classificado como agricultor familiar devido ao seu porte, não apresenta gestão familiar na atividade.

As granjas foram selecionadas intencionalmente visando à representatividade dos sistemas intensivos de criação animal, organizados sob os chamados “confinamentos”, que objetivam maximizar a densidade animal por unidade de área, podendo alojar até um suíno/0,75 m<sup>2</sup>, o que sustenta o problema de pesquisa, conforme pôde ser ratificado na unidade de observação.

O Quadro 5 apresenta a caracterização geral dos empreendimentos: localização, extensão fundiária, tipo de criação, tipo de exploração, porte do rebanho e outras atividades desenvolvidas no imóvel. Tais dados ofereceram caminhos para obter registros e indicadores analíticos, buscados nos objetivos específicos, a fim de elucidar as dimensões propostas neste estudo.

Observa-se no Quadro 5 a existência de dois subgrupos de suinocultores, segundo o tipo de exploração da granja: os independentes e os integrados, resultantes da modalidade de estratégia organizacional de “Integração Vertical”. Essa segmentação ofereceu indicadores analíticos da gestão sustentável dos resíduos da suinocultura, conforme a abordagem integrada das dimensões legal, tecnológica e financeira acerca dos fatos constatados nas granjas que praticam essa estratégia organizacional.



Quadro 5 – Caracterização geral dos empreendimentos

Granja	Município	Área (ha)	Porte do empreendimento		Rebanho - N° cabeças		Outras Atividades
			Tipo de criação	Tipo de Exploração	Atual	Anual	
G1	Porto Firme	61:20	UCC	Independente	1.049	3.048	Bovinos/Eucalipto
G2	Ervália	18:54	UPT	Integrado	1.237	3.711	Leite/Cafeicultura
G3	Coimbra	43:92	UPL	Integrador	12.520	72.770	Ovinocultura

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Os achados do porte do rebanho e o tipo de criação foram tratados por meio do Referencial Teórico, que permitiu resultados e inferências na dimensão operacional, apontando indicadores analíticos do potencial gerador de dejetos das granjas.

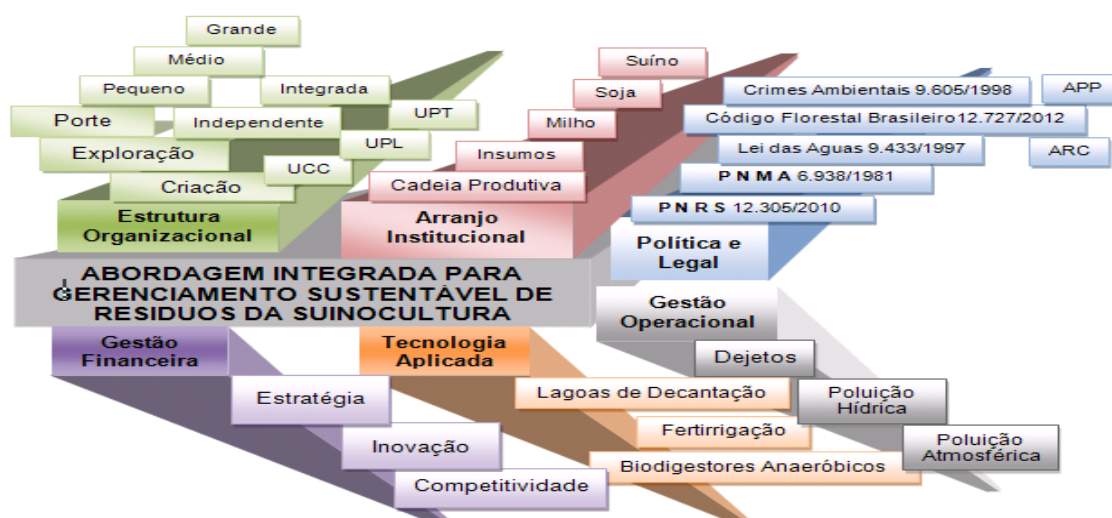
Os resultados da dimensão operacional obtidos pelos indicadores da geração de dejetos permitiram integrar esses registros à análise da dimensão tecnológica, que, de acordo com o modelo de Shekdar (2009), trata de abordagens interdependentes.

Foi necessário ainda compreender o perfil socioeconômico e cultural dos gestores e suas percepções correlatas à dimensão institucional do empreendimento da suinocultura, no contexto da cadeia econômica na prática e nas relações dos gestores e suas organizações individuais, situadas na microrregião de Viçosa. Esse procedimento visou entender, na percepção dos gestores, os possíveis indicadores de crescimento; ou limitantes da atividade, e o possível avanço do problema na região da Zona da Mata mineira.

## 5.2 Análise e discussão dos resultados

Este subcapítulo aborda as categorias de análise propostas na pesquisa, as quais direcionaram as entrevistas e observações a campo. Com o intuito de facilitar a análise e compreensão dos resultados, dividiu-se este item em subgrupos, em que cada um corresponde a uma categoria de análise. Os subgrupos foram abordados nas dimensões deste estudo, de forma integrada, adaptado do modelo de gestão sustentável proposto por Shekdar (2009) e adequado para a realidade desta pesquisa (FIG. 4).

Figura 4 – Modelo de abordagem integrada dos dejetos da suinocultura



Fonte: Adaptado de SHEKDAR, 2009.

### 5.2.1 Estrutura organizacional

Para elucidar esta categoria de análise, foi preciso analisar os resultados referentes ao empreendimento da suinocultura intensiva praticada nos três tipos de criação. E essa análise corresponde à participação privada da sociedade, representada pelos gestores, proprietários e seus empreendimentos, que constituíram essa dimensão do estudo, conforme adaptação do modelo de Shekdar (2009).

Foi necessário investigar as áreas dos imóveis rurais e os espaços utilizados pelas granjas, a composição do rebanho, o tipo de criação e o porte do empreendimento. Tal ação foi necessária para se proceder a análise dessas organizações como suinocultura intensiva e levantar seus indicadores analíticos. Esses indicadores são capazes de apontar o potencial gerador de dejetos desses empreendimentos e possíveis deficiências no sistema, segundo o gerenciamento aplicado pelos gestores entrevistados.

Foi necessário também analisar o tipo de exploração praticado nas granjas, caracterizado pela estratégia da “Integração Vertical”, conforme Lima *et al.* (2014). Essa integração é praticada entre uma granja UPL (independente) e uma UPT (integrada), para entender a percepção dos gestores com relação à gestão dos dejetos gerados nessas organizações.

Confirmando os resultados de Sartor *et al.* (2004) e De Lucas (2009), constatou-se, conforme mostrado no Quadro 6 e pelas áreas dos imóveis, tratar-se de pequenas propriedades rurais e que a suinocultura intensiva necessita de reduzido espaço físico, em relação ao porte do imóvel, para alojar milhares de animais por unidade de área. Esse fato foi constatado, o que corresponde ao atrativo econômico do negócio (BATISTA, 2002; MIELLE; WAQUIL, 2007).

Quadro 6 – Porte do empreendimento e uso fundiário

Granja	Área do imóvel (ha)	Área construída (m <sup>2</sup> )	Porte do empreendimento						
			Rebanho atual				Produção anual		Ciclo Anual n° de cabeças
			Matrizes	Varrões	Leitões 0-45 d.	Suínos 45-150 d.	Leitões	Cevados	
G1	61:20	2.000	145	3	596	305	-	2.900	3.048
G2	18:54	2.500	0	0	0	1.237	0	3.711	3.711
G3	43:92	89.739	3.130	40	9.350	0	69.600	0	72.770

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Por meio do tratamento dos dados brutos, conforme Kunz *et al.* (2009), e considerando as operações da produção dos suínos declaradas pelos entrevistados, pôde ser constatado e observado elevado potencial gerador de dejetos, pontualmente produzidos e destinados naqueles *loci* geográficos, conforme observado e descrito nas granjas G1, G2 e G3.

Na granja G1, onde se desenvolve a UCC, pôde-se constatar uma área construída em torno de 2.000 m<sup>2</sup>, suficiente para ciclar anualmente 3.048 animais, com um rebanho atual de 1.049 cabeças entre matrizes, leitões e suínos para abate. A granja G2 produz anualmente até 3.750 suínos, em criações sucessivas de três lotes de 1.250 leitões, em um único galpão de 1.500 m<sup>2</sup>, anexo à área ocupada pelos tanques de decantação, com cerca de 600 m<sup>2</sup>. Já na granja G3 a suinocultura ocupa uma área de 89.739 m<sup>2</sup>, conforme planta topográfica apresentada pelo entrevistado E3, com 27 galpões, vias internas, fábrica de ração, biodigestores, lagoas de decantação, alojando nesta área um rebanho atual de 12.520 animais, com uma produção semanal de 1.450 leitões, que são recriados no sistema de integração.

Esses dados foram coletados nas entrevistas e nas observações e tratados com referenciais teóricos, para identificar indicadores analíticos capazes de elucidar a dimensão organizacional da suinocultura intensiva praticada nas granjas G1, G2 e G3, como atividade potencialmente poluidora, conforme a abordagem integrada com as demais dimensões deste estudo.

De acordo com Shekdar (2009), é preciso atingir os diferentes arranjos organizacionais, para identificar os papéis dos envolvidos dentro do sistema. Nessa ótica, aplicada à participação privada, na gestão dos resíduos da suinocultura, deve ser analisado o tipo de exploração denominado “Integração Vertical”, que segundo Araújo *et al.* (2008) resulta num *status* econômico diferenciado dos sujeitos: Integrador e Integrado, que podem influir na percepção e tomada de decisão, no que tange à gestão dos resíduos, para que o sistema possa ser operado e mantido adequadamente (SHEKDAR, 2009).

Assim, na dimensão da estrutura organizacional (Quadro 5), identificam-se dois subgrupos de sujeitos de pesquisa, segundo o tipo de exploração da granja: os suinocultores “Independentes” e os “Integrados”, constatando, conforme Lima *et al.* (2014), a prática da “Integração Vertical”. Esse modelo de organização da produção de suínos verificado entre os entrevistados E2 e E3 ofereceu indicadores analíticos importantes sobre a gestão praticada dos dejetos e a percepção dos gestores.

Assim, os entrevistados E1 e E3 representaram o suinocultor independente, aquele que arca com 100% dos custos de investimentos e custeio da atividade, adquire insumos e fabrica suas rações, é proprietário dos animais e comercializa os suínos segundo seus próprios interesses.

Já o suinocultor integrado, representado por E2, não tem vínculo direto com as influências desse compartimento e opera assemelhadamente ao modelo econômico denominado *franchising*, de forma que seu êxito está vinculado em cadeia aos resultados obtidos pelo franqueador, no caso o integrador.

Esse tipo de exploração, segundo Araújo *et al.* (2008), estabelece a distribuição das etapas produtivas na cadeia da criação dos animais, conforme se organizam entre

as Unidades Produtoras de Leitões (UPL) e as Unidades de Produção e Terminação (UPT), formando dois subgrupos da percepção dos sujeitos de pesquisa: o integrador, representante de uma granja UPL; e o integrado, que desempenha exclusivamente a UPT.

Nesse enfoque, o entrevistado E3 é representativo de uma UPL que pratica o papel de integrador. Ele seleciona pequenos produtores situados num raio de até 30 km da granja G3, financia a construção das instalações e fornece os leitões com 45 dias de idade, insumos e assistência técnica até o final do ciclo, além de providenciar a regularização ambiental da granja integrada.

Em 2012 com quase 2.800 matrizes, resolvemos mudar o modelo de criação de ciclo completo para produção de leitões e integrar pequenos produtores aqui na vizinhança. Importamos uma fábrica de ração de alta capacidade, que pode fazer até 200 T/dia e montamos toda essa estrutura que tá aí, e que continua crescendo. (E3)

Nosso plantel estava muito grande, gerava muito dejetos, estava ficando impraticável jogar no Latão. E desse jeito mandando os leitões, para as propriedades dos integrados conseguimos reduzir o rebanho aqui na granja que já tava com quase 50 mil cabeças para as menos de 10 mil unidades animal alojadas aqui agora. (E3)

Conforme se constatou dos fatos narrados pelo entrevistado E3 sobre o histórico da granja G3, a adoção deste modelo de gestão da suinocultura indica resultados analíticos favoráveis à problemática dos dejetos, no que tange aos riscos ambientais apontados nos sistemas intensivos de criação (DE LUCAS, 2009; KUNZ *et al.*, 2009):

Com esse novo modelo de produzir os leitões e integrar os produtores, passamos a dividir o lucro e o trabalho também. E ainda conseguimos reduzir quase 80% do volume de dejetos que era gerado todo aqui, agora ficou distribuído em outras 23 propriedades... Mas o mais engraçado, é que quando fomos revalidar o licenciamento, nós fomos multados pelo IEF, por ter feito essa modificação de ciclo completo para produção de leitões, sem ter feito um processo para isso... (E3)

O entrevistado E2 representa a classe do suinocultor integrado, do tipo de criação UPT, que apenas aloja e cria os leitões fornecidos pelo integrador. Conforme Meneguelli *et al.* (1999) o sistema estabelece *status* sociais diferenciados entre: Integrador e Integrado; que no cenário da pesquisa, neste estrato de suinocultores

apresentou resultado diferenciado, quanto à percepção acerca da valoração dos dejetos:

Aqui funciona assim: a (...) financiou o galpão pra mim, e eu pago em prestações, uma por ano, durante dez anos que é o prazo de financiamento do Banco. Eles trazem os leitões tudo numa viagem só, são 1.250 de cada vez. As rações vão trazendo aos poucos, estoca naqueles dois silos ali e o meu trabalho é cuidar dos porcos. Não pode morrer mais que 13 leitões, senão eu pago. E cada um que morre tem que levar o defunto lá na (...) pra eles confirmarem a morte. No final da terminação de cada lote meu pagamento eles calculam com base em quantos kg de leitão chegou, quantos kg de ração entrou e quantos kg de porco saiu. E eu fico com o esterco, que também me dá um bom lucro. (E2)

O entrevistado E2, relatando os benefícios econômicos da integração na produção de suínos, deixou explícito sua motivação financeira e a valoração econômica dos dejetos gerados na criação.

...na última remessa, tirei R\$ 30.925,00, e pelas contas deles se eu conseguir a melhor conversão alimentar eu posso chegar a ganhar R\$30/cabeça, o que dá pra render até R\$ 37.110,00/remessa, mesmo se morrer os 13 leitões que é permitido. Sem se falar que eu nunca mais comprei adubo para a lavoura de café. (E2)

Conforme revelou o entrevistado E2, o caso estudado na granja G2 é representativo dos outros 22 casos análogos de integração, em semelhantes condições, todos limitados ao número máximo de 1.250 animais para não exceder o pequeno porte regulamentado pelos órgãos ambientais. Isso acaba por favorecer a redução da geração pontual de elevados volumes de dejetos e efluente final, apontados como um dos principais problemas trazidos pelo sistema intensivo de produção na suinocultura.

Na Zona da Mata mineira, verificou-se que a integração vertical já é praticada na avicultura de corte por uma indústria de alimentos, sediada no município vizinho de Visconde do Rio Branco. Essa agroindústria atua neste modelo de produção há décadas, integrando atualmente cerca de 200 produtores, com um plantel que passa de cinco milhões de frangos e atinge integrados em 26 municípios da região.

Os depoimentos dos entrevistados E2 e E3 demonstram que a Integração Vertical na suinocultura já é praticada na microrregião de Viçosa desde 2012, sinalizando que podem se repetir aqui os resultados da expansão desse modelo de gestão da

suinocultura, que já é predominante nos Estados da Região Sul e vem se disseminando nas regiões do Brasil Central. Apontam ser uma tendência para a suinocultura brasileira, a exemplo da avicultura de corte, conforme Lima *et al.* (2014), que já se encontra 90% desenvolvida sob essa modalidade de gestão. A Integração Vertical pode ser definida por diferentes autores como agregadora de diferentes sentidos, inclusive no que tange à sustentabilidade ambiental (MENEGUELLO *et al.*, 1999; PAIVA, M. S. V., 2010; MIELE; WAQUIL, 2006; ARAÚJO *et al.*, 2008; BERTA *et al.*, 2008).

Conforme verificado na entrevista com E3, pelo histórico da transição da granja G3 de Unidade de Ciclo Completo para Unidade Produtora de Leitões, constatou-se que essa mudança no tipo de criação e no modelo de exploração trouxe significativa redução na geração de dejetos. Estes eram antes produzidos pontualmente naquele *locus* da microbacia do córrego do Latão por um rebanho de 50 mil cabeças, que diminuíram atualmente para 12,5 mil unidades naquela granja.

Já o entrevistado E2, na qualidade de suinocultor integrado, apresentou a característica da limitação do número de animais por unidade de área que ocorre no sistema da integração adotado na granja G2. Fato esse extensivo aos outros 22 casos análogos de suinocultores integrados, que, conforme verificado na percepção do integrador visa limitar o número de animais e diminuir as exigências do licenciamento ambiental. Remetendo aos conceitos de Palhares (2008), em que se avalia que um dos problemas dos resíduos suínos é que não há, no Brasil, zoneamento geográfico para atividades potencialmente poluidoras nem limitação legal do porte do empreendimento suinícola por unidade de área, a exemplo da legislação dinamarquesa (PALHARES, 2008).

Entendidos os resultados da dimensão organizacional individual das granjas G1, G2 e G3, relativos a como funciona a suinocultura intensiva nos três tipos clássicos de criação: UCC, UPT e UPL, em função do porte do empreendimento e do tipo de exploração analisados, foi necessário entender o relacionamento destas com outras organizações. Conforme Zanella (2012), tal relacionamento afeta diretamente o desempenho e resultados das granjas e também a percepção e poder decisório dos gestores, conforme analisado no subgrupo seguinte.

### 5.2.2 Arranjo institucional

Para elucidar esta categoria de análise, buscou-se nas entrevistas entender a percepção dos gestores sobre suas relações no compartimento das regras informais, conforme Tenório (1998), as quais regem a dialogia entre diferentes sujeitos sociais que cooperam e concorrem aos objetivos das organizações.

Conforme Hall (2004), as organizações não atuam isoladamente, uma vez que interagem com outras organizações, fornecedores e intermediários da cadeia produtiva e da comercialização, o que, segundo North (1994), corresponde ao âmbito das regras não formais que regem as organizações.

Nas entrevistas foram abordados aspectos da percepção dos entrevistados e suas relações nas esferas do mercado, em que sujeitos se relacionam com os elos da cadeia produtiva: de suprimentos, aquisição dos insumos essenciais (milho e soja) e da comercialização do suíno.

Com relação ao contexto da cadeia produtiva em que se inserem as organizações suinícolas, os entrevistados E1 e E3, na qualidade de suinocultores independentes, apontaram resultados que contrariam teorias e estatísticas positivas da expansão do setor, que se demonstrou, nas últimas duas a três décadas, nos baixos custos de produção da suinocultura brasileira (BATISTA, 2002; MIELLE; WAQUIL, 2007).

Conforme se constata pelo relato do entrevistado E1, aquele cenário favorável da cadeia produtiva dos insumos, relatado por Batista (2002) e Mielle e Waquil (2007), não se confirma na percepção do gestor E1. Não apenas pela elevação dos custos do milho, mas especialmente porque o valor pago pelo suíno vivo não vem correspondendo ao aumento do custo de produção

Atualmente estamos tendo um prejuízo de R\$ 0,40/kg por suíno terminado, o preço final do porco não está acompanhando os custos de produção. O preço pago pelo kg vivo está parado em R\$ 3,70 - 3,90/kg nos dois últimos anos, e por incrível que pareça tem até caído durante essa alta do milho e da soja. Meu pai tem que ser um excelente comerciante para vender bem o porco, só assim agente consegue se manter nessa fase. (E1)



Além da problemática do custo dos grãos, os suinocultores localizados na região da Zona da Mata mineira distantes das fontes de matéria-prima estão expostos aos custos do transporte, que é atrelado às altas do petróleo, o que onera ainda mais o custo final, exigindo novas estratégias, conforme relatou E3

[...] já tem uns três anos que passamos a substituir uma parte do milho da ração por sobras da indústria de massas, restos de biscoito e de macarrão que buscamos no Rio de Janeiro e em Belo Horizonte, que barateou muito o custo de produção e deu bom resultado na conversão alimentar dos animais, que então tem sido nossa estratégia de sobrevivência...por que o milho e a soja não vão parar de subir,e muito menos o frete...então a solução é descobrir nova fonte da matéria prima...senão vamos ter que levar a criação prá lá...ou plantar aqui uns 3.500 ha de milho mais uns 2.500 de soja, aí já resolvía o problema do frete...(E3)

Os depoimentos confirmam Gastardelo e Melz (2014) sobre a migração dos polos produtores para as regiões do Brasil Central. Verificou-se, pelos relatos dos suinocultores independentes E1 e E3, que, embora situados em contextos financeiros distintos, eles demonstraram semelhante percepção na dimensão institucional do empreendimento, no que tange à cadeia produtiva e às dificuldades advindas da fonte de insumos.

[...] no momento os produtores de porco e de frango, que dependem direto destes dois insumos: milho e soja estão passando um grande aperto com a alta dos preços... e ainda tem o frete que aumenta mais ainda...(E1)

A suinocultura aqui na região está exigindo cada vez mais estratégias do prá gente conseguir equilibrar os custos de produção e a renda, por que nós estamos muito longe da fonte da matéria prima, o frete aumenta 10% do valor final do porco. (E3)

[...] que está ficando cada vez mais difícil para o suinocultor daqui competir com o de lá. Nós tivemos que adquirir carretas para transportar milho e soja lá do Mato Grosso, Goiás, Triângulo Mineiro... Porque se a gente continuasse pagando frete a gente “quebrava”. (E3)

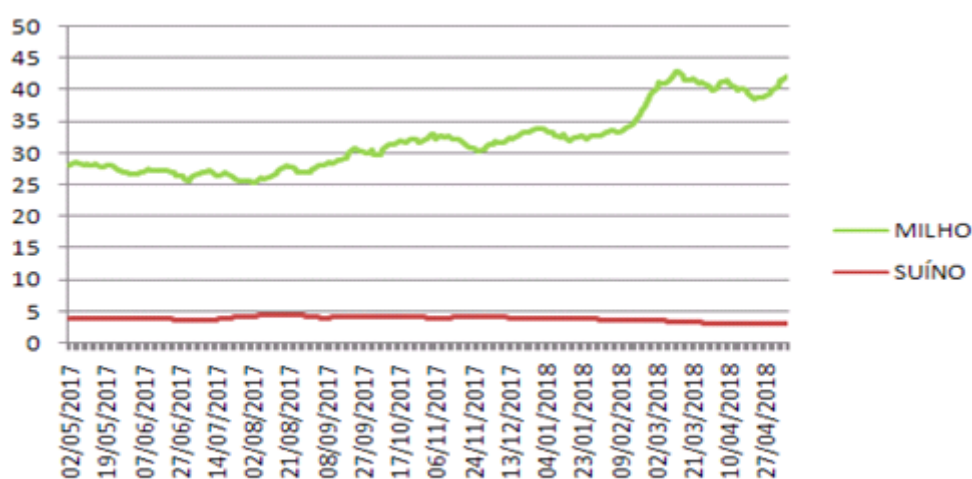
Nas declarações de E2, embora ele não pratique as relações de compra de insumos e venda de suínos, esse entrevistado percebe que seu lucro decorre dessa relação em cadeia:

[...] o negócio só é bom, quando é bom prá todos, eu sei de uma empresa aqui de Ponte Nova que já parou a integração, por causa da alta do milho, que subiu demais, e o preço do porco ta os mesmos R\$3,80, se continuar assim eles param... e nós também. (E2)

Os fatos narrados pelos entrevistados encontram respaldo nas séries estatísticas, histórica e atual, que apontam assimetria entre as variações das cotações do milho e do suíno vivo, que já pode ser sentida pelos gestores desde agosto de 2017, inviabilizando os custos de produção, conforme declarou o entrevistado E1.

Ratificando as declarações desse entrevistado de que o custo do milho vem inviabilizando a atividade, o GRÁF. 5 apresenta dados atuais (2017-2018) da contínua ascensão dos preços do milho. Tal fato demonstra a atual tendência dos valores praticados com um movimento inverso àquele da série histórica (1994-2016), conforme ilustrado no GRAF.1, quando o valor praticado na cadeia do grão apresentou sucessivas deflações, propiciando um ambiente institucional favorável à expansão da suinocultura (BATISTA, 2002; MIELLE; WAQUIL, 2007).

Gráfico 5 – Cotação do milho e do suíno (2017-2018)



Fonte: CEPEA-ESALQ/BM&F Bovespa, 2018.

Conforme o GRAF. 5, pela análise das declarações do entrevistado E1 se pode encontrar justificativa na série estatística recente (2017-2018), que mostra um movimento quase estático e ligeiramente declinante dos preços pagos pelo suíno vivo, em comparação com as cotações do milho. Pode-se constatar que os resultados da cotação de suínos atual (GRAF. 5) relatada pelos entrevistados sobre os preços praticados são retilinearmente continuados do período retrospectivo (1994-2016), conforme o GRAF.1, que mostra uma série estatística histórica.

Verificou-se que a situação do entrevistado E3 é semelhante à do suinocultor E1, entretanto sua percepção de E3 é modificada pela estratégia adotada no sentido de substituir parte do milho, que representa cerca de 70% do custo de produção, por resíduos industriais de indústrias de massas, macarrão e biscoito.

Esses achados, na percepção dos entrevistados E1 e E3, podem ser representativos da classe dos suinocultores independentes da microrregião de Viçosa e confirmam as assertivas de Saraiva (2012) e Gastardelo e Melz (2014), no sentido de que a suinocultura brasileira se desenvolve mais nas regiões centrais do país devido à localização das fontes de matéria-prima. Isso justifica o fato de o maior rebanho suíno, por município no Brasil, se encontrar em Uberlândia MG, segundo o IBGE (2015), o que se traduz em economia de custos de produção e maior competitividade das granjas situadas nas regiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba na comparação com empreendimentos situados na Zona da Mata.

Os resultados que apontaram as dificuldades dos entrevistados E1 e E3 encontram fundamento nos achados de Saraiva (2012), que mostrou que o Estado de Mato Grosso já apresentava, à época, o maior crescimento da suinocultura brasileira, destacando que naquele Estado as exigências ambientais são menos rígidas.

Conforme os dados estatísticos (IBGE, 2015), os resultados apresentados pelas granjas G1 e G3 acabam por indicar uma ambiência institucional desfavorável para a suinocultura na Zona da Mata mineira, se comparada com as regiões do Cerrado, confirmando os resultados encontrados por Saraiva (2012). Conforme se identificou pelas entrevistas com E1 e E3, esses fatores podem influir na percepção, motivação e tomada de decisões dos gestores dessas organizações instituídas e sujeitas a regras institucionais, formais e informais (NORTH, 1990).

Após entender a dimensão das relações institucionais informais dos gestores e das organizações suinícolas como atividade de produção de suínos, foi necessário compreender o ambiente institucional formal. Isso porque, nesses ambientes, as regras escritas e explícitas por meio das leis e políticas públicas instituem a dimensão política e os marcos legais que regulamentam a gestão dos resíduos da suinocultura, examinados no subgrupo subsequente.

### 5.2.3 Política e estrutura legal

Para analisar essa dimensão do estudo, foram investigados *in loco* os aspectos locacionais das granjas, além da gestão dos dejetos. Os resultados foram analisados no contexto da Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), da Lei 6.938/1981 que normatiza o licenciamento ambiental, e da Política Nacional de Resíduos Sólidos, da Lei 12.305/2010. E também sob os aspectos do arranjo legal correlato à suinocultura, citado por Strassburg *et al.* (2015), preceituados no Código Florestal, na Lei das Águas e na Lei dos Crimes Ambientais. Dessa forma, conforme adaptado do modelo de Shekdar (2009), esse é o ordenamento político legal que compõe o enquadramento jurídico da gestão dos resíduos da suinocultura brasileira.

Assim, indagou-se aos entrevistados sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e seus possíveis efeitos na realidade local dos entrevistados. Constatou-se nas entrevistas com os gestores E1, E2 e E3 que não há reflexos da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), estabelecida na Lei nº 12.305/2010, no tocante à gestão dos dejetos da suinocultura. E que as granjas são submetidas à Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), ainda que os entrevistados não tenham conhecimento da Lei 6.938/1981.

De acordo com Andreazzi *et al.* (2015), verificou-se que também nessa região da Zona da Mata mineira, nos municípios de Coimbra, Ervália e Porto Firme, ainda não se consolidou o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, de setembro de 2011. Nesse plano foi instituída a diretriz de que, a partir do Censo Agropecuário (2015), todos os resíduos agrossilvipastoris precisariam estar inventariados, quantificados e espacializados, devendo os municípios ou regiões com maior volume de resíduos implementar seus Planos Municipais de Resíduos Sólidos. O que não se constatou.

A PNMA criou o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), que normatiza o licenciamento ambiental, que é executado pelos órgãos federais, estaduais ou municipais. No caso dos municípios da pesquisa, o licenciamento é realizado pelo Instituto Estadual de Florestas (IEF), por meio do Escritório Regional de Viçosa, onde os empreendimentos suínocolas são regidos pela Deliberação Normativa DN 217/2017, emanada do Conselho Estadual e Política Ambiental (COPAM).

Os licenciamentos das granjas G1, G2 e G3 foram executados por meio do Instituto Estadual de Florestas (IEF), da Superintendência de Meio Ambiente (SUPRAM – Zona da Mata). Observou-se que, para cada caso, foram adotados diferentes modelos, procedimentos e exigências, considerando o porte, o volume de dejetos gerados e a situação locacional das granjas em relação às APPs.

Nesse sentido, observou-se que as granjas G1 e G3 foram construídas dentro de áreas de preservação permanente, infringindo o artigo 4º, inciso I, alínea “a”, do capítulo 2 da Lei nº 12.727/2012, no que concerne a iminente possibilidade de poluição dos recursos hídricos situados a menos de 30 metros das instalações, conforme se verificou em ambos os casos.

Segundo os entrevistados E1 e E3, as granjas G1 e G3 foram estabelecidas, respectivamente, em 1991 e 1992, e a atividade acabou por se consolidar naqueles locais, apesar da vigência do então Código Florestal Brasileiro da Lei nº 4.771/1965, que foi revogada pela Lei nº 12.727/2012.

Dessa forma, as granjas G1 e G3 careceram da Licença Operacional Corretiva (LOC), do órgão ambiental, em que foram impostas as medidas condicionantes, previstas no tópico 2, seção IV, artigo 27º, incisos I a IV, §§ 1º e 2º, relativas à gestão dos dejetos. A LOC visa evitar os impactos ambientais causados pela atividade suinícola, em função da situação locacional da granja e do porte do rebanho, de ambos os casos, nas granjas G1 e G3.

Na granja G1, em razão de se tratar de empreendimento de pequeno porte e, portanto, menor volume de dejetos gerados, a regularização deu-se por meio da Licença Ambiental Simplificada (LAS), conforme artigo 8º, inciso III, da DN 217/2017.

Conforme declarado pelo entrevistado E1, a licença foi concedida desde 2004 e é renovada a cada cinco anos:

[...] e tem também a presença dos órgãos de meio ambiente, a fiscalização estadual, que é da Supram, do IEF lá de Ubá, eles vêm uma vez por ano, e a cada cinco anos a gente faz a solicitação de renovação da licença da granja, e da outorga do uso das águas (E1)

Na granja G1, foi exigida como medida condicionante para operação da granja a construção da caixa coletora do efluente, revestida de alvenaria e dotada de sistema de motobombeamento dos dejetos para fora da área da APP, como medida para evitar impactos ambientais negativos no curso d'água, conforme E1:

[...] os dejetos, a gente faz fertirrigação, vão direto pra caixa de captação que fica lá na parte mais prá baixo da granja, desce tudo por gravidade na água de limpeza, e de lá é bombeada direto para o eucaliptal e as pastagens lá em cima, assim não jogamos os dejetos no rego d'água que vem da represa e passa lá em baixo. (E1)

A granja G1, conforme demonstrado na FIG. 5 está localizada em uma APP às margens do curso d'água que nasce nas cabeceiras do imóvel e passa a menos de 30 m da caixa de captação dos dejetos, o que representa iminente risco de poluição hídrica.

Figura 5 – Granja G1: Inserção na APP



Fonte: Google Earth, 2018.

Observa-se, na imagem da FIG. 5, o traçado do curso d'água que nasce nas cabeceiras do imóvel, a partir da lateral direita da paisagem, e passa nas adjacências imediatas dos galpões de criação e ao lado da caixa de captação dos dejetos. Esse rio corre pela várzea no sentido da lateral esquerda da imagem e

adiante percorre muitos quilômetros até desaguar no córrego Bacalhau. Mediante os fatos observados, desviando de perguntas sensíveis, o entrevistado E1 declarou:

[...] do jeito que fazemos estamos atendendo às exigências da fiscalização.  
(E1)

Diferentemente do que se constatou na granja G3, na granja G1 uma possível deficiência no sistema provavelmente não seria percebida nem reclamada, conforme se constatou neste estudo. Além de se tratar de empreendimento de pequeno porte, esse local, como se observou, é ermo e não possui vizinhança imediata. O curso d'água percorre longa extensão até atingir o córrego Bacalhau, onde deságua, sem passar nas imediações de outras residências. Esse contexto faz analogia à citação de Saraiva (2012) da menor rigidez das exigências ambientais, conforme os contextos e locais onde se insere a suinocultura.

Na granja G3, o entrevistado E3 declarou que o empreendimento é legalizado desde que começou a criação em 1992 e, em 2005, atingiu o porte de 1.460 matrizes, passando a ser classificado pelo órgão ambiental como empreendimento de médio a grande porte, por ultrapassar 2.000 animais, conforme a DN 217/2017. Quando, então, foram impostas novas medidas condicionantes para a operação da granja, de acordo com a Licença de Operação Corretiva (LOC) processada no IEF/SUPRAM-Zona da Mata, em 07/07/2005, com validade de 10 anos. Assim, foi estabelecido o uso de lagoas de decantação (MEDRI, 1997), adaptadas às características locais da granja, porte do empreendimento e ao potencial gerador de dejetos.

A granja G3, também inserida em APP, conforme FIG. 6, está locada às margens do curso d'água que nasce nas cabeceiras do imóvel e margeia a lateral da granja, formando uma lagoa natural, onde o efluente sofre a última decantação antes de ser desaguado no córrego do Latão, logo após o portão de acesso ao imóvel.

Figura 6 – Granja G3: Inserção na APP



Fonte: Google Earth, 2018.

Observa-se, nessa figura, o traçado representando o curso de água nascente nas cabeceiras do imóvel e percorrendo as adjacências da granja até desembocar no córrego do Latão, que corre no sentido à lateral esquerda da imagem e logo adiante passa nas imediações de inúmeras chácaras e residências vizinhas. Diferentemente daquele contexto descrito sobre a granja G1, na G3 houve intensas reclamações dos vizinhos, conforme declarou o entrevistado E3. Fato esse que impulsionou a tomada de decisão da mudança do tipo de criação e, também, da gestão tecnológica dos dejetos.

O entrevistado E3 informou que em 2012 optou por mudar o tipo de criação de UCC para UPL, antes do término da validade da licença concedida inicialmente.

Em 2012 com quase 2.800 matrizes, resolvemos mudar o modelo de criação de ciclo completo para produção de leitões e integrar pequenos produtores aqui na vizinhança.

[...] Nosso plantel estava muito grande, gerava muito dejetos, estava ficando impraticável jogar no Latão. E desse jeito mandando os leitões, para as propriedades dos integrados conseguimos reduzir o rebanho aqui na granja que já passava de 50 mil cabeças para as menos de 10 mil unidades animal alojadas aqui agora.

Quando, então, foi reduzido o plantel de cerca de 50 mil cabeças para as atuais 12.520, conforme declarado, entre matrizes, reprodutores e leitões até 45 dias de



idade. Posto que nesse tipo de criação UPL os leitões são destinados às outras 23 granjas do tipo UPT, onde são terminados no sistema de integração vertical.

Esse fato, na prática, significou menos resíduos gerados na granja G3 que passaram a ser produzidos em outros *loci* geográficos, nas granjas integradas. E isso diminuiu a densidade animal por unidade de área, o que é satisfatório do ponto de vista da sustentabilidade ambiental, adotado em países desenvolvidos e desconsiderado na legislação brasileira (PALHARES, 2008). No entanto o que se depreendeu da realidade avaliada, face à legislação aplicada, e na percepção do entrevistado E3, que as leis impostas visam precipuamente o cumprimento legal:

[...] mas o mais engraçado, é que quando fomos revalidar o licenciamento, nós fomos multados pelo IEF, por ter feito essa modificação de ciclo completo para produção de leitões, sem ter feito um processo para isso.  
(E3)

Na granja G2, a regularização ambiental ocorreu desde a construção das instalações em 2012, e tudo foi providenciado pelo Integrador, segundo declarou o entrevistado E2. Foi elaborado o projeto técnico, descrevendo as características do empreendimento e propondo a gestão dos dejetos, o qual foi submetido ao licenciamento ambiental trifásico, pelo órgão ambiental SUPRAM/IEF, que estabelece a licença prévia (LP) e a licença de implantação (LI) após certificar a locação espacial da granja em área comum, devidamente distanciada das APPs e dos recursos hídricos. Em seguida veio a licença de operação (LO), que foi precedida da Autorização Ambiental de Funcionamento (AAF), que representa um ato que posteriormente se converte em Licença Ambiental Simplificada (LAS), após o decurso da primeira validade, desde que o empreendimento não apresente impactos ambientais negativos e não altere o proposto nos fins especificados que constam no licenciamento, conforme o artigo 39º da DN 217/2017.

Na granja G2, conforme FIG.7 verificou-se que, devido ao porte pequeno do empreendimento e à sua adequada situação locacional, distante da APP mais de 300 m, as medidas condicionantes estabelecidas pelo órgão ambiental para a operação da granja foram menos rígidas que no caso da granja G3 e mais eficazes do que na granja G1.

Figura 7 – Granja G2: Recuo da APP



Fonte: Google Earth, 2018.

Os resultados apresentados pela granja G2, diferentemente das granjas G1 e G3, mostradas nas figuras anteriores, revelam que em empreendimentos que foram estabelecidos após 2008 não mais se admite a consolidação da atividade em locação imprópria com relação às Áreas de Preservação Permanente (APPs). Com isso, os dispositivos legais funcionam no foco da prevenção do problema, por meio da adequada gestão ambiental, e não apenas para o cumprimento legal, conforme indícios nas granjas G1 e G3. Fato esse que constitui falha característica da legislação brasileira aplicada aos dejetos da suinocultura (PALHARES, 2008).

Após entender, no contexto das granjas observadas, como se aplicam os preceitos legais e as políticas públicas que regem a gestão dos resíduos da suinocultura, foi necessário entender a gestão operacional dessas organizações, na busca dos indicadores da previsibilidade da composição e dos volumes de dejetos e efluente produzidos. Passo esse que constitui prerequisite para definir a adequada gestão tecnológica de um sistema gerador de resíduos (SHEKDAR, 2009).

#### 5.2.4 Gestão operacional

Conforme Shekdar (2009), o gerenciamento operacional sustentável dos resíduos relaciona-se com os processos de manejo e tratamento dos dejetos, pelos quais os resíduos são gerados em diferentes origens.

No caso dos dejetos suínos, eles se restringem a uma única fonte geradora: a transformação das rações e água consumidas no processo de criação dos animais, que são drenados na água de limpeza das instalações, formando o efluente líquido, que é armazenado nos tanques, ou lagoas de decantação, e posterior destinação final, por motobombeamento ou por gravidade, como foi analisado na dimensão tecnológica.

Conforme Lima *et al.* (2010), Martins *et al.* (2012) e Ferreira *et al.* (2014) a gestão operacional da produção suína obedece a índices tecnológicos de elevada precisão. Esses índices permitem identificar as entradas de ração, em quantidade e composição precisas no sistema, como gerador de carne. Assim, podem-se inferir indicadores da geração dos dejetos com semelhante precisão (OLIVEIRA, 1993; PERDOMO *et al.*, 2003; KUNZ *et al.*, 2013).

Foi necessário entender a percepção dos gestores sobre a prática de controle dos índices zootécnicos, bem como confrontar os resultados com os referenciais teóricos (LIMA *et al.*, 2010; MARTINS *et al.*, 2012; FERREIRA *et al.*, 2014). E também indagar dos entrevistados sobre controles praticados do dispêndio da água da higienização das instalações, para analisar os indicadores da geração do efluente gerado nas granjas (PERDOMO *et al.*, 2003).

Buscou-se identificar os indicadores analíticos nos trechos das entrevistas com E1, E2 e E3, que permitiram tratar os dados brutos com referenciais teóricos, a fim de compreender a correlação do material utilizado na produção de suínos e a concomitante geração dos dejetos nas granjas.

Pelo relato dos entrevistados, confirmaram-se a prática cotidiana dos controles de consumo de rações e a preocupação com os índices zootécnicos, que segundo Martins *et al.* (2012) representam instrumentos de aferição do rendimento da criação e dos resultados previstos e obtidos.

Essa percepção dos sujeitos é natural na prática da sustentabilidade financeira do empreendimento, principalmente nas granjas independentes, como se constatou em G1 e G3.

Conforme se pode verificar nos relatos dos entrevistados E1 e E3, que podem ser representativos das granjas dos tipos UCC e UPL,

[...] as matrizes têm um gasto fixo de ração, de 1 t./cabeça/ano o que interessa é o nº de leitões desmamados/porca e o nº de partos/ano/porca. Já na terminação, começa lá na creche, depois que desmama e só termina com 150 dias, tem que ser tipo uma base de troca de 275 kg de ração por 100 kg de porco vivo, e nesse prazo, senão dá prejuízo. (E1)

[...] 80% do custo do porco está no cocho. Tanto aqui na granja quanto nos integrados, o volume do gasto de rações é acompanhado kg por kg. (E3)

A granja G1 conta com um rebanho atual de 1.049 animais. Pelo controle de produção declarado pelo entrevistado E1, pôde-se verificar que suas operações de criação e produção são focadas nos resultados dos índices zootécnicos: conversão alimentar, ciclo e terminação dos leitões e natalidade e mortalidade do rebanho, como ferramentas que determinam o lucro (COLDEBELLA *et al.*, 2007; LIMA *et al.*, 2010; MARTINS *et al.*, 2012; DE ZEN *et al.*, 2014).

Nós fazemos um controle completo da ração fornecida para as porcas em cada fase a criação, separado da terminação: Nas matrizes nós não fazemos conta de conversão alimentar, elas recebem uma quantidade fixa de ração, conforme a fase: gestantes, no primeiro mês da gestação recebem de 2 a 2,2 Kg/dia, aumentando até o segundo mês; Dos 30 aos 90 dias de gestação recebe 1,8 Kg/dia. De 90 dias até o parto a porca recebe 2,8 Kg//dia. E depois de parida, durante a lactação, até o desmame cada matriz recebe 7 Kg de ração/dia. Já no crescimento e na terminação, a conversão alimentar é o principal do lucro na hora da venda. Nós estamos com uma média de 11,5 leitões desmamados por porca, e 2,4 parto/porca/ano, com um índice de mortalidade de 3% dos leitões até 45 dias e 2% no crescimento e na terminação. (E1)

O entrevistado E3 também declarou prioridade dos controles de custos de produção e índices de produtividade, que são definidos pelos índices zootécnicos alcançados.

Nós fabricamos toda a ração para o abastecimento do plantel todo, da granja e dos integrados, e temos que programar diariamente a produção que será consumida toda a semana. O índice mais importante é a conversão alimentar que procuramos atingir 2,75, mas é difícil, sempre fica um pouquinho acima, os integrados acabam desperdiçando, cai no chão. E daqui da granja são produzidas as rações de manutenção e reprodução das matrizes que também obedecem a índices específicos dos volumes de ração conforme as diferentes fases da gestação. De forma que uma matriz deve consumir uma média anual de 950-1000 kg de ração. E cada reprodutor consome em média 750 kg/ano. Também a ração dos leitões desmamados que é quantificada pelo número de leitões programado desmamados/porca, que temos conseguido um índice de 11,5 leitões desmamados/parto. (E3)

Ele produz as rações para a granja G3, onde atualmente há 12.520 animais do plantel da UPL, e também para as 23 granjas integradas, do tipo UPT, que ciclam ao todo 69.600 leitões/ano, que são produzidos na granja G3.

Já o entrevistado E2, na condição de suinocultor integrado, tem na prática do índice de conversão alimentar sua métrica de remuneração, e esses resultados são monitorados pelo integrador. Conforme Paiva *et al.* (2008), nesse tipo de gestão, devido à elevada exigência tecnológica da suinocultura, é possível uma fácil coordenação da cadeia, o que resulta num forte caráter competitivo:

[...] no final da terminação de cada lote, meu pagamento eles calculam com base em quantos kg de leitão chegou, quantos Kg gastou de ração e quantos kg de porco foram produzidos; ah, e eu pago um tipo de multa a cada leitão que morre acima do limite de 1%, só é permitido morrer até 13 leitões. (E2)

O tratamento desses dados (TAB. 10) permitiu, por meio do raciocínio de Oliveira (1993), identificar indicadores do potencial gerador de dejetos correlacionados aos volumes de insumos consumidos e suínos produzidos.

Tabela 10 – Geração de dejetos por categoria animal

GRANJA - Tipo de Criação	Categoria Animal	Nº de animais	Fezes (Kg/dia)	Dejetos <sub>...</sub> Fezes + urina (Kg/dia)
G1 - UCC	Matrizes gestantes	124	446,40	1.810,40
	Matrizes lactantes	21	134,40	378,00
	Leitões lactantes	237	-	-
	Leitões na creche	359	125,65	341,05
	Suínos (25 - 100 Kg)	305	701,50	2.196,00
	Reprodutores	3	9,00	27,00
	<b>Subtotais G1</b>	<b>1.049</b>	<b>1.416,95</b>	<b>4.752,45</b>
G3 - UPL	Matrizes gestantes	2.500	9.000,00	27.500,00
	Matrizes lactantes	630	4.032,00	11.340,00
	Leitões lactantes	4.770	-	-
	Leitões na creche	4.580	1.603,00	4.351,00
	Reprodutores	40	120,00	240,00
	<b>Subtotais G3</b>	<b>12.520</b>	<b>14.755,00</b>	<b>43.431,00</b>
G2 - UPT	Suínos (25 - 100 kg)	1.237	2.845,10	8.906,40
<b>Subtotais G2</b>	<b>1.237</b>	<b>2.845,10</b>	<b>8.906,40</b>	
<b>TOTAL G1+G2+G3</b>		<b>14.806</b>	<b>19.017,05</b>	<b>57.089,85</b>

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Os resultados apontados na TAB. 10 constituem indicadores fundamentados nos índices propostos por Nascimento e Rodrigues (2012), que considera a produção de dejetos, individualizada por categoria animal, de acordo com a composição do rebanho no momento da coleta dos dados.

Observou-se homogeneidade nos resultados das entrevistas com E1, E2 e E3 em relação à regularidade do controle dos volumes de ração consumidos nas granjas, expressos nos índices zootécnicos praticados na criação e produção dos animais (LIMA *et al.*, 2010; MARTINS *et al.*, 2012; FERREIRA *et al.*, 2014).

Perdomo *et al.* (2003) elaboraram um modelo para identificar indicadores de dejetos e efluente (TAB. 4) que leva em conta o tipo de criação praticado e considera as médias de dejeção por categoria animal: Matriz para as granjas UCC; e UPL, e Suíno, para granjas UPT. O modelo foi utilizado no tratamento dos dados para identificar os indicadores da geração de efluente, como demonstrado na TAB. 11, na qual são registrados os volumes de água adicionados aos dejetos na operação de criação dos animais, conforme descrito sobre as granjas G1, G2 e G3, segundo dados primários.

Tabela 11 – Efluente: dados da pesquisa

Granja	Tipo de criação	Categoria animal	Nº de animais	Fezes + urina (l/dia)	Água de higiene e bebedouros (l/dia)	Efluente (l/dia)
G1	UCC	Matriz	145	4.752,45	10.000,00	14.752,45
G2	UPT	Suíno	1.237	8.906,40	15.000,00	23.906,40
G3	UPL	Matriz	3.130	43.431,00	225.000,00	268.431,00

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Sobre os volumes de água consumidos nas granjas, os entrevistados declararam que realizavam o controle cotidiano da água utilizada para o consumo dos animais nos bebedouros e para a higienização das instalações e manutenção das chamadas “lâminas d’água” existentes nas baias de terminação.

Quando perguntados sob o dispêndio diário de água, os respondentes apresentaram percepções diferenciadas nesta prática, em função de suas motivações pessoais, demonstrando uma significativa amplitude do volume final de efluente gerado em cada granja:

[...] a gente tem duas caixas de 10.000 litros cada uma, que são utilizadas para abastecer todo o plantel: eu tenho uma represa ali, de onde eu ligo a água para abastecer essa caixa aqui diariamente eu ligo de manhã e a outra caixa fica de reservatório. De modo que gasta uma caixa dessas por dia para toda a granja: a maternidade, a gestação, a creche a engorda. (E1)

Eu tenho um poço artesiano que abastece todo o Sítio, e tem a bomba com um encanamento que manda a água pras três caixas de 5.000 litros que ficam lá em cima naquela encosta pra cima do galpão e de lá desce para os bebedouros e para a lâmina d'água das baias. No primeiro mês que os leitões chegam, gasta uma caixa por dia depois vai aumentando até gastar duas a três caixas por dia. (E2)

O abastecimento da granja é feito por quatro poços tubulares que nós construímos pra ter uma água de qualidade garantida. A estimativa do gasto diário de água aqui no sítio, só na granja, entre a bebida dos animais e a água limpeza das instalações, das gaiolas, dos pisos é de 225 mil litros por dia... gasta muita água. (E3)

No entanto, conforme se depreende das declarações dos entrevistados, o controle da água de higienização não é tão rígido como se faz no caso das rações, em que essa prática apura os resultados financeiros (COLDEBELLA *et al.*, 2007; MARTINS *et al.*, 2012; DE ZEN *et al.*, 2014).

Observou-se, portanto, conforme relato dos entrevistados E1, E2 e E3, que nas granjas G1, G2 e G3 o consumo total de água ultrapassa os parâmetros técnicos convencionais, de acordo com Perdomo *et al.* (2003). Fato esse que indica que a gestão praticada na higienização das instalações possa estar gastando mais água do que o necessário e, por conseguinte, elevando o volume final do efluente. O que expressa maior possibilidade de poluição hídrica (HIGARASHI *et al.* 2011).

Dessa forma, tratando os dados da pesquisa com os índices e parâmetros referendados na TAB. 4, chegou-se ao resultado abaixo, TAB. 12. Indicando que o volume final do efluente produzido nas granjas G1, G2 e G3, expressos na TAB. 11, conforme a informação dos entrevistados foi acima dos índices zootécnicos convencionais (PERDOMO *et al.*, 2003).

Tabela 12 – Efluente: parâmetros teóricos

Granja	Tipo de criação	Categoria animal	Nº de animais	Fezes + urina (l/dia)	Água de higiene e bebedouros (l/dia)	Efluente (l/dia)
G1	UCC	Matriz	145	7.975,00	6.887,50	14.862,50
G2	UPT	Suíno	1.237	8.411,60	5.071,70	13.483,30
G3	UPL	Matriz	3.130	59.470,00	74.807,00	134.277,00

Fonte: Adaptado de PERDOMO *et al.*, 2003. Dados da pesquisa, 2018.

Verificou-se, entretanto, nas granjas G1 e G3 que os indicadores de geração de dejetos, estimados na TAB. 12, de acordo com Perdomo *et al.* (2003), que consideram a média de dejeção por tipo de criação, apontam volumes maiores comparativamente àqueles descritos na TAB. 11. Esta tabela foi elaborada com base nos dados achados a campo no momento da coleta dos dados, em função da composição do rebanho, conforme os índices da geração de dejetos por categoria animal (NASCIMENTO; RODRIGUES, 2012).

Já na granja G2, de criação do tipo UPT, em que há uma única categoria animal, o raciocínio dos modelos permite comparar os indicadores, verificados e estimados conforme as TABs. 10 e 11. Nestas tabelas, pode-se observar congruência dos volumes de geração de dejetos, indicados na prática e estimados na teoria (OLIVEIRA, 1993; PERDOMO *et al.*, 2003), embora o volume de efluente indicado na prática da granja G2, conforme TAB. 11, exceda o volume estimado na TAB. 12. Fato esse que foi analisado e discutido na gestão tecnológica.

Os resultados da gestão operacional, verificados nas granjas G1, G2 e G3, possibilitaram registros analíticos que puderam confrontar teorias sobre os indicadores do potencial gerador de dejetos em função da estrutura organizacional, conforme o tipo de criação e porte do rebanho. Permitem observar que a geração de dejetos e do efluente final se correlaciona com variáveis dependentes que demonstraram, neste estudo, diferentes resultados em função de dois fatores: do manejo adotado, pelos entrevistados, da água de higienização das instalações; e da composição do rebanho, por categoria animal, na data da coleta dos dados.



Dessa forma, segundo o raciocínio de Shekdar (2009), foi necessário entender como funcionam a gestão operacional da suinocultura e seus indicadores do potencial gerador de dejetos e de efluentes que são produzidos nas operações de criação dos animais, para então analisar a dimensão tecnológica, segundo a utilização das técnicas clássicas aplicadas pelos entrevistados nas granjas G1, G2 e G3, dos tipos UCC, UPT e UPL, o processamento e a destinação final.

### **5.2.5 Tecnologias aplicadas**

Conforme o modelo de gestão integrada de resíduos, proposto por Shekdar (2009), a gestão tecnológica é concebida de acordo com as características e quantidades dos resíduos gerados, necessitando ser compatível com as condições do funcionamento prevalentes.

Para elucidar essa categoria de análise, buscou-se nas entrevistas identificar a percepção e prática dos entrevistados quanto ao uso das tecnologias clássicas de tratamento dos dejetos suínos: lagoas de decantação, esterqueiras e bioesterqueiras, cama sobreposta, compostagem, e biodigestores anaeróbicos (MEDRI, 1997; KIEHL, 1998; OLIVEIRA, 1999; DAI PRÁ *et al.*, 2005; KUNZ *et al.*, 2009).

As operações de coleta, transporte, processamento e disposição dos resíduos adaptadas do modelo integrado de Shekdar (2009) foram analisadas na dimensão tecnológica deste estudo, equivalendo às operações de manejo, tratamento e destinação final dos dejetos.

Foram investigadas, de um lado, as técnicas exigidas na estrutura legal da atividade, que objetivam evitar o lançamento do efluente direto nos cursos d'água, ou seja: na granja G1, o uso da caixa de captação; na granja G2, os tanques de decantação; e na granja G3, as lagoas de decantação. Por outro lado, investigaram-se o uso de técnicas alternativas e a percepção dos entrevistados quanto ao uso de biodigestores, que, embora não exigido na estrutura legal da suinocultura na Zona da Mata mineira, conforme a DN 217/2017 (SEMAD/COPAM/SUPRAM-IEF), mesmo assim é apontado como o recurso tecnológico mais apropriado para o tratamento

dos dejetos suínos (KONZEN, 1983; GIROTTO, 1989; DIESEL, 2002; ESPERANCINI *et al.*, 2007; OMETTO *et al.*, 2007; DINUCCIO *et al.*, 2009; KUNZ *et al.*, 2009; CERVI *et al.*, 2010; DONG *et al.*, 2010; FARHAD *et al.*, 2010; DUMAS *et al.*, 2010; HOFFMANN *et al.*, 2010; TEGHAMMAR *et al.*, 2010; HIGARASHI *et al.*, 2011; BLEY, 2010, 2015; NOVACK *et al.*, 2016; MARTINKOSKI *et al.*, 2017).

Verificou-se que as condições de funcionamento prevalentes nas granjas independentes G1 e G3, conforme achados da estrutura organizacional, dos tipos UCC e UPL, produziram diferentes dados, no entanto, semelhantes resultados da percepção dos gestores sobre os inconvenientes da destinação final dos dejetos, o que pôde ser avaliado pela valoração dos dejetos pelo entrevistado E2, da granja integrada, do tipo UPT.

O Quadro 7 faz parte das dimensões organizacional, legal e operacional e sintetiza as tecnologias aplicadas pelos entrevistados E1, E2 e E3 para o tratamento dos dejetos, em função do porte do empreendimento e de suas peculiaridades locais, conforme os preceitos legais, e do volume de dejetos e efluentes indicados na gestão operacional.

Quadro 7 – Técnicas praticadas nas granjas

Granja	Tipo de criação	Rebanho atual (nº animais)	Dejetos kg/dia	Efluente l/dia	Tecnologias aplicadas	Situação espacial
G1	UCC	1.049	4.752,45	14.752,45	01 Caixa de captação	APP
G2	UPT	1.237	8.906,40	23.906,40	02 Tanques de decantação	Área Comum
G3	UPL	12.520	43.431,00	268.431,00	02 Tanques de equalização 02 Biodigestores anaeróbicos 07 Lagoas de decantação	APP

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Verifica-se, nesse quadro, que nenhuma das granjas utiliza as técnicas de esterqueiras, bioesterqueiras, cama sobreposta e compostagem. Esses sistemas de manejo não realizam a diluição dos dejetos na água de higiene das instalações, com isso os dejetos têm que ser removidos na forma semissólida. Procedimento esse que eleva o custo em serviços devido aos elevados volumes que se formam

continuamente e, conforme Cadis; Henkes (2014) acabam sendo inviáveis na suinocultura intensiva – o que foi constatado.

Conforme se verificou, os entrevistados E1, E2 e E3 adotam equanimente a liquefação dos dejetos, pois o efluente líquido facilita seu escoamento das instalações, o tratamento e a destinação final, seja por meio das lagoas de decantação, dos biodigestores ou da fertirrigação.

Esse procedimento, segundo Higarashi *et al.* (2011), eleva o risco de poluição hídrica pela dispersão dos efluentes, quando grandes volumes são despejados em corpos d'água. Devido a isso, os órgãos ambientais exigem a prévia decantação do efluente nas lagoas, ou tanques, antes da sua destinação final, que visa assegurar um tratamento primário dos resíduos.

Na granja G1, não se observaram lagoas ou tanques de decantação, e o entrevistado E1 declarou que o efluente gerado é recolhido na caixa de captação, da qual é bombeado, com motor elétrico, para a parte alta da propriedade, distante do curso d'água, onde é distribuído no eucaliptal e nas pastagens (FIG. 8).

[...] ali naquele ponto tem uma bifurcação em “T” da tubulação que vem lá da caixa de captação que possibilita a distribuição da fertirrigação nos diferentes pontos do eucaliptal e no pasto. Fazemos uma média de duas irrigações por semana, quando esgotamos as lâminas d'água das baias dos suínos da terminação e engorda. (E1)

Figura 8 – Granja G1: fertirrigação



Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Constatou-se na G1 a caixa coletora do efluente relatada pelo entrevistado E1, (FIG. 9), construída ao lado do galpão de criação dos animais, com medidas de cerca de 5,0 m de comprimento por 3,0 m de largura e 3,0 m de profundidade, segundo o entrevistado. Ao lado, observou-se o conjunto de motor e bomba d'água, abrigado sob um telhado de amianto, que faz o motobombeamento do efluente. Analisando o volume de efluente indicado na granja G1 (17,9 m<sup>3</sup>/dia) e confrontando-o com a capacidade de armazenamento da caixa de coleta (45 m<sup>3</sup>), constatou-se que o volume de efluente gerado em três dias extrapolava a capacidade da caixa, sugerindo, portanto, que a fertirrigação citada requeria sucessivos bombeamentos.

Figura 9 – Granja G1: caixa de captação dos dejetos



Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Assim, ao investigar o consumo de energia elétrica da granja G1, verificou-se um gasto médio mensal de 2.122 kWh (R\$1.244,44/mar. 2017). Considerando que a granja G1 conta com uma fábrica de ração, três residências familiares com 10 moradores, além da luz elétrica consumida permanentemente no aquecimento dos leitões, o consumo mostrou-se proporcionalmente econômico com relação ao consumo mostrado pelo entrevistado E2. Tal comparação é válida porque na granja G2 não se fabricam rações, há somente uma residência e dois moradores e realiza-se o motobombeamento diário da água utilizada na granja, além desse mesmo procedimento com relação ao efluente, e o consumo médio mensal de energia elétrica, segundo o entrevistado E2, era em torno de 1.133 kWh (R\$560,37/mar. 2018).

Na granja G1, embora haja eucaliptais, pastagens e bovinos, a principal atividade econômica de fonte de renda é a suinocultura. Conforme declaração do entrevistado E1, a bovinocultura conta com umas 10 cabeças, entre vacas e bezerros, para aproveitar o pasto e produzir leite apenas para consumo próprio na fazenda. E o eucaliptal foi plantado há cerca de 14 anos, mas já tinha sofrido o primeiro corte, estando atualmente constituído das rebrotas, de que vez ou outra é vendida uma carga de lenha, conforme declarou E1, mas que não representa fonte de renda pontual da propriedade.

Pelos fatos registrados e pelo relato do entrevistado E1, constatou-se, segundo sua percepção, que não há valoração econômica dos dejetos usados na fertirrigação das pastagens e do eucaliptal. Percebeu-se que esse procedimento objetivava, *a priori*, evitar o lançamento do efluente direto no curso d'água situado anexo à granja. A fertirrigação praticada não tinha fins lucrativos como adubação do eucalipto nem das pastagens.

Nos entornos da localização da caixa de captação do efluente foram constatados vestígios de que o efluente pudesse transbordar da caixa durante a operação. Os fatos sugeriram observação a jusante da granja para analisar os aspectos gerais da água e no entorno do seu curso (FIGs. 10 e 11), onde foram verificados sinais de fertirrigação várzea abaixo, sugerido pelo vigor vegetativo da pastagem ao longo das margens do curso d'água.

Figura 10 – Granja G1: curso d'água a jusante da granja



Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Outrossim, pelo aspecto visual da água, notadamente turvo, do curso d'água, visto na paisagem a jusante da granja, mostrado na FIG. 11, na imagem direita, comparativamente ao aspecto visual da água, do mesmo curso, observado no ponto a montante da granja, na imagem esquerda, antes de passar ao lado da caixa de captação de dejetos, evidenciando os indícios que reforçam as suspeitas de possível poluição daquele curso d'água. Fato esse que corrobora relatos de autores que apontam a precariedade do sistema de coleta, armazenamento e tratamento dos dejetos praticados na suinocultura brasileira (ANGONESE *et al.*, 2006; ARVANYTOYANNIS, 2008; CATAPAN *et al.*, 2011; NASCIMENTO; RODRIGUES, 2012).

Figura 11 – Granja G1: curso d'água



Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

A granja G1 localiza-se numa propriedade rural erma e distante da cidade, onde não há vizinhos nem comunidades de moradores nas adjacências, portanto qualquer eventual poluição do curso d'água possivelmente não seria reclamada, diferentemente do que se verificou na granja G3. Dessa forma, na percepção do entrevistado E1, a gestão praticada segue a contento e não carece de readequações.

Na granja G3, foi onde se observou o maior aparato tecnológico na gestão e tratamento dos dejetos produzidos, em razão de se tratar de empreendimento de

porte médio a grande, cujos volumes de efluentes são muito expressivos e, como agravante, diferentemente de G1, há muitos vizinhos a jusante do córrego do Latão.

Conforme declarado pelo entrevistado E3 e observado *in loco*, na granja G3, entre as medidas condicionantes impostas pelo órgão ambiental foi estabelecido o uso de sete lagoas de decantação e não apenas as quatro convencionais (MEDRI, 1997).

Conforme FIG. 12, depois de processado nos biodigestores, o efluente passa pelas sete lagoas de decantação, que estão agrupadas em dois blocos: um de três lagoas interligadas consecutivamente; e outras quatro da mesma forma, as quais são drenadas para a lagoa natural formada pelo curso d'água que nasce nas cabeceiras do imóvel, onde ocorre a sedimentação do efluente antes do deságue no córrego Latão, na entrada do imóvel.

Figura 12 – Granja G3: sistema de tratamento dos dejetos



Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

As sete lagoas ocupam uma área de cerca de 3.500 m<sup>2</sup>, com média de 500 m<sup>2</sup>/lagoa, com profundidade, segundo declarou o entrevistado E3, de 2,5 m. Essa operação constitui um tratamento primário do efluente, com a finalidade de separar a parte sólida da líquida, objetivando melhorar a qualidade do efluente final preceituado em lei (PERDOMO *et al.*, 2003).

As lagoas de decantação têm suas paredes internas revestidas com manta de PVC, que, conforme declarou o entrevistado E3, visa facilitar a remoção dos sólidos decantados, que são retirados periodicamente durante a limpeza das lagoas e destinados para fertirrigação das pastagens. No entanto, visto que a lagoa de sedimentação é um corpo hídrico lântico, em leito natural, e não possui revestimento, essa medida não visa especificamente à proteção das águas subterrâneas ou impede a contaminação do lençol freático, o que normalmente objetiva tal procedimento (NOLASCO *et al.*, 2005; JACOBSEN, 2012; GOMES; RAIHER, 2013).

A lagoa de sedimentação da G3 tem uma área de cerca de 3.500 m<sup>2</sup> e apresenta sua superfície tomada por vegetação aquática, conforme se destaca no círculo ao centro da FIG. 12. Esse quadro se justifica pelo acentuado processo de eutrofização das águas e do assoreamento do leito da lagoa pelos resíduos sedimentados, pois não é praticado o esgotamento nem a remoção dos sedimentos dessa lagoa. Esse fato caracteriza o conseqüente desequilíbrio do ecossistema aquático, que, pelo enriquecimento de nutrientes, favorece o crescimento excessivo de plantas aquáticas planctônicas e aderidas, que provocam progressivo assoreamento e degeneração da qualidade da água dos corpos lânticos (FIGUEIRÊDO, 2007).

De acordo com Belli *et al.* (2001), Diesel *et al.* (2002) e Kunz *et al.* (2009), a técnica de lagoas de decantação consiste num processo de tratamento primário do efluente, em que os resíduos sólidos se precipitam e se separam da parte líquida. Considerando que a granja G3 iniciou suas atividades em 1992 e desde 2005 já abrigava 2.800 matrizes, e que ali já foram criados centenas de milhares de suínos, com certeza ela já gerou, nesse período, expressivos volumes de resíduos.

Dessa forma, constata-se que o uso da lagoa de sedimentação nesse empreendimento, durante o período de 1992-2018, sofreu sucessivas decantações do efluente final, que mesmo após passar pelas lagoas de decantação ainda carregou partículas que são precipitadas na lagoa natural de sedimentação, o que reduz o volume útil do seu leito e permite maior velocidade na vazão do efluente para o córrego do Latão, onde é, por fim, despejado. Dito isso, percebe-se que é “tarefa difícil” realizar uma estimativa da carga final de elementos químicos presentes no



efluente, diferentemente da carga de sólidos que foi decantada (BELLI *et al.*, 2001; PERDOMO *et al.*, 2003).

Os achados das observações, conforme Figueirêdo (2007), sobre a eutrofização e assoreamento do leito da lagoa de sedimentação (FIG. 12), aliados à análise do elevado volume de efluente identificado nos indicadores da gestão operacional da granja G3 (TAB. 10) e confrontado com o volume de armazenagem das lagoas de decantação, levaram à investigação do aspecto visual da água do córrego do Latão, comparando-se sua condição antes e depois de receber o efluente da granja G3. Isso se comprova nas imagens da FIG. 13 e nos dois pontos do curso do córrego Latão destacados na FIG. 6: o primeiro a montante da granja, antes do deságue, à esquerda; e a jusante da granja, na imagem à direita, com notórios indícios de possível poluição, após o deságue do efluente.

Figura 13 – Granja G3: córrego do Latão



Fonte: Dados da pesquisa 2018.

Os fatos e resultados descritos na granja G3 evidenciam, de acordo com Belli *et al.* (2001), que, apesar de o entrevistado adotar as medidas preconizadas pelo órgão ambiental – além de técnicas não obrigatórias, a exemplo do uso biodigestores –, ainda assim persiste a suspeição da baixa qualidade ambiental de seu empreendimento.

Essa problemática encontra respaldo nas colocações de Palhares (2008), que analisou diversos modelos de gestão dos dejetos suínos praticados em outros países, onde o pesquisador destaca a necessidade da imposição de limitação do porte do rebanho por unidade de área, o que não é seguido no Brasil. Segundo esse pesquisador, dada a característica desses sistemas intensivos de criação, a densidade animal pode extrapolar a capacidade de suporte e resiliência do meio ambiente.

Na granja G2, devido ao porte pequeno do empreendimento, não foi exigido no licenciamento o sistema clássico de tratamento do efluente por meio das quatro lagoas de decantação (MEDRI, 1997). Esse critério se justifica também em razão do distanciamento entre a granja e a APP, conforme estabelecido desde a implantação dessa granja, na destinação final dos dejetos para fins de fertirrigação (FIG. 7), com foco preventivo no correto gerenciamento dos dejetos (PALHARES, 2008).

Foram observados, anexos ao galpão de criação, dois tanques para decantação do efluente (FIG. 14), medindo cerca de 20 m de comprimento por 14 m de largura e 2 m de profundidade, conforme relatou E2. Ambos os tanques eram revestidos com manta de PVC, o que evita possíveis contaminações das águas subterrâneas (GOMES; RAIHER, 2013).

Ao fundo da imagem da FIG. 14, observa-se o tanque primário, que recebe o efluente bombeado do galpão e onde ocorre a decantação primária. Os tanques são interligados consecutivamente por um cano, por onde flui o sobrenadante para o segundo tanque, de onde é motobombeado para a fertirrigação. Confrontando o volume de efluente indicado na TAB. 10, gerado na granja G2, com a capacidade de armazenagem dos tanques, aliada à utilização final do efluente pretendida pelo entrevistado, verificou-se que o efluente não permanece os 120 dias previstos no modelo clássico de decantação (MEDRI, 1997).

Diante do exposto, percebe-se, portanto, que a prática não pode assegurar o poder contaminante de microrganismos patogênicos presentes no efluente (vírus, bactérias, fungos, protozoários e helmintos), que necessitam de 120 dias para serem neutralizados (MEDRI, 1997). Esses microrganismos podem se multiplicar no solo e

nas plantas quando utilizados na fertirrigação em estado *in natura* ou mesmo que semi-*in natura*, quando ainda não foram destruídos (KIEHL, 1998; BOULTER *et al.*, 2000; GERBA *et al.*, 2005; WONG *et al.*, 2009; SÁ, 2012; CADIS; HENKES, 2014; GOMES *et al.*, 2014).

Figura 14 – Granja G2: tanques de decantação



Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

A granja G2 encontra-se inserida dentro do cafezal, FIG. 15, e acima da área que produz milho destinado à produção de silagem para vacas leiteiras. Essa logística foi prevista desde a instalação da granja, para possibilitar a fertirrigação das lavouras.

Figura 15 – Granja G2: fertirrigação



Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Pôde-se verificar, pelo depoimento de E2, sua percepção e valoração dos dejetos e do efluente gerado na criação de suínos como um insumo dotado de valor econômico para a produção de outros produtos. Observou-se que os resultados positivos traduzidos na elevação da produtividade do leite e do café, pelo uso da fertirrigação produziram a percepção de que “quanto mais dejetos, melhor”.

Dessa forma, constatou-se uma percepção diferenciada do entrevistado E2, caracterizada na destinação final do efluente, que se traduz em novos produtos e novos modelos de gestão. Fato esse analisado sob o foco daecoinovação, confrontando a tecnologia praticada com o possível benefício ambiental que possa estar incorporado a esse procedimento (DAÍ PRA *et al.*, 2005; DEAN; MC MULLEN, 2005; CHICONATO, 2013; DIAS, 2014).

O entrevistado E2 declarou que o efluente passou a substituir os adubos químicos convencionais que aplicava no cafezal e que demonstrou melhores resultados na produtividade do café (FIG.16). Confirmando Chiconato (2013) de que os teores de matéria orgânica dos dejetos suínos permitem uma lenta solubilização dos nutrientes essenciais (NPK), o que melhora a nutrição das plantas.

[...] olha só como que o cafezal ta carregado, e eu não comprei nem uma gota de adubo, é tudo do esterco dos porcos. Antes de eu ter essa criação, eu comprava adubo e a lavoura não ficava bonita desse jeito. Fora o milho que eu consigo fazer dois plantios e produzir silagem o ano inteiro pras vacas, é tudo lucro que vem do cocô do porco. (E2)

Figura 16 – Granja G2: café fertirrigado



Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Na cadeia produtiva do leite, analisado sob a ótica da ecoinovação, o efluente suíno passou a suprir a demanda dos adubos comerciais à base de NPK no plantio do milho de silagem para as vacas. Constatou-se, ainda, a percepção do entrevistado E2 com relação aos benefícios da fertirrigação, o que lhe possibilitou cultivar duas safras de milho por ano, independente da ocorrência ou não de chuvas, fato que mudou seu modelo de produção e assegurou o suprimento proteico na alimentação das vacas, por meio da silagem de milho, durante todo o ano e eliminou os custos com a compra de rações comerciais, que são insumos onerosos e indispensáveis na bovinocultura leiteira.

Merece destacar, no entanto, que nessa prática adotada pelo entrevistado E2 os dejetos são aplicados na sua forma semi-*in natura*, o que pode expor, além dos riscos de contaminações microbianas, o desequilíbrio dos nutrientes no solo, salinização e impermeabilização. Quando essas operações não são devidamente monitoradas, elas podem atingir um ponto de saturação quando a aplicação é feita em volumes que excedem a capacidade de ciclagem dos elementos pelo solo e pelas plantas (SEGANFREDO, 2000; PERDOMO *et al.*, 2003; NASCIMENTO; RODRIGUES, 2012; CADIS; HENKES, 2014).

Nessa ótica, pôde-se observar que o efluente indicado na granja G2 ultrapassava uma vazão, em média anual, cerca de cinco milhões de litros, que eram aplicados aos solos de forma cíclica e alternadamente nas duas glebas de culturas, conforme declarado pelo entrevistado E2, ou seja, no cafezal, uma área em torno de 3 ha, com 12 mil cafeeiros, a fertirrigação era realizada após a colheita para manutenção dos cafeeiros e produção de 20-25 t de café/ano; e sucessivamente na área de cerca de 3 ha, onde cultivava o milho, nos dois plantios sucessivos, que produziam cerca de 120 t de silagem anualmente.

A tecnologia da fertirrigação merece, portanto, criteriosa avaliação e monitoramento para se constatar o ajuste entre as variáveis que o problema apresenta com relação à quantidade de dejetos aplicados, bem como a capacidade de absorção e ciclagem desses nutrientes pelo solo e pelas plantas. Tal prática pode, dessa forma, representar uma gestão tecnológica sustentável, conforme Shekdar (2009), sinalizando novos produtos e novos modelos de gestão instituídos de acordo com os

conceitos da ecoinovação aplicáveis nesse cenário (FUSSLER; JAMES, 1996; RAMMEL, 2003; DEAN; MCMULLEN, 2005; ANDERSEN, 2008; MOTA; DE DEUS, 2013; DIAS, 2014; GALVÃO, 2014).

Seguindo o raciocínio da ecoinovação e da ecoeficiência, conforme Dean e McMullen (2005) e Dias (2014), aplicável na gestão dos resíduos da suinocultura, é possível concluir, na análise da dimensão tecnológica, que, por meio do emprego da técnica da fertirrigação, o suinocultor pode evitar a poluição hídrica, como se verificou na granja G2, comparativamente com as granjas G1 e G3. Nestas granjas, os entrevistados não percebiam valoração econômica dos dejetos, os quais continuam sendo concebidos apenas como resíduos que precisam ser gerenciados, priorizando o foco da legalidade à adequada gestão ambiental (PALHARES, 2008).

Em outra vertente da dimensão tecnológica, analisou-se a percepção dos entrevistados sobre o uso de tecnologias que não são exigidas por lei, a exemplo de biodigestores anaeróbicos, mas que têm implicações no contexto da poluição atmosférica, causada pela suinocultura quando a decomposição dos seus efluentes ocorre a céu aberto, como se pôde verificar nas granjas G1 e G2.

A poluição atmosférica, pela emissão do CH<sub>4</sub> e do CO<sub>2</sub>, vem sendo apontada como um dos maiores passivos ambientais produzidos pelo mau gerenciamento dos dejetos suínos, que faz da suinocultura a segunda atividade mais poluidora da classe dos resíduos agrossilvipastoris (FAO/ONU, 2005; GODOY *et al.*, 2006; BLEY, 2010, 2015; MOREIRA *et al.*, 2015; MARTINKOSKI *et al.*, 2017; TAALAS, 2017).

O uso de biodigestores anaeróbicos é apontado como o recurso tecnológico mais apropriado para o tratamento dos dejetos suínos, permitindo a neutralização da carga microbiana do efluente final, além da captura dos GEEs representados pelo metano e pelo dióxido de carbono, podendo ainda gerar biofertilizante de uso agrícola e o biogás, que tem múltiplos usos (KONZEN, 1983; GIROTTO, 1989; DIESEL *et al.*, 2002; PERDOMO *et al.*, 2003; ESPERANCINI *et al.*, 2007; OMETTO *et al.*, 2007; PALHARES, 2008; DINUCCIO *et al.*, 2009; KUNZ *et al.*, 2009; CERVI *et al.*, 2010; DONG *et al.*, 2010; FARHAD *et al.*, 2010; DUMAS *et al.*, 2010; HOFFMANN *et al.*, 2010; TEGHAMMAR *et al.*, 2010; HIGARASHI *et al.*, 2011;

CHICONATO *et al.*, 2013; BLEY, 2010, 2015; CANCELIER *et al.*, 2015; STRSSBURG *et al.*, 2015; DIAS, 2016; NOVACK *et al.*, 2016; MARTINKOSKI *et al.*, 2017).

Constatou-se que apenas a granja G3 aplica a tecnologia de biodigestores para o tratamento do efluente gerado. Embora não descritível, observou-se na granja G3 a inexistência de maus odores acentuados, como verificados nas granjas G1 e G2, que não usam biodigestores, causados pelos gases sulfídricos exalados do efluente quando armazenado a céu aberto, (PERDOMO *et al.* 2003; BLEY, 2015).

O entrevistado E3 declarou que o uso dos biodigestores (FIG. 17) foi adotado por iniciativa própria, não consistindo exigência legal. O uso dessa técnica foi incentivado por seu filho, que teve a iniciativa desse investimento e passou a participar da sua administração, o qual, segundo o declarante, “ficou caro”, mas trouxe benefícios. Conforme se pode constatar em suas declarações:

Construímos esses biodigestores em 2008, ficou em mais de cem mil Reais, na época o rebanho já passava de duas mil matrizes, que no ciclo completo equivale dizer a mais de 50 mil cabeças. As lagoas de decantação não davam mais conta de processar tanto dejetos, que acabava sendo despejado ainda cru no rego que se forma aqui na propriedade e desaguando aqui no córrego do Latão, era um cheiro que ninguém aguentava, os vizinhos reclamavam sempre e com razão. (E3)

Figura 17 – Granja G3: biodigestores anaeróbicos



Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Observa-se na imagem dessa figura que o compartimento interno dos biodigestores se encontra inflado pelo biogás exalado dos dejetos dispostos no seu interior. Esse gás é capturado pelo gasômetro e bombeado até o reservatório, onde é armazenado sob pressão e filtrado para a separação do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). De acordo com Novack *et al.* (2016), esse gás tem poder calorífero nulo e prejudica a explosão do gás comburente metano (CH<sub>4</sub>), que produz a combustão do motor e aciona o gerador de energia elétrica.

Os gases sulfídricos constituem fração mínima da composição do biogás e são veiculados junto com a emissão do CH<sub>4</sub>, que tem potencial poluidor 24 vezes superior ao do CO<sub>2</sub>. Isso faz do metano presente no biogás da suinocultura uma significativa contribuição à poluição atmosférica, de efeito global, devido à elevada concentração desse composto presente no biogás, chegando a representar 80% da sua composição (MAGALHÃES, 1986; PIRES, 2000; KUNZ, 2007; WINROCK, 2012; BLEY, 2009, 2015).

Além da observação direta, constatam-se, pelo depoimento de E3, os benefícios da utilização do biodigestor, ratificando as teorias de suas justificativas, sobretudo na sustentabilidade ambiental, no que tange à redução da poluição atmosférica possibilitada pelo uso do biodigestor (BLEY, 2015; MARTINKOSKI *et al.*, 2017).

[...] o benefício ambiental é muito grande. Nem que seja só prá queimar o gás já deixa de poluir e dar mau cheiro na granja e na vizinhança toda, sem se falar que o efluente que entra com os dejetos sai depois do biodigestor só a parte líquida, já é bem modificada, sem cheiro forte, que aí sim vai passar nas lagoas de decantação, de onde a gente ainda bombeia uma parte prá irrigar o pasto e só depois de passar nas lagoas, cai no rego e deságua no Latão... melhorou muito. (E3)

Sob o enfoque das vantagens econômicas do uso do biodigestor, conforme declarado por E3, constatou-se o potencial gerador de biogás dos dejetos suínos, a exemplo do excedente gerado na granja G3.

[...] nós não temos um controle exato de quanto gera de biogás e quanto é o potencial máximo de produção de energia elétrica, prá gente fazer isso, a gente tinha que instalar uns painéis com controle eletrônico. Isso ia encarecer muito, e não tem necessidade, por que o gás que produz gera energia que dá prá abastecer a granja toda e ainda sobra, e nós temos que queimar o gás que sobra.



Verificando a conta de energia elétrica, emitida pela Companhia Energisa, em nome da granja G3, Sítio (...), Coimbra, MG, março/2018, constatou-se, no período, o fornecimento de 78.120 kWh, no valor de R\$40.343,53. Segundo o entrevistado E3, esse valor corresponde ao consumo de energia exclusivamente da fábrica de ração, que produz as rações de todas as 23 granjas integradas, além da granja G3.

Considerando os dados, além da informação do procedimento de queima do gás excedente, os fatos mostrados na granja G3 ratificam as premissas da potencialidade de geração de energia elétrica a partir do biogás produzido pelos dejetos suínos com o uso de biodigestores anaeróbicos (PERDOMO *et al.*, 2003; FURTADO, 2006).

Embora apenas o entrevistado E3 utilizasse biodigestores, os entrevistados E1 e E2 têm informação da existência da técnica e dos possíveis benefícios, no sentido financeiro, do biogás e da geração de eletricidade, mas, segundo eles, não dispõem de assessoria técnica para orientar sobre as possibilidades de utilização em suas granjas, tampouco possuem conhecimento de custos de implantação e modelos, conforme depoimentos de E1 e E2:

Biodigestor, nós já pensamos em usar, eu fiz uma pesquisa até na própria UFV (Universidade Federal de Viçosa), procurando um projeto de um biodigestor caseiro, mas parece que a quantidade de dejetos produzida, talvez não fosse suficiente para a geração de biogás pra geração de energia elétrica, então ficamos em saber nem os custos de construção. (E1)

[...] a Emater não, quando visitei o escritório local, aqui em Porto Firme buscando informações sobre biodigestores eles falaram que só davam assistência em gado de leite. (E1)

[...] desde que vim trabalhar com meu pai aqui na granja, pensei em colocar um biodigestor, que funcionasse pelo menos para suprir nosso gasto de energia para o aquecimento dos leitões, onde a gente fica com 30 lâmpadas incandescentes ligadas o tempo todo, dia e noite. Já fazia uma boa economia, mas não consegui orientação pra isso. (E1)

A gente não usa por que não tem conhecimento como faz e nem quanto custa, por que se não for caro e tiver jeito de fazer, é claro que interessa, porque é uma coisa que só vai ajudar. (E2)

O entrevistado E2 acrescentou ainda que, da mesma forma, nenhum dos outros 22 integrados adota essa tecnologia, fato que foi comprovado pelo depoimento de E3, que é o integrador.

Os fatos revelam que, embora a tecnologia de biodigestores seja conhecida, o procedimento ainda não é disseminado na suinocultura local, corroborando autores que afirmam não haver incentivo dos órgãos oficiais para a cadeia do biogás como fonte energética e que no contexto nacional essa fonte, a partir das biomassas, continua invisível ao poder público (STRASSBURG *et al.*, 2015; BLEY, 2009, 2015).

Os dados brutos da estrutura organizacional, tratados com parâmetros e índices zootécnicos e abordados integradamente com as dimensões da gestão operacional e das tecnologias aplicadas, permitiram, de acordo com Shekdar (2009), identificar os indicadores da geração de dejetos e efluentes produzidos nas operações de produção animal e respectivas correspondências com indicadores das emissões gasosas (PERDOMO *et al.*, 2003; FURTADO, 2006). Que puderam ser entendidas como dois resultados: biogás na granja G3; e gases de efeito estufa nas granjas G1 e G2, conforme mostrado na TAB. 13, onde a decomposição do efluente ocorre à céu aberto.

Tabela 13 – Produção de biogás

Granja	Tipo de criação	Rebanho (atual)			Potencial gerador/poluidor		
		Matrizes	Suínos	Varrões	Dejetos (kg/dia)	Efluente (l/dia)	Gases (m <sup>3</sup> /dia)
G1	UCC	145	901	03	1.416,95	14.752,45	321,90
G2	UPT	-	1.237	-	2.845,10	23.906,40	371,11
G3	UPL	3.130	9.350	40	14.755,00	268.431,00	3.286,50

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Os resultados observados nas granjas G1 e G2, conforme Dias (2014), são indicadores de uma “falha de mercado”, que pôde ser analisada à luz dos princípios daecoinovação. Princípios esses que correlacionam, nesse caso, a poluição atmosférica com a possibilidade de novos produtos e novos modelos sustentáveis de gestão desses resíduos, conforme se verificou na granja G3 (BLEY, 2015; MARTINKOSKI *et al.*, 2017).

Os indicadores que apontaram os volumes de gases que podem estar sendo emitidos nas granjas G1 e G2 foram analisados sob a abordagem integrada proposta no modelo de Shekdar (2009). Procurou-se compreender as dimensões

operacional e tecnológica que apontaram os volumes de resíduos e a tecnologia mais favorável para o seu tratamento. Feito isso, passou-se, então, a examinar a dimensão financeira, conforme exposto no subgrupo seguinte, trazendo o foco para a percepção dos entrevistados sobre os conceitos “ciclo de vida” dos dejetos suínos, sob a ótica daecoinovação (DIAS, 2014). Também, analisaram-se os benefícios ambientais da produção do biogás e os possíveis ganhos financeiros, por meio do uso desta tecnologia.

### **5.2.6 Gestão financeira**

Conforme proposto no modelo de Shekdar (2009), para responder a esta categoria analítica foi necessário analisar a interação entre as dimensões que compõem a abordagem integrada de resíduos.

Inicialmente se verificou que a dimensão financeira da gestão dos dejetos suínos se prende à estrutura organizacional em função do tipo e porte da criação, que definem o vulto dos investimentos necessários: construção dos sistemas de coleta dos dejetos, lagoas ou tanques de decantação e a manutenção desses sistemas.

Konzen (1983) e Giroto (1989) apontam as dificuldades financeiras dos suinocultores para investir na construção das lagoas de decantação e sua manutenção periódica, posto tratar-se de processo vital e contínuo, que é sustentado com recursos financeiros do empreendedor, não havendo incentivos financeiros da esfera pública, ainda com a ressalva de que essas tecnologias não revertem benefícios financeiros.

Seguindo o raciocínio de Shekdar (2009) adaptado aos resíduos da suinocultura, a gestão operacional que evidenciou os indicadores da geração dos dejetos, estimados em volume e composição pontuais, permitiu identificar a gestão tecnológica mais favorável às condições de funcionamento verificadas nas granjas. Neste caso, a pesquisa encontrou respaldo na tecnologia do uso de biodigestores, conforme constatado na granja G3; e da fertirrigação praticada na granja G2.

A identificação da chamada “falhas de mercado”, referentes a deficiências do sistema de tratamento dos dejetos da suinocultura, que resultam em poluição atmosférica, foi capaz de indicar o potencial poluidor da atividade, fornecendo dados primários que foram tratados pelos referenciais na busca dos indicadores analíticos de possibilidades da geração de novos produtos (DIAS, 2014; BLEY, 2015). Esses resultados, conseqüentemente, atingiram a dimensão financeira proposta na abordagem integrada da gestão sustentável de resíduos (SHEKDAR, 2009).

Modelos tradicionais da gestão de resíduos suínos, segundo Palhares (2008), têm foco despregado do custo-benefício, tanto da legislação que rege o assunto quanto das técnicas clássicas de tratamento dos dejetos, onde se prioriza a gestão da legalidade, em detrimento à adequada gestão ambiental. Conforme observado nas granjas G1 e G3, e desprovidos de percepção e da motivação financeira dos gestores sobre os dejetos gerados na criação.

Nesse cenário, onde a gestão financeira dos resíduos corre a expensas do empreendedor, o foco da inovação na gestão de dejetos da suinocultura deve ser fundamentado no conceito de “ciclo de vida” dos produtos, que é citado na PNRS (2010). Dessa forma, o componente financeiro representado na gestão tecnológica adequada dos dejetos suínos pode representar ganhos de competitividade na suinocultura intensiva capazes de motivar os gestores para a adoção de técnicas ambientalmente corretas, conforme se verificou na granja G3 do uso de biodigestores, e na granja G2 pela prática da ferti-irrigação.

Corroborando Bley (2015), no enfoque da gestão tecnológica sustentável dos dejetos da suinocultura, por meio da técnica do uso de biodigestores, pôde-se evitar a emissão de GEEs na granja G3 e, ainda, gerar renda por meio da produção do biogás como insumo de geração de energia elétrica. Conforme demonstrado na TAB. 14, pôde-se correlacionar, de acordo com Furtado (2006), os indicadores da geração de dejetos das granjas, com indicadores da produção de metano, que capturado deixa de representar um passivo ambiental e pode ser utilizado como matriz energética quando o efluente é processado por meio dessa tecnologia, configurando, nesse raciocínio, uma eco-inovação (DIAS, 2014).

Tabela 14 – Equivalente energético

Granja	Tipo de criação	Categoria Animal	Nº cabeças	Dejetos (kg/dia)	Gases (m <sup>3</sup> /mês)	Equivalente Energético (kWh/mês)
G1	UCC	Matriz	145	1.416,95	9.657,00	483,33
G2	UPT	Suíno	1.237	2.845,10	11.133,30	556,65
G3	UPL	Matriz	3.130	14.755,00	98.565,00	4.929,75

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Na TAB. 14 foi suprimido o volume indicativo do efluente gerado nas granjas face aos resultados apresentados na gestão operacional, (TABs. 11 e 12), que revelam uma assimetria dos volumes da produção de efluente indicado nas granjas, e os parâmetros teóricos. A lógica apresentada na TAB. 14 seguiu os parâmetros de Furtado (2006), que considerou o índice de 70% do teor de metano gerado em função do volume de dejetos.

Zanella (2012) demonstrou índices de até 90% de concentração do metano presente no biogás suíno. Ela cita que esses valores são variáveis em função do volume da água que é adicionado ao efluente na higienização das instalações. Essa mistura constitui uma variável capaz de influir tanto no volume de biogás produzido quanto na concentração do metano e, por conseguinte, do equivalente energético.

Diversos autores reportam que ainda carecem de pesquisas no Brasil e estudos sobre a geração de energia elétrica a partir do biogás gerado por dejetos de suínos, que os resultados desse campo são recentes e a inclusão da análise econômica é ainda pouco explorada (ZAGO, 2003; OLIVEIRA; HIGARASHI, 2006; MARTINS; OLIVEIRA, 2011).

Dessa forma, percebeu-se que os modelos de análise do efetivo potencial gerador do biogás de dejetos suínos e equivalente energético apresentam uma significativa amplitude de valores (FURTADO, 2006; NASCIMENTO; RODRIGUES, 2012), diferentemente das teorias zootécnicas que demonstram com equanimidade, por meio dos índices de conversão alimentar, a previsibilidade da geração de dejetos PERDOMO *et al.*, 2003; FERREIRA *et al.*, 2004; DE ZEN *et al.*, 2014; ANDREAZZI *et al.*, 2015).

Com base nos dados da TAB. 14, mais uma vez recorreu-se à interação das dimensões do estudo, propostas no modelo de Shekdar (2009), no intuito de entender a percepção dos gestores. Sua valoração pessoal dos indicadores financeiros resultados dessa eco-oportunidade, de acordo com Dias (2014), identificada pelo volume de dejetos, volume de gases e possível equivalente energético, conforme Furtado (2006), adaptado à realidade das granjas.

Seguindo o raciocínio de Furtado (2006), foram identificados os equivalentes energéticos indicados pelos parâmetros e índices recomendados por esse autor, os quais foram confrontados com o consumo e com o custo médio mensal de energia elétrica das granjas G1, G2 e G3, conforme TAB. 15, objetivando, assim, investigar a percepção dos gestores sobre possíveis vantagens financeiras,

Tabela 15 – Consumo de energia elétrica

Granja	Tipo de criação	Categ. animal	Nº animais	Gases (m <sup>3</sup> /mês)	Consumo médio mensal		Indicadores do equivalente energético	
					kWh	R\$	kWh	R\$
G1	UCC	Matriz	145	9.657,00	2.122	1.244,44	483,33	283,23
G2	UPT	Suíno	1.237	11.133,30	1.133	560,37	556,65	274,98
G3	UPL	Matriz	3.130	98.565,00	78.120	40.343,53	4.929,75	2.543,75

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Na granja G1, conforme declarou o entrevistado E1, aquele valor apontado já seria suficiente para custear o aquecimento dos leitões, suprimindo as 30 lâmpadas incandescentes que ficam ligadas permanentemente. Dessa forma, embora o valor seja pequeno mediante a receita da granja (Quadro 4), esse suprimento do biogás representaria uma economia permanente na gestão financeira do empreendimento.

No caso da granja G2, percebe-se que o equivalente energético indicado, segundo o modelo de Furtado (2006), perfaz quase 50% do gasto mensal de energia elétrica, conforme a conta apresentada. E nesse raciocínio o entrevistado E2 declarou que não utiliza a técnica de biodigestores por falta de informações técnicas, da mesma forma que relatou o entrevistado E1.

Na granja G3, onde já se utilizava a técnica do biodigestor, constatou-se, nas declarações do entrevistado E3, que o foco principal da utilização dessa tecnologia objetiva a melhoria da qualidade ambiental do empreendimento. Conforme explicado na abordagem integrada das dimensões organizacional e operacional, por se tratar de empreendimento de grande porte, em 2012, quando a granja era do tipo UCC, gerando quantidades expressivas de dejetos, compeliu-se à opção do uso desse recurso na tentativa de mitigar os impactos, conforme descrito e analisado na abordagem da dimensão da estrutura legal da gestão dos resíduos.

Conforme declarou o entrevistado E3, a despesa de energia apontada na TAB. 15 da granja G3 é decorrente do consumo da fábrica de rações, que opera a produção da ração destinada às 23 granjas integradas, para onde são encaminhados os leitões produzidos na granja G3 para serem criados em sistema de integração vertical (LIMA *et al.*, 2014).

Analisando o *status* econômico-financeiro do entrevistado E3 e considerando apenas o faturamento bruto da granja G3, conforme mostrado no Quadro 4, e também pelo elevado dispêndio mostrado na conta de luz, torna-se justificável que a vantagem competitiva financeira, mediante o valor apresentado na TAB. 15, pareça pouco atrativa ao empresário.

Percebe-se, na TAB.15, segundo o raciocínio de Furtado (2006), que a coluna que apresenta os maiores valores se refere aos volumes de gases que são emitidos, o que pode representar um consistente indicador analítico do ponto de vista da sustentabilidade ambiental. Entretanto, a valoração financeira das vantagens competitivas que se pôde evidenciar pelos indicadores apresentados nos casos das granjas analisadas pareceu modesta perante os rendimentos demonstrados pelas granjas, no entanto almejada pelos gestores entrevistados com equanimidade.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A questão básica que motivou esta pesquisa foi entender a percepção dos suinocultores situados na microrregião de Viçosa, na Zona da Mata mineira, sobre a gestão dos resíduos da suinocultura, especificamente os dejetos gerados na operação de criação dos animais.

Este estudo se caracteriza como uma pesquisa de cunho descritivo sob abordagem qualitativa, em que se adotou o método do estudo de casos múltiplos. As técnicas de coleta de dados utilizadas foram: a entrevista semiestruturada, realizada com os gestores e proprietários das granjas; e a observação não participante, efetuada *in loco* nas granjas que compuseram a unidade de observação. Os dados primários foram tratados com referenciais teóricos e analisados por meio do método de análise de conteúdo.

Os resultados da dimensão organizacional indicaram tratar-se de granjas potencialmente poluidoras e que exigem, portanto, procedimentos normatizados em leis para o manejo e destinação final desses resíduos, que são produzidos continuamente e com significativos volumes.

Os fatos ratificaram a problemática do potencial poluidor do sistema intensivo da produção suína nos confinamentos. Isso pelo fato de esse sistema depender de grandes extensões fundiárias para implantação de grandes empreendimentos, razão por que exerce forte motivação na percepção dos gestores no sentido de maximizar o lucro e o porte do negócio. Não obstante, isso também maximiza o potencial poluidor deste sistema, não havendo limite entre o bom senso e a ganância financeira que tal empreendimento possibilita. Ademais, os instrumentos legais não são suficientes para motivarem a gestão adequada, sem mencionar, ainda, a inexistência de uma lei específica que esses resíduos requerem.

Pôde-se verificar que a prática da Integração Vertical entre granjas UPL e UPT apresentou resultados favoráveis à sustentabilidade ambiental na gestão dos



resíduos, segundo a percepção dos gestores integrador e integrado, por diferentes interpretações e motivações pessoais.

O integrador encontrou na Integração Vertical uma estratégia de contornar os empecilhos ambientais e sociais que se mostraram devido à demasiada expansão do empreendimento, sem interromper sua escalada de lucro. Pôde até ampliar suas metas, por meio da divisão das etapas produtivas com outros pequenos produtores, visto que o licenciamento ambiental é mais facilitado para criações de até 2.000 cabeças, o que motivou a mudança do tipo de criação de UCC para UPL.

No que tange à percepção do suinocultor integrado, a criação estará sempre limitada ao máximo de 2.000 animais, por interesse do integrador, o que se traduz em benefício ambiental. Outro aspecto a destacar nessa estrutura é que o suinocultor integrado já entra no negócio contabilizando o lucro dos dejetos, que serão convertidos em insumos para gerar outros produtos, conforme se verificou pelos resultados de seu uso como biofertilizantes, o que, ainda, evita a poluição hídrica.

Na dimensão institucional, constatou-se que a suinocultura industrial localizada na região da Zona da Mata mineira importa 100% dos insumos de regiões distantes e que isso vem onerando contínua e progressivamente o custo de produção da suinocultura local. . E agravando esse quadro, verificou-se que o preço de venda dos suínos não tem acompanhado os custos de produção, que vêm sofrendo sucessivas onerações devido à atual recuperação da cotação dos preços do milho, o que ainda não ocorre com o preço do suíno pago ao produtor.

A análise dos resultados, interpretada à luz dos dados secundários, indicou estar ocorrendo um ciclo reverso da cotação dos valores praticados sobre o milho, que representa 70% do custo de produção, já sentido pelo suinocultor na atual ascendência dos preços desse grão, mas que ainda não foram absorvidos pelos preços pagos ao suíno e tampouco atingiram o consumidor final. Essa situação está desequilibrando a cadeia e o lucro do suinocultor, podendo comprometer a sobrevivência das organizações, especialmente daquelas localizadas nas regiões distantes dos polos produtores de grãos, como é o caso da Zona da Mata mineira.

Constatou-se deficiência dos mecanismos legais quanto à fiscalização e monitoramento das atividades licenciadas pelos órgãos oficiais. Isso revela que há um aparato de leis e políticas que primam pela eficiência das normas, legisladas nas três esferas administrativas que tratam a gestão dos dejetos suínos sob a égide dos crimes ambientais com poder de polícia em vez de políticas educativas. Haja vista o caso estudado, que mudou o tipo de criação de UCC para UPL, houve redução do porte do empreendimento, que passou a poluir menos, no entanto o empreendedor foi multado e autuado pelo órgão ambiental pelo fato de não ter protocolado essa alteração. Assim, infere-se a primazia da gestão legal em detrimento da gestão ambiental desejável.

Os achados descritos da gestão praticada dos dejetos suínos indicam que o monitoramento e fiscalização do empreendimento pelos órgãos oficiais podem estar sendo maleáveis ou tolerantes com as possíveis deficiências verificadas neste estudo. Isso pode ser entendido por conta das condições da situação geográfica de uma granja quando situada em local ermo e livre de vizinhos, aliado ao porte pequeno do empreendimento. Essa situação flexibiliza os critérios e exigências legais, conduzindo à interpretação dedutiva de que outros pequenos empreendimentos em situação geograficamente semelhante também estejam sujeitos à mesma gestão permissiva em pequena escala.

Outro indicativo da ineficácia dos preceitos legais com relação à gestão dos dejetos suínos pode ser respaldado pelas revelações deste estudo no tocante à permissividade da permanência das granjas em APPs, como nos casos em que a lei preceitua como Áreas Rurais Consolidadas, ou seja, aquelas granjas já instaladas nesses espaços antes de 2008. Na verdade, deveria haver uma política pública de incentivo à correção daquela falha por meio da realocação do empreendimento para fora dos domínios da área de proteção ambiental e do interesse público.

Na dimensão operacional, em que se buscaram as respostas que pudessem confirmar o potencial gerador de dejetos das granjas, constatou-se uma hegemonia dos resultados revelados pelos casos representativos dos três tipos de criação: UCC, UPT e UPL, no que tange aos indicadores dos volumes de dejetos, segundo os parâmetros e índices zootécnicos de produção praticados nas granjas. Já no que

se refere à produção do efluente final, observou-se variação, a maior, dos volumes indicados nas três granjas, segundo as práticas empregadas no manejo da água de limpeza das instalações. Esse procedimento evidencia maior dispersão de poluição hídrica, segundo as técnicas aplicadas e a destinação final do efluente.

As tecnologias aplicadas foram analisadas em duas dimensões deste estudo: as técnicas que são exigidas por lei, que foram analisadas na dimensão política e legal; e as técnicas não obrigatórias, contempladas na dimensão financeira. O uso de lagoas de decantação, na percepção dos gestores, visa estritamente ao cumprimento de exigências legais, a fim de evitar o lançamento direto do efluente nos cursos d'água ou no solo. Além de representarem custos financeiros sem retorno, essas lagoas não asseguram boa qualidade ao efluente final.

Por outro enfoque, a pesquisa encontrou benefícios ambientais além de resultados financeiros positivos, decorrentes do uso de tecnologias não obrigatórias, a exemplo da fertirrigação na cafeicultura e na produção leiteira. Esse procedimento se traduziu em lucro financeiro, por meio da geração de adubos, rações, café e leite. Já o uso de biodigestores se traduziu em resultados financeiros favoráveis, conforme demonstrado pelo biogás, com a geração de energia elétrica, além dos benefícios ambientais da captura dos gases CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub>.

Os resultados revelaram que não há difusão do uso da tecnologia de biodigestores pelas instituições de pesquisa e extensão rural atuantes na microrregião de Viçosa e tampouco pelos órgãos ambientais. Apesar da poluição atmosférica causada pela decomposição do efluente a céu aberto, soma-se o fato de o uso de biodigestores não ser regulamentado no licenciamento ambiental das granjas. Isso denota que tanto a poluição atmosférica oriunda da suinocultura quanto a cadeia do biogás ainda continuam invisíveis ao poder público.

Quanto às limitações da pesquisa, cabe destacar o escopo deste estudo, que trata de questões sensíveis que podem denunciar condutas ilícitas dos gestores na destinação final dos dejetos suínos, cujo comportamento dificilmente é relatado. E nesses casos as perguntas sensíveis devem ser evitadas e, na medida do possível, substituídas pela observação não participante. E isso acaba por exigir do

pesquisador a sensibilidade sobre esses pontos, além de conhecimento prévio sobre o tema que lhe permita obter respostas independentemente de perguntas.

Pode também constituir limitação da pesquisa conhecer o verdadeiro porte do empreendimento quando o gestor, por motivos fiscais, omite a real composição do rebanho, o que prejudica o conhecimento da grandeza real do problema, especialmente quando se tratar de estudos quantitativos.

Este estudo instiga novas pesquisas sobre o tema, sob uma abordagem quantitativa, por meio de estudos empíricos capazes de testar e confrontar os referenciais teóricos que apontam rendimentos do equivalente elétrico que pode ser obtido do biogás da suinocultura. Isso porque, conforme se pôde nortear pela dimensão tecnológica, não se constatou a mesma hegemonia sobre o equivalente elétrico resultante da correlação efluente, biogás e metano, conforme a hegemonia observada na gestão operacional com relação à geração dos dejetos.

Os resultados desta dissertação são incentivadores de novas pesquisas para analisar resultados agrônômicos sobre o efeito do uso de dejetos suínos com a tecnologia da fertirrigação, que pode ser testado em diferentes culturas agrícolas, conforme se pôde identificar pelos bons resultados descritos nesta pesquisa.

Também no contexto da gestão estratégica da Integração Vertical, que vem sendo introduzida na microrregião estudada, constataram-se novos vislumbres sobre as possibilidades da melhoria da qualidade ambiental na gestão dos resíduos da suinocultura que merecem estudos dirigidos à realidade da Zona da Mata mineira.

Por fim, conclui-se pelo panorama institucional, conforme demonstraram os fatos, que a evolução do problema dos dejetos da suinocultura na região da Zona da Mata mineira está atrelada às perspectivas do crescimento, da retração ou da sobrevivência dessas organizações na região do estudo. Essa dimensão sinalizou progressivo estrangulamento da gestão financeira, conforme demonstrado nesta dissertação, o que pode acabar por confluir para um movimento migratório natural desse agronegócio para outros polos geográficos do país, fenômeno esse que também projeta uma realocação nacional do problema desta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEINA ANIMAL – ABPA. **Relatórios Anuais/ Relatório 2016**. Disponível em: <[http://abpa-br.com.br/storage/files/versao\\_final\\_para\\_envio\\_digital\\_1925a\\_final\\_abpa\\_relatorio\\_anual\\_2016\\_portugues\\_web1.pdf](http://abpa-br.com.br/storage/files/versao_final_para_envio_digital_1925a_final_abpa_relatorio_anual_2016_portugues_web1.pdf)>. Acesso em: 25.mai.2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT - **NBR 10004: Resíduos Sólidos - classificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.
- AIRES A, W.; SILVA, F. M.; CASTRO, V. M. U.; WENZEL, B. M. Avaliação do desempenho de um biodigestor canadense modificado no tratamento de dejetos de suínos. **Engevista**, Niterói, v.16, n.4, dez., p.329-338, dez. 2014.
- ALBINO, J. C. A.; CATTABRIGA, C. L.; REZENDE, O.; NEIVA, C. S. Sujeitos Estrategistas, suas escolhas, decisões e estratégias. In: ENCONTRO EnANPAD, 35., 2011, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ANPAD, 2011.
- ALVES, A. P. F.; VOLKMER, G.; JAPPE, M. L. M. A geração de valor como um fator-chave à sustentabilidade: o caso de uma empresa brasileira. **Revista de Gestão e Sustentabilidade da UFPI**, Floriano, v. 2, n. 1, p. 96-112, jan./jul. 2015.
- ALMEIDA, J. A. **Pesquisa em extensão rural: manual de metodologia**. MEC/ABEAS. Brasília, 1989.
- ANDERSEN, M. M. Eco-inovação para uma taxonomia e teoria. In: CONFERÊNCIA DE CELEBRAÇÃO 2008 SOBRE EMPREENDEDORISMO E INOVAÇÃO: ORGANIZAÇÕES, INSTITUIÇÕES, SISTEMAS E REGIÕES, 25., 2008, Copenhagen. **Proceedings...** Copenhagen, 2008. Disponível em: <<http://www2.druid.dk/conferences/viewpaper.php?id=3150&cf=29>>. Acesso em: 12.ago.2018.
- ANDREAZZI, M. A.; SANTOS, J. M. G.; LAZARETTI, R. M. J. Destinação dos resíduos da suinocultura em granjas das regiões noroeste e sudoeste do Paraná. **Revista eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, RS, v. 19, n. 3, p. 744-751, set./dez. 2015.
- ANGONESE, A.; CAMPOS, A. T.; ZACARKIM, C. E.; MATSUO, M. S.; CUNHA, F. Eficiência energética de sistema de produção de suínos com tratamento dos resíduos em biodigestor. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 10, n. 3, p. 745-750, jan./mar. 2006.
- ARVANITTOYANNIS, I. S.; LADAS, D. Métodos de tratamento de resíduos de carne e usos potenciais. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 43, n. 3, p. 543-559, 2008.

AVACI, A. B.; SAMUEL, N. M.; DE SOUZA, S. N. M.; CHAVES, L. I.; NOGUEIRA, C. E. C.; NIEDZIALKOSKI, R. K.; SECCO, D. Avaliação econômico-financeira da micro geração de energia elétrica proveniente de biogás da suinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 17, n. 4, p. 456-462, jan. 2013.

BARBIERI, J. C. **Desenvolvimento e meio ambiente**: as estratégias de mudanças da agenda 21. Petrópolis, RJ: Vozes, 1997. p. 23-45.

BARBIERI, J. C.; VACONCELOS, I. F. G.; ANDREASSI, T.; VASCONCELOS, S. C. Inovação e sustentabilidade: novos modelos e proposições. **Revista de Administração de Empresas - RAE**, São Paulo, v. 50, n. 2, abr./ jun. 2010.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2011.

BATISTA, P. S. **O caminho do sucesso passa pelo porto**. São Paulo: ANUALPEC, 2002. p. 286-287.

BELLI, P. FILHO; CASTILHOS, A. B. JR.; COSTA, R. H. R.; SOARES, S. R.; PERDOMO, C. C. Tecnologias para o tratamento de dejetos de suínos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 5, n.1, jan./ abr. 2001.

BERTA, N. M.; FERREIRA, G. M. V.; TALAMINI, E. Qualidade total na avicultura de corte: uma análise da percepção dos produtores rurais integrados de uma agroindústria. **Revista de Administração da UFSM**, Santa Maria, RS, v. 1, n. 1, p. 153-170, jan./abr. 2008

BLEY, C. Jr. Agroenergia da biomassa residual: Perspectivas energéticas, sócio econômicas e ambientais. 2.ed. **Revista Itaipu Binacional/FAO**, Foz do Iguaçu, PR, 2009.

BLEY, C. Jr. **Biogás**: a energia invisível. 2. ed. São Paulo: Abril, 2015.

BNDES – **Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social**. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/programa-abc>>. Acesso em: 25 maio 2017.

BORESMA, L. Métodos de recuperação de nutrientes e energia de suinocultura. **Journal Agric. Sci. Wageningen**, v. 29, p. 3-14, 1981.

BOYD, H. W.; WESTFALL, R. **Pesquisa mercadológica**: textos e casos. 7. ed. Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas, 1987.

BRASIL. **Lei Estadual/MG 21.972/2016**. Dispõe a exigibilidade do licenciamento ambiental no Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 2016.

BRASIL. **Decreto Estadual 47.042/2016**. Delibera as competências do licenciamento às instâncias específicas e regionais no Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: Superintendência Regional de Meio Ambiente, 2016.

BRASIL. Deliberação Estadual/MG. COPAM 34/1995. Dispõe normas para o licenciamento e controle da atividade de suinocultura. **Conselho Estadual de Meio Ambiente**, 1995.

BRASIL. **Normativo Estadual/MG**: informativo ao suinocultor: Saiba como se regularizar. Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável/Superintendência Regional Zona da Mata. SEMAD/SUPRAM/2014. Disponível em: <urczm@meioambiente.mg.gov.br>. Acesso em: 22 set. 2017.

BRASIL. Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais – Subsecretaria do Agronegócio. **Indicadores da suinocultura em Minas Gerais no Brasil e no Mundo**. Belo Horizonte: SEAPA, 2015.

BRASIL. Lei Federal nº 9.433/1997, institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. **Diário Oficial da União**, 1º jan.1997.

BRASIL. Lei Federal 9.605/1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Brasília. **Diário Oficial da União**, Brasília, 12 fev.1998.

BRASIL. Lei Federal 6.938/1981 – Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. Brasília, **Diário Oficial da União**, Brasília, 31 ago. 1981.

BRASIL. Lei Federal 12.187/2009 Política Nacional de Mudança do Clima (PNMC). **Diário Oficial da União**, Brasília, 30 dez. 2009.

BRASIL. Lei Federal 12.727/2012 O novo Código Florestal Brasileiro, dispõe sobre a proteção à vegetação nativa, áreas de preservação permanente e demais; revoga as leis 12.651/2012; 4.771/1965. Brasília, **Diário Oficial da União**, Brasília, 17 out. 2012.

BRASIL. Lei Federal 12.305/2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2 ago.2010.

BRASIL. **Resolução CONAMA Nº 237/97**. Dispõe sobre a obrigatoriedade do Licenciamento Ambiental como instrumento de gestão ambiental, instituído pela Política Nacional do Meio Ambiente. Brasília: Conselho Nacional de Meio Ambiente/MMA, 17 dez. 1997.

CADIS, P.; HENKES, J. A. R. Gestão ambiental na suinocultura: sistema de tratamento de resíduos líquidos por unidade de compostagem. **Revista de Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 3, n. 1, p. 115-150, abr./set. 2014.

CALZA, L. F.; LIMA, C. B.; NOGUEIRA, C. E. C.; SIQUEIRA, J. A. C.; SANTOS, R. F. Avaliação dos custos de implantação de biodigestores e da energia produzida pelo biogás. **Revista de Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, SP, v. 35, n. 6, p. 990-997, nov./dez. 2015.

CANCELIER, A.; DAL'SOTO, U. P.; COSTELLI, M. C.; LOPES, T. J.; SILVA, A. Avaliação da produção de biogás de dejetos de suínos utilizando a metodologia de superfície de resposta. **Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 2, p. 209-217, abr./jun. 2015.

CARDOSO, B. F.; OYAMADA, G. C.; SILVA, C. M. Produção, tratamento e uso dos dejetos suínos no Brasil. **Revista Desenvolvimento em Questão**, Ijuí, RS, v. 13, n. 32, out./dez. 2015.

CASAGRANDE, L. F. **Avaliação descritiva de desempenho e sustentabilidade entre uma granja suinícola convencional e outra dotada de biossistema integrado (B.S.I.)**. 2003. 126 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2003.

CATAPAN, A.; SOUZA, A.; CATAPAN, D. C.; HARZER, J. H. Utilização de biodigestores para geração de energia elétrica a partir de dejetos de suínos e equinos: uma análise da viabilidade financeira com o uso da simulação de Monte Carlo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 20., 2013, Uberlândia, MG. **Anais...** Uberlândia, MG, nov. 2013.

CERVI, R. G.; ESPERANCINI, M. S. T.; BUENO, O. C. Viabilidade econômica da utilização do biogás produzido em granja suinícola para geração de energia elétrica. **Revista de Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, SP, Universidade Estadual de São Paulo, UNESP, v. 30, n. 5, p. 831-844, set./out. 2010.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Primeiro inventário brasileiro de emissões antrópicas de gases de efeito estufa**. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2006. (Relatório de referência de emissões de metano no tratamento e na disposição de resíduos).

CETESB. **Biogás**: pesquisas e projetos no Brasil. São Paulo: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental/Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2006.

CHICONATO, D. A. Resposta da alfaca à aplicação de biofertilizante sob dois níveis de irrigação. **Bioscience Journal**, Uberlândia, MG, v. 29, n. 2, p. 392-399, 2013.

COLDEBELLA, A.; SOUZA, S. N. M.; FERRI, P.; KOLLING, E. M. Viabilidade da geração de energia elétrica através de um motor gerador, utilizando biogás da Suinocultura. **Informe Cepec**, Brasília, v. 12, n. 2. jul./dez. 2008.

COLLIS, J; HUSSEY, R. **Pesquisa em administração**: um guia prático para alunos de graduação e pós-graduação. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.



DAI PRÁ, M. A.; KONZEN, E. A.; OLIVEIRA, P. A. V. de; MORAES, E.  
**Compostagem de dejetos líquidos de suínos**. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. 25 p. (Documento 45)

DEAN, T. J.; MC MULEEN, J. S. Rumo a uma teoria do empreendedorismo sustentável: reduzindo a degradação ambiental através de ação empreendedora. University of Colorado at Boulder, Leeds School of Business. **ScienceDirect**, v. 22, p. 50-76, 2005.

DE LUCAS, J. Jr. **Algumas considerações sobre o uso do estrume de suínos como substrato para três sistemas de biodigestores anaeróbios**. Jaboticabal, SP: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária da Universidade Estadual Paulista, 1994.

DE LUCAS, J. Jr. **Manejo de dejetos em suinocultura: biodigestores**. Jaboticabal, SP: FCAV/UNESP, Departamento de Engenharia Rural, 2009.

DE ZEN, S.; ORTELAN, C. B.; IGUMA, M. D. **Suinocultura brasileira avança no cenário mundial**, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESP/ESALQ, out./dez. 2014. v. 1.

DIAS, M. O. G. **Avaliação da viabilidade econômica da produção de biogás: estudo aplicado uma granja produtora de suínos do oeste-paranaense**. 2016. 59 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia). Universidade de Brasília, Brasília. 2016.

DIAS, R. **Eco-inovação: caminho para o desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Atlas, 2014.

DIAS, R. **Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

DIEHL, A. A.; TATIM, D.C. **Pesquisa em ciências sociais aplicadas: métodos e técnicas**. São Paulo: Pearson, 2004.

DIESEL, R.; MIRANDA, C. R.; PERDOMO, C. C. Coletânea de tecnologias sobre dejetos de suínos. **Boletim Informativo de Pesquisa Embrapa Suíno e Aves e Emater RS, BIPERGS**. 2002. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br>>. Acesso em: 28 nov. 2017.

DUFFY, M. E. Triagem metodológica: um veículo para mesclar métodos de pesquisa quantitativos e qualitativos. **Journal of Nursing Scholarship**, v. 19, n. 3, p. 130-133, 1987.

DUMAS, C.; PEREZ, S.; PAUL, E.; LEFEBVRE, X. Processo aeróbio termofílico combinado e digestão anaeróbica convencional: efeito na biodegradação de lodo e produção de metano. **Bioresource Technology**, v. 101, n. 8, p. 2629-2636, 2010.

ESPERANCINI, M. S. T.; COLEN, F.; BUENO, O. DE C.; PIMENTEL, A. E. B.; SIMON, E. J. Viabilidade técnica e econômica da substituição de fontes convencionais de energia por biogás em assentamento rural do Estado de São Paulo. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, SP, v. 27, n. 1, jan./abr. 2007.

FERREIRA, R. A.; FIALHO, E. T.; LIMA, J. A. F. **Criação técnica de suínos**. Lavras, MG: Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, 2004. (Boletim técnico).

FERREIRA, L. B.; TORRECILHA, N.; MACHADO, S. H.S. A técnica de observação em estudos de administração. In: ENCONTRO da ANPAD, 36., 2012, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ANPAD, 2012.

FIGUEIRÊDO, M. C. B.; TEIXEIRA, A. S.; ARAÚJO, L. F. P.; ROSA, M. F.; PAULINO, W. D.; MOTA, S.; ARAÚJO, J. C. Avaliação da vulnerabilidade ambiental de reservatórios à eutrofização. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, v. 12, n. 4, p. 399-409, out./dez. 2007.

FOSTER, C.; GREEN, K. **Greening the innovation process: business strategy and environment**. Manchester: CROMTEC, Manchester School of Management, UMIST, v. 9, p. 287-303, set./out. 2000.

FUSSLER, C.; JAMES, P. **Conduzindo a eco-inovação: uma inovadora disciplina de inovação e sustentabilidade**. Londres: Pitman Publishing, 1996. 364 p.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3. ed. São Paulo: Artmed, 2009.

FROTA, M. G. C. **A delimitação das unidades de análise em ciência da informação**. 1998. v. 27, n. 3. ISSN 0100-1965. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-19651998000300003>>. Acesso em: 16.ago 2018.

FURTADO, P. G. Protocolo de Kyoto e emissões certificadas - oportunidades econômicas para suinocultores. AgCert do Brasil. **Circular técnica**. São Paulo 2006.

GAMA, M. L. S. **Planejamento e gestão do tratamento de dejetos suínos no Distrito Federal: aplicação de instrumentos de avaliação multicriterial**. 2003. 101 p. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Gestão Ambiental). Universidade Católica de Brasília, Brasília. 2003.

GASTARDELO, T. A. R.; MELZ, L. J. A suinocultura industrial no mundo e no Brasil. **Revista UNEMAT de Contabilidade**, Cuiabá, v. 3, n. 6, jul./dez. 2014.

GERBA, C. P.; SMITH, J. E. Fontes de microorganismos patogênicos e seu destino durante a aplicação de resíduos no solo. **Journal of Environmental Quality**, n. 34, p. 42-48, 2005.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas da pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIROTTI, A. F. **Análise da viabilidade econômica de diferentes tipos e tamanhos de biodigestores em uso na microrregião do alto Uruguai catarinense, a nível de propriedade rural**. 1989.125 f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 1989.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades: Uma revisão histórica dos principais autores e obras que refletem esta metodologia de pesquisa em Ciências Sociais. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63, mar./abr. 1995.

GODOY, E. JR.; CARROCI, L. R.; SILVEIRA, J. L.; CAMARGO, J. R.; GIACAGLIA, G. E. O. **Biodigestores associados a sistema de co-geração, estudo do aproveitamento do biogás em uma suinocultura**. São Paulo: Biogás pesquisas e projetos no Brasil, CETESB, dez. 2006. p. 167-175.

GOLDEMBERG, J. **Energia, meio ambiente & desenvolvimento**. São Paulo: USP, 1998.

GOLDENBERG, M. **A arte de pesquisar**. Rio de Janeiro: Record, 1997.

GOMES, T. M. S.; RAIHER, A. P. Viabilidade econômica da produção de biogás de dejetos suínos: um estudo de caso. **Revista de Ciências e Administração**, Fortaleza, v. 19, n. 2, p. 776-815, jul./dez. 2013.

GOMES, L. P.; PERUZATTO, M.; SANTOS, V. S.; SELLITTO, M. A. Indicadores de sustentabilidade na avaliação de granjas suínolas. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. **ABES**, Porto Alegre, v. 19, n. 2, abr./jun. 2014.

HACHMANN, T. L.; LAURETH, J. C. U.; PARIZOTTO, A. A.; GONÇALVES, J. A. C. Resíduos de aves e suínos: Potencialidades. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, RN, v. 8, n. 5, p. 59-65, 2013. Especial.

HIGARASCHI, M. M.; OLIVEIRA, P. A. V.; MIRANDA, C. R. **Meio ambiente baliza atuação da unidade a partir dos anos 90: sonho, desafio e tecnologia – 35 Anos de contribuições da Embrapa Suínos e Aves**. Concórdia, SC: CNPSA, 2011.

HOFFMANN, G.; SCHINGNITZ, D.; SCHNAPKE, A.; BILITEWSKI, B. Redução de emissões de CO<sub>2</sub> usando biomassa em plantas de combustão e digestão. **Waste Management**, v. 30, n. 5, p. 893-901, 2010.

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Pesquisa Pecuária Municipal (PPM)**. Rio de Janeiro: PPM, 2018.

JACOBSEN, C. S.; BECH, T. B. Sobrevivência da *Salmonella* no solo e sua transferência para corpos de água doce e nascentes. **Food Research International**, n. 45, p. 557-566, 2012.

JOHN, L. **Biogás ao alcance de uns cliques**. Disponível em: <<http://planetasustentavel.abril.com.br/blog/biogás-a-energia-invisível/2014/09/10/biogás-ao-alcance-de-uns-cliques>>. Acesso em: 16 ago.2018.

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem maturação e qualidade do composto**. Jaboticabal, SP: Embrapa Hortaliças e Meio Ambiente CNPHMA, 1998. 171 p.

KONZEN, E. A. **Manejo e utilização dos dejetos de suínos**. Concórdia, SC: Embrapa/CNPSA1983. 32 p. (Circular Técnica, 6).

KONZEN, E. A. Valorização agrônômica dos dejetos suínos: utilização dos dejetos suínos como fertilizantes. In: CICLO DE PALESTRAS SOBRE DEJETOS SUÍNOS NO SUDOESTE GOIANO, 1997, Rio Verde, GO. **Anais...** Rio Verde, GO: Embrapa Suínos e Aves, 1997. p. 113-136.

KUNZ, A.; HIGARASCHI, M. M.; OLIVEIRA, P. A. V. Tecnologias de manejo e tratamento de dejetos de suínos estudadas no Brasil. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 651-665, set./dez. 2005.

KUNZ, A.; MIELE, M.; STEINMET, R. L. R. Tratamento e utilização avançados de dejetos suínos no Brasil. **Bioresource Technology**, v. 100, n. 22, p. 5485-5489, 2009.

KUZMA, E. L.; NOVAK M, A. L.; DOLIVEIRA, S. L. D.; GONZAGA, C. A. M. A inserção da sustentabilidade na formação de administradores. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, São Paulo, v. 5, n. 2, maio/ago. 2016.

LAZARETTI, R. M. J.; SANTOS, J. M. G.; ANDREAZZI, M. A. Destinação dos resíduos da suinocultura em granjas das regiões sudoeste, Norte e Noroeste do Estado do Paraná. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA CESUMAR, 8., 2013, Maringá, PR. **Resumos...** Maringá, PR: UNICESUMAR – Centro Universitário Cesumar, 22-25 out. 2013. (CESUMAR, 2014).

LIMA, M. A.; PESSOA, M. C. P. Y.; NEVES, M. C.; CARVALHO, E. C. **Emissões de metano por fermentação entérica e manejo de dejetos de animais** – Segundo inventário brasileiro de emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2010.

LIMA, P. S.; GUIMARÃES, M. C.; BRISOLA, M. V. Integração vertical no agronegócio brasileiro e seus impactos sobre o trabalho e sobre o trabalhador: o caso da avicultura. Goiânia. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 52., Goiânia. **Anais...** Goiânia, 27-30 jul. 2014.

LINHARES, R. P.; SILVA, F.G.; GOMES, R. C. C.; AMARAL, A. G. **Viabilidade da implantação de um biodigestor para cogeração de energia elétrica a partir de dejetos de suínos** – Estudo de caso. Cuiabá: Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Mato Grosso, 2014.

LOPES, A. C. P. **Potencial de produção de biogás a partir do lodo de celulose Kraft**. 2017. 116 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2017.

MARTINS, G. A. Metodologias convencionais e não convencionais em Administração. **Caderno de pesquisa em administração**. São Paulo: Departamento de Administração FEA/USP, 2º sem. 1994.

MARTINS, F. M.; OLIVEIRA, P. A. V. Análise econômica da geração de energia elétrica a partir do Biogás na Suinocultura. **Revista de Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, SP, v. 31, n. 3, p. 477-486, maio/jun. 2011.

MARTINS, F. M.; SANTOS, J. I.; SANDI, A. J.; MIELLE, M.; LIMA, G. J. M. M.; BERTOL, T. M.; AMARAL, A. L.; MORÉS, N.; KICH, J. D.; COSTA, O. A. D. **Coeficientes técnicos para o cálculo do custo de produção de suínos**. Concórdia: Comunicado Técnico n. 506, dez. 2012.

MARTINKOSKI, C.; RODRIGUES, N. H. P.; RODRIGUES, R. L.; GOMES, J. J.; MARTINKOSKI, C. J.; MORAIS, C. R. Portfólio bibliográfico da utilização de resíduos provenientes da suinocultura na geração de bioenergia. **Revista Espacios**, v. 38, n. 18, p. 21, abr. 2017.

MARTON, F. Fenomenografia: uma abordagem de pesquisa para investigar diferentes entendimentos da realidade. **Journal of Thought**, v. 21, n. 3, p. 28-49, 1986.

MENEZES, E. T.; SANTOS, T. H. **Verbete temas transversais**. Dicionário Interativo da Educação Brasileira – Educabrazil. São Paulo: Midiamix, 2001. Disponível em: <<http://www.educabrazil.com.br/temas-transversais>>. Acesso em: 13 dez. 2017.

MEDEIROS, S.; DIAS, C.; COSER, F.; OLIVEIRA, P. A. V.; PETRY, A. Tecnologias para tratamento de dejetos e uso racional de água e ração são aconselhadas em fórum sobre suinocultura de baixa emissão de carbono. In: **FÓRUM EMBRAPA SUÍNOS E AVES**, 2016, Concórdia, SC. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/web/portal/busca-de-noticias/-/noticia/10845642/tecnologias-para-tratamento-de-dejetos-e-uso-racional-de-agua-e-racao-sao-aconselhadas-em-forum-sobre-suinocultura-de-baixa-emissao-de-carbono>>. Acesso em: 10 dez. 2017.

MICHELETTI, J. L.; RIGO, J. M.; BECEVELLI, F.; SANTOS, S. L.; TORRES, J. V.; NUNES, M. A. C. Uma discussão interdisciplinar sobre a transversalidade da disciplina: educação ambiental. **Revista Interdisciplinar Científica Aplicada**, Blumenau, SC, v. 10, n. 2, p. 01-16, 2016.

MIELLE, M.; WAQUIL, P. D. **Estrutura dos contratos de integração na suinocultura de Santa Catarina**. Embrapa Suínos e Aves. Concórdia, SC: Comunicado Técnico, n. 429, nov. 2006.

MIELLE, M.; WAQUIL, P. D. Cadeia produtiva da carne suína no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v. 16, p. 75-87, jan./mar. 2007.

MIRANDA, C. R.; SILVA, E. O.; BONEZ, G., PALHARES, J. C. P., SUZIN, A. G. **Gestão ambiental na suinocultura: a Experiência do Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) do Alto Uruguai Catarinense.** In: SEMINÁRIO DE GESTÃO AMBIENTAL NA AGROPECUÁRIA EMBRAPA SUÍNOS E AVES, 3., 2012, Bento Gonçalves, RS. **Anais...** Bento Gonçalves, RS, 25-27 abr. 2012.

MORALI, O.; SEARCY, C. Uma revisão das práticas sustentáveis de gerenciamento da cadeia de suprimentos no Canadá. **J Bus Ethics**, v. 117, p. 635-658, 2013.

MOREIRA, T. S.; CARVALHO, R. F.; CASSIANO E. C. O.; VAZQUEZ, D. C. Z.; NOGUEIRA, R. G. S.; PAUCAR, L. C.; PERNA, F.; JUNIOR, RODRIGUES, P. H. M. **Utilização de biodigestores como alternativa para o tratamento de dejetos oriundos da produção animal.** Pirassununga, SP: USP, mar. 2015.

NASCIMENTO, R. C.; RODRIGUES, G. S. S. C. impactos ambientais da suinocultura no município de Uberlândia MG: Possibilidades de sua mitigação por meio do uso de biodigestores. **Caminhos de Geografia**, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, v. 13, n. 43, p. 230-243, out. 2012.

NISHIMURA, R. **Análise de balanço energético de sistema de produção de biogás em granja de suínos: implementação de aplicativo computacional.** 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande. 2009.

NOLASCO, M. A.; BAGGIO, R. B.; GRIEBELER, J. Implicações ambientais e qualidade da água da produção animal intensiva. **Revista Acadêmica**, Curitiba, v. 3, n. 2, p. 19-26, 2005.

NORTH, D. C. **Institutions, institutional change and economic performance – Political Economy of Institutions and Decisions.** New York: Cambridge University Press, 1990.

NORTH, D. C **Custos de transação, instituições e desempenho econômico.** Rio de Janeiro: Instituto Liberal, 1994.

NOVACK, A. C.; SCHNEIDER, A. H.; SIMÃO, C. A. F.; FRÖHLICH, C. E.; SIDNEY, E. B.; BOSCHI, E.; LOFHAGEN, J. C. P.; BAZZE, J.; WILDAUER, L. D. B. S. MAKISHI, L. M. M.; SOUZA, M; STUMM, M. G. **Oportunidades da Cadeia Produtiva de Biogás para o Estado do Paraná.** Curitiba: SENAI, 2016.

OLIVEIRA, A. J.; RAMALHO, J. **Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Produção e Agroenergia. Brasília: Embrapa, 2006. (Informação Tecnológica).

OLIVEIRA, J. H. R. **M.A.I.S.:** método para avaliação de indicadores de sustentabilidade organizacional. 2002. 149 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2002.

OLIVEIRA, P. A. V.; LIMA, G. J. M. M.; FÁVERO, J. A.; BRITO, J. R. F. **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos e aves**. Concórdia, SC: Embrapa – Centro Nacional de Suínos e Aves, 1993. p. 1-188. (Circular Técnica, 27).

OLIVEIRA, P. A. V. Impacto ambiental causado pelos dejetos de suínos. In: Simpósio Latino-Americano Nutrição de Suínos. Campinas, SP. **Anais...** CBNA, 1994. p. 40.

OLIVEIRA, P. A. V.; HIGARASHI, M. M. **Geração e utilização de biogás em unidades de produção de suínos**. Concórdia, SC: Embrapa Suínos e Aves, 2006.

ONU/PROTOCOLO de KYOTO (1997). **Mecanismo de Desenvolvimento Limpo**. Disponível em: <[http://unfccc.int/kyoto\\_protocol/mechanisms/clean\\_development\\_mechanism/items/2718.php](http://unfccc.int/kyoto_protocol/mechanisms/clean_development_mechanism/items/2718.php)>. Acesso em: 25 jun. 2017.

ONU/COP-15. **Copenhagen 15ª conferência realizada pela UNFCCC (Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas; Copenhagen Climate Change Conference - 5ª reunião das partes (MOP 5) para o Protocolo de Kyoto**. Copenhagen, 2009.

ONU/COP-22. **22ª Conferência das Partes da Convenção – Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (COP 22)**. Marrakesh, 2016.

ONU/OMM – Organização Mundial de Meteorologia. **The UN Environment Emissions Gap Report 2017**. Disponível em: <<https://www.unenvironment.org/resources/emissions-gap-report>>. Acesso em: 31 out. 2017.

ONU/OMM – Organização Mundial de Meteorologia. **Lacuna “preocupante” entre promessas e cortes de emissão**. Nova York: ONU News – Agência multimídia de notícias das Nações Unidas, out. 2017. Disponível em: <<http://www.unmultimedia.org/radio/portuguese/2017/10/destaque-onu-news-30-de-outubro-de-2017/#.wnnegdqjri>>. Acesso em: 31 out. 2017.

PAIVA, N. S. V. **Contratos agroindustriais de integração econômica vertical**. Curitiba: Juruá, 2010.

PALHARES, J. C. P. **Licenciamento ambiental na suinocultura: os casos brasileiro e mundial**. Concórdia, SC: Embrapa Suínos e Aves, MAPA, mar. 2008. Versão eletrônica. ISSN 0101-6245.

PATASKIA, C. M. R.; JENSEN, A. **A matriz de avaliação rápida de impacto (RIAM) é uma nova ferramenta para avaliação de impacto ambiental**. 1998. Disponível em: <[http://www.mit.dhi.dk/Products/RIAM/RIAM\\_publication/riamintr.pdf](http://www.mit.dhi.dk/Products/RIAM/RIAM_publication/riamintr.pdf)>. Acesso em: 16 mar. 2018.

PERDOMO, C. C.; OLIVEIRA, P. A. V.; KUNZ, A. **Tecnologias para o tratamento de dejetos de suínos: inventário tecnológico**. Concórdia, SC: Embrapa Suínos e Aves, out. 2003. (Documento, 85).

PEREIRA, A. B. **A percepção de gestores sobre a gestão de resíduos sólidos: um estudo de caso de Belo Horizonte**. 2017. 122 f. Dissertação (Mestrado em Administração). Centro Universitário Unihorizontes, Belo Horizonte. 2017.

PERUZATTO, M. **Avaliação de desempenho de granjas suinícolas pelo emprego de indicadores de sustentabilidade**. 2012. 149 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). UNISINOS, São Leopoldo, RS. 2012.

PICA, C. Q.; TONIELO, M. L. Sistemas cooperados de produção de biogás e geração de energia: análise de casos e modelagem de negócio de projeto em Santa Catarina. **Revista de Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, p. 330-346, dez. 2015. Especial.

POELS, J.; POELS, J. O biogás produzido do estrume de porco. Primeiros resultados práticos de uma instalação em grande escala. **Revue de l'Agriculture**, Bruxelles, v. 37, n. 1, p. 17-27, 1984.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo, RS: Feevale, 2013.

REY, F. G. **Pesquisa qualitativa e subjetividade: os processos de construção da realidade**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005.

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**, Santa Maria, RS, v. 9, n. 18, p. 1-20, 2012.

ROCHA JÚNIOR, W. F. **Análise do agronegócio da Erva-Mate com o enfoque da nova economia institucional e o uso da matriz estrutural prospectiva**. 2001. 133 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2001.

SÁ, M. F. **Dinâmica da população de coliformes após a aplicação de dejetos de suínos no solo e durante a sua compostagem automatizada**. 2012. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. 2012.

SANTANA, E. E. P.; PORTO, G. S. E agora, o que fazer com essa tecnologia? Um estudo multicaso sobre as possibilidades de transferência de tecnologia na USP-RP. ANPAD. **RAC**, Curitiba, v. 13, n. 3, p. 410-429, jul./ago. 2009.

SARAIVA, M. B. **Índice de desempenho competitivo da suinocultura das principais regiões produtoras de Mato Grosso: análise e fatores determinantes**. 2012. 77 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócios e Desenvolvimento Regional). Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá. 2012.

SARTOR, V.; SOUZA, C. F.; TINOCO, I. F. F. **Informações básicas para projetos de construções rurais: instalações para suínos**. Viçosa, MG: Departamento de Engenharia Agrícola, da Universidade Federal de Viçosa, 2004.



SCARPETTA, A. **Avaliação da viabilidade econômica da geração de energia elétrica a partir do biogás proveniente da biodigestão dos dejetos suínos**. 2014. 32 f. Dissertação (Mestrado em Eficiência Energética Aplicada aos Processos Produtivos). Universidade Federal de Santa Maria. Quaraí, 2014

SCHMIDHEINY, S. Mudando o rumo: uma perspectiva global de empreendedorismo para o desenvolvimento e o meio ambiente. **Fondo de Cultura Económica**, 1992. México: MIT Press, 1992.

SCHNEIDER, V. E.; PERESIN, D.; TRENTIN, A. C.; BORTOLIN, T. A.; SAMBUICHI, R. H. R. Diagnóstico dos resíduos orgânicos do setor agrossilvopastoril e agroindústrias associadas. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Anais...** Brasília: Ipea, 2012. 134 p. (Relatório de pesquisa).

SCHULTZ, G. **Boas práticas ambientais na suinocultura**. Porto Alegre: SEBRAE, 2007.

SEGANFREDO, A. M. **Gestão ambiental na suinocultura**. Brasília: Embrapa Brasília, 2007. (Informação Tecnológica).

SEHNEN, S.; LAZZAROTTI, F.; BENCKE, F. F. Práticas sustentáveis e eco-inovações adotadas por empresas industriais. **International Journal of Innovation**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 42-58, jul./dez. 2016.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 23. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

SHEKDAR, A. V.; CHAERUL, M.; TANAKA, M.; Gestão municipal de resíduos sólidos na Indonésia: *status* e ações estratégicas. Okayama University. **Journal of the Faculty of Environmental Science and Technology**, v. 12, n. 1, p. 41-49, 2007.

SHEKDAR, A. V. Gestão sustentável de resíduos sólidos: uma abordagem integrada para países asiáticos. **Waste Management**, v. 29, p. 1438-1448, 2009.

SILVA, N. A. **Construção e operação de biodigestor**: modelo chinês. Brasília: Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural – Embrater, 1983. (Manual Técnico).

SILVA, S. M.; YAMAGUCHI, C. K.; VIEIRA, A. C. P. Perspectivas daecoinovação nas organizações. In: CONGRESSO SULCATARINENSE DE ADMINISTRAÇÃO E COMÉRCIO EXTERIOR, 1., 2017, Criciúma, SC. **Anais...** Criciúma, SC: Universidade Estadual de Santa Catarina, 2017.

SILVA, A. R.; CIRANI, C. B.S. Viabilidade econômica e benefícios ambientais de tecnologia aplicada a biodigestores em empresas processadoras de mandioca do Paraná. **Revista Eletrônica de Estratégia & Negócios**, Florianópolis, v. 9, n. 3, set./dez. 2016.

SOUZA, G. **Organização empresarial e sustentabilidade financeira: estudo de caso em granjas suínas localizadas no Vale do Piranga, MG.** 2017. 112 f. Dissertação (Mestrado em Administração). Centro Universitário Unihorizontes, Belo Horizonte. 2017.

SOUZA, S. N. M.; PEREIRA, W. C.; NOGUEIRA, C. E. C.; SORDI, A. A. P. A. Custo da eletricidade gerada em conjunto motor gerador utilizando biogás da suinocultura. **Acta Scientiarum Technology**, Maringá, PR, v. 26, n. 2, 2004.

STRASSBURG, U.; OLIVEIRA, N. M.; ROCHA, W. F. JR. Cadeia do Biogás no Oeste do Paraná: À Luz da Nova Economia Institucional. **Revista de Estudos Sociais**, Cuiabá, n. 34, v. 17, dez. 2015.

SWEARINGIN, M. L.; SEDIYAMA, T. **VIÇOJA, nova variedade de soja para a região central do Brasil.** Viçosa, MG: Universidade Rural do Estado de Minas Gerais, 1969.

SWEARINGIN, M. L.; SEDIYAMA, T. **Mineira, nova variedade de soja para a Região Central do Brasil.** Brasília: Embrapa Cerrados, 1976.

TENÓRIO, F. G. Gestão social: uma perspectiva conceitual. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, EBAPE/FGV, v. 32, n. 5, p. 7-23, set./out. 1998.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação.** São Paulo: Atlas, 1987.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração.** São Paulo: Atlas, 2009.

YIN, R. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZAGO, S. **Potencialidade de produção de energia através do biogás integrada à melhoria ambiental em propriedades rurais com criação intensiva de animais, na região do meio oeste catarinense.** 2003. 103 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, SC, 2003.

ZANELLA, M. G. **Ambiente institucional e políticas públicas para o biogás proveniente da suinocultura.** 2012. 95 f. Dissertação (Mestrado em Bioenergia) Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Toledo, 2012.

## APÊNDICES

APÊNDICE A – Roteiro de Entrevistas.....	138
APÊNDICE B – Roteiro de Observações.....	139

## APÊNDICE A – Roteiro de Entrevistas

- 1 Há quanto tempo desenvolve a suinocultura intensiva?
- 2 O empreendimento recebe assistência técnica: própria, profissional ou serviços de extensão rural de alguma instituição oficial? Está licenciado?
- 3 Qual o tipo de criação praticado: UPL, UCC ou UPT?
- 4 A suinocultura é do tipo independente ou do tipo integrado?
- 5 Quantas matrizes e reprodutores compõem o rebanho?
- 6 Quantos suínos estão em fase de produção e terminação?
- 7 Há controle dos índices técnicos de produtividade?
- 8 Os índices de conversão alimentar dos animais se mostram dentro da média dos padrões convencionais?
- 9 O ciclo e peso de terminação dos animais se situam em torno da média-padrão?
- 10 Há controle do volume gasto e da qualidade da água utilizada na criação para bebedouros e higienização das instalações?
- 11 Utilizam-se biodigestores para o tratamento dos dejetos há quanto tempo?
- 12 Quais são as motivações do uso, vantagens e limitações do modelo utilizado?
- 13 Quais são as motivações do não uso?
- 14 Utilizam lagoas de decantação? Quantas estão em uso? São revestidas?
- 15 Utilizam esterqueiras, bioesterqueiras, cama sobreposta ou compostagem?
- 16 Praticam a técnica da fertirrigação na destinação final dos dejetos? Em quais culturas, onde se localizam e quais os resultados obtidos?
- 17 A motivação da atual gestão tecnológica dos dejetos se justifica por imposições legais, fins ambientais, objetivam lucros?
- 18 São desenvolvidas outras atividades produtivas na propriedade?
- 19 O proprietário exerce outras profissões além da suinocultura? Há gestão familiar?
- 20 Quantas pessoas trabalham na atividade e residem no imóvel?
- 21 Quanto é o custo médio mensal da energia elétrica na propriedade?
- 22 A remuneração do produto é estável, ascendente, compatível com os custos e quais são os insumos mais onerosos?
- 23 Na sua percepção, os resultados demonstrados pelo empreendimento motivam a ampliação do negócio?

## **APÊNDICE B – Roteiro de Observações**

- 1** Situação locacional das granjas em relação à dimensão legal do estudo;
- 2** Locais da destinação final do efluente: curso d'água ou fertirrigação;
- 3** Existência e funcionamento e condições de uso de lagoas de decantação, esterqueiras, bioesterqueiras, compostagem e, ou, biodigestores anaeróbicos.