

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
ESPECIALIZAÇÃO EM TECNOLOGIAS DA CADEIA PRODUTIVA DO BIOGÁS**

**AIRTON JOSÉ MONTEIRO**

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE BIOGÁS NO  
NOROESTE DO RIO GRANDE DO SUL (NRS) A PARTIR DA  
BIOMASSA DOS DEJETOS DE SUÍNOS E BOVINOS**

**MONOGRAFIA**

**MEDIANEIRA**

**2019**

**AIRTON JOSÉ MONTEIRO**

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE BIOGÁS NO  
NOROESTE DO RIO GRANDE DO SUL (NRS) A PARTIR DA  
BIOMASSA DOS DEJETOS DE SUÍNOS E BOVINOS**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Tecnologias da Cadeia Produtiva do Biogás, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Medianeira.

Aluno: Airton José Monteiro

Professora Orientadora:

Prof<sup>a</sup>. Dra. Janaina Camile Pasqual Lofhagen

**MEDIANEIRA**

**2019**



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

# AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE BIOGÁS NO NOROESTE DO RIO GRANDE DO SUL (NRS) A PARTIR DA BIOMASSA DOS DEJETOS DE SUÍNOS E BOVINOS

por

**AIRTON JOSÉ MONTEIRO**

Esta Monografia foi apresentada em 04 de maio de 2019 como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Tecnologias da Cadeia Produtiva do Biogás. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

**Prof<sup>ª</sup>. Dra. Janaina Camile Pasqual Lofhagen**  
**Prof<sup>ª</sup>. Orientadora**

---

**Prof. Dr. Rafael Arioli**  
**Membro titular**

---

**Prof<sup>ª</sup>. MSc. Alessandra Freddo**  
**Membro titular**

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

## RESUMO

MONTEIRO, Airton José. Avaliação do Potencial de Produção de Biogás no Noroeste do Rio Grande do sul (NRS) a partir da Biomassa dos Dejetos de Suínos e Bovinos. 2019. 37 número de folhas. Monografia (Especialização em Tecnologias da Cadeia Produtiva do Biogás). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2019.

O presente trabalho tem como temática a avaliação do potencial de produção de biogás a partir da biomassa dos dejetos de suínos e bovinos em sistemas de produção de animais confinados (SPACs), no âmbito da região Noroeste do Rio Grande do Sul (NRS), na área de abrangência dos 20 municípios do Noroeste gaúcho (COREDE 5 – FN). Para a realização do trabalho foram coletadas e analisadas as informações nas bibliografias disponibilizadas através de fontes oficiais e públicas como IBGE, FEPAM e municípios. Visa descrever as principais fontes energéticas de biomassa a partir dos dejetos de suínos e bovinos, e destacar o potencial da produção de biogás. Considerou-se inclusive a possibilidade de incrementar a matriz energética, na geração de energia elétrica, térmica e produção de biofertilizante, através do gerenciamento dos resíduos agropecuários. Esta abordagem parte de um plano macro para um micro. Em específico neste trabalho, uma análise dos potenciais de produção de rejeitos da suinicultura e bovinocultura do país, estado, região e municípios, conforme Resolução CONSEMA 372/2018, considerando o sistema de criação, quantidade de animais, quantidade de dejetos, cálculo de conversão da biomassa para biogás e este para equivalência energética. Segundo dados obtidos no site do IBGE-SIDRA- Censo Agropecuário-2017, o número de cabeças de suínos e bovinos no país no ano de 2017 foi de 39.176.271 e 171.858.168, no Estado do Rio Grande do Sul de 6.448.514 e 11.443.487, podendo na mesma fonte estratificar o número de cabeças de suínos e bovinos na Região NRS foi de 673.902 e 297.125. O potencial de geração de energia elétrica oriunda da biomassa de suínos e bovinos em biogás em m<sup>3</sup>/dia, no País Brasil na ordem de 74.227.945, no Estado do Rio Grande do Sul 5.480.186,76 e no Noroeste do RS de 213.196,28. E a potencialidade na transformação em eletricidade em KW no País Brasil na ordem de 5,85 G, no Estado do Rio Grande do Sul 431,56 MW e no Noroeste do RS de 16,79 MW. Considerando os fatores climáticos, fez-se necessário a redução do valor encontrado em 30% para poder estimar a capacidade mais próxima do real. Podendo ser abastecido 75.551 unidades de residências brasileira de referência. A biodigestão anaeróbica poderá representar importante papel na cadeia produtiva do agronegócio e na sustentabilidade ambiental. Ocorrendo assim a transformação de um passivo ambiental para um ativo econômico. Para trabalhos futuros, recomenda-se analisar a viabilidade da implantação de biodigestores com novas tecnologias, oportunizando, contudo, novos desafios em projetos inovadores com ações efetivas e significativas a curto e médio prazo. E de novas tecnologias aplicadas a cadeia produtiva do biogás.

**Palavras-chave:** Biomassa. Biogás. Dejetos. Suínos. Bovinos.

## ABSTRACT

MONTEIRO, Airton José. Evaluation of the Biogas Production Potential in the Northwest of Rio Grande do Sul (NRS) from the Biomass of Swine and Cattle. 2019. 37 number of sheets. Monography (Specialization in Technologies of the Biogas Production Chain). Federal Technological University of Paraná, Medianeira, 2019.

The objective of this work is to evaluate the potential of biogas production from the biomass of swine and cattle manure in confined animal production systems (SPACs), in the region of the Northeast of Rio Grande do Sul (NRS), in 20 municipalities (COREDE 5 - FN). For the accomplishment of the work, information was collected and analyzed through official and public sources such as IBGE, FEPAM and municipalities. It aims to describe the main energy sources of biomass from pig and bovine waste, and to highlight the potential of biogas production. It was also considered the possibility of increasing the energy matrix, with the generation of electric energy, thermal and biofertilizer production through the management of agricultural residues. This approach starts from a macro to a micro plan. Specifically in this work, an analysis of the production capacity of pigs manure in the country, state, region and municipalities, according to Resolution CONSEMA 372/2018, considering the breeding system, quantity of animals, biomass to biogas and its energy equivalence. According to the data obtained from the IBGE-SIDRA-Census of Agriculture and Livestock-2017, the number of pigs and cattle in the country in 2017 was 39,176,271 and 171,858,168, respectively. In the State of Rio Grande do Sul this amount was of 6,448,514 and 11,443,487. In the same source, the number of heads of pigs and cattle in the NRS Region was 673,902 and 297,125. The potential of electricity generation from the biomass of pigs and cattle in biogas in  $m^3$  / day, in Brazil is about 74.227.945. In the State of Rio Grande do Sul it is about 5,480,186.76 and in the Northwest of the State is about 213,196.28. And the potential in the transformation in KW electricity in Brazil in the order of 5.85 GW, in the State of Rio Grande do Sul 431.56 MW and in the Northwest of RS of 16.79 MW. Considering the climatic factors, it was necessary to reduce the value found in 30% in order to estimate the capacity closest to the real. It can be supplied 75,551 units of reference Brazilian residences. Anaerobic biodigestion may play an important role in the agribusiness productive chain and in environmental sustainability. In this way, the transformation of an environmental liability into an economic asset. For future work, it is recommended to analyze the feasibility of the implantation of biodigestors with new technologies, providing, however, new challenges in innovative projects with effective and significant actions in the short and medium term. And new technologies applied to the biogas production chain.

Keywords: Biomass. Biogas. Waste. Swine. Cattle.

## LISTA DE FIGURAS

Mapa 1 – Localização da Região Fronteira Noroeste do RS. Corede Nº 5.....	12
Mapa 2 – Localização por Atividades dos Empreendimentos (SPACs) do NRS Licenciados pela FEPAM/CODRAM - com Manejo de Dejetos Líquidos.....	19
Gráfico 3 – Número de Suínos e Sistema de Criação (SPACs) por Municípios da NRS Licenciados pela FEPAM/CODRAM - com Manejo de Dejetos Líquidos.....	20
Gráfico 4 – Representação do Número de Suínos e Sistema de Criação (SPACs) por Municípios do NRS Licenciados pela FEPAM/CODRAM - com Manejo de Dejetos Líquidos.....	20
Gráfico 5 – Disposição Quantidade de Animais Dispostos no NRS Licenciados pela FEPAM/CODRAM - com Manejo de Dejetos Líquidos.....	21
Gráfico 6 – Geração de Energia Elétrica Através do Biogás em MW no NRS.....	29

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Atividades Licenciáveis - CRIAÇÃO DE ANIMAIS DE MEDIO PORTE - Criação de Suínos com Manejo de Dejetos Líquidos .....	16
Tabela 2: Atividades Licenciáveis - Criação de Animais de Grande Porte (confinado e semi-confinado) .....	16
Tabela 3 - Produção média diária de esterco (kg), esterco + urina (kg) e dejetos líquidos (L) por animal por fase.....	17
Tabela 4 – Produção de dejetos em cada fase de produção.....	17
Tabela 5 – Número de Suínos e Sistema de Criação do NRS Licenciados pela FEPAM/CODRAM - com Manejo de Dejetos Líquidos.....	19
Tabela 6 – Número de Suínos/Bovinos no Brasil, Rio Grande do Sul e Municípios da NRS - IBGE-SIDRA- Censo Agropecuário-2017.....	22
Tabela 7 – Produção de gás por dejetos de animais semiestabulados.....	23
Tabela 8 - Produção de Biogás em m <sup>3</sup> /dia no País, Estado e NRS.....	24
Tabela 9 - Capacidade de produção de biogás m <sup>3</sup> /h no NRS.....	25
Tabela 10 - Capacidade de produção de biogás m <sup>3</sup> /h no Estado RS.....	25
Tabela 11 - Capacidade de produção de biogás m <sup>3</sup> /h no País.....	25
Tabela 12 - Potencial de geração de energia elétrica por biogás em KW.....	26
Tabela 13 - Potencial de geração de energia elétrica por biogás - consumidores residenciais (unidade).....	27
Tabela 14 – Unidades domesticas residentes em domicílios particulares. Por tipo de família, segundo a situação do domicilio no NRS -Ano 2010.....	28

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>4</b>
1.1 JUSTIFICATIVA .....	5
1.2 OBJETIVO GERAL .....	6
1.2.1 Objetivos Específicos .....	6
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>7</b>
2.1 ENERGIA DA BIOMASSA (BIOGÁS) SUSTENTABILIDADE ECONÔMICA .....	7
2.2 tecnologias aplicáveis na produção do biogás .....	8
<b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	<b>10</b>
3.1 LOCAL DA PESQUISA OU CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DA PESQUISA .....	10
3.2 TIPO DE PESQUISA.....	13
3.3 COLETA DE DADOS .....	13
3.3.1 Procedimentos .....	14
3.3.2 Classificação da Produção e Caracterização das Fases .....	15
3.3.3 Geração de Dejetos das Fases.....	16
3.3.3.1 Geração de dejetos das fases da suinocultura.....	16
3.5 RESULTADO E DISCUSSÃO .....	18
3.5.1 Dos Empreendimentos e Atividades Licenciáveis pela FEPAM – Ativos.....	18
3.5.1.1 Dos empreendimentos e atividades licenciáveis pela FEPAM – Ativos da suinocultura .....	18
3.5.3 Avaliação do Potencial de Produção do Plantel de Suínos e Bovinos.....	21
3.5.4 Avaliação do Potencial de Geração de Biogás .....	23
3.5.5 Avaliação do Potencial de Geração de Energia Elétrica.....	24
3.5.5.1 Avaliação do potencial de geração de energia elétrica – consumidores residências (unidade).....	27
3.5.5.2 Avaliação do potencial de geração de energia elétrica por municípios do NRS .....	28
<b>4 Considerações finais</b> .....	<b>29</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>31</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento das atividades humanas nos últimos tempos vem acumulando passivos ambientais em todos as cadeias dos setores produtivos, acelerando a geração de resíduos, criando sérios problemas para as administrações públicas (PNUD, 2010).

Segundo Cabral et al. (2015), a maioria dos substratos ricos em matéria orgânica podem ser utilizados para geração de energia através da produção de biogás. Estes rejeitos podem ser dejetos líquidos, resíduos sólidos, como também, biomassa dedicada.

Os sistemas de produção de animais confinados (SPACs) vêm apresentando significativas alterações nas últimas décadas, de um modelo de criação extensivo para um sistema intensivo de confinamento. O modelo em confinamento está focado na eficiência do processo, proporcionando redução de custos (KUNZ e OLIVEIRA, 2006).

Kunz e Oliveira (2006), por sua vez nos aponta que o Brasil vem se destacando no cenário internacional, aumentando suas exportações e divisas para o País. Em consequência, os impactos ambientais também estão se intensificando, motivado por esta grande concentração, necessitando-se a criação de alternativas que possam mitigar o problema e possibilidade de alternativas que possibilitam agregar valor aos rejeitos dos SPACs. Nesta linha, a produção e utilização de biogás possibilita viabilizar de forma desejável ações na redução destes problemas ambientais.

Este trabalho visa descrever as principais fontes energéticas de biomassa do Noroeste do Rio Grande do Sul a partir dos dejetos de suínos e bovinos, e destacar o potencial da produção de biogás como possibilidade viável para o tratamento dos rejeitos dos SPACs. Considerando inclusive a possibilidade de incrementar a matriz energética, na geração de energia elétrica, térmica e produção de biofertilizante, através do gerenciamento dos resíduos agropecuários. Considerando a vocação do noroeste gaúcho no cenário da suinocultura e bovinocultura leiteira.

Reforça ainda Biasi (2018):

A Região Sul do Brasil tem amplo potencial para produção de biogás devido à geração de resíduos concentrados em algumas regiões e efluentes das atividades agropecuárias, principalmente a suinocultura, bovinocultura de leite e avicultura... Entre 2005 e 2007, com a criação do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) pelo Protocolo de Kioto, o uso dos biodigestores foi novamente incentivado e cresceu com o apoio de agroindústrias integradoras de suínos em toda a Região Sul. Porém, motivados pelo baixo retorno oferecido pelo crédito de carbono, as

empresas afastaram-se do processo o que resultou em novo desestímulo ao seu uso e o abandono dos biodigestores (BIASI, 2018, p.43).

O Brasil através da NDC (Contribuições Nacionalmente Determinadas) firmou compromisso em reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 43% em referência aos níveis de 2005, até 2030. Para tanto, o país firmou compromisso de aumentar a participação de bioenergia sustentável na sua matriz energética em torno de 18% até 2030 comprometendo-se alcançar uma participação aproximada de 45% de energias renováveis na formação da matriz energética em 2030, (MMA,2015).

## 1.1 JUSTIFICATIVA

A execução do presente estudo justifica-se pela importância e pertinência de aprimorar os conhecimentos e tecnologias voltadas a produção de energias renováveis através do biogás. No âmbito da região Noroeste do Rio Grande do Sul (NRS), oportunidade é expressa pela sensibilização mais ampla na área de abrangência dos 20 municípios do Noroeste gaúcho, em conjunto dos os Conselhos Municipais de Desenvolvimento – Comudes, quanto pela recente definição de prioridades para o desenvolvimento da região Fronteira Noroeste, através do seu Plano Estratégico de Desenvolvimento 2020-2030 (COREDE-FN, 2010), onde define a produção energética como a primeira de um decálogo e prioridades. A integração da vontade política, econômica e social, as capacidades tecnológicas, define-se como estratégica, para a lucidez do processo, quanto a exequibilidade de cada uma das prioridades.

O Noroeste do Rio Grande do Sul (NRS) é uma região do estado gaúcho com grande potencial para o uso de energias renováveis através da biomassa (biogás), pelo seu potencial de produção de rejeitos agropastoris, considerando (FEE/2016) as áreas de plantio/colheita das culturas de milho (84.258 ha), soja (186.800 ha) e trigo (59.287 ha) em função da vocação na produção sistemas de produção de animais confinados (SPACs) em especial suínos e bovinos.

Este trabalho é um documento que busca quantificar e qualificar o potencial de rejeitos produzidos pelo SPACs de suínos e bovinos com potencial de produção de biogás. Fornecendo subsídios para uma possível elaboração de um plano estratégico para os municípios da região, na indicação das possibilidades de desenvolver políticas de atração de novos investimentos, proporcionado pelos benefícios econômico, social e ambiental da biodigestão, na geração de energia elétrica, térmica e biofertilizante.

O tratamento adequado dos resíduos orgânicos na cadeia do agronegócio oportuniza principalmente o aumento da participação de fontes renováveis na matriz energética local, com a atração de novos investimentos para a região, geração de renda complementar para o produtor rural, redução do uso de fertilizantes químicos, tecnificação das atividades da propriedade rural, geração de empregos, mitigação do impacto ambiental e diminuição do efeito estufa.

A conversão dos resíduos orgânicos em energia através do biogás é o estímulo para a produção das energias limpas e renováveis no curto prazo, com viabilidade de desenvolver as potencialidades do NRS na demanda por energia, combustível e tecnificação industrial.

## 1.2 OBJETIVO GERAL

Avaliar o potencial de produção de biogás a partir da biomassa dos dejetos de suínos e bovinos na região Noroeste do Rio Grande do Sul (NRS) por meio dos sistemas de produção de animais confinados (SPACs).

### 1.2.1 Objetivos Específicos

- a) Levantar o potencial de geração da biomassa dos dejetos de suínos e bovinos;
- b) Identificar os sistemas de produção de animais confinados (SPACs) na região;
- c) Mapear as fontes de biomassa dos dejetos de suínos e bovinos do NRS;
- d) Definir e apresentar as potencialidades do biogás no NRS;

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No Brasil, a matriz energética prioritária é a energia hídrica (Ribeiro, 2019), ainda segundo site de notícias do governo federal, notícias do meio ambiente, (2010), estas “são responsáveis pela geração de mais de 75% da eletricidade do país”. As fontes de energias renováveis não tiveram o mesmo incentivo na geração de novas formas de energia elétrica. Nem mesmo o setor privado apresentou interesse limitado em investimentos provenientes das fontes não tradicional. Levando em consideração várias premissas, entre elas: capital nacional elevado; pouca disponibilidade de expertises para desenvolver projetos de financiamento externo; carência de incentivo a pesquisas tecnológica voltadas para a biodigestão, pouca ou inexistência de leis e regulamentos para o setor, no tocante a este tipo de alternativa (em especial o biogás) normalmente permeiam vários segmentos da administração pública (PNUD, 2010).

### 2.1 ENERGIA DA BIOMASSA (BIOGÁS) SUSTENTABILIDADE ECONÔMICA

Conforme Conferência das Partes (COP-20) evento no Peru em dezembro de 2014, considera a biomassa todo recurso renovável oriundo de matéria orgânica, fontes vegetais ou animais, como fonte de geração de energia. Na forma indireta de aproveitamento da luz solar, através da conversão da luz solar em energia química através da fotossíntese, princípio básico dos processos biológicos dos seres vivos.

Podemos citar as diferentes formas de biomassa como fonte de energia útil ao homem, podem ser descritas da seguinte forma: a madeira (bioconversão das florestas), a palha (oriundas das diversas culturas agrícolas), excrementos (resíduos urbanos, rurais e industriais), algas e outros resíduos. Estas biomassas podem sofrer, os principais processos de conversão através da: gaseificação, pirólise, hidrólise, digestão aeróbica, digestão anaeróbica, metanol e etanol (PALZ, 2002).

Tratando de conversão de energia a biomassa é a única energia que pode ser convertida em combustíveis gasosos, líquidos ou sólidos, através de tecnologias de conversão conhecidas. A biomassa é convertida em três grandes formas de energia: eletricidade, calor e combustível, devido a esta flexibilidade permite estar em concorrência direta com as energias oriundas das fontes fósseis. Em contraponto ao uso direto da energia solar ou eólica, a biomassa como portadora de energia renovável está sempre disponível (GREENPRO, 2004).

Conforme GREEMPRO, 2004, a utilização da energia armazenada na biomassa, na liberação dos gases com efeito estufa, por exemplo o dióxido de carbono, a quantia liberada é equivalente a que foi consumida durante o processo da fotossíntese. Podendo assim, constatar, que as fontes de biomassa são consideradas neutras, no tocante aos danos climáticos, oriundos do efeito estufa.

Entre as diversas fontes para produção de energia através de biomassa, o biogás é uma das mais favoráveis ao meio ambiente. Onde sua aplicação apresenta benéficos, como a redução dos gases causadores do efeito estufa, redução à poluição do solo e dos lençóis freáticos. Partindo do pressuposto que o biogás é obtido da biomassa contida em dejetos (urbanos, industriais e agropecuários) e em esgotos. Essa biomassa é processada do estado sólido para o gasoso, via processo anaeróbico (ausência do ar), na decomposição da matéria orgânica (ANEEL, 2010).

O biogás é um gás constituído principalmente por dois gases: o metano (CH<sub>4</sub>) (60-80%) e o gás carbônico (40-60%), provenientes da fermentação anaeróbica da matéria orgânica. Outros gases estão presentes em pequenas proporções (menor que 1%), como: o gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S) possui alto poder de corrosão, o Azoto (N<sub>2</sub>), Amoníaco (NH<sub>3</sub>), o Oxigênio (O<sub>2</sub>) e o Hidrogênio (H<sub>2</sub>), estes últimos não apresentam problemas para a subseqüente utilização energética. No entanto o ácido sulfúrico é um componente prejudicial, além de ser tóxico em concentração superior a 50 ppm. Acima desta concentração é recomendado a dessulfurização, de maneira a não aumentar os custos de manutenção, devido aos danos de corrosão. A presença do metano (CH<sub>4</sub>) no biogás, possibilita seu uso como combustível e apresenta um poder calorífico entre 5.000 a 7.000 Kcal/m<sup>3</sup>. Com a eliminação do gás carbônico (CO<sub>2</sub>) este valor calorífico pode ser aumentado para 11.000 a 12.000 Kcal/m<sup>3</sup>, através de um método simples (BAUKE e MAIA, 1982).

## 2.2 TECNOLOGIAS APLICAVEIS NA PRODUÇÃO DO BIOGÁS

Conforme Knopki e Jande (2015, p. 36-38), “existem distintas tecnologias de metanização disponível comercialmente para o processamento de resíduos e efluentes, visando ao tratamento e à produção de biogás”.

Segundo ainda Knopki e Jande (2015), é vital a aplicação “desejada para o biogás (energia elétrica, térmica, biometano para autoconsumo ou comercialização)”, considerando

as diversas alternativas de destinação do digestato. Estas variáveis são fundamentais para a realização de um projeto integrado e operacional.

Para Cabral et al. (2015), as tecnologias mais aplicáveis, considerando suas particularidades, as tecnologias disponíveis são:

- CSTR (*Continuos Stirred-Tank Reactor*) ou Reator Contínuo de Mistura Completa;
- Lagoas intensificadas (*AOPR – Anaerobic Organized Pond Reactor*);
- UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactor*) ou Reator de Manta de Lodo e Fluxo Ascendente;
- Lagoas anaeróbicas cobertas com misturador.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Na elaboração do presente trabalho, utilizou-se a abordagem dedutiva para planejar os objetivos a serem alcançados e as ações para alcançá-los. Esta abordagem parte de um plano macro para um micro. Em específico neste trabalho, uma análise dos potenciais de produção de rejeitos da suinicultura e bovinocultura do país, estado, região e municípios. Buscou-se fundamentar a pesquisa em publicações e informações relevantes sobre o tema e em consequência retratar a realidade e potencialidades do NRS.

#### 3.1 LOCAL DA PESQUISA OU CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DA PESQUISA

O Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul é composto por 20 Municípios, sendo eles: Alecrim, Alegria, Boa Vista do Buricá, Campina das Missões, Candido Godói, Doutor Mauricio Cardoso, Horizontina, Independência, Nova Candelária, Novo Machado, Porto Lucena, Porto Mauá, Porto Vera Cruz, Santa Rosa, Santo Cristo, São José do Inhacorá, Senador Salgado Filho, Três de Maio, Tucunduva e Tuparendi, abrangendo uma área total de 4,689 km<sup>1</sup> (FEE, 2009). No mapa 01 é ilustrada a localização geográfica da região, na distribuição espacial do território do estado do Rio Grande do Sul.

Em 2010, o COREDE possuía uma população estimada de 203.494 habitantes, dos quais cerca de 32% residem em área rural e os 68% restantes residem em área urbana. Apesar de a região ter vivenciado um fenômeno expressivo de êxodo rural, especialmente nas últimas décadas do século XIX, o meio rural ainda acolhe contingente considerável de sua população, considerando que em 13 municípios a população rural é superior à urbana. Esta característica ainda é dominante dada a ocupação da região com base na pequena propriedade familiar.

Em termos de indicadores sociais, a região apresenta desempenho ligeiramente superior à média das demais regiões do estado do Rio Grande do Sul (RS), destacando-se os ligados à saúde e à educação. O produto Interno Bruto (PIB) per capita médio da região é de R\$11.962,00, o que representa um padrão um pouco abaixo da média estadual. Por outro lado, a região apresenta indicadores mais expressivos do que a média estadual em termos de distribuição de renda, ou seja, na região a renda é menos concentrada do que a média do estado do RS.

---

<sup>1</sup> Dados obtidos no Instituto de Economia e Estatística do Estado do Rio Grande do Sul (FEE).

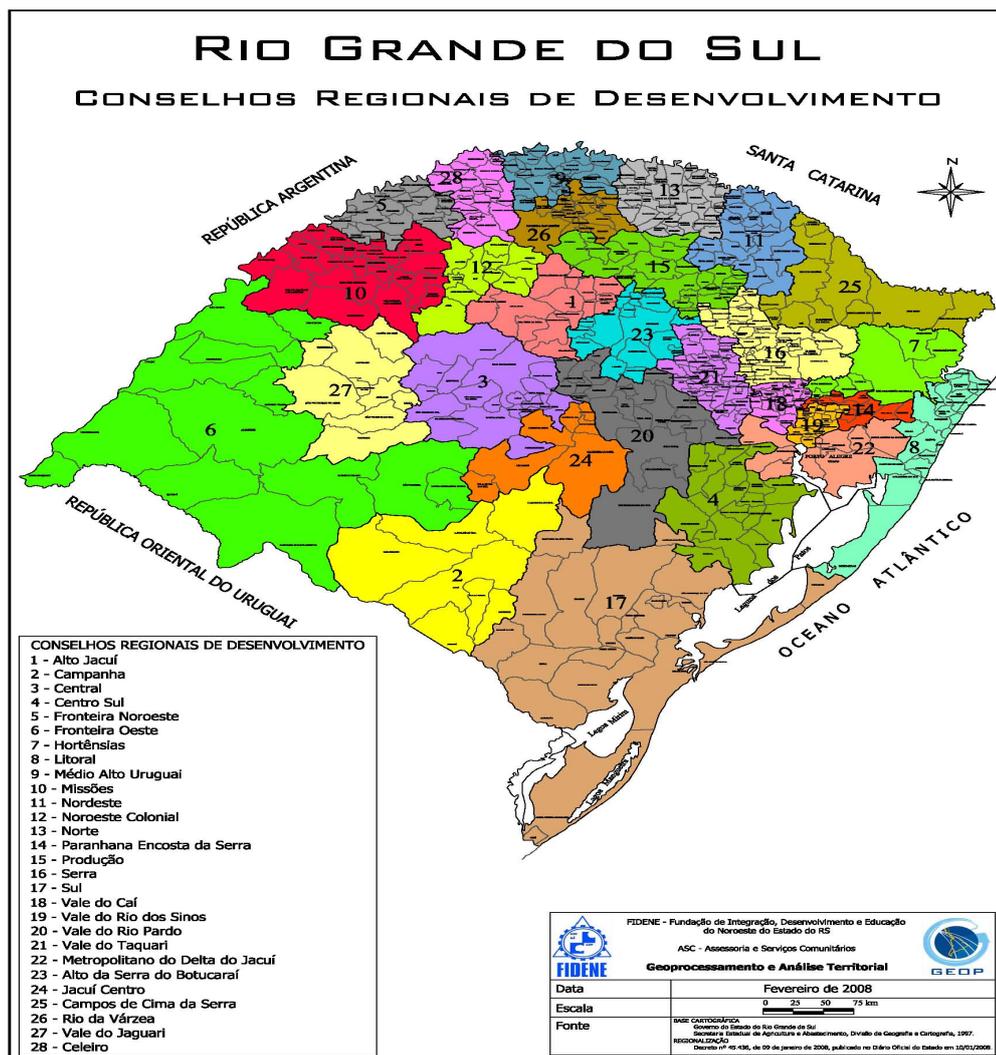
Um fator preocupante em termos de realidade regional é a queda dos rendimentos provenientes do trabalho e o aumento da renda advinda das transferências governamentais<sup>2</sup>. Este dado demonstra que a região vem enfraquecendo sua capacidade produtiva, especialmente pelo envelhecimento de sua população. Com isto os programas de transferência de renda (Previdência, assistência e saúde) passam a constituir-se em preocupação essencial das políticas públicas.

Os municípios de Santa Rosa, Horizontina, Três de Maio e Santo Cristo apresentam uma participação mais expressiva e diferenciada da indústria e dos serviços na composição do Valor Adicionado Fiscal (VAF) do que os demais. São nestes municípios que se concentra a maior parte das empresas que compõem os Arranjos Produtivos mais expressivos da região e que são objeto deste estudo (madeiro-moveleiro, metal mecânico, suinocultura, leiteiro, horticultura e fruticultura).

A economia da região, em maior importância é a Agropecuária, com o cultivo de grãos e criação de bovinos e suínos, como também, a indústria de transformação (produtos alimentícios e de máquinas e equipamentos).

---

<sup>2</sup> A média regional passa de 9,06% em 1991 para 20,13% em 2000.



**Mapa 1 – Localização da Região Fronteira Noroeste do RS (1). Corede nº 5**

**Fonte: Laboratório Geoprocessamento UNIJUI, Ijuí/RS (Sidnei Bohn Gass), 2008.**

**(1) Mapa de localização dos concelhos regionais de desenvolvimento do Estado do Rio Grande do Sul, do Corede 5.**

O setor agropecuário é o mais expressivo da região em termos de ocupação de mão-de-obra, porém perde para o setor industrial e de serviços em termos de geração de Produto Interno Bruto. A agropecuária representa 26% do PIB regional, enquanto a indústria é responsável por 35% e o setor de comércio e serviços por 38,2%. O setor de comércio e serviços, porém, possui uma dependência direta dos outros dois setores, pois funciona a partir de demandas produzidas pelos mesmos ou para preparar infraestrutura e mão-de-obra para o funcionamento destes (COREDE-FN, 2010).

### 3.2 TIPO DE PESQUISA

Para o embasamento teórico sobre o levantamento das potencialidades do quantitativo dos dejetos e suas potencialidades, empregou-se a abordagem qualitativa, que viabiliza apresentar os resultados em números, permitindo justificar a importância do desenvolvimento do presente trabalho. Neste viés, a coleta de informações e apresentação nas formas de gráficos, quadros e tabelas, facilitando o entendimento do assunto.

Segundo Lovato (2013):

Abordagem qualitativa é aquela em que as conclusões são fruto de dados numéricos e análise estatística. Em geral, desde a formulação do problema já existe uma orientação para encontrar relações entre as variáveis, sejam apenas de correlação ou mesmo de causa-efeito. O propósito da pesquisa é bem definido e frequentemente atende a um requisito de decisão, isto é, sua conclusão vai embasar uma futura decisão. (LOVATO, 2013, p.38).

De acordo com Lovato (2013, p. 47 apud STORCK et al.,2006), “nas abordagens qualitativas de experimentos, o método de coleta de dados é feito a partir do delineamento do experimento, que é o planejamento, a execução, a coleta de dados e análise e interpretação dos resultados”.

### 3.3 COLETA DE DADOS

Com os avanços tecnológicos os meios eletrônicos são de fundamental apoio, a utilização de computadores e satélites espaciais proporcionam maior facilidade na obtenção de dados geográficos. Através do georreferenciamento os dados serão adquiridos para suporte deste trabalho no levantamento do potencial do volume da biomassa dos dejetos dos animais estudados. Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) criou assim, possibilidades completas para o planejamento territorial do projeto.

Outra ferramenta utilizada foi o programa on-line de mapeamento, o Google Earth e o Google Maps, para agilizar a localização de lugares, localidades e instalações. Como também, pesquisa nos bancos de dados de site oficiais, entre eles FEPAM, IBGE, Prefeitura, entre outros.

Foram também atividades de levantamento dos SPCAs, contemplando as ações de levantamento a campo e o levantamento em escritório, na coleta de dados para a avaliação do potencial de dejetos da biomassa para a geração de biogás.

### 3.3.1 Procedimentos

Para levantar o potencial de produção de biogás por meio do volume de dejetos de suínos e bovinos em confinamento produzidos nos 20 municípios na região Noroeste do Rio Grande do Sul (NRS), a metodologia utilizada foi a pesquisa bibliográfica exploratória. Os dados foram coletados através do site oficial da FEPAM, IBGE, EMATER, Inspeção Veterinária e das Prefeituras de cada município. Estes serão tabulados em planilha do aplicativo Excel, onde foram inseridos dados de cada propriedade (sistema de criação, quantidade de animais, e quantidade de dejetos), cálculos de conversão da biomassa para biogás e este para equivalência energética.

O nível de planejamento dos dados levantados referenciado da NRS, foi através de geoprocessamento, utilizando o SIGs (Sistema de Geográfico de Informações), através do software Quantum GIS (Qgis), Google Earth, Google Maps e visitas a campo com associação dos dados com a utilização de GPS (Global Positioning System). Destes dados foi gerado um mapa temático da microrregião e por municípios, contendo as informações de localização, quantidade de animais e demais dados da propriedade.

Na compilação dos dados, criou-se códigos para cada propriedade cadastrada contendo basicamente:

- Identificação do empreendedor (CPF, CNPJ, N. Incra ou outro dado de identificação),
- Código das Atividades licenciadas,
- Licença ambiental,
- Localização,
- Coordenadas geográficas,
- Quantidade de animais,
- Quantidade de dejetos,
- Quantidade de Biogás m<sup>3</sup>/dia
- Quantidade Kwa/dia.

A suinicultura está classificada conforme atividades licenciáveis pela FEPAM em:

- Granja de suíno de ciclo completo

(Código 114,21 Criação de suínos - ciclo completo - com manejo dejetos líquidos),

- Granja de suínos – creche

(código 114,22 criação de suínos - unidade produtora de leitões até 21 dias - com manejo dejetos líquidos),

- Unidades de produção de leitão – UPL

(Código 114,23 criação de suínos - unidade produtora de leitões até 63 dias - com manejo dejetos líquidos),

- Ganja de suíno – terminação

(Código 114,24 criação de suínos - terminação - com manejo dejetos líquidos).

A bovinocultura estudada será classificada em:

- Bovinocultura de corte,

- Bovinocultura de leite.

### 3.3.2 Classificação da Produção e Caracterização das Fases

Segundo Oliveira et al. (1993), a suinocultura está agrupada em três principais fases: unidade de produção de leitões (UPL), creche e unidade de crescimento e terminação. Estas são classificadas, respectivamente, Unidade de Produção de Leitões (UPL), Creche, Recria e Terminação.

Conforme Resolução CONSEMA 372, 2018, os empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, passíveis de licenciamento ambiental, com a definição de seus portes e potencial poluidor, podem obter licença, em função de suas peculiaridades locais, poderá exigir licenciamento ambiental municipal, através de Resolução do Conselho Municipal de Meio Ambiente ou ainda CONSEMA (2018, Art. 2º. Parágrafo único), “...quando a área física do empreendimento e atividade licenciável ultrapassar os limites de um município, o impacto não será mais de âmbito local e a competência para licenciamento será estadual”. Quando no município licenciamento ocorre pela Secretaria do Meio Ambiente e quando pelo estado pela FEPAM. O setor de suinocultura e bovinocultura estão classificados conforme tabelas 1 e 2:

**Tabela 1- Atividades Licenciáveis - CRIAÇÃO DE ANIMAIS DE MEDIO PORTE - Criação de Suínos com Manejo de Dejetos Líquidos**

CODRAM	DESCRIÇÃO	UNIDADE DE MEDIDA PORTE	POTENCIAL POLUIDOR	PORTE MÍNIMO	PORTE PEQUENO	PORTE MÉDIO	PORTE GRANDE	PORTE EXCEPCIONAL
114,21	CRIAÇÃO DE SUINOS CICLO COMPLETO COM MANEJO DEJETOS LÍQUIDOS	Número de matrizes (un)	Alto	de 6 a 10	de 11 a 50	de 51 a 60	de 61 a 400	demais
114,22	CRIAÇÃO DE SUINOS UNIDADE PRODUTORA DE LEITÕES ATE 21 DIAS COM MANEJO DEJETOS LÍQUIDOS	Número de matrizes (un)	Alto	de 6 a 70	de 71 a 280	de 281 a 420	de 421 a 840	demais
114,23	CRIAÇÃO DE SUINOS UNIDADE PRODUTORA DE LEITÕES ATE 63 DIAS COM MANEJO DEJETOS LÍQUIDOS	Número de matrizes (un)	Alto	de 6 a 50	de 51 a 200	de 201 a 300	de 301 a 1000	demais
114,24	CRIAÇÃO DE SUÍNOS TERMINAÇÃO COM MANEJO DEJETOS LÍQUIDOS	Número de cabeças (un)	Alto	de 61 a 100	de 101 a 500	de 501 a 1000	de 1001 a 2000	demais
114,25	CRIAÇÃO DE SUÍNOS CRECHE COM MANEJO DEJETOS LÍQUIDOS	Número de cabeças (un)	Alto	de 201 a 400	de 401 a 2000	de 2001 a 3000	de 3001 a 5000	demais

**Fonte: Adaptado pelo autor. CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – Resolução CONSEMA 372/2018 - (2019).**

**Tabela 2 - Atividades Licenciáveis - Criação de Animais de Grande Porte (confinado e semi-confinado)**

CODRAM	DESCRIÇÃO	UNIDADE DE MEDIDA	POTENCIAL POLUIDOR	PORTE MÍNIMO	PORTE PEQUENO	PORTE MÉDIO	PORTE GRANDE	PORTE EXEPCIONAL
116,1	CRIAÇÃO DE BOVINOS CONFINADOS	Número de cabeças (un)	Alto	de 51 a 100	de 101 a 200	de 201 a 400	de 401 a 600	demais
117,1	CRIAÇÃO DE BOVINOS (SEMICONFINADO)	Número de cabeças (un)	Alto	de 201 a 300	de 301 a 400	de 401 a 600	de 601 a 1000	demais

**Fonte: Adaptado pelo autor. CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – Resolução CONSEMA 372/2018 - (2019).**

### 3.3.3 Geração de Dejetos das Fases

#### 3.3.3.1 Geração de dejetos das fases da suinocultura

Conforme (Jelineck, 1997), calcula-se de uma forma aceitável que um suíno (entre de 16 a 100 kg de peso vivo) gera de 8,5 a 4,9% de seu peso corporal em urina + fezes diariamente. No entanto, se faz necessário uma caracterização do volume de dejetos produzidos por suíno, de maneira individualizada, nas demais fases do ciclo da criação, contemplando a gestação, maternidade, creche, recria e terminação.

Perdomo, 2001, afirma que os sistemas confinados formam a base da expansão da suinocultura, justifica a necessidade do manejo adequado de dejetos na forma líquida. A diluição em grande nível é um agravante para complicações de captação, armazenagem, tratamento e distribuição dos dejetos líquidos.

De uma forma geral, o volume de dejetos produzidos pelos suínos, pode ser estimado aplicando os dados da tabela 3 e tabela 4, apenas para valores obtidos pela análise somente do esterco+urina, não se aplicando para diluição na aplicação de água no manejo e bebedouros, (Oliveira, 1993) e (Perdomo, 1997).

No entanto a geração de dejetos pode estar associada ao tipo de instalação, manejo, equipamentos e às estações do ano (inverno /verão). Pode ainda ser levado em consideração a interferência dos índices pluviométricos no aumento desta geração.

**Tabela 3 - Produção média diária de esterco (kg), esterco + urina (kg) e dejetos líquidos (L) por animal por fase**

<b>Categoria de Suínos</b>	<b>Esterco</b>	<b>Esterco+Urina</b>	<b>Dejetos Líquidos</b>
25 - 100 kg	2,30	4,90	7,00
Porcas em Gestação	3,60	11,00	16,00
Porcas em Lactação	6,40	18,00	27,00
Machos	3,00	6,00	9,00
Leitões Desmamados	0,35	0,95	1,40
<b>Média</b>	<b>2,35</b>	<b>5,80</b>	<b>8,60</b>

Fonte: Oliveira (1993).

**Tabela 4 – Produção de dejetos em cada fase de produção.**

<b>Tipo de Produção</b>	<b>Kg de Dejetos/dia</b>	<b>Período (dias)</b>	<b>Produção de Dejetos (l/dia)</b>	<b>Produção de Dejetos (m3)</b>
Ciclo Completo	matriz	120	57,10	8,20
UPL - 21 dias	matriz	120	16,00	2,30
UPL - 63 dias	matriz	120	27,00	4,00
Terminação - 110 dias	cabeça	120	7,00	1,00
Creche - 50 dias	cabeça	120	1,40	0,20
Central de Insiminação	cabeça	365	9,00	3,90

Fonte: Adaptado de Oliveira (1993) e Perdomo (1997) - (2019).

### 3.4 ANÁLISE DOS DADOS

De posse dos dados coletados na abrangência do NRS, a partir do dimensionamento dos sistemas de produção de animais confinados (SPACs) e dos relatórios de análise previa será os dados serão compilados de forma sistemática para identificar e avaliar o potencial de

produção de biogás no Noroeste do Rio Grande do Sul das fontes predominantes de biomassa dos dejetos de suínos e bovinos.

Com os resultados sistematizados, qualificados e quantificados será possível vislumbrar e propor ações e de desenvolvimento de tecnologias voltadas a produção de energias renováveis através do biogás, na utilização rejeitos produzidos pelo SPACs de suínos e bovinos. Apresentando subsídios para elaboração de um plano estratégico para os municípios da região, na indicação das possibilidades de desenvolver políticas de atração de novos investimentos, proporcionado pelos benefícios econômico, social e ambiental da biodigestão, na geração de energia elétrica, térmica e biofertilizante.

### **3.5 RESULTADO E DISCUSSÃO**

#### **3.5.1 Dos Empreendimentos e Atividades Licenciáveis pela FEPAM – Ativos**

##### **3.5.1.1 Dos empreendimentos e atividades licenciáveis pela FEPAM – Ativos da suinocultura**

Dos empreendimentos e atividades licenciadas pela FEPAM estão norteados pela Resolução CONSEMA 372/2018.

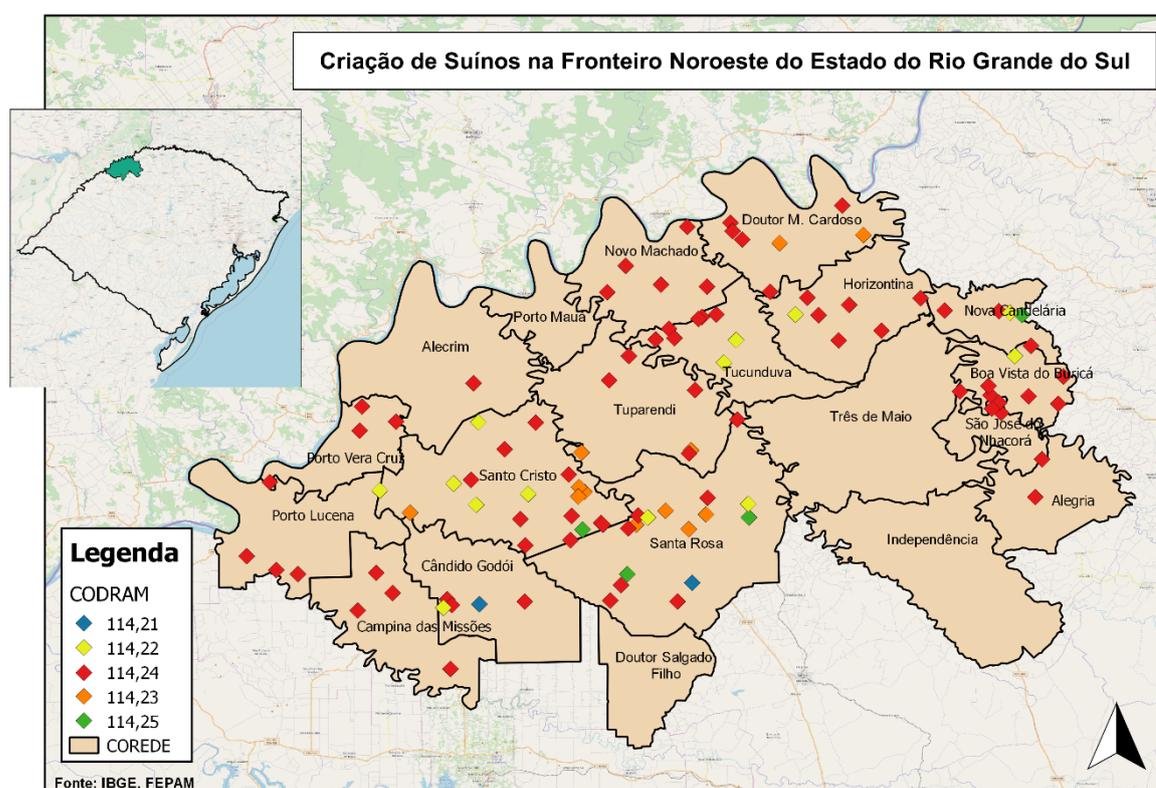
Os dados levantados do número de animais e sistema de criação da NRS, foram gerados através da consulta direta o site da FEPAM, através das abas do Licenciamento Ambiental por município conforme CODRAM - Código de Ramo padronizado. No qual estão licenciados os sistemas de criação classificados como de grande porte com competência de licenciamento na esfera Estadual. Estas são classificadas pelos códigos CODRAM e descrição das atividades, conforme apresentado na tabela 1: Atividades Licenciáveis - CRIAÇÃO DE ANIMAIS DE MEDIO PORTE - Criação de Suínos com Manejo de Dejetos Líquidos.

Segue abaixo tabelas e gráficos demonstrando os empreendimentos licenciado, na tabela 5 o quantitativo de suínos e sistemas de criação do NRS e as atividades licenciáveis pela FEPAM, conforme código de ramo padronizado dos municípios estudados. No mapa 2 pode-se verificar a distribuição geográfica das atividades dos empreendimentos (SPACs) do NRS licenciados pela FEPAM, conforme manejo dos dejetos líquidos. No gráfico 3, o quantitativo total de animais criados nos SPACs com manejo de dejetos líquidos licenciados por municípios pela FEPAM. No gráfico 4, a representação em percentual que cada município detém destes sistemas. E no gráfico 5, está representado as quantidades totais de animais no NRS conforme códigos de ramo padronizado.

**Tabela 5 – Número de Suínos e Sistema de Criação do NRS Licenciados pela FEPAM/CODRAM - com Manejo de Dejetos Líquidos**

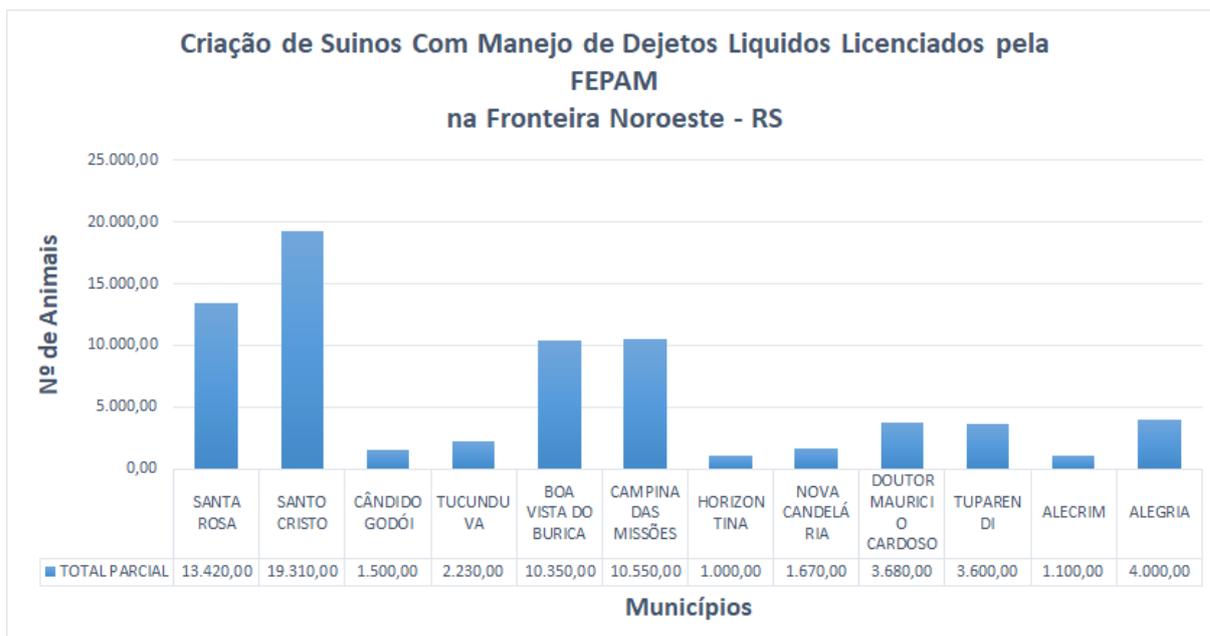
Dos Empreendimentos e Atividades Licenciáveis pela FEPAM - Resolução CONSEMA 372/2018 - FRONTEIRA NOROESTE							
CRIAÇÃO DE SUÍNOS - COM MANEJO DE DEJETOS LÍQUIDOS							
MUNICÍPIOS	CÓDIGO 114-21	CÓDIGO 114-22	CÓDIGO 114-23	CÓDIGO 114-24	TOTAL PARCIAL	Biogás m3/dia	Kwa/dia
SANTA ROSA	500	8.100	4.820,00		13.420,00		
SANTO CRISTO	1200	10.180,00	7.930		19.310,00		
CÂNDIDO GODÓI	100	1.400			1.500,00		
TUCUNDUVA	850	1.380			2.230,00		
BOA VISTA DO BURICA		1.100		9.250	10.350,00		
CAMPINA DAS MISSÕES		400		10.150	10.550,00		
HORIZONTINA		1.000			1.000,00		
NOVA CANDELÁRIA		1.670			1.670,00		
DOCTOR MAURICIO CARDOSO			3.680,00		3.680,00		
TUPARENDI			3.600,00		3.600,00		
ALECRIM				1.100	1.100,00		
ALEGRIA				4.000	4.000,00		
<b>TOTAL GERAL</b>	<b>2.650,00</b>	<b>25.230,00</b>	<b>20.030,00</b>	<b>24.500,00</b>	<b>72.410,00</b>		

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

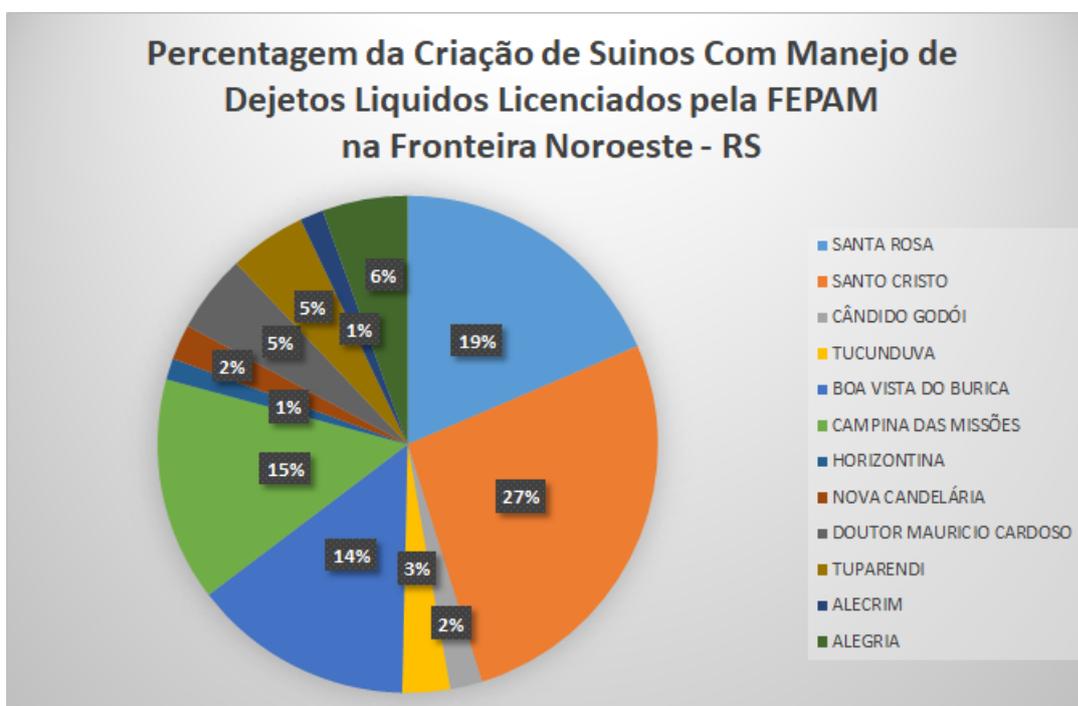


**Mapa 2 – Localização por Atividades dos Empreendimentos (SPACs) do NRS Licenciados pela FEPAM/CODRAM - com Manejo de Dejetos Líquidos**

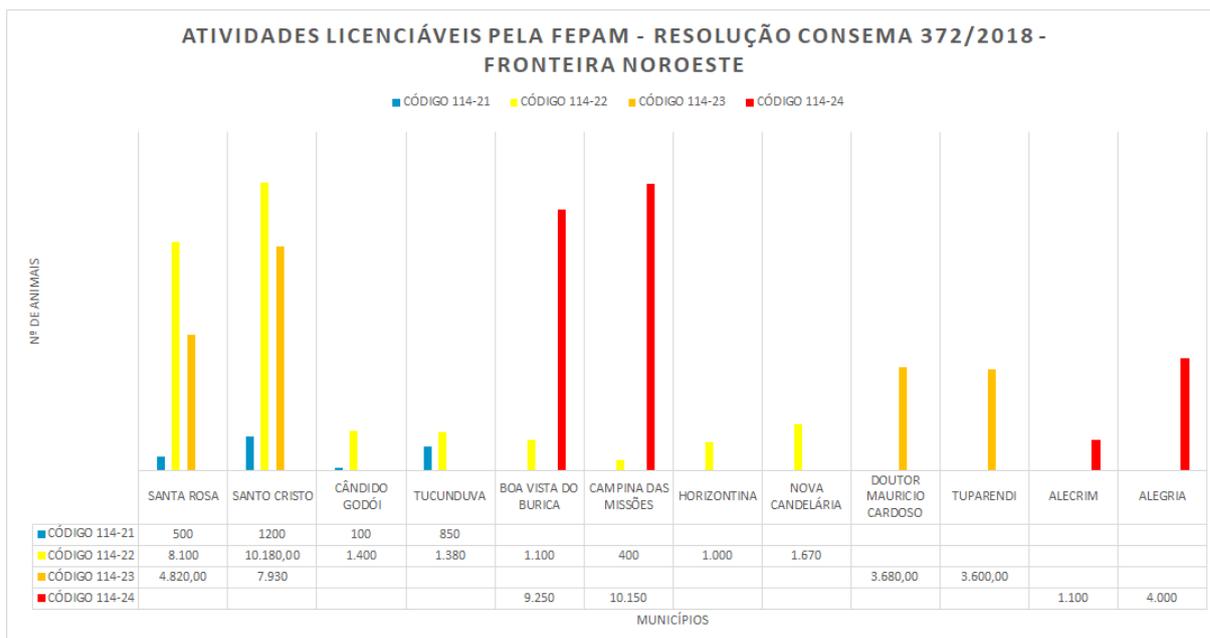
Fonte: Elaborado pelo autor (2019).



**Gráfico 3 – Número de Suínos e Sistema de Criação (SPACs) por Municípios da NRS Licenciados pela FEPAM/CODRAM - com Manejo de Dejetos Líquidos**  
 Fonte: Elaborado pelo autor (2019).



**Gráfico 4 – Representação do Número de Suínos e Sistema de Criação (SPACs) por Municípios do NRS Licenciados pela FEPAM/CODRAM - com Manejo de Dejetos Líquidos**  
 Fonte: Elaborado pelo autor (2019).



**Gráfico 5 – Disposição Quantidade de Animais Dispostos no NRS Licenciados pela FEPAM/CODRAM - com Manejo de Dejetos Líquidos**  
**Fonte: Elaborado pelo autor (2019).**

### 3.5.3 Avaliação do Potencial de Produção do Plantel de Suínos e Bovinos

Com o propósito de analisar o potencial de produção de biogás no Noroeste do Rio Grande do Sul (NRS) a partir da biomassa dos dejetos de suínos e bovinos, foi realizada pesquisa na obtenção dos dados em consultas nos sites oficiais como IBGE, FEPAM, Prefeituras e entre outras, para estimar o potencial de geração de biogás, energia elétrica e biofertilizante.

Para nortear a pesquisa se fez necessário o levantamento de dados como, o número de suínos e bovinos do País, Estado do Rio Grande do Sul e Região Noroeste (municípios do COREDE 5), para posterior comparação e avaliação do potencial de geração do biogás da região.

Segundo dados obtidos no site do IBGE-SIDRA- Censo Agropecuário-2017, o número de cabeças de suínos e bovinos no país no ano de 2017 foi de 39.176.271 e 171.858.168, no Estado do Rio Grande do Sul de 6.448.514 e 11.443.487, podendo na mesma fonte estratificar o número de cabeças de suínos e bovinos na Região NRS (COREDE 5) foi de 673.902 e 297.125 respectivamente conforme se pode observar na tabela 06.

Dos dados coletados do Censo Agropecuário de 2017, pode-se observar a expressiva participação de no plantel de suínos e bovinos criado em nosso País, Estados e Municípios. Comparando em porcentagem, pode-se constatar que o Rio Grande do Sul possui 16,4%

cabeças de suínos e 6,6% cabeças de bovinos deste total. No entanto a região NRS constituída por 20 municípios, em comparação com os dados do RGS detêm 10,45% de suínos e 2,60% de bovinos deste plantel.

Com esta análise observa-se que a região NRS detêm um significativo potencial de criação de suínos e bovinos em comparação com o plantel do Estado, detendo uma fatia de 5,43% de cabeças.

É importante também evidenciar que se comparando em área territorial, o NRS é inferior às demais regiões, implicando em uma alta concentração de suínos e bovinos por área.

Através desta análise comprova-se que o NRS apresenta uma significativa vocação de criação de suínos e bovinos, apresentando um número expressivo comparando às demais regiões do Estado. No mapa 1 pode-se observar que a área do COREDE 5 identifica a região em questão.

**Tabela 6 – Número de Suínos/Bovinos no Brasil, Rio Grande do Sul e Municípios da NRS - IBGE-SIDRA-Censo Agropecuário-2017**

<b>Efetivo dos rebanhos (cabeças)</b>						
<b>Suíno/Bovino - Total- Ano 2017</b>						
<b>Brasil, Unidade da Federação e Município</b>						
	<b>SUINO</b>	<b>BOVINO</b>	<b>TOTAL S - B</b>	<b>PERCENTUAL</b>		
<b>Ano</b>	<b>2017</b>	<b>2017</b>		<b>Suíno</b>	<b>Bovino</b>	<b>S - B</b>
Brasil	39.176.271	171.858.168	211.034.439			
Rio Grande do Sul	6.448.514	11.443.487	17.892.001	<b>16,46%</b>	<b>6,66%</b>	<b>8,48%</b>
<b>Municípios</b>	<b>673.902</b>	<b>297.125</b>	<b>971.027</b>	<b>10,45%</b>	<b>2,60%</b>	<b>5,43%</b>
Alecrim - RS	9.721	29.801	39.522	1,44%	10,03%	4,07%
Alegria - RS	7.021	7.978	14.999	1,04%	2,69%	1,54%
Boa Vista do Buricá - RS	64.751	11.226	75.977	9,61%	3,78%	7,82%
Campina das Missões - RS	30.281	20.743	51.024	4,49%	6,98%	5,25%
Cândido Godói - RS	28.915	22.336	51.251	4,29%	7,52%	5,28%
Doutor Maurício Cardoso - RS	31.092	8.241	39.333	4,61%	2,77%	4,05%
Horizontina - RS	40.479	11.794	52.273	6,01%	3,97%	5,38%
Independência - RS	3.561	7.861	11.422	0,53%	2,65%	1,18%
Nova Candelária - RS	87.698	11.374	99.072	13,01%	3,83%	10,20%
Novo Machado - RS	28.706	6.962	35.668	4,26%	2,34%	3,67%
Porto Mauá - RS	3.371	7.049	10.420	0,50%	2,37%	1,07%
Porto Vera Cruz - RS	7.257	10.885	18.142	1,08%	3,66%	1,87%
Porto Lucena - RS	12.810	21.853	34.663	1,90%	7,35%	3,57%
Santa Rosa - RS	92.226	20.111	112.337	13,69%	6,77%	11,57%
Santo Cristo - RS	144.212	42.053	186.265	21,40%	14,15%	19,18%
São José do Inhacorá - RS	19.264	5.966	25.230	2,86%	2,01%	2,60%
Senador Salgado Filho - RS	855	6.759	7.614	0,13%	2,27%	0,78%
Três de Maio - RS	13.014	17.029	30.043	1,93%	5,73%	3,09%
Tucunduva - RS	25.742	6.399	32.141	3,82%	2,15%	3,31%
Tuparendi - RS	22.926	20.705	43.631	3,40%	6,97%	4,49%

Fonte: IBGE-SIDRA - Censo Agropecuário Ano 2017. Elaborado pelo autor.

**Fonte: Elaborado pelo autor (2019).**

### 3.5.4 Avaliação do Potencial de Geração de Biogás

Segundo Farret (2014), um suíno produz 2,25 kg de dejetos por dia e 1 kg de dejetos produz 0,064m<sup>3</sup> de biogás. E um bovino produz 10,00 kg de dejetos por dia e 1 kg de dejetos produz 0,040m<sup>3</sup> de biogás, conforme tabela 7.

**Tabela 7 – Produção de gás por dejetos de animais semiestabulados**

<b>Animal</b>	<b>Kg de Dejetos/dia</b>	<b>m<sup>3</sup> de Gás de Dejetos</b>	<b>m<sup>3</sup> de Gás/animal/dia</b>
Aves	0,09	0,0550	0,0050
Bovinos	10	0,0400	0,4000
Equinos	6,5	0,0480	0,3100
Ovinos	0,77	0,0700	0,0500
Suínos	2,25	0,0640	0,1400

Fonte: Farret (2014).

Através da equação (1) e (2) pode-se obter o valor do volume de biogás gerado em um dia.

$$T \text{ biogás/animal} = m \text{ desejos/dia} * f \text{ produção/animal} \quad (1)$$

$$T \text{ biogás/Suíno} = 2,25 * 0,064$$

$$T \text{ biogás/Suíno} = 0,14 \text{m}^3/\text{dia}$$

$$T \text{ biogás/Bovino} = 10,00 * 0,048$$

$$T \text{ biogás/animal} = 0,40 \text{m}^3/\text{dia}$$

Onde  $T$  é a quantidade de biogás produzido por animal, proveniente de  $m$  que são os dejetos produzidos por dia e  $f$  que é a produção de dejetos por animal. A partir da equação (1) vem a equação (2)

$$T1 \text{ biogás/dia} = T \text{ biogás/animal} * N \quad (2)$$

- Quantidade de Biogás produzido por Suíno no NRS

$$T1 \text{ biogás/diaS} = 0,14 * 673.902,00$$

$$T1 \text{ biogás/diaS} = 94.346,28 \text{ m}^3/\text{dia}.$$

- Quantidade de Biogás produzido por Bovino no NRS

$$T1 \text{ biogás/diaB} = 0,4 * 2.971.125,00$$

$$T1_{\text{biogás}/\text{dia}B} = 118.850 \text{ m}^3/\text{dia}.$$

- Quantidade total de Biogás produzido por Suíno e Bovinos no NRS

$$T1_{\text{biogás}/\text{dia}SB} = 213.196,28 \text{ m}^3/\text{dia}$$

Onde  $T1$  é a quantia de biogás produzida por dia, a partir do produto de  $T$ , quantia de biogás produzida por animal, e  $N$ , que é quantidade de animais do local. Assim é possível obter valor total da capacidade de produção biogás/dia. Com essas informações foi possível realizar os cálculos e obter os valores referentes ao total de biogás gerado no País, Estado e NRS.

**Tabela 8 – Potencial de Produção de Biogás em m<sup>3</sup>/dia no País, Estado e NRS**

<b>Volume de Biogás Produzido no Brasil m<sup>3</sup>/dia</b>	<b>Volume de Biogás Produzido no Estado do RS m<sup>3</sup>/dia</b>	<b>Volume de Biogás Produzido no Noroeste do Rio Grande de Sul m<sup>3</sup>/dia</b>
74.227.945,14	74.227.945,14	149.237,40

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Segundo comparativos de Lima (2007) e levando em consideração os fatores climáticos, faz-se necessário reduzir do valor encontrado em 30%, o que dará uma margem menor de erros no dimensionamento do gerador.

Farret (2014) informa que para obter informações sobre a capacidade de geração de energia elétrica com o biogás, é de fundamental importância os dados referentes à capacidade de produção de biogás/dia.

### 3.5.5 Avaliação do Potencial de Geração de Energia Elétrica

Para obter o valor referente à capacidade de geração de energia elétrica, realizou-se uma análise de um motor gerador. Tendo como base, o motor/gerador de 30 kVA que consome, em média, 10 m<sup>3</sup> de biogás por hora; então, a cada 10 m<sup>3</sup> de biogás o motor gerador gera 30 kVAh de energia.

**Tabela 9 - Capacidade de produção de biogás m<sup>3</sup>/h no NRS**

<b>Volume de Biogás Produzido no NRS m<sup>3</sup>/dia</b>	<b>100% Biogás/dia</b>	<b>70% Biogás/dia</b>	<b>m<sup>3</sup>/hora</b>
213.196,28	213.196,28	149.237,40	6.218,22

**Fonte: Elaborado pelo autor (2019).**

Se o somatório de suínos e bovinos geram 213.196,28 m<sup>3</sup>/dia de biogás, considerando as perdas que equivalem a 30%, então a capacidade de geração é de 149.237,40 m<sup>3</sup>/dia de biogás, dividindo esse valor por 24 que é o número de horas do dia é possível obter o valor da capacidade de geração de biogás por hora no NRS, que é de 6.218,23 m<sup>3</sup>/h.

Realizou-se a mesma análise no Estado do RS e no País para comparações, conforme se pode observar na tabela 10 tem-se a capacidade de produção em m<sup>3</sup>/h de biogás no Estado RS.

**Tabela 10 - Capacidade de produção de biogás m<sup>3</sup>/h no Estado RS**

<b>Volume de Biogás Produzido no Rio Grande do Sul m<sup>3</sup>/dia</b>	<b>100% Biogás/dia</b>	<b>70% Biogás/dia</b>	<b>m<sup>3</sup>/hora</b>
5.480.186,76	5.480.186,76	3.836.130,73	159.838,78

**Fonte: Elaborado pelo autor (2019).**

Na tabela 11 se tem o valor da capacidade de produção em m<sup>3</sup>/h de biogás no País Brasil.

**Tabela 11 - Capacidade de produção de biogás m<sup>3</sup>/h no País**

<b>Volume de Biogás Produzido no Brasil m<sup>3</sup>/dia</b>	<b>100% Biogás/dia</b>	<b>70% Biogás/dia</b>	<b>m<sup>3</sup>/hora</b>
74.227.945,14	74.227.945,14	51.959.561,60	2.164.981,73

**Fonte: Elaborado pelo autor (2019).**

A partir dos dados obtidos, é necessário identificar qual a capacidade de geração de energia elétrica por m<sup>3</sup>/h de biogás. Segundo Farret (2014) para o gerador aplicado, com capacidade de geração de 30 kVA a cada 10 m<sup>3</sup>/h de biogás, se pode aplicar a equação (3), sendo possível observar a capacidade de potência instalada em kVA.

$$P \text{ kVA} = C_p \text{ biogás m}^3/\text{h} * \frac{C_{gm}}{C_{bm}} \quad (3)$$

$$P \text{ kVA} = 6.218,23 * \frac{30}{10}$$

$$P \text{ kVA} = \mathbf{18.654,60}$$

Onde  $P \text{ kVA}$  é a potência instalada em kVA, o  $C_{gm}$  é a capacidade de geração do motor,  $C_{bm}$  é o consumo de biogás pelo motor e  $C_p \text{ biogás } m^3/h$  é a capacidade de produção do biogás em  $m^3$  por hora. Para obter a capacidade de potência ativa instalada foi aplicada a equação (4).

$$P \text{ kW} = P \text{ kVA} * FP \quad (4)$$

$$P \text{ kW} = 18.654,60 * 0,9$$

$$P \text{ kW} = \mathbf{16.789,22}$$

Onde  $P \text{ kW}$  é a potência instalada em kW,  $P \text{ kVA}$  é a potência instalada em kVA e o fator de potência em  $FP$ . A partir das equações apresentadas é possível obter os valores do potencial de geração de energia elétrica por biodigestores com biogás no NRS e também do Estado do RS e País Brasil, tornando possível realizar um comparativo do potencial, conforme se pode observar na tabela 12.

**Tabela 12 - Potencial de geração de energia elétrica por biogás em KW**

<b>País Brasil</b>	<b>Estado RS</b>	<b>NRS - Noroeste do Rio Grande de Sul</b>
6.494.945,19 kVA	479.516,34 kVA	18.654,69 kVA
5.845.450,68 kW	431.564,71 kW	16.789,21 kW

**Fonte: Elaborado pelo autor (2019).**

Ao analisar os resultados é notório afirmar a grande capacidade de gerar energia elétrica proveniente de um potencial que hoje é inexplorado, a biomassa de dejetos de suínos e bovinos na geração do biogás. Fica evidente o significativo potencial de geração de energia elétrica da biomassa, País Brasil na ordem de 5,85 GW, no Estado Rio Grande do Sul de 431,56 MW e no Noroeste do Rio Grande do Sul (COREDE 5) de 16,79 MW.

### 3.5.5.1 Avaliação do potencial de geração de energia elétrica – consumidores residências (unidade)

Segundo Junior (2016), conforme o último levantamento realizado em maio de 2016, da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), o consumo médio de uma residência brasileira é de 160 kWh/mês. A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) calcula uma média brasileira de R\$ 0,48 reais por quilowatt-hora (sem impostos). Assim, uma fatura de energia elétrica de uma residência brasileira, em média, pode custar R\$ 76,80.

Considerando os dados levantados é possível quantificar o número de famílias que poderão ser atendidas com o potencial de geração de energia elétrica por biodigestores com biogás no NRS, no Estado do RS e País Brasil, em um período de 30 dias de produção, realizando um comparativo do número de consumidores residenciais (unidade) e a geração em reais desta energia segundo valores da ANEEL/maio 2016 pode-se observar na tabela 13.

**Tabela 13 - Potencial de geração de energia elétrica por biogás - consumidores residenciais (unidade)**

<b>País Brasil</b>	<b>Estado RS</b>	<b>NRS - Noroeste do Rio Grande de Sul</b>
673.395.918.310 Un	1.942.041 Un	75.551 Un
323.230.040.788,84 R\$	932.179,77 R\$	36.264,69 R\$

**Fonte: Elaborado pelo autor (2019).**

Onde NR é o número de residências atendidas (Un), SB é a quantidade de KW produzido por *biogás m<sup>3</sup>/h*, N(h mês) é o número de horas no mês de referência (720 horas) e CMR (kW/mês) é o consumo médio de uma residência brasileira, demonstrada na equação (5).

$$NR (Un) = (SB (KWh) * N(h mes))/CMR\left(\frac{kWh}{mes}\right)$$

$$NR (Un) = (16.789,21 * 720)/160$$

$$NR (Un) = 75.551,43$$

Considerando os valores obtidos na equação (5) com base levantamento realizado em maio de 2016, da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) poderia ser abastecido 75.551 unidades de residências brasileira de referência.

Com base na tabela 14, onde o somatório das residências no NRS é de 70.377 unidades, partindo da premissa que todas as residências do NRS fossem equiparadas ao consumo médio de uma residência brasileira teríamos um excedente de 5.174 unidades domésticas de referência.

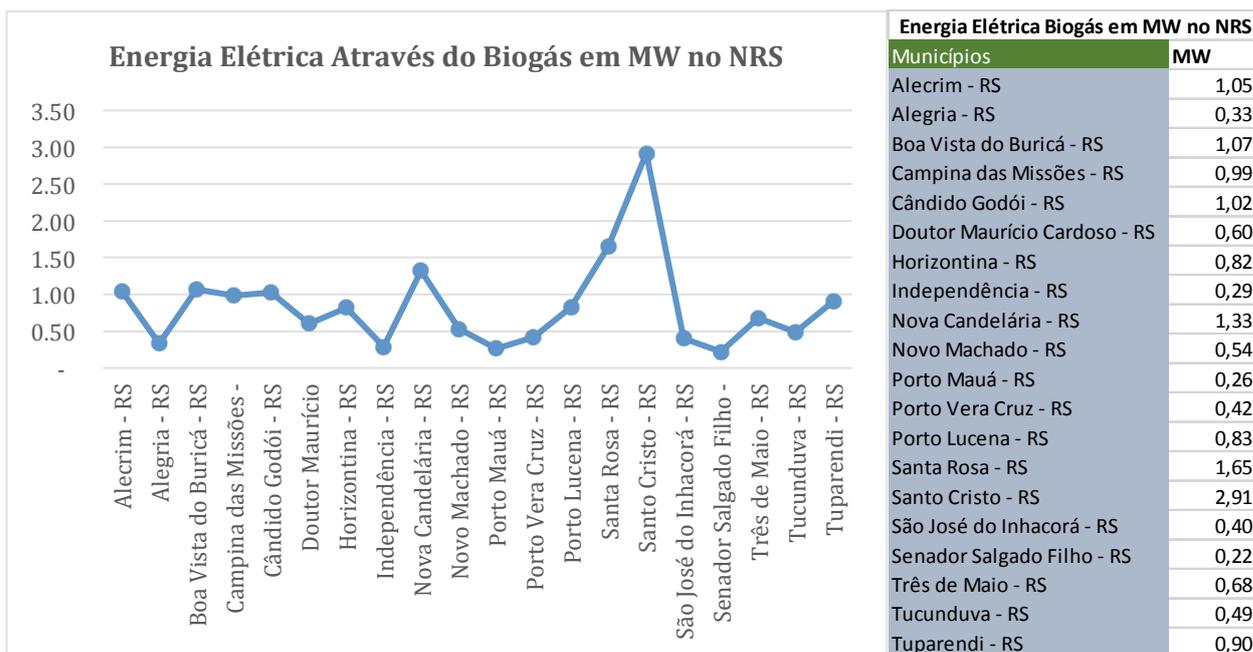
**Tabela 14 – Unidades domésticas residentes em domicílios particulares. Por tipo de família, segundo a situação do domicílio no NRS -Ano 2010**

Tabela 3495 - Unidades domésticas residentes em domicílios particulares. por tipo de família, segundo a situação do domicílio	
Variável - Unidades domésticas residentes em domicílios particulares (Unidades)	
Situação do domicílio - Total	
Ano - 2010	
Tipo de família - Total	
Município	
Alecrim (RS)	2473
Alegria (RS)	1495
Boa Vista do Buricá (RS)	2230
Campina das Missões (RS)	2080
Cândido Godói (RS)	2163
Doutor Maurício Cardoso (RS)	1892
Horizontina (RS)	6586
Independência (RS)	2265
Nova Candelária (RS)	914
Novo Machado (RS)	1417
Porto Lucena (RS)	1988
Porto Mauá (RS)	841
Porto Vera Cruz (RS)	687
Santa Rosa (RS)	23339
Santo Cristo (RS)	4859
São José do Inhacorá (RS)	755
Senador Salgado Filho (RS)	947
Três de Maio (RS)	8311
Tucunduva (RS)	2057
Tuparendi (RS)	3078
Total de Municípios	70377
Fonte: IBGE - Censo Demográfico	

**Fonte: IBGE – Censo Demográfico/2010. Adaptado pelo autor (2019).**

### 3.5.5 .2 Avaliação do potencial de geração de energia elétrica por municípios do NRS

Pode ser evidenciado no gráfico 6 o potencial de geração de energia elétrica oriunda da biomassa, biogás, nos municípios do NRS, em uma classificação faixa de potencialidade na escala maior ou inferior, obteve-se sete municípios de 0 a 0,5 MW, também sete de 0,5 a 1,0 MW, quatro de 1,0 a 1,5 MW, um de 1,5 a 2,0 e um com quase 3MW (2,91 MW).



**Gráfico 6 – Geração de Energia Elétrica Através do Biogás em MW no NRS**  
**Fonte: Elaborado pelo autor (2019).**

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a realização da pesquisa para avaliar o potencial de produção de biogás no Noroeste do Rio Grande do Sul (NRS) a partir da biomassa dos dejetos de suínos e bovinos, foi possível mapear e estimar a potencialidade de geração do biogás em m<sup>3</sup>/dia e a conversão em energia elétrica em KW. Considerando os fatores climáticos, fez-se necessário a redução do valor encontrado em 30% para poder estimar a capacidade mais próxima do real, visão conservadora, na geração de energia elétrica com o biogás.

O potencial de geração de energia elétrica oriunda da biomassa de suínos e bovinos em biogás em m<sup>3</sup>/dia, no País Brasil na ordem de 74.227.945, no Estado do Rio Grande do Sul 5.480.186,76 e no Noroeste do RS de 213.196,28. E a potencialidade na transformação em eletricidade em KW no País Brasil na ordem de 5.845.450,68 (5,85 GW), no Estado do Rio Grande do Sul 431.564,71 (431,56 MW) e no Noroeste do RS de 16.789,21(16,79 MW). Poderia ser abastecido 75.551 unidades de residências brasileira (referência), segundo a base de levantamento realizado em maio de 2016, da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) com os valores de KW gerados pelo potencial de biogás no NRS.

Na pesquisa realizada nos 20 municípios da NRS (COREDE 5), ficou evidente a vocação da região na criação em sistemas de produção de animais confinados (SPACs) principalmente de suínos e gado de leite, em destaque um município com capacidade de geração de energia na ordem de 2,91 MW, quatro municípios com capacidade acima de 1MW, sete na faixa próxima a 1MW e também sete até 0,5 MW. Os municípios estudados apresentaram uma média de produção de energia elétrica de 0,84 MW.

No entanto, pode-se concluir que se o potencial de geração de biogás for associado a outras fontes de biomassa, como o biogás produzido através de plantas energéticas e a outras fontes de geração de energia renováveis aplicada ao contexto da biomassa e da Geração Distribuída (GD), como por exemplo, a fotovoltaica, que também apresenta enorme potencial de geração na região em estudo, a capacidade de geração será muito superior à que a hidrelétrica é capaz de gerar.

Os dados levantados na pesquisa foram através de fontes oficiais e públicas como IBGE, FEPAM e municípios. As configurações das informações não são estratificadas de forma fácil, cada órgão possui seu banco de dados e a forma de tratá-los. Outra fonte que compila os dados que poderia apresentar maior facilidade na identificação dos sistemas de criação, quantidade de animais, coordenadas geográficas, produtores é a IDA- Inspeção Defesa Agropecuária, da Secretaria de Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Local do RS, por considerar estas informações pessoais e não estar disponível ao grande público interessado, deixou de colaborar de forma pontual neste trabalho e com a comunidade onde está inserida.

A biodigestão anaeróbica poderá representar importante papel na cadeia produtiva do agronegócio e na sustentabilidade ambiental, pois além de permitir a redução significativa do potencial poluidor, trata-se de um processo no qual proporciona a redução do efeito estufa, uma alternativa para o tratamento dos efluentes da suinocultura e bovinocultura, podendo os rejeitos ser utilizados como biofertilizante, reduzindo de forma significativa a utilização dos fertilizantes químicos tradicionais, no reúso da água na cogeração de energia elétrica ou térmica durante o processo. Ocorrendo assim a transformação de um passivo ambiental para um ativo econômico.

Para trabalhos futuros, recomenda-se analisar a viabilidade da implantação de biodigestores com cultivares energéticos, a utilização de resíduos agropastoris e a comparação com a geração hídrica, considerando os valores de investimento e o impacto ambiental. Oportunizando, contudo, novos desafios em projetos inovadores com ações efetivas e significativas a curto e médio prazo. E de novas tecnologias aplicadas a cadeia produtiva do biogás.

## REFERÊNCIAS

ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). **Programa brasileiro de etiquetagem - PBE. PROCEL**, 2010. Disponível em: < <http://www.labeee.ufsc.br/projetos/etiquetagem>>. Acesso em: 06 abr. 2018.

BAUKE, Oswaldo; MAIA, Nilson Gonçalves. **CARTILHA DO AGRICULTOR, 1º Volume**, Publicação da Secretaria da Agricultura - RS, Porto Alegre, 1982.

CABRAL, Carolina Bayer et al. **Tecnologias de digestão anaeróbia com relevância para o Brasil: substratos, digestores e uso de biogás / Probiogás**; organizadores, Ministério das Cidades, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH (GIZ). Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2015.

CONSEMA, Resolução 372/2018. **Dispõe sobre os empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, passíveis de licenciamento ambiental no Estado do Rio Grande do Sul, destacando os de impacto de âmbito local para o exercício da competência municipal no licenciamento ambiental**. Disponível em: < <https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/201804/18092406-372-2018-atividades-licenciavies-compilada.pdf>>. Acesso em: 22 jan. 2019.

CONFERÊNCIA DAS PARTES – COP-20. 2014. Disponível em:< [http://www.wwf.org.br/wwf\\_brasil/?42902/COP20-Desenho-de-novo-acordo-climtico-ainda-tem-lacunas-importantes](http://www.wwf.org.br/wwf_brasil/?42902/COP20-Desenho-de-novo-acordo-climtico-ainda-tem-lacunas-importantes)>. Acessado em: fevereiro, 2019.

DAÍ PRA et al. **Compostagem como alternativa para gestão ambiental na produção de suínos**. Porto Alegre: Editora Evangraf Ltda., 2009.

DIESEL, R.; MIRANDA, C. R.; PERDOMO, C. C. **Coletânea de tecnologias sobre dejetos de suínos. Boletim Informativo de Pesquisa - Embrapa Suínos e Aves e Extensão - EMATER/RS**, ano 10, n. 14, 2002. Disponível em: <<docsagencia.cnptia.embrapa.br/suíno/bipers/bipers14.pdf>>. Acesso em: 30 jan. 2019.

FARRET, Felix Alberto. **Aproveitamento de pequenas fontes de energia elétrica**. 3ª edição. Santa Maria – RS: Editora UFSM, 2014.

FATMA. **Instrução Normativa IN-11. Portaria Intersetorial nº01/04, de 24.03.2004**. Florianópolis: FATMA, 2004.

FEIX, R. D.; LEUSIN JÚNIOR, S.; AGRANONIK; C. **Painel do agronegócio no Rio Grande do Sul** — 2016. Porto Alegre: FEE, 2016.

GOVER DO BRASIL. **Matriz energética.** Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/noticias/meio-ambiente/2010/11/matriz-energetica>>. Acesso em: 22 fev. 2019.

GREENPRO. **Projeto Comissão Europeia, programa ALTENER, utilização das fontes de energia renováveis (FER), 2004.** Disponível em: <http://www.greenpro.de>. Acesso em: 07 abr. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção da Pecuária Municipal 2017.** Rio de Janeiro. 2016. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/pesquisa/24/76693>. Acesso em: 03 abr. 2019.

LOVATO, Adalberto. **Metodologia da pesquisa.** Três de Maio: SETREM, 2013.

JELINEK, T. TÍTULO In: TAIGANIDES, E.P. **Animal wastes.** Essex, England: Ap. Sc., 1977, p.165–74. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/004/X6518E/X6518E02.htm#ch2.1.4.3>. >. Acesso em: 30 jan. 2019.

JÚNIOR, Luiz Carlos L. – **Como reduzir minhas contas? Que tal começar pela fatura de energia elétrica.** Release. Artigo. RGE RS. Assessoria de imprensa. 2016. Disponível em: <<https://www.rge-rs.com.br/releases/Paginas/como-reduzir-minhas-contas-que-tal-comecar-pela-fatura-de-energia-eletrica.aspx>> Acesso em: 10 abr. 2019.

KNOPKI, Roberta Hessmann. JENDE, Oliver. **Guia técnico de biogás na agroindústria.** Fundação do Meio Ambiente, Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais, Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável (GIZ), 2015.

KONRAD, Odorico - **Atlas das biomassas do Rio Grande do Sul para produção de biogás e biometano** / Odorico Konrad et al. - Lajeado: Ed. da Univates, 2016. Disponível em: <<http://minasenergia.rs.gov.br/upload/arquivos/201608/31073746-atlas-das-biomassas.pdf>>. Acesso em: 05 abr. 2018.

KONZEN, E. A. **Manejo e utilização de dejetos suínos.** Concórdia: EMBRAPA - CNPSA, 1983. 32p. (EMBRAPA - CNPSA. Circular técnica, 6).

KONZEN, E.A. **Avaliação quantitativa e qualitativa dos dejetos de suínos em crescimento e terminação, manejados em forma líquida.** Belo Horizonte: UFMG, 1980. 56p. Tese de mestrado.

KUNZ, Airton. OLIVEIRA, Paulo Armando V. de. **Aproveitamento de dejetos de animais para geração de biogás.** Revista de Política Agrícola, Brasília, DF, Secretaria Nacional de Política Agrícola, Companhia Nacional de Abastecimento, ano XV, n. 3, p. 28 – 35, Jul./Ago./Set 2006. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/revista-de-politica-agricola/revista-de-olitica-agricola-n3-2006.pdf>>. Acesso em: 05 abr. 2018.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Fundamentos para a Elaboração da Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) do Brasil no contexto do Acordo de Paris** - 21<sup>a</sup> Conferência das Partes (COP21), 2015, Disponível em: <

<http://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/acordo-de-paris>>. Acesso em: 22 out. 2018.

OLIVEIRA, P. A. V. DE (Coord.) **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos**. Concórdia: CNPSA-EMBRAPA, 1993. 188p. (EMBRAPA- CNPSA. Documentos, 27).

PALZ, Wolfgang. **Energia Solar e fontes alternativas**. Curitiba/PR. Ed. Hemus. 2002.

PASQUETTI, Eluir Paulo. **A competitividade da suinocultura desenvolvida no município de nova candelária e sua representatividade no noroeste do RS**. 2010. 08 f. Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Gestão do Agronegócio, pelo MBA em Gestão do Agronegócio da Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2010. Disponível em: <[http://www.emater.tche.br/site/arquivos\\_pdf/teses/Mono\\_Elir\\_Pasquetti.pdf](http://www.emater.tche.br/site/arquivos_pdf/teses/Mono_Elir_Pasquetti.pdf)>. Acesso em 05 abr. 2018, 11:35.

PERDOMO, C. C.; LIMA, G. J. M. M; NONES, K. **Produção de suínos e meio ambiente**. In: **9º SEMINÁRIO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA SUINOCULTURA**, n, 2001, Gramado. Anais... Gramado, 2001, p.8-24.

PNUD. **Estudo sobre o Potencial de Geração de Energia a partir de Resíduos de Saneamento (lixo, esgoto), visando incrementar o uso de biogás como fonte alternativa de energia renovável: Produto 6 – Resumo Executivo**. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD Ministério do Meio Ambiente – MMA. São Paulo, 2010. 1 p. (Publicações). Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/164/\\_publicacao/164\\_publicacao10012011033201.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/164/_publicacao/164_publicacao10012011033201.pdf)>. Acesso em 05 abr. 2018.

PROBIOGÁS (Projeto Brasil Alemanha de Fomento ao Aproveitamento Energético do Biogás). **Guia prático do biogás – geração e utilização**. RIBEIRO, Amarolina. "O que é matriz energética?"; Brasil Escola. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/geografia/o-que-e-matriz-energetica.htm>>. Acesso em 22 de fevereiro de 2019.

RODRIGUES, C. M. C.; OLIVEIRA, D. B. **Análise competitiva da indústria de suínos do Rio Grande do Sul**. Artigo Técnico. Mestrado em Engenharia da Produção, UFSM - Santa Maria, RS.1996.

SILVA, F.C.M. **Tratamento dos dejetos suínos utilizando lagoas de alta taxa de degradação em batelada**. Florianópolis: UFSC, 115 f, 1996. (Dissertação Mestrado)