



UNILASALLE
CANOAS-RS



GERSON BATISTELLA

**ANÁLISE DA REGULAMENTAÇÃO DO SISTEMA DE APROVEITAMENTO DO
BIOGÁS GERADO DE DEJETOS SUÍNOS. ESTUDO DE CASO: POTENCIAL DE
GERAÇÃO DE ENERGIA NOS MUNICÍPIOS DE CHAPECÓ/SC E PALMA
SOLA/SC**

CANOAS, 2016

GERSON BATISTELLA

**ANÁLISE DA REGULAMENTAÇÃO DO SISTEMA DE APROVEITAMENTO DO
BIOGÁS GERADO DE DEJETOS SUÍNOS. ESTUDO DE CASO: POTENCIAL DE
GERAÇÃO DE ENERGIA NOS MUNICÍPIOS DE CHAPECÓ/SC E PALMA
SOLA/SC**

Dissertação apresentada para a banca
examinadora do Curso de Mestrado em Avaliação
de Impactos Ambientais do Centro Universitário
La Salle – UNILASALLE, para a obtenção do
Título de Mestre.

Orientador: Dr. Rubens Müller Kautzmann

Coorientador: Dr. Silvio Roberto Taffarel

CANOAS, 2016

GERSON BATISTELLA

**ANÁLISE DA REGULAMENTAÇÃO DO SISTEMA DE APROVEITAMENTO DO
BIOGÁS GERADO DE DEJETOS SUÍNOS. ESTUDO DE CASO: POTENCIAL DE
GERAÇÃO DE ENERGIA NOS MUNICÍPIOS DE CHAPECÓ/SC E PALMA
SOLA/SC**

Dissertação de Mestrado aprovada como requisito
parcial para obtenção do título de Mestre em
Avaliação de Impactos Ambientais, linha de
pesquisa Gestão Ambiental.

Aprovada em de junho de 2016

BANCA EXAMINADORA

Professor Dr. Rubens Müller Kautzmann – Orientador
Centro Universitário La Salle – UNILASALLE.

Professor Dr. Silvio Roberto Taffarel – Coorientador
Centro Universitário La Salle – UNILASALLE.

Dedico este trabalho ao meu pai João Batistella (*in memoriam*), pelo exemplo vivido de honestidade, solidariedade, responsabilidade, liderança e ética.

AGRADECIMENTOS

Agradecer é admitir que vivemos em comunidade e necessitamos uns dos outros. Portanto, agradeço:

- A Deus, por ter me dado força, persistência e saúde para superar as dificuldades, por me amar e mostrar o caminho do amor.
- À minha esposa Naidi, pelo apoio e estímulo, sendo sempre a melhor fonte inspiradora e motivadora na superação das dificuldades, e companheira de partilha nas conquistas.
- Aos meus filhos amados, Eduardo, Sara e Davi, pelo carinho, por dividir minha atenção e presença com viagens, leituras e pesquisas, e pelo brilho no olhar.
- À minha mãe por me apoiar, estou certo que está feliz por mais esta conquista que também é de sua.
- A meu pai *in memoriam*, pela convivência de muito aprendizado que sempre proporcionou.
- Ao Irmão Aníbal Thiele diretor do Colégio Agrícola La Salle/Xanxerê, pelo amparo e incentivo em todo o tempo desta e tantas outras caminhadas.
- Ao Santiago Ibarra presidente da empresa Gter, pelo aporte técnico, conhecimento e experiência, e por não medir esforços para o sucesso na realização desse trabalho.
- Ao meu orientador Prof. Rubens Müller Kautzmann, pelo compartilhamento de experiências auxílio nos temas, pelas orientações, sugestões, conceitos e pela confiança depositada neste trabalho.
- Ao coorientador Professor Silvio Roberto Taffarel pelo conhecimento repassado.
- As granjas, *locus* de pesquisa, que abriram as portas e se colocaram à disposição para que eu pudesse realizar o estudo.

A todos,

Muito obrigado!

“É melhor arrepender-se mil vezes por ter
errado do que uma única vez por não ter
tentado. ”

(Autor Desconhecido)

RESUMO

O cenário da área energética aponta para a progressiva redução das reservas de combustíveis fósseis, assim, a humanidade deve persistir na busca de um novo conceito de fontes de energia, substituindo o carbono fóssil. Dentre as energias renováveis, os biocombustíveis produzidos a partir da biomassa poderão responder por parcela substancial da oferta futura. Nesse sentido, essa pesquisa é um estudo exploratório, de natureza qualitativa, constituído através de estudo de caso e se propõe a analisar a potencialidade e regulamentação do uso do biogás produzido a partir de dejetos suínos, como fonte alternativa de geração de energia. A revisão bibliográfica deu conta de abordar a matriz energética do biogás no contexto do Brasil, a cadeia da suinocultura, seus impactos ambientais e aspectos gerais da produção de biogás no estado de Santa Catarina, além de analisar a regulamentação e parametrização do biometano no Brasil. A coleta de dados foi realizada em duas granjas de suinocultura situadas no oeste do estado de Santa Catarina com produção de biogás acima de 950 m³/dia através de reuniões técnicas e visitas as propriedades. Como procedimento de análise foram elaboradas unidades de análises a partir dos objetivos da pesquisa e os dados advindos durante as reuniões e visitas técnicas, trazendo propostas de alternativas e complementos a legislação brasileira à luz da legislação alemã. Assim, a análise apontou que, a utilização de biodigestores pode promover o aproveitamento energético do biogás utilizando-o para inúmeras possibilidades e que o manejo adequado dos resíduos oferece manutenção e crescimento do setor bem como, a preservação do meio ambiente promovendo desenvolvimento sustentável do agronegócio, além de viabilizar uma nova economia rural da agroenergia com o biogás. Foi possível observar que nas granjas, *locus* de pesquisa, apesar de otimização adequada do biogás o excedente é queimado, sem qualquer tipo de aproveitamento suscitando reflexões acerca da regulamentação do uso excedente de biogás a partir de políticas públicas de incentivo a implantação de programas de geração distribuída a exemplo da legislação alemã. Ainda, levando em consideração o potencial energético da suinocultura a partir do potencial estimado de geração de biogás de dejetos suínos no Estado de Santa Catarina, de 1,5 milhões de m³ de biogás/dia e dos dados de geração de energia a partir do biogás, o Estado de Santa Catarina apresenta um potencial estimado de geração de energia elétrica a partir dos dejetos suínos de 2.670.000 kW/dia e 961,20 GW/ano. Assim, a congruência entre os órgãos públicos brasileiros é de fundamental importância para criar condições legais favoráveis a estes investimentos.

Palavras-Chave: Biogás, Biometano, Legislação para Biometano, Energias Renováveis.

ABSTRACT

The scenario of the energy sector points to the progressive reduction of fossil fuel reserves, so, mankind should persist in the search for a new concept of energy sources, replacing fossil carbon. Among the renewable energies, biofuels produced from biomass may account for a substantial share of future supply. In this sense, this research is an exploratory study of a qualitative nature, constituted by case study and aims to analyze the potential and regulation of the use biogas produced from pig manure as an alternative source of power generation. The literature review realized address the biogas energy matrix in the context of Brazil, the chain of swine, environmental impact and general aspects of biogas production in the state of Santa Catarina, in addition to analyzing the regulations and parameterization of biomethane in Brazil. Data collection was performed in two swine farms located in the western state of Santa Catarina with biogas production up to 950 m³ / day through technical meetings and visits properties. As an analytical procedure analysis units were drawn from the research objectives and the data arising during meetings and technical visits, bringing alternative proposals and supplements the Brazilian legislation in the light of German law. Thus, the analysis pointed out that the use of digesters can promote the energy use of biogas by using it for numerous possibilities and that proper waste management offers maintenance and industry growth as well, preserving the environment by promoting sustainable agribusiness development while also allowing a new rural economy of agro-energy with biogas. It was observed that the farms, research locus, despite adequate biogas optimization excess is burned without any kind of exploitation prompting reflections on the regulation of excess use of biogas from public policies to encourage the deployment of generation of programs distributed example of German law. Still, taking into account the energy potential of swine from the estimated potential of pig manure biogas generation in the state of Santa Catarina, 1.5 million m³ of biogas / day and power generation data from biogas the state of Santa Catarina has an estimated potential of power generation from pig manure of 2.67 million kW / day and 961.20 GW / year. Thus, the congruence between the Brazilian public bodies is of fundamental importance to create favorable legal conditions for these investments.

Keywords: Biogas, biomethane, legislation to Biomethane, Renewable Energy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Potência instalada da matriz elétrica brasileira em 2010	19
Figura 02 – Modelo de biodigestor indiano.....	36
Figura 03 – Modelo de biodigestor chinês	36
Figura 04 – Modelo de biodigestor canadense ou da marinha	37
Figura 05 – Modelo híbrido, desenvolvido pela Gter de Chapecó/SC em fase de construção	37
Figura 06 – Modelo híbrido, desenvolvido pela Gter de Chapecó/SC em funcionamento	38
Figura 07 – Fluxograma do Estudo	51
Figura 09 – Localização das Granjas no Brasil	55
Figura 10 – Localização das Granjas no estado de Santa Catarina	56
Figura 11 – Parte da Granja UPL de Palma Sola/SC	57
Figura 12 – Imagem de satélite da Granja UPL de Palma Sola/SC	57
Figura 13 – Biodigestores modelo híbrido desenvolvido pela Empresa Gter de Chapecó/SC	58
Figura 14 – Sistema de lavagem do biogás da Granja UPL de Palma Sola/SC	59
Figura 15 – Sistema de limpeza do biogás da Granja UPL de Palma Sola/SC	59
Figura 16 – Balão de armazenamento do biogás após a limpeza	60
Figura 17 – Queimador do excedente de biogás produzido	61
Figura 18 – Compressor de biogás	62
Figura 19 – Compressor de biogás, tanque comprimido e sistema de controle elétrico	62
Figura 20 – Gerador de energia elétrica a partir do biogás	63
Figura 21 – Boiler de água quente.....	64
Figura 22 – Campânulas de aquecimento a biogás.....	64
Figura 23 – Placas de aquecimento com água quente para escamoteadores	65
Figura 24 – Lagoas de depósitos dos efluentes do biodigestor	65
Figura 25 – Parte da Granja Multiplicadora de Chapecó/SC	66

Figura 26 – Maternidade da Granja Multiplicadora de Chapecó/SC	67
Figura 27 – Imagem de satélite da Granja Multiplicadora de Chapecó/SC	67
Figura 28 – Lagoa coberta, similar ao biodigestor modelo canadense ou da marinha.....	68
Figura 29 – Sistema de lavagem do biogás da Granja Multiplicadora de Chapecó/SC	69
Figura 30 – Sistema de limpeza do biogás da Granja Multiplicadora de Chapecó/SC	69
Figura 31 – Sistema de compressão do biogás	70
Figura 32 – Gerador a biogás e aquecimento de água utilizando o calor do escapamento do motor e a troca de temperatura do radiador	71
Figura 33 – Boilers de água quente aquecida pelo escapamento do motor do gerador com apoio de queimadores de biogás	71
Figura 34 – Cadeira a biogás	72
Figura 35 – Produção de dejetos suínos em Santa Catarina	81
Figura 36 – Potencial de geração de biogás de dejetos suínos	82
Quadro 01 – Crescimento estimado da demanda de energia elétrica em MW/ano	19
Quadro 02 – Crescimento do poder aquisitivo e o consumo de carnes no mundo.....	22
Quadro 03 – Estimativa do crescimento da produção de carnes por país, de 2006 a 2015, dados em milhões de toneladas	23
Quadro 04 – Efetivo do rebanho suíno brasileiro (cabeças).....	24
Quadro 05 – Impactos ambientais causados pela suinocultura sobre os recursos naturais	28
Quadro 06 – Fontes poluidoras e tipos de poluição na região Oeste Catarinense.....	29
Quadro 07 – Contaminação das águas de fontes e mananciais no Oeste Catarinense por coliformes fecais (poços superficiais e fontes naturais)	29
Quadro 08 – Contaminação da água de poços superficiais e profundos no Oeste Catarinense em 2009	30
Quadro 09 – Principais tecnologias ambientais para suinocultura desenvolvidas pela Embrapa Suínos e Aves (1998-2011)	30
Quadro 10 – Projetos em desenvolvimento relacionados à suinocultura e meio ambiente, na Embrapa Suínos e Aves no período de 2008-2010.....	32
Quadro 11 – Quadro de especificação do Biometano ⁽¹⁾	46

Quadro 12 – Valores da composição do biogás da Granja UPL de Palma Sola/SC	58
Quadro 13 – Valores da composição do biogás (biometano) da Granja UPL de Palma Sola/SC, após a limpeza	60
Quadro 14 – Valores da composição do biogás da Granja Multiplicadora de Chapecó/SC	68
Quadro 15 – Valores da composição do biogás (biometano) da Granja Multiplicadora de Chapecó/SC, após a limpeza	70
Quadro 16 – Composição do biogás bruto e do biogás limpo (biometano) produzido nas propriedades pesquisadas de Palma Sola/SC e Chapecó/SC.....	74
Quadro 17 – Concentração de gás sulfídrico e água do biogás limpo (biometano) e parametrização dada pela ANP nº 8/2015	75
Quadro 18 – Concentração de metano, oxigênio e gás carbônico do biogás limpo (biometano) e parametrização dada pela ANP nº 8/2015	76
Quadro 19 – Produção de energia elétrica com biogás de 60% de metano.....	88
Tabela 01 – Concentração de parâmetros de carga eutrófica dos afluentes (dejetos) de suínos e produto efluente após tratamento com biodigestor, em propriedade rural do Paraná.....	34
Tabela 02 – Produção de biogás por m ³ de dejetos nas granjas pesquisadas por tipo de biodigestor	73
Tabela 03 – Unidade e valores da água em ponto de orvalho dos principais países europeus que desenvolvem projetos com biogás	77
Tabela 04 – Injeção na rede de gás natural em alta pressão com biometano de baixa concentração de metano: Uma proposta da Biogasmax para a especificação técnica Europeia.....	77
Tabela 05 – Potencial de produção de biogás em Santa Catarina	81
Tabela 06 – Síntese do Potencial de produção de biogás em Santa Catarina.....	83
Tabela 07 – Síntese do potencial de produção e consumo de energia elétrica, consumo e sobra de biogás da Granja UPL de Palma Sola/SC	88
Tabela 08 – Síntese do potencial de geração de energia elétrica a partir do excedente da produção de biogás na Granja UPL de Palma Sola/SC	89
Tabela 09 – Dados do consumo de energia no Brasil referente ao ano de 2015, número de residências atendidas pela distribuidora e consumo médio por residência.	90
Tabela 10 – Número de unidades domésticas residências no Estado de Santa Catarina e Mesorregiões	91

LISTA DE SIGLAS

ABIEPCS – Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína.

ACCS – Associação Catarinense dos Criadores de Suíno.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica.

ANP – Agência Nacional de Petróleo e Gás Natural.

EEG – Erneuerbare Energien Gesetz (Lei sobre Fontes Renováveis de Energia)

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

EPAGRI – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética do Brasil.

GLP – Gás Liquefeito de Petróleo.

GN – Gás Natural.

GNV – Gás Natural Veicular.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

MME – Ministério de Minas e Energia.

MW – Megawatt.

PIB – Produto Interno Bruto

PROINFA – Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica.

PVC – Policloreto de Vinil.

SCGAS – Companhia de Gás de Santa Catarina.

UPL – Unidade Produtora de Leitões.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 A REALIDADE ENERGÉTICA NO BRASIL	18
2.1 A matriz elétrica brasileira.....	18
2.2 A utilização da biomassa na matriz energética brasileira	20
2.3 A cadeia de produção da suinocultura e seu potencial bioenergético.....	22
2.3.1 Impactos ambientais da suinocultura	25
2.4 Tipos de biodigestores	35
2.5 Aproveitamento energético do Biogás.....	38
2.5.1 Geração de energia elétrica a partir do Biogás.....	40
3 LEGISLAÇÃO PARA PRODUÇÃO, USO E COMERCIALIZAÇÃO DO BIOGÁS	44
3.1 Regramentos da ANP sobre Biogás.....	44
3.2 Geração de energia: algumas considerações.....	47
4 METODOLOGIA.....	51
4.1. Descrição da Pesquisa.....	51
4.2 Tratamento dos dados coletados	53
5 LEVANTAMENTO DAS GRANJAS DE SUINOS COM SISTEMAS DE GERAÇÃO DE ENERGIA	54
5.1 Granja UPL de Palma Sola/SC	56
5.2 Granja Multiplicadora de Chapecó/SC	66
6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	73
6.1 Análise da regulamentação do biometano aplicada ao estudo de caso.....	73
6.1.1 Qualidade dos Parâmetros de Água e Gás Sulfídrico	74
6.1.2 Qualidade dos Parâmetros de Metano, Oxigênio e Gás Carbônico	75
6.1.3 O enquadramento do biogás gerado nas granjas pesquisadas	76
6.2 Potencial de produção de biogás em Santa Catarina	80
6.3 A cogeração de energia a partir do biogás (biometano)	84

6.3.1 Comparativo da legislação brasileira com a legislação alemã	84
6.3.2 Potencial de cogeração de energia a partir do biogás limpo (biometano).....	87
7 CONCLUSÕES.....	92
REFERÊNCIAS	95
APENDICE A – Roteiro para coleta de dados	100
APENDICE B – Autorização da Gter para divulgação de dados técnicos	101
APENDICE C – Síntese dos registros de coleta de dados.....	102
APENDICE D – Registros fotográficos complementares	103
ANEXO A – Resolução ANP nº 8, de 30/01/2015	106
ANEXO B – Regulamento Técnico ANP nº 1/2015	112
ANEXO C – Resolução ANP nº 23, de 13/8/2012	115
ANEXO D – Sumário estatístico mensal do biometano	127
ANEXO E – Parte da lei alemã sobre fontes renováveis de energia.....	128
ANEXO F – Legislação brasileira para micro geração de energia.....	134

1 INTRODUÇÃO

A crescente preocupação mundial com o meio ambiente e o consenso sobre a necessidade do desenvolvimento das empresas com bases sustentáveis tem incentivado a realização de pesquisas na área de tecnologias limpas, tais como a utilização de fontes renováveis de energia e a possível redução das emissões antrópicas de gases causadores do efeito estufa, responsáveis pelo aquecimento do planeta.

Os cenários da área energética apontam para a progressiva redução das reservas de combustíveis fósseis, neste contexto a humanidade deve persistir na busca de um novo conceito de fontes de energia, substituindo o carbono fóssil, base da energia por quase dois séculos. Dentre as energias renováveis, os biocombustíveis produzidos a partir da biomassa poderão responder por parcela substancial da oferta futura. O desenvolvimento desta energia promoverá importante aumento de investimento, emprego, renda e desenvolvimento tecnológico.

A região sul do Brasil, principalmente o estado de Santa Catarina se destacam na produção de aves e suínos. O Estado possui a maior população de suínos do Brasil, isso se reflete no dinamismo provocado na região onde são criados, através da promoção do desenvolvimento regional e econômico, no entanto, a grande quantidade de dejetos produzidos neste sistema agroindustrial aponta para a existência de expressivo potencial poluidor que pode, inclusive, comprometer os recursos hídricos.

Apesar de o panorama parecer complexo, nas últimas décadas o Estado de Santa Catarina vem passando por uma mudança no paradigma energético, através da ascendente evolução no sistema agroindustrial da suinocultura que vem produzindo como subproduto o biogás, fonte alternativa de energia renovável, que apresenta múltipla aplicação energética.

Assim, essa ameaça poluidora vem se transformando nos últimos anos, em uma oportunidade para a pesquisa e para os agentes econômicos envolvidos.

Esse possui característica de ser viável socialmente por envolver grande número de produtores rurais, principalmente no segmento denominado de agricultura familiar, além de contribuir na redução do êxodo rural, e absorver mão de obra na propriedade, possibilitando a geração de renda e fixando o homem no meio rural.

Ainda, é necessário citar a motivação pessoal para pesquisa haja vista, que toda minha vida acadêmica e profissional esteve voltada para a melhoria das atividades rurais através do ensino agrícola, tendo sido aluno do Colégio Agrícola La Salle, Curso Técnico em Agropecuária (onde hoje sou Professor e Administrador), da Faculdade de Administração,

Ciências Contábeis e Ciências Econômicas (FACEPAL) de Palmas/PR onde cursei Administração de Empresas e posteriormente Administração Rural, das especializações em Solos e Meio Ambiente, Gestão de Pessoas e Gestão de Recursos Humanos, onde aperfeiçoei meus conhecimentos e da atividade como docente da Disciplina de Administração Rural e Planejamento e Projetos Agropecuários, na Universidade do Oeste de Santa Catarina (UNOESC). Dos trabalhos voltados ao agronegócio e da defesa constante às atribuições profissionais do Técnico Agrícola, atuando diretamente na qualificação e valorização da profissão e sua inserção no mercado de trabalho, como Diretor de Ensino da Associação dos Técnicos Agrícolas de Santa Catarina (ATASC), secretário do Conselho das Escolas Agrícolas de Santa Catarina (CONEA), Presidente do Núcleo Regional dos Técnicos Agrícolas do Alto Irani (NURTAI), membro ativo do Sindicato dos Técnicos Agrícolas de Santa Catarina (SINTAGRI). Na elaboração da pesquisa que resultou na monografia do curso de MBA em Gestão de Instituições Educacionais e que abordou a importância do ensino agrícola em regime de internato. Dos trabalhos e pesquisas já realizados no aproveitamento dos dejetos de animais criados em sistema de confinamento, em sistemas de biodigestão e geração de energia. E agora, na realização do presente trabalho que possui como objetivo geral analisar a potencialidade e regulamentação do uso do biogás produzido a partir de dejetos suínos, como fonte alternativa de geração de energia.

A revisão bibliográfica tratará o biogás como biocombustível, porém segundo a nova resolução da ANP, publicada em 30 de janeiro de 2015, o biogás é considerado o gás bruto resultante da fermentação de materiais orgânicos e considera como biometano o biogás tratado e limpo, sendo este biometano considerado pela ANP nº 8 de 30 de janeiro de 2015, como biocombustível.

Assim a pesquisa foi conduzida por seus objetivos específicos:

- Analisar a regulamentação e parametrização do biometano do Brasil, aplicado ao estudo de caso nos empreendimentos de Chapecó/SC e de Palma Sola/SC;
- Estimar o potencial de produção de biogás no Estado de Santa Catarina a partir de informações estatísticas e registros disponíveis da cadeia de produção da suinocultura no Estado;
- Discutir o uso de biogás para cogeração de energia a partir da aplicação de política pública de incentivo ao seu uso considerando o exemplo da Alemanha.

Para dar conta dos objetivos acima propostos o estudo será dividido em cinco capítulos, sendo o primeiro capítulo composto por esta introdução onde o problema de pesquisa é apresentado e justificado. O segundo capítulo abordará a matriz energética do

biogás no contexto do Brasil, a cadeia da suinocultura, os impactos ambientais dessa cadeia e aspectos gerais da produção de biogás no estado de Santa Catarina. Inclui-se na revisão bibliográfica um terceiro capítulo onde se apresenta as legislações que regulamentam a produção e comercialização do Biogás no Brasil e a utilização do biogás para cogeração de energia elétrica no Brasil e na Alemanha.

O quarto capítulo descreverá a metodologia utilizada na pesquisa. E por fim o quinto capítulo apresentará a análise e discussão dos dados advindos do estudo de caso, trazendo uma análise e propostas de alternativas e complementos a legislação brasileira com base na legislação alemã.

2 A REALIDADE ENERGÉTICA NO BRASIL

O Brasil possui uma das melhores matrizes elétricas do mundo em termos de participação de energia renovável, sustentabilidade e baixa intensidade de carbono. Enquanto que a matriz energética de geração de energia elétrica média mundial tem 81,2% de sua energia produzida por fontes não renováveis e poluidoras, no Brasil esta participação é de apenas 12,8% (TOMALSQUIM, 2011). Este status brasileiro se deve principalmente pela utilização de hidroelétricas, que corresponde aproximadamente a 68% de toda a energia elétrica consumida no Brasil. Além dos fatores ambientais, a utilização de hidroelétricas é a fonte mais barata de produção de energia do planeta (TOMALSQUIM, 2011).

2.1 A matriz elétrica brasileira

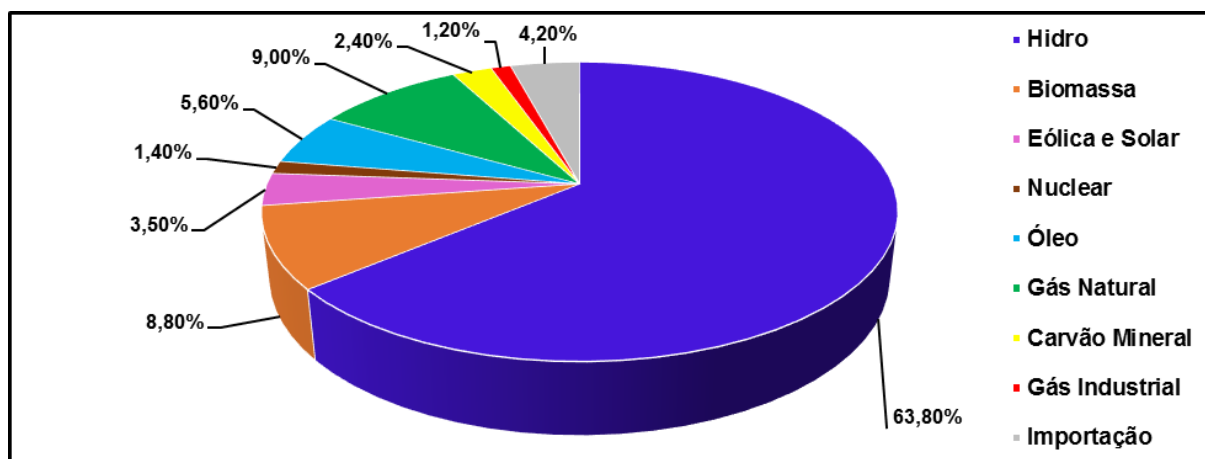
A questão central e estratégica que deve ser trabalhada pela política energética e o planejamento setorial brasileiro é a busca de mecanismos e instrumentos para manter a matriz elétrica competitiva em termos ambientais e econômicos com base nos recursos naturais existente no território brasileiro, pois, a manutenção do padrão de geração hidroelétrico enfrenta atualmente dois grandes obstáculos no Brasil, o primeiro de ordem geográfica, onde o maior potencial hídrico remanescente está localizado na Região Norte do país onde prevalece uma topografia suave em que a construção de reservatório exige o alagamento de grandes extensões territoriais. O segundo impasse é constitucional, a partir da promulgação da Constituição de 1988 que restringindo a construção de hidroelétricas, além disso, por força de novas legislações ambientais, os novos licenciamentos para a construção de hidroelétricas têm-se colocado limitantes.

Esta restrição tende a frear o crescimento da oferta de geração de energia hídrica para os próximos anos, aonde vem se construindo hidroelétricas com reservatórios reduzidos, denominados de usinas de fio d'água, estas, com grande geração de energia nos períodos úmidos, com maior intensidade de chuvas e volumes de água, porém, a produção de energia hidroelétrica não será capaz de atender sozinha a demanda de energia do País nos períodos secos, havendo portanto, a necessidade de complementação de energia elétrica oriunda de outras fontes energéticas (BRASIL, 2014a).

Uma das alternativas é a utilização de outras fontes de energia como o carvão mineral, os parques eólicos, a utilização de gás natural e apostar principalmente na utilização de fontes renováveis de energia a partir da utilização da biomassa por exemplo.

O sistema elétrico brasileiro se consolidou ao longo do século XX sob o paradigma da geração centralizada em grandes centrais hidroelétricas e com construção de extensas linhas de transmissão, conforme mostra a Figura 01.

Figura 01 – Potência instalada da matriz elétrica brasileira em 2014



Fonte: BRASIL, 2014a.

De acordo com o Ministério de Minas e Energia (BRASIL, 2014a), os parques das usinas hidroelétricas apresentam capacidade de acumular energia nos períodos úmidos, com maior intensidade de chuvas a produção de eletricidade é mais intensa, podendo representar até 90% da oferta de energia produzida no Brasil. Porém, na nova configuração de hidroelétricas, com menores reservatórios de água, há a necessidade de suprir a demanda nos períodos secos.

Também é importante destacar que o consumo de energia vem crescendo nos últimos anos no Brasil e no mundo, alinhado ao crescimento macroeconômico do Brasil, haverá um crescimento da demanda brasileira de energia elétrica nos próximos anos, conforme projeções da EPE – Empresa de Pesquisa Energética, apresentadas no Quadro 01.

Quadro 01 – Crescimento estimado da demanda de energia elétrica em MW/ano

Ano	Norte	Nordeste	Sudeste e Centro Oeste	Sul	Total
2011	4.256	8.791	36.341	9.724	59.112
2015	6.673	10.615	43.033	11.321	71.642
2020	9.681	13.353	51.916	13.646	88.596

Fonte: EPE, 2011.

De acordo com a Empresa de Pesquisa Energética Brasileira (EPE, 2011), para o ano de 2020 a projeção de demanda de energia elétrica no Brasil será de 49,87% maior que no ano de 2011. Para que o Brasil atinja patamares econômicos e sociais de países desenvolvidos, é necessário garantir a competitividade da economia brasileira e a universalização de acesso, onde o consumo de energia elétrica é inevitável para o progresso e crescimento do País.

O potencial hidroelétrico ainda a ser explorado no Brasil é de 160 GW, segundo a EPE (2011), no entanto, as restrições geográficas e ambientais, já citadas, dificultam o suprimento da necessidade de demanda de energia, mesmo que para os próximos anos a quantidade de hidroelétricas cresça no Brasil, não será suficiente para atender a projeção de aumento da demanda. Para tanto é extremamente relevante à preocupação com o aumento da produção de energia hidroelétrica e de fundamental importância uma maior atenção em investimentos feitos em outras fontes alternativas de energia (EPE, 2011). Neste contexto destaca-se mais uma vez o grande potencial de energia que pode ser gerado através da biomassa, que conforme dados do Ministério de Minas e Energia (BRASIL, 2014a) representa apenas 8,8% da produção de energia utilizada no Brasil.

2.2 A utilização da biomassa na matriz energética brasileira

O Brasil possui condições naturais e geográficas favoráveis à produção de biomassa, e pode assumir posição de destaque no cenário mundial na produção e no uso deste recurso energético. Por sua situação geográfica, o país recebe intensa radiação solar ao longo do ano, o que é a fonte de energia fundamental para a produção de biomassa, quer seja para alimentação ou para fins agroindustriais. Outro aspecto importante é que possuímos grande quantidade de terra agricultável, com boas características de solo e condições climáticas favoráveis. No entanto, é necessária a conjugação de esforços no sentido de que esta produção ou o seu incremento, seja feito de maneira sustentável, tanto do ponto de vista ambiental, econômico, quanto social.

A crise ambiental e a urgência de migração para uma matriz energética diversificada que aproveite ao máximo as fontes e potencialidades locais deve incluir os recursos da Agroenergia, Bioenergia e Biomassa, conforme definidos por Barreira (1993), a agroenergia é o termo da fonte energética proveniente de produtos agropecuários e florestais como alternativa de diminuição da dependência do petróleo e tem o potencial de reduzir a emissão de gases poluentes.

Barreira conceitua também Bioenergia e Biomassa:

Bioenergia é a energia convertida através da conversão da biomassa, e biomassa é toda matéria gerada através da fotossíntese e seus derivados tais como: produtos florestais e agrícolas, resíduos animais, resíduos orgânicos, industriais e urbanos, as biomassas mais utilizadas são: a lenha, o bagaço da cana-de-açúcar, galhos, folhas de árvores, papéis, papelão, entre outros (BARREIRA 1993).

Por sua vez, o Ministério de Minas e Energia (BRASIL, 2014a) considera biomassa todo recurso renovável que provêm de matéria orgânica de origem vegetal ou animal tendo por objetivo principal a produção de energia. Deve se distinguir do conceito ecológico que considera biomassa a quantidade total de matéria viva presente num ecossistema ou em uma população animal ou vegetal.

Na definição de biomassa para a geração de energia não se contabiliza os tradicionais combustíveis fósseis, apesar destes também serem derivados da vida vegetal (carvão mineral) ou animal (petróleo e gás natural), mas são resultados de várias transformações que requerem milhões de anos para acontecerem. A biomassa é considerada, portanto, um recurso natural renovável, contrário aos combustíveis fósseis.

Para Barreira (1993) a biomassa é uma das maiores fontes de energia disponíveis nas áreas rurais e agroindustriais, deixando de ser um problema ambiental o seu descarte, para tornar-se uma solução energética. É nas propriedades rurais, principalmente no local onde se desenvolve a atividade de suinocultura, que esses recursos estão à disposição para a produção de biogás, caracterizando-se como um grande potencial energético.

Atualmente existem diversas fontes de biomassa energética, que vão desde os resíduos agrícolas, industriais e urbanos até as culturas plantadas exclusivamente para a obtenção de biomassa, como o milho e a cana de açúcar. As tecnologias para a transformação da biomassa em energia são diversas, algumas ainda dependem de melhor eficiência, mas basicamente envolvem desde a queima para a geração de energia térmica até processos físico-químicos ou bioquímicos produzindo combustíveis líquidos e gasosos (BARREIRA, 1993).

O Governo Federal possui um Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA) que prevê a geração de energia com a utilização de dejetos, da cana, do lixo e do esgoto. Essa demanda traz vantagens ambientais e, principalmente, incide nos grandes centros, reduzindo a emissão de poluentes e reduzindo o efeito estufa (BRASIL, 2014a).

Na geração de energia a partir dos resíduos da biomassa, estes podem ser classificados da seguinte forma:

- a) **Resíduos sólidos urbanos:** Podem ser utilizados por meio da queima direta e é uma forma já utilizada em países desenvolvidos. O lixo pode conter até 705 materiais com potencial energético.
- b) **Resíduos animais:** O método indicado para esse tipo de resíduo é a digestão anaeróbica, produzindo o biogás.
- c) **Resíduos vegetais:** Podem ser transformados facilmente em energia graças à baixa umidade e à facilidade de processamento, queima, pirolise ou fermentação. A sua disponibilidade pode ser sazonal e necessitam de armazenamento.

2.3 A cadeia de produção da suinocultura e seu potencial bioenergético

O aumento da cadeia produtiva da suinocultura está diretamente relacionado ao crescimento da economia e da população, atualmente a população mundial é de 6,4 bilhões de pessoas, no ano 2030 ela passará para 8,1 bilhões e em 2050 chegaremos próximos aos 9 bilhões (ROPPIA, 2006).

Por sua vez, o poder aquisitivo das pessoas está aumentando e o consumo de carne tem uma forte correlação com o PIB per capita. Historicamente, à medida que vai aumentando o poder aquisitivo das pessoas, aumenta principalmente o consumo de alimentos, onde o primeiro a aumentar significativamente é o consumo de carne, que por consequência, faz aumentar toda sua cadeia produtiva, conforme Quadro 02.

Quadro 02 – Crescimento do poder aquisitivo e o consumo de carnes no mundo.

Ano	PIB per capita (US\$)	Consumo de carne Kg/pessoa/ano
1961	2.676,00	23,1
1971	3.714,00	27,8
1981	4.376,00	30,8
1991	4.992,00	34,4
2001	5.611,00	38,6
2030	7.600,00	45,3

Fonte: Luciano Roppa, 2006 – Baseado em dados da FAO, 2005.

Em relação à produção de carnes, nos anos 70, metade da carne do mundo era produzida nos países em desenvolvimento e a outra metade nos países desenvolvidos. Atualmente cerca de 60% é produzida nos países em desenvolvimento e esta tendência tende

a crescer de tal forma que em 2030 mais de 70% será produzida nesses países (ROPPIA, 2006).

Para atender a demanda de produção é necessário ter investimento em pesquisa, terra agricultável disponível, água, clima adequado, mão de obra qualificada, custo competitivo, boas técnicas de produção, produção com base em conceitos de qualidade, segurança alimentar e respeito ao meio ambiente. Levando em consideração estes fatores, o Brasil é um dos melhores locais do mundo para fomentar a produção de suínos nas próximas décadas, conforme dados apresentados no Quadro 03.

Quadro 03 – Estimativa do crescimento da produção de carnes por país, de 2006 a 2015, dados em milhões de toneladas

	2006	2015	Crescimento	Quantidade
Mundo	267,14	318,14	19,10 %	51,00
China	72,67	90,91	25,10 %	18,24
USA	39,71	45,06	13,40 %	5,35
EU 25	40,62	42,01	3,40 %	1,39
Brasil	21,09	28,36	34,40 %	7,27
Índia	5,79	7,52	29,80 %	1,73
Rússia	5,43	6,98	28,70 %	1,55
México	5,09	6,10	20,00 %	1,01
Argentina	4,36	5,06	16,10 %	0,70
Japão	2,97	2,74	- 7,80 %	- 0,23

Fonte: FAO/OCDE statdata, 2006 – Elaboração Luciano Roppa, 2006.

Estudos e investimentos realizados nas últimas décadas na suinocultura brasileira, de acordo com dados do Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) posicionaram o Brasil em quarto lugar no ranking de produção e exportação mundial de carne suína. Alguns elementos como sanidade, nutrição, bom manejo da granja, produção integrada e, principalmente, aprimoramento gerencial dos produtores, contribuíram para aumentar a oferta interna e colocar o País em destaque no cenário mundial (BRASIL, 2014b).

Atualmente o Brasil é o país que mais investe em pesquisas nesta área, nos últimos 20 anos os pesquisadores conseguiram reduzir em 31% a gordura da carne, 10% do colesterol e 14% de calorias, tornando a carne suína brasileira mais magra e nutritiva, além de saborosa. A consequência destes investimentos é o crescimento da produção que está em torno de 4% ao

ano, sendo os estados de Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul os principais produtores de suínos do País. Atualmente, o Brasil representa 10% do volume exportado de carne suína no mundo, chegando a lucrar mais de US\$ 1 bilhão por ano (BRASIL, 2014b).

De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, estima-se que as exportações chegarão a 21% do total exportado no mundo até 2019. Este crescimento se deve principalmente aos investimentos feitos em sanidade e segurança alimentar da cadeia produtiva.

De acordo com dados do IBGE (2015), conforme o Quadro 04, a Região Sul do Brasil, sempre foi a maior produtora nacional de carne suína, sendo que Santa Catarina é o estado que mantém a maior concentração de suínos do Brasil, isto o torna também o lugar com a maior concentração de efluentes e passivos ambientais. O maior desafio é conciliar produção com qualidade e responsabilidade ambiental.

A suinocultura é a atividade tradicional do povo rural catarinense, concentrada na Região Oeste do Estado, denominada Mesorregião Oeste Catarinense. A atividade ganhou impulso em virtude da abundância de milho e da adaptação das pequenas propriedades rurais às exigências da indústria frigorífica. A maior parte do rebanho suíno de Santa Catarina está localizado nesta região que, apesar de ocupar apenas 26% da área total do Estado, concentra acima de 70% do rebanho suinícola do Estado (Quadro 04).

Quadro 04 – Efetivo do rebanho suíno brasileiro (cabeças)

Região	2010		2011		2012		2013	
	Total cab.	% (SC)	Total cab.	% (SC)	Total cab.	% (SC)	Total cab.	% (SC)
Oeste Catarinense - SC	5.945.042	76,05	6.003.173	75,34	5.475.274	73,20	4.481.163	71,46
Norte Catarinense - SC	381.648	4,88	425.528	5,34	416.861	5,57	347.487	5,54
Serrana - SC	265.620	3,40	266.815	3,35	268.907	3,59	244.037	3,89
Vale do Itajaí - SC	504.335	6,45	523.555	6,57	520.395	6,96	416.974	6,65
Grande Florianópolis - SC	30.871	0,39	22.688	0,28	23.961	0,32	16.887	0,27
Sul Catarinense - SC	690.020	8,83	726.357	9,12	774.785	10,36	764.249	12,19
Total – Santa Catarina	7.817.536		7.968.116		7.480.183		6.270.797	
Norte	1.607.481		1.569.553		1.489.219		1.261.870	
Nordeste	6.197.109		6.079.495		5.857.733		5.559.110	
Sudeste	7.133.257		7.024.065		7.131.055		6.904.686	
Sul	18.643.470		19.094.595		19.212.426		17.914.294	
Centro-Oeste	5.375.441		5.539.628		5.105.469		5.103.633	
Total – Brasil	38.956.758		39.307.336		38.795.902		36.743.593	

Fonte: IBGE – Pesquisa pecuária municipal, 2015.

Existe no Estado 107 pequenos e médios abatedouros com inspeção municipal, estadual e federal, sem produção própria de suínos, que abatem mensalmente cerca de 12 mil animais/dia que se destinam ao consumo interno. O Estado é competitivo internacionalmente, tem índices de produtividade semelhantes e superiores aos dos europeus e americanos, é responsável por quase 23% da produção nacional e 2% da produção mundial, participa com 28% das exportações nacionais (ACCS, 2015). Em setembro de 2014 saiu de Chapecó/SC o primeiro container de carne suína exportada para os EUA.

De acordo com dados do IBGE (2015), no ano de 2013 Santa Catarina manteve um plantel de 6.270.797 cabeças suínas. Considerando que cada suíno produz em média 8,6 litros de dejetos por dia (OLIVEIRA, 1993), estima-se que o Estado de Santa Catarina produziu, por dia em 2013, um volume aproximado de 54 milhões de litros de dejetos. Sabe-se que parte desses dejetos são lançados no meio ambiente, sem nenhuma espécie de tratamento prévio, ou de forma inadequada.

É também importante destacar que cada suíno gera dejetos equivalente em carga poluente a 3,5 pessoas (LINDNER, 1999), pela relação de cabeças suínas em 2013, teríamos um potencial poluidor em dejetos equivalente a uma população de 21,94 milhões de pessoas, enquanto que a população humana total do estado de Santa Catarina é de 6,2 milhões de habitantes (IBGE, 2010).

A Embrapa Suínos e Aves, unidade descentralizada da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, localizada em Concórdia/SC, vem buscando desde 1975, desenvolver soluções tecnológicas para os setores avícola e suinícola nacional. Os resultados de suas pesquisas são transferidos para a sociedade por meio de publicações, dias de campo, cursos, treinamentos, unidades demonstrativas, eventos e outras iniciativas.

2.3.1 Impactos ambientais da suinocultura

De acordo com o CONAMA (1986), pode-se definir impacto ambiental como:

[...] qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais.

Em relação à suinocultura, a maior preocupação é em relação a contaminação das águas, principalmente para o consumo humano. A suinocultura é considerada pelos órgãos de fiscalização e proteção ambiental, uma atividade de grande potencial poluidor, devido a elevada carga orgânica contida nos seus efluentes, que representam uma fonte potencial de contaminação e degradação do ar, dos recursos hídricos e do solo. A produção intensiva de suínos resulta em um elevado volume de dejetos a serem descartados ou tratados. O lançamento indiscriminado de dejetos não tratados em rios, lagos e no solo tem provocado inúmeros impactos ambientais, como: doenças, desconforto à população através da proliferação de insetos e mau cheiro e, principalmente, a eutrofização dos cursos d'água e solo. Constitui-se, dessa forma, um risco à sustentabilidade e expansão da suinocultura como atividade econômica sem o devido tratamento de seus dejetos (BLEY JUNIOR, 1997).

A proteção ambiental no Brasil é regida por uma série de leis, decretos e portarias que relacionam o uso dos efluentes da produção animal como fonte de adubação e impõem limites para o lançamento destes em corpos de água. Destacam-se na produção animal as Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) a de nº. 357 de 2005, que estabelece padrões de lançamento de efluentes nos corpos d'água e a de nº 375, de 2006, que regulamenta a aplicação do efluente animal no solo quando este se encontra na forma de lodo. A legislação brasileira, por meio do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), órgão vinculado ao Ministério do Meio Ambiente, através da Resolução nº 357, de março de 2005, estabelece que o despejo de resíduos da produção animal não é permitido em rios de Classe I, destinados ao abastecimento doméstico. Em rios de Classe II e III, o despejo pode ser feito desde que tratado para obter os mesmos padrões qualitativos da água do rio, ou seja, permita a autodepuração.

Para utilização dos efluentes da suinocultura, torna-se fundamental que, primeiramente, se conheça suas características físicas, químicas e microbiológicas, de forma que se possa estabelecer medidas adequadas de proteção ambiental e a escolha de tecnologias apropriadas para a sua disposição no ambiente.

A produção intensiva de suínos é uma importante fonte de emissão de dióxido de carbono, metano, óxido nitroso e amônia, elementos que incrementam de forma direta o processo do aquecimento global, com influência na diminuição da camada de ozônio, e podendo contribuir para chuvas ácidas. Estes impactos são inerentes a escala de produção da atividade em área reduzida, além da prática tecnológica e do sistema de manejo adotado. (MIRANDA, 2005a).

A carga orgânica do resíduo de dejetos da produção de suínos está na mesma dimensão da produção de carne e derivados. A primeira solução adotada, o uso como fertilizantes dos solos, em muitos casos, já tem adicionado quantidades por área maiores que as permitidas legalmente. O problema da descarga dos dejetos é cumulativo, o ambiente possui uma capacidade natural de absorver os poluentes orgânicos e inorgânicos, mas se esse nível for excedido, poderá resultar na deterioração da qualidade das águas e das plantas e em distúrbios químicos, físicos e biológicos do solo (SEGANFREDO, 2000). Como as culturas não conseguem assimilar todos os nutrientes contidos no solo, este sofre alterações da qualidade gasosa, excesso de microbiota e, portanto, degradado.

O lançamento de efluentes nas águas e lavouras, resultando em alta concentração de matéria orgânica, nutrientes e agentes patogênicos é para Bhartolomeu et al. (2007) os principais responsáveis pela degradação dos mananciais de água onde os dejetos contribuem com os três aspectos negativos.

A suinocultura intensiva tem sido apontada como uma das atividades agropecuárias com maior potencial poluidor, responsável por causar impactos ambientais extremamente negativos. Porém é recente a preocupação em tentar quantificar esses impactos de uma forma mais abrangente. O autor e pesquisador Spies (2003), utilizando a metodologia de análise do Ciclo de Vida realizou o balanço de massas do processo de produção de suínos, desde a produção das matérias-primas necessárias para a alimentação dos suínos até a entrega dos animais na plataforma do frigorífico.

O resultado da avaliação ambiental desenvolvida pela Análise do Ciclo de Vida (ACV) demonstrou vários impactos, sendo os principais a eutrofização e acidificação dos mananciais. Além dos impactos diretos que a atividade provoca na degradação dos ecossistemas também se acrescenta os impactos provocados por outras atividades envolvidas com a cadeia produtiva, tais como a produção de grãos, o transporte dos alimentos e a fabricação de ração, considerando que os alimentos dos suínos são, em grande parte, oriundos de outras regiões (SPIES, 2003).

A poluição do ar é causada pela emissão de gases de efeito estufa como amônia (NH_3), metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2). Estes gases também geram maus odores, quando retidos nas esterqueiras, tratados ou aplicados no solo como fertilizantes. Já a eutrofização das águas superficiais e a presença de nitratos nas águas subterrâneas são causadas pelo excesso de nitrogênio (N), e fósforo (P) no material orgânico dos dejetos, que ao lixivarem, potencializam o risco de contaminação de águas do solo e subterrâneas. O manejo incorreto de dejetos em solos pode levar ao acúmulo neste, de nutrientes como o

nitrogênio (N) e o fósforo (P) e de metais pesados como o cobre (Cu), zinco (Zn), manganês (Mn) e ferro (Fe), além da contaminação por patógenos. Estes elementos têm impacto negativo na lavoura, causando toxidade nas plantas com desdobramento para saúde humana e animal.

Quadro 05 – Impactos ambientais causados pela suinocultura sobre os recursos naturais

Recursos	Atividades	Impactos resultantes
Solo	Manejo inadequado dos dejetos	Níveis tóxicos de nutrientes no solo
	Manejo inadequado das rações e dos dejetos	Poluição do solo com metais pesados (Cu, Zn, Cd)
	Emissão de amônia	Destruição da vegetação por chuva ácida
Água	Manejo Inadequado dos dejetos	Poluição da água superficial e subterrânea
	Aumento no uso das fontes de água	Redução do recurso água
Ar	Aumento na emissão de gás responsável pelo efeito estufa	Aquecimento global: emissão de dióxido de carbono, metano e óxido nitroso
Biodiversidade	Perda de raças nativas	Redução da diversidade genética
	Redução das resistências às doenças	Aumento da suscetibilidade às doenças

Fonte: De Haan, e Blackburn, 2003. Adaptado por Miranda, 2005b.

O impacto ambiental causado pela produção intensiva de suínos tem causado severos danos ao meio ambiente. Para a sobrevivência das zonas de produção intensiva de suínos, é preciso encontrar sistemas alternativos de tratamento destes dejetos, que reduzam a emissão de odores, os gases nocivos e os riscos de poluição dos mananciais de água superficiais e subterrâneas por nitratos e do ar pelas emissões de NH₃. O uso de dejetos líquidos como fertilizantes, deve também contemplar os custos de armazenamento, transferência, tratamento e transporte à lavoura.

Até a década de 1970, os dejetos suínos não constituíam fator de preocupação, uma vez que a concentração era pequena e os mesmos eram utilizados para adubação do solo, respeitando a quantidade legalmente permitida pela FATMA de 50 m³/ha/ano. Porém, com a adoção do sistema de criação intensiva, com grandes quantidades de animais confinados em pequenas áreas, o volume de dejetos aumentou, tornando-se ponto crucial dar, aos dejetos, outros destinos sustentáveis, além do uso como fertilizante (SEGANFREDO; SOARES; KLEIN, 2003).

Os impactos da geração de dejetos pela suinocultura foram avaliados nas três regiões hidrográficas do Oeste de Santa Catarina: extremo Oeste, Meio Oeste e Vale do Rio do Peixe.

Os Quadros 06, 07 e 08 apresentam de forma qualitativa os indicativos de poluição encontrado no estudo (DENARDIN, 2005).

Quadro 06 – Fontes poluidoras e tipos de poluição na região Oeste Catarinense

Região Hidrográfica	Fontes Poluidoras	Tipo de Poluição
Extremo Oeste	Pecuária	Coliformes fecais por dejetos de suínos
	Lavouras	Agrotóxicos e assoreamento dos rios
	Agroindústria de carnes	Efluentes orgânicos
Meio Oeste	Pecuária	Coliformes fecais por dejetos de suínos
	Lavouras	Agrotóxicos e assoreamento dos rios
	Agroindústria de carnes	Efluentes orgânicos
Vale do Rio do Peixe	Indústria	Efluentes orgânicos e tóxicos
	Pecuária	Coliformes fecais por dejetos de suínos
	Lavouras	Agrotóxicos e assoreamento dos rios
	Agroindústria de carnes	Efluentes orgânicos

Fonte: Denardin; Sulzbach, 2005.

A Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) fornece dados quantitativos de diversas coletas de amostras de água de fontes e mananciais no Oeste Catarinense, com o objetivo de analisar a qualidade da água consumida pela população rural. Os dados são referentes às coletas realizadas até o ano de 1986, e posteriormente analisadas entre os anos de 1999 a 2001. Os resultados apontaram que os coliformes fecais encontrados na água eram oriundos principalmente da suinocultura.

Quadro 07 – Contaminação das águas de fontes e mananciais no Oeste Catarinense por coliformes fecais (poços superficiais e fontes naturais)

	Até o ano de 1986	Anos de 1999 - 2001
Potável	15,80 %	14,50 %
Contaminado	84,40 %	85,50 %

Fonte: Dados da Epagri, organizado por Baldissera, 2002.

Em 2009, Malheiros et al. (2009), avaliaram 212 amostras de águas subterrâneas em diversas propriedades rurais no Oeste Catarinense, sendo 86 provenientes de poços com profundidade acima de 80m e 126 de fontes superficiais (máximo de 30m de profundidade).

Os resultados que apontaram águas impróprias para consumo humano foram estabelecidos conforme os padrões bacteriológicos estabelecidos pela portaria 518/2004 do Ministério da Saúde.

Quadro 08 – Contaminação da água de poços superficiais e profundos no Oeste Catarinense em 2009

Tipo de amostra	Imprópria para consumo
Poços profundos (Mais de 80 m)	45,30 %
Fontes Superficiais (Até 30 m)	95,20 %

Fonte: Malheiros et al. 2009.

Os resultados encontrados por Malheiros et al. (2009) apontaram que, do total das amostras consideradas impróprias, 95,03% estavam contaminadas por coliformes totais associadas à decomposição de matéria orgânica e 70,81% por coliformes fecais associado às fezes de animais de sangue quente.

Em relação aos impactos ambientais causados pela atividade suinícola brasileira, principalmente em Santa Catarina, a Embrapa Suínos e Aves vem desenvolvendo diversas pesquisas com o objetivo de sanar ou, ao menos minimizar os problemas ambientais. O Quadro 09 mostra algumas tecnologias desenvolvidas pela Embrapa até 2011.

Quadro 09 – Principais tecnologias ambientais para suinocultura desenvolvidas pela Embrapa Suínos e Aves (1998-2011)

Tecnologia	Objetivo	Impacto Ambiental Minimizado	Recurso natural visado
Peneiras e prensas.	Objetiva a separação entre a fase sólida e líquida dos dejetos suínos e bovinos, que não possuam granulometria muito fina.	Níveis tóxicos de nutrientes no solo, poluição do solo com metais pesados, poluição da água superficial e subterrânea.	Solo e água.
Decantador de palhetas.	Separa as fases sólida e líquida dos dejetos. Adequado para pequeno e médios criadores.	Níveis tóxicos de nutrientes no solo, poluição do solo com metais pesados, poluição da água superficial e subterrânea.	Solo e água.
Sistema de lagoas em série.	Redução da carga poluente pela remoção de sólidos totais, DBO5, nitrogênio, fósforo e coliformes totais.	Níveis tóxicos de nutrientes no solo, poluição do solo com metais pesados, poluição da água superficial e subterrânea.	Solo e água.
Compostagem.	Processo de decomposição e bioestabilização de resíduos orgânicos para reintegração no solo dos componentes	Níveis tóxicos de nutrientes no solo, poluição do solo com metais pesados, poluição da água superficial	Solo e água.

	fertilizantes.	e subterrânea.	
Sistema de produção de suínos em cama sobreposta.	Produção em leito formado por maravalha ou outro material. Os dejetos são submetidos à compostagem na própria edificação. Baixo custo de investimento e uso da cama como fertilizante.	Níveis tóxicos de nutrientes no solo, poluição do solo com metais pesados, poluição da água superficial e subterrânea, aumento da suscetibilidade às doenças.	Solo e água.
Kit biogás.	Análise da qualidade e a composição do biogás gerado na propriedade, para maximizar seu aproveitamento.	Aquecimento global: emissão de dióxido de carbono, metano e óxido nitroso.	Solo, água e ar.
Biodigestores.	Agregação de valor ao dejetos por meio da produção de biofertilizante e o biogás.	Níveis tóxicos de nutrientes no solo, poluição do solo com metais pesados, poluição da água superficial e subterrânea, aquecimento global: emissão de dióxido de carbono, metano e óxido nitroso.	Solo, água e ar.
Estação de Tratamento de Dejetos.	Sistema de supervisão e automação de processos por meio de Controlador Lógico Programável, podendo ser monitorada a distância. Indicado para grandes propriedades.	Níveis tóxicos de nutrientes no solo, poluição do solo com metais pesados, poluição da água superficial e subterrânea, aquecimento global: emissão de dióxido de carbono, metano e óxido nitroso.	Solo, água e ar
Sistema e método de análise química qualitativa e quantitativa de biogás.	Análises químicas qualitativas e quantitativas do biogás gerado pelos dejetos suínos, para uso em biodigestores.	Aquecimento global: emissão de dióxido de carbono, metano e óxido nitroso.	Ar.
Dispositivo indicador de corrosão por gases em metais.	Análise do grau de corrosão causado pelos gases provenientes de dejetos de suínos, em equipamentos de metais.	Aquecimento global: emissão de dióxido de carbono, metano e óxido nitroso.	Ar.
Metodologia para medida de biogás produzido em biodigestor.	Medição da quantidade de biogás produzido em biodigestores.	Aquecimento global: emissão de dióxido de carbono, metano e óxido nitroso.	Ar.
Metodologia para medir a emissão de CH ₄ , CO ₂ e H ₂ S de sistemas de manejo de dejetos de suínos.	Medição de emissão de CH ₄ , CO ₂ e H ₂ S de sistemas de manejo de dejetos de suínos.	Aquecimento global: emissão de dióxido de carbono, metano e óxido nitroso.	Ar.
Estocagem dos dejetos de suínos na capacidade de separação sólido/líquida via peneiramento.	Avaliação do efeito do tempo de armazenagem dos dejetos nas calhas sobre a eficiência da separação de sólidos via peneiramento.	Níveis tóxicos de nutrientes no solo, poluição do solo com metais pesados, poluição da água superficial e subterrânea.	Solo e água.
Avaliação físico-química da qualidade da água em sistemas de piscicultura/suinocultura.	Avaliação da presença e integridade do circo vírus suíno tipo 2 (PCV2) e adeno vírus suíno (PAdV).	Aumento da suscetibilidade às doenças.	Solo, água, Biodiversidade.
Remoção química de fósforo em efluentes da suinocultura.	Remoção do fósforo em dejetos suínos para posterior reuso dos dejetos na	Níveis tóxicos de nutrientes no solo, poluição do solo com metais pesados,	Solo e água.

	produção animal ou agrícola.	poluição da água superficial e subterrânea, aumento da suscetibilidade às doenças.	
Aplicação de efluente tratado de suinocultura para diluição de dejetos suíno e remoção de nitrogênio.	Redução da demanda de água pela propriedade e também reduzir custos energéticos do tratamento do efluente.	Níveis tóxicos de nutrientes no solo, poluição do solo com metais pesados, poluição da água superficial e subterrânea, redução do recurso água.	Solo e água.

Fonte: Fonte: Adaptado de Embrapa Suínos e Aves. Bassi; Silva, 2012.

Ainda sobre o Quadro 09, destaca-se as tecnologias voltadas para o aproveitamento energético através da fermentação anaeróbia dos dejetos, produção de biogás e utilização como fonte energética.

De acordo com a Embrapa Suínos e Aves (2012), somente a partir de 1980, quando a maior parte dos mananciais de água já estava contaminado por coliformes fecais é que foram disponibilizadas as primeiras tecnologias com vistas a minimizar os impactos ambientais. As tecnologias desenvolvidas nas décadas de 1980 e 1990 objetivavam reduzir o impacto ambiental dos dejetos suínos, buscando formas de diminuir o volume de produção dos mesmos, utilizando-o como fertilizante para a agricultura. Entre os projetos em desenvolvimento pela Embrapa Suínos e Aves, destacam-se duas tecnologias que buscam transformar problemas ambientais em alternativas energéticas, como kit biogás e os biodigestores apresentados junto aos demais projetos no Quadro 10.

Quadro 10 – Projetos em desenvolvimento relacionados à suinocultura e meio ambiente, na Embrapa Suínos e Aves no período de 2008-2010

Projeto	Objetivo
Desenvolvimento de novos sistemas para remoção de nitrogênio em resíduos com alta carga de nutrientes visando sua aplicação a dejetos de suínos.	Gerar tecnologias para tornar a suinocultura mais competitiva internacionalmente, sob o ponto de vista ambiental.
Avaliação do Termo de Ajustamento de Conduta da suinocultura AMAUC/ Consórcio Lambari através de indicadores sociais, econômicos e ambientais.	Avaliar o termo de ajuste de conduta firmado com os suinocultores dos municípios do Alto Uruguai Catarinense.
Agricultura familiar e meio ambiente no território do Alto Uruguai Catarinense (Projeto Filó).	Construir uma rede social e tecnológica para discutir questões relacionadas à agricultura familiar e meio ambiente no âmbito do território do Alto Uruguai Catarinense.
Viabilidade técnica-econômica de tecnologias convencionais de produção de biodiesel a partir de matrizes lipídicas residuais de origem animal e sua utilização em sistemas de aquecimento para aves e suínos.	Utilizar resíduos de gorduras animais de abatedouros para produção de biodiesel, convertendo um resíduo poluente em um produto de valor comercial, para uso no aquecimento de aves e suínos.
Redução de emissão de metano e gás sulfídrico por meio do tratamento de dejetos suínos via compostagem.	Estudar o efeito da conversão do manejo dos dejetos de suínos da forma líquida para sólida sobre as taxas de emissões de gases de efeito estufa e gases poluentes, para

	desenvolver estratégias de mitigação dos impactos atmosféricos da atividade.
Tecnologias Sociais para Gestão da Água.	Garantir o acesso das comunidades locais às tecnologias ambientais geradas pelas instituições envolvidas.
Avaliação e validação de um modelo alternativo de sistema de tratamento de dejetos de suínos.	Avaliar e validar um modelo alternativo de sistema de tratamento de dejetos de suínos.
Compostagem para o tratamento dos dejetos líquidos de suínos: mitigação de gases de efeito estufa e agregação de renda ao suinocultor pela produção de fertilizante orgânico.	Avaliar a mitigação de gases de efeito estufa e agregação de renda ao suinocultor pela produção de fertilizante orgânico por meio da compostagem de dejetos líquidos dos suínos.
Criação da Rede DEJSUI para o desenvolvimento de tecnologias que visem reduzir o impacto ambiental dos dejetos de suínos no Rio Grande do Sul e Santa Catarina (parceiro).	Criar uma rede de pesquisa para avaliar tecnologias relativas ao tratamento e uso dos dejetos líquidos de suínos que visem reduzir o potencial poluidor dos mesmos.
Dejetos de suínos: impacto ambiental no uso como fertilizante, diminuição do seu potencial poluente e alternativas de reciclagem.	Estabelecer critérios utilização de dejetos de suínos como fertilizante do solo, pesquisar alternativas para a redução do seu potencial poluente e formas de reciclagem, seleção de plantas depuradoras em solos de uso intensivo e ou prolongado de dejetos.
Desenvolvimento de equipamento para automação do tratamento dos dejetos de suínos via compostagem.	Desenvolvimento de equipamento para compostagem dos dejetos suínos.
Desenvolvimento de tecnologias inovadoras para o tratamento de efluentes da suinocultura com simultânea geração de biomassa para produção de fontes alternativas de energia.	Desenvolver novas tecnologias para o tratamento de efluentes da suinocultura que permitam geração de biomassa para produção de fontes alternativas de energia.
Determinação do consumo de água, da geração de dejetos e da emissão dos gases de efeito estufa na produção de suínos.	Determinar o consumo de água, da geração de dejetos e da emissão dos gases de efeito estufa na produção de suínos.
Mitigação de gases de efeito estufa no tratamento dos dejetos líquidos de suínos por biodigestão ou compostagem e no uso do fertilizante orgânico na agricultura conservacionista.	Diminuir emissão de gases de efeito estufa no tratamento de dejetos de suínos por biodigestão ou compostagem e no uso do fertilizante orgânico na agricultura conservacionista.
Tecnologias Limpas aplicadas à Suinocultura: estabelecimento de padrões sanitários e ambientais de reuso dos efluentes da atividade como subsídio para conservação e uso eficiente da água.	Estabelecer padrões sanitários e ambientais para possibilitar o reuso dos efluentes da suinocultura.
Introdução de Biodigestores em uma Micro bacia Hidrográfica do Município de Marechal Cândido Rondon.	Criar um modelo de geração de energia com base nos resíduos de atividades agropecuárias para 40 produtores rurais da região.

Fonte: Adaptado de Embrapa Suínos e Aves. Bassi; Silva, 2012.

A ação dos biodigestores, além da produção do biogás, também apresenta grande importância ambiental, uma vez que o processo de decomposição biológica dos dejetos em câmaras anaeróbias reduz consideravelmente a carga poluidora dos dejetos.

Angonese et al. (2005), em seu experimento desenvolvido na Fazenda Vale dos Ipês, município de Ouro Verde do Oeste, no Oeste do estado do Paraná, analisou o efluente de um biodigestor de fluxo contínuo. Para avaliar os aspectos físico-químicos e qualitativos dos dejetos nas duas etapas, antes e depois do biodigestor, os seguintes parâmetros foram controlados: Nitrogênio Kjeldahl Total (NKT) e amoniacal (N-NH₄⁺), fósforo total (P), potássio (K⁺), pH, Sólidos Voláteis Totais (SVT), Sólidos Fixos Totais (SFT), Sólidos Totais

(ST), DBO₅, DQO. Os resultados médios obtidos para caracterizar o dejetos bruto da suinocultura e os resultados do efluente após passar pelo biodigestor estão apresentados na Tabela 01.

Tabela 01 – Concentração de parâmetros de carga eutrófica dos afluentes (dejetos) de suínos e produto efluente após tratamento com biodigestor, em propriedade rural do Paraná

Parâmetros	Afluente	Efluente	Redução (%)
DQO, mg.l ⁻¹	49.953	11.240	77
DBO (5 dias, 20°C), mg.l ⁻¹	18.717	4.462	76
Sólidos Totais (ST), mg.l ⁻¹	35.789	19.561	45
Sólidos Fixos Totais (SFT), mg.l ⁻¹	10.303	9.013	13
Sólidos Voláteis Totais (SVT), mg.l ⁻¹	25.486	10.548	59
Nitrogênio Amoniacal (N-NH ₄), mg.l ⁻¹	1.732	1.934	12
Nitrogênio Total Kjeldhal (NTK), mg.l ⁻¹	2.982	2.492	16
Fósforo Total, mg.l ⁻¹	1.073	492	54
Potássio Total, mg.l ⁻¹	1.593	885	44
Potencial Hidrogeniônico	7,21	7,55	

Fonte: Angonese et al., 2005.

Angonese et al. (2005), destaca em suas conclusões, que os dados mais expressivos de sua pesquisa, que se assemelham a outros experimentos comparados pelo autor, foram as significativas reduções de DBO, DQO, ST e STV obtidas para o efluente resultante do biodigestor.

Em outro experimento realizado na Universidade Federal de Lavras, Campos et al. (2005), também avaliou o afluente e efluente de um biodigestor de fluxo contínuo com dejetos suínos. Constatou uma eficiência na redução da DQO de 78% e na DBO₅ de 75%.

Resultados de maior redução de DQO foram obtidos no tratamento dos efluentes da suinocultura em lagoas anaeróbias e facultativas. A Embrapa Suínos e Aves, em Concórdia/SC, associou ao tratamento dos efluentes do biodigestor, duas lagoas de maturação e uma lagoa facultativa, com resultados de remoção para a DQO de 98% (VIVIAN et al. 2010). Este autor encontrou os mesmos resultados das pesquisas realizadas por Medri (1997). No mesmo trabalho, Vivian et al. (2010) apresentou resultados de remoção de fósforo total de 98,6%, de NTK equivalente a 89,8% e N-NH₃ de 87,6%.

2.4 Tipos de biodigestores

A produção de biogás, como todo processo biológico, tem sua produtividade limitada a vários fatores, como temperatura, pH, razão entre água e sólidos e entre carbono e nitrogênio, tamanho da partícula sendo digerida, composição do material digerido, tempo de retenção, entre outros (EMBRAPA, 2014).

O biogás é produzido em biodigestores que podem ser construídos como biodigestores de fluxo contínuo ou de batelada. Os de fluxo contínuo são os mais antigos construídos no mundo e também os mais utilizados no Brasil, normalmente utilizados para resíduos e dejetos líquidos com baixos percentuais de matéria seca, sendo que o tamanho do biodigestor é proporcional ao volume de material orgânico que é despejado diariamente, os resíduos circulam pelo sistema, o biogás fica retido na câmara e o líquido ou chorume sai sendo depositado em outra lagoa para utilização como fertilizante (CEMIG, 2014).

Também é muito utilizado o biodigestor por batelada em aterros sanitários, onde o lixo é depositado e posterior é fechado com manta de polietileno para a captação do metano produzido, também pode ser utilizado para dejetos sólidos, onde a cada batelada de produção o biodigestor é limpo para receber a nova carga.

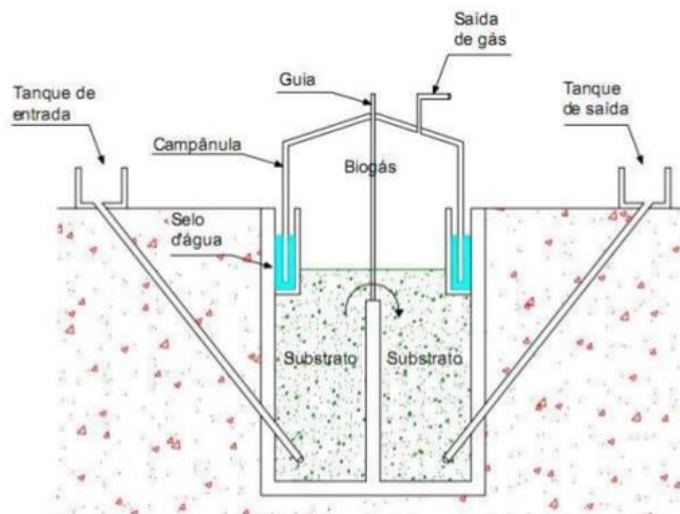
Em ambos os sistemas o biogás é recolhido por tubulações e tratado, uma vez recolhido o biogás precisa ser limpo de impurezas, como o gás sulfídrico. O gás resultante, composto principalmente de metano, pode ser utilizado na produção de energia em turbinas a gás, da mesma forma que o gás natural.

Quanto a sua forma de construção, os biodigestores de batelada consistem normalmente em câmaras construídas de alvenaria ou de lona, o biogás pode ser retido na própria câmara ou em gasômetro acoplado a ela. Já os biodigestores de fluxo contínuo podem ser construídos de alvenaria, fibra de vidro ou lona, com dimensões horizontais ou verticais.

Para produção de biogás a partir de dejetos suínos são utilizados os biodigestores de fluxo contínuo, devido à baixa concentração de material sólido. Os modelos de construção se baseiam nos modelos indianos, chineses e canadenses, onde ao longo dos anos os sistemas foram sendo aprimorados tecnologicamente, com aumento da eficiência e da capacidade de produção de biogás.

A Figura 02 mostra um dos modelos mais antigos do mundo de biodigestor, o modelo indiano, que tem apresenta o fluxo contínuo dos dejetos, ou também chamado de fluxo pistão, a câmara tem divisão interna direcionando o fluxo do substrato durante a fermentação e produção de biogás.

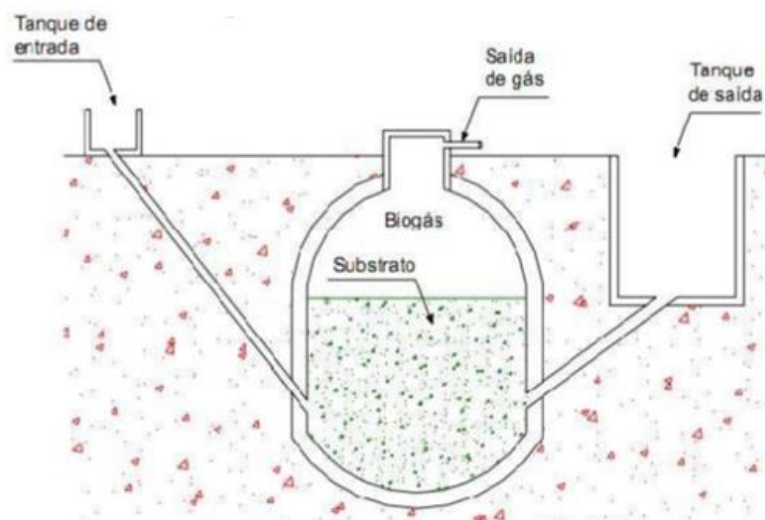
Figura 02 – Modelo de biodigestor indiano



Fonte: Verdério Junior, 2015.

Outro sistema de biodigestão muito antigo é o biodigestor chinês (Figura 03), apresenta como princípio de funcionamento o fluxo ascendente do substrato em uma câmara de fermentação e produção do biogás.

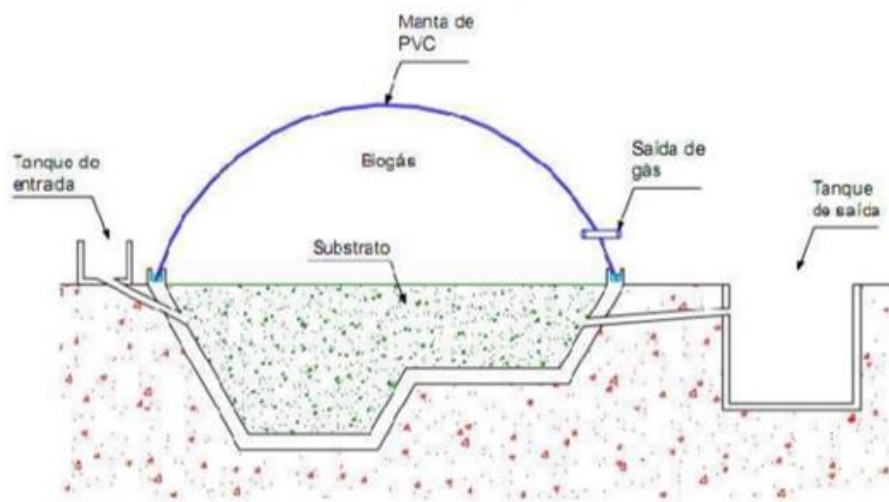
Figura 03 – Modelo de biodigestor chinês



Fonte: Verdério Junior, 2015.

O biodigestor canadense ou da marinha (Figura 04), foi desenvolvido com geomembrana de PVC flexível, construído para grandes volumes de substratos, seu funcionamento assemelha-se tanto ao modelo indiano como ao modelo chinês.

Figura 04 – Modelo de biodigestor canadense ou da marinha



Fonte: Verdério Junior, 2015.

Um exemplo de sistema empregado na região Oeste de Santa é o modelo de biodigestor híbrido, que congrega os princípios de funcionamentos dos modelos indiano, chinês e canadense, desenvolvido pela empresa Gter de Chapecó. Este é construído de geomembrana de PVC, com sistema de fluxo pistão, fluxo ascendente e mistura completa com agitadores internos aumentando a eficiência do biodigestor (GTER, 2015). A Figura 05 mostra o biodigestor aberto em fase de construção, e a Figura 06 o biodigestor fechado já em funcionamento.

Figura 05 – Modelo híbrido, desenvolvido pela Gter de Chapecó/SC em fase de construção



Fonte: Acervo do autor, 2015.

Figura 06 – Modelo híbrido, desenvolvido pela Gter de Chapecó/SC em funcionamento



Fonte: Acervo do autor, 2015.

2.5 Aproveitamento energético do Biogás

Na natureza, a reciclagem da matéria orgânica, gerada pela morte ou excreção dos seres vivos, é realizada por micro-organismos. Eles podem fazer a quebra dos nutrientes com a utilização ou não de oxigênio como oxidante. Quando não utilizam oxigênio, a digestão é chamada anaeróbica. Na digestão anaeróbica da matéria orgânica, ocorre uma grande produção de metano, que representa o principal elemento da constituição do chamado biogás. A digestão acontece em quatro etapas: hidrólise, acidogênese, acetogênese e metanogênese. Todas as etapas são complexas, e as duas primeiras dependem do material de partida, o metano será formado na última etapa da digestão. Na digestão, além do biogás, forma-se uma massa sólida estabilizada e um líquido ou chorume, que podem ser usados como fertilizantes.

O biogás resultante da fermentação anaeróbia de material orgânico apresenta a seguinte composição: metano (50-75%), dióxido de carbono (20-45%), enquanto a água, gás sulfídrico, hidrogênio, nitrogênio e outros componentes, podem ocorrer em proporções menores. Sabe-se que o poder calorífico do biogás bruto é de aproximadamente 5.500 kcal/m³, sofrendo variações de acordo com sua composição de diversas origens. Sua composição é semelhante ao do gás natural, e sua combustão pode ser utilizado para produzir calor e eletricidade. Mas, apresenta cerca de 60% do conteúdo energético, quando comparado ao gás natural.

Segundo a Resolução ANP nº 8, de 30 de janeiro de 2015, que traz novas definições, o biogás é considerado um gás bruto obtido da decomposição biológica de produtos ou resíduos

orgânicos. Já o biometano é considerado um biocombustível gasoso constituído essencialmente de metano, derivado da purificação do Biogás.

O biogás, ou pela nova definição da ANP, biometano, pode ser empregado nos mais variados tipos de produtos, como em fogões domésticos, lampiões, motores de combustão interna (automóveis), geladeiras, chocadeiras, secadores de grãos ou secadores diversos e aquecimento e balanço calorífico (ROYA, B. et al. 2009). Portanto, o biometano pode é substituir os gases de origem mineral como o gás liquefeito de petróleo (GLP), usado como gás de cozinha, o gás natural (GN) usado em equipamentos domésticos e o gás natural veicular (GNV) como combustível veicular.

Segundo Bley Junior (2010) a utilização de biodigestão vem se destacando, pois, além de reduzir a poluição ambiental, recuperam o potencial energético do resíduo em forma de fertilizante e biogás.

Para a utilização energética do biogás (biometano), além do domínio tecnológico do processo é necessário que o produto gerado e sua disponibilização ao mercado esteja devidamente regulamentado por legislação específica. Para Bley Junior (2010) a cogeração de energia elétrica a partir do biogás precisa ser regulamentada abrindo-se um leque de oportunidades aos produtores rurais, que poderão comercializar a energia gerado pelo biogás direto das propriedades rurais para as redes de distribuição de energia da ANEEL.

Segundo Zanella (2012, p.2):

[...] um exemplo a ser tomado é a União Europeia, a qual é mais competitiva e desenvolvida no quesito energia do biogás frente outros combustíveis renováveis. Ademais apresenta metas bem definidas para energia renovável nos próximos anos, devido à garantia de segurança de abastecimento de energia para seus aproximadamente 500 milhões de cidadãos com preços competitivos, num contexto de crescente concorrência internacional de recursos do mundo.

Mesmo tendo o Brasil sua matriz energética muito bem aquinhoadada por fontes renováveis, como a hidroelétrica, o uso de energia baseados nas fontes fósseis, é significativa, principalmente de origem do petróleo. É preciso mudar esses padrões estimulando as energias renováveis, e, nesse sentido, o Brasil apresenta uma condição bastante favorável, inclusive, das alternativas vindas da atividade rural, conforme Lustosa, et al. (2009):

A energia é um bem básico para a integração do ser humano, pois proporciona o crescimento econômico e, conseqüentemente, a melhoria da qualidade de vida. Nesse contexto de crescimento econômico, a preocupação com o meio ambiente também é crescente, e considerando a elevação crescente dos preços dos insumos energéticos, a vocação rural do Brasil e suas condições climáticas, verifica-se que a

geração de biogás é uma importante alternativa para fornecer energia às propriedades rurais, podendo torná-las autossuficientes.

O uso da energia do biogás no Brasil ainda é incipiente, em relação a alguns países que possuem ações pontuais, políticas públicas, o cenário nacional é promissor já que possui condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento de produção de energia a partir da Biomassa.

Em Santa Catarina já existe instituições atentas ao potencial de produção de biogás como fonte alternativa de energia. Exemplo disso é a Companhia de Gás de Santa Catarina – SCGÁS quando afirma que para distribuir o biogás, há necessidade de purificá-lo, visando aproximar as características químicas do gás natural (SCGÁS, 2015). A Companhia de Gás de Santa Catarina assinou em abril de 2015 o protocolo de entendimento com a Biogastec do Brasil e a Sadia. O documento visa assegurar a realização de estudos para avaliar a viabilidade técnica, econômica, financeira e ambiental de projetos de aproveitamento de dejetos suínos para a produção de biogás nos municípios de Faxinal dos Guedes e Concórdia (SCGÁS, 2015).

O projeto em Faxinal dos Guedes pretende instalar uma usina de biogás abastecida por biomassas oriundas de dejetos suínos da unidade na granja própria da Sadia. O local apresenta em média 26 mil suínos, formando um volume estimado de dejetos de 315 m³/dia. Além dos suínos, também se estudará a possibilidade de utilização de dejetos de frangos. Com o sistema em funcionamento, o volume de biogás pode chegar a 4.000.000 m³/ano e a produção estimada de 110.000 toneladas/ano de biofertilizante (fertilizante de primeira qualidade e 100% natural, de origem orgânica, substitui fertilizantes químicos).

Já em Concórdia/SC será estudada a implantação de uma usina de biogás centralizada, que será suprida com dejetos suínos recolhidos de granjas de integrados em um raio de 20 km da mesma. A região gera o volume estimado de dejetos de 614 m³/dia e há a possibilidade de utilização de resíduos de abatedouro. O volume de biogás que deverá ser produzido é o mesmo que em Faxinal dos Guedes/SC e a criação de biofertilizante deve chegar a 215.000 toneladas/ano.

2.5.1 Geração de energia elétrica a partir do Biogás

Vimos que as tecnologias com base em fontes renováveis atraem cada vez mais interessados não só devido às vantagens ambientais, mas inclusive as econômicas e sociais. Além disso, a utilização do biogás como combustível contempla várias formas de uso, desde

motores a combustão interna, passando por aquecimento de caldeiras e fornos e ainda podendo ser utilizado em turbinas a gás ou em microturbinas. O biogás pode ser utilizado em diversas aplicações, dentre as quais: em lampiões, para aquecimento de fogões, como combustível para motores de combustão interna, em geladeiras, chocadeiras, em secadores de grãos ou secadores diversos, para a geração de energia elétrica, etc.

O biogás então, a partir de energia química se converter em energia mecânica que conseguem mover geradores de energia elétrica. Ainda, pode ser utilizada na geração de energia térmica que ocorre a partir da combustão do gás que é queimado na câmara de combustão, com o ar que aumenta sua pressão através de um compressor axial anteposto a camara, é interligada à turbina provinea misturada para a queima da combustão.

[...] o biogás mostra grande versatilidade como fonte energética renovável, devido a sua energia química podendo ser convertida em energia mecânica por processos de combustão controlada, em motores estacionários que por sua vez movem geradores e estes promovem a conversão direta em energia elétrica; utilizado para a cogeração de energia térmica, como a água quente e o vapor gerados com as altas temperaturas do motor; queimada como fonte de energia térmica em caldeiras; aplicado como combustíveis - Gás Veicular purificado - em motores, automotivos e estacionários. Começam a surgir também novas aplicações, como a Reforma do Biogás para a obtenção de Hidrogênio e uso deste em células combustíveis para produção de eletricidade. (BLEY JUNIOR, 2010, p.38)

Mas para que esses usos possam ocorrer é necessário identificar a vazão, composição e poder calorífico do biogás utilizado. Sendo esses os parâmetros que determinam o potencial de geração de energia, tanto na forma de energia elétrica, calor ou trabalho. Esses parâmetros também são fundamentais para o dimensionamento do processo de tratamento do biogás, como a remoção do dióxido de carbono, umidade e do ácido sulfídrico. A variação do poder calorífico do biogás (de 5000 a 7000 Kcal/m³) depende da quantidade de metano presente no mesmo. Quanto maior a quantidade de metano, maior será a pureza do biogás e, assim, maior será o seu poder calorífico. O biogás altamente purificado pode alcançar até 12 000 Kcal/m³ (COPEL, 2012). Segundo a Companhia Paranaense de Energia Elétrica (2012), um metro cúbico de biogás equivale a: 0,613 litro de gasolina; 0,579 litro de querosene; 0,553 litro de óleo diesel; 0,454 litro de gás de cozinha; 1,536 quilo de lenha; 0,790 litro de álcool hidratado; 1,428 kW de eletricidade.

Existem diversas tecnologias para efetuar a conversão energética do biogás. Entende-se por conversão energética o processo que transforma um tipo de energia em outro. No caso do biogás a energia química contida em suas moléculas é convertida em energia mecânica por um processo de combustão controlada. Essa energia mecânica aciona um gerador que a

converte em energia elétrica. Nas instalações de biodigestores existentes na França, por exemplo, e que geram energia elétrica os motores Ciclo Otto predominam em 100% das instalações (LA FARGE, 1995). Os geradores de eletricidade de Ciclo Otto, no Brasil, já são conhecidos há muito tempo e seu uso é estabelecido por normas técnicas específicas. O conjunto gerador consiste em um motor de combustão interna Ciclo Otto adaptado para o uso do biogás como combustível, acoplado a um gerador de eletricidade, gerando energia dentro da propriedade com um sistema de distribuição interno e isolado, onde existe uma caixa de comando.

Nesta caixa de comando, encontram-se a energia gerada pelo grupo gerador a biogás e a provinda da concessionária local, através do acionamento de uma chave central o proprietário criador escolhe qual energia utilizar.

A utilização do biogás como fonte de energia aumenta todo dia, conforme valoriza-se mais as energias renováveis como alternativa às fontes tradicionais de energia de origem não renovável (petróleo, gás, carvão, etc.). O biogás pode ser utilizado em praticamente as mesmas aplicações energéticas desenvolvidas para o gás natural. Sua utilização evoluiu ao longo dos anos. Suas primeiras aplicações energéticas foram em cozinhas familiares e lâmpadas em países como a China e a Índia.

Hoje em dia as aplicações mais interessantes são: Obtenção de calor por combustão direta; motores para a geração de eletricidade com e sem recuperação de calor (cogeração); sistemas de cogeração; integração à rede de gás natural e combustível para veículos motorizados. Destas, as mais comuns são a combustão direta para a produção de calor e a geração de energia elétrica com motores de cogeração. Não obstante, existe um interesse crescente por outras alternativas como são sua aplicação como combustível de automação e sua integração na rede de gás natural.

Os sistemas de cogeração buscam a maior eficiência no aproveitamento da energia contida no biogás. Nestes casos, a potência mecânica provida pelo eixo do motor é aproveitada para gerar eletricidade através de um gerador. Simultaneamente, e por meio de uma série de intercambiadores de calor localizados nos sistemas de refrigeração do motor e na saída dos gases de escape, recupera-se a energia térmica liberada na combustão interna. Esta pode ser utilizada para aquecer a água, para o aquecimento do digestor, ou para qualquer uso industrial ou agroindustrial que requeira energia calorífica. Deste modo, consegue-se um melhor aproveitamento da energia do que se poderia conseguir mediante a geração convencional de eletricidade, na qual o calor gerado no processo se perde.

Em regiões rurais de países em desenvolvimento as aplicações energéticas são geralmente familiares, utilizando-se principalmente para cozinhar e iluminar. Com produções maiores, as aplicações mais evidentes são as duas mais utilizadas a nível geral:

Unidades de motor de gás ou gerador constituem o meio mais comum para produzir eletricidade a partir de biogás. Para plantas pequenas e médias, costumam ser utilizados grupos motor-geradores que podem ter potenciais de 1MW. Em alguns casos, o calor recuperado a partir do resfriamento do motor e dos gases de escape é utilizado para aquecimento. Os sistemas de produção combinada de calor e eletricidade (CHP) permitem um aproveitamento muito mais eficiente da energia quando se usa adequadamente o calor excedente recuperado. Em algumas plantas maiores de biogás, utilizam-se turbinas de gás ou de vapor. A produção de calor em um sistema de caldeiras é outro uso frequente dado ao biogás, o qual pode ser queimado em um forno ou sala de caldeiras para produzir água quente, vapor ou ar quente para aquecimento ou secagem.

3 LEGISLAÇÃO PARA PRODUÇÃO, USO E COMERCIALIZAÇÃO DO BIOGÁS

Considerando que compete à Agência Nacional de Petróleo e Gás Natural (ANP) estabelecer as especificações dos derivados de petróleo, gás natural, seus derivados e biocombustíveis, foram utilizadas como objeto de estudo a Lei nº 12.490, de 16 de setembro de 2011 que atribuiu à ANP a regulação e a autorização das atividades relacionadas com a indústria dos biocombustíveis e que considera que o Biometano atende à definição de biocombustíveis. A Resolução ANP nº8 de 30 de janeiro de 2015 e o Regulamento Técnico ANP 1/2015 que tratam da parametrização do biometano, sua produção, transporte, comercialização e utilização como biocombustível (ANP, 2015).

Para posterior análise crítica do sistema brasileiro de utilização de biometano para a geração de energia, comparado a legislação da Alemanha, foram utilizados como objeto de estudo a Lei para o desenvolvimento das energias renováveis (Fontes Renováveis Lei de Energia – EEG 2014) Legislação Alemã caracterizada como (BGBL. I S. 1066) de 21 de julho de 2014, com a alteração (BGBL. I S. 2406) de 22 de dezembro de 2014 (EEG, 2015). Como comparativo ao sistema brasileiro a Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012 alterada pela Resolução Normativa ANEEL nº 517 de 11 de dezembro de 2012 que estabelece as condições gerais para o acesso de micro geração e mini geração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica e para o sistema de compensação de energia elétrica (ANEEL, 2015).

3.1 Regramentos da ANP sobre Biogás

A resolução da ANP nº 8 de 30 de janeiro de 2015 e Regulamentos Técnicos da ANP tratam especificamente do biometano produzido por decomposição biológica de resíduos orgânicos agrossilvopastoris, determinando parâmetros técnicos para a produção e regulamentando o seu transporte e comercialização (ANP, 2015).

A resolução ANP nº 8/2015 estabelece definições para o Biogás, Biometano e para o Gás Natural Veicular (GNV). Define como biogás todo gás bruto obtido da decomposição biológica de produtos ou resíduos orgânicos. Define o biometano como biocombustível gasoso constituído essencialmente de metano, que tem origem da purificação do biogás. Por fim considera o GNV um combustível gasoso, proveniente do gás natural ou do biometano, ou da mistura de ambos, destinado a utilização veicular, sendo o principal componente o metano, observando-se as especificações estabelecidas pela ANP.

De acordo com a ANP (2015), (Nota Técnica nº 157/2014/SBQ/RJ, 2014), o Biometano pode ser produzido a partir de Biogás obtido de diversas fontes, porém o biogás produzido de aterros sanitários e os tratamentos de esgoto sanitário são fontes que podem acrescentar compostos voláteis denominados siloxanos ao gás, os quais são considerados contaminantes, para alguns usos, não especificados. Vale destacar que, internacionalmente, não se observa a existência de consenso acerca do teor máximo admissível para tais contaminantes no Biometano.

Desta forma, em relação ao biometano produzido de aterros e tratamento de esgoto, ainda será realizado novos estudos para sua regulamentação. Como consta na resolução ANP nº 8/2015.

Art. 5º O Biometano que atenda à especificação estabelecida no Regulamento Técnico, parte integrante desta Resolução, poderá ser misturado ao gás natural.

§ 1º Não se aplica o disposto no caput ao Biometano oriundo de resíduos sólidos urbanos ou resíduos de esgotamento sanitário.

Atualmente os projetos implantados de produção e utilização do biometano a partir do biogás produzido de dejetos suínos não necessitam de monitoramento e controle, de acordo com a ANP nº 8/2015, para garantir os parâmetros de qualidade do biometano, o produtor deve estabelecer testes diários do produto atestado por um profissional habilitado, conforme artigo 6º da resolução:

Art. 6º O produtor fica obrigado a realizar as análises do Biometano em linha e a emitir diariamente o Certificado da Qualidade, o qual deverá conter o resultado da análise de todas as características, os limites da especificação e os métodos empregados, comprovando que o produto atende à especificação constante do Regulamento Técnico, bem como a matéria-prima utilizada para a geração do Biogás.

§ 1º O Certificado da Qualidade deverá ser firmado pelo profissional de química responsável pelas análises, com indicação legível de seu nome e número de inscrição no respectivo órgão de classe.

§ 2º No caso de emissão eletrônica do Certificado da Qualidade, deverão estar indicados o nome e o número de inscrição no órgão de classe do químico responsável pelas análises realizadas.

§ 3º O produtor deverá enviar à ANP, até o 15º (décimo quinto) dia do mês subsequente àquele a que se referirem os dados enviados, um sumário estatístico dos Certificados da Qualidade, em formato eletrônico, conforme instruções disponíveis no sítio da ANP.

§ 4º O produtor deverá encaminhar juntamente com o sumário estatístico, anotações relativas à interrupção da produção, informando, a cada ocorrência, a data e hora do corte, bem como a data e hora da retomada do fornecimento.

A obrigatoriedade do acompanhamento diário cabe somente a comercialização do biometano, portanto para a cogeração de energia na própria propriedade não será necessário, mas dependerá de documentação e autorização da ANP para seu devido funcionamento.

O regramento específico para o biometano é dado pelo Regulamento Técnico ANP 1/2015 da Resolução ANP nº 8/2015, definido como gás oriundo de produtos e resíduos orgânicos agrossilvopastoris e comerciais destinado ao uso veicular e às instalações residenciais e comerciais, a ser comercializado em todo o território nacional. Como características essenciais deve permanecer no estado gasoso sob condições de temperatura e pressão ambientes e ser produto obtido a partir do biogás da digestão anaeróbica de resíduos orgânicos de origem vegetal, animal ou de processamento da agroindústria, contém principalmente metano e dióxido de carbono em sua composição, podendo ainda apresentar componentes como nitrogênio, oxigênio e dióxido de carbono. E, para a sua comercialização, requer os mesmos cuidados na compressão, distribuição e revenda dispensada ao gás natural.

O Biometano deve apresentar concentrações limitadas de componentes potencialmente corrosivos de modo que a segurança e a integridade dos equipamentos sejam preservadas. Esses componentes são o sulfeto de hidrogênio, o dióxido de carbono e a água.

A especificação do biometano, no Quadro 11, de acordo com o regulamento técnico deve ser determinado sempre pelas publicações mais recentes das normas acima citadas.

Quadro 11 – Especificação do Biometano ⁽¹⁾

CARACTERÍSTICA	UND	LIMITE		MÉTODO		
		Região Norte (Urucu)	Demais Regiões	NBR	ASTM	ISO
Metano	% mol.	90,0 a 94,0	96,5 mín.	14903	D1945	6974
Oxigênio, máx.	% mol.	0,8	0,5	14903	D1945	6974
CO ₂ , máx.	% mol.	3,0	3,0	14903	D1945	6974
CO ₂ +O ₂ +N ₂ , máx.	% mol.	10,0	3,5	14903	D1945	6974
Enxofre Total, máx. ⁽²⁾	mg/m ³	70	70	15631	D5504	6326-3 6326-5 19739
Gás Sulfídrico (H ₂ S), máx.	mg/m ³	10	10	15631	D5504 D6228	6326-3 19739
Ponto de orvalho de água a 1 atm, máx.	°C	-45	-45	15765	D5454	6327 10101-2 10101-3 11541 ⁽³⁾

⁽¹⁾ O Biometano deve ser isento de partículas sólidas ou líquidas devendo ser usado um filtro de 0,2 µm no produtor e 1,0 µm no revendedor varejista.

⁽²⁾ A odorização do Biometano quando necessária deverá atender a norma ABNT NBR 15616.

⁽³⁾ O ponto de orvalho de água deve ser calculado por meio da norma ISO 18453 quando se usar método para a determinação do teor de água.

Fonte: ANP – Agência Nacional de Petróleo e Gás Natural, 2015.

O sistema de unidades a ser empregado no Regulamento Técnico é o SI de acordo com a norma brasileira NBR/ISO 1000, desta forma a unidade de pressão utilizada é o Pa (Pascal) e seus múltiplos e a unidade de temperatura o K (Kelvin) ou o °C (grau Celsius).

Para a determinação das características de qualidade do produto, este regulamento indica a utilização das normas da *American Society for Testing and Materials* (ASTM), da *International Organization for Standardization* (ISO) e da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). A análise do produto deve ser realizada de acordo com o método ISO 10715 - *Natural Gas: Sampling Guidelines*. Os detalhes de aplicação das normas encontram-se no Anexo B.

3.2 Geração de energia: algumas considerações

O sistema brasileiro de geração de energia elétrica de fontes renováveis é regulamentado pela Resolução Normativa ANEEL nº 517 de 11 de dezembro de 2012 e pela Resolução Normativa ANEEL nº 687 de 24 de novembro de 2015 que complementou a Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012 e estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica e para o sistema de compensação de energia elétrica. Oportunizando assim a conexão à rede de distribuição de mini e microusinas de geração elétrica a partir de fontes renováveis além de estabelecer os procedimentos gerais para a conexão à rede de geradores dispersos, propõe a criação de um sistema de compensação de energia, conhecido internacionalmente como *net metering* (medição líquida).

Assim, o proprietário de uma pequena usina não precisa consumir toda a energia produzida no momento da geração, uma vez que ela poderá ser injetada na rede e, nos meses seguintes, o consumidor receberá créditos em Kwh (Quilowatt por hora) na conta de luz referentes a esta eletricidade gerada, mas não consumida. Assim, o sistema de compensação no Brasil regulamenta que a toda energia inserida na rede de distribuição é caracterizada como empréstimo à distribuidora que por sua vez realiza um crédito em energia ativa na fatura da unidade consumidora (que gerou a energia) com validade de 60 meses, acarretando como consequência que se a unidade consumidora não usufruir os créditos nesse período, a energia gerada por ela passa a ser da distribuidora conforme resolução 482/2012:

Art. 6º Podem aderir ao sistema de compensação de energia elétrica os consumidores responsáveis por unidade consumidora: (Redação dada pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

- I – com microgeração ou minigeração distribuída;
- II – integrante de empreendimento de múltiplas unidades consumidoras;
- III – caracterizada como geração compartilhada;
- IV – caracterizada como autoconsumo remoto.

§1º Para fins de compensação, a energia ativa injetada no sistema de distribuição pela unidade consumidora será cedida a título de empréstimo gratuito para a distribuidora, passando a unidade consumidora a ter um crédito em quantidade de energia ativa a ser consumida por um prazo de 60 (sessenta) meses. (Redação dada pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

A Resolução Normativa ANEEL nº 687 de 24 de novembro de 2015, ao complementar a Resolução 482/2012, permitiu novas formas de compensação conforme o artigo 2º:

VI – empreendimento com múltiplas unidades consumidoras: caracterizado pela utilização da energia elétrica de forma independente, no qual cada fração com uso individualizado constitua uma unidade consumidora e as instalações para atendimento das áreas de uso comum constituam uma unidade consumidora distinta, de responsabilidade do condomínio, da administração ou do proprietário do empreendimento, com microgeração ou minigeração distribuída, e desde que as unidades consumidoras estejam localizadas em uma mesma propriedade ou em propriedades contíguas, sendo vedada a utilização de vias públicas, de passagem aérea ou subterrânea e de propriedades de terceiros não integrantes do empreendimento; (Incluído pela RENANEEL 687, de 24.11.2015.)

VII – geração compartilhada: caracterizada pela reunião de consumidores, dentro da mesma área de concessão ou permissão, por meio de consórcio ou cooperativa, composta por pessoa física ou jurídica, que possua unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída em local diferente das unidades consumidoras nas quais a energia excedente será compensada; (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

VIII – autoconsumo remoto: caracterizado por unidades consumidoras de titularidade de uma mesma Pessoa Jurídica, incluídas matriz e filial, ou Pessoa Física que possua unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída em local diferente das unidades consumidoras, dentro da mesma área de concessão ou permissão, nas quais a energia excedente será compensada. (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

Porém o excedente de energia produzida e não consumida no período de 60 meses não pode ser comercializado nem aproveitado pela unidade geradora, conforme parte do artigo 7º da resolução 482/2012:

XII - os créditos de energia ativa expiram em 60 (sessenta) meses após a data do faturamento e serão revertidos em prol da modicidade tarifária sem que o consumidor faça jus a qualquer forma de compensação após esse prazo; (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

Quanto ao Modelo Alemão, segundo o *International Energy Agency* (IEA) apresenta atualmente as melhores políticas públicas do mundo em relação a incentivos para a produção de fontes alternativas de energia, também detém uma das melhores tecnologias de produção de biometano e cogeração de energia elétrica (IEA, 2015).

Segundo Iara Dreger¹, em depoimento no Livro Inevitável mundo novo, volume I, organizado por Pedro Uczai (2009), o que se observa, e amplia o interesse pelo biogás, é que este é um combustível “multitalentos”. Além de minimizar o impacto dos gases na camada de ozônio, pode ser gerado de forma descentralizada e transformando tanto em energia elétrica como em biometano. Do biogás também se pode gerar energia térmica para utilização nos setores industriais e pecuários. Segundo Dreger (2009, pg.288), “[...] na Alemanha existe uma lei especial que trata das energias renováveis, favorecendo tanto a energia elétrica quanto a questão do biogás e seus usos. A norma visa evitar a poluição do meio ambiente e a geração de doenças”.

A atual legislação alemã, lei para o desenvolvimento das energias renováveis da Alemanha – EEG/2014², de 21 de julho de 2014, com alterações publicadas em 22 de dezembro de 2014, estabelece alguns pontos importantes relacionados ao incentivo financeiro do governo para os produtores rurais que produzem biometano e o convertem em energia elétrica para o processo denominado de cogeração. O primeiro ponto diz respeito ao incentivo financeiro para geração de energia, o segundo, sobre a necessidade de cogeração de energia.

É importante ainda citar que nos valores recebidos pelos produtores de energia de fontes renováveis é levado em consideração as variáveis de capacidade de produção instalada, a quantidade de Kwh produzida e a fonte de energia renovável utilizada como vemos na (BGBL. I S. 1066) de 21 de julho de 2014, com a alteração (BGBL. I S. 2406) de 22 de dezembro de 2014 (EEG, 2014):

§ 41. Gás de aterro

Para a eletricidade a partir de gás de aterro sanitário o valor a ser pago é:

1. até e incluindo uma potência nominal de 500 quilowatts 8,42 centavos por quilowatt-hora;
2. até uma potência nominal de 5 megawatts 5,83 centavos por quilowatt-hora.

§ 42. Gás de Esgoto

Para a eletricidade a partir de gás de esgoto é o valor a ser pago é:

1. até e incluindo uma potência nominal de 500 quilowatts 6,69 centavos por quilowatt-hora;
2. até uma potência nominal de 5 megawatts 5,83 centavos por quilowatt-hora.

§ 44. Biomassa

Para a eletricidade a partir da biomassa, na aceção da Biomassa Portaria é o valor a ser pago é:

¹ Iara Dreger é responsável pelo mercado brasileiro na empresa alemã Biogas Nord, sediada em Bielefeld na Alemanha.

² Todas as citações legais da legislação alemã sobre fontes renováveis de energia, utilizadas nesta dissertação, são traduções livres de uma versão em língua alemã da EEG 2014, de 21 de julho de 2014, disponível em http://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014/BJNR106610014.html, acessado em 18 de maio de 2015.

1. até e incluindo uma potência nominal de 150 quilowatts 13,66 centavos por quilowatt-hora;
2. até uma potência nominal de 500 quilowatts 11,78 centavos por quilowatt-hora;
3. até uma potência nominal de 5 megawatts 10,55 centavos por quilowatt-hora e
4. até uma potência nominal de 20 megawatts 5,85 centavos por quilowatt-hora.

§ 45. Gás da fermentação de resíduos biológicos

Para a eletricidade a partir de plantas onde o biogás é utilizado no por fermentação anaeróbia da biomassa, resíduos orgânicos recolhidos separadamente, na aceção do código de resíduos, o valor a ser pago é:

1. até e incluindo uma potência nominal de 500 quilowatts 15,26 centavos por quilowatt-hora e
2. até uma potência nominal de 20 megawatts 13,38 centavos por quilowatt-hora.

Por exemplo, o incentivo financeiro para geração de energia produzida através da produção de gás de aterro sanitário com uma potência de até 5 megawatts será de 5,83 centavos de euros por Kwh. Já para geração de energia produzida pela produção de gás da fermentação de resíduos biológicos com uma potência nominal de 500 quilowatts o valor será de 15,26 centavos de euros por Kwh. Nesse sentido, a legislação reconhece que diferentes fontes de fontes de energia possuem custos de produção diferenciado, assim, não privilegia apenas a melhor relação custo-benefício mas fornece incentivo para o uso de fontes de energias mais caras.

O incentivo financeiro é expresso em euros e está diretamente ligado com a produção de energia gerada para a rede pública do país sendo no caso do gás produzido pela fermentação do estrume o valor de 23,73 centavos de euros como descrito na (BGBL. I S. 1066) de 21 de julho de 2014, com a alteração (BGBL. I S. 2406) de 22 de dezembro de 2014 (EEG, 2014):

§ 46. Gás da fermentação de estrume

Para a eletricidade a partir de plantas onde o biogás é utilizado no por fermentação anaeróbia da biomassa, o valor a ser aplicado é 23,73 centavos por quilowatt-hora, se:

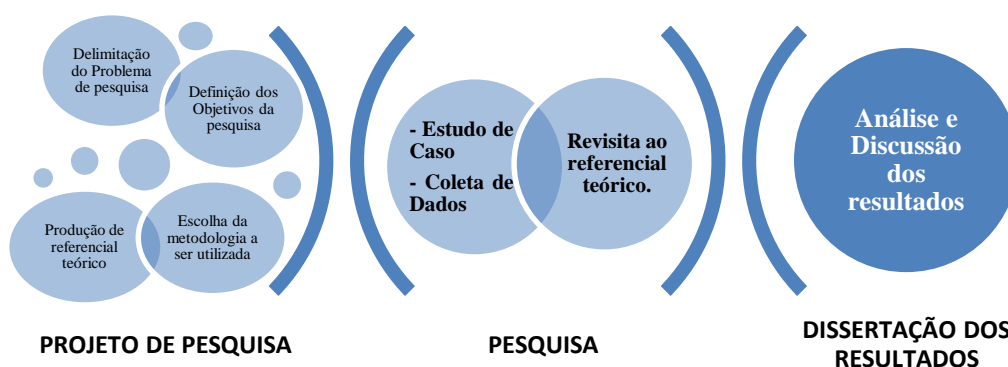
1. a corrente é gerada no local da instalação de biogás;
2. a capacidade instalada no local da usina de geração de biogás é um máximo de 75 quilowatts.

Está descrito que para possuir o direito de receber apoio financeiro para a eletricidade gerada a partir do biometano as unidades precisam emitir relatórios diários através de documentos que informem tipo, quantidade, unidade e origem dos materiais utilizados como matéria prima na produção de biometano. Também que a eletricidade deve ser produzida por cogeração com fontes alternativas de energia. O conceito de cogeração atende o estabelecido tanto na EEG/2014 como na ANEEL nº482/2012, onde representa a produção simultânea e de forma sequenciada, de duas ou mais formas de energia a partir de um único combustível.

4 METODOLOGIA

A fim de atender o objetivo do trabalho de dissertação, apresento o fluxograma da estruturação da presente pesquisa, Figura 07.

Figura 07 – Fluxograma do Estudo



A etapa de estudo do referencial teórico foi crucial para compreender a dimensão do potencial energético dos dejetos da produção de suínos e a possibilidade de torná-lo um produto complementar à matriz energética.

O estudo da produção de suínos no Estado de Santa Catarina, sendo que o trabalho de campo foi realizado em duas granjas de suinocultura que atuam com geração e utilização do biogás, estas localizadas na Região Oeste desse Estado. Essa é uma região onde encontra-se também difundida a geração de biogás para uso energético justificando assim, a escolha pelo *locus* de pesquisa.

4.1. Descrição da Pesquisa

A pesquisa apresenta as seguintes abordagens: 1) o estudo da viabilidade legal e enquadramento do recurso energético biogás conforme regulamentação da Agencia Nacional de Petróleo e Gás Natural (ANP), e a cogeração de energia elétrica pela regulamentação da Agência de Energia Elétrica (ANEEL), 2) o estudo da potencialidade de geração de biogás a partir dos dejetos da criação de suínos no Estado de Santa Catarina, 3) o estudo de caso de uma unidade de produção de leitões e uma granja multiplicadora que possuem sistemas de geração de energia a partir de dejetos da criação de suínos e 4) a análise crítica da

regulamentação brasileira sobre o aproveitamento de biogás a partir de biomassa em comparação com a legislação Alemã, sobre o tema.

Destaca-se o apoio consultivo prestado pelo Sr. Santiago Ibarra, presidente da Gter – Energias Renováveis de Chapecó/SC. A Gter é a mais antiga empresa a desenvolver sistemas de energia renováveis de produção e utilização de biogás (biometano) a partir de dejetos de suínos. A utilização e divulgação dos dados técnicos foi autorizada pela empresa Gter conforme Apêndice B. O Sr. Santiago Ibarra também intermediou as autorizações para a pesquisa dos estudos de caso junto a Cooperativa Agroindustrial Alfa e a Granja Multiplicadora Lanznaster.

A escolha das unidades para a pesquisa foi feita levando em consideração dois importantes fatores: primeiro, a possibilidade de acesso as granjas, mesmo que restrito, pois são granjas com criterioso controle sanitário, as visitas são monitoradas, o acesso é permitido após banho, desinfecção e utilização de uniforme próprio; e por serem granjas que além de estarem instalados o sistema completo de produção, processamento do biogás em biometano e utilização como fontes renováveis de energia, contam com monitoramento técnico e registro de dados.

Todas as informações, fotos, e dados técnicos foram coletados a partir visitas de campo em cada propriedade, realizadas no ano de 2015, com agendamento prévio e acompanhadas pelo encarregado de cada granja e pelo Sr. Santiago Ibarra. Também foram realizadas diversas reuniões de trabalho com o Presidente da empresa Gter, no transcorrer dos anos de 2014 e 2015, para compreensão do funcionamento dos sistemas de biodigestão instalados nas unidades pesquisadas.

Durante as visitas de campo e reuniões técnicas de trabalho os dados foram sendo coletados conforme o roteiro apresentado no Apêndice A, e listou as seguintes informações das granjas:

- a) Localização: coordenada geográfica e informações da situação (documentada em fotografia). As informações foram complementadas através de observações em imagens do Google Earth.
- b) Quantidade de suínos alojados, número de matrizes da UPL ou granja multiplicadora e quantidade de dejetos produzidos (m^3/dia);
- c) Quantidade de biogás produzido (m^3/dia): tipo de biodigestor produzido/utilizado, qualidade do biogás (concentração de metano, oxigênio, gás carbônico, enxofre, gás sulfídrico e água);

- d) Sistema de transformação de biogás em biometano, qualidade do biometano (concentração de metano, oxigênio, gás carbônico, enxofre, gás sulfídrico e água) e custo por m³ de biometano produzido;
- e) Tipo de utilização do biometano (energia elétrica, térmica, mecânica ou substituto de GLP) e destino dos efluentes do biodigestor.

Além disso, foi confeccionado um quadro síntese (Apêndice C) com os relatos mais pertinentes ao objetivo da pesquisa a partir do roteiro utilizado nas reuniões de trabalho e visitas as granjas.

4.2 Tratamento dos dados coletados

Para analisar a regulamentação e parametrização do biometano do Brasil, aplicado ao estudo de caso em dois empreendimentos nos municípios de Santa Catarina: Chapecó/SC e de Palma Sola/SC, tomou-se as resoluções normativas da ANNEL e da ANP. Os apontamentos da legislação brasileira sobre a cogeração de energia elétrica foram realizados através do estudo das resoluções da Agência de Energia Elétrica do Brasil (ANEEL), consultas no sítio da ANEEL em documentos oficiais e conversas por chat.

A análise crítica da aplicabilidade da atual regulamentação para a comercialização do biometano produzido nas unidades pesquisadas foi realizada pela confrontação dos dados de parametrização da ANP nº 8/2015 com os dados da caracterização do biometano produzido para geração de energia elétrica.

Já a estimativa do potencial de produção de biogás no Estado de Santa Catarina foi realizada a partir de informações estatísticas e registros disponíveis da cadeia de produção da suinocultura no Estado advindos de estudos abordados na seção “2.3 A cadeia de produção da suinocultura e seu potencial bioenergético”.

Para discutir o uso de biogás na cogeração de energia a partir da aplicação de política pública de incentivo ao seu uso considerando o exemplo da Alemanha foi tomado como base o estudo da lei de energias renováveis (EEG) do referido país. Dessa forma, obteve-se os subsídios necessários para atender o objetivo geral desta pesquisa, que é analisar a potencialidade e regulamentação do uso do biogás produzido a partir de dejetos suínos, como fonte alternativa de geração de energia.

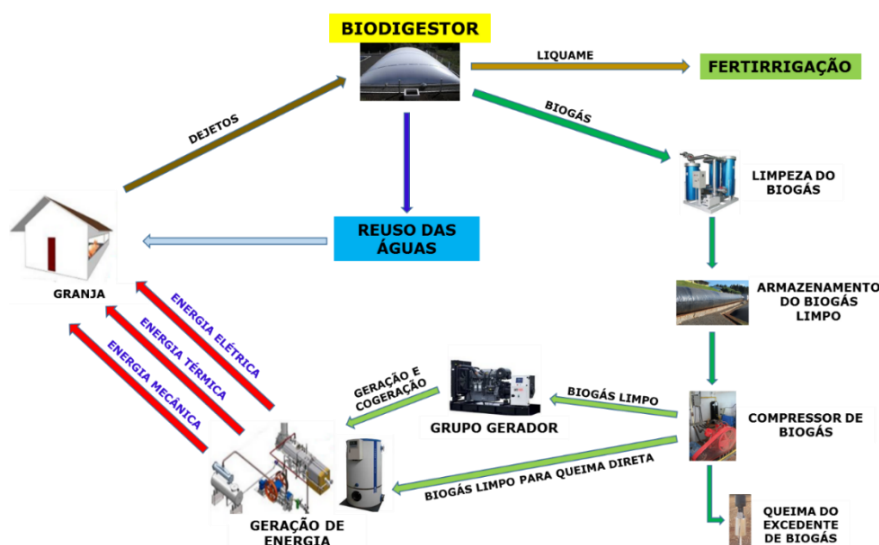
5 LEVANTAMENTO DAS GRANJAS DE SUINOS COM SISTEMAS DE GERAÇÃO DE ENERGIA

Nos anos 90, principalmente o oeste de Santa Catarina, foram construídos inúmeros biodigestores a partir de projetos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, visando atender o Protocolo de Quioto, e obtenção de créditos de carbono. A maioria dos biodigestores instalados nesse período enquadrados como lagoas cobertas, similares ao modelo canadense ou da marinha, não possuíam nenhum aproveitamento energético, o biogás produzido era simplesmente queimado evitando lançamento do gás metano para a atmosfera.

No intuito de auxiliar o cumprimento dos objetivos do presente estudo participou ativamente das reuniões de trabalho e da coleta de dados durante as visitas técnicas a empresa Gter – Energias Renováveis, responsável pela instalação do sistema de biodigestor e geração de energia nas Granja UPL de Palma Sola/SC e pela instalação do sistema de limpeza e aproveitamento do biogás na Granja Multiplicadora de Chapecó/SC. As informações e esclarecimentos técnicos sobre os sistemas foram prestadas pelo Sr. Santiago Ibarra responsável pelos projetos de geração de energia.

Inicialmente as informações de cada unidade serão apresentadas para posterior discussão, sendo assim, exponho o fluxograma de funcionamento dos sistemas instalados nas granjas (Figura 08).

Figura 08 – Fluxograma de funcionamento dos sistemas instalados de geração de energia a partir do biogás

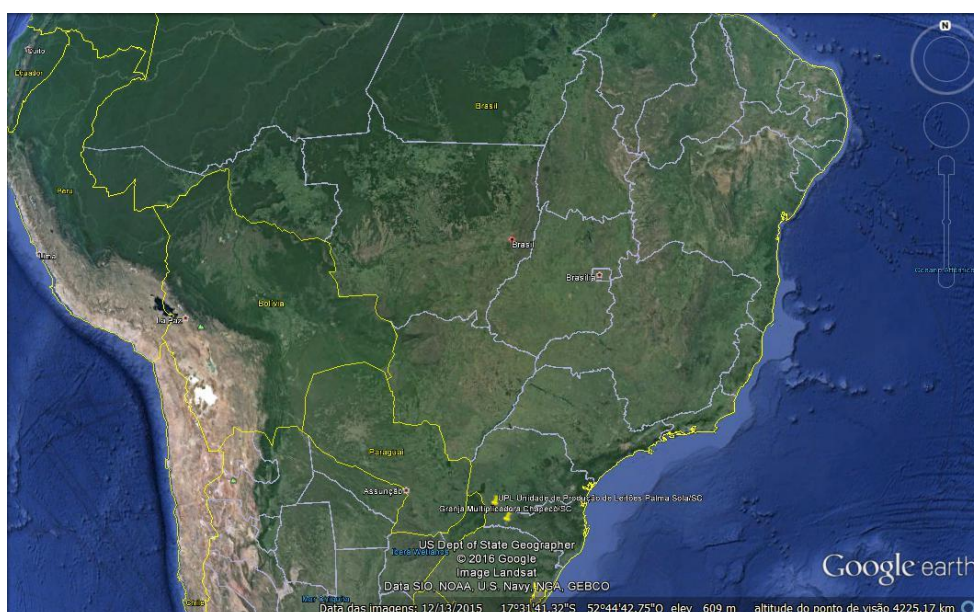


Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

Durante o período de pesquisa, visitas de campo e reuniões técnicas foi possível constatar que as duas unidades pesquisadas, a Granja UPL de Palma Sola/SC e a Granja Multiplicadora de Chapecó/SC, são granjas que apresentam alto padrão de organização, controle sanitário e altos índices zootécnicos de produção. Em ambas, há uma grande preocupação com as questões ambientais voltadas ao tratamento dos dejetos evitando poluição atmosférica, do solo e da água. Uma preocupação ambiental que atende aos parâmetros estabelecidos pelos órgãos oficiais de fiscalização, aliando uma corresponsabilidade em desenvolver sistemas que possam além de realizar o tratamento eficiente dos dejetos suínos, contribuir com novas tecnologias e geração de fontes alternativas de energia.

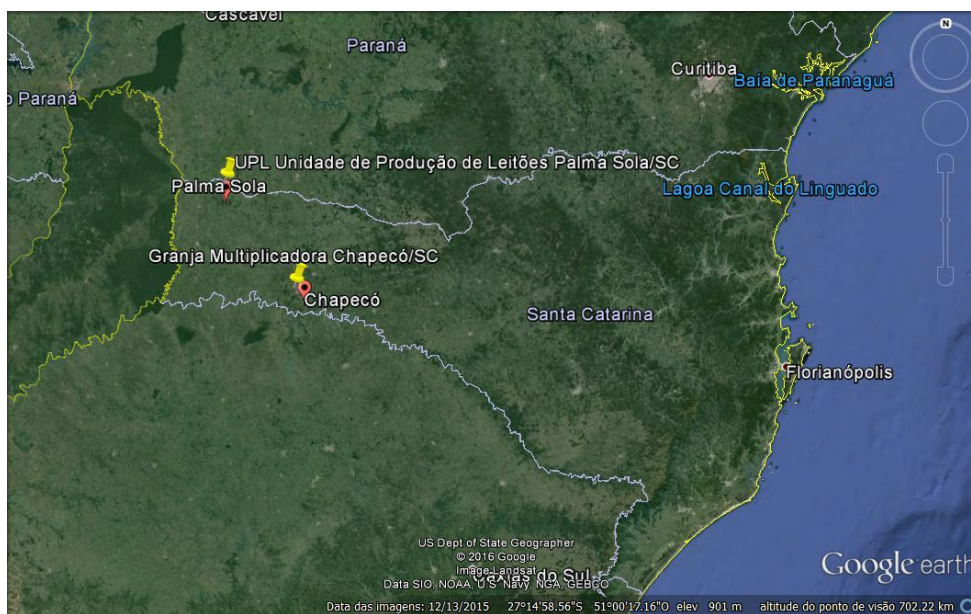
As Figuras 09 e 10 mostram a localização geográfica das duas granjas que constituíram *lôcus* de pesquisa e posterior descrição sobre cada uma delas.

Figura 09 – Localização das Granjas no Brasil



Fonte: Google Earth, 2010.

Figura 10 – Localização das Granjas no estado de Santa Catarina



Fonte: Google Earth, 2010.

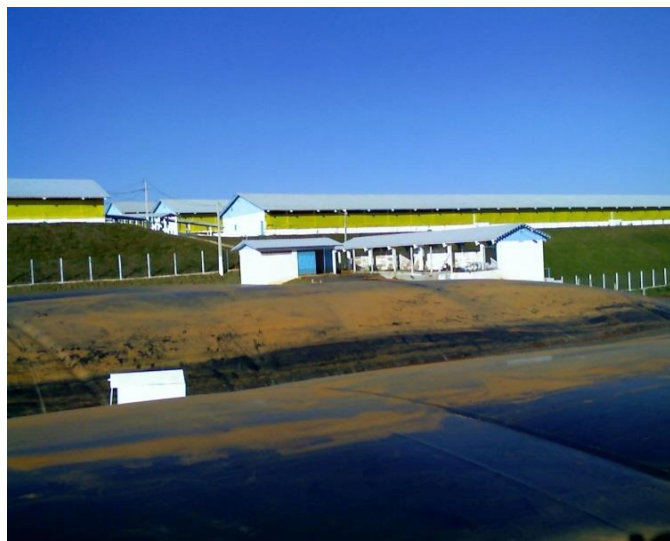
Os sistemas de tratamento dos dejetos e geração de biogás baseiam-se no mesmo princípio (de fluxo contínuo, onde os resíduos são despejados com certa continuidade, após acontece a circulação da matéria orgânica pelo sistema, então o biogás fica retido em uma câmara e o chorume sai para ser depositado em outra lagoa). Neste trabalho observou-se o emprego de dois tipos de biodigestor utilizado.

5.1 Granja UPL de Palma Sola/SC

A Granja UPL de Palma Sola/SC é de propriedade da Cooperativa Agroindustrial Alfa que tem sua matriz no município de Chapecó/SC. A granja foi fundada em 1995 e a UPL possui 2.700 matrizes. A Figura 11, mostra parte da granja, que é considerada pela Cooperativa como destaque em tratamento de resíduos, estrutura de produção e atuação no mercado de suínos.

A granja está localizada no interior do município de Palma Sola, Região Oeste do Estado de Santa Catarina, a mais de 800 metros de altitude. A imagem de satélite permite uma visão geral dos galpões de produção, dos biodigestores e lagoas com os efluentes que serão utilizados como fertirrigação (Figura 12). O sistema de biodigestão e seu aproveitamento do biogás estão em pleno funcionamento desde 2008.

Figura 11 – Parte da Granja UPL de Palma Sola/SC



Fonte: Acervo do autor, 2015.

Figura 12 – Imagem de satélite da Granja UPL de Palma Sola/SC



A – Galpões de produção; B – Biodigestores; C – Lagoas de efluentes.

Fonte: Google Earth, 2010.

O tratamento dos dejetos é realizado em três biodigestores cada um de 1.800 m³ de capacidade de carga de dejetos, totalizando uma capacidade de carga de 5.400 m³. Os biodigestores instalados são do modelo híbrido, conforme Figura 13.

Os biodigestores do modelo híbrido apresentam como grande diferencial o sistema de mistura completa, que é feita com a instalação de agitadores internos, misturando diariamente o substrato e assim aumentando a atividade microbológica e produção de biogás. Também no modelo híbrido os dejetos passam primeiro por uma caixa de homogeneização e limpeza, retirando objetos e impurezas provenientes do manejo da granja e determinando uma

quantidade e horário diário de abastecimento do biodigestor diferentemente dos biodigestores do modelo canadense que apresentam entrada e saída do dejetos, exercendo o fluxo pistão do substrato, não oferecendo outras formas ou técnicas de manejo.

Os biodigestores foram construídos de acordo com o número de matrizes, o manejo de limpeza adotado de acordo com a dinâmica da granja que gera uma quantidade de 150 m³/dia de dejetos.

Figura 13 – Biodigestores modelo híbrido desenvolvido pela Empresa Gter de Chapecó/SC



Fonte: Acervo do autor, 2015.

Os três biodigestores produzem juntos uma média diária de 1.000 m³ de biogás, calculada pelo monitoramento realizado nos anos de 2014 e 2015 (GTER, 2015). As análises do biogás, segundo a Gter (2015), são realizadas anualmente pela própria empresa. Afirma que, não alterando o manejo da granja, os resultados também não alteram, os dados apresentados no Quadro 12, são referentes ao ano de 2015.

Quadro 12 – Valores médios da composição do biogás da Granja UPL de Palma Sola/SC

Concentração	Unidade	Quantidade
Metano	%	68
Oxigênio	%	0,1
Gás Carbônico	%	28,9
Gás Sulfídrico	ppm	2.106
Água		Saturado

Fonte: Empresa GTER – Energias Renováveis, 2015.

A limpeza e purificação do biogás para ser utilizado como fonte de energia é realizado por sistemas com tecnologia desenvolvida e instalada pela Empresa Gter – Energias Renováveis. O principal objetivo dessa ação é a redução da concentração do gás sulfídrico e redução da umidade. As Figuras 14 e 15 ilustram o sistema de limpeza do biogás utilizado na granja, consiste na redução do gás sulfídrico através de lavagem alcalina, retirada da umidade através de resfriamento e utilização de filtros para retirada de impurezas sólidas.

Figura 14 – Sistema de lavagem do biogás da Granja UPL de Palma Sola/SC



Fonte: Acervo do autor, 2015.

Figura 15 – Sistema de limpeza do biogás da Granja UPL de Palma Sola/SC



Fonte: Acervo do autor, 2015.

Após a limpeza, o biogás é armazenado em balões construídos de geomembrana de PEAD, conforme Figura 16. Os balões ficam amarrados sobre o solo e o biogás limpo fica armazenado para ser consumido na própria granja.

Figura 16 – Balão de armazenamento do biogás após a limpeza



Fonte: Acervo do autor, 2015.

A empresa Gter – Energias Renováveis realiza anualmente análise do biogás após o processo de limpeza, sendo que os resultados, apresentados no Quadro 13, são referentes ao ano de 2015. De acordo com os dados da Gter – Energias Renováveis de dezembro de 2015, o custo por m³ de biogás limpo e pronto para uso como fonte alternativa de energia é de R\$ 0,28 considerando a implantação de todo o sistema e a sua manutenção.

Quadro 13 – Valores da composição do biogás (biometano) da Granja UPL de Palma Sola/SC, após a limpeza

Concentração	Unidade	Quantidade
Metano	%	67,8
Oxigênio	%	0,2
Gás Carbônico	%	29,3
Gás Sulfídrico	ppm	487
Água	%	80

Fonte: Empresa Gter – Energias Renováveis, 2015.

Quando a produção de biogás é maior que a demanda da granja, o biogás é queimado, evitando que o metano seja lançado para a atmosfera, o sistema de queima é automatizado e realizado por queimador instalado em local isolado, anexo ao sistema de biodigestão da granja (Figura 17). A quantidade em m³ do biogás queimado também pode ser controlada por medidores de biogás, porém, a granja tem por objetivo otimizar o uso de todo o biogás produzido, assim a queima do excedente não vem acontecendo.

Figura 17 – Queimador do excedente de biogás produzido



Fonte: Acervo do autor, 2015.

Para a utilização do biogás nas unidades de consumo, o biogás dos balões (Figura 16) é comprimido em cilindros. São utilizados compressores de ar industriais, comprimindo o biogás através de força mecânica centrífuga, conforme detalhe da Figura 18, ligados diretamente aos balões de biogás armazenado. A compressão acontece de forma automatizada de acordo com a demanda de biogás da granja.

Figura 18 – Compressor de biogás



Fonte: Acervo do autor, 2015.

A Figura 19 mostra a entrada do biogás dos balões pela tubulação de coloração amarelo claro, o tanque de gás comprimido de cor preta na posição vertical e o sistema de comando eletrônico fixado na parede. A tubulação de cor amarelo escuro que sai do tanque de gás comprimido é conduzida até os locais de consumo da granja.

Figura 19 – Compressor de biogás, tanque comprimido e sistema de controle elétrico



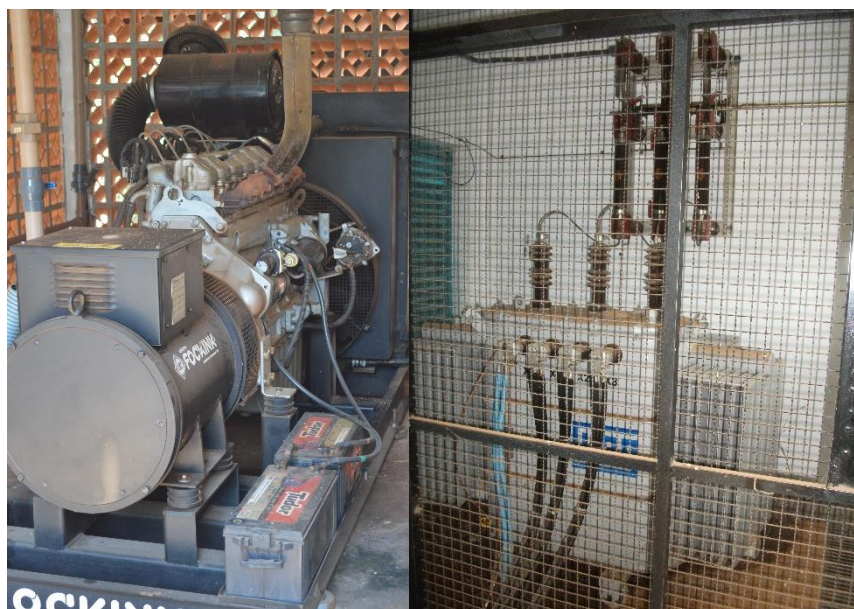
Fonte: Acervo do autor, 2015.

O biogás limpo é utilizado em um grupo gerador com motor exclusivo para biogás montado pela Empresa Grupo FOCKING, tem potência instalada de 150 KWA e registrou em

dezembro de 2015, 3.000 horas de funcionamento, apenas necessitando das manutenções periódicas recomendadas pelo fabricante. Além da utilização para o gerador, o biogás também aquece a água dos banhos dos funcionários, substitui o GLP na cozinha e aquece o ambiente de produção de leitões.

O grupo gerador a biogás (Figura 20), foi instalado com sistema de distribuição automatizado de energia na granja, atendendo a demanda atual de energia elétrica (a rede de distribuição da concessionária de energia está interligada), em caso de falta de biogás o sistema é alimentado automaticamente.

Figura 20 – Gerador de energia elétrica a partir do biogás



Fonte: Acervo do autor, 2015.

Ao gerador de energia está instalado um boiler (Figura 21) que armazena água aquecida pelo escapamento do motor do gerador, esta água quente é utilizada na granja para limpeza e desinfecção das instalações, para utilização nos banheiros, chuveiros e cozinha (imagens no Apêndice D).

Figura 21 – Boiler de água quente



Fonte: Acervo do autor, 2015.

Também é utilizado para substituir o Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) na cozinha onde é preparado a alimentação dos funcionários e em campanulas a biogás utilizadas para aquecimento dos leitões na maternidade (período de amamentação) e creche (local de crescimento dos leitões após o desmame).

Figura 22 – Campânulas de aquecimento a biogás



Fonte: Acervo do autor, 2015.

Outro projeto em implantação é o aquecimento dos escamoteadores dos leitões na maternidade utilizando água quente em um tapete de geomembrana (Figura 23), esta tecnologia está substituindo o uso das campanulas (basicamente são aquecedores que possuem um queimador a gás convencional, onde o calor é transmitido aos animais por condução e

convecção). São instalados a pouca altura do chão o que ocasiona uma distribuição não uniforme da temperatura em seu raio de ação consumindo muito biogás e desperdiçando calor, uma vez que pelas campanulas o ar é aquecido de cima para baixo.

Figura 23 – Placas de aquecimento com água quente para escamoteadores



Fonte: Acervo do autor, 2015.

Os efluentes do biodigestor são depositados em lagoas revestidas de manta de polietileno (Figura 24) e utilizadas para fertirrigação.

Figura 24 – Lagoas de depósitos dos efluentes do biodigestor



Fonte: Acervo do autor, 2015.

Os efluentes são distribuídos em áreas de reflorestamento e de pastagens de empresas localizadas aos arredores da granja, nas localidades mais próximas são bombeados com bomba estacionária que funciona a biogás.

Nas áreas de reflorestamento mais distantes da granja os efluentes são transportados com caminhão tanque conforme imagens contidas no Apêndice D. A fertirrigação, respeita os limites estabelecidos de carga no solo decretados pelos órgãos regulamentadores e fiscalizadores do meio ambiente (GTER, 2015).

5.2 Granja Multiplicadora de Chapecó/SC

Na granja multiplicadora de Chapecó/SC os biodigestores foram construídos no período pós convenções climáticas da ONU: Rio-92 e Protocolo de Quioto. Esta granja mantém em média 1.600 matrizes e tem como objetivo a multiplicação genética e criação de novas matrizes para reprodução. Na propriedade foram instalados primeiro os biodigestores sendo que se fazia diariamente a queima do biogás produzido, em 2007 foi estruturado o sistema de aproveitamento do biogás como fonte alternativa de energia. As Figuras 25 e 26 ilustram aparte externa e interna da granja.

Figura 25 – Parte da Granja Multiplicadora de Chapecó/SC



Fonte: Acervo do autor, 2015.

Figura 26 – Maternidade da Granja Multiplicadora de Chapecó/SC



Fonte: Acervo do autor, 2015.

A propriedade está localizada na Linha Tomazelli, interior do município de Chapecó, através da imagem de satélite (Figura 27) é possível identificar todas as partes da granja.

Figura 27 – Imagem de satélite da Granja Multiplicadora de Chapecó/SC



A – Galpões de produção; B – Biodigestores; C – Lagoas de efluentes.

Fonte: Google Earth, 2009.

Com menos matrizes que a UPL de Palma Sola/SC, porém como granja multiplicadora, com maior número de animais adultos, esta, produz diariamente 180 m³ de dejetos que são direcionados aos biodigestores (Figura 28) construídos com geomembrana de PVC sem no formato similar ao modelo canadense ou da marinha, porém sua construção rústica o faz ser denominado na prática simplesmente como uma lagoa coberta.

Figura 28 – Lagoa coberta, similar ao biodigestor modelo canadense ou da marinha



Fonte: Acervo do autor, 2015.

A disponibilidade de dejetos de 180 m³/dia da Granja Multiplicadora de Chapecó/SC, apesar de maior que a Granja UPL de Palma Sola/SC, apresenta a produção média de biogás de 980 m³/dia, mostrando a diferença de eficiência entre as duas empresas, conforme valores de monitoramento em 2014 e 2015 (GTER, 2015).

As análises do biogás, segundo a Gter (2015), são realizadas anualmente pela própria empresa, sendo os dados referentes ao ano de 2015 apresentados no Quadro 14.

Quadro 14 – Valores da composição do biogás da Granja Multiplicadora de Chapecó/SC

Concentração	Unidade	Quantidade
Metano	%	66
Oxigênio	%	0,1
Gás Carbônico	%	32
Gás Sulfídrico	ppm	2.706
Água		Saturado

Fonte: Empresa GTER – Energias Renováveis, 2015.

A limpeza e purificação do biogás para ser utilizado como fonte de energia também foi desenvolvido e instalado com tecnologia da Empresa Gter – Energias Renováveis, apesar de ser uma versão anterior ao desenvolvido em Palma Sola/SC, mantém o mesmo objetivo de redução da concentração do gás sulfídrico e da umidade. As Figuras 29 e 30 ilustram o sistema de limpeza do biogás utilizado na granja, consiste na redução do gás sulfídrico através

de lavagem alcalina, retirada da umidade através de resfriamento e utilização de filtros de partículas para retirada de impurezas sólidas.

Figura 29 – Sistema de lavagem do biogás da Granja Multiplicadora de Chapecó/SC



Fonte: Acervo do autor, 2015.

Figura 30 – Sistema de limpeza do biogás da Granja Multiplicadora de Chapecó/SC



Fonte: Acervo do autor, 2015.

Como na Granja UPL de Palma Sola/SC, o biogás após limpo é armazenado em balões construídos de geomembrana de PEAD, estes balões são ligados ao compressor por tubulação de PCV (Figura 31) que comprime o biogás para ser utilizado como fonte de energia.

Figura 31 – Sistema de compressão do biogás



Fonte: Acervo do autor, 2015.

A empresa Gter – Energias Renováveis, realiza anualmente análise do biogás após o processo de limpeza, os dados apresentados no Quadro 15, referente ao ano de 2015.

De acordo com os dados da Gter – Energias Renováveis de dezembro de 2015, o custo por m³ de biogás limpo e pronto para uso como fonte alternativa de energia é de R\$ 0,19 considerando a implantação de todo o sistema e a sua manutenção. O custo é menor comparado aos R\$ 0,28/m³ da UPL de Palma Sola/SC porque na Granja Multiplicadora de Chapecó/SC não foi calculado o custo de implantação e manutenção dos biodigestores, que já estavam instalados na unidade quando foi iniciado o aproveitamento do biogás.

Quadro 15 – Valores da composição do biogás (biometano) da Granja Multiplicadora de Chapecó/SC, após a limpeza

Concentração	Unidade	Quantidade
Metano	%	66
Oxigênio	%	0,25
Gás Carbônico	%	31,5
Gás Sulfídrico	ppm	692
Água	%	75

Fonte: Empresa Gter – Energias Renováveis, 2015.

A utilização do biogás limpo (biometano) na granja gera energia elétrica, térmica e mecânica. Para a geração de energia elétrica é utilizado um grupo gerador com motor exclusivo para biogás montado pela Empresa Grupo FOCKING, com potência instalada de

100 KWA e registrou em dezembro de 2015, 17.000 horas de funcionamento, apenas necessitando das manutenções periódicas recomendadas pelo fabricante. O gerador (Figura 32) produz energia suficiente para a demanda da propriedade, nele também está instalado um trocador de calor que aquece água pelo calor do escapamento e também pela troca de temperatura do radiador do motor.

Figura 32 – Gerador a biogás e aquecimento de água utilizando o calor do escapamento do motor e a troca de temperatura do radiador



Fonte: Acervo do autor, 2015.

Figura 33 – Boilers de água quente aquecida pelo escapamento do motor do gerador com apoio de queimadores de biogás



Fonte: Acervo do autor, 2015.

A água aquecida é armazenada em dois boilers verticais (Figura 33) e é utilizada para aquecimento nos escamoteadores dos leitões na maternidade e também para limpeza e desinfecção das instalações. Junto aos boilers de água quente está instalado um aquecedor complementar a biogás, como apoio ao aquecimento feito pelo gerador, mantendo a temperatura ideal da água principalmente para ser utilizada na limpeza e desinfecção.

Na granja, também foi utilizada no aquecimento de água caldeiras a vapor através da queima do biogás como ilustra a Figura 34.

Figura 34 – Cadeira a biogás



Fonte: Acervo do autor, 2015.

Os efluentes do biodigestor são depositados em lagoas revestidas com geomembrana de PCV e utilizados para fertirrigação em áreas de cultivo de grãos, pastagens e reflorestamento. Os efluentes são distribuídos com bomba estacionária e caminhão tanque. A fertirrigação realizada pela Granja Multiplicadora, respeita os limites estabelecidos de carga no solo decretados pelos órgãos regulamentadores e fiscalizadores do meio ambiente (GTER, 2015).

6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste Capítulo serão trabalhados os resultados obtidos nas seguintes etapas de pesquisa:

- Levantamentos realizados nas duas granjas estudadas;
- Coleta de dados secundários referentes à produção de suínos e de biogás gerados no estado de Santa Catarina;
- Pesquisa da legislação brasileira e alemã referente à produção de biogás e cogeração de energia.

6.1 Análise da regulamentação do biometano aplicada ao estudo de caso

As granjas estudadas possuem, cada uma, um modelo de biodigestor. O modelo canadense ou da marinha, ou tão somente, lagoas cobertas, instalado na Granja Multiplicadora de Chapecó/SC, possui uma produção de 180 m³/dia de dejetos despejados no biodigestor e produzem, na média anual, 980 m³/dia de biogás. Já o modelo de biodigestor híbrido instalado na Granja UPL de Palma Sola/SC é abastecido diariamente com 150 m³ de dejetos, produzindo, em média, diariamente 1.000 m³ de biogás.

As produções de biogás por m³ de dejetos, para as duas unidades estudada, é apresentado na Tabela 02.

Tabela 02 – Produção de biogás por m³ de dejetos nas granjas pesquisadas por tipo de biodigestor

Granja	Granja Multiplicadora de Chapecó/SC	Granja UPL de Palma Sola/SC
Tipo de Biodigestor	Biodigestor canadense ou da marinha	Biodigestor híbrido
Biogás por m ³ de dejetos	5,44 m ³	6,66 m ³

Fonte: Elaborado pelo autor, 2015.

Analisando a proporção de produção de biogás, temos que, na Granja Multiplicadora de Chapecó/SC os biodigestores produzem 5,44 m³ de biogás para cada m³ de dejetos, enquanto na Granja UPL de Palma Sola/SC a produção é de 6,66 m³ de biogás para cada m³ de dejetos. Estes resultados indicam que o biodigestor híbrido proporciona um aumento de 22,42% na produção de biogás, em relação ao modelo canadense. Este valor é relevante quando se almeja utilizar o biogás como fonte alternativa de energia.

Os dados das análises do biogás bruto, do biogás limpo (biometano), no ano de 2015, foram disponibilizados, pela Empresa Gter – Energias Renováveis e estão apresentadas no Quadro 16.

Quadro 16 – Composição do biogás bruto e do biogás limpo (biometano) produzido nas propriedades pesquisadas de Palma Sola/SC e Chapecó/SC

Concentração	Und	Granja UPL de Palma Sola/SC		Granja Multiplicadora de Chapecó/SC	
		Biogás Bruto	Biogás Limpo	Biogás Bruto	Biogás Limpo
Metano (mínimo)	%	68	67,8	66	66
Oxigênio (máximo)	%	0,1	0,2	0,1	0,25
Gás Carbônico (máximo)	%	28,9	29,3	32	31,5
CO ₂ +O ₂ +N ₂ (máximo)	%	Não analisado	Não analisado	Não analisado	Não analisado
Enxofre Total (máximo)	ppm	Não analisado	Não analisado	Não analisado	Não analisado
Gás Sulfídrico (máximo)	ppm	2106	487	2706	692
Água	%	Saturado	80	Saturado	75
Produção dia (biogás)	m ³		1000		980

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Gter, 2015.

6.1.1 Qualidade dos Parâmetros de Água e Gás Sulfídrico

Comparando os valores do biogás bruto, com os valores do biogás limpo (Quadro 16), percebe-se a redução significativa do gás sulfídrico e da água. Do gás sulfídrico na Granja UPL de Palma Sola/SC de 2.106 ppm para 487 ppm, que representa uma redução de 76,87% e na Granja Multiplicadora de Chapecó/SC de 2.706 ppm para 692 ppm, representando uma redução de 74,42%. Com relação a água presente no biogás em ambas as propriedades a análise constatou que o biogás bruto se apresenta saturado e houve uma redução para 80% de umidade na UPL de Palma Sola e para 75% de umidade na Granja Multiplicadora.

A eficiência da combustão do biogás limpo (biometano) para geração de energia é inversamente proporcional a umidade, enquanto o excesso de gás sulfídrico implica no maior potencial corrosivo do biogás.

Segundo o Sr. Santiago Ibarra (Gter – Energias Renováveis) a diferença da composição do biogás entre as granjas está diretamente relacionada ao manejo e operação dos sistemas, sendo que em ambas as granjas a quantidade de água de bebedouros e limpeza precisaria ser reduzida através de manejo, para buscar melhor eficiência energética.

Ressalta-se que a avaliação da composição do biogás produzido não é uma realidade das granjas que produzem suínos e tem instalados seus biodigestores, o que dificulta uma análise mais apurada da qualidade do biogás atualmente produzido em Santa Catarina.

Para a comparação dos dados do biogás limpo (biometano) nas granjas pesquisadas com a parametrização dada pela ANP nº 8/2015, foi necessário ajustar as unidades para o gás sulfídrico e água, conforme valores apresentados no Quadro 17.

Quadro 17 – Concentração de gás sulfídrico e água do biogás limpo (biometano) e parametrização dada pela ANP nº 8/2015

Concentração	Und	ANP nº 8/2015	Granja UPL de Palma Sola/SC	Granja Multiplicadora de Chapecó/SC
Gás Sulfídrico (máximo)	mg/m ³	10	662,32	941,12
Água (ponto de orvalho a 1 atm)	°C	-45	17,4	16,4
Água (ponto de orvalho a 1 atm)	%	0,45	80	75

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da ANP nº8/2105 e Gter 2015.

Para gás sulfídrico os valores apresentados na pesquisa estão em ppp e foram convertidos para mg/m³, a conversão foi feita levando em consideração a densidade do gás sulfídrico que é de 1,36 kg/m³. Para a água, o ponto de orvalho em relação ao teor de água é calculado pela norma ISO 18453, o cálculo foi feito levando em consideração a pressão de 1 atm e temperatura ambiente de 21°C, utilizando a calculadora do software Vaisala que realizou a conversão necessária para adequação ao estudo de caso. A umidade do biometano a ponto de orvalho de -45°C representa um teor de água equivalente a 0,45%, muito abaixo dos valores do biogás limpo (biometano) obtidos nas granjas estudadas.

6.1.2 Qualidade dos Parâmetros de Metano, Oxigênio e Gás Carbônico

O sistema utilizado de lavagem alcalina do biogás para a redução do gás sulfídrico no sistema de limpeza com tecnologia desenvolvida pela Empresa Gter – Energias Renováveis, provocou um pequeno aumento na concentração de oxigênio de 0,1% para 0,2% e de 0,1% para 0,25% (Quadro 16). A alteração de gás carbônico e metano foram praticamente insignificantes. Comparando os dados das unidades pesquisadas com a parametrização do biometano da ANP nº 8/2015 (Quadro18), pode se observar que somente os valores de

oxigênio estão dentro da faixa de tolerância da normativa da ANP. Os valores de gás carbônico estão acima do estabelecido pela ANP e a concentração de metano ficou abaixo.

Quadro 18 – Concentração de metano, oxigênio e gás carbônico do biogás limpo (biometano) e parametrização dada pela ANP nº 8/2015

Concentração	Und	ANP nº 8/2015	Granja UPL de Palma Sola/SC	Granja Multiplicadora de Chapecó/SC
Metano (mínimo)	%	96,5	67,8	66
Oxigênio (máximo)	%	0,5	0,2	0,25
Gás Carbônico (máximo)	%	3	29,3	31,5

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da ANP nº8/2105 e Gter 2015.

Confrontadas as diferenças da composição do biogás limpo (biometano) como fonte de energia das duas unidades pesquisadas com o estabelecido pela ANP nº 8/2015, fica constatado que o biogás limpo utilizado na Granja UPL de Palma Sola/SC e Granja Multiplicadora de Chapecó/SC não atende as especificações da ANP, não podendo assim ser caracterizado como biometano.

Porém, uma normativa pode trazer valores de referência para usos e manuseio específicas. Vários outros aspectos precisam ser analisados, discutidos e propostos para determinar a eficiência do biogás.

6.1.3 O enquadramento do biogás gerado nas granjas pesquisadas

De acordo com o relatório Europeu da Biogasmax (2010), os parâmetros utilizados entre os principais países europeus para o biogás são muito divergentes, sem uma parametrização europeia definida. Cada país estabelece seus critérios de qualidade do biogás, de acordo com suas pesquisas de geração e projetos em funcionamento. Para o presente estudo, vale destacar no relatório Europeu da Biogasmax (2010) que as diferenças são descritas como muito significativas, mesmo assim a utilização do biogás se mostra eficiente em todos os casos e projetos.

Em relação ao ponto de orvalho da água, parâmetro de maior diferença encontrado no estudo de caso ao comparar com a norma brasileira da ANP nº8/2015, o relatório Europeu da Biogasmax (2010) também aponta o ponto de orvalho da água como o parâmetro com a maior

diferença entre os países europeus, com variações significativas também em relação a pressão e a temperatura utilizada na medição, conforme apresentado na Tabela 03.

Tabela 03 – Unidade e valores da água em ponto de orvalho dos principais países europeus que desenvolvem projetos com biogás

França	Alemanha	Suíça	Suécia	Áustria	Holanda
Ponto de condensação da água < - 5°C ⁽¹⁾	Determinado de acordo com a temperatura relacionado a grade de pressão	< 60% ⁽²⁾	Ponto de condensação da água - 9°C em 200bar ou 32 mg/m ³	Ponto de condensação da água - 8°C em 40bar	32 mg/m ³

¹ abaixo de -5 °C à pressão de serviço máxima do sistema.

² Umidade relativa: definida como a razão entre a pressão parcial de vapor de água no gás para a pressão de vapor saturado de água, a uma temperatura prescrita.

Fonte: Adaptado de Biogasmax, 2010.

Em relação a concentração de metano os parâmetros europeus também são divergentes, assim a Biogasmax (2010), apresentou em seu relatório duas propostas de especificação técnica Europeia em relação a concentração de metano, sendo a primeira a utilização do biometano de baixa concentração de metano (Tabela 04) diluído por injeção na rede de gás natural de alta pressão, na proporção máxima de 5%.

Tabela 04 – Injeção na rede de gás natural em alta pressão com biometano de baixa concentração de metano: Uma proposta da Biogasmax para a especificação técnica Europeia.

Parâmetro	Unidade	Comentários
Metano	%	> 50
Densidade relativa	-	Não é necessário

Fonte: Adaptado de Biogasmax, 2010.

A segunda proposta é para que o biometano de baixa concentração de metano possa substituir o gás natural em todos os seus usos, desde que este atenda a capacidade energética do gás natural conforme especificação do índice de Wobbe³, podendo ser utilizado mistura com gás propano ao biometano, se necessário, afim de alcançar o índice de Wobbe.

³ É uma medida do conteúdo energético de um gás, medido com base no seu poder calorífico por unidade de volume à pressão e temperatura padrão, utilizada como indicador da interoperabilidade de equipamentos, em geral queimadores, face à mudança do gás combustível que os alimente. O índice recebe o nome do engenheiro de gás e inventor *Goffredo Wobbe*, diretor da Officina del Gas di Bologna (Departamento do Gás de Bolonha), que o desenvolveu em 1927.

A Biogasmax (2010) considera que sua proposta para a União Europeia leva em consideração além de seus estudos e pesquisas, as experiências de sucesso dos países Europeus na utilização do biometano como combustível. Destaca que entre suas duas propostas, a mais rentável ao produtor de biometano é a diluição por injeção na rede de alta pressão, por apresentar menor custo do que a implantação de um sistema de purificação do biogás para obter alta concentração de metano.

Em relação à legislação brasileira, vale destacar que a regulamentação da ANP em relação ao biometano é nova e, portanto, merece ser discutida com base na realidade de produção de biogás das diferentes fontes. Neste sentido a Resolução ANP nº 8/2015 passa a ser analisada quanto sua aplicação na produção de biogás gerado em granjas de produção de suínos.

A ANP nº 8/2015 estabelece no seu artigo 1º que o biometano deve ser oriundo de produtos e resíduos orgânicos agrossilvopastoris e poderá ser destinado ao uso veicular (GNV), às instalações comerciais e residenciais, podendo assim o biometano ser comercializado como biocombustível ou utilizado nas próprias propriedades como fonte alternativa de energia. Nesta compreensão o biometano pode ser produzido e utilizado nas Granjas de suinocultura ou então comercializado.

O artigo 11º da ANP nº 8/2015 determina que os biocombustíveis não especificados no país, ficam sujeitos a autorização prévia da ANP para uso experimental e uso específico quando o consumo mensal for superior a 10.000 m³ de biocombustível gasoso. Em relação ao estudo de caso, representa que o biogás limpo, que não atende as especificações da ANP nº 8/2015, poderia ser utilizado, mediante documentação e autorização da Agência Nacional de Petróleo e Gás Natural, nas próprias granjas como fonte alternativa de energia.

O artigo 12º da ANP nº 8/2015 determina que fica dispensado de qualquer documentação e autorização pela Agência Nacional de Petróleo e Gás Natural a utilização de biocombustíveis não especificados no país quando o consumo de biocombustível gasoso for inferior a 10.000 m³/mês, para uso experimental e específico desde que tenha sido comprovado sua viabilidade técnica e ambiental. Determina também que os agentes envolvidos na produção e consumo são responsáveis pelos eventuais danos causados aos equipamentos empregados e ao meio ambiente.

Levando em consideração a produção levantada nesta pesquisa, onde: a Granja UPL de Palma Sola/SC produz e consome diariamente 1.000 m³ de biogás, que totaliza 30.000 m³ de biogás/mês, e a Granja Multiplicadora de Chapecó/SC que produz e consome 980 m³ de

biogás/dia e 29.400 m³ de biogás/mês, ambas as granjas se enquadram na necessidade de autorização da ANP.

Quanto a viabilidade técnica e ambiental dos sistemas de produção de biocombustíveis mencionada no artigo 12º, o estudo de caso constatou que ambas as granjas pesquisadas, atendem estes quesitos. Na Granja Multiplicadora, a produção de 29.400 m³/mês de biogás ao custo de R\$ 0,19/m³ referente ao mês de dezembro de 2015, representa um custo total mensal de R\$ 5.586,00, que atende ao aquecimento dos escamoteadores, conforto térmico dos leitões e desinfecção das instalações que é realizada com água quente.

Na Granja UPL de Palma Sola a produção de 30.000 m³/mês de biogás ao custo de R\$ 0,28/m³ referente ao mês de dezembro de 2015, representa um custo total mensal de R\$ 8.400,00. A energia gerada com o uso de biogás substitui a energia elétrica, que seria utilizada no aquecimento dos escamoteadores, conforto térmico dos leitões e desinfecção das instalações. Nesta granja o biogás também substitui o GLP na cozinha e campanulas de aquecimento dos escamoteadores na maternidade e na creche (ambientes onde ficam os leitões)

De acordo com dados da Gter (2015) a Granja UPL de Palma Sola/SC apresenta um consumo médio anual de 578.914 kW e mensal de 48.242,83 kW, considerando o custo da energia elétrica calculada pela tabela de tarifas da CELESC, publicada na Resolução nº 1.927 de 4 de agosto de 2015, o custo médio pago pela Granja é de R\$ 0,37/kW. Assim o custo mensal de energia elétrica pelos valores da distribuidora de energia seria equivalente a R\$ 17.849,84.

A discussão sobre a viabilidade na utilização da energia gerada pelo biogás em substituição à energia elétrica da distribuidora, será apresentada no subcapítulo 6.3.

Ambientalmente ambas as granjas apresentam responsabilidades na utilização dos efluentes como fertirrigação, além do processo de biodigestão nos biodigestores o que reduz significativamente a carga de poluentes, antes descartada no ambiente natural.

Sobre os danos eventuais aos equipamentos que o biogás pode causar ao ser utilizado, o artigo 12º da ANP nº 8/2015 responsabiliza o produtor de biogás. Apesar dos dados da especificação do biometano pela ANP terem valores diferentes do biogás limpo utilizado nas granjas, principalmente referente a concentração de gás sulfídrico que é altamente corrosivo, os depoimentos dos responsáveis das granjas atestam a eficiência do sistema de limpeza do biogás. Comprovado pelo baixo custo de manutenção e estado de conservação tanto dos equipamentos de queima direta do biogás, como dos geradores que fazem a cogeração de energia elétrica.

Segundo o responsável técnico da empresa Gter – Energias Renováveis (Apêndice C) mantendo a concentração de gás sulfídrico abaixo de 500 ppp e a umidade do biogás próximo de 75% não haverá prejuízo ao desempenho e eficiência dos equipamentos. Ainda de acordo com dados da empresa Gter, os custos de purificação do biogás, para alcançar a concentração de metano de acordo com os parâmetros da ANP, inviabiliza economicamente a substituição com o biometano pelas fontes tradicionais de energia: elétrica e de gás liquefeito de petróleo (GLP).

De acordo com dados da Embrapa Suínos e Aves (2015), a produção de suínos vem aumentando e sendo concentrada em agroindústrias e cooperativas, buscando a produção em larga escala, com terminadores⁴ acima de 1000 cabeças de suínos alojados e UPLs acima de 1000 matrizes. Isso indica o incremento da produção de suínos em unidades semelhantes às duas granjas pesquisadas, onde a grande produção de dejetos obriga a necessidade da implantação de sistema de biodigestão e aproveitamento energético do biogás. Sendo assim, a tendência é que estas unidades produzam biogás acima do valor estabelecido pela ANP para a isenção da autorização de produção de biocombustíveis.

Confrontando a regulamentação atual com a realidade configurada para a produção e geração de energia a partir de dejetos suínos fica evidente a inadequação da atual regulamentação. Um ponto que merece melhor discussão é o limite de maior liberdade na montagem do modelo produtivo da suinocultura.

Tal medida pode impulsionar a implantação de sistemas de tratamento dos dejetos suínos através de biodigestão, aumentando a cogeração de energia elétrica, necessidade eminente no país, e reduzindo o despejo irregular de dejetos e contaminação de solo e água, o que é a triste realidade no Estado de Santa Catarina.

6.2 Potencial de produção de biogás em Santa Catarina

O potencial Catarinense de produção de biogás foi estimado com base no número de cabeças de suínos, e respectiva quantidade de dejetos gerados, considerando à eficiência da geração de biogás, reportados em estudos consultados e obtidos pelos sistemas implantados nas empresas tomadas como modelo.

⁴ Terminadores é o termo utilizado na suinocultura para designar as granjas que recebem os leitões do crecheiro (unidade de recria dos leitões da UPL) ou da UPL (Unidade de Produção de Leitões) e fazem a terminação do animal até idade de abate.

O professor da Universidade Federal de Santa Catarina, professor Paulo Belli Filho, Belli Filho (2014) em parceria com a Companhia de Gás de Santa Catarina, realizou o levantamento do potencial de produção de biogás do Estado Catarinense. A Tabela 05 apresenta os valores de biogás gerado a partir da biodigestão de várias fontes.

Tabela 05 – Potencial de produção de biogás em Santa Catarina

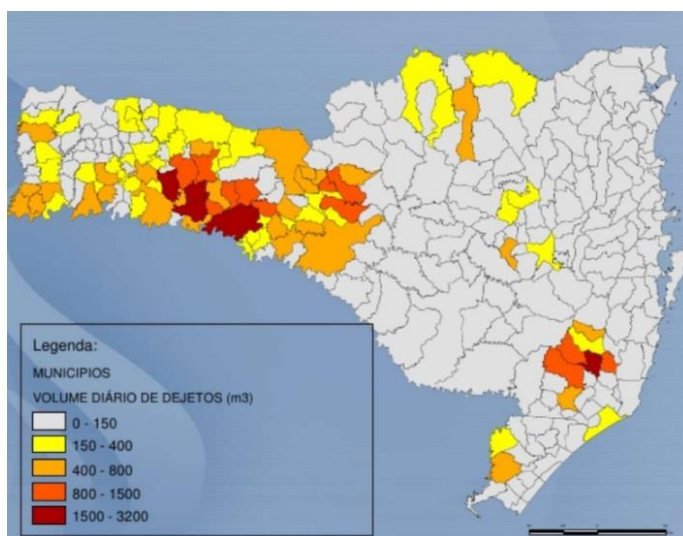
Fonte	Potencial Total (m ³ biogás/dia)	Potencial Total (Toneladas CH ₄ /dia)
Dejetos da Criação de Animais	2.480.738	1.662
Esgotos Sanitários	64.790	46
Aterros Sanitários	297.156	199
Efluentes Industriais	75.423	51
TOTAL	2.918.107	1.958

Fonte: Belli Filho, 2014.

Nota-se que o valor apresentado por Belli Filho (2014) de 2.480.738 m³ de biogás/dia, leva em consideração a produção de dejetos da criação de animais. Porém deve ser destacado que a produção de suínos se sobressai as outras criações de animais em Santa Catarina, portanto representa um maior potencial na geração de dejetos.

O levantamento realizado pela SCGÁS (2009) apresenta, inicialmente, a densidade de criação de suínos no Estado de Santa Catarina (Figura 35).

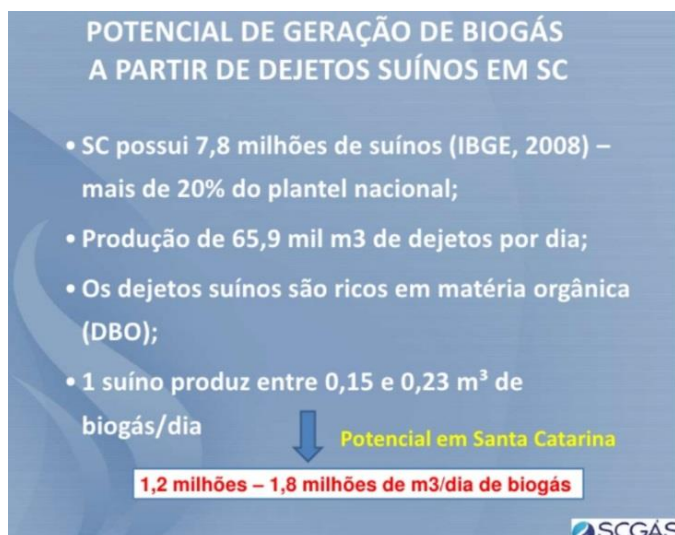
Figura 35 – Produção de dejetos suínos em Santa Catarina, ano de 2009.



Fonte: Monte, 2009 e SCGÁS, 2009.

A Figura 35 mostra também a concentração da atividade de suinocultura na Região Oeste do Estado de Santa Catarina. Já a Figura 36 apresenta parâmetros de estimação da produção de biogás nesse Estado.

Figura 36 – Potencial de geração de biogás de dejetos suínos, ano de 2009.



Fonte: Monte, 2009 e SCGÁS, 2009.

O inventário da SCGÁS (Figura 36) estima também as taxas de geração de dejetos e de biogás advindos da produção de suínos. Considerando o plantel de 7,8 milhões de suínos, dados do IBGE de 2008, estimou um potencial de geração de dejetos líquidos/cabeça de 8,45 litros de dejetos/cabeça/dia e uma variação de geração de biogás de 0,15 m³ a 0,23 m³/cabeça/dia. Assim, para 2009 o Potencial de geração de biogás em Santa Catarina seria de 1,2 milhões a 1,8 milhões de m³/dia de biogás.

Em trabalho mais apurado realizado por Oliveira (1993), pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, estabeleceu a produção de dejetos de suínos por fase de criação, assim o seu estudo sugere uma taxa média de 8,6 litros de dejetos/cabeça/dia.

Em seu estudo, Oliveira (1993) estabeleceu a taxa de produção de biogás por cabeça de suíno em 0,24 m³/cabeça/dia, para um suíno adulto, considerando o peso médio do animal em 90 kg. Este valor é muito próximo do valor limite máximo estimado pela SCGÁS (2009) de 0,23 m³/cabeça/dia. Estabelece também o potencial de produção de biogás em relação aos dejetos suínos, chegando a 27,9 m³ de biogás para cada m³ de dejetos.

É importante destacar que a quantidade de dejetos gerados em uma granja é muito variável, podendo mudar de acordo com a alimentação, tipo de instalação e bebedouros utilizados e manejo de produção (EMBRAPA, 2014).

A Tabela 06 compara os levantamentos de Belli Filho (2014), da SCGÁS (2009) e a estimativa para 2013, tomando como base os dados do IBGE (2015) que informam um plantel de 6.270.797 cabeças suínas no ano de 2013 em Santa Catarina e considerando a taxa de Oliveira (1993) de 0,24 m³ de biogás/cabeça.

Tabela 06 – Síntese do Potencial de produção de biogás em Santa Catarina

Fonte	Potencial Total (m ³ biogás/dia)
Belli Filho (2014)	2.480.738
SCGÁS (2009)	1.794.000
Dados da Pesquisa (2015)	1.504.991

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da pesquisa, 2015.

Desta forma, considerando o ano de 2013, com um plantel 6.270.797 cabeças suínas, utilizando a taxa média de 8,6 litros de dejetos/cabeça/dia (OLIVEIRA, 1993), estima-se uma produção de dejetos suínos de 53.928,85 m³/dia. E um potencial de geração de biogás equivalente a 1.504.991,28 m³/dia.

Os estudos aqui relatados oferecem taxas de estimativa de geração de dejetos e produção de biogás que permitem avaliar as potencialidades de empreendimentos da suinocultura, destacando:

- Geração diária de dejetos por cabeça de suíno = 8,6 l/cabeça (OLIVEIRA, 1993);
- Geração diária de dejetos por cabeça de suíno = 8,54 l/cabeça (SCGÁS, 2009);
- Produção diária de biogás por cabeça de suíno = 0,24 m³/cabeça (OLIVEIRA, 1993);
- Produção diária de biogás por cabeça de suíno = 0,15 m³ a 0,23 m³/cabeça (SCGÁS, 2009);
- Produção diária de biogás por dejetos suíno = 27,9 m³ biogás/m³ dejetos (OLIVEIRA, 1993).
- Produção diária de biogás por dejetos suíno = 27,31 m³ biogás/m³ dejetos (SCGÁS, 2009).

Estas taxas podem ser comparadas com as taxas obtidas nas granjas estudadas. Tomando como exemplo a Granja UPL de Palma Sola/SC, que apresentava 2.700 matrizes, sendo que como unidade produtora de leitões, considera-se também o número de leitões, maras para reposição e reprodutores, podendo assim converter o plantel total em um valor

médio na granja de 5.000 cabeças (animais adultos com média de 90 kg). Com a geração média diária de 150 m³ de dejetos e uma produção média diária de biogás de 1.000 m³ obtém-se as seguintes taxas diárias: 30 l de dejetos/cabeça e de 0,2 m³ de biogás/cabeça.

Já na Ganja Multiplicadora de Chapecó, que apresentava 1.600 matrizes, como granja multiplicadora, considerando o número de leitões, leitoas para reprodução, maras para reposição e reprodutores, podendo assim converter o plantel total em um valor médio na granja de 7.500 cabeças (animais adultos com média de 90 kg). Com a geração média diária de 180 m³ de dejetos e uma produção média diária de biogás de 980 m³ obtém-se as seguintes taxas diárias: 24 l de dejetos/cabeça e de 0,13 m³ de biogás/cabeça.

Assim, o valor da produção de dejetos é de duas a três vezes maior que o valor encontrado por Oliveira (1993), como já citado anteriormente, a diferença pode ser melhorada pelo manejo com bebedouros e limpeza, diminuindo o despejo de água junto aos dejetos. A geração de biogás está próxima aos valores estabelecidos pelos estudos de Oliveira (1993) e SCGAS (2009).

6.3 A cogeração de energia a partir do biogás (biometano)

6.3.1 Comparativo da legislação brasileira com a legislação alemã

Ao se comparar legislações é importante demonstrar cautela ao considerar as realidades sociais, culturais e econômicas distintas de cada país. No entanto, é necessário considerar as experiências bem-sucedidas quando da aplicação de uma legislação. A Lei de Fontes Renováveis de Energia (EEG/2014), promulgada em 2014 pela Alemanha é exemplo e referência de normativa para diversos países. Destaca-se a eficácia de estímulo a implantação de novas fontes sustentáveis de energia que a EEG/2014 promoveu na Alemanha.

As legislações alemã e brasileira que tratam de fontes renováveis de energia e estabelecem as condições necessárias para a cogeração de energia são: a Lei de Fontes Renováveis de Energia (EEG) 2014 da Alemanha, e a Resolução Normativa ANEEL nº482/2012, do Brasil. Neste estudo análise comparativa será focada ao que se refere a energia gerada em cogeração por biogás (biometano).

De acordo com o relatório *Renewables 2015 - Global Status Report*, editado pelo comitê REN21 (2016), a Alemanha é considerada líder em tecnologia de energias de fontes renováveis no continente europeu e se mantém em destaque também em escala global. Esta

condição de liderança da Alemanha tem como um de seus pilares a EEG com seu marco inicial ainda no ano de 2001.

A EEG/2014 apresenta como principal objetivo na Seção 1, artigo 1º, a proteção do clima e do meio ambiente, a conservação dos recursos energéticos fósseis e o desenvolvimento de tecnologias para promover a geração de eletricidade a partir de fontes renováveis. A sua efetiva aplicação se dá pelo estabelecimento criterioso de metas na própria legislação, onde os objetivos atuais é aumentar em 18% a produção e consumo de energias de fontes renováveis até 2020 e em 80% até 2050.

De acordo com a legislação alemã, todos os produtores de energia gerada por fontes renováveis que a fornecem ao sistema de distribuição do país, recebem incentivo financeiro. Ainda na Seção 1 no artigo 32º da EEG/2014, determina maiores facilidades e incentivo para matrizes de produção de biogás, incentivando a associação de unidades de produção local, assim, otimizando a inclusão desta energia ao sistema de distribuição interligado. Também consta na legislação o direito e acesso a financiamentos para a implantação de unidades de geração de energia a partir de fontes renováveis (Seção 1 artigo 19º da EEG/2014).

A energia gerada é vendida para as distribuidoras, e os valores pagos variam de acordo com a fonte de energia. O governo alemão busca a redução de custos futuros com algumas fontes renováveis atualmente mais caras, pagando mais por quilowatt-hora com a intenção de incentivar novos projetos, assim novas tecnologias e barateando os custos. Em relação a energia gerada a partir da biomassa a legislação aponta três princípios de geração:

- Queima direta de biomassa.
- Queima do gás de fermentação de resíduos biológicos.
- Queima de gás de fermentação de dejetos.

De acordo a EEG/2014, em seus artigos 44º, 45º e 46º da Seção 2, o maior valor é para o gás da fermentação de dejetos, correspondendo a 23,73 centavos de Euro por quilowatt-hora, enquanto a queima direta da biomassa pode chegar, no máximo, a 13,66 centavos de Euro por quilowatt-hora.

Entre as fontes renováveis, observa na legislação um maior incentivo à energia gerada por dejetos de animais, não somente pela “[...] intenção do governo em reduzir futuramente os custos dos projetos” (EEG, 2014), mas também pelo grande ganho ambiental no tratamento dos dejetos pela biodigestão.

No caso do Brasil, o país vem fazendo investimentos significativos na matriz energética e o país já é considerado o 4º no *ranking* mundial em produção de energia renovável (BRASIL, 2015), por conta de seu grande potencial e investimento hidroelétrico.

Em relação à cogeração, o regramento brasileiro, tem a Resolução Normativa ANEEL nº482/2012, que estabeleceu condições para o acesso de microgeração e minigeração de energia elétrica na matriz de distribuição de energia, através do sistema de compensação. Esse sistema está definido no artigo 1º sendo a compensação o benefício dado à unidade consumidora e microgeração, de injetar energia na rede de distribuição nacional, através de empréstimo gratuito à distribuidora e posteriormente ser compensada no seu consumo de energia elétrica ou de outra unidade consumidora de mesma titularidade (Cadastro de Pessoa Física (CPF) ou Cadastro de Pessoa Jurídica (CNPJ)).

A Resolução Normativa ANEEL nº687 de 24 de novembro de 2015 que complementa a Resolução Normativa ANEEL nº482/2012, entrou em vigor no dia 01 de março de 2016 e em seu artigo 6º estabelece novas formas de compensação, permitindo que a energia gerada possa ser utilizada em empreendimentos com múltiplas unidades consumidoras na forma de condomínios contínuos, na geração compartilhada através de associações e cooperativas e autoconsumo remoto, para pessoa jurídica (matriz e filiais) e pessoa física com diferentes unidades consumidoras.

A Resolução da ANEEL estabelece também faixas de geração para microgeração e minigeração cujas capacidades instaladas devem ser, respectivamente, igual ou menor a 75 kW e entre 75 kW e 3MW (sendo que para fontes hídricas pode chegar a 5 MW). A resolução vale para as fontes de geração hidráulica, solar, eólica, biomassa ou cogeração qualificada.

Para a cogeração as unidades de geração de energia elétrica devem estar conectadas na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras. O sistema de compensação estabelecido pela ANEEL possibilita que as unidades de micro e minigeração de energia produzam sua necessidade de consumo, podendo, em épocas de menor consumo, entregar a energia excedente ao sistema de distribuição de energia, recebendo créditos a ser consumido posteriormente, em épocas de maior consumo quando pode ocorrer a falta de energia da empresa ou associados. A energia creditada, conforme estabelecido nos artigos 6º e 7º da ANEEL nº 482/2012, deve ser consumido em 60 meses caso contrário a unidade produtora perde os créditos sem qualquer compensação financeira.

De acordo com o Plano Nacional de Energia 2030 (BRASIL, 2015) o governo destaca a necessidade eminente de geração de energia de diversas fontes, para atender as demandas do país, dando também ênfase as fontes renováveis a partir da biomassa. Por sua vez, a Resolução ANEEL nº 482/2012, ao optar pelo sistema de compensação de energia elétrica desconsidera o principal motivador do sistema capitalista, o retorno financeiro.

Entende-se que o sistema de compensação, da forma como está estabelecido, só interessa os consumidores de médio ou grande porte, que possam gerar em uma unidade e compensar em outra. Para os possíveis geradores difusos e mesmo aqueles organizados em associações e cooperativas, a criação de associação, e a gestão dos benefícios da geração e compensação não parece um modelo que tenha sucesso de ser implementado.

Ao contrário, se a ANEEL estabelecesse o pagamento da energia excedente ou gerada para venda, estaria estimulando a implantação de centrais de geração de energia, como ocorre no exemplo alemão.

6.3.2 Potencial de cogeração de energia a partir do biogás limpo (biometano)

Nos estudos de caso, da Granja UPL de Palma Sola/SC e da Granja Multiplicadora de Chapecó/SC, apesar destas otimizarem ao máximo a utilização do biogás produzido, reportam a sobra do biogás, o qual é queimado. Na Granja UPL de Palma Sola/SC a Empresa Gter – Energias Renováveis fez um levantamento de todos os consumidores de energia da granja, mapeando os horários de maior consumo de energia do dia e a quantidade de kW consumido. Constatou que entre 8h e 17h a granja apresenta seu pico máximo de consumo de energia, sendo estes os horários do funcionamento do grupo gerador utilizando o biogás limpo (biometano). De acordo com a Empresa Gter é economicamente inviável manter o grupo gerador funcionando entre as 17h de um dia às 8h do dia seguinte (período de baixo consumo), principalmente devido ao aumento do custo de manutenção do grupo gerador. Uma alternativa poderia ser a instalação de um segundo grupo gerador de menor potência, para atender os horários de menor consumo.

Para avaliar a potencialidade de geração e valores envolvidos considerando a produção total de biogás gerado na Granja UPL de Palma Sola/SC (150 KWA), tomou-se como base os valores de consumo e energia gerada conforme estudo da ER-BR (2015), apresentado no Quadro 19. Nos dois casos estudados o biogás limpo (biometano) apresentou conteúdo de metano de 66% e 67,8%, o que permite utilizar o estudo da ER-BR subestimando a estimativa de energia a ser gerada.

No caso da Granja UPL, que utiliza um grupo gerador de 150 KWA alimentado por biogás limpo com 67,8% de metano (Quadro 13), pode-se estimar a capacidade de gerar 1,78 kW de energia para cada m³ de biogás. Portanto, para a produção diária de 1.000 m³ de biogás a Granja UPL poderia gerar por dia 1.780 kW de energia.

Quadro 19 – Produção de energia elétrica com biogás de 60% de metano

Motor / Potência	Geração em Base Load	Consumo de Biogás		Energia Gerada	
		Nm³/h	m³/dia	kW/dia	kW/m³ de biogás
MWM 30 kWA	20 kW/h	13	312	480	1,53
MWM 50 kWA	32 kW/h	25	600	768	1,28
MWM 80 kWA	55 kW/h	41	984	1.320	1,34
MWM 120 kWA	77 kW/h	56	1.344	1.848	1,37
SCANIA 420 kWA	268 kW/h	118	2.832	6.432	2,27
Média Ponderada, calculada pelo consumo diário de biogás e geração de energia					1,78

Base Load: Geração contínua (24h) com potência total do grupo gerador.

Fonte: Adaptado de ER-BR, 2015

A Tabela 07 apresenta dados da Granja UPL de Palma/Sola de consumo de energia, potencial de geração e substituição da energia pela cogeração do biogás e projeção do excedente de biogás que é queimado sem nenhuma utilização.

Tabela 07 – Síntese do potencial de produção e consumo de energia elétrica, consumo e sobra de biogás da Granja UPL de Palma Sola/SC

Dados	UND	Dia	Mês	Ano
Consumo de energia elétrica	kW	1.608,09	48.242,83	578.914,00
Custo da energia elétrica ⁽¹⁾	R\$	594,99	17.849,84	214.198,18
Produção de biogás ⁽²⁾	m³	1.000	30.000	360.000
Projeção da geração de energia ⁽³⁾	kW	1.780	53.400	640.800
Projeção da necessidade de biogás ⁽⁴⁾	m³	903,42	27.102,71	325.232,58
Projeção do excedente de energia	kW	171,91	5.157,17	61.886,00
Projeção do excedente de biogás	m³	96,58	2.897,29	34.767,42

¹ Cálculo feito utilizando o valor médio de R\$ 0,37/kW, dado da tabela da Celesc homologada pela resolução nº 1.927, de 4 de agosto de 2015.

² Produção média diária, dado do estudo de caso, a quantidade pode oscilar no transcorrer do ano de acordo com o manejo da granja e variações climáticas.

³ Cálculo realizado como valor médio de 1,78 kW/m³ de biogás, obtido do quadro 20.

⁴ Projeção para atender a necessidade de consumo da granja.

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da pesquisa, 2015.

Considerando que o grupo gerador irá funcionar somente nos horários de pico de consumo, quando passa a ser viável, como já citado anteriormente, isto representa aproximadamente 75% do consumo total de energia elétrica da granja, enquanto os outros

25% da energia é consumida da distribuidora. Sendo assim, o excedente do biogás será maior, conforme dados apresentados na Tabela 08.

Tabela 08 – Síntese do potencial de geração de energia elétrica a partir do excedente da produção de biogás na Granja UPL de Palma Sola/SC

Dados	UND	Dia	Mês	Ano
Consumo de energia elétrica	kW	1.608,09	48.242,83	578.914,00
Energia gerada (75%) ⁽¹⁾	kW	1.200,06	36.182,12	434.185,50
Produção de biogás ⁽²⁾	m ³	1.000	30.000	360.000
Projeção da necessidade de biogás ⁽³⁾	m ³	674,19	20.327,03	243.924,43
Projeção total do excedente de biogás	m ³	325,81	9.672,97	116.075,57
Projeção da geração de energia com o excedente de biogás	kW	579,94	17.217,88	206.614,51
Projeção de renda com a energia gerada do excedente do biogás ⁽⁴⁾	R\$	214,57	6.370,61	76.447,36

⁽¹⁾ Considera a média de 75% do total consumido entre as 8h às 17h.

⁽²⁾ Produção média diária, dado do estudo de caso, a quantidade pode oscilar no transcorrer do ano de acordo com o manejo da granja e variações climáticas.

⁽³⁾ Projeção para atender 75% da necessidade de consumo da granja entre as 8h às 17h.

⁽⁴⁾ Cálculo feito utilizando o valor médio de R\$ 0,37/kW, dado da tabela da Celesc homologada pela resolução nº 1.927, de 4 de agosto de 2015.

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da pesquisa, 2015.

O excedente de biogás equivalente a 32,50% da produção da Granja, representa uma sobra de mais de 100.000 m³/ano, ou aproximadamente 200.000 kW/ano de energia que poderia ser gerado. Este biogás está sendo queimado, sem aproveitamento.

A projeção de renda a partir do excedente do biogás apresentado na Tabela 08, avaliado em R\$ 76.447,36, foi realizada utilizando o valor médio de venda do kW de energia pela distribuidora CELESC. Todavia, como não existe no Brasil um sistema de compensação financeira pelo excedente de energia gerado através de micro e minigeração, o valor apresentado vale para indicar a dimensão econômica da cogeração. É importante destacar o princípio de estímulo da legislação alemã, que paga valores maiores por kW de energia gerado a partir de dejetos, que valoriza também o ganho ambiental que este sistema aporta.

Ainda, levando em consideração o potencial energético da suinocultura a partir do potencial estimado de geração de biogás de dejetos suínos no Estado de Santa Catarina, de 1,5 milhões de m³ de biogás/dia (Tabela 06) e dos dados de geração de energia a partir do biogás (Quadro 20), o Estado de Santa Catarina apresenta um potencial estimado de geração de energia elétrica a partir dos dejetos suínos de 2.670.000 kW/dia, 80.100.000 kW/mês e 961,20 GW/ano.

De acordo com os dados da Empresa de Pesquisa Energética (2016) referente ao ano de 2015, apresentados na Tabela 09, o consumo médio mensal de energia elétrica no Brasil por residência é de 161,76 kW, e na região Sul de 177,38 kW.

Tabela 09 – Dados do consumo de energia no Brasil referente ao ano de 2015, número de residências atendidas pela distribuidora e consumo médio por residência.

Região Geográfica	Consumo de Energia MW ⁽¹⁾	Consumidores Residenciais ⁽²⁾	Consumo por residência anual MW ⁽³⁾	Consumo por residência mensal kW ⁽⁴⁾
Norte	9.071.536	4.120.839	2,20	183,44
Nordeste	26.072.696	18.008.418	1,45	120,65
Sudeste	64.761.452	30.845.528	2,10	174,96
Sul	20.353.435	9.561.792	2,13	177,38
Centro-Oeste	11.055.831	5.111.308	2,16	180,25
TOTAIS	131.314.950	67.647.885	1,94	161,76

⁽¹⁾ Dados preliminares da última atualização feita pela EPE em 15 de fevereiro de 2016.

⁽²⁾ Número de consumidores atendidos pela rede de distribuição do Brasil, pelo sistema simples.

⁽³⁾ Consumo médio anual em MW de energia residencial calculado a partir dos dados da EPE, 2016.

⁽⁴⁾ Consumo médio mensal em kW de energia residencial calculado a partir dos dados da EPE, 2016.

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da EPE, 2016.

Considerando o potencial de geração de energia elétrica no Estado de Santa Catarina a partir dos dejetos suínos de 2.670.000 kW/dia ou 80.100.000 kW/mês, assim esta geração de acordo com os dados de consumo médio nacional residencial de energia elétrica da Empresa de Pesquisa Energética (2016), poderia atender 495.178 residências por mês, com a média Nacional. Ou 451.572 residências por mês, considerando a média de consumo por residência da Região Sul do Brasil.

De acordo com dados do IBGE (2010), o Estado de Santa Catarina tinha no ano de 2010, 1.992.763 unidades domésticas residenciais, assim o potencial de geração de energia a partir dos dejetos suínos, poderia atender 22,66% da demanda de energia das residências domiciliares do Estado. Ainda, considerando o número de residências por Mesorregião, a energia gerada pelos dejetos suínos teria capacidade de suprir praticamente 100% a demanda das residências domiciliares de qualquer uma das Mesorregiões do Estado de Santa Catarina (Tabela 10).

Tabela 10 – Número de unidades domésticas residências no Estado de Santa Catarina e Mesorregiões

Mesorregião Geográfica Catarinense	Número de residências
Oeste Catarinense - SC	378.371
Norte Catarinense - SC	376.448
Serrana - SC	127.378
Vale do Itajaí - SC	482.506
Grande Florianópolis - SC	330.192
Sul Catarinense - SC	297.869
Total em Santa Catarina	1.992.763

Fonte: IBGE – SIDRA, 2010

É um potencial que precisa ser explorado, para tanto, a congruência entre os órgãos públicos brasileiros é de fundamental importância para criar condições legais favoráveis a estes investimentos.

O presente trabalho reforça o que já é sabido, de trabalhos anteriores, sobre o potencial a ser explorado, da geração de energia elétrica a partir de dejetos suínos. Mas para isso, é necessário aperfeiçoar o instrumento normativo da ANEEL, buscando experiências não somente da legislação alemã, mas também de outros países. Sobretudo, deve ser levando em consideração as potencialidades de produção de energia do Brasil, principalmente em relação a utilização de biomassa, observado as demandas energéticas levantadas pelo próprio governo brasileiro, podendo dessa forma desenvolver um sistema pátrio normativo que incentive a utilização e o desenvolvimento de unidades geradoras de energia a partir de fontes sustentáveis.

Finaliza-se esta discussão apresentando o ponto de consenso reportado pelos gestores e técnicos que desenvolveram os processos de geração de energia das granjas estudadas: a necessidade de compensação financeira por parte da ANEEL sobre a energia gerada em sistemas de aproveitamento de biomassa desenvolvidos no país.

7 CONCLUSÕES

Ao concluir o presente estudo a fim de atender o objetivo de analisar a regulamentação e parametrização do biometano no Brasil, aplicado ao estudo de caso nos empreendimentos de Chapecó/SC e de Palma Sola/SC foi possível sintetizar a partir da recente publicação da Resolução Normativa da ANP nº 8/2015 a parametrização sobre a produção e uso do biometano proveniente de biomassa, sendo a primeira a regulamentar e definir biogás e biometano.

Confrontando a regulamentação atual com a realidade configurada para a produção e geração de energia a partir de dejetos suínos ficou evidente a tendência de que as granjas de suínos produzam biogás acima do valor estabelecido pela ANP para a isenção da autorização de produção de biocombustíveis. Abre-se aqui a discussão sobre o limite de maior liberdade na montagem do modelo produtivo da suinocultura, tal medida pode impulsionar a implantação de sistemas de tratamento dos dejetos suínos através de biodigestão, aumentando a cogeração de energia elétrica, necessidade eminente no país, e reduzindo o despejo irregular de dejetos e contaminação de solo e água.

Com relação a qualidade do biogás produzido, nas duas unidades pesquisadas, considerando a confrontação da composição do biogás limpo (biometano) como fonte de energia com o estabelecido pela ANP nº 8/2015, fica constatado que nenhuma das unidades pesquisadas atendem a normativa brasileira, não podendo assim ser caracterizado como biometano.

No entanto, é necessário levar em consideração a experiência da empresa Gter e os resultados obtidos durante o estudo de caso dão conta que uma normativa pode trazer valores de referência para uso e manuseio específico, no entanto, vários outros aspectos precisam ser analisados e tomando como particularidade o estudo de caso, comprovou-se a eficiência energética dos sistemas instalados, além da viabilidade técnica, econômica e ambiental através do aproveitamento energético do biogás nas suas inúmeras possibilidades.

Também durante a análise da regulamentação aplicada ao estudo de caso, ficou evidenciado que a produção na Granja Multiplicadora de Chapecó/SC é 5,44 m³ de biogás para cada m³ de dejetos, e na Granja UPL de Palma Sola/SC a produção é de 6,66 m³ de biogás para cada m³ de dejetos. Estes resultados indicam que o biodigestor híbrido instalado na Granja UPL de Palma Sola/SC proporciona um aumento de 22,42% na produção de biogás, em relação ao modelo canadense instalado na Granja Multiplicadora.

A partir de informações estatísticas e registros disponíveis da cadeia de produção da suinocultura no Estado, considerando o ano de 2013, tomando como base os dados do IBGE que registra um plantel suíno no Estado de Santa Catarina de 6.270.797 cabeças, estimou-se no decorrer do presente estudo um potencial de 1.504.991,28 m³/dia de geração de biogás.

Durante a discussão do uso de biogás para cogeração de energia a partir da aplicação de política pública de incentivo ao seu uso considerando o exemplo da Alemanha foi possível identificar que o Brasil já possui marco regulatório sobre o assunto se considerarmos a Resolução Normativa da ANEEL nº482/2012, que estabeleceu condições para o acesso de microgeração e minigeração de energia elétrica na matriz de distribuição de energia, através do sistema de compensação. E que houve avanço com a complementação dessa regulamentação através da Resolução Normativa ANEEL nº687 de 24 de novembro de 2015 que entrou em vigor em março de 2016 permitindo agora que a energia gerada possa ser utilizada em empreendimentos com múltiplas unidades consumidoras na forma de condomínios contínuos, na geração compartilhada através de associações e cooperativas e autoconsumo remoto, para pessoa jurídica (matriz e filiais) e pessoa física com diferentes unidades consumidoras.

No entanto, à luz da legislação alemã, é possível identificar ganhos significativos na estruturação dessa normatização que estabelece que sejam pagos como incentivo financeiro todos produtores de energia gerada por fontes renováveis que a fornecem ao sistema de distribuição do país e determina maiores facilidades e incentivo para matrizes de produção de biogás, sendo que, o maior incentivo é pago aos que produzem o gás da fermentação de dejetos, correspondendo a 23,73 centavos de Euro por quilowatt-hora. Um incentivo similar na legislação brasileira poderia motivar e impulsionar novos projetos de cogeração de energia na cadeia da suinocultura, proporcionando para o Estado e País, ganhos econômicos e ambientais.

A discussão sobre cogeração de energia fomentou reflexões que relacionaram o potencial de produção de biogás no Estado de Santa Catarina com a capacidade de geração de energia elétrica, sendo assim, considerando os dados encontrados na pesquisa em que cada m³ de biogás pode gerar 1,78 kW de energia elétrica ou ainda é possível apontar o potencial de geração de energia elétrica de 2.670.000 kW/dia, 80.100.000 kW/mês ou 961,20 GW/ano.

Isso representa por exemplo, a partir do consumo médio residencial de energia elétrica na região Sul de 177,38 kW, que se utilizado todo potencial de produção de biogás em energia elétrica, essa abasteceria a mesorregião Oeste Catarinense que possui em torno de 378.371 unidades residenciais. Nesse sentido, sendo essa a região que mais concentra a atividade

suinícola no Estado a geração de biogás além de ser uma solução efetiva no tratamento de dejetos advindos dessa produção agrícola, ainda pode apresentar ganhos econômicos a partir da diversificação de matriz energética com o aproveitamento da biomassa.

Ao finalizar esse trabalho fica ainda por dizer que, além de responder ao objetivo inicialmente proposto de analisar a potencialidade da regulamentação do uso do biogás produzido a partir de dejetos suínos, como fonte alternativa de geração de energia, esse estudo proporcionou uma reflexão pessoal como professor e pesquisador sobre a necessidade emergencial de mudança cultural de sociedade a partir da oportunidade de acesso a eventos e trabalhos que possam como esse, demonstrar a eficiência de fontes limpas de energia.

REFERÊNCIAS

ACCS. Associação Catarinense de Criadores De Suínos. **Relatório Anual 2011**, Concórdia, SC. Disponível em <http://www.accs.org.br/>. Acessado em 07 de dezembro de 2014.

ANGONESE, A. Ricardo et al. **Avaliação da eficiência de um biodigestor na redução da carga orgânica e produção de biogás a partir de dejetos suínos**. 2005. Disponível em http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000000022006000100022&script=sci_arttext. Acessado em 5 de maio de 2015.

ANEEL. **Agencia Nacional de Energia Elétrica**. Disponível em <http://www.aneel.gov.br/>. Acesso de janeiro de 2015 a dezembro de 2015.

ANEEL. Agencia Nacional de Energia Elétrica. **Minuta de Resolução**. Disponível em http://www.aneel.gov.br/.../2015/.../minuta_de_resolucao_geracao_propria.pdf. Acessado em 5 de maio de 2015.

ANEEL. Agencia Nacional de Energia Elétrica. **Nota Técnica**. Disponível em http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/consulta.../NT086_2014_SRG_SRD.pdf. Acessado em 5 de maio de 2015.

ANP. **Agência Nacional de Petróleo e Gás Natural**. Disponível em <http://www.anp.gov.br/>. Acesso de janeiro de 2015 a dezembro de 2015.

ANP. **Criação de Resolução que estabelece a especificação do Biometano de origem nacional a ser comercializado em todo o território nacional**. Nota Técnica nº: 157/2014/SBQ/RJ. Disponível em <http://www.anp.gov.br/?dw=72846>. Acessado em 05 de maio de 2015.

BALDISSERA, I. T. Poluição por dejetos suínos no Oeste catarinense. **Agropecuária Catarinense**, 15, n.1. Florianópolis, 2002.

BARREIRA, Paulo. **Biodigestores: energia, fertilidade e saneamento para a zona rural**. Ed. São Paulo, Ícone, 1993. v.2.

BARTHOLOMEU, D. B. et al. O mercado de carbono e a atividade suinícola. **Revista Agroanalysis**, 2007. Disponível em <http://www.cepea.esalq.usp.br/pdf>. Acessado em 08 de dezembro de 2014.

BASSI, N. S. S.; SILVA, C. L. **Análise dos impactos ambientais no Oeste Catarinense e das tecnologias desenvolvidas pela Embrapa Suínos e Aves**. 2012. Disponível em: <http://www.anppas.org.br/encontro6/anais/ARQUIVOS/GT7-946-803-20120621110037.pdf>. Acessado em 22 de agosto de 2014.

BELLI FILHO, Paulo. **Inventário do potencial de geração de gás metano no Estado de Santa Catarina**, 2014. Disponível em <http://gmi.fatma.sc.gov.br/uploads/5a.msw2.moderator.pdf>. Acessado em 10 de setembro de 2015.

BIOGASMAX. **Perspectives for a european standard on biomethane: a Biogasmax proposal.** GDF SUEZ, 2010. Disponível em http://www.transport-search.info/sites/default/files/project/documents/20120601_135059_69928_d3_8_new_lmcbgx_eu_standard_14dec10_vf_077238500_0948_26012011.pdf. Acessado em 15 de janeiro de 2016.

BLEY JÚNIOR, Cícero. **Reflexões Sobre a Economia do Biogás.** Foz do Iguaçu: ITAIPU Binacional, 2010. Disponível em <http://www.observatoriobrasil.org/imagens/reflexoes.pdf>. Acesso em 14 de novembro de 2013.

BLEY JUNIOR, Cícero. **Instalações para tratamento de dejetos.** Anais da Fundação do Ensino Superior de Rio Verde. Rio Verde, 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011 / Secretária de Produção e Agroenergia.** 2. ed. rev. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006.

BRASIL (b). Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Suínos.** 2014. Disponível em <http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/suinos>. Acessado em 08 de dezembro de 2014.

BRASIL (a). Ministério de Minas e Energia. **Resenha Energética Brasileira.** 2014. Disponível em <http://www.mme.gov.br/documents/1138787/1732840/Resenha+Energ%C3%A9tica+-+Brasil+2015.pdf/4e6b9a34-6b2e-48fa-9ef8-dc7008470bf2>. Acesso em 10 de dezembro de 2015.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Energia.** 2015. Disponível em <http://www.mme.gov.br/web/guest/publicacoes-e-indicadores/plano-nacional-de-energia-2050>. Acessado em 20 de março de 2016.

CAMPOS, C. M. M. et al. **Avaliação do potencial de produção de biogás e da eficiência de tratamento do reator anaeróbio de manta de lodo (uasb) alimentado com dejetos de suínos.** Ciências Agro técnicas, Lavras, v. 29, n. 4, p. 848-856, jul/ago. 2005.

CEMIG, Companhia Energética de Minas Gerais. **Alternativas Energéticas: Uma Visão da CEMIG de Belo Horizonte.** CEMIG, 2012. Disponível em <http://www.cemig.com.br/Inovacao/AlternativasEnergeticas>. Acessado em: 03 de agosto de 2014.

CONAMA. **Conselho Nacional do Meio Ambiente.** 1986. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama>. Acessado em 05 de dezembro de 2014.

COPEL. Companhia Paranaense de Energia. **Fontes de Energia - Biomassa.** 2012. Disponível em: <http://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?=%2Fgeracao%Fpagcopel2.nsf%2Fdocs>. Acessado em: 05 de maio de 2014.

DENARDIN, V. F.; SULZBACH, M. T. **Os possíveis caminhos da sustentabilidade para a agropecuária da região Oeste de Santa Catarina.** Desenvolvimento em Questão. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2005.

EEG. Erneuerbare-Energien-Gesetz. **Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien.** Disponível em http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/eeg_2014/gesamt.pdf. Acessado em 5 de maio de 2015.

EEG. Erneuerbare-Energien-Gesetz. **Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG 2014.** Disponível em http://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014/BJNR106610014.html. Acessado em 18 de maio de 2015.

EMBRAPA. Embrapa Suínos e Aves. **Biogás, Agroenergia.** 2014. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000fbl23vn102wx5eo0sawqe3qf9d0sy.html>. Acessado em 07 de dezembro de 2014.

EPAGRI. **Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina.** Disponível em <http://www.epagri.sc.gov.br>. Acessado em 07 de dezembro de 2014.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica.** 2011. Disponível em <http://www.epe.gov.br/AnuarioEstatisticodeEnergiaEletrica/Forms/Anurio>. Acessado em 02 de agosto de 2014.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Consumo de Energia Elétrica.** 2015. Disponível em <http://www.epe.gov.br/mercado/Paginas/Consumomensaldeenergiael%C3%A9trica%20por%20classe%20regi%C3%B5es%20e%20subsistemas>. Acessado em 02 de abril de 2016.

ER-BR Energias Renováveis. **Tarifas de energias elétricas no país e geração de energia utilizando o biogás.** In: PAINEL DE BIOMASSA & BIOENERGIA, FEIRA INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO E PROCESSAMENTO DE PROTEÍNA ANIMAL – FIPPPA, 4. Anais... Curitiba, 2015.

FAO. **Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura.** 2006. Disponível em <https://www.fao.org.br/>. Acessado em 02 de agosto de 2014.

GTER. **Grupo de Trabalho de Energias Renováveis.** [Empresa Privada, responsável Santiago Ibarra]. Chapecó, 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Unidades Domésticas Residenciais.** 2010. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acessado em 15 de abril de 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Agropecuária Municipal.** 2015. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acessado em 05 de dezembro de 2015.

LA FARGE, B. de. **Le biogaz:** procédés de fermentation méthanique. Paris: Masson, 1995.

LINDNER, E. A. **Diagnóstico da suinocultura e avicultura em Santa Catarina.** FIESC-IEL CD ROM. Florianópolis, 1999.

LUSTOSA, L.; MESQUITA, M.A.; QUELHAS, O.; OLIVEIRA, R. **Planejamento e controle da Produção.** Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2009.

MALHEIROS, P. da Silva et al. **Contaminação bacteriológica de águas subterrâneas da região oeste de Santa Catarina, Brasil**. 2009. Disponível em <http://periodicos.ses.sp.bvs.br/scielo.php>. Acessado em 08 de dezembro de 2014.

MEDRI, W. **Modelagem e otimização de sistemas de lagoas de estabilização para tratamento de dejetos suínos**. 1997. 206 f. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.

MIRANDA, C. R. de (a). **Ordenamento sustentável da suinocultura em Santa Catarina**. Suinocultura Industrial, São Paulo, n.7, 2005.

MIRANDA, C. R. de (b). **Avaliação de estratégias para sustentabilidade da suinocultura**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

MONTE, Oswaldo Luiz. **Rede descentralizada de biogás/biometano a partir de resíduos orgânicos – SCGÁS**. Apresentação disponível em: <http://pt.slideshare.net/EmbaixadaAlemanha/rede-descentralizada-de-biogs-com-res-org>. Acessado em 20 de dezembro de 2015.

OLIVEIRA, P.A.V. **Impacto ambiental causado pela suinocultura**. Congresso Nacional de Zootecnia, XII, 2003, Uberaba. Anais. Uberaba, 2003.

REN21. **Renewables 2015 Global Status Report**. Disponível em <http://www.ren21.net/Portals/0/documents/e-paper/GSR2015KF/index.html#/8>. Acessado em 5 de janeiro de 2016.

ROPPIA, Luciano. **Perspectivas da produção Mundial de carnes**. 2006. Disponível em <http://www.sossuinos.com.br/Mercado/info15.htm>. Acessado em 08 de dezembro de 2014.

SCGÁS. Companhia de Gás de Santa Catarina. **Apresentação P&DT**. Disponível em: <http://www.scgas.com.br/info/pesquisadesenvolvimento/idse/415>. Acessado em 15 junho 2015.

SCGÁS. Companhia de Gás de Santa Catarina. **Publicação de Notícias sobre Projetos com Biogás**. 2015. Disponível em: <http://www.scgas.com.br/noticias>. Acessado em 15 junho 2015.

SEGANFREDO, M. A. **Análise dos riscos de poluição do ambiente, quando se usa dejetos de suínos como adubo do solo**. Embrapa Suínos e Aves. Série Comunicado Técnico –268. Embrapa Suínos e Aves, 2000.

SEGANFREDO, M. A.; SOARES, I. J. S. KLEIN, C. S. **Qualidade da água de rios em regiões suinícola do município de Jaborá SC**. Congresso Brasileiro de Veterinários Especialistas em Suínos, Anais ABRAVES. Goiânia, 2003.

SPIES, A. **The sustainability of the pig and poultry industries in Santa Catarina, Brazil: a framework for change**. Thesis (PhD) -School of Natural and Rural Systems Management, The University of Queensland. Australia, 2003.

TOMALSQUIM, Maurício T. **A Matriz Energética Brasileira: Um exemplo para o mundo. Fórum de Debates Brasilianas.** Energia Elétrica para o século XXI. São Paulo, 2011.

UCZAI, Pedro. **Inevitável Mundo Novo – Volume I. A relação entre energias renováveis, produção de alimentos e o futuro do planeta.** Câmara dos Deputados. Câmara/DF, 2009.

VERDÉRIO JUNIOR, Silvio Aparecido. **Formas de Geração de Energia.** Disponível em <http://pt.slideshare.net/JuNNioRe/gerao-de-energia-eltrica-28903279>. Acessado em 18 de novembro de 2015.

VIVIAN, Marcelo et al. Eficiência da interação biodigestor e lagoas de estabilização na remoção de poluentes em dejetos de suínos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.3, p.320–325. Campina Grande, PB. 2010.

ZANELLA, M. G. **Ambiente Institucional e políticas públicas para o biogás proveniente da suinocultura.** 2012. 82 f. Dissertação (Mestrado em Bioenergia). Universidade do Oeste do Paraná. Toledo/Paraná. 2012.

APENDICE A – Roteiro para coleta de dados

ANÁLISE DO SISTEMA DE APROVEITAMENTO DO BIOGÁS GERADO DE DEJETOS SUÍNOS. ESTUDO DE CASO: POTENCIAL DE GERAÇÃO DE ENERGIA NOS MUNICÍPIOS DE CHAPECÓ E DE PALMA SOLA/SC

Propriedade:

Endereço:

Responsável:

Coordenada geográfica:

Fotos de cada sistema:

Quantidade de suínos alojados (matrizes):

Sistema de Produção (UPL, Ciclo Completo, Multiplicadora):

Quantidade de dejetos produzidos (m³/dia):

Quantidade de biogás produzido (m³/dia):

Tipo de biodigestor utilizado e qualidade do biogás:

Concentração de metano:

Concentração de oxigênio:

Concentração de gás carbônico:

Concentração de enxofre:

Concentração de gás sulfídrico:

Concentração de água:

Sistema de transformação de biogás em biometano e qualidade do biometano:

Concentração de metano:

Concentração de oxigênio:

Concentração de gás carbônico:

Concentração de enxofre:

Concentração de gás sulfídrico:

Concentração de água:

Tipo de utilização do biometano (energia elétrica, térmica, mecânica ou substituto de GLP):

Custo por m³ de biometano produzido:

Destino dos efluentes do biodigestor:

Relatos sobre funcionamento e eficiência do sistema instalado:

APENDICE B – Autorização da Gter para divulgação de dados técnicos



UNILASALLE
CANOAS-RS



**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DIVULGAÇÃO DE INFORMAÇÕES DE
EMPRESAS**

Empresa: **GTER – Energias Renováveis LTDA**

Endereço completo: Rua Benjamin Constant, 812-E, Jardim Itália, Chapecó/SC

Representante da empresa: **Santiago Ibara**

Telefone: (49) 9116 8485

e-mail: gter@gter.com.br

Tipo de produção intelectual: **DISSERTAÇÃO**

Título/subtítulo: **Análise da regulamentação do sistema de aproveitamento do biogás gerado de dejetos suínos. Estudo de caso: Potencial de geração de energia nos municípios de Chapecó/SC e de Palma Sola/SC.**

Autor: **GERSON BATISTELLA**

Código de matrícula: **201111475**

Orientador: **Rubens Müller Kautzmann**

Co-orientador: **Silvio Roberto Taffarel**

Curso/Programa de Pós-graduação: **AValiação de Impactos Ambientais.**

Como representante da empresa acima nominada, declaro que as informações e/ou documentos disponibilizados pela empresa para o trabalho citado:

☒ Podem ser publicados sem restrição.

☐ Possuem restrição parcial por um período de _____ anos, não podendo ser publicadas as seguintes informações e/ou documentos: _____

☐ Possuem restrição total para publicação por um período de _____ anos, pelos seguintes motivos: _____

Chapecó, 10 de novembro de 2015

Representante da empresa

Local e Data

APENDICE C – Síntese dos registros de coleta de dados

Reuniões de Trabalho	Gter
<ul style="list-style-type: none"> - As análises do biogás são realizadas anualmente pela própria empresa afirma ainda que, não alterando o manejo da granja, os resultados também não alteram [...] - Os três biodigestores produzem juntos uma média diária de 1.000 m³ de biogás, calculada pelo monitoramento realizado nos anos de 2014 e 2015. - [...] o custo por m³ de biogás limpo e pronto para uso como fonte alternativa de energia é de R\$ 0,28 considerando a implantação de todo o sistema e a sua manutenção. - [...] pela minha experiência no desenvolvimento e instalação de sistemas de limpeza e filtragem do biogás, reduzindo a concentração de gás sulfídrico abaixo de 500 ppm não afeta a qualidade dos equipamentos e eficiência do biogás, da mesma forma mantendo a umidade do biogás próximo de 75%. - [...] a falta de compensação financeira por parte da ANEEL sobre a energia gerada para a rede Nacional, a falta de incentivo financeiro e a burocracia para estabelecer o sistema de compensação inviabiliza qualquer esforço ou iniciativa por parte das granjas ou unidades geradoras. 	<ul style="list-style-type: none"> - A fertirrigação, respeita os limites estabelecidos de carga no solo decretados pelos órgãos regulamentadores e fiscalizadores do meio ambiente. - [...] a diferença entre as granjas está diretamente relacionada ao manejo e operação dos sistemas, sendo que a eficiência do biogás limpo depende fundamentalmente da redução de umidade e do gás sulfídrico que é altamente corrosivo.

APENDICE D – Registros fotográficos complementares

- Aquecimento de água quente a biogás para banheiros e cozinha



- Utilização do biogás substituindo o GLP em cozinha industrial.



- Sistema de bombeamento e fertirrigação utilizando moto bomba a biogás.



- Retirada de efluentes para fertirrigação em reflorestamento.



- Áreas de pastagens perenes e reflorestamento utilizadas na fertirrigação com os efluentes do biodigestor.



- Ilustração da queima de biogás em queimadores utilizados para aquecimento de água.



- Caldeira a biogás utilizada na Granja Multiplicadora de Chapecó/SC.



- Lagoas de efluentes do biodigestor com retirada para fertirrigação.



ANEXO A – Resolução ANP nº 8, de 30/01/2015

RESOLUÇÃO ANP Nº 8, DE 30.1.2015 - DOU 2.2.2015

A DIRETORA-GERAL da AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP, no uso de suas atribuições, tendo em vista o disposto nos incisos I e XVIII, do art. 8º, da Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, alterada pela Lei nº 11.097, de 13 de janeiro 2005 e com base na Resolução de Diretoria nº 39, de 22 de janeiro de 2015.

Considerando que compete à ANP proteger os interesses dos consumidores quanto a preço, qualidade e oferta de produtos;

Considerando que cabe à ANP estabelecer as especificações dos derivados de petróleo, gás natural e seus derivados e biocombustíveis;

Considerando que a Lei nº 12.490, de 16 de setembro de 2011, atribuiu à ANP a regulação e a autorização das atividades relacionadas com a indústria dos biocombustíveis;

Considerando que o Biometano atende à definição de biocombustíveis estabelecida na Lei nº 12.490/2011; e

Considerando que a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, dispõe em seu artigo 9º sobre tecnologias de recuperação energética a partir de resíduos sólidos urbanos,

Resolve:

Seção I – Das Disposições Preliminares

Art. 1º Fica estabelecida a especificação do Biometano contida no Regulamento Técnico ANP nº 1/2015, parte integrante desta Resolução.

Parágrafo único. A presente Resolução aplica-se ao Biometano oriundo de produtos e resíduos orgânicos agrossilvopastoris e comerciais destinado ao uso veicular (GNV) e às instalações residenciais e comerciais.

Art. 2º O uso residencial, comercial ou veicular de Biometano obtido a partir de resíduos sólidos urbanos ou resíduos de esgotamento sanitário, ainda que atenda a especificação contida no Regulamento Técnico, parte integrante desta Resolução, deverá obedecer ao disposto na Resolução ANP nº 23, de 13 de agosto de 2012.

Seção II – Das Definições

Art. 3º Para os fins desta Resolução ficam estabelecidas as seguintes definições:

I - Biogás: gás bruto obtido da decomposição biológica de produtos ou resíduos orgânicos;

II - Biometano: biocombustível gasoso constituído essencialmente de metano, derivado da purificação do Biogás;

III - Gás Natural Veicular (GNV): denominação do combustível gasoso, tipicamente proveniente do Gás Natural ou Biometano, ou da mistura de ambos, destinado ao uso veicular e cujo componente principal é o metano, observadas as especificações estabelecidas pela ANP;

IV - Resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades, de acordo com a Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010;

V - Resíduos comerciais: resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, de acordo com a Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010.

Seção III – Das Regras de Utilização

Art. 4º É vedada a comercialização de Biometano que não atenda a especificação estabelecida no Regulamento Técnico, parte integrante desta Resolução.

Art. 5º O Biometano que atenda à especificação estabelecida no Regulamento Técnico, parte integrante desta Resolução, poderá ser misturado ao gás natural.

§ 1º Não se aplica o disposto no caput ao Biometano oriundo de resíduos sólidos urbanos ou resíduos de esgotamento sanitário.

§ 2º A mistura do Biometano com gás natural deverá atender ao Regulamento Técnico da Resolução ANP nº 16, de 17 de junho de 2008.

Seção IV – Do Controle da Qualidade

Art. 6º O produtor fica obrigado a realizar as análises do Biometano em linha e a emitir diariamente o Certificado da Qualidade, o qual deverá conter o resultado da análise de todas as características, os limites da especificação e os métodos empregados, comprovando que o produto atende à especificação constante do Regulamento Técnico, bem como a matéria-prima utilizada para a geração do Biogás.

§ 1º O Certificado da Qualidade deverá ser firmado pelo profissional de química responsável pelas análises, com indicação legível de seu nome e número de inscrição no respectivo órgão de classe.

§ 2º No caso de emissão eletrônica do Certificado da Qualidade, deverão estar indicados o nome e o número de inscrição no órgão de classe do químico responsável pelas análises realizadas.

§ 3º O produtor deverá enviar à ANP, até o 15º (décimo quinto) dia do mês subsequente àquele a que se referirem os dados enviados, um sumário estatístico dos Certificados da Qualidade, em formato eletrônico, conforme instruções disponíveis no sítio da ANP.

§ 4º O produtor deverá encaminhar juntamente com o sumário estatístico, anotações relativas à interrupção da produção, informando, a cada ocorrência, a data e hora do corte, bem como a data e hora da retomada do fornecimento.

Art. 7º O produtor deverá manter sob sua guarda os Certificados da Qualidade, pelo prazo mínimo de 12 (doze) meses a contar da data de emissão, e disponibilizá-los à ANP sempre que solicitados, no prazo máximo de 5 (cinco) dias, contados da data da solicitação.

Seção V – Das Disposições Gerais

Art. 8º O Biometano deverá estar odorado na distribuição, atendendo às exigências específicas da legislação estadual.

Art. 9º A ANP poderá, a qualquer tempo, submeter o produtor à auditoria de qualidade, a ser executada por seu corpo técnico ou por entidades credenciadas pelo Inmetro, sobre procedimentos e equipamentos de medição que tenham impacto sobre a qualidade e a confiabilidade dos serviços de que trata esta Resolução e seu Regulamento Técnico.

Parágrafo único. O produtor deverá dispor de padrões de referência, acompanhados dos respectivos certificados de composição emitidos pelos fabricantes, para a aferição dos instrumentos utilizados na análise do produto e proceder às verificações solicitadas na auditoria.

Seção VI – Das Disposições Finais

Art. 10. Fica alterado o inciso X do art. 4º da Resolução ANP nº 41, de 5 de novembro de 2013, que passa a vigorar com a seguinte redação:

"X - Gás Natural Veicular (GNV): denominação do combustível gasoso, tipicamente proveniente do GN ou Biometano, ou da mistura de ambos, destinado ao uso veicular e cujo componente principal é o metano, observadas as especificações estabelecidas pela ANP;"

Art. 11. Fica alterado o art. 1º da Resolução ANP nº 23, de 13 de agosto de 2012, que passa a vigorar com a seguinte redação:

"Art. 1º Fica sujeita à autorização prévia da ANP a utilização de Biocombustíveis não Especificados e de suas misturas com combustíveis e/ou biocombustíveis especificados no país, destinados ao Uso Experimental ou ao Uso Específico, caso o Consumo Mensal seja

superior a 10.000 litros para combustíveis líquidos e 10.000 Nm³ (a 20°C e 1 atm) para combustíveis gasosos."

Art. 12. Ficam incluídos os incisos I e II ao § 1º do art. 1º da Resolução ANP nº 23, de 13 de agosto de 2012:

"I - Fica dispensada a autorização para Uso Experimental e Específico de biocombustível gasoso não especificado e de suas misturas com combustíveis e/ou biocombustíveis especificados em Equipamentos de Uso Industrial, desde que tenha sido comprovada sua viabilidade técnica e ambiental e com a implantação de programa de monitoramento de emissão de gases tóxicos aprovado pelo órgão ambiental, nos termos do art. 9º da Lei nº 12.305/2010;

II - Na hipótese do inciso I, ficam os agentes envolvidos na comercialização e uso responsáveis pelos eventuais danos causados aos equipamentos empregados, ao meio ambiente e outros."

Art. 13. Fica incluído o § 7º ao art. 3º da Resolução ANP nº 23, de 13 de agosto de 2012, com a seguinte redação:

"§ 7º No caso de Biometano obtido a partir resíduos sólidos urbanos, a documentação exigida no inciso IV do art. 3º deverá estar em conformidade com o disposto no § 1º, do artigo 9º, da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, além de outros requisitos que o órgão ambiental julgar aplicáveis."

Art. 14. Fica incluído o art. 3º-A na Resolução ANP nº 23, de 13 de agosto de 2012, com a seguinte redação:

"Art. 3º-A O transporte de biometano oriundo de resíduos sólidos urbanos ou de resíduos de esgotamento sanitário poderá ser feito por meio de Veículos Transportadores de Gás Comprimido, para realização do uso experimental.

§ 1º O transportador do biometano de que trata o caput deverá comprovar a utilização de Veículos Transportadores de Gás Comprimido de uso exclusivo para o transporte desse produto com identificação da empresa proprietária e placa das carretas.

§ 2º A unidade de compressão nas instalações do produtor poderá ser objeto de inspeção pela ANP antes do início do uso experimental.

§ 3º Veículo Transportador de Gás Comprimido: veículo utilizado para o transporte do biometano de que trata o caput, construído e operado com observância às normas técnicas aplicáveis e que atenda, ainda, as diretrizes legais estabelecidas para o transporte rodoviário de produtos perigosos."

Art. 15. Fica alterado o art. 4º da Resolução ANP nº 23, de 13 de agosto de 2012, que passa a vigorar com a seguinte redação:

"Art. 4º A ANP poderá solicitar documentação adicional, incluindo, mas não limitada, à Licença para Uso de Configuração de Veículo ou Motor (LCVM) e garantia do fabricante do motor, na hipótese de se tratar de Produto que não seja objeto de autorização concedida pela ANP."

Art. 16. Fica alterado o inciso II do art. 5º da Resolução ANP nº 23, de 13 de agosto de 2012, passa a vigorar com a seguinte redação:

"II - no caso de realização de testes com o Produto, durante um período mínimo de 6 (seis) meses, com Consumo Mensal inferior a 10.000 (dez mil) litros para combustíveis líquidos, mediante apresentação da seguinte documentação:"

Art. 17. Fica incluído o inciso VIII no art. 3º da Resolução ANP nº 16, de 17 de junho de 2008, com a seguinte redação:

"VIII - Gás Natural Veicular (GNV): denominação do combustível gasoso, tipicamente proveniente do Gás Natural ou Biometano, ou da mistura de ambos, destinado ao uso veicular e cujo componente principal é o metano, observadas as especificações estabelecidas pela ANP."

Art. 18. Fica alterado o caput do art. 4º da Resolução ANP nº 16, de 17 de junho de 2008, que passa a vigorar com a seguinte redação:

"Art. 4º A presente Resolução aplica-se ao gás natural a ser utilizado como combustível para fins industriais, residenciais, comerciais, automotivos (GNV) e de geração de energia."

Art. 19. Ficam incluídos os incisos XIII e XIV no Art. 2º da Resolução ANP nº 41, de 05 de dezembro de 2007, com a seguinte redação:

"XIII - Biogás: gás bruto obtido da decomposição biológica de produtos ou resíduos orgânicos;

XIV - Biometano: biocombustível gasoso constituído essencialmente de metano, derivado da purificação do Biogás."

Art. 20. Fica incluído o § 3º no art. 1º da Resolução da Resolução ANP nº 41, de 5 de dezembro de 2007, com a seguinte redação:

"§ 3º Para fins desta Resolução, o Biometano especificado conforme a Resolução ANP nº 8, de 30 de janeiro de 2015, será tratado de forma análoga ao Gás Natural."

Art. 21. Os casos omissos poderão ser objeto de análise e deliberação da ANP.

Art. 22. O não atendimento ao disposto nesta Resolução sujeita o infrator às sanções administrativas previstas na Lei nº 9.847 de 26 de outubro de 1999, alterada pela Lei nº

11.097, de 13 de janeiro de 2005, e no Decreto nº 2.953, de 28 de janeiro de 1999, sem prejuízo das penalidades de natureza civil e penal.

Art. 23. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

MAGDA MARIA DE REGINA CHAMBRIARD

ANEXO B – Regulamento Técnico ANP nº 1/2015

1. Objetivo

Este Regulamento Técnico aplica-se ao Biometano oriundo de produtos e resíduos orgânicos agrossilvopastoris e comerciais destinado ao uso veicular e às instalações residenciais e comerciais, de origem nacional, a ser comercializado em todo o território nacional.

1.1. Nota explicativa

O Biometano objeto desta especificação permanece no estado gasoso sob condições de temperatura e pressão ambientes. É produzido a partir do biogás oriundo da digestão anaeróbica de resíduos orgânicos de origem vegetal, animal ou de processamento da agroindústria, que contém principalmente metano e dióxido de carbono, podendo ainda apresentar componentes inertes do ponto de vista da aplicação, tais como nitrogênio, oxigênio e dióxido de carbono, bem como traços de outros constituintes. É intercambiável com o gás natural entregue à distribuição nas regiões nordeste, centro oeste, sudeste e sul. Requer os mesmos cuidados, na compressão, distribuição e revenda, dispensados ao gás natural.

O Biometano deve apresentar concentrações limitadas de componentes potencialmente corrosivos de modo que a segurança e a integridade dos equipamentos sejam preservadas. Esses componentes são sulfeto de hidrogênio, dióxido de carbono e água.

2. Sistema de Unidades

O sistema de unidades a ser empregado no Regulamento Técnico é o SI de acordo com a norma brasileira NBR/ISO 1000.

Desta forma, a unidade de pressão é o Pa e seus múltiplos e a unidade de temperatura o K (Kelvin) ou o °C (grau Celsius).

3. Condição de referência

A condição de temperatura, pressão e umidade de referência requerida para o cálculo das características especificadas neste Regulamento Técnico são 293,15 K e 101,325 kPa e base seca.

4. Normas Aplicáveis

A determinação das características do produto far-se-á mediante o emprego de normas da American Society for Testing and Materials (ASTM), da International Organization for Standardization (ISO) e da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Os dados de incerteza, repetitividade e reprodutibilidade, fornecidos nos métodos relacionados neste Regulamento, devem ser usados somente como guia para aceitação das

determinações em duplicata de ensaio e não devem ser considerados como tolerância aplicada aos limites especificados.

A análise em linha do produto deverá ser realizada de acordo com o método ISO 10715 - Natural Gas: Sampling Guidelines.

As características incluídas no Quadro.

I - Tabela de especificação do Biometano deverão ser determinadas de acordo com a publicação mais recente dos seguintes métodos de ensaio:

4.1. Normas ABNT

MÉTODO	TÍTULO
NBR/ISO 1000	Unidades SI e recomendações para o uso dos seus múltiplos e de algumas outras unidades
NBR 14903	Gás natural - Determinação da composição por cromatografia gasosa
NBR 15616	Odoração do gás natural canalizado
NBR 15631	Gás natural - Determinação de compostos sulfurados utilizando cromatografia em fase gasosa
NBR 15765	Gás natural e outros combustíveis gasosos - Determinação do teor de vapor de água através de analisadores eletrônicos de umidade

4.2. Normas ASTM

MÉTODO	TÍTULO
D 1945	Analysis of natural gas by gas chromatography
D 5454	Water vapor content of gaseous fuels using electronic moisture analyzers
D 5504	Determination of sulfur compounds in natural gas and gaseous fuels by gas chromatography and chemiluminescence
D 6228	Determination of sulfur compounds in natural gas and gaseous fuels by gas chromatography and flame photometric detection

4.3. Normas ISO

MÉTODO	TÍTULO
6326-1	Natural gas - Determination of sulfur compounds, Part 1: General introduction
6326-3	Natural gas - Determination of sulfur compounds, Part 3: Determination of hydrogen sulfide, mercaptan sulfur and carbonyl sulfide sulfur by potentiometry
6326-5	Natural gas - Determination of sulfur compounds, Part 5: Lingener combustion method
6327	Gas analysis - Determination of water dew point of natural gas - Cooled surface condensation hygrometers
6974-1	Natural gas - Determination of composition with defined uncertainty by gas chromatography, Part 1: Guidelines for tailored analysis
6974-5	Natural gas - Determination of composition with defined uncertainty by gas chromatography, Part 5: Determination of nitrogen, carbon dioxide and C1 to C5

	and C6+ hydrocarbons for a laboratory and on-line measuring system using three columns
10101-1	Natural gas - Determination of water by the Karl Fischer method - Part 1: Introduction
10101-2	Natural gas - Determination of water by the Karl Fischer method - Part 2: Titration procedure
10101-3	Natural gas - Determination of water by the Karl Fischer method - Part 3: Coulometric procedure
10715	Natural gas - Sampling Guidelines
11541	Natural gas - Determination of water content at high pressure
18453	Natural gas - Correlation between water content and water dew point
19739	Natural gas - Determination of sulfur compounds using gas chromatography

Tabela I: Tabela de especificação do Biometano (1)

CARACTERÍSTICA	UND	LIMITE		MÉTODO		
		Região Norte (Urucu)	Demais Regiões	NBR	ASTM	ISO
Metano	% mol.	90,0 a 94,0 (2)	96,5 mín.	14903	D1945	6974
Oxigênio, máx.	% mol.	0,8	0,5	14903	D1945	6974
CO ₂ , máx.	% mol.	3,0	3,0	14903	D1945	6974
CO ₂ +O ₂ +N ₂ , máx.	% mol.	10,0	3,5	14903	D1945	6974
Enxofre Total, máx.(3)	mg/m ³	70	70	15631	D5504	6326-3 6326-5 19739
Gás Sulfídrico (H ₂ S), máx.	mg/m ³	10	10	15631	D5504 D6228	6326-3 19739
Ponto de orvalho de água a 1atm, máx. (4)	°C	-45	-45	15765	D5454	6327 10101-2 10101-3 11541

Observações:

- (1) O Biometano deve ser isento de partículas sólidas ou líquidas devendo ser usado um filtro de 0,2 µm no produtor e 1,0 µm no revendedor varejista.
- (2) A especificação de 90,0 a 94,0 % mol de metano deve ser seguida somente nas localidades da Região Norte abastecidas pelo gás natural de Urucu.
- (3) A odoração do Biometano quando necessária deverá atender a norma ABNT NBR 15616.
- (4) O ponto de orvalho de água deve ser calculado por meio da norma ISO 18453 quando se usar método para a determinação do teor de água.

ANEXO C – Resolução ANP nº 23, de 13/8/2012**RESOLUÇÃO ANP Nº 23, DE 13.8.2012 - DOU 14.8.2012 - RETIFICADA DOU
15.8.2012 e DOU 15.4.2014**

A DIRETORA-GERAL da AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS - ANP, no uso de suas atribuições legais, com base nas disposições da Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, e na Resolução de Diretoria nº 672, de 3 de agosto de 2012,

Considerando que cabe à ANP especificar a qualidade dos derivados de petróleo, gás natural e seus derivados e dos biocombustíveis;

Considerando o disposto na Lei nº 12.490, de 16 de setembro de 2011, que alterou a Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, ampliando a competência da ANP para toda a Indústria de Biocombustíveis,

Considerando que devem ser incentivadas pesquisas sobre biocombustíveis;

Considerando que a introdução no mercado de novos biocombustíveis deve ser precedida de testes controlados, que fundamentem futuras especificações para sua comercialização; e

Considerando a necessidade de estabelecer regras para os agentes envolvidos no uso de biocombustíveis não especificados e suas misturas com combustíveis e/ou biocombustíveis especificados,

Resolve:

Seção I – Das Disposições Iniciais

Art. 1º Fica sujeita à autorização prévia da ANP a utilização de Biocombustíveis não Especificados e de suas misturas com combustíveis e/ou biocombustíveis especificados no país, destinados ao Uso Experimental ou ao Uso Específico, caso o Consumo Mensal seja superior a 10.000 litros para combustíveis líquidos e 10.000 Nm³ (a 20°C e 1 atm) para combustíveis gasosos.

§ 1º A autorização de que trata o caput refere-se ao uso de Biocombustíveis não Especificados e de suas misturas com combustíveis e/ou biocombustíveis especificados em Equipamentos de Uso Industrial e Veículos Automotores, conforme definidos nesta Resolução, destinados ao transporte de pessoas e de cargas.

I - Fica dispensada a autorização para Uso Experimental e Específico de biocombustível gasoso não especificado e de suas misturas com combustíveis e/ou biocombustíveis especificados em Equipamentos de Uso Industrial, desde que tenha sido comprovada sua viabilidade técnica e ambiental e com a implantação de programa de monitoramento de

emissão de gases tóxicos aprovado pelo órgão ambiental, nos termos do art. 9º da Lei n.º 12.305/2010;

II - Na hipótese do inciso I, ficam os agentes envolvidos na comercialização e uso responsáveis pelos eventuais danos causados aos equipamentos empregados, ao meio ambiente e outros.

§ 2º A autorização de que trata a presente Resolução não se aplica ao Uso Experimental ou ao Uso Específico de biodiesel e suas misturas com óleo diesel B, disciplinados na Resolução ANP nº 18, de 22 de junho de 2007 e na Resolução ANP nº 2, de 29 de janeiro de 2008, respectivamente, e Resolução ANP nº 58, de 10 de novembro de 2011 ou regulamentação superveniente que venha a substituí-las.

§ 3º No caso do óleo diesel B ser misturado a um Biocombustível não Especificado, deverá ser adicionado biodiesel para o atendimento do teor obrigatório previsto na legislação vigente.

§ 4º O(s) combustível(is) e/ou biocombustível(is) especificado(s) utilizado(s) para fins desta Resolução deverão atender a especificação determinada na legislação vigente.

Seção II – Das Definições

Art. 2º Para fins desta Resolução define-se:

I - Agente Autorizado: pessoa jurídica constituída sob as leis brasileiras, com sede e administração no país, que obteve autorização para fins desta Resolução;

II - Biocombustível: combustível líquido ou gasoso derivado de biomassa renovável, para uso em motores à combustão ou para geração de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil;

III - Biocombustível não Especificado: Biocombustível não regulamentado por meio de especificação da ANP;

IV - Biomassa: todo recurso renovável oriundo de matéria orgânica (de origem animal ou vegetal) que pode ser utilizada na geração de biocombustíveis;

V - Consumo Mensal: valor médio calculado a partir da quantidade total do Produto a ser usado durante o período de Uso Experimental ou de Uso Específico;

VI - Distribuidor: pessoa jurídica autorizada pela ANP para o exercício da atividade de distribuição de combustíveis líquidos derivados de petróleo, etanol combustível, biodiesel, óleo diesel B, óleo diesel BX e outros combustíveis automotivos;

VII - Equipamento de Uso Industrial: equipamento para queima do Produto por meio de processo de combustão em fontes fixas;

VIII - Evento: Acontecimento ou ação com duração máxima de 15 (quinze) dias, que tenha como objetivo reunir pessoas para finalidade diversas, tais como: comemorações, festividades, intercâmbio de conhecimentos e experiências, e troca de informações.

VIII - Frota Cativa: conjunto de Veículos Automotores próprios ou contratados a serviço da Requerente;

IX - Produto: Biocombustível(is) não Especificado(s) e/ou suas misturas com combustível(is) e/ou Biocombustível(is) especificados para fins deste Regulamento;

X - Produtor: pessoa jurídica constituída sob as leis brasileiras, com sede e administração no país, responsável pela produção do Biocombustível não Especificado;

XI - Requerente: pessoa jurídica constituída sob as leis brasileiras, com sede e administração no país, que venha a requerer autorização para fins desta Resolução;

XII - Uso Específico: utilização de Biocombustível(is) não Especificado(s) e suas misturas com combustíveis e/ou biocombustíveis especificados em Frota Cativa ou Equipamento de Uso Industrial em substituição parcial ou total de um combustível especificado pela ANP;

XIII - Uso Experimental: utilização de Biocombustível(is) não Especificado(s) e suas misturas com combustíveis e/ou biocombustíveis especificados, em quantidade delimitada e por prazo determinado, em Frota Cativa ou Equipamento de Uso Industrial, para fins de avaliação e comparação com um combustível especificado pela ANP;

XIV - Usuário: pessoa jurídica constituída sob as leis brasileiras, com sede e administração no país, proprietária de Frota Cativa ou Equipamentos de Uso Industrial que serão utilizados para fins desta Resolução;

XV - Veículo Automotor: todo veículo movido a motor de propulsão que circule por seus próprios meios.

Seção III – Da solicitação de Autorização para Uso Experimental

Art. 3º A solicitação de Autorização para Uso Experimental de que trata a presente Resolução deverá ser encaminhada pela Requerente à ANP acompanhadas das seguintes informações e documentos individualizados por Usuário e por tipo de Produto:

I - requerimento, firmado pela Requerente, informando a finalidade do uso (transporte de carga e/ou de passageiros, colheita de grãos, geração de energia, geração de vapor, secagem de agrícolas, entre outros), o Usuário, o Produto, o combustível ou Biocombustível especificado que será utilizado como referência, o Consumo Mensal previsto, o local onde será realizado o uso, a relação dos Equipamentos de Uso Industrial e a Frota Cativa, conforme o caso;

- II - identificação do(s) agente(s) responsável(is) pelo fornecimento do Produto, conforme Seção VI, firmado pela Requerente;
- III - relatório de ensaio de caracterização do Produto baseado nos itens da especificação do combustível ou biocombustível a ser substituído;
- IV - licença ou parecer favorável emitido pelo órgão ambiental competente, relativo aos possíveis impactos ambientais decorrentes da produção e do uso do Produto;
- V - ficha de informações e segurança de produto químico (FISPQ) e manuseio do Produto;
- VI - declaração de responsabilidade pelo uso do Produto, conforme consta no ANEXO I, firmada pela Requerente e pelo Usuário do(s) Equipamento(s) de Uso Industrial ou da(s) Frota(s) Cativa(s) que o utilizarão, quando for o caso;
- VII - relatório com resultados referentes a emissões, desempenho e durabilidade dos motores em testes de bancada com o Produto, contendo lista das substâncias emitidas e seus riscos;
- VIII - cópia do contrato com empresa ou instituição responsável pelo monitoramento do Produto;
- IX - fluxograma das etapas da produção do Biocombustível incluindo as matérias-primas e os subprodutos obtidos;
- X - ficha cadastral da Requerente conforme ANEXO II;
- XI - ficha(s) cadastral(is) da(s) empresa(s) ou instituição(ões) responsável(is) pelo monitoramento do uso do Produto e emissão de relatórios com os resultados obtidos, bem como a identificação de seu responsável técnico, conforme ANEXO II;
- XII - ficha cadastral do Produtor do Biocombustível não Especificado conforme ANEXO II;
- XIII - relatórios com inventário das substâncias emitidas, para fins de avaliação do produto e sua comparação com combustível ou biocombustível especificado pela ANP e os limites de emissões aplicáveis a tal combustível em Equipamento de Uso Industrial, conforme ANEXO III;
- XIV - comprovação dos poderes do(s) subscritor(es) dos documentos requeridos nos incisos I e VI;
- XV - ficha cadastral da empresa ou instituição responsável pelo relatório de caracterização do produto, conforme modelo indicado no ANEXO II;
- XVI - relação dos Veículos Automotores e/ou dos Equipamentos de Uso Industrial que serão usados nas avaliações de desempenho e de emissões com o Biocombustível não Especificado;
- XVII - cronograma de uso e o planejamento experimental;
- XVIII - ficha cadastral do Usuário, caso a Requerente não seja o Usuário.

§ 1º Quando o Produto consistir em uma mistura em que esteja(m) presente(s) combustível(is) e/ou biocombustível(is) especificado(s) pela ANP, deve ser encaminhado o Certificado da Qualidade de cada um deles.

§ 2º A ANP poderá solicitar à Requerente documentos e informações complementares que considerar necessários para análise da solicitação de autorização.

§ 3º A documentação exigida no inciso III do art. 3º deverá conter os seguintes dados da empresa ou instituição responsável pelas análises físico-químicas do Biocombustível não Especificado:

- a) razão social;
- b) título do estabelecimento (nome fantasia);
- c) endereço;
- d) assinatura do responsável técnico pelas análises físicoquímicas do Produto e sua inscrição no Conselho Regional de Química.

§ 4º Os Veículos Automotores da Frota Cativa deverão ser devidamente identificados pelas placas e pelos caracteres gravados no chassi, devendo ser informado:

- a) o tipo de Veículo Automotor;
- b) o fabricante ou montador do Veículo Automotor;
- c) o fabricante do motor;
- d) a data de fabricação do Veículo Automotor e motor;
- e) quilometragem.

§ 5º Os Equipamentos de Uso Industrial deverão ser devidamente identificados, bem como deve ser informado:

- a) o tipo de Equipamento de Uso Industrial;
- b) o fabricante do Equipamento de Uso Industrial;
- c) a data de fabricação;
- d) o sistema de pós-tratamento, se for o caso;
- e) o fabricante do motor.

§ 6º Os interessados que utilizem produtos obtidos com uso de microorganismos geneticamente modificados deverão apresentar os pareceres da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança - CTNBio em conformidade com o artigo 1º da Lei nº 11.105, de 24 de março de 2005, e com os atos normativos que a regulamentaram.

§ 7º No caso de Biometano obtido a partir resíduos sólidos urbanos, a documentação exigida no inciso IV do art. 3º deverá estar em conformidade com o disposto no § 1º, do artigo 9º, da

Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, além de outros requisitos que o órgão ambiental julgar aplicáveis.

Art. 3º O transporte de biometano oriundo de resíduos sólidos urbanos ou de resíduos de esgotamento sanitário poderá ser feito por meio de Veículos Transportadores de Gás Comprimido, para realização do uso experimental.

§ 1º O transportador do biometano de que trata o caput deverá comprovar a utilização de Veículos Transportadores de Gás Comprimido de uso exclusivo para o transporte desse produto com identificação da empresa proprietária e placa das carretas.

§ 2º A unidade de compressão nas instalações do produtor poderá ser objeto de inspeção pela ANP antes do início do uso experimental.

§ 3º Veículo Transportador de Gás Comprimido: veículo utilizado para o transporte do biometano de que trata o caput, construído e operado com observância às normas técnicas aplicáveis e que atenda, ainda, as diretrizes legais estabelecidas para o transporte rodoviário de produtos perigosos.

Art. 4º A ANP poderá solicitar documentação adicional, incluindo, mas não limitada, à Licença para Uso de Configuração de Veículo ou Motor (LCVM) e garantia do fabricante do motor, na hipótese de se tratar de Produto que não seja objeto de autorização concedida pela ANP.

Seção IV – Da solicitação de Autorização para Uso Específico

Art. 5º A Autorização para Uso Específico de que trata esta Resolução poderá ser concedida:

I - após a conclusão do prazo concedido pela ANP para Uso Experimental, com o mesmo Produto;

II - no caso de realização de testes com o Produto, durante um período mínimo de 6 (seis) meses, com Consumo Mensal inferior a 10.000 (dez mil) litros para combustíveis líquidos, mediante apresentação da seguinte documentação:

- a) Relatório de testes de campo que deverá conter no mínimo os dados solicitados para o Relatório de Uso Experimental, conforme item 2 do ANEXO III desta Resolução;
- b) a documentação prevista nos incisos I a XV do art. 3º;
- c) documento informando a Frota Cativa ou Equipamentos de Uso Industrial que foram utilizados em teste de campo;
- d) local onde foi realizado o teste.

III - para qualquer Requerente não enquadrado nas hipóteses descritas nos incisos I e II, desde que o Uso Específico seja referente ao mesmo Produto e a mesma aplicação, considerando os resultados dos usos experimentais anteriores devidamente aprovados pela ANP.

Parágrafo único. A análise de solicitação da autorização prevista no inciso III deste artigo está condicionada à apresentação pela Requerente de declaração(ões) comprobatória(s) do(s) fabricante(s) do(s) motor(es) a ser(em) utilizado(s) no Uso Específico de que a Frota Cativa ou conjunto de Equipamentos de Uso Industrial são representativos daqueles utilizados para Uso Experimental.

Art. 6º A solicitação de Autorização para Uso Específico de que trata a presente Resolução deverá ser encaminhada à ANP acompanhada de informações individualizadas por Usuário e por tipo de Produto, da referência da autorização para Uso Experimental originária, e da documentação prevista nos incisos I, II, III, IV, V, VI, IX, X, XII, XIV, XV, XVIII e parágrafos 1º, 3º, 4º, 5º e 6º do artigo 3º.

§ 1º A ANP poderá solicitar às Requerentes dados e informações complementares que considerar necessárias para análise da solicitação de autorização.

§ 2º A Requerente poderá solicitar a inclusão de Veículo(s) Automotor(es) ou Equipamento(s) de Uso Industrial após a publicação da Autorização para Uso, condicionada ao parecer do órgão ambiental, devendo ainda:

- a) apresentar a documentação prevista nos incisos I, VI e XVIII do artigo 3º, e
- b) observar o § 2º do art. 10.

§ 3º Para a manutenção da Autorização para Uso Específico, a ANP deverá ser informada num prazo de no mínimo 30 dias, nos seguintes casos:

- a) alteração do Produtor;
- b) alteração do(s) agente(s) responsável(is) pelo fornecimento do Produto e, quando for o caso, do(s) combustível(is) e/ou biocombustível(is) especificado(s).

Seção V – Da solicitação de Autorização para Uso em Eventos

Art. 7º Para o caso de utilização do Produto em evento específico, a Requerente deverá solicitar Autorização para Uso Específico à ANP, com pelo menos 60 (sessenta) dias de antecedência do início do evento, sendo necessária a apresentação da documentação requerida para Uso Específico, prevista na Seção IV.

§ 1º O prazo de vigência da autorização mencionada no caput será o período de realização do evento.

§ 2º A ANP poderá dispensar a apresentação de determinados documentos ou informações dispostos na Seção IV mediante solicitação justificada da Requerente.

§ 3º A ANP terá, no máximo, sete dias úteis, a contar da data de recebimento da solicitação, para avaliar e expedir seu posicionamento quanto à solicitação prevista no parágrafo anterior.

§ 4º No caso do Produto já possuir Autorização para Uso Experimental e/ou Uso Específico, a solicitação de Autorização para Uso em Eventos não será necessária, sendo exigida a comunicação à ANP do uso, com pelo menos 60 (sessenta) dias de antecedência do início do evento, contendo as informações previstas na Seção IV.

Seção VI – Da Aquisição do Produto

Art. 8. O Produto autorizado deverá ser obrigatoriamente adquirido de:

- I - Produtor ou Distribuidor, quando se tratar de biocombustível não especificado pela ANP;
- II - Distribuidor, quando se tratar de mistura de Biocombustível não Especificado com combustível(is) e/ou biocombustível (is) especificado(s) pela ANP.

Seção VII – Das obrigações do Agente Autorizado

Art. 9. O Agente Autorizado deverá utilizar, nos Veículos Automotores da Frota Cativa, adesivo com os dizeres: "MOVIDO COM (PERCENTUAL) DE (NOME DO BIOCOMBUSTÍVEL)";

"Autorizado pela (logomarca da ANP)"; e

"Autorização ANP (nº da autorização), de acordo com a Resolução ANP (nº e data da resolução) - DOU (data da publicação no Diário Oficial da União)", conforme modelo no Anexo IV.

Parágrafo único. O adesivo deverá ser confeccionado no maior tamanho possível para o espaço disponível, respeitando-se a proporção e o tamanho mínimo de 75cm x 45cm utilizado no modelo anexo e as normas de publicidade em veículos.

Art. 10. O Agente Autorizado para o uso, conforme disposto nesta Resolução, deverá apresentar à ANP relatórios, conforme disposto no ANEXO III.

§ 1º No caso do Uso Experimental, deverão ser apresentados à ANP um relatório parcial e um relatório final, nos seguintes prazos:

- I - até o último dia útil do mês seguinte à metade do prazo da concessão da autorização, no caso do relatório parcial, e
- II - 90 dias após encerrado o prazo de vigência da Autorização, no caso do relatório final.

§ 2º No caso de Uso Específico, os relatórios deverão ser apresentados a cada seis meses, enquanto durar a autorização.

§ 3º A ANP poderá solicitar ao Agente Autorizado dados e informações complementares aos prestados no(s) relatório(s) referente(s) ao Uso Experimental ou ao Uso Específico.

§ 4º Os dados constantes dos relatórios que o agente autorizado julgar confidenciais deverão ser assim identificados para conhecimento e avaliação da ANP quanto ao caráter sigiloso alegado.

Art. 11. O Agente Autorizado fica obrigado a analisar o Produto a ser utilizado, considerando no mínimo as características exigidas na legislação vigente relativa ao combustível ou biocombustível especificado que está sendo substituído e a enviar mensalmente à ANP os resultados dessas análises.

Parágrafo único. Os resultados descritos no caput deste artigo referem-se aos testes realizados em uma amostra representativa do Produto naquele mês, devendo ser enviados de acordo com as instruções constantes no sítio da ANP (<http://www.anp.gov.br>), até o 15º (décimo quinto) dia do mês subsequente àquele a que se referirem os dados enviados.

Art. 12. O Agente Autorizado deverá apresentar documentação comprobatória da atividade autorizada por meio da presente Resolução, caso seja solicitado.

Art. 13. O Agente Autorizado deverá guardar por um prazo mínimo de 1 (um) ano, a contar da data da comercialização do Produto, as notas fiscais correspondentes a sua aquisição para Uso Experimental ou para Uso Específico.

Seção IX – Do prazo das Autorizações

Art. 14. O prazo da autorização para Uso Experimental será de no mínimo 6 (seis) meses e no máximo de 1 (um) ano, com a possibilidade de prorrogação por até 1 (um) ano, preenchidos os requisitos previstos no art. 3º, iniciando-se a contagem a partir da data da publicação da autorização no Diário Oficial da União.

Art. 15. O prazo da Autorização para Uso Experimental está condicionado ao disposto na documentação exigida nos incisos IV e XVII do art. 3º.

Art. 16. O Agente Autorizado poderá apresentar à ANP solicitação, devidamente fundamentada, de prorrogação do prazo de que trata o art. 14. A solicitação de prorrogação somente será avaliada pela ANP mediante a apresentação de relatório parcial referente ao Uso Experimental, conforme previsto no artigo 10.

§ 1º Para o cumprimento do disposto no caput, deverão ser encaminhados à ANP os documentos previstos nos incisos I, II, IV, VI, XI e XII do art. 3º, nos seguintes casos:

- a) atualização de informações;
- b) documentação com prazo de validade vencido;
- c) alteração da empresa ou instituição responsável pelo monitoramento do uso do Produto e emissão de relatórios com os resultados obtidos;
- d) alteração do Produtor e do Distribuidor;
- e) alteração do(s) agente(s) responsável(is) pelo fornecimento do Biocombustível não Especificado e, quando for o caso, do(s) combustível(is) e/ou biocombustível(is) especificados;

§ 2º A prorrogação da Autorização deverá ser solicitada com antecedência mínima de 60 (sessenta) dias do término do prazo de vigência da Autorização para Uso Experimental.

§ 3º A ANP poderá solicitar à Requerente dados e informações complementares para a concessão da prorrogação do prazo da Autorização para Uso Experimental.

Art. 17. A Autorização para Uso Específico será concedida por prazo indeterminado e terá vigência iniciada a partir de sua publicação no Diário Oficial da União.

Parágrafo único. Caso a licença ou parecer ambiental estipule prazo determinado, a Autorização para Uso Específico terá sua validade encerrada ao final de tal prazo.

Seção IX – Da revogação da Autorização

Art. 18. As autorizações de que trata esta Resolução serão concedidas em caráter precário e poderão ser revogadas, a qualquer tempo, mediante declaração expressa e motivada da ANP, quando ocorrer um ou mais casos previstos a seguir:

I - comprovação em processo administrativo, com garantia do contraditório e da ampla defesa:

- a) de que a quantidade de Produto consumida durante o Uso Experimental ou Uso Específico foi acima da autorizada;
- b) de que o Produto adquirido para Uso Experimental ou Uso Específico teve destinação diversa da autorizada;
- c) de que as condições praticadas no Uso Experimental ou Uso Específico estão em desacordo com aquelas autorizadas;
- d) de que a atividade está sendo executada em desacordo com a legislação vigente;

II - descumprimento dos prazos estabelecidos para envio dos relatórios previstos no art. 10;

III - requerimento do Agente Autorizado;

IV - extinção do Agente Autorizado, judicial ou extrajudicialmente;

V - decretação de falência da Requerente.

Seção X – Das Disposições Gerais

Art. 19. A ANP poderá, a qualquer tempo, submeter o Agente Autorizado à vistoria técnica da qualidade, a ser executada por meio de seu corpo técnico ou por entidades credenciadas pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro), a fim de avaliar os procedimentos e equipamentos de medição que tenham impacto sobre a qualidade e a confiabilidade dos serviços de que trata esta Resolução.

Parágrafo único. Os Equipamentos de Uso Industrial e a Frota Cativa mencionados no inciso I do art. 3º devem estar devidamente identificados, conforme dados a serem previamente encaminhados para a ANP, de forma a facilitar a vistoria técnica mencionada no caput.

Art. 20. É responsabilidade da ANP garantir a confidencialidade dos dados identificados pelos agentes autorizados como confidenciais.

Art. 21. Quaisquer alterações nas informações prestadas pelo Agente Autorizado deverão ser comunicadas à ANP no prazo máximo de 30 (trinta) dias, a contar da efetivação do ato que ocasionar a alteração, acompanhadas da documentação atualizada, para avaliação pela ANP.

Art. 22. Ficam dispensados de atender a presente Resolução o(s) agente(s) com Autorização vigente de Uso Experimental de Biocombustíveis não Especificados e suas misturas com combustíveis e/ou biocombustíveis especificados com base na Resolução ANP nº 19, de 22 de junho de 2007.

Parágrafo único. A prorrogação do prazo da autorização dos agentes autorizados mencionados no caput deverá ser requerida conforme o art. 16 da presente Resolução.

Seção XI – Das Disposições Finais

Art. 23. O não atendimento ao estabelecido na presente Resolução sujeita os infratores às sanções administrativas previstas na Lei nº 9.847, de 26 de outubro de 1999, alterada pela Lei nº 12.490, de 16 de setembro de 2011, sem prejuízo das penalidades de natureza civil e penal.

Art. 24. A ANP avaliará, com base nos relatórios apresentados e em informações pertinentes disponíveis, a conveniência e oportunidade de elaborar protocolo detalhado com a finalidade de julgar a viabilidade de especificar o Produto em teste.

Art. 25. Os casos omissos poderão ser objeto de análise e deliberação da ANP.

Art. 26. Inclui-se a seguinte redação no art. 1º da Resolução ANP nº 19, de 22 de junho de 2007:

"§ 4º A autorização não se aplica aos seguintes casos:

I - Uso Experimental e Específico de biodiesel e suas misturas com óleo diesel B, estabelecido na Resolução ANP nº 18, de 22 de junho de 2007 e na Resolução ANP nº 2, de 29 de janeiro de 2008, respectivamente, e Resolução ANP nº 58, de 10 de novembro de 2011 ou regulamentação superveniente que venha a substituí-las.

II - Uso Experimental e Específico de Biocombustíveis não Especificados e suas misturas com combustível e/ou biocombustíveis especificados, estabelecidos na Resolução ANP nº 23, de 13 de agosto de 2012 ou regulamentação superveniente que venha a substituí-la."

Art. 27. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

ANEXO D – Sumário estatístico mensal do biometano


SUMÁRIO ESTATÍSTICO MENSAL - BIOMETANO
STATUS DO RELATÓRIO: INCOMPLETO
Razão Social: Mês de Referência: Ano: Município: Estado:

Dados do Responsável Técnico pelo envio dos dados de qualidade:

Resp. Técnico: Telefone(s): e-mail:

Por meio deste relatório, informamos à ANP a qualidade e o volume do Biometano comercializado durante o mês de referência, conforme exigência da Resolução ANP nº. 08 de 30 de Janeiro de 2015.

Volume Total Comercializado: m³ Certificados da Qualidade Emitidos: Nome do Subscritor do CQ: N° do CRQ do Subscritor:

ANO	MÊS	Certificados Emitidos	Característica	Unidade	Método de Ensaio	Resultado Mínimo	Resultado Máximo	Média Ponderada	Desvio Padrão
			Metano (CH ₄)	% mol.					
			Oxigênio (O ₂)	% mol.					
			Dióxido de Carbono	% mol.					
			(CO ₂ +O ₂ +N ₂)	% mol.					
			Gás Sulfídrico (H ₂ S)	mg/m ³					
			Enxofre Total	mg/m ³					
			Ponto de orvalho de água a 1 atm	mg/kg					

Observações:

ANEXO E – Parte da lei alemã sobre fontes renováveis de energia

Lei para a expansão das energias renováveis (Renewable Sources Act Energy - EEG 2014)

Serviço prestado pelo Ministério Federal da Justiça e da Defesa do Consumidor in
Zusammenarbeit mit der juris GmbH

Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien Lei para o desenvolvimento das energias renováveis (Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG 2014) (Fontes Renováveis Lei de Energia - EEG 2014)

Ausfertigungsdatum: 21.07.2014 Data de emissão: 21/07/2014

Vollzitat: Citação completa:

"Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 21. Juli 2014 (BGBl. I S. 1066), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom "Fontes de energia renováveis Lei de 21 de Julho 2014 (BGBl. I S. 1066) que o recentemente alterado pelo artigo 1º da Lei

22. Dezember 2014 (BGBl. I S. 2406) geändert worden ist" 22 de dezembro de 2014 (Lei Federal Gazette I, p. 2406) foi alterada "

...parte da legislação alemã que trata da energia gerada pela biomassa...

Abschnitt 4

Besondere Förderbestimmungen (Sparten)

§ 40 Wasserkraft

(1) Für Strom aus Wasserkraft beträgt der anzulegende Wert

1. bis einschließlich einer Bemessungsleistung von 500 Kilowatt 12,52 Cent pro Kilowattstunde,
2. bis einschließlich einer Bemessungsleistung von 2 Megawatt 8,25 Cent pro Kilowattstunde,
3. bis einschließlich einer Bemessungsleistung von 5 Megawatt 6,31 Cent pro Kilowattstunde,
4. bis einschließlich einer Bemessungsleistung von 10 Megawatt 5,54 Cent pro Kilowattstunde,
5. bis einschließlich einer Bemessungsleistung von 20 Megawatt 5,34 Cent pro Kilowattstunde,
6. bis einschließlich einer Bemessungsleistung von 50 Megawatt 4,28 Cent pro Kilowattstunde,
7. ab einer Bemessungsleistung von mehr als 50 Megawatt 3,50 Cent pro Kilowattstunde.

(2) Der Anspruch auf finanzielle Förderung besteht auch für Strom aus Anlagen, die vor dem 1. Januar 2009 in Betrieb genommen wurden, wenn nach dem 31. Juli 2014 durch eine wasserrechtlich zugelassene Ertüchtigungsmaßnahme das Leistungsvermögen der Anlage erhöht wurde. Satz 1 ist auf nicht zulassungspflichtige Ertüchtigungsmaßnahmen anzuwenden, wenn das Leistungsvermögen um mindestens 10 Prozent erhöht wurde. Der Anspruch nach Satz 1 oder 2 besteht ab dem Abschluss der Maßnahme für die Dauer von 20 Jahren zuzüglich des restlich verbleibenden Teils des Jahres, in dem die Ertüchtigungsmaßnahme abgeschlossen worden ist.

(3) Für Strom aus Wasserkraft, der in Anlagen nach Absatz 2 mit einer installierten Leistung von mehr als 5 Megawatt erzeugt wird, besteht ein Anspruch auf finanzielle Förderung nur für den Strom, der der Leistungserhöhung nach Absatz 2 Satz 1 oder 2 zuzurechnen ist. Wenn die Anlage vor dem 1. August 2014 eine installierte Leistung bis einschließlich 5 Megawatt aufwies, besteht für den Strom, der diesem Leistungsanteil entspricht, der Anspruch nach der bislang geltenden Regelung.

(4) Der Anspruch auf finanzielle Förderung nach Absatz 1 besteht nur, wenn die Anlage errichtet worden ist

1. im räumlichen Zusammenhang mit einer ganz oder teilweise bereits bestehenden oder einer vorrangig zu anderen Zwecken als der Erzeugung von Strom aus Wasserkraft neu zu errichtenden Stauanlage oder
2. ohne durchgehende Querverbauung.

Fußnote

(+++ § 40 Abs. 1: Zur Anwendung vgl. § 100 Abs. 1 Nr. 10 Buchst. b +++)

§ 41 Deponiegas

Für Strom aus Deponiegas beträgt der anzulegende Wert

1. bis einschließlich einer Bemessungsleistung von 500 Kilowatt 8,42 Cent pro Kilowattstunde und
2. bis einschließlich einer Bemessungsleistung von 5 Megawatt 5,83 Cent pro Kilowattstunde.

Fußnote

(+++ § 41: Zur Anwendung vgl. § 100 Abs. 1 Nr. 10 Buchst. b +++)

§ 42 Klärgas

Für Strom aus Klärgas beträgt der anzulegende Wert

1. bis einschließlich einer Bemessungsleistung von 500 Kilowatt 6,69 Cent pro Kilowattstunde und
2. bis einschließlich einer Bemessungsleistung von 5 Megawatt 5,83 Cent pro Kilowattstunde.

Fußnote

(+++ § 42: Zur Anwendung vgl. § 100 Abs. 1 Nr. 10 Buchst. b +++)

§ 43 Grubengas

(1) Für Strom aus Grubengas beträgt der anzulegende Wert

1. bis einschließlich einer Bemessungsleistung von 1 Megawatt 6,74 Cent pro Kilowattstunde,
 2. bis einschließlich einer Bemessungsleistung von 5 Megawatt 4,30 Cent pro Kilowattstunde und
 3. ab einer Bemessungsleistung von mehr als 5 Megawatt 3,80 Cent pro Kilowattstunde.
- (2) Der Anspruch nach Absatz 1 besteht nur, wenn das Grubengas aus Bergwerken des aktiven oder stillgelegten Bergbaus stammt.

Fußnote

(+++ § 43: Zur Anwendung vgl. § 100 Abs. 1 Nr. 10 Buchst. b +++)

§ 44 Biomasse

Für Strom aus Biomasse im Sinne der Biomasseverordnung beträgt der anzulegende Wert

1. bis einschließlich einer Bemessungsleistung von 150 Kilowatt 13,66 Cent pro Kilowattstunde,
2. bis einschließlich einer Bemessungsleistung von 500 Kilowatt 11,78 Cent pro Kilowattstunde,
3. bis einschließlich einer Bemessungsleistung von 5 Megawatt 10,55 Cent pro Kilowattstunde und
4. bis einschließlich einer Bemessungsleistung von 20 Megawatt 5,85 Cent pro Kilowattstunde.

Fußnote

(+++ § 44: Zur Anwendung vgl. § 100 Abs. 1 Nr. 10 Buchst. b +++)

§ 45 Vergärung von Bioabfällen

(1) Für Strom aus Anlagen, in denen Biogas eingesetzt wird, das durch anaerobe Vergärung von Biomasse im Sinne der Biomasseverordnung mit einem Anteil von getrennt erfassten Bioabfällen im Sinne der Abfallschlüssel Nummer 20 02 01, 20 03 01 und 20 03 02 der

Nummer 1 des Anhangs 1 der Bioabfallverordnung in dem jeweiligen Kalenderjahr von durchschnittlich mindestens 90 Masseprozent gewonnen worden ist, beträgt der anzulegende Wert.

1. bis einschließlich einer Bemessungsleistung von 500 Kilowatt 15,26 Cent pro Kilowattstunde und
2. bis einschließlich einer Bemessungsleistung von 20 Megawatt 13,38 Cent pro Kilowattstunde.

(2) Der Anspruch auf finanzielle Förderung besteht nur, wenn die Einrichtungen zur anaeroben Vergärung der Bioabfälle unmittelbar mit einer Einrichtung zur Nachrotte der festen Gärrückstände verbunden sind und die nachgerotteten Gärrückstände stofflich verwertet werden.

Fußnote

(+++ § 45: Zur Anwendung vgl. § 100 Abs. 1 Nr. 10 Buchst. b +++)

§ 46 Vergärung von Gülle

Für Strom aus Anlagen, in denen Biogas eingesetzt wird, das durch anaerobe Vergärung von Biomasse im Sinne der Biomasseverordnung gewonnen worden ist, beträgt der anzulegende Wert 23,73 Cent pro Kilowattstunde, wenn

1. der Strom am Standort der Biogaserzeugungsanlage erzeugt wird,
2. die installierte Leistung am Standort der Biogaserzeugungsanlage insgesamt höchstens 75 Kilowatt beträgt

und

3. zur Erzeugung des Biogases in dem jeweiligen Kalenderjahr durchschnittlich ein Anteil von Gülle mit Ausnahme von Geflügelmist und Geflügeltrockenkot von mindestens 80 Masseprozent eingesetzt wird.

Fußnote

(+++ § 46: Zur Anwendung vgl. § 100 Abs. 1 Nr. 10 Buchst. b +++)

§ 47 Gemeinsame Bestimmungen für Strom aus Biomasse und Gasen

(1) Der Anspruch auf finanzielle Förderung für Strom aus Biogas besteht für Strom, der in Anlagen mit einer installierten Leistung von mehr als 100 Kilowatt erzeugt wird, nur für den Anteil der in einem Kalenderjahr erzeugten Strommenge, der einer Bemessungsleistung der Anlage von 50 Prozent des Wertes der installierten Leistung entspricht. Für den darüber hinausgehenden Anteil der in dem Kalenderjahr erzeugten Strommenge verringert sich der

Anspruch auf finanzielle Förderung in der Veräußerungsform nach § 20 Absatz 1 Nummer 1 auf null und in den Veräußerungsformen nach § 20 Absatz 1 Nummer 3 und 4 auf den Monatsmarktwert.

(2) Der Anspruch auf finanzielle Förderung für Strom aus Biomasse besteht ferner nur,

1. wenn der Anlagenbetreiber durch eine Kopie eines Einsatzstoff-Tagebuchs mit Angaben und Belegen über Art, Menge und Einheit sowie Herkunft der eingesetzten Stoffe den Nachweis führt, welche Biomasse und in welchem Umfang Speichergas oder Grubengas eingesetzt werden,

2. soweit bei Anlagen, in denen Biomethan eingesetzt wird, der Strom aus Kraft-Wärme-Kopplung erzeugt wird, und

3. wenn in Anlagen flüssige Biomasse eingesetzt wird, für den Stromanteil aus flüssiger Biomasse, die zur Anfahr-, Zünd- und Stützfeuerung notwendig ist; flüssige Biomasse ist Biomasse, die zum Zeitpunkt des Eintritts in den Brenn- oder Feuerraum flüssig ist.

Pflanzenölmethylester ist in dem Umfang als Biomasse anzusehen, der zur Anfahr-, Zünd- und Stützfeuerung notwendig ist.

(3) Für den Anspruch auf finanzielle Förderung für Strom aus Biomasse nach den §§ 44, 45 oder § 46 ist ab dem ersten Kalenderjahr, das auf seine erstmalige Inanspruchnahme folgt, jährlich bis zum 28. Februar eines Jahres jeweils für das vorangegangene Kalenderjahr nachzuweisen:

1. die Erfüllung der Voraussetzungen nach Absatz 2 Satz 1 Nummer 2 nach den anerkannten Regeln der Technik; die Einhaltung der anerkannten Regeln der Technik wird vermutet, wenn die Anforderungen des von der Arbeitsgemeinschaft für Wärme und Heizkraftwirtschaft – AGFW – e. V. herausgegebenen Arbeitsblatts FW 308 „Zertifizierung von KWK-Anlagen – Ermittlung des KWK-Stromes“ in der jeweils geltenden Fassung nachgewiesen werden; der Nachweis muss durch Vorlage eines Gutachtens eines Umweltgutachters mit einer Zulassung für den Bereich Elektrizitätserzeugung aus erneuerbaren Energien oder für den Bereich Wärmeversorgung erfolgen; anstelle des Nachweises nach dem ersten Halbsatz können für serienmäßig hergestellte KWK-Anlagen mit einer installierten Leistung von bis zu 2 Megawatt geeignete Unterlagen des Herstellers vorgelegt werden, aus denen die thermische und elektrische Leistung sowie die Stromkennzahl hervorgehen,

2. der Stromanteil aus flüssiger Biomasse nach Absatz 2 Satz 1 Nummer 3 durch Vorlage einer Kopie eines Einsatzstoff-Tagebuchs.

Bei der erstmaligen Inanspruchnahme des Anspruchs nach § 19 in Verbindung mit § 44 oder § 45 ist ferner die Eignung der Anlage zur Erfüllung der Voraussetzungen im Sinne von Satz

1 Nummer 1 durch ein Gutachten eines Umweltgutachters mit einer Zulassung für den Bereich Elektrizitätserzeugung aus erneuerbaren Energien oder für den Bereich Wärmeversorgung nachzuweisen.

(4) Der Anspruch auf finanzielle Förderung für Strom aus Biomasse verringert sich in dem jeweiligen Kalenderjahr insgesamt auf den Wert „MWEPEX“ nach Nummer 2.1 der Anlage 1 zu diesem Gesetz, wenn die Voraussetzungen nach Absatz 3 nicht nachgewiesen werden.

(5) Der Anspruch auf finanzielle Förderung für Strom aus Biomasse nach § 45 oder § 46 kann nicht mit § 44 kombiniert werden.

(6) Aus einem Erdgasnetz entnommenes Gas ist jeweils als Deponiegas, Klärgas, Grubengas, Biomethan oder Speichergas anzusehen,

1. soweit die Menge des entnommenen Gases im Wärmeäquivalent am Ende eines Kalenderjahres der Menge von Deponiegas, Klärgas, Grubengas, Biomethan oder Speichergas entspricht, die an anderer Stelle im Geltungsbereich dieses Gesetzes in das Erdgasnetz eingespeist worden ist, und

2. wenn für den gesamten Transport und Vertrieb des Gases von seiner Herstellung oder Gewinnung, seiner Einspeisung in das Erdgasnetz und seinem Transport im Erdgasnetz bis zu seiner Entnahme aus dem Erdgasnetz Massenbilanzsysteme verwendet worden sind.

(7) Der Anspruch auf finanzielle Förderung für Strom aus Biomethan nach § 44 oder § 45 besteht auch, wenn das Biomethan vor seiner Entnahme aus dem Erdgasnetz anhand der Energieerträge der zur Biomethanerzeugung eingesetzten Einsatzstoffe bilanziell in einsatzstoffbezogene Teilmengen geteilt wird. Die bilanzielle Teilung in einsatzstoffbezogene Teilmengen einschließlich der Zuordnung der eingesetzten Einsatzstoffe zu der jeweiligen Teilmenge ist im Rahmen der Massenbilanzierung nach Absatz 6 Nummer 2 zu dokumentieren.

(8) Soweit nach den Absätzen 2 oder 3 der Nachweis durch eine Kopie eines Einsatzstoff-Tagebuchs zu führen ist, sind die für den Nachweis nicht erforderlichen personenbezogenen Angaben im Einsatzstoff-Tagebuch von dem Anlagenbetreiber zu schwärzen.

Fußnote

(+++ § 47: Zur Anwendung vgl. § 100 Abs. 1 Nr. 10 Buchst. b +++)

(+++ § 47 Abs. 6 Nr. 2: Zur Anwendung vgl. § 101 Abs. 2 Nr. 2 +++)

(+++ § 47 Abs. 7: Zur Anwendung vgl. § 100 Abs. 1 Nr. 4 +++)

ANEXO F – Legislação brasileira para micro geração de energia

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL
RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 482, DE 17 DE ABRIL DE 2012
COM AS ALTERAÇÕES DA RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 517 DE 11 DE
DEZEMBRO DE 2012 E DA RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 687 DE 24 DE
NOVEMBRO DE 2015

Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências.

O DIRETOR-GERAL DA AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA -ANEEL, no uso de suas atribuições regimentais, de acordo com deliberação da Diretoria, tendo em vista o disposto na Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996, no art. 4º, inciso XX, Anexo I, do Decreto nº 2.335, de 6 de outubro de 1997, na Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, na Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004, no Decreto nº 5.163, de 30 de julho de 2004, o que consta no Processo nº 48500.004924/2010-51 e considerando: as contribuições recebidas na Consulta Pública nº 15/2010, realizada por intercâmbio documental no período de 10 de setembro a 9 de novembro de 2010 e as contribuições recebidas na Audiência Pública nº 42/2011, realizadas no período de 11 de agosto a 14 de outubro de 2011, resolve:

CAPÍTULO I – DAS DISPOSIÇÕES PRELIMINARES

Art. 1º Estabelecer as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuídas aos sistemas de distribuição de energia elétrica e o sistema de compensação de energia elétrica. .

Art. 2º Para efeitos desta Resolução, ficam adotadas as seguintes definições:

I - microgeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 75 kW e que utilize cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras; (Redação dada pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

II - minigeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 3 MW para fontes hídricas ou menor ou igual a 5 MW para cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou para as demais fontes

renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras; (Redação dada pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

III - sistema de compensação de energia elétrica: sistema no qual a energia ativa injetada por unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída é cedida, por meio de empréstimo gratuito, à distribuidora local e posteriormente compensada com o consumo de energia elétrica ativa; (Redação dada pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

IV - melhoria: instalação, substituição ou reforma de equipamentos em instalações de distribuição existentes, ou a adequação destas instalações, visando manter a prestação de serviço adequado de energia elétrica; (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

V - reforço: instalação, substituição ou reforma de equipamentos em instalações de distribuição existentes, ou a adequação destas instalações, para aumento de capacidade de distribuição, de confiabilidade do sistema de distribuição, de vida útil ou para conexão de usuários;

(Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

VI – empreendimento com múltiplas unidades consumidoras: caracterizado pela utilização da energia elétrica de forma independente, no qual cada fração com uso individualizado constitua uma unidade consumidora e as instalações para atendimento das áreas de uso comum constituam uma unidade consumidora distinta, de responsabilidade do condomínio, da administração ou do proprietário do empreendimento, com microgeração ou minigeração distribuída, e desde que as unidades consumidoras estejam localizadas em uma mesma propriedade ou em propriedades contíguas, sendo vedada a utilização de vias públicas, de passagem aérea ou subterrânea e de propriedades de terceiros não integrantes do empreendimento; (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

VII – geração compartilhada: caracterizada pela reunião de consumidores, dentro da mesma área de concessão ou permissão, por meio de consórcio ou cooperativa, composta por pessoa física ou jurídica, que possua unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída em local diferente das unidades consumidoras nas quais a energia excedente será compensada; (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

VIII – autoconsumo remoto: caracterizado por unidades consumidoras de titularidade de uma mesma Pessoa Jurídica, incluídas matriz e filial, ou Pessoa Física que possua unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída em local diferente das unidades consumidoras, dentro da mesma área de concessão ou permissão, nas quais a energia excedente será compensada. (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

CAPÍTULO II – DO ACESSO AOS SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO

Art. 3º As distribuidoras deverão adequar seus sistemas comerciais e elaborar ou revisar normas técnicas para tratar do acesso de microgeração e minigeração distribuída, utilizando como referência os Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional - PRODIST, as normas técnicas brasileiras e, de forma complementar, as normas internacionais.

§1º O prazo para a distribuidora efetuar as alterações de que trata o caput e publicar as referidas normas técnicas em seu endereço eletrônico é de 240 (duzentos e quarenta) dias, contados da publicação desta Resolução.

§2º Após o prazo do § 1º, a distribuidora deverá atender às solicitações de acesso para microgeradores e minigeradores distribuídos nos termos da Seção 3.7 do Módulo 3 do PRODIST.

Art. 4º - Fica dispensada a assinatura de contratos de uso e conexão na qualidade de central geradora para os participantes do sistema de compensação de energia elétrica, nos termos do Capítulo III, sendo suficiente a emissão pela Distribuidora do Relacionamento Operacional para a microgeração e a celebração do Acordo Operativo para a minigeração, nos termos da Seção 3.7 do Módulo 3 do PRODIST. (Redação dada pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

§1º A potência instalada da microgeração e da minigeração distribuída fica limitada à potência disponibilizada para a unidade consumidora onde a central geradora será conectada, nos termos do inciso LX, art. 2º da Resolução Normativa nº 414, de 9 de setembro de 2010. (Redação dada pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

§2º Caso o consumidor deseje instalar central geradora com potência superior ao limite estabelecido no §1º, deve solicitar o aumento da potência disponibilizada, nos termos do art. 27 da Resolução Normativa nº 414, de 9 de setembro de 2010, sendo dispensado o aumento da carga instalada. (Redação dada pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

§ 3º É vedada a divisão de central geradora em unidades de menor porte para se enquadrar nos limites de potência para microgeração ou minigeração distribuída, devendo a distribuidora identificar esses casos, solicitar a readequação da instalação e, caso não atendido, negar a adesão ao Sistema de Compensação de Energia Elétrica. (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

§4º Para a determinação do limite da potência instalada da central geradora localizada em empreendimento de múltiplas unidades consumidoras, deve-se considerar a potência disponibilizada pela distribuidora para o atendimento do empreendimento. (Incluído pela REN

ANEEL 687, de 24.11.2015.)

§5º Para a solicitação de fornecimento inicial de unidade consumidora que inclua microgeração ou minigeração distribuída, a distribuidora deve observar os prazos estabelecidos na Seção 3.7 do Módulo 3 do PRODIST para emitir a informação ou o parecer de acesso, bem como os prazos de execução de obras previstos na Resolução Normativa nº 414, de 9 de setembro de 2010. (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

§6º Para os casos de empreendimento com múltiplas unidades consumidoras e geração compartilhada, a solicitação de acesso deve ser acompanhada da cópia de instrumento jurídico que comprove o compromisso de solidariedade entre os integrantes. (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

Art. 5º Quando da conexão de nova unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída, ou no caso do §2º do art. 4º, aplicam-se as regras de participação financeira do consumidor definidas em regulamento específico. (Redação dada pela REN ANEEL 517, de 11.12.2012.)

§1º Os custos de eventuais melhorias ou reforços no sistema de distribuição em função exclusivamente da conexão de microgeração distribuída não devem fazer parte do cálculo da participação financeira do consumidor, sendo integralmente arcados pela distribuidora, exceto para o caso de geração compartilhada. (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

§2º Os custos de eventuais melhorias ou reforços no sistema de distribuição em função exclusivamente da conexão de minigeração distribuída devem fazer parte do cálculo da participação financeira do consumidor. (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

CAPÍTULO III – DO SISTEMA DE COMPENSAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Art. 6º Podem aderir ao sistema de compensação de energia elétrica os consumidores responsáveis por unidade consumidora: (Redação dada pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

I – com microgeração ou minigeração distribuída; (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

II – integrante de empreendimento de múltiplas unidades consumidoras; (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

III – caracterizada como geração compartilhada; (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

IV – caracterizada como autoconsumo remoto. (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

§1º Para fins de compensação, a energia ativa injetada no sistema de distribuição pela unidade consumidora será cedida a título de empréstimo gratuito para a distribuidora, passando a unidade consumidora a ter um crédito em quantidade de energia ativa a ser consumida por um prazo de 60 (sessenta) meses. (Redação dada pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

§2º A adesão ao sistema de compensação de energia elétrica não se aplica aos consumidores livres ou especiais. (Redação dada pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

Art. 6-A A distribuidora não pode incluir os consumidores no sistema de compensação de energia elétrica nos casos em que for detectado, no documento que comprova a posse ou propriedade do imóvel onde se encontra instalada a microgeração ou minigeração distribuída, que o consumidor tenha alugado ou arrendado terrenos, lotes e propriedades em condições nas quais o valor do aluguel ou do arrendamento se dê em reais por unidade de energia elétrica. (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

Art. 7º No faturamento de unidade consumidora integrante do sistema de compensação de energia elétrica devem ser observados os seguintes procedimentos: (Redação dada pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

I - deve ser cobrado, no mínimo, o valor referente ao custo de disponibilidade para o consumidor do grupo B, ou da demanda contratada para o consumidor do grupo A, conforme o caso; (Redação dada pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

II – para o caso de unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída, exceto para aquelas de que trata o inciso II do art. 6º, o faturamento deve considerar a energia consumida, deduzidos a energia injetada e eventual crédito de energia acumulado em ciclos de faturamentos anteriores, por posto tarifário, quando for o caso, sobre os quais deverão incidir todas as componentes da tarifa em R\$/MWh; (Redação dada pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

III – para o caso de unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída a que se refere o inciso II do art. 6º, o faturamento deve considerar a energia consumida, deduzidos o percentual de energia excedente alocado a essa unidade consumidora e eventual crédito de energia acumulado em ciclos de faturamentos anteriores, por posto tarifário, quando for o caso, sobre os quais deverão incidir todas as componentes da tarifa em R\$/MWh; (Redação dada pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

IV – o excedente de energia é a diferença positiva entre a energia injetada e a consumida, exceto para o caso de empreendimentos de múltiplas unidades consumidoras, em que o excedente é igual à energia injetada; (Redação dada pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

V – quando o crédito de energia acumulado em ciclos de faturamentos anteriores for utilizado para compensar o consumo, não se deve debitar do saldo atual o montante de energia equivalente ao custo de disponibilidade, aplicado aos consumidores do grupo B; (Redação dada pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

VI - o excedente de energia que não tenha sido compensado na própria unidade consumidora pode ser utilizado para compensar o consumo de outras unidades consumidoras, observando o enquadramento como empreendimento com múltiplas unidades consumidoras, geração compartilhada ou autoconsumo remoto; (Redação dada pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

VII – para o caso de unidade consumidora em local diferente da geração, o faturamento deve considerar a energia consumida, deduzidos o percentual de energia excedente alocado a essa unidade consumidora e eventual crédito de energia acumulado em ciclos de faturamentos anteriores, por posto tarifário, quando for o caso, sobre os quais deverão incidir todas as componentes da tarifa em R\$/MWh; (Redação dada pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

VIII - o titular da unidade consumidora onde se encontra instalada a microgeração ou minigeração distribuída deve definir o percentual da energia excedente que será destinado a cada unidade consumidora participante do sistema de compensação de energia elétrica, podendo solicitar a alteração junto à distribuidora, desde que efetuada por escrito, com antecedência mínima de 60 (sessenta) dias de sua aplicação e, para o caso de empreendimento com múltiplas unidades consumidoras ou geração compartilhada, acompanhada da cópia de instrumento jurídico que comprove o compromisso de solidariedade entre os integrantes; (Redação dada pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

IX – para cada unidade consumidora participante do sistema de compensação de energia elétrica, encerrada a compensação de energia dentro do mesmo ciclo de faturamento, os créditos remanescentes devem permanecer na unidade consumidora a que foram destinados; (Redação dada pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

X - quando a unidade consumidora onde ocorreu a geração excedente for faturada na modalidade convencional, os créditos gerados devem ser considerados como geração em período fora de ponta no caso de se utilizá-los em outra unidade consumidora; (Redação dada pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

XI - em cada unidade consumidora participante do sistema de compensação de energia elétrica, a compensação deve se dar primeiramente no posto tarifário em que ocorreu a geração e, posteriormente, nos demais postos tarifários, devendo ser observada a relação dos valores das tarifas de energia – TE (R\$/MWh), publicadas nas Resoluções Homologatórias

que aprovam os processos tarifários, se houver; (Redação dada pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

XII - os créditos de energia ativa expiram em 60 (sessenta) meses após a data do faturamento e serão revertidos em prol da modicidade tarifária sem que o consumidor faça jus a qualquer forma de compensação após esse prazo; (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

XIII - eventuais créditos de energia ativa existentes no momento do encerramento da relação contratual do consumidor devem ser contabilizados pela distribuidora em nome do titular da respectiva unidade consumidora pelo prazo máximo de 60 (sessenta) meses após a data do faturamento, exceto se houver outra unidade consumidora sob a mesma titularidade e na mesma área de concessão, sendo permitida, nesse caso, a transferência dos créditos restantes; (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

XIV – adicionalmente às informações definidas na Resolução Normativa nº 414, de 2010, a fatura dos consumidores que possuem microgeração ou minigeração distribuída deve conter, a cada ciclo de faturamento: (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

a) informação da participação da unidade consumidora no sistema de compensação de energia elétrica; (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

b) o saldo anterior de créditos em kWh; (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

c) a energia elétrica ativa consumida, por posto tarifário; (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

d) a energia elétrica ativa injetada, por posto tarifário; (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

e) histórico da energia elétrica ativa consumida e da injetada nos últimos 12 ciclos de faturamento; (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

f) o total de créditos utilizados no ciclo de faturamento, discriminados por unidade consumidora; (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

g) o total de créditos expirados no ciclo de faturamento; (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

h) o saldo atualizado de créditos; (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

i) a próxima parcela do saldo atualizado de créditos a expirar e o ciclo de faturamento em que ocorrerá; (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

XV - as informações elencadas no inciso XIV podem ser fornecidas ao consumidor, a critério da distribuidora, por meio de um demonstrativo específico anexo à fatura, correio eletrônico ou disponibilizado pela internet em um espaço de acesso restrito, devendo a fatura conter,

nesses casos, no mínimo as informações elencadas nas alíneas “a”, “c”, “d” e “h” do referido inciso; (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

XVI - para as unidades consumidoras cadastradas no sistema de compensação de energia elétrica que não possuem microgeração ou minigeração distribuída instalada, além da informação de sua participação no sistema de compensação de energia, a fatura deve conter o total de créditos utilizados na correspondente unidade consumidora por posto tarifário, se houver; (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

XVII - para as unidades consumidoras atendidas em tensão primária com equipamentos de medição instalados no secundário dos transformadores deve ser deduzida a perda por transformação da energia injetada por essa unidade consumidora, nos termos do art. 94 da Resolução Normativa nº 414, de 9 de setembro de 2010; (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

XVIII – os créditos são determinados em termos de energia elétrica ativa, não estando sua quantidade sujeita a alterações nas tarifas de energia elétrica; e (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

XIX – para unidades consumidoras classificados na subclasse residencial baixa renda deve-se, primeiramente, aplicar as regras de faturamento previstas neste artigo e, em seguida, conceder os descontos conforme estabelecido na Resolução Normativa nº 414, de 2010. (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

§1º Os efeitos tarifários decorrentes do sistema de compensação de energia elétrica serão contemplados nos Procedimentos de Regulação Tarifária – PRORET. (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

§ 2º A cobrança das bandeiras tarifárias deve ser efetuada sobre o consumo de energia elétrica ativa a ser faturado, nos termos deste artigo. (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

CAPÍTULO IV – DA MEDIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Art. 8º A distribuidora é responsável técnica e financeiramente pelo sistema de medição para microgeração distribuída, de acordo com as especificações técnicas do PRODIST. (Redação dada pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

§1º Os custos de adequação do sistema de medição para a conexão de minigeração distribuída e de geração compartilhada são de responsabilidade do interessado. (Redação dada pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

§2º Os custos de adequação a que se refere o §1º correspondem à diferença entre os custos dos componentes do sistema de medição requeridos para o sistema de compensação de

energia elétrica e dos componentes do sistema de medição convencional utilizados em unidades consumidoras do mesmo nível de tensão. (Redação dada pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

Art. 9º Após a adequação do sistema de medição, a distribuidora será responsável pela sua operação e manutenção, incluindo os custos de eventual substituição ou adequação.

Art. 10º A distribuidora deverá adequar o sistema de medição e iniciar o sistema de compensação de energia elétrica dentro do prazo para aprovação do ponto de conexão, conforme procedimentos e prazos estabelecidos na seção 3.7 do Módulo 3 do PRODIST. (Redação dada pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

CAPÍTULO V – DAS RESPONSABILIDADES POR DANO AO SISTEMA ELÉTRICO

Art. 11º Aplica-se o estabelecido no caput e no inciso II do art. 164 da Resolução Normativa nº 414 de 9 de setembro de 2010, no caso de dano ao sistema elétrico de distribuição comprovadamente ocasionado por microgeração ou minigeração distribuída incentivada.

Art. 12º Aplica-se o estabelecido no art. 170 da Resolução Normativa nº 414, de 2010, no caso de o consumidor gerar energia elétrica na sua unidade consumidora sem observar as normas e padrões da distribuidora local.

Parágrafo único. Caso seja comprovado que houve irregularidade na unidade consumidora, nos termos do caput, os créditos de energia ativa gerados no respectivo período não poderão ser utilizados no sistema de compensação de energia elétrica.

CAPÍTULO VI – DAS DISPOSIÇÕES GERAIS

Art.13º Compete à distribuidora a responsabilidade pela coleta das informações das unidades consumidoras participantes do sistema de compensação de energia elétrica e envio dos dados para registro junto à ANEEL, conforme modelo disponível no site da Agência. (Redação dada pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

Parágrafo único. Os dados para registro devem ser enviados até o dia 10 (dez) de cada mês, contendo os dados das unidades consumidoras com microgeração ou minigeração distribuída que entraram em operação no mês anterior. (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

Art. 13-A A distribuidora deve disponibilizar, a partir de 1º de janeiro de 2017, sistema eletrônico que permita ao consumidor o envio da solicitação de acesso, de todos os documentos elencados nos anexos da Seção 3.7 do Módulo 3 do PRODIST, e o

acompanhamento de cada etapa do processo. (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

Art. 13-B Aplicam-se às unidades consumidoras participantes do sistema de compensação de energia, de forma complementar, as disposições da Resolução Normativa nº 414, de 2010. (Incluído pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

Art.14º Ficam aprovadas as revisões 4 do Módulo 1 – Introdução, e 4 do Módulo 3 – Acesso ao Sistema de Distribuição, do PRODIST, de forma a contemplar a inclusão da Seção 3.7 – Acesso de Micro e Minigeração Distribuída com as adequações necessárias nesse Módulo.

Art. 15º A ANEEL irá revisar esta Resolução até 31 de dezembro de 2019. (Redação dada pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.)

Art. 16. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

NELSON JOSÉ HÜBNER MOREIRA