

Empresa de Pesquisa Energética – EPE
Diretoria de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais – DEA
Superintendência de Estudos Econômicos e Energéticos – SEE
Nº EPE-DEA-IT 002/2019
Rio de Janeiro, 21 de agosto de 2019

Introdução

A melhoria da qualidade de vida e a modernização da agropecuária levam a um maior consumo energético, sobretudo de energia elétrica.

Os estabelecimentos agropecuários, por estarem ligados, geralmente, a uma única linha de distribuição, estão mais sujeitos a falhas no abastecimento, do que consumidores urbanos.

A interrupção do fornecimento de energia pode ocorrer devido a danos decorrentes de eventos climáticos, incidentes ou acidentes em geral.

Quando isso acontece, os produtores rurais têm aumento significativo dos custos de produção, ao precisarem gerar eletricidade com diesel.

Quando isso não é possível, inevitavelmente as atividades produtivas são suspensas, os estoques de produtos, como leite e carne, são perdidos e a qualidade de vida é prejudicada.

Entretanto, a produção de alimentos gera uma grande quantidade de resíduos com potencial de aproveitamento energético.

A biodigestão anaeróbia é uma tecnologia que converte resíduos orgânicos em biogás, que pode ser utilizado para geração de calor, geração de energia elétrica e até como combustível veicular.

Thiago Vasconcellos Barral Ferreira
(Presidente)

Giovani Vitória Machado
(Diretor)

Carla Lopes da Costa Achão
(Superintendente)

Luciano Basto Oliveira
(Consultor Técnico I)

Marcelo Costa Almeida
(Analista de Pesquisa Energética)

Com o aproveitamento destes resíduos, dois contextos, alinhados aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, se destacam:

- O Potencial para Projetos Comerciais
- O Potencial para Projetos Sociais

No contexto de projetos comerciais, pode contribuir para o fortalecimento da cadeia industrial e de serviços do biogás no país.

No contexto da agricultura familiar, o aproveitamento do biogás contribui para o acesso a energia e geração de renda.

Objetivos e Escopo

O objetivo geral é fornecer subsídios para a elaboração de políticas públicas que promovam o desenvolvimento sustentável e a diversificação da matriz energética Brasileira.

Objetivos Específicos:

- Aperfeiçoar o método de inventário energético de resíduos da pecuária bovina utilizado nos estudos de Recursos Energéticos Distribuídos
- Estimar o potencial do biogás por forma de aproveitamento
- Identificar e mensurar mercados para tecnologias de produção e aproveitamento do biogás

Escopo

A fonte de dados utilizada para esta análise é o Censo Agropecuário 2017 do IBGE, cujos resultados publicados são preliminares. A previsão de publicação dos resultados finais é em outubro de 2019.

A desidentificação de dados no Censo Agropecuário 2017, ao nível de agregação mínimo, leva a uma significativa redução no efetivo bovino considerado no inventário, em relação ao tamanho real do rebanho.

A unidade utilizada para quantificar o biogás é o normal metro de cúbico de metano equivalente ($\text{Nm}_3 \text{CH}_4 \text{ eq.}$), dado que este é o componente com conteúdo energético de interesse.

Importante resaltar que os resultados apresentados aqui são preliminares.

Método de Inventário

Em relação ao primeiro inventário energético de resíduos rurais publicado pela EPE (2014), as propostas de aperfeiçoamento incluem, uma nova fonte de dados¹, a inclusão de todo o rebanho bovino, uma estimativa de recuperação de dejetos e a alocação do biogás por formas de uso.

Tipos de Estabelecimentos Agropecuários com Gado Bovino

Os dados do Censo Agropecuário 2017 do IBGE incluem número de estabelecimentos e efetivo bovino total, leiteiro, em estabelecimentos que venderam mais de 50 cabeças para abate e em estabelecimentos com menos de 50 cabeças. A partir destes dados, se calculou o subconjunto de corte, tomando como hipótese que cada estabelecimento seja exclusivamente de gado leiteiro ou de corte, o que não é a realidade, mas deve impactar pouco nos resultados. Assim, os 4 subconjuntos da pecuária bovina brasileira para os quais o inventário do potencial de biogás foi calculado são:

- Pecuária de leite
- Pecuária de corte
- Estabelecimentos que venderam mais de 50 cabeças para abate
- Estabelecimentos com menos de 50 cabeças

A Figura 1 ilustra estes subconjuntos de estabelecimentos (as proporções não guardam relação com o tamanho das populações).

¹ Em EPE (2014) foi utilizada a Pesquisa da Pecuária Municipal para levantamento de dados da pecuária bovina.

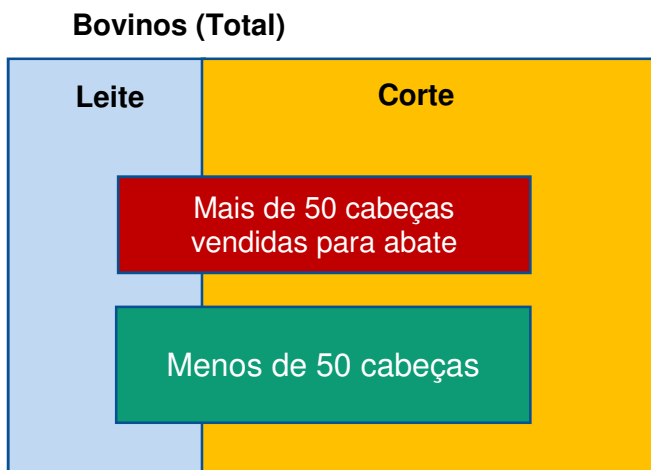


Figura 1 – Subconjuntos da pecuária bovina adotados no inventário.

Estimativa de Recuperação de Dejetos

Foram atribuídos, para cada subconjunto da pecuária bovina, uma Estimativa de Recuperação de Dejetos (ERD), que considera três fatores:

- A forma de manejo;
- O hábito dos animais; e,
- O tamanho da propriedade.

Sobre a Forma de Manejo

Duas formas de manejo foram consideradas:

- A pasto (extensivo)
- Com confinamento

Com os animais a pasto, a ERD leva em consideração o hábito dos animais e o tamanho da propriedade.

Com os animais em confinamento, é possível considerar elevadas ERD, neste inventário foi adotado 80%.

Sobre o Hábito dos Animais

Existe farta literatura analisando o comportamento do gado bovino, inclusive em relação à excreção, quantidade e locais de concentração, uma vez que este dejetos tem poder fertilizante para o pasto.

De modo geral, o gado produz mais excrementos onde ele passa mais tempo. Estes locais incluem beiras de cerca, bebedouros, áreas de descanso, saleiros etc.

Sobre o Tamanho das Propriedades

Para estabelecimentos agropecuários com até 100 hectares, não se considerou a implantação de confinamento. Mas considerou-se que há interesse no aproveitamento energético do biogás, com uma ERD de 40%.

Para os demais estabelecimentos, quanto maior a propriedade, mais distantes serão as áreas de maior concentração de dejetos. Portanto, menos provável de serem coletados.

Os estabelecimentos identificados no Censo Agropecuário como sem área, foram excluídos do inventário.

Resumo das ERD por Subconjunto da Pecuária para Estabelecimentos com mais de 100 ha

Para a pecuária leiteira, se adotou uma ERD de 40% (equivalente ao pernoite no curral), se o manejo for a pasto. Se for com confinamento a ERD é de 80%.

Para a pecuária de corte com manejo a pasto, se considerou o hábito dos animais e o tamanho da propriedade. Assim, a ERD foi sendo reduzida com o aumento da área do estabelecimento. No cenário de confinamento, foi considerado que apenas os animais em terminação (abate) foram confinados. Desta forma, ERD médias foram calculadas.

Para os estabelecimentos com mais de 50 cabeças vendidas para abate, no manejo a pasto as mesmas ERD's da pecuária de corte foram aplicadas. No manejo com confinamento, adotou-se 80%.

Para os estabelecimentos com menos de 50 cabeças e mais de 100 ha, considerou-se que a principal atividade destes estabelecimentos não é a pecuária, e, portanto, foi mantido a ERD de 40%.

Modelo de Produção do Biogás

O mesmo modelo de produção de biogás do primeiro inventário energético de resíduos rurais (EPE, 2014) foi adotado.

Neste modelo, se considera a excreta de 15 kg de dejetos, 85% de umidade, por animal por dia.

A taxa de metanização é de 24 Nm³ de metano por quilograma de dejetos fresco.

Estes fatores resultam numa produção anual de biogás por animal de 131,4 Nm₃ CH₄ eq.

Modelos de Demanda do Biogás

As formas de uso do biogás consideradas neste inventário são: 1) Cocção, 2) Atendimento da demanda elétrica residencial do estabelecimento agropecuário (1 unidade), 3) Atendimento da demanda elétrica na produção de leite, 4) Uso veicular, 5) Geração Distribuída.

Para cocção se considera a substituição de 1 botijão de 13 kg de GLP por mês, o que equivale a 198 Nm₃ CH₄ eq./ano.

Para o atendimento da demanda elétrica residencial, considerou-se um consumo mensal por unidade de 152 kWh. A quantidade de biogás necessária para gerar esta eletricidade é de 446 Nm₃ CH₄ eq./ano. Considerou-se um poder calorífico inferior igual ao do gás natural seco e um motorizador com 40% de eficiência.

Para a demanda elétrica da produção de leite, adotou-se um consumo de 57,4 kWh por 1.000 litros de leite. O equivalente em biogás é de 14 Nm₃ CH₄ eq./1.000 litros de leite.

A implantação de um micro-posto de biometano exige uma disponibilidade mínima de 10 m³ de

biogás (mistura de CH₄ e CO₂) por hora. Considerando um teor de metano de 50% no biogás e um fator de capacidade da planta de 85%, a quantidade anual de biogás mínima para o uso veicular é de 37.230 Nm₃ CH₄ eq./ano. A purificação do biogás tem um consumo energético de 30%, de modo que para uso veicular o volume é de 26.061 Nm₃ CH₄ eq./ano Este volume de biogás é energeticamente equivalente à 30 mil litros de gasolina A (pura) ou 27 mil litros de óleo diesel (puro).

Heurística de Contabilização do Biogás

Para a contabilização do biogás no inventário adotou-se uma heurística que hierarquiza as formas de uso do biogás, conforme a Figura 2

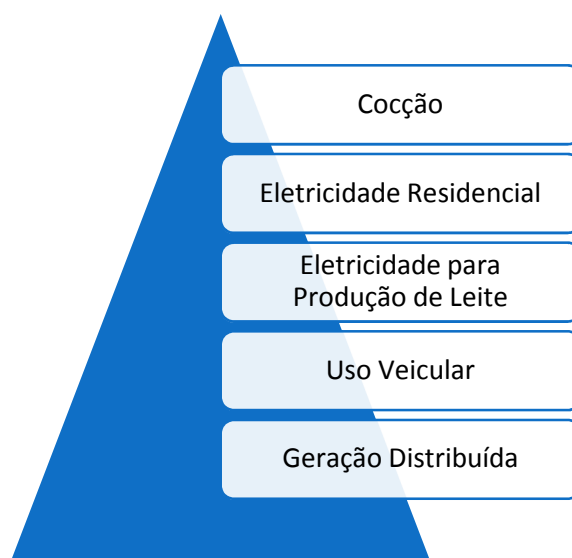


Figura 2 – Hierarquia das formas de uso do biogás no inventário.

A cocção é prioritária entre as formas de uso do biogás em estabelecimentos agropecuários, pois garante condições para uma alimentação saudável.

Em seguida vem a eletricidade residencial, que dá acesso ao atendimento de outras necessidades básicas e alguns confortos da vida moderna.

A eletrificação da produção de leite ocupa a terceira posição, com o potencial de garantir melhorias de qualidade e produtividade para a propriedade.

Na quarta posição, o uso veicular do biogás tem o potencial de agregar na segurança e no conforto da família que reside na área rural, além de reduzir os custos de transporte.

Por último, a geração distribuída pode contribuir para o aumento da renda da propriedade ou compensação dos custos com energia em outras localidades do mesmo proprietário, como permite a Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012.

Como ilustração, a Figura 3 mostra os resultados da alocação por forma de uso do biogás para um estabelecimento produtor de leite, com até 25 cabeças de gado. A Figura 4 apresenta o mesmo resultado para um estabelecimento com até 1.000 cabeças, para mostrar a entrada do uso veicular.

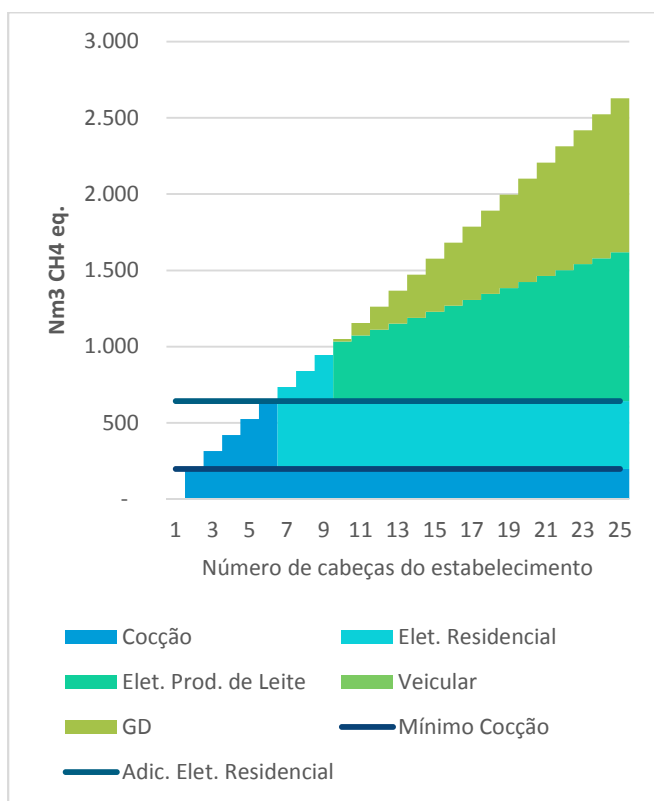


Figura 3 – Alocação dos usos do biogás em um estabelecimento com até 25 cabeças.

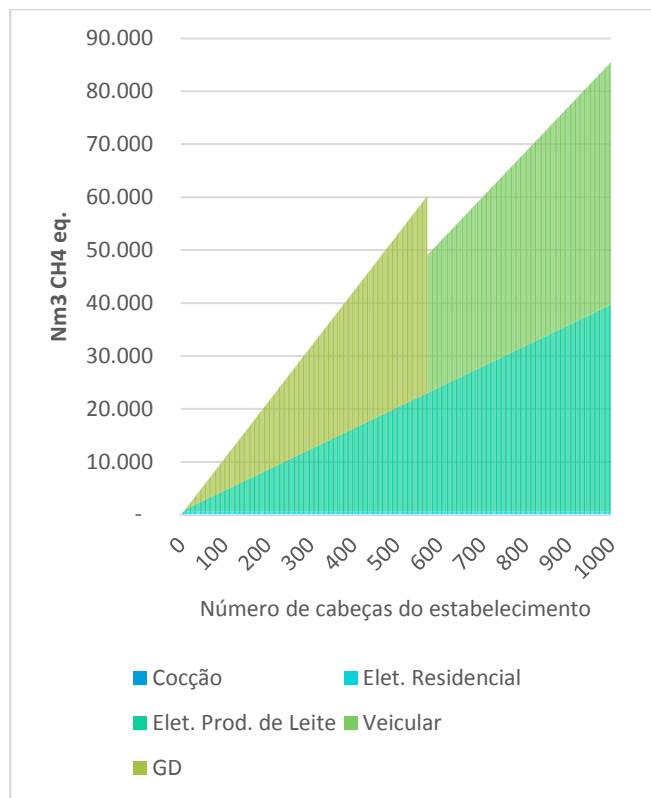


Figura 4 – Alocação dos usos do biogás em um estabelecimento com até 1.000 cabeças.

Resultados Preliminares

Neste informe, serão apresentados os resultados para a pecuária leiteira, estabelecimentos com mais de 50 cabeças vendidas para abate e estabelecimentos com menos de 50 cabeças, ao nível de agregação do Brasil.

Uma síntese dos resultados é dada no Anexo.

Pecuária Leiteira

A pecuária leiteira é um nicho interessante para o biogás dado que é possível recuperar, com baixo custo, grande parte dos dejetos. Importante lembrar que apenas 68% do rebanho brasileiro de vacas ordenhadas, dado na PPM, é considerado. E que apenas 29% do rebanho leiteiro considerado no inventário está em estabelecimentos sobre os quais o modelo aplica a ERD de confinamento.

Quantificação de Estabelecimentos com Potencial de Aproveitamento do Biogás

Mesmo com a desidentificação, pelo menos 70% dos estabelecimentos, mais de 800 mil produtores de leite, podem realizar aproveitamento energético do biogás.

O número de estabelecimentos que comportam apenas biogás para cocção é pouco maior que 500 mil. No manejo a pasto, com uma ERD de 40%, estes são estabelecimentos com até 18 cabeças de gado.

Mais de 300 mil estabelecimentos comportam tanto cocção, como geração elétrica para vários usos (eletricidade residencial, produção de leite e geração distribuída).

O número de estabelecimentos leiteiros onde o uso veicular do biogás é viável é de apenas 174 no manejo com confinamento.

Inventário do Potencial do Biogás

O potencial de biogás na pecuária leiteira é de 575 milhões de metros cúbicos por ano (MMCA) de CH₄ eq., no manejo a pasto, e de 751 MMCA CH₄ eq., no manejo com confinamento. Em base diária estes valores são 1,6 milhão de metro cúbico por dia (MMCD) e 2,1 MMCD, respectivamente.

O biogás para cocção, tanto no manejo a pasto, como no confinamento, é de cerca de 260 MMCA CH₄ eq. Isto equivale a cerca de 375 mil m³ de GLP, ou 16 milhões de botijões de 13 kg. O valor médio por estabelecimento é de 1,6 botijão por mês, superior ao adotado no modelo de demanda.

No cenário com confinamento, a geração elétrica para uso residencial consumiria por volta de 150 MMCA CH₄ eq., com uma geração de 650 GWh. O consumo mensal médio por estabelecimento chegaria a 170 kWh, pouco maior que o adotado no modelo de demanda, de 152 kWh.

Nem todo estabelecimento tem biogás o suficiente para eletrificar a produção de leite. No cenário com manejo a pasto, 131 MMCA CH₄ eq. podem ser usados para este fim, e com confinamento este valor chega a 172 MMCA CH₄ eq., com 538 GWh e 702 GWh de energia elétrica, respectivamente.

O biogás para uso veicular, no manejo com confinamento alcança 18 MMCA CH₄ eq, equivalente a 20 mil m³ de gasolina A ou 19 mil m³ de óleo diesel. Na média, por estabelecimento em que é viável o microposto, são 117 m³ de gasolina-A, ou 111 m³ de óleo diesel, por ano.

O excedente para geração distribuída é mais expressivo com confinamento. O volume de biogás para este uso chega a 143 MMCA CH₄ eq., com geração de 583 GWh.

Estabelecimentos com mais de 50 Cabeças Vendidas para Abate

Este conjunto de estabelecimentos, como a pecuária leiteira, é um nicho muito interessante para a introdução do aproveitamento do biogás, devido à atratividade para implantação do confinamento na terminação do gado.

Quantificação de Estabelecimentos com Potencial de Aproveitamento do Biogás

Estes estabelecimentos têm no mínimo 50 cabeças de gado, o suficiente para que todos tenham potencial de aproveitamento do biogás, mesmo no caso do manejo a pasto.

Entretanto, devido à desidentificação de dados, o modelo aponta que o número de estabelecimentos com potencial de uso energético do biogás é de quase 200 mil estabelecimentos, 85% do total. E, quase todos comportam tanto o uso para cocção, como para geração elétrica.

No cenário com confinamento, 7.700 estabelecimentos têm potencial para comportar o uso veicular.

Inventário do Potencial do Biogás

Com 88% do efetivo em estabelecimentos com mais de 100 ha, o cenário com confinamento aponta um maior potencial de biogás, 1.634 MMCA CH₄ eq. (4,5 MMCD) quando comparado com o cenário a pasto, 263 MMCA CH₄ eq. (0,7 MMCD).

Como o número de estabelecimentos desta categoria é, relativamente, pequeno, os volumes de biogás para cocção e uso elétrico residencial são menores e o excedente para uso veicular e geração distribuída são expressivos.

O biogás para geração distribuída no manejo com confinamento é de 988 MMCA CH₄ eq., o que resulta em um potencial de geração elétrica de 4 TWh. Este valor equivale a 7% da geração elétrica com gás natural das centrais elétricas de serviço público e autoprodutoras, em 2017.

Em relação ao uso veicular, o potencial chega a 520 MMCA CH₄ eq., o que equivale a quase 600 mil m³ de gasolina A, ou cerca de 560 mil m³ de óleo diesel.

Estabelecimentos com menos de 50 cabeças

Este recorte do Censo Agropecuário 2017 é particularmente interessante para políticas públicas de promoção do acesso à energia, tanto para cocção, como elétrica, no contexto da Agricultura Familiar. Cerca de 93% destes estabelecimentos tem menos de 100 ha.

Quantificação de Estabelecimentos com Potencial de Aproveitamento do Biogás

Mais de 1,8 milhão de estabelecimentos podem fazer uso do biogás, sendo que quase 800 mil comportam apenas o uso para cocção.

A quantidade de estabelecimentos que comportam o uso para cocção e para geração elétrica é de mais de 1 milhão de estabelecimentos.

Inventário do Potencial do Biogás

O potencial de biogás nestes estabelecimentos é de 1.456 MMCA CH₄ eq., ou 4 MMCD.

O atendimento das demandas residenciais, tanto de cocção, como de eletricidade, responde por cerca de 72% do potencial.

Os 541 MMCA CH₄ eq. para cocção equivalem a 32,8 milhões de botijões P-13, uma média mensal de 1,5 botijão por residência por mês. E os 515 MMCA CH₄ eq. da geração elétrica para uso residencial equivalem a 2,1 TWh. O consumo mensal médio por estabelecimento é de 165 kWh.

O volume de biogás disponível para geração distribuída é de 400 MMCA CH₄ eq. o que permite a geração de 1,6 TWh de energia elétrica.

Conclusões

No contexto de projetos comerciais, a pecuária leiteira e a de terminação (abate) são os principais nichos de mercado, tanto para conjuntos biodigestor/moto-gerador (500.000 projetos), como para a implantação de sistemas de produção de biometano veicular (8.000 projetos).

No contexto de políticas públicas para projetos sociais, os estabelecimentos com até 50 cabeças de gado constituem um setor relevante, e de interesse também para a indústria. Potencialmente, 800 mil biodigestores de pequeno porte, para atender a cocção de alimentos, podem ser construídos. Outros 1 milhão de conjuntos biodigestor/moto-gerador também podem ser viabilizados.

A importância do biogás de resíduos rurais é maior pela questão de acesso à energia para melhoria da qualidade de vida e minimização de riscos de desabastecimento elétrico das propriedades rurais, do que pela mitigação de gases de efeito estufa.

O inventário adota uma abordagem conservadora, tanto da quantificação dos rebanhos como nos potenciais de produção do biogás. Portanto, as oportunidades devem ser significativamente maiores.

Próximos Passos

Em continuidade a este trabalho, as próximas atividades incluem:

- Atualização e análise dos resultados com a versão final do Censo Agropecuário 2017.
- Conduzir análises com maior desagregação espacial (região e Unidade da Federação) e ao nível de municípios com maior potencial.
- Realizar análises econômico-financeiras da produção e aproveitamento do biogás, necessárias para verificar benefícios e barreiras.
- Sugerir ações e planos governamentais que promovam a difusão desta tecnologia.

Referências Consultadas

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Pecuária de baixa emissão de carbono: Tecnologias de produção mais limpa e aproveitamento econômico dos resíduos da produção de bovinos de corte e leite em sistemas confinados**. Secretaria de mobilidade Social, do Produtor Rural e do Cooperativismo. Brasília : MAPA. 2018

BRAZ, Sérgio Pereira; NASCIMENTO JÚNIOR, Domicio do; CANTARUTTI, Reinaldo Bertola; MARTINS, Carlos Eugênio; FONSECA, Dilermando Miranda da; BARBOSA, Rodrigo Amorim. **Caracterização da Distribuição Espacial das Fezes por Bovinos em uma Pastagem de Brachiaria decumbens**. Revista Brasileira de Zootecnia. v.32, n.4, p.787-794, ISSN 1516-3598. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v32n4/17854.pdf>. 2003.

CETEC – Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. **Estado da Arte da Digestão Anaeróbia**. Série de Publicações Técnicas SPT-005. ISSN 0100-9540. CETEC : Belo Horizonte. 1982.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias. **Biogás – Independência Energética do Pantanal Mato-grossense**. Circular Técnica número 9. Outubro de 1981.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias. **Sistemas de Produção de Gado de Corte no Brasil: Uma Descrição com Ênfase no Regime Alimentar e no Abate**. (Autores: Ivo Martins Cezar, Haroldo Pires Queiroz, Luiz Roberto Lopes de S.Thiago, Fernando Luis Garagorry Cassales, Fernando Paim Costa) Documentos 151. ISSN 1517-3747. Embrapa Gado de Corte : Campo Grande / MS. Disponível em: old.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/doc/doc_pdf/doc151.pdf. Outubro de 2005.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. **Inventário Energético de Resíduos Rurais**. Nota Técnica 15 – Série Recursos Energéticos. EPE : Rio de Janeiro. 2014.

ERBR – Energias Renováveis. **Gerando Renda com Geração de Energia: Biogás – Casos de Sucesso.** XXI Seminário Nordeste de Pecuária, PEC Nordeste 2017 Fortaleza / CE. (Apresentado por Carlos Claret Sencio Paes – Diretor de Inovação e Marketing). De 6 a 8 de julho de 2017.

Fernandes, Tiago Alblandes; Costa, Pablo Tavares; Farias, Gustavo Duarte; Vaz, Ricardo Zambarda; Silveira, Isabella Dias Barbosa; Moreira, Sheilla Madruga; Silveira, Roberta Farias. **Características comportamentais dos bovinos: Aspectos básicos, processo de aprendizagem e fatores que as afetam.** REDVET – Revista Eletrônica de Veterinária. Volume 18, número 9. Disponível em: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090917.html>. 2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017 (Resultados Preliminares).** Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>. Acessado em 02 de janeiro de 2019. 2018b.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa da Pecuária Municipal 2017.** Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2017>. Acessado em 15 de janeiro de 2019. 2018a.

MARCHESIN, Wilson Aparecido. **Dinâmica de deposição de fezes em pastagem de Brachiaria brizantha submetida à intensidades de pastejo.** Dissertação de Mestrado. Orientador: Valdo Rodrigues Herling. Disponível em: www.teses.usp.br. 2006.

MATTOS, Luis Cláudio & FARIA JR, Mário. **Manual do Biodigestor Sertanejo.** Recife : Projeto Dom Helder Câmara. ISBN: 978-85-64154-01-8. 55 p. 2011.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. **Emissões de GEE do Setor Agropecuário.** Documento de Análise.

Disponível em: <http://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2016/12/WIP-16-10-07-RelatoriosSEEG-Agropecuaria.pdf>. Acessado em: 18 de janeiro de 2019. Setembro, 2016.

REVISTA GLOBO RURAL. **Confinamento de boi aumentou no Brasil, mostra levantamento.** Sebastião Nascimento (Blog). Disponível em: <https://revistagloborural.globo.com/Colunas/sebastiao-nascimento/noticia/2018/12/confinamento-de-boi-aumentou-no-brasil-mostra-levantamento.html>. Acessado em 16 de janeiro de 2019.

SILVA, Francine Damian da. **Distribuição espacial e temporal de placas de esterco e produtividade da soja em sistema de interação soja-bovinos de corte.** (Dissertação de Mestrado) Orientador: Carvalho, Paulo Cesar de Faccio. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Agronomia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Porto Alegre (RS). 2012.

SOUZA, Cecília de Fátima; TELLES JR, Carlos Gutemberg de Souza; OLIVEIRA, Kelle Pardim de. **Bovinos de Corte em Confinamento – Manejo de Dejetos em Esterqueira – Dimensionamento.** Resposta Técnica 1. AMBIAGRO – Núcleo de Pesquisa em Ambiência e Engenharia de Sistemas Agroindustriais, UFV – Universidade Federal de Viçosa. Disponível em: <http://arquivo.ufv.br/dea/ambiagro>. Acessado em 18 de janeiro de 2019. Sem data.

SOUZA, Mariane Pereira dos Santos; OLIVEIRA, Ana Paula Guedes; CALABIANQUI, Taís Neves; FERRARI, Jéferson Luiz. **Distribuição Fecal de Bovinos de Corte Submetidos à Pastejo Contínuo.** XVII Encontro Latino de Iniciação Científica, XIII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e III Encontro de Iniciação à Docência – Universidade do Vale do Paraíba. Disponível em: http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2013/anais/arquivos/0537_0407_01.pdf. 2013.

Anexo – Síntese dos resultados do inventário de biogás na pecuária bovina.

Geral		Leite		Corte		Abate		Meq 50	Unidades
		Pasto	Confinado	Pasto	Confinado	Pasto	Confinado		
	Estabs		1.171		1.384		225	1.950	1.000 Unidades
	Efetivo		11.524		145.275		18.821	27.955	1.000 Cabeças
	Biometano máx.	605	780	3.189	5.701	270	1.857	1.467	MMCA
Estabelecimentos	Cocção	829	834	1.316	1.316	194	196	1.847	1.000 Unidades
	Apenas Cocção	528	505	302	298	38	9	781	1.000 Unidades
	Geração Elétrica	301	329	1.014	1.018	156	187	1.066	1.000 Unidades
	Veicular*	139	174	111	15.852	265	7.700		Unidades
Biometano	Cocção	263	260	327	326	49	42	541	MMCA
	Elet. Residencial	148	159	945	467	127	85	515	MMCA
	Produção de leite	131	172						MMCA
	Geração Distribuída	23	143	1.901	3.712	74	988	400	MMCA
	Veicular	10	18	7	832	14	520		MMCA
	Total aproveitável	575	751	3.180	5.338	263	1.634	1.456	MMCA
Equivalentes									
Cocção	GLP eq.	375	372	468	466	69	59	773	1.000 m ³
	Botij. P-13	15.939	15.792	19.850	19.783	2.945	2.518	32.810	1.000 Unidades
	CO2 evitado GLP	618	613	770	768	114	98	1.273	1.000 tCO ₂
Geração Elétrica	Residencial	607	650	3.866	1.912	519	348	2.108	GWh
	Produção de Leite	538	702						GWh
	Geração Distribuída	93	583	7.779	15.190	301	4.042	1.635	GWh
	Total	1.237	1.935	11.645	17.103	820	4.390	3.743	GWh
Cap Inst Ger Elet	Cap. Inst. Total	202	315	1.898	2.788	134	716	610	MW
	Cap. Inst. Adicional	6	12	5	555	10	347		MW
	Cap. Inst. Total 2	208	327	1.903	3.343	143	1.062	610	MW
Veicular	Gasolina A eq.	11	20	8	951	17	594		1.000 m ³
	Óleo Diesel eq.	10	19	7	901	16	563		1.000 m ³
	CO2 evitado Gas -A	25	47	18	2.192	38	1.368		1.000 tCO ₂
	CO2 evitado OD	28	52	20	2.430	42	1.517		1.000 tCO ₂