

II-347 - PANORAMA DO TRATAMENTO DE EFLUENTES DE SUINOCULTURA EM MINAS GERAIS: TECNOLOGIAS APLICADAS E POTENCIAL DE APROVEITAMENTO ENERGÉTICO

Ludmila Ladeira Alves de Brito⁽¹⁾

Bióloga pela Universidade Federal de Minas Gerais, mestre em Meio Ambiente, Saneamento e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais e doutoranda em Engenharia Ambiental na Universidade Federal de Ouro Preto.

Paulo Henrique de Miranda Cordeiro

Engenheiro Químico pela UFMG, mestrando em Engenharia Ambiental na Universidade Federal de Ouro Preto

Helena Guimarães Cordeiro

Engenheira Sanitária e Ambiental pelo Centro Universitário do Leste de Minas Gerais e Ecóloga pelo Centro Universitário de Belo Horizonte

Endereço⁽¹⁾: Rua 3, 39. apto 302 – Lagoa, Ouro Preto/MG. CEP: 35400-000.

RESUMO

A suinocultura tem sido uma estratégia de negócio favorável mundialmente com destaque para países em desenvolvimento, sendo que no Brasil, a produção de carne suína ocupa o quarto lugar mundial. No entanto, os impactos associados a suinocultura são alvo de constante preocupação, seja do poder público, comunidade acadêmica ou organizações sociais. O controle ambiental destas atividades se faz necessário em virtude do alto potencial poluidor de seus efluentes, e o desafio de coadunar o crescimento da produção e a qualidade ambiental do seu entorno ainda é fator a ser considerado pelo setor. Os dados relativos à contribuição do setor agropecuário na emissão de Gases de Efeito Estufa (aproximadamente 20%), mostram a importância do controle deste setor e o potencial de redução de emissão que este controle pode dar. Neste contexto, esse trabalho pretendeu avaliar o *status quo* do tratamento de efluentes de suinocultura em Minas Gerais, identificando as tecnologias mais usadas, sua eficiência e as alternativas de disposição final. Paralelamente, foram feitas estimativas do potencial de aproveitamento energético do biogás produzido em virtude da sua grande utilização entre os produtores. Para construir o panorama do tratamento de efluentes de suinocultura em Minas Gerais, foram utilizados os dados disponíveis no SIAM/MG, referente à regularização ambiental dos empreendimentos de suinocultura ciclo completo. Todos os registros relacionados a este código, num total de 712, foram verificados e categorizados de acordo os seguintes parâmetros: Município; Superintendências regionais administrativas (divisão administrativa do estado de Minas Gerais para fins de gestão ambiental pública); Tipo de licença solicitada ou emitida; Disponibilidade de estudo ambiental ou outro documento que possa apresentar as características do empreendimento referentes ao tratamento de efluentes. Foram acessados 177 documentos disponíveis no sítio eletrônico do SIAM, sendo a maioria deles estudos ambientais. Todos estes foram analisados no que concerne à forma de tratamento, tendo sido identificados: tipo de tratamento; o volume de efluente tratado; o tempo de detenção hidráulica do sistema; e os resultados de eficiência de tratamento. Os resultados indicam que a maior parte das suinoculturas que são de competência do estado são regularizadas por meio de licenciamento simplificado. daquelas para as quais foi possível se obter dados, foi observado que as principais técnicas de tratamento são as lagoas, e sua associação com biodigestores, e a disposição final mais utilizada é a fertirrigação. A qualidade dos efluentes foi bastante variável, bem como a eficiência dos sistemas, geralmente operados de maneira simplificada pelos empreendedores. Por fim, os dados obtidos não permitiram uma definição precisa do potencial de aproveitamento energético do biogás gerado nos sistemas avaliados, mas indicam um alto potencial de aproveitamento tanto para pequenos quanto para grandes produtores.

PALAVRAS-CHAVE: Suinocultura, biodigestor, licenciamento ambiental, biogás.

INTRODUÇÃO

A suinocultura em Minas Gerais, corresponde hoje a 13,8% da produção nacional, colocando o estado como 4º maior produtor, atrás apenas dos estados da região sul (IBGE,2015). O controle ambiental destas atividades, já prevista na regulamentação ambiental estadual se faz necessário em virtude do alto potencial poluidor de seus efluentes, e o desafio de coadunar o crescimento da produção e a qualidade ambiental do seu entorno ainda é fator a ser considerado pelo setor (Palhares e Calijuri, 2007).

Os dados relativos à contribuição do setor agropecuário na emissão de Gases de Efeito Estufa (aproximadamente 20%), mostram a importância do controle deste setor e o potencial de redução de emissão que este controle pode dar. De acordo com Konzen (2005), o potencial da suinocultura de contribuir com a redução de emissão, em virtude das características de seu efluente, chamou a atenção de empresas que investiram em MDL para a comercialização de créditos de carbono em mercados internacionais. Com isso, a tecnologia de biodigestão foi difundida no estado, aumentando o controle da poluição causada por estes produtores, e abrindo fronteiras para novos aproveitamentos deste efluente além da fertirrigação.

OBJETIVO

Neste contexto, esse trabalho pretendeu avaliar o *status quo* do tratamento de efluentes de suinocultura em Minas Gerais, identificando as tecnologias mais usadas, sua eficiência e as alternativas de disposição final. Paralelamente, foram feitas estimativas do potencial de aproveitamento energético do biogás produzido, em virtude da sua grande utilização entre os produtores.

METODOLOGIA

Para construir o panorama do tratamento de efluentes de suinocultura em Minas Gerais, foram utilizados os dados disponíveis no SIAM/MG – Sistema de Informações Ambientais de Minas Gerais, referente à regularização ambiental dos empreendimentos de suinocultura ciclo completo, cujo código na DN74 é G-02-04-6. Todos os registros relacionados a este código, num total de 712, foram verificados e categorizados de acordo os seguintes parâmetros:

- Município;
- Superintendências regionais administrativas (divisão administrativa do estado de Minas Gerais para fins de gestão ambiental pública);
- Tipo de licença solicitada ou emitida;
- Disponibilidade de estudo ambiental ou outro documento que possa apresentar as características do empreendimento referentes ao tratamento de efluentes.

Foram acessados 177 documentos disponíveis no sítio eletrônico do SIAM, sendo a maioria deles estudos ambientais. Todos estes foram analisados no que concerne à forma de tratamento, tendo sido identificados:

- Tipo de tratamento;
- tempo de detenção hidráulica do sistema;
- volume de efluente tratado;
- resultados de eficiência de tratamento.

Todos os processos para os quais haviam estudos ou pareceres disponíveis foram considerados, independente do status do licenciamento ambiental (licença concedida ou indeferida, em análise técnica ou arquivado). Cabe ressaltar que foram utilizados como referência os documentos mais recentes do processo com as informações disponíveis.

A partir destes dados, construiu-se um panorama do tratamento de efluentes de suinocultura em Minas Gerais, avaliando-se a sua distribuição geográfica, as principais tecnologias utilizadas, e o potencial poluidor do setor.

Para avaliação do potencial de aproveitamento energético destes efluentes, considerando-se os dados referentes à carga orgânica a ser tratada anaerobicamente e o tipo de tratamento utilizado, .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Distribuição em MG

Dos 712 registros para suinocultura de ciclo completo, 547 se referiam a processos de licenciamento ambiental (sendo 22 destes processos em duplicata), 30 tratam de autos de infração, 32 de pedidos de outorga (somente), 2 são elementos testes do próprio sistema, 102 são processos não formalizados (apenas consulta via FOBI), e 1 estava cadastrado erroneamente.

Aqueles que tratam de autos de infração ou de outorga não apresentam documentos ou dados que permitam analisar as características do empreendimento, com exceção do município a que pertencem, tendo sido analisados apenas sob o aspecto da distribuição dos empreendimentos em MG, ilustrada na Figura 1. Os processos não formalizados não foram considerados neste trabalho.

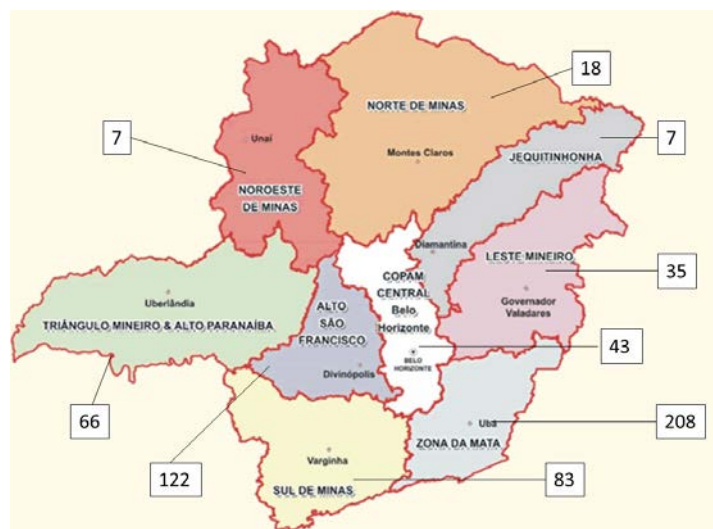


Figura 1: Distribuição dos processos de regularização ambiental de suinocultura cadastrados na SEMAD, no território mineiro.

As suinoculturas de ciclo completo em processo de regularização ambiental estão localizadas em 218 municípios de Minas Gerais, distribuídos por todas as URCs do estado, conforme Figura 1. A maior parte dos processos concentra-se na zona da mata, seguida do Sul de Minas e do Triângulo Mineiro. É importante ressaltar que se trata aqui do número de processos de regularização, que costumam ser individualizados por empreendimentos, mas que não necessariamente englobam todos os produtores do estado, considerando, por exemplo, que criações com menos de 50 cabeças não são submetidas a licenciamento ambiental, sendo regularizadas apenas com Certidão de Dispensa, que não são publicizadas pela SEMAD. Ainda, alguns municípios em Minas estão autorizados a realizar o licenciamento ambiental de unidades em suas jurisdições, e estes processos não estão disponíveis via rede mundial de computadores, como é o caso de Uberlândia, no Triângulo Mineiro; de acordo com Nascimento e Rodrigues (2012), 26 empreendimentos estavam submetidos à regularização ambiental em Uberlândia, frente a 671 unidades suinocultoras identificadas no censo agropecuário de 2006. Esses dados são distintos daqueles publicados pela Pesquisa Pecuária Municipal de 2015 (IBGE, 2015), pois estes são apurados por número de cabeças, e indicam que a região do triângulo é a maior produtora de suínos em MG.

Na Tabela 1 se encontram os municípios com 5 ou mais processos de licenciamento ambiental, excluindo-se aqui os processos abertos em virtude de autos de infração e outorga.

MUNICÍPIO	TOTAL	MUNICÍPIO	TOTAL
Pará de Minas	33	Alvinópolis	8
Urucânia	25	Piedade de Ponte Nova	8
Ponte Nova	18	Raul Soares	8
Jequeri	16	São José da Varginha	8
Rio Casca	14	Carmo do Paranaíba	7
Piranga	12	Santa Cruz do Escalvado	7
Santo Antônio do Grama	12	Boa Esperança	6
Passos	11	Abre Campo	5
Patrocínio	11	Machado	5
Conceição do Pará	9	Matipó	5
Oratórios	9	Nova Era	5
Patos de Minas	9	Onça do Pitangui	5

Tabela 1: Municípios com mais de 5 processos de licenciamento ambiental em MG.

Dados disponíveis no sistema

Dos 525 processos de regularização, 320 foram conduzidos da forma simplificada, com emissão da Autorização Ambiental de Funcionamento. Na norma estadual, essa classificação se dá pelo cruzamento entre o porte da tipologia (Médio, para suinocultura de ciclo completo), e o número de cabeças da granja, conforme Figura 2.

G-02-04-6 Suinocultura (ciclo completo).		Potencial poluidor/degradador geral da atividade		
Pot. Poluidor/Degradador: Ar: M Água: G Solo: M Geral: M		P	M	G
Porte: 50 ≤ Número de cabeças < 1.000	: pequeno	1	1	3
1.000 ≤ Número de cabeças < 30.000	: médio	2	3	5
Número de cabeças ≥ 30.000	: grande	4	5	6

Art. 1º - Os empreendimentos e atividades modificadoras do meio ambiente sujeitas ao licenciamento ambiental no nível estadual são aqueles enquadrados nas classes 3, 4, 5 e 6, conforme a lista constante no Anexo Único desta Deliberação Normativa /	
Art. 2º - Os empreendimentos e atividades listados no Anexo Único desta Deliberação Normativa, enquadrados nas classes 1 e 2, considerados de impacto ambiental não significativo, ficam dispensados do processo de licenciamento ambiental no nível estadual, mas sujeitos obrigatoriamente à autorização de funcionamento pelo órgão ambiental estadual competente /	

Figura 2: Determinação do Tipo de Licenciamento Ambiental de Suinocultura, conforme DN 74/04.

O licenciamento simplificado não demanda apresentação de estudos ou documentos que caracterizem o empreendimento, e, portanto, não é possível se identificar o tipo de tratamento dado aos efluentes a partir destes processos.

Dos 205 processos de licenciamento restantes, foi possível se obter os estudos ambientais em 174, e em 3 ocasiões as informações foram retiradas de Pareceres Únicos emitidos pela SUPRAM responsável pelo licenciamento, totalizando 177 fontes distintas de dados utilizadas. Dentro destes 174, 3 dos documentos disponíveis não continham os dados utilizados por este trabalho para caracterizar os sistemas de tratamento.

Sistemas de Tratamento

O efluente líquido da suinocultura é constituído por fezes, urina, água desperdiçada por bebedouros e utilizadas na higienização, resíduos de ração, pelos, carcaças, poeiras e outros matérias decorrentes do processo produtivos. Tem, portanto, elevados valores de DQO, DBO, fósforo, cobre, zinco, nitrogênio na forma orgânica e amoniacal além de indicadores de contaminação fecal, como os coliformes fecais e ovos de helmintos. As suas características, apresentadas na Tabela 2, compiladas de 33 dos estudos avaliados, são extremamente variáveis, bem como os parâmetros utilizados para sua caracterização.

Parâmetros (mg/L)	Máximo	Mínimo	Média
DBO	31500	1439	9429
DQO	65950	2361	19600
P	932	9	204
N amon.	1600	0	604
N total	8600	4	1942
SST	60780	10	11031
SSED	600	0	175
Zn	130	0	31
Cu	171	1	31

Tabela 2: Caracterização do efluente de suinocultura conforme dados dos estudos ambientais avaliados.

Mesmo com a grande variação, é possível destacar como principais características deste efluente as altas concentrações de matéria orgânica e altos valores de sólidos em suspensão. Essas características, aliadas a presença de nitrogênio e fósforo em boas quantidades (ainda que a relação C:N:P também varie muito), direcionam o tratamento dos efluentes para processos biológicos, em diversas modalidades. Em virtude da simplicidade operacional, o tratamento por meio de lagoas de estabilização em suas diferentes variantes, se configurava como principal opção de tratamento, principalmente entre os pequenos produtores de suínos.

No entanto, com a assinatura do protocolo de Kyoto, durante a primeira década do século XXI algumas empresas investiram na implantação de biodigestores para coleta, mensuração e queima dos gases de efeito estufa, com destaque para o CH₄, com a intenção de comercializar esses créditos de carbono nas bolsas internacionais.

O biodigestor tem características de construção simples, normalmente com cobertura de lona comum, e em boa parte dos casos, área escavada no solo protegida com geomembrana de PEAD. As dimensões variam bastante entre as unidades licenciadas, tendo sido inclusive identificadas lagoas anaeróbias que foram transformadas em biorreatores pela simples adição da cobertura e equipamento para queima ou coleta de gás. De acordo com Konzen (2005), os projetos implantados na primeira década do século em Minas Gerais, com o objetivo de comercialização de créditos de carbono, tiveram como principal parâmetro de projeto o Tempo de Detenção Hidráulica, de aproximadamente 30 dias.

Com isso, um grande número de empreendimentos de suinocultura incorporou essa tecnologia em suas granjas, substituindo ou complementando as existentes. A Figura 3 mostra a distribuição do tipo de tratamento entre os empreendimentos avaliados. É interessante notar que, no que se refere principalmente aos sistemas de lagoas (que variaram de 1 a 12 lagoas em sequência), não há uma justificativa para o tamanho ou mesmo para o número de unidades, e poucas referências à dimensionamento baseado no volume de geração de efluentes foi identificada. Essa ausência de especificação se deve não só a falta de critério para adoção dos *lay-out* dos tratamentos, mas também aos documentos em análise, cujo foco principal é o desempenho ambiental do empreendimento, e não especificamente o tratamento dos efluentes líquidos.



Figura 3: Distribuição dos processos de tratamento dos efluentes da suinocultura.

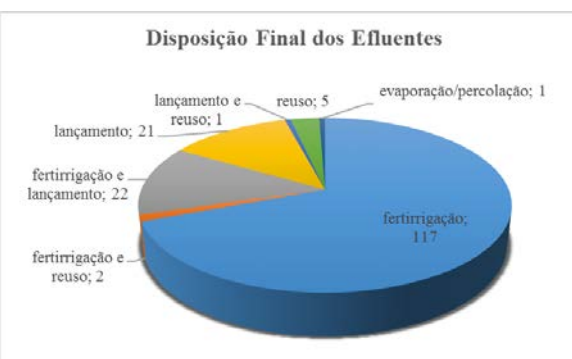


Figura 4: Distribuição dos processos de tratamento dos efluentes da suinocultura.

Em relação ao tratamento preliminar, em todas as granjas identificou-se uma unidade de equalização, por diversas vezes com função de agregar os efluentes coletados em diversos pontos da propriedade. Além disso, em 26% dos estudos (45) foi indicada a utilização de alguma unidade de separação de sólidos, dividida entre simples caixas de sedimentação (46%) e peneiras rotativas (48%). Nesses casos o resíduo é direcionado para compostagem e sempre reaproveitado na própria fazenda. Foi identificada ainda duas utilizações de Ecofiltro e uma utilização de filtro prensa para a separação de sólidos.

A destinação final do efluente também varia entre as propriedades, e sua distribuição está indicada na Figura 4. A preferência pela fertirrigação se dá pela possibilidade de correção dos solos utilizados principalmente como pastagem (embora tenham sido identificadas aplicações em áreas de cultivo e eucaliptos), o que significa um reaproveitamento intenso dos insumos gastos na propriedade. Poucos estudos apresentaram projeto de fertirrigação propriamente dito, mas a maioria mostra a distribuição do volume por área e a frequência da aspersão. Para monitorar o impacto desta disposição, que alguns estudos consideram como etapa final do tratamento, são feitos monitoramento de parâmetros chave no solo, e em alguns casos, nos corpos d'água mais próximos as áreas que recebem a fertirrigação com frequência.

Como parâmetro de comparação operacional entre os sistemas avaliados, o Tempo de Detenção Hidráulica foi levantado nos estudos, tendo sido informado em 99 deles. A Figura 5 ilustra a grande variação entre os sistemas utilizados – de 15 a 311 dias, indicando que, da mesma maneira que a escolha do tipo de tratamento e da dimensão das unidades, a sua operação é mais calcada na experiência (ou conveniência) dos operadores do que em estudos de eficiência dos sistemas. A maior parte dos sistemas trabalha entre 50 e 80 dias de TDH.



Figura 5: Número de empreendimentos por faixa de TDH.

Com relação a eficiência de remoção dos principais poluentes monitorados, baseado nos dados de 33 estudos avaliados, observou-se que há uma grande variação, que não pode ser associada ao tipo de tecnologia empregada, pois a variação destes valores entre unidades de tratamento semelhantes também é grande. É interessante observar que a medida que o sistema se torna menos eficiente (normalmente associada a perda de sólidos no efluente final), alguns produtores optam por substituir unidades ou mesmo adicionar novas unidades a jusante, ao invés de buscar otimizar o tratamento existente.

A principal eficiência dos sistemas, biológicos em essência, é na remoção de matéria orgânica; no entanto, a falta de cuidado operacional (critérios inexistentes para operação dos sistemas) e manutenção das unidades por vezes promove uma concentração de nutrientes em relação ao efluente inicial. Em relação aos biodigestores, observou-se que, apesar da eficiência prometida por alguns fabricantes de até 96% de remoção da carga orgânica, foram relatadas eficiências em torno de 60% (dados obtidos junto aos estudos ambientais).

O excesso de nutrientes pode ser bem aproveitado na fertirrigação, caso seja bem planejada e realizada; no caso de lançamento no corpo d'água o impacto ambiental pode ser significativo, pois pode promover a eutrofização do mesmo. Para se mensurar os efeitos do lançamento desse efluente no solo, todos os produtores que utilizam essa técnica de disposição final fazem acompanhamento da qualidade do solo, com frequência variada, mas semestral na maioria dos casos. Já para os cursos d'água a frequência de monitoramento oscilou entre semestral e anual, o que certamente não dá uma visão muito precisa dos impactos daquele lançamento específico sobre o corpo d'água receptor, mas atende às condicionantes ambientais listadas nas licenças, relacionadas à manutenção da qualidade dos recursos hídricos receptores.

PARAMETROS	MÁXIMO	MÍNIMO	MÉDIA
DBO	99,87	67,05	91,03
DQO	99,88	60,96	87,35
P	95,64	-217,16	-
N amon.	96,72	-315,74	-
N total	99,92	-329,58	-
SST	99,58	28,44	89,75
SSED	100	39,62	86,94
Zn	100	45,98	77,93
Cu	98,85	30,38	83,15

Tabela 3: Variação da eficiência de remoção dos principais parâmetros nos estudos avaliados.

Potencial Poluidor

Considerando que a fiscalização e exigência de sistemas de tratamento e seu monitoramento em MG só ocorre no âmbito do licenciamento ambiental, e não em sua versão simplificada, o alto número de empreendimentos regularizados por meio de Autorização Ambiental de Funcionamento – AAF (aproximadamente 61%), e o potencial poluidor das atividades de suinocultura pode dar uma indicação do risco de contaminação ambiental em pequenas e médias propriedades em Minas Gerais. Mesmo os municípios que são responsáveis pelo licenciamento em seus territórios costumam seguir a regulamentação estadual, amplificando então o risco de contaminação.

Os dados referentes aos efluentes gerados pela suinocultura nos estudos podem ser resumidos conforme Tabela 4, abaixo. A grande variação entre os dados dos diversos estudos pode se dever, entre outros fatores, a (a) diferença no tipo de tratamento entre as diversas unidades; (b) diferenças nas condições de operação e de manutenção das unidades de tratamento de efluentes; (c) condições ambientais e características da produção no dia da coleta; (d) tipos de insumos utilizados na produção; (e) mistura deste efluente com outros na propriedade; dentre outros.

PARAMETROS	MÁXIMO	MÍNIMO	MÉDIA
DBO	2207	38	644
DQO	7372	62	1544
P	1395	3	90
N amon.	763	5	386
N total	5600	1	833
SST	3950	0	3304
SSED	375	0	17
Zn	14	0	3
Cu	16	0	2

Tabela 4 – Característica dos efluentes finais obtidas em 33 estudos ambientais avaliados.

Mesmo que os valores de remoção estejam de acordo com a legislação vigente, no que se refere a matéria orgânica percebe-se as altas concentrações presentes no efluente, sendo que 25% dos produtores lançam seus efluentes nos cursos d'água.

Ainda, observou-se alguns resultados que indicam que há concentração de nutrientes no tratamento, ao invés de sua remoção. Embora não tenha possível se correlacionar essas ocorrências a tipos específicos de tratamento, a falta de manutenção e acompanhamento do sistema pode ser considerada a principal causa deste desvio. Efluentes com valores altos de nutrientes são extremamente deletérios para os cursos d'água que os recebem, ou mesmo para aqueles que recebem contribuição difusa a partir da drenagem dos terrenos fertirrigados.

Em relação aos patógenos, a adição do biorreator ao tratamento é extremamente benéfica à qualidade do efluente, e inclusive possibilita a sua aplicação na fertirrigação. Massoti (2002) utilizando dados de outros autores indica que tempos de digestão e temperaturas inferiores àquelas alcançadas pelos biodigestores aplicados nos empreendimentos suinocultores aqui avaliados, já tem eficiências muito altas de remoção de patógenos.

Organismos	Temperatura (°C)	Tempo de digestão (Dias)	Destruídos (%)
Poliovirus	35	2	98,5
<i>Salmonella spp.</i>	2 a 37	6 a 20	82-98
<i>Salmonella typhosa</i>	22 a 37	6	99
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	30		100
<i>Ascaris</i>	29	15	90
Cistos de parasitos	30	10	100

QUADRO 1 – Remoção de patógenos na biodigestão.

Fonte: Massoti, 2002.

Ainda que alguns tratamentos alcancem excelentes percentuais de remoção de contaminantes, o potencial poluidor dos efluentes de suinocultura é extremamente alto. Há que se refletir que a necessária submissão ao licenciamento ambiental é fator indutor de melhorias nos processos de tratamento, considerando que dá visibilidade à propriedade pelo órgão ambiental, e que a ausência de sistemas de redução das cargas contaminantes não é passível de aprovação pelo órgão de controle. Portanto, é necessário que se intensifiquem as fiscalizações realizadas em empreendimentos submetidos apenas a AAF para reduzir o impacto dessas produções no ambiente em que se inserem.

Avaliação do potencial de aproveitamento energético

A utilização de biodigestores para o tratamento de efluentes de alta carga orgânica possibilita a coleta dos gases emitidos pela decomposição anaeróbia, principalmente CH₄ e CO₂, e seu direcionamento, seja para queima, seja para aproveitamento para a geração de energia. Dos 102 empreendimentos que utilizam biodigestores, apenas 2 utilizam o gás canalizado para a geração de energia, sendo que os demais queimam o gás em flaires.

Várias reportagens têm sido veiculadas sobre a possibilidade de reutilização do biogás para a geração de energia em propriedades suinocultoras. A revista Passo a Passo, do SEBRAE Minas, em sua edição de Fev./Mar.2017, traz a experiência de três granjas mineiras que vem utilizando o biogás produzido no tratamento de efluentes para a produção de energia, utilizada na própria propriedade.

A energia elétrica pode ser gerada a partir do biogás por meio de diferentes sistemas; no entanto, devido a sua alta eficiência, o sistema de cogeração de energia elétrica e térmica, chamado CHP, tem sido o mais testado e recomendado pela literatura especializada. Esses sistemas possuem elevada eficiência de conversão do biogás em energia, apresentando comumente eficiências de energia de aproximadamente 85% (CANO et al., 2015).

O que dificulta o aproveitamento da energia a partir do biogás é o alto investimento inicial da estrutura requerida para geração e destinação da energia elétrica. No entanto, em virtude dos compromissos assumidos pelo Brasil no Protocolo de Paris (redução de 37% das emissões até 2020 e 43% das emissões até 2030), e a situação instável do setor energético brasileiro, que direciona cada vez mais o olhar para outras fontes renováveis de energia, existem vários programas e linhas de financiamento destinadas a auxiliar produtores a implantar estes sistemas.

Para avaliar o potencial de aproveitamento do biogás dos empreendimentos suinocultores levantados neste trabalho, pensou-se inicialmente em utilizar os dados de DQO apresentados no corpo dos estudos. No entanto, como estes dados são gerados com o objetivo de mensurar a qualidade do efluente e a eficiência do sistema de tratamento, sua utilização poderia enviesar os resultados de geração de biogás. Para avaliar o percentual convertido de matéria orgânica em biogás, as análises deveriam ser realizadas com maior frequência (mais de uma vez na semana - APHA, 2005). Nesse cenário, considera-se que uma parte da DQO consumida é destinada ao crescimento celular dos microrganismos do biorreator, e o valor restante corresponde então ao biogás gerado no sistema.

Na FIGURA 6, abaixo, está ilustrada a variação da DQO afluente e dos percentuais removidos pelos tratamentos propostos. A grande variação entre estes dados também dificulta a generalização do potencial de geração para este tipo de tratamento.

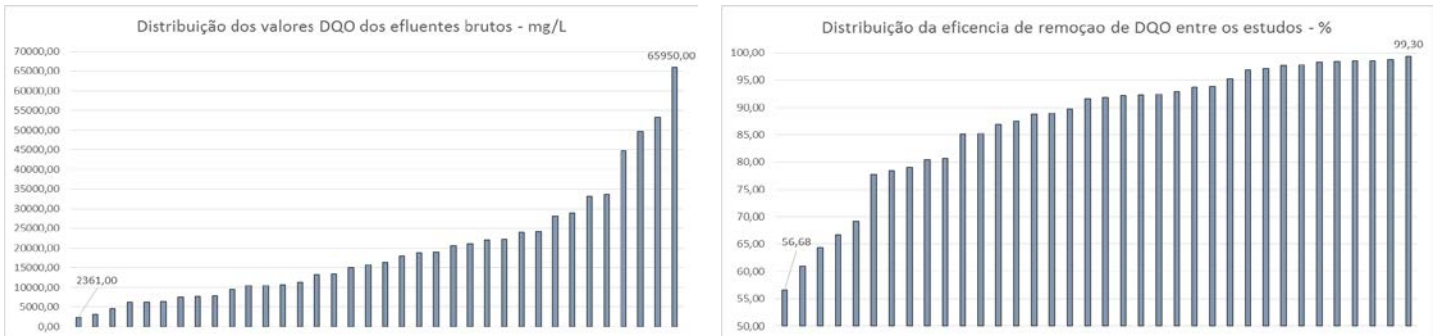


FIGURA 6 – Valores de DQO no efluente bruto e das remoções em 33 estudos ambientais. Os dados estão ordenados por grandeza, e os valores de remoção não correspondem à ordem dos valores brutos apresentados.

Em um dos estudos ambientais utilizados, o biorreator programado para atender ao efluente de um plantel de 750 matrizes teria a vazão estimada de 120m³/dia de CH₄. Considerando-se o CHP como técnica utilizada para o reaproveitamento deste biogás, seria possível gerar de energia elétrica aproximadamente 400kWh/dia, isso representaria uma economia anual de mais de R\$45.000,00.

Por outro lado, de acordo com Ferreira (2013), o consumo diário de uma família rural de 5 pessoas para manter itens básicos em uma casa que possui um sistema capaz de utilizar diretamente o biogás como força motriz, seria de aproximadamente 30 m³ de metano por dia. Considerando-se um valor conservador de produção de biogás de 0,19m³/dia/animal (BGS, 2013), para garantir a autossuficiência da propriedade, seriam necessários, no mínimo, 158 matrizes de suínos, ou então, 333 suínos – terminação. Qualquer excedente poderia ser negociado na forma de crédito carbono ou ser enviado diretamente às termelétricas.

A FIGURA 7, abaixo, indica a distribuição do número de matrizes por unidade produtora conforme informado em 53 dos estudos avaliados (os demais não apresentaram tal dado). A unidade produtora com menor número de matrizes dentre estas contava com 350 cabeças, o que garante que todos os empreendimentos suinocultores passíveis de licenciamento tenham potencial de aproveitamento do biogás, seja diretamente na propriedade, seja para a produção de energia.

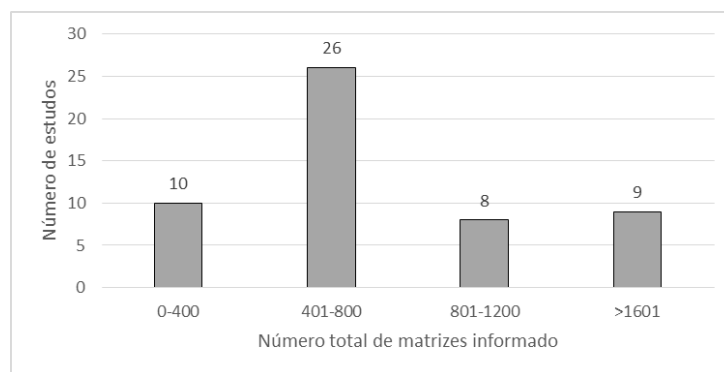


FIGURA 7 – Distribuição do número de matrizes por unidade produtora

Vale destacar que a referência de volume de biogás gerado por cabeça varia grandemente na literatura, e que esta é apenas uma estimativa conservadora utilizada para fornecer um panorama geral do potencial de reaproveitamento do biogás gerado pelo tratamento dos efluentes da suinocultura.

CONCLUSÕES

A suinocultura em Minas Gerais tem grande importância econômica, e o estado se destaca não só no abastecimento do mercado nacional como no internacional no fornecimento desta proteína animal. No entanto,

o potencial poluidor da atividade é alto se não forem praticadas as medidas devidas. EM Minas Gerais, baseado nos dados do licenciamento ambiental estadual, a maioria dos produtores vem utilizando biodigestores anaeróbios, seguido de polimento por lagoas de estabilização que podem ser anaeróbias, aeróbias ou facultativas, seguida em sua grande maioria por aplicação no solo – fertirrigação. A simplicidade construtiva e operacional das duas unidades justifica sua aplicação, e sua eficiência, apesar de muito variável, tem atendido ao método de disposição final mais utilizado. Aliada a melhor qualidade ambiental promovida pelo biodigestor, uma vez que permite a queima dos gases geradores de efeito estufa, existe um potencial de aproveitamento energético que pode ser explorado por estes produtores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA/AWWA/WEF. EATON, A.D (2005).; et al. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21^ª ed. Washington: American Public Health Association. 1082 p
2. BGS. Cálculo de Produção de Biogás. 2013. Disponível em <http://bgsequipamentos.com.br/blog/calculo-de-producao-de-biogas-2/>. Acessado em 15 de maio de 2017.
3. CANO, R. PEREZ-ELVIRA, S.I; FDZ-POLANCO, F. Energy feasibility study of sludge pretreatments: A review. Applied Energy, v.149, p:176-185, 2015.
4. FERREIRA, L.F.F., MAFIA, V., PARENTONI, R., ABDUANI, L., ROSA, A.P. Análise da eficiência do sistema de tratamento de efluentes no sítio boa vista, Granja Piglândia. Anais V SIMPAC - Viçosa-MG, v.5, n.1, p. 1-8, 2013.
5. IBGE. Produção da pecuária municipal. Rio de Janeiro, v. 43, p1-49, 2015.
6. KONZEN, E.A. Impactos ambientais da suinocultura no município de Uberlândia (MG): possibilidades de sua mitigação por meio do uso de biodigestores. ARigo Técnico, 2005. Disponível em https://docsagencia.cnptia.embrapa.br/suino/docs/publicacao_e9i43x7i_biodigestor_docs.pdf. Acessado em 03 de janeiro de 2017.
7. MASSOTTI, Zemiro. Viabilidade técnica e econômica do biogás em nível de propriedade. Artigo Técnico 2002. Disponível em http://ambienteduran.eng.br/system/files/publicador/PUBLICACOES/BIOGAS_Massotti.pdf. Acesso em 12 de dezembro de 2016.
8. 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** Uberlândia v. 13, n. 43, 2012
9. PALHARES, J.C.P & CALIJURI, M.C. Caracterização dos afluentes e efluentes suínolas em sistemas de crescimento/terminação e qualificação de seu impacto ambiental. **Ciência Rural**, v.37, n.2, 2007.