

**UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA E MEIO AMBIENTE
ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL**

FERNANDA ARAUJO FERREIRA

**ESTUDO DE NORMAS RECOMENDADAS (NBR)
E REGULAMENTADORAS (NR) PARA
USO TÉRMICO DO BIOGÁS**



**NITERÓI
2016**

FERNANDA ARAUJO FERREIRA

**ESTUDO DAS NORMAS RECOMENDADAS E REGULAMENTADORAS PARA
USO TÉRMICO DO BIOGÁS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Engenharia Agrícola e Ambiental, da Universidade Federal Fluminense, como requisito para a obtenção do grau Bacharel em Engenharia Agrícola e Ambiental.

Orientadora:
Prof^a Dr^a Roberta Jimenez de Almeida Rigueira

Niterói
2016

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca da Escola de Engenharia e Instituto de Computação da UFF

F383 Ferreira, Fernanda Araujo
Estudo das normas recomendadas (NBR) e regulamentadoras
(NR) para uso térmico do biogás / Fernanda Araujo Ferreira. –
Niterói, RJ : [s.n.], 2016.
44 f.

Trabalho (Conclusão de Curso) – Departamento de Engenharia
Agrícola e do Meio Ambiente, Universidade Federal Fluminense,
2016.

Orientador: Roberta Jimenez de Almeida Rigueira.

1. Biogás. 2. Biometano. 3. Energia elétrica. I. Título.

CDD 665.89

FERNANDA ARAUJO FERREIRA

**ESTUDO DAS NORMAS RECOMENDADAS E REGULAMENTADORAS PARA
USO TÉRMICO DO BIOGÁS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Engenharia Agrícola e Ambiental, da Universidade Federal Fluminense, como requisito para a obtenção do grau Bacharel em Engenharia Agrícola e Ambiental.

Aprovada em 01 de abril de 2016.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a DSc. Roberta Jimenez de Almeida Rigueira – UFF

Prof. MSc. James Hall – UFF

Prof. MSc. Leonardo Hamacher – UFF

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à toda minha família, em especial aos meus pais, e ao meu namorado, que sempre me deram apoio e força para seguir em busca dos meus objetivos.

AGRADECIMENTO

À Professora Doutora Roberta Jimenez de Almeida Rigueira, minha orientadora, pela paciência e compreensão dedicada, pelo seu incansável e permanente apoio e pela disponibilidade dispensada em todas as situações necessárias para a concretização deste projeto.

A todos os professores da UFF que contribuíram para minha formação, tanto técnica quanto pessoal.

Aos amigos, que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento deste estudo.

RESUMO

A tecnificação para o tratamento de dejetos seja oriundo de resíduos domésticos, agropecuários ou industriais, é o grande desafio para a sustentabilidade dessas atividades. É necessário evitar que dejetos continuem a serem lançados no meio ambiente, poluindo mananciais, solo, ar, comprometendo a qualidade de vida das populações rurais e urbanas, e a sobrevivência da fauna e da flora. A digestão anaeróbica do resíduo de origem animal através do biodigestor resulta na produção de biogás, composto basicamente por metano (CH_4 – 60 a 70%) e dióxido de carbono (CO_2 – 30%). Este trabalho tem como objetivo realizar o estudo das normas recomendadas (NBR), estabelecidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), e regulamentadoras (NR), estabelecidas pelo Ministério do Trabalho e Emprego, para o uso térmico do biogás. Especificamente, objetivou-se realizar um levantamento das Normas Recomendadas (NBR) e Regulamentadoras (NR) em comparação às Normas Internacionais, comumente utilizadas e referenciadas. Conclui-se que é necessário elaborar normas Recomendadas (ABNT – NBR) e ou Normas Regulamentadoras (NR), que possam se adequar à realidade do país, contribuindo de forma efetiva na implantação de um sistema gerador de biogás, assim como na sua transformação em biometano e energia elétrica. Além disso, com a utilização de um sistema internacional mais detalhado foi possível identificar os pontos deficientes e sugerir a elaboração de normas que contribuam para o aperfeiçoamento de projetos de instalação de sistemas de produção de biogás, a nível nacional. A adequação das normas será de grande valia na produção do biometano e energia elétrica.

Palavras-chave: biodigestor, biometano, energia elétrica, segurança.

ABSTRACT

The technification for the treatment of waste is coming from domestic, agricultural or industrial waste, it is the great challenge for the sustainability of these activities. It is necessary to prevent waste continue to be released into the environment, polluting water sources, soil, air, compromising the quality of life of rural and urban populations, and the survival of fauna and flora. The anaerobic digestion of animal waste through the digester results in the production of biogas composed primarily of methane (CH₄ - 60 to 70%) and carbon dioxide (CO₂ - 30%). This work aims to conduct the study of recommended standards (NBR), established by the Brazilian Association of Technical Standards (ABNT) and regulatory standards (NR), established by the Ministry of Labor and Employment, for the thermal use of biogas. Specifically, the objective was to conduct a survey of the Recommended Standards (NBR) and Regulatory (NR) in comparison to the international Standards, commonly used and referenced. We conclude that it is necessary to prepare Recommended Standards (ABNT - NBR) and or Regulatory standards (NR), which can be adapted to the country's reality, and contribute effectively in the implementation of a biogas generator system and its transformation into biomethane and electricity. Moreover, with the use of a more comprehensive international system it was possible to identify weak points and suggest the development of standards which contribute to the improvement of installation projects of biogas systems at a national level. The adequacy of the standards will be valuable in the production of biomethane and electricity.

Keywords: biodigester, biomethane, electrical energy, security.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – Fases do processo de upgrade do biogás para biometano.....	8
FIGURA 2 – Esquema de uma usina de biogás agrícola com utilização de cosubstrato.....	11
FIGURA 3 – Representação esquemática do fluxograma de produção de biogás, biometano e energia elétrica.....	12

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Descrição das Normas Internacionais – alemãs, referentes ao sistema produtivo de biogás.....	13
QUADRO 2 – Descrição das Normas brasileiras ABNT – NBR referentes ao sistema produtivo de biogás.....	14
QUADRO 3 – Descrição das Normas Regulamentadoras referentes ao sistema produtivo de biogás.....	15
QUADRO 4 – Descrição das Normas Internacionais – alemãs e americanas – no sistema produtivo de biometano a partir do biogás.....	16
QUADRO 5 – Descrição das normas brasileiras (ABNT – NBR), no sistema produtivo de biometano a partir do biogás.....	16
QUADRO 6 – Descrição das Normas Internacionais, Recomendadas e Regulamentadoras no processo de geração de energia elétrica a partir do sistema de produção de biogás.....	17
QUADRO 7 – Descrição das Normas Internacionais relacionadas às Normas ABNT (NBR) e Normas Regulamentadoras (NR) no sistema de produção de biogás.....	18
QUADRO 8 – Descrição das Normas Internacionais relacionadas às Normas ABNT (NBR) e Normas Regulamentadoras (NR) na geração de biometano a partir do sistema de produção de biogás.....	23

LISTA DE ABREVIações E SIGLAS

Abiogás	- Associação Brasileira de Biogás e Biometano
ABNT	- Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANEEL	- Agência Nacional de Energia Elétrica
ANTT	- Agência Nacional de Transportes Terrestres
ASTM	- American Society for Testing and Materials
CAAF	- Condomínio de Agroenergia para Agricultura Familiar da Sanga Ajuricaba
COSCIP	- Código de Segurança contra Incêndio e Pânico
DIN	- Instituto Alemão de Normatização
EPE	- Empresa de Pesquisa Energética
FISPQ	- Ficha de informações de segurança de produtos químicos
GEE	- Gases de Efeito Estufa
GN	- Gás natural
GNV	- Gás natural veicular
ISO	- International Organization for Standardization
NBR	- Norma brasileira
NR	- Norma regulamentadora
PCI	- Poder Calorífico Inferior
PCS	- Poder Calorífico Superior
TEP	- Tonelada Equivalente de Petróleo

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	OBJETIVOS	3
2.1.	OBJETIVO GERAL.....	3
2.2.	OBJETIVO ESPECÍFICO.....	4
3.	JUSTIFICATIVA	4
4.	ESTRUTURA DO TRABALHO	5
5.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	6
5.1.	GERAÇÃO DE BIOGÁS.....	6
5.2.	GERAÇÃO DE BIOMETANO.....	7
5.3.	GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA.....	8
6.	MATERIAL E MÉTODOS	10
6.1.	SISTEMA DE PRODUÇÃO DE BIOGÁS.....	10
6.2.	SISTEMA DE PRODUÇÃO DE BIOMETANO.....	15
6.3.	SISTEMA DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA.....	16
7.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
7.1.	NORMAS RECOMENDADAS E REGULAMENTADORAS NO SISTEMA PRODUÇÃO DE BIOGÁS.....	17
7.2.	NORMAS RECOMENDADAS E REGULAMENTADORAS NO SISTEMA PRODUÇÃO DE BIOMETANO.....	22
7.3.	NORMAS RECOMENDADAS E REGULAMENTADORAS NO SISTEMA PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA.....	24
8.	CONCLUSÕES	24
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25
	APÊNDICE	28

1. INTRODUÇÃO

A existência e a sobrevivência da vida humana se sustentam sobre três eixos: os alimentos, a água e a energia. Eles se movem sempre articulados; quando um é afetado, os outros são atingidos, e a vida se vê ameaçada. Dos três, a energia é determinante, pois é ela que move tudo. Para garantir o suprimento energético necessário, o ser humano inventou diferentes formas de geração de energia. Atualmente, o grande desafio mundial reside em como garantir a energia que possa dar continuidade ao nosso processo civilizatório, especialmente em se tratando de fontes renováveis.

De maneira intensificada, nos últimos 250 anos a humanidade modificou sua matriz energética através da inserção de combustíveis fósseis, possibilitando atender a demanda energética para os processos de industrialização e urbanização, e ao mesmo tempo sustentar o consumo de bens e serviços. A invenção das máquinas elétricas e a introdução de veículos automotores possibilitaram a formação da moderna sociedade de consumo, caracterizada por uma demanda energética nunca vista na história da humanidade (GOLDEMBERG; LUCON, 2007).

Na lógica do consumo, o crescimento da demanda energética mundial apresenta-se como um reflexo dos benefícios proporcionados pelo desenvolvimento tecnológico e econômico. Segundo a companhia (BP, 2013) o consumo mundial de energia deve crescer a 1,6% ao ano ou a 0,7% ao ano per capita, totalizando um acréscimo de 39% entre 2010 e 2030, mantendo 75% de sua origem derivada do petróleo, gás e carvão.

Dados da Organização das Nações Unidas – ONU (2012) demonstraram que 75% da energia gerada em todo o mundo está sendo consumida por apenas 25% da população mundial, principalmente nos países industrializados. O mesmo estudo indicou que cerca de 1,3 bilhão de pessoas não possuem acesso à eletricidade e que 2,7 bilhões dependem de madeira, carvão vegetal ou resíduo animal para cozinhar e aquecer, constituindo-se uma grande barreira para a erradicação da pobreza. Nos países industrializados, o problema de energia está relacionado ao desperdício e à poluição, através do uso ineficiente e do emprego de uma matriz energética baseada em combustíveis fósseis, com elevadas taxas de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE).

A tecnificação para o tratamento de dejetos seja oriundo de resíduos domésticos, agropecuários ou industriais, é o grande desafio para a sustentabilidade dessas atividades. É necessário evitar que dejetos continuem a serem lançados no meio ambiente, poluindo mananciais, solo, ar, comprometendo a qualidade de vida das populações rurais e urbanas, e a sobrevivência da fauna e da flora.

A tecnologia da digestão anaeróbica em biodigestores é uma das possibilidades para o combate da poluição. A utilização de biodigestores tem merecido importante destaque devido aos aspectos de saneamento e energia, além de estimular a reciclagem de nutrientes.

A digestão anaeróbica do resíduo de origem animal através do biodigestor resulta na produção de biogás. O biogás é composto por uma mistura de gases, cujo tipo e percentagem variam de acordo com as características do tipo de resíduo e às condições de funcionamento do processo de digestão (BARRERA, 1993). Os principais constituintes do biogás são o metano e o dióxido de carbono, no qual biogás é composto em média de 65% de metano, sendo o restante basicamente de dióxido de carbono. Outros gases, como sulfeto de hidrogênio, o nitrogênio, hidrogênio e monóxido de carbono também compõe o biogás em menores concentrações.

O biogás gera energias elétrica e térmica, além de biocombustível como o biometano, gás resultante do processo de purificação do biogás. Durante o processo, ocorre a produção de biofertilizante (CIBIOGÁS, 2015).

A produção do biogás traz benefícios econômicos, ambientais e sociais.

- Econômico: Para o produtor ou empresário: ele poderá utilizar energia elétrica ou térmica gerada pelo biogás para o abastecimento interno de sua propriedade ou empresa, fazendo com que o consumo de lenha ou eletricidade caia drasticamente. Além disso, poderá receber créditos ao fornecer energia para a rede. Há ainda a possibilidade de geração de biometano, biocombustível que pode ser usado em veículos convertidos a GNV (Gás Natural Veicular), deixando de consumir diesel ou gasolina, cortando custos. Além disso, poderá ser reaproveitado ou vendido o biofertilizante proveniente da transformação do biogás.

Para o Brasil: com o aumento da produção agroindustrial, gera-se receita e arrecadação para o país.

- Ambiental: Com a produção do biogás por meio do reaproveitamento – principalmente de dejetos de animais - o produtor ou empresário deixa de contaminar o solo, lençóis freáticos, rios e açudes.

Além disso, evita-se lançar na atmosfera gases de efeito estufa, como o metano e dióxido de carbono produzidos pela decomposição dos dejetos. Esses gases provocam a elevação da temperatura do planeta.

- Social: Ao retirar resíduos ou dejetos do meio ambiente, evita-se odores desagradáveis e a proliferação de doenças causadas por insetos atraídos por esse material.

Outra vantagem social é a democratização do uso de energia. Por ser uma produção descentralizada, consegue-se levar eletricidade e gás para abastecer cozinhas, por exemplo, a comunidades que não tinham acesso a isso.

Em se tratando do uso de biogás no Brasil a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) considera que o potencial energético das biomassas (matéria orgânica usada como fonte de energia) no Brasil, saltará de 210 milhões de TEP (Tonelada Equivalente de Petróleo) em 2013, para cerca de 460 milhões de TEP em 2050.

A Associação Brasileira de Biogás e Biometano (Abiogás) considera que o potencial nacional é de cerca de 20 bilhões de metros cúbicos ao ano nos setores sucroalcooleiro e na produção de alimentos. No setor de saneamento básico, resíduos sólidos e esgotos domésticos é de três bilhões de metros cúbicos ao ano (CIBIOGÁS, 2015).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo realizar o estudo das Normas Recomendadas (NBR) e Regulamentadoras (NR) para o uso térmico do biogás.

2.2. Objetivo específico

Identificar as Normas Recomendadas (NBR) e Regulamentadoras (NR) em comparação às Normas Internacionais, comumente utilizadas e referenciadas.

3. JUSTIFICATIVA

A produção do biogás traz benefícios econômicos, ambientais e sociais.

Econômico: há possibilidade de geração de biometano, biocombustível que pode ser usado em veículos convertidos a GNV (Gás Natural Veicular), deixando de consumir diesel ou gasolina, cortando custos. Além disso, poderá ser reaproveitado ou vendido o biofertilizante proveniente da transformação do biogás.

Ambiental: com a produção do biogás por meio do reaproveitamento – principalmente de dejetos de animais, o produtor ou empresário deixa de contaminar o solo, lençóis freáticos, rios, açudes e o solo.

Social: ao retirar resíduos ou dejetos do meio ambiente, evita-se odores desagradáveis e a proliferação de doenças causadas por moscas atraídas por esse material. Outra vantagem social é a democratização do uso de energia. Por ser uma produção descentralizada, consegue-se levar eletricidade e gás para abastecer populações carentes.

A transformação de biogás em biometano é efetuada através de tratamento térmico com os objetivos de: (a) Efetuar a limpeza do gás, onde são removidos componentes residuais que são nocivos para a rede de transporte de distribuição de GN ou para motores de combustão; e, (b) remoção de CO₂ e ajuste do Poder Calorífico Superior (PCS) e densidade relativa, para fim de padronização.

A produção de biometano pode ser valorizada a nível energético (calor, eletricidade, volume injetado na rede ou aplicação veicular), valorização do composto final, e valorização econômica através da redução de emissão de gases do efeito estufa (GEE).

Quando convertido em energia elétrica, as vantagens da utilização do biogás estão relacionadas às emissões evitadas pela geração de energia elétrica utilizando uma fonte renovável e à eficiência dos sistemas de conversão.

Por esses motivos torna-se importante a realização de um estudo sobre as normas recomendadas, segundo Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), e regulamentadoras, de acordo com o Ministério do Trabalho e Emprego, que possam contemplar o uso térmico do biogás.

O estudo abordará as normas internacionais comumente utilizadas como referência e as normas brasileiras existentes, em relação aos aspectos construtivos, emissões, instalações de gás, proteção contra raios, redes de distribuição – energia elétrica, segurança contra explosões e tubulações.

4. ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho baseou-se nas normas alemãs para instalação do sistema produtivo de biogás, utilizadas como referência devido à grande experiência sobre o aproveitamento do biogás. As normas alemãs do Instituto Alemão de Normalização (Deutsches Institut für Normung – DIN) são referências mundiais e a Alemanha um dos líderes mundiais na produção de biogás.

Foi realizada uma pesquisa exploratória afim de correlacionar normas internacionais e brasileiras, segundo à realidade do sistema produtivo de biogás no Brasil.

Espera-se que este trabalho possa contribuir de forma efetiva no que se refere à identificação de normas que supram à necessidade de regulamentar e recomendar procedimentos referentes ao sistema de produção de biogás, biometano e energia elétrica.

5. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

5.1. Geração de Biogás

O biogás foi descoberto por volta do século XVIII pelo pesquisador Alessandro Volta, que iniciou sua produção em ampla escala por biodigestores difundidos na Índia e também na China tendo como finalidade suprir as necessidades energéticas na zona rural (SILVEIRA, 1981).

O biogás é uma mistura gasosa composta principalmente por dióxido de carbono (CO_2) e metano (CH_4). É produzido pela digestão anaeróbia, que é um processo fermentativo que tem a finalidade de remover matéria orgânica, formar biogás e produzir biofertilizantes. Os biofertilizantes são o que resta da biomassa após a fermentação. Ele apresenta teores de nitrogênio (N), entre 1,5 e 2,0%, de fósforo (P), entre 1,0 e 1,5%, e de potássio (K), entre 0,5 e 1,0%, sendo um adubo orgânico com alta qualidade (JUNQUEIRA, 2014).

Devido ao seu alto teor de metano, o biogás é um ótimo gás para geração de energia térmica e para ser utilizado em motores a explosão.

De acordo com a concentração do gás metano presente no biogás o poder calorífico pode variar entre 4,95 e 7,92 kWh m^3 , poder calorífico inferior (PCI) e poder calorífico superior (PCS), respectivamente, mas uma vez efetuada a purificação da mistura gasosa com a eliminação principalmente da água e do dióxido de carbono, este valor pode variar entre 9,94 e 11,07 kWh m^3 (OLIVEIRA, 2005).

A maior parcela dos compostos do biogás, o metano (CH_4) quando lançado na atmosfera apresenta potencial de poluição 21 vezes superior ao dióxido de carbono (CO_2) no que se refere ao efeito estufa, sendo que sua utilização na geração de energia leva a uma redução do potencial de poluição ambiental (COELHO et al., 2006).

Ao contrário do álcool da cana de açúcar e de óleos extraídos de outras culturas, tais como o milho, a soja e a mamona, o biogás não compete por espaço com outras culturas, e assim não coloca a produção de alimentos em risco (BARRERA, 2003).

Como se percebe, o uso do biogás é considerado mais simples e com menos características de agressão ao ambiente e por essa razão muitos países fazem uso

deste tipo de gás, inclusive o Brasil, pois além de ser totalmente limpo, o biogás é reutilizado, diminuindo os níveis gasosos na atmosfera. A geração do biogás está relacionada às leis de conservação ambiental (em nível de país, estado ou município) (BRASIL, 2013; ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2012; ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2013; GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ, 2014; GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2014), pois o produtor rural/criador é responsável pelos danos que os dejetos de seus animais possam causar ao meio ambiente.

5.2. Geração de Biometano

Comparativamente a outros combustíveis fósseis, a queima do metano gera menos poluentes atmosféricos por unidade de energia gerada, por isso, é caracterizado como um combustível limpo e o seu uso em equipamentos, veículos, aplicações industriais e geração de energia tende a aumentar (BEUX, 2005).

Para injeção na rede de GN ou utilização veicular, é fundamental o *upgrade* do biogás, devido aos elevados níveis de contaminantes que podem provocar elevada corrosão nos gasodutos ou provocar a destruição de um motor (GOULDING, 2012).

Porém, este processo requer a implementação de um sistema de limpeza (separação de gases) e posterior compressão do biometano resultante para a pressão requerida pela aplicação final. Este sistema acrescenta um custo de investimento mais elevado a todo o processo.

A produção de biometano apresenta como principal problema a remoção de CO₂ e de diversos contaminantes que estão presentes no biogás. Estes têm necessariamente que ser removidos para que seja possível obter um produto final que substitua o GN nas suas diversas aplicações.

A transformação de biogás em biometano é efetuada através de um tratamento que tem os seguintes objetivos:

- Efetuar a limpeza do gás, onde são removidos componentes residuais que são nocivos para a rede de transporte de distribuição de GN ou para motores de combustão;

- Efetuar o *upgrade*, no qual o CO₂ é removido para ajustar o Poder Calorífico Superior (PCS) e a densidade relativa, de modo a que se atinjam as especificações de Índice de Wobbe (o qual depende destes dois parâmetros). (RYCKEBOSCH et al., 2011) (Figura 1).

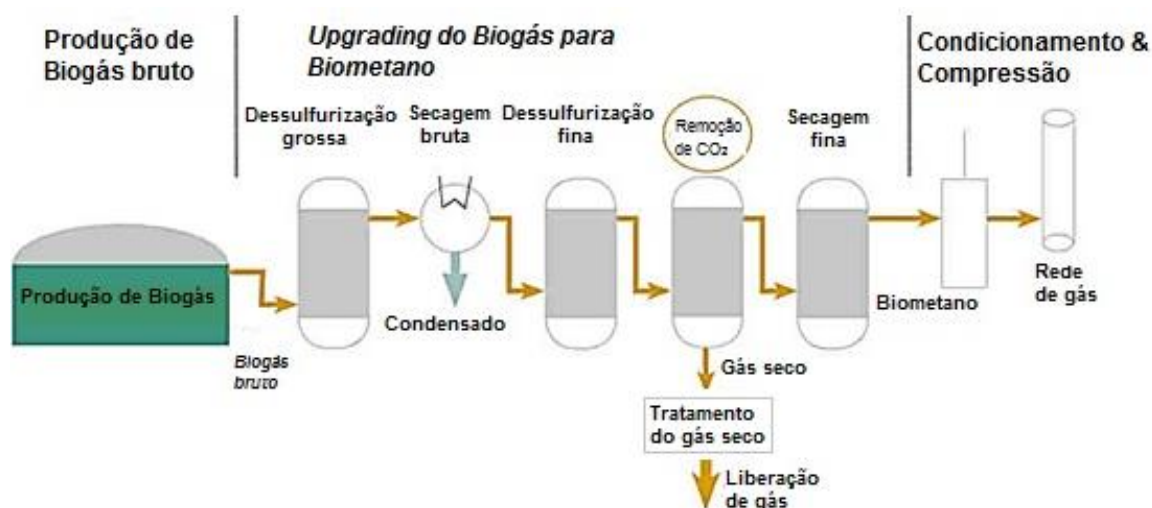


Figura 1 – Fases do processo de *upgrade* do biogás para biometano (DBFZ, 2012).

Após esta transformação, o produto final (designado por biometano) apresentará na sua composição valores entre os 95 – 97% CH₄ e 1 – 3% CO₂. Atingida esta composição, o biometano pode assim ser utilizado como substituto do GN na maioria das suas aplicações.

A produção de biometano pode ser valorizada em três vertentes: valorização energética (calor, eletricidade, volume injetado na rede ou aplicação veicular), valorização do composto final resultante da digestão anaeróbia, e valorização económica através da redução de emissão de GEE. (JARDIM, 2013).

5.3. Geração de Energia Elétrica

A grande quantidade de biomassa proveniente das atividades agrícolas e a possibilidade de sua utilização para fins energéticos pode ser uma forma de obter energia elétrica no meio rural; além de reduzir o potencial poluidor, a utilização de

recursos naturais e o custo da energia no valor final dos produtos (ANGONESE, 2006). A Empresa de Pesquisa Energética (EPE) prevê o crescimento médio de 4,3% no consumo de energia elétrica entre os anos de 2013 e 2023 no Brasil. Entre as regiões do país o aumento de consumo de energia elétrica por ano até 2023 a região Norte será responsável por 5,9%, Nordeste 4,3%, Sudeste/Centro-Oeste 4,0%, e a região Sul 3,9%. Portanto, é necessário estimular e desenvolver novas fontes de energia para oferecer segurança energética ao país, além de substituir o uso de combustíveis fósseis.

Como consequência do alto teor de metano, o biogás captado nestes processos pode ser aproveitado em duas situações. A primeira consiste na queima direta gerando energia térmica (aquecedores, esquentadores, fogões, caldeiras). A segunda diz respeito à utilização em motores à explosão, convertendo biogás em eletricidade (PECORA, 2006).

Quando convertido em energia elétrica, as vantagens da utilização do biogás estão relacionadas às emissões evitadas pela geração de energia elétrica utilizando uma fonte renovável e à eficiência dos sistemas de conversão (PECORA, 2006).

Um metro cúbico de biogás (1 m³ de biogás) é equivalente a 6,5 kWh de energia elétrica e a eficiência dos sistemas de cogeração varia entre 30 e 38%, ou seja, entre 1,95 e 2,47 kWh. Nota-se o potencial do mesmo para ser utilizado em sistemas de cogeração de energia.

Existem diversas tecnologias para efetuar esta conversão. 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 ativa um gerador que a converte em energia elétrica. As turbinas a gás e os motores de combustão interna do tipo ciclo Otto, são as tecnologias mais utilizadas para esse tipo de conversão energética (PECORA, 2006).

Segundo Oliveira (2004), a geração de energia elétrica com o uso de biogás como combustível pode ser dividida nas seguintes tecnologias disponíveis no momento:

a) Conjunto Gerador de Eletricidade – Consiste em um motor de combustão interna ciclo Otto (álcool, gasolina ou diesel) adaptado para o uso do biogás como combustível, acoplado a um gerador de eletricidade, independente da rede de energia elétrica da concessionária local;

b) Conjunto Gerador Economizador de Eletricidade – Consiste em um motor de combustão interna ciclo Otto (álcool, gasolina ou diesel) adaptado para o uso do biogás como combustível, acoplado a um motor assíncrono, dois ou quatro pólos, que passa a gerar energia ao ser conectado à rede de energia elétrica da concessionária local.

No primeiro caso, o conjunto é independente de rede de energia elétrica local, gerando energia dentro da propriedade com o sistema de distribuição interno isolado. No segundo caso, gerador economizador de eletricidade, o equipamento gera energia somente se estiver conectado à rede de distribuição da concessionária de energia elétrica, deixando de funcionar se a mesma sofrer interrupção, ou manutenção nas redes elétricas externas. Neste caso a energia gerada é distribuída na propriedade e na rede externa até o transformador mais próximo. (OLIVEIRA, 2004).

6. MATERIAL E MÉTODOS

6.1. Sistema de produção de Biogás

A Figura 2 contém o esquema de uma usina de biogás agrícola com utilização de cosubstrato (FNR, 2010).¹

O biogás produzido durante a fermentação é armazenado e purificado, e sua utilização se dá principalmente em usinas de cogeração para a produção combinada de calor e eletricidade. A Figura 2 mostra os componentes, módulos e equipamentos essenciais de uma usina de biogás agrícola de um estágio, para cosubstratos com higienização. Da primeira etapa (armazenamento, preparação, transporte e carregamento dos substratos) fazem parte o tanque de carga ou de esterco (2), o de coleta (3) e o de higienização (4). A geração do biogás constitui a segunda etapa do processo e acontece no reator de biogás (5), também denominado biodigestor. A

¹ FNR - Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V.; Ministério da Nutrição, Agricultura e Defesa do Consumidor da Alemanha. Guia Prático do Biogás: Geração e Utilização. Gülzow: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR). 5 ed. rev. atual. 2010. 236 p

terceira etapa envolve o tanque de biomassa fermentada (8) ou depósito de biofertilizantes, e a aplicação do substrato digerido em lavouras (9). Realizada no gasômetro (6) e na usina de cogeração (7), a quarta etapa se encarrega do armazenamento, limpeza e utilização do biogás.

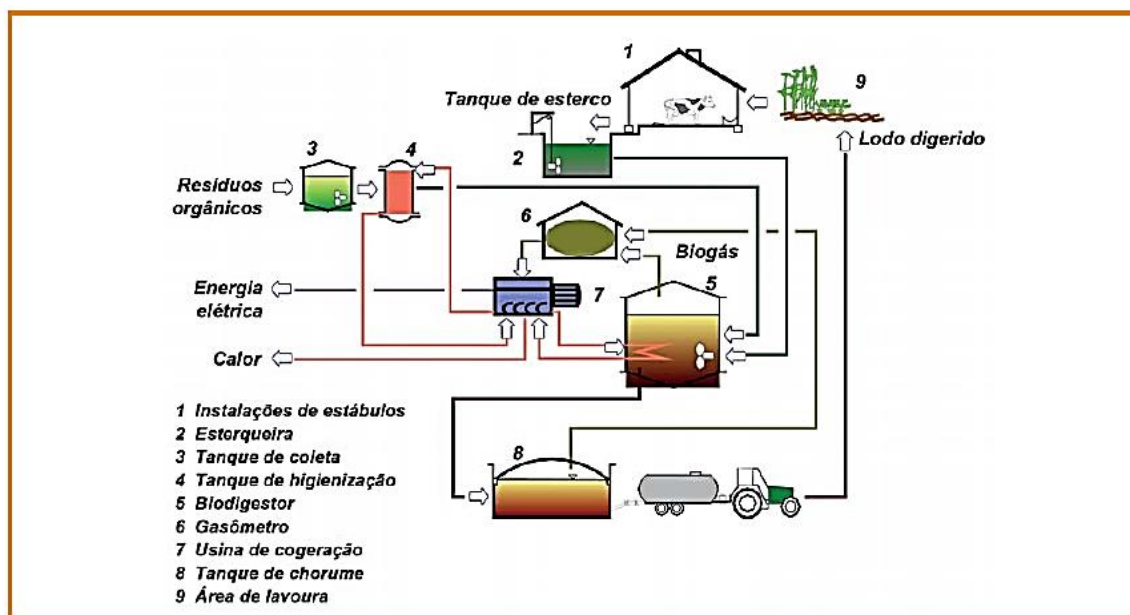


Figura 2 – Esquema de uma usina de biogás agrícola com utilização de cosubstrato.
 Fonte: FNR, 2010.

A Figura 3 contém a representação esquemática do fluxograma de produção de biogás, biometano e energia elétrica. As instalações utilizadas para exemplificar este sistema estão situadas na cidade de Marechal Cândido Rondon, pertencente ao Condomínio de Agroenergia para Agricultura Familiar da Sanga Ajuricaba – CAAF, sob responsabilidade do Centro Internacional de Energias Renováveis – Biogás (CIBIOGÁS, 2015).

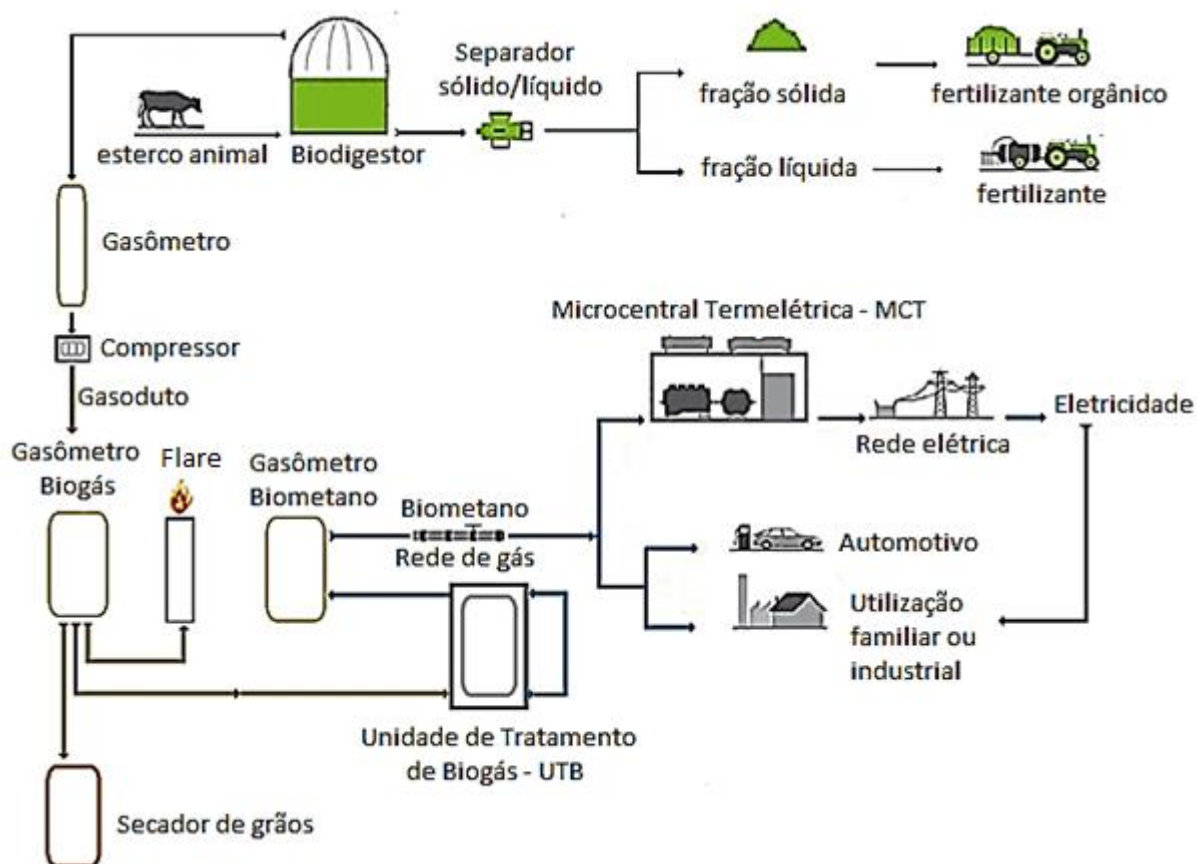


Figura 3 – Representação esquemática do fluxograma de produção de biogás, biometano e energia elétrica.

Onde não houver gasoduto, o biometano poderá ser comprimido e transportado por cilindros. A resolução nº 420 / 04 da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) contém orientação quanto à correta denominação dos produtos a serem transportados, visando a uma uniformidade no cumprimento das exigências regulamentares referentes à documentação.

Para a instalação do biodigestor é necessário a adoção de normas quanto à:

- Aspectos construtivos;
- Emissões;
- Segurança contra explosões;
- Redes de distribuição interna para gases combustíveis – tubulações;
- Redes de distribuição – energia elétrica;
- Proteção de rede elétrica; e,
- Proteção do solo – aspectos relacionados à legislação ambiental

As normas para instalação do sistema produtivo de biogás utilizadas como referência são europeias, preferencialmente alemãs, devido à grande experiência alemã sobre o aproveitamento do biogás. As normas alemãs do Instituto Alemão de Normalização (Deutsches Institut für Normung – DIN) estão listadas no Quadro 1 (FRN,2010).

Quadro 1 – Descrição das Normas Internacionais – alemãs, referentes ao sistema produtivo de biogás

Descrição	Normas Internacionais – Alemãs¹
Aspectos construtivos	DIN 1045 - Estruturas de concreto, concreto armado e concreto protendido.
	DIN 18800 – Construções de aço.
	DIN 11622-2 - Silos e tanques de esterco líquido.
	DIN EN 14015 Dimensionamento e fabricação no local de tanques de aço rasos, acima do solo, verticais, cilíndricos, soldados, destinados ao armazenamento de líquidos na temperatura ambiente e temperaturas mais elevadas.
Emissões	VDI 3475 folha 4 (esboço) - Redução de emissões – Usinas de biogás na agricultura – Fermentação de plantas energéticas e adubos orgânicos.
	Diretriz VDI 4631 (esboço) - Critérios de qualidade para usinas de biogás.
Instalações de gás	G 600 - Normas técnicas para instalações de gás DVGW-TRGI 2008.
	G 262 - Utilização de gases de fontes renováveis na rede pública de abastecimento de gás.
	VP 265 ff - Equipamentos para o tratamento e injeção de biogás em redes de gás natural.
Proteção contra raios	VDE 0185-305-1 – Proteção contra raios.
Rede de distribuição – energia elétrica	DIN 0100 parte 705 – Instalação de equipamentos de baixa voltagem.
Segurança contra explosões	DIN 4102 – Resistência de peças e materiais de construção ao fogo
	VDE 0165 parte 1/ EN 60 079-14 – Componentes elétricos para áreas com risco de explosão de gases – parte 14: Equipamentos elétricos em áreas com risco de explosão (exceto construção de fossas)
	VDE 0170/0171 – Componentes elétricos para áreas com risco de explosão
Tubulações	G 469 - Procedimentos de inspeção de pressão para tubulações e equipamentos do abastecimento de gás

Fonte: ¹ FNR, 2010.

Quadro 2 – Descrição das Normas brasileiras ABNT – NBR referentes ao sistema produtivo de biogás

Descrição	Normas ABNT (NBR) ²
Aspectos construtivos	NBR 6118 – Projeto de Estruturas de Concreto
	NBR 8800 – Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios
	NBR 15461 - Armazenamento de Líquidos Inflamáveis e Combustíveis - Construção e Instalação de Tanque Aéreo de Aço-Carbono NBR 12712 - Projeto de sistemas de transmissão e distribuição de gás combustível
Emissões	NBR ISO 14064-1:2007 - Especificação e orientação a organizações para quantificação e elaboração de relatórios de emissões e remoções de gases de efeito estufa NBR ISO 14064-2:2007 - Especificação e orientação a projetos para quantificação, monitoramento e elaboração de relatórios das reduções de emissões ou da melhoria das remoções de gases de efeito estufa NBR ISO 14064-3:2007 - Especificação e orientação para a validação e verificação de declarações relativas a gases de efeito estufa
Instalações de gás	Não identificada
Proteção contra raios	NBR 5419 - Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas
Rede de distribuição – energia elétrica	NBR 5410 - Instalações elétricas de baixa tensão
Segurança contra explosões	NBR 14432 - Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações – Procedimento.
	NBR 5418 - Instalações elétricas em atmosferas explosivas.
	NBR 5363 – Equipamentos elétricos para atmosferas explosivas – Tipo de proteção "d" - Especificação
	NBR 12313 – “Sistema de combustão – Controle e Segurança para utilização de gases combustíveis em processos de baixa e alta temperatura”.
Tubulações	NBR 15526 - Rede de distribuição interna para gases combustíveis em instalações residenciais e comerciais – Projeto e execução.
	NBR 14462 - Sistemas para Distribuição de Gás Combustível para Redes Enterradas - Tubos de Polietileno PE 80 e PE 100 – Requisitos.
	NBR 14722 - Armazenamento de Líquidos Inflamáveis e Combustíveis - Tubulação Não Metálica Subterrânea – Polietileno.

Fonte: ² ABNT, 2016.

Quadro 3 – Descrição das Normas Regulamentadoras, Resolução e Código de segurança contra incêndio e pânico referentes ao sistema produtivo de biogás

Descrição	Normas Regulamentadoras (NR³), Resolução e Código de segurança contra incêndio e pânico
Aspectos construtivos	NR 18 – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na indústria da construção 18.9 Estruturas de Concreto
	NR 18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na indústria da construção 18.8 Armações de Aço 18.10 Estruturas Metálicas
	NR 20 – Segurança e saúde no trabalho com inflamáveis e combustíveis
Emissões	NR 20 – Segurança e saúde no trabalho com inflamáveis e combustíveis. NR 15 – Atividades e operações insalubres – Anexo n.º 11- Agentes químicos cuja insalubridade é caracterizada por limite de tolerância e inspeção no local de trabalho
Instalações de gás	NR 20 – Segurança e saúde no trabalho com inflamáveis e combustíveis NR 23 - Proteção Contra Incêndios COSCIP RJ - 1975
Proteção contra raios	NR 16 – Atividades perigosas – Energia elétrica. NR 10 – Segurança em instalações e serviços em eletricidade.
Rede de distribuição – energia elétrica	NR 10 – Segurança em instalações e serviços em eletricidade.
Segurança contra explosões	NPT 008 - Resistência ao fogo dos elementos de Construção (Corpo de Bombeiros/ Paraná)
	NR 10 - Segurança em instalações e serviços em eletricidade
	NR 18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na indústria da construção 18.26 Proteção Contra Incêndio NR 23 - Proteção Contra Incêndios Resolução ANTT Nº 420/2004 COSCIP RJ - 1975
Tubulações	NR 20 – Segurança e saúde no trabalho com inflamáveis e combustíveis 20.8 Manutenção e Inspeção das Instalações

Fonte: ³ MTE, 2016.

6.2. Sistema de produção de Biometano

As normas referentes à produção de biometano referenciadas segundo as Normas Internacionais (alemãs e americanas), brasileiras (ABNT – NBR), e regulamentadoras (NR) estão contidas nos Quadros 4 e 5, respectivamente.

Quadro 4 – Descrição das Normas Internacionais – alemãs e americanas – no sistema produtivo de biometano a partir do biogás

Descrição	Normas Internacionais – Alemãs ¹ e Americanas ⁴
Instalações de gás	DIN EN 16723-1:2014-06 – Gás natural e biometano para uso em transporte e biometano para injeção na rede de gás natural - Parte 1: Especificações para biometano para injeção na rede de gás natural.
Qualidade	ASTM D1945 – Método de Teste Padrão para Análise de Gás Natural por cromatografia gasosa
	DIN EN ISO 13734 – Gás natural - compostos orgânicos utilizados como odorantes - Requisitos e métodos de ensaio
	DIN EN ISO 19739 – Gás natural - Determinação de compostos de enxofre utilizando cromatografia gasosa
	ASTM D 5454 – Determinação do teor de vapor de água de combustíveis gasosos, com o auxílio de higrômetro eletrônico.

Fonte: ¹ FNR, 2010 ; ⁴ ANP, 2015.

Quadro 5 – Descrição das normas brasileiras (ABNT – NBR), no sistema produtivo de biometano a partir do biogás

Descrição	Normas ABNT – NBR ²
Instalações de gás	Não identificada
Qualidade	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.

Fonte: ² ABNT, 2016.

6.3. Sistema de produção de Energia Elétrica

As normas referentes à produção de Energia Elétrica encontram-se disponíveis na Resolução Normativa, nº 482, de 17 de abril de 2012, da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL.

Em virtude deste trabalho ter como objetivo o estudo das normas recomendadas (NBR) e regulamentadoras (NR) para o uso térmico do biogás, a geração de energia elétrica será tratada de forma resumida (Quadro 6).

Quadro 6 – Descrição das Normas Internacionais, Recomendadas e Regulamentadoras no processo de geração de energia elétrica a partir do sistema de produção de biogás

Descrição	Normas Internacionais (alemãs)¹	Normas ABNT (NBR)²	Normas Regulamentadoras (NR)³
Rede de distribuição – energia elétrica	DIN 0100 - Parte 705 Construção de instalações de baixa tensão	NBR 5410 - Instalações elétricas de baixa tensão	NR 10 - Segurança em instalações e serviços em eletricidade. NR-12 - Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos

Fonte: ¹ FNR, 2010 ; ² ABNT, 2016 ; ³ MTE, 2026

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.1. Normas Recomendadas e Regulamentadoras no sistema produção de Biogás

O Quadro 7 contém a Descrição das Normas Internacionais relacionadas às Normas ABNT (NBR) e Normas Regulamentadoras (NR) no sistema de produção de biogás.

Quadro 7 – Descrição das Normas Internacionais relacionadas às Normas ABNT (NBR) e Normas Regulamentadoras (NR) no sistema de produção de biogás

Descrição	Normas Internacionais – (alemãs e americanas) ^{1, 4}	Normas ABNT (NBR) ²	Normas Regulamentadoras (NR) ³	Comentários
Aspectos construtivos	DIN 1045 - Estruturas de concreto, concreto armado e concreto protendido.	NBR 6118 – Projeto de Estruturas de Concreto	NR 18 – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na indústria da construção 18.9 Estruturas de Concreto	As normas internacionais comumente referenciadas baseiam-se no sistema de produção de biogás enquanto que as brasileiras referem-se ao gás natural. Não foram identificadas normas específicas brasileiras para implantação do sistema de produção biogás
	DIN 18800 – Construções de aço.	NBR 8800 – Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios	NR 18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na indústria da construção 18.8 Armações de Aço 18.10 Estruturas Metálicas	
	DIN 11622-2 - Silos e tanques de esterco líquido.	NBR 15461 - Armazenamento de Líquidos Inflamáveis e Combustíveis - Construção e Instalação de Tanque Aéreo de Aço-Carbono	NR 20 – Segurança e saúde no trabalho com inflamáveis e combustíveis	
	DIN EN 14015 Dimensionamento e fabricação no local de tanques de aço rasos, acima do solo, verticais, cilíndricos, soldados, destinados ao armazenamento de líquidos na temperatura ambiente e temperaturas mais elevadas.	Não identificada	Não identificada	
	Diretriz VDI 4631 (esboço) - Critérios de qualidade para usinas de biogás	Não identificada	Não identificada	

Continuação Quadro 7

Descrição	Normas Internacionais – (alemãs e americanas) ^{1,4}	Normas ABNT (NBR) ²	Normas Regulamentadoras (NR) ³	Comentários
Emissões	VDI 3475 folha 4 (esboço) - Redução de emissões – Usinas de biogás na agricultura – Fermentação de plantas energéticas e adubos orgânicos.	NBR ISO 14064-1:2007 - Especificação e orientação a organizações para quantificação e elaboração de relatórios de emissões e remoções de gases de efeito estufa	NR 20 – Segurança e saúde no trabalho com inflamáveis e combustíveis. NR 15 – Atividades e operações insalubres – Anexo n.º 11- Agentes químicos cuja insalubridade é caracterizada por limite de tolerância e inspeção no local de trabalho	Em se tratando de emissões a normatização internacional e brasileira possuem correspondência. Para complementar o item emissões sugere-se a adoção da Ficha de Informações de segurança de produto químico – FISPQ para biogás / biometano. (APÊNDICE)
		NBR ISO 14064-2:2007 - Especificação e orientação a projetos para quantificação, monitoramento e elaboração de relatórios das reduções de emissões ou da melhoria das remoções de gases de efeito estufa		
		NBR ISO 14064-3:2007 - Especificação e orientação para a validação e verificação de declarações relativas a gases de efeito estufa		

Continuação Quadro 7

Descrição	Normas Internacionais - alemãs	Normas ABNT (NBR)	Normas Regulamentadoras (NR)	Comentários
Instalações de gás	G 600 - Normas técnicas para instalações de gás DVGW-TRGI 2008.	NBR 12712 - Projeto de sistemas de transmissão e distribuição de gás combustível	NR 20 – Segurança e saúde no trabalho com inflamáveis e combustíveis NR 15 – Atividades e operações insalubres – Anexo n.º 11- Agentes químicos cuja insalubridade é caracterizada por limite de tolerância e inspeção no local de trabalho	Existe correlação entre as normas internacionais e brasileiras em se tratando de instalações de gás.
	G 262 - Utilização de gases de fontes renováveis na rede pública de abastecimento de gás.			
	VP 265 ff - Equipamentos para o tratamento e injeção de biogás em redes de gás natural.			
Proteção contra raios	VDE 0185-305-1 – Proteção contra raios.	NBR 5419 - Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas.	NR 16 – Atividades perigosas – Energia elétrica. NR 10 – Segurança em instalações e serviços em eletricidade.	Existe correlação entre as normas internacionais e brasileiras em se tratando de proteção contra raios.
Rede de distribuição – energia elétrica	DIN 0100 parte 705 – Instalação de equipamentos de baixa voltagem.	NBR 5410 - Instalações elétricas de baixa tensão.	NR 10 – Segurança em instalações e serviços em eletricidade.	Existe correlação entre as normas internacionais e brasileiras em se tratando de rede de distribuição – energia elétrica.

Continuação Quadro 7

Descrição	Normas Internacionais - alemãs	Normas ABNT (NBR)	Normas Regulamentadoras (NR)	Comentários
Segurança contra explosões	DIN 4102 – Resistência de peças e materiais de construção ao fogo	NBR 14432 - Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações – Procedimento.	NPT 008 - Resistência ao fogo dos elementos de Construção (Corpo de Bombeiros/ Paraná)	Existe correlação entre as normas internacionais e brasileiras em se tratando de segurança contra explosões.
	VDE 0165 parte 1/ EN 60 079-14 – Componentes elétricos para áreas com risco de explosão de gases – parte 14: Equipamentos elétricos em áreas com risco de explosão (exceto construção de fossas)	NBR 5418 - Instalações elétricas em atmosferas explosivas.	NR 10 - Segurança em instalações e serviços em eletricidade	
	VDE 0170/0171 – Componentes elétricos para áreas com risco de explosão	NBR 5363 – Equipamentos elétricos para atmosferas explosivas – Tipo de proteção "d" - Especificação	NR 18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na indústria da construção 18.26 Proteção Contra Incêndio	
		NBR 5418 – Instalações elétricas em atmosferas explosivas.		
	NBR 12313 – “Sistema de combustão – Controle e Segurança para utilização de gases combustíveis em processos de baixa e alta temperatura”.			

Continuação Quadro 7

Descrição	Normas Internacionais - alemãs	Normas ABNT (NBR)	Normas Regulamentadoras (NR)	Comentários
Tubulações	G 469 - Procedimentos de inspeção de pressão para tubulações e equipamentos do abastecimento de gás	NBR 15526 - Rede de distribuição interna para gases combustíveis em instalações residenciais e comerciais – Projeto e execução.	NR 20 – Segurança e saúde no trabalho com inflamáveis e combustíveis 20.8 Manutenção e Inspeção das Instalações	
		NBR 14462 - Sistemas para Distribuição de Gás Combustível para Redes Enterradas - Tubos de Polietileno PE 80 e PE 100 – Requisitos. NBR 14722 - Armazenamento de Líquidos Inflamáveis e Combustíveis - Tubulação Não Metálica Subterrânea – Polietileno.		

Fonte: ¹ FNR, 2010 ; ² ABNT, 2016 ; ³ MTE, 2016 ; ⁴ ANP, 2015.

De um modo em geral observou-se a necessidade de haver um estudo mais detalhado quanto aos aspectos construtivos, instalações do gás, e emissões referentes ao sistema de produção de biogás.

As normas Recomendadas e ou Regulamentadoras que não atendam às condições estabelecidas pelo sistema internacional devem ser elaboradas e adequadas ao sistema de produção de biogás.

7.2. Normas Recomendadas e Regulamentadoras no sistema produção de Biometano

Na geração do biometano as Normas Internacionais são descritas quanto às instalações do gás e no que se refere à sua qualidade.

O quadro 9 contém as informações quanto às correlações entre as normas Internacionais, Recomendadas e Regulamentadoras.

Assim como no sistema de produção do biogás, as instalações de gás para biometano necessitam de estudo e elaboração de normas que atendam às especificações deste sistema.

Quadro 8 – Descrição das Normas Internacionais relacionadas às Normas ABNT (NBR) e Normas Regulamentadoras (NR) na geração de biometano a partir do sistema de produção de biogás

Descrição	Normas Internacionais – (Alemãs) ¹ e (Americanas) ⁴	Normas ABNT (NBR) ²	Normas Regulamentadoras (NR) ³
Instalações de gás	DIN EN 16723-1:2014-06 – Gás natural e biometano para uso em transporte e biometano para injeção na rede de gás natural - Parte 1: Especificações para biometano para injeção na rede de gás natural.	Não identificada	NR 20 – Segurança e saúde no trabalho com inflamáveis e combustíveis
Qualidade	ASTM D1945 – Método de Teste Padrão para Análise de Gás Natural por cromatografia gasosa	NBR 14903 - Gás natural - Determinação da composição por cromatografia gasosa.	NR 20 – Segurança e saúde no trabalho com inflamáveis e combustíveis
	DIN EN ISO 13734 – Gás natural - compostos orgânicos utilizados como odorantes - Requisitos e métodos de ensaio	NBR 15616 - Odoração do gás natural canalizado	
	DIN EN ISO 19739 – Gás natural - Determinação de compostos de enxofre utilizando cromatografia gasosa	NBR 15631 - Gás natural - Determinação de compostos sulfurados utilizando cromatografia em fase gasosa.	
	ASTM D 5454 – Determinação do teor de vapor de água de combustíveis gasosos, com o auxílio de higrômetro eletrônico.	NBR 15765 - Gás natural e outros combustíveis gasosos - Determinação do teor de vapor de água através de analisadores eletrônicos de umidade.	

Fonte: ¹ FNR, 2010 ; ² ABNT, 2016 ; ³ MTE, 2016 ; ⁴ ANP, 2015.

7.3. Normas Recomendadas e Regulamentadoras no sistema produção de Energia Elétrica

A geração de energia elétrica está baseada nas normas descritas no Quadro 7 em que ocorre o atendimento das exigências quanto à rede de distribuição.

Adicionalmente tem-se por referência as normas quanto à produção de energia elétrica (ANEEL, 2012).

Observou-se, com este trabalho a necessidade de elaboração de Normas Recomendadas (ABNT – NBR) e ou Normas Regulamentadoras (NR), que possam se adequar à realidade do país, e contribuam de forma efetiva na implantação de um sistema gerador de biogás, assim como sua transformação em biometano e energia elétrica.

8. CONCLUSÕES

O estudo das normas Recomendadas (NBR) e Regulamentadoras (NR) para o uso térmico do biogás torna-se relevante, pois realiza o levantamento de dados que visam melhorar o sistema nacional de normatização.

Conclui-se que é necessário elaborar normas Recomendadas (ABNT – NBR) e ou Normas Regulamentadoras (NR), que possam se adequar à realidade do país, e contribuir de forma efetiva na implantação de um sistema gerador de biogás, assim como na transformação em biometano e energia elétrica.

Além disso, com a utilização de um sistema internacional mais detalhado foi possível identificar os pontos deficientes e sugerir a elaboração de normas que contribuam para o aperfeiçoamento de projetos de instalação de sistemas de produção de biogás, a nível nacional. A adequação das normas será de grande valia na produção do biometano e energia elétrica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIQUIM, Departamento Técnico, Comissão de Transportes. Manual para atendimento a emergências com produtos perigosos. 6ª edição. São Paulo: 2011. 270p.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Normas Técnicas Brasileiras, Internacionais e Estrangeiras. Disponível em: < <https://www.abntcatalogo.com.br> > Acesso em: 28 de março de 2016.

ANGONESE, A. R.; CAMPO, A. T.; ZACARKIM, C. E.; MATSUO, M. S.; CUNHA, F. Eficiência energética de sistema de produção de suínos com tratamento dos resíduos em biodigestor. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, PB, v. 10, n. 3, p. 745-750, 2006. Disponível em:< http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662006000300030&lng=en&nrm=iso >. Acesso em: 20 de fevereiro 2016.

ANP, Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, Resolução ANP nº 8, DE 30.1.2015. Brasília: Diário Oficial da União, 2.de fevereiro de 2015. Disponível em: <[http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/resolucoes_anp/2015/janeiro/ranp%208%20-%202015.xml?f=templates\\$fn=document-frame.htm\\$3.0\\$q=\\$x](http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/resolucoes_anp/2015/janeiro/ranp%208%20-%202015.xml?f=templates$fn=document-frame.htm$3.0$q=$x)>. Acesso em: 28 de março de 2016.

ANEEL, AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>. Acesso em: 28 de março de 2016.

ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Decreto nº 46296 de 14 de agosto de 2013. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=257589>>. Acesso em: 28 de março de 2016.

ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE SÃO PAULO. DECRETO nº 58.659, de 4 de dezembro de 2012. Disponível em: <http://biogas.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/27/2013/12/decreto_58659_041212.pdf >. Acesso em: 28 de março de 2016.

ANTT, Agência Nacional de Transportes Terrestres. Resolução nº 420, de 12 de fevereiro de 2004. Disponível em:< <http://appweb2.antt.gov.br/resolucoes/00500/Anexos/ResolucaoAnexo420-20110905.pdf>>. Acesso em: 28 de março de 2016.

BARRERA, P. Biodigestores: Energia, Fertilidade e Saneamento para Zona Rural. São Paulo: Ícone, 1983.

BEUX, S. Avaliação do tratamento de efluente de abatedouro em digestores anaeróbicos de duas fases. 2005. 98 p. Dissertação (Mestrado em ciência e

tecnologia de alimentos) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, PR, 2005.

BRASIL. Câmara dos Deputados. Projetos de Lei e Outras Proposições. PL 6559/2013. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichaDetramitacao?idProposicao=596099>>. Acesso em: 28 de março de 2016.

BP. Energy outlook 2030. British Petroleum. London, 2013. Disponível em: <http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/energy-outlook-2015/bp-energy-outlook-booklet_2013.pdf>. Acesso em: 18 de março de 2016.

CIBIOGÁS - Centro Internacional de Energias Renováveis – Biogás. O Biogás. Disponível em: <https://cibiogas.org/biogas> Acesso em 22 de janeiro de 2016.

COELHO, S. T.; VELÁZQUEZ, S. M. S. G.; MARTINS, O. S.; ABREU, F. C. A conversão da fonte renovável biogás em energia. In: Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, 5, 2006, Brasília, DF. Políticas públicas para a Energia: Desafios para o próximo quadriênio. Brasília, DF, 2006, 11 p. <https://www.researchgate.net/profile/Suani_Coelho/publication/228452829_A_conv_erso_da_fonte_renovvel_biogs_em_energia/links/54d4bfdf0cf2970e4e639342.pdf>. Acesso em: 20 fevereiro 2016.

DBFZ, Focus on Biomethane – Biomass for energy, Deutsches BiomasseForschungsZentrum gemeinnützige GmbH, Leipzig, Alemanha, 2012. Disponível em: <https://www.energetische-biomassenutzung.de/fileadmin/user_upload/Downloads/Ver%C3%B6ffentlichungen/fh_biomethane_engl_2.pdf>. Acesso em: 20 de fevereiro 2016.

FNR - Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V.; Ministério da Nutrição, Agricultura e Defesa do Consumidor da Alemanha. Guia Prático do Biogás: Geração e Utilização. Gülzow: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR). 5 ed. rev. atual. 2010. 236 p

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. Energia e Meio Ambiente no Brasil. Instituto de Estudos Avançados. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007.

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ. Decreto Nº 11671 de 15 de julho de 2014. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=272690>> . Acesso em: 28 de março de 2016.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Lei nº 6361, de 18 de dezembro de 2012. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<http://gov-rj.jusbrasil.com.br/legislacao/1033645/lei-6361-12>>. Acesso em: 10 de março de 2016.

GOULDING, D.; Power, N. Which is the preferable biogas utilisation technology for anaerobic digestion of agricultural crops in Ireland: Biogas to CHP or biomethane as a transport fuel, Renewable Energy, v. 53, Maio 2013, p. 121-131.

JARDIM, Miguel Alexandre Cabrita. Valorização económica do biogás: geração elétrica vs. produção de biometano para injeção na rede. IPS – Instituto Politécnico de Setúbal / ESTS – Escola Superior de Tecnologia de Setúbal / MEDiateca - Dissertações de mestrado, 2013. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10400.26/7009>>. Acesso em: 20 de fevereiro 2016.

JUNQUEIRA, S. L. C. D. Geração de energia através de biogás proveniente de esterco bovino: Estudo de caso na fazenda aterrado. Rio de Janeiro, RJ, 2014. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10011533.pdf>>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2016.

MTE, MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Normas Regulamentadoras. Disponível em: <<http://www.mtpps.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras>>. Acesso em: 03 de março de 2016.

OLIVEIRA, L. R. P. Biodigestor. Seminários Técnicos de Suinocultura. In: Simpósio Goiano de Avicultura, 7 e Simpósio Goiano de Suinocultura, 2, 2005, Goiânia, Goiás. OLIVEIRA, Paulo Armando Victória. Tecnologias para o manejo de resíduos na produção de suínos: manual de boas práticas. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004.

ONU – Organização das Nações Unidas. Global gas flaring reduction initiative. Sustainable energy for all. Disponível em: <<http://sustainableenergyall.org/actions-commitments/high-impact-opportunities>>. Acesso em: 10 de janeiro de 2016.

PECORA, V. Implantação de uma Unidade Demonstrativa de Geração de Energia elétrica a Partir do Biogás de Tratamento do esgoto Residencial da USP - Estudo de Caso. 153 p. 2006. Dissertação (Mestrado em Energia) – USP. São Paulo, 2006. Disponível em: <http://www.iee.usp.br/producao/2006/Teses/tese_vanessapecora.pdf> Acesso em: 10 de fevereiro de 2016.

RIO DE JANEIRO. Decreto nº 897, de 21 de setembro de 1976. Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico – COSCIP. Disponível em: <http://www.cbmerj.rj.gov.br/documentos/coscip/Codigo_de_Seguranca_Contra_Incendio_e_Panico.pdf>. Acesso em: 28 de março de 2016.

RYCKEBOSCH, E., DROUILLON, M. and VERVAEREB, H., Techniques for transformation of biogas to Biomethane, Biomass & Bioenergy, v. 35, Maio 2011, p. 1633-1645.

SILVEIRA, O. Biodigestor: Solução energética para o campo. São Paulo: Secretaria de Ciência: Família Cristã, 1981.

APÊNDICE

Ficha de Informações de segurança de produto químico – FISPQ

1 – Identificação do produto

Nome do produto	Biogás e Biometano
------------------------	--------------------

2 - Composição e informação sobre os ingredientes

Natureza química	Mistura de hidrocarbonetos.
Sinônimos	Gás combustível
Ingredientes ou impurezas que contribuam para o perigo	Metano: 70 – 95% (v/v); Etano: 5 - 13(v/v); Propano: 0,2 – 9,0% (v/v); Butano (e mais pesados): max. 1,5 % (v/v); N ₂ + CO ₂ : máx. 6% (v/v); H ₂ S: máx. 20mg/m ³ ; Enxofre total: máx. 80mg/m ³ ; Etil mercaptana: traços. Ponto de Orvalho de água a 1 atm: max. -45

3 - Identificação de perigos potenciais

PERIGOS MAIS IMPORTANTES Perigos físicos e químicos: Perigos específicos:	Gás extremamente inflamável. Produto inflamável.
EFEITOS DO PRODUTO - Principais sintomas:	Por inalação pode provocar irritação das vias aéreas superiores, tosse espasmódica, dor de cabeça, náusea, tonteira e confusão mental.

4 - Medidas de primeiros socorros

Inalação:	Remover a vítima para local arejado. Se a vítima não estiver respirando, aplicar respiração artificial. Se a vítima estiver respirando, mas com dificuldade, administrar oxigênio a uma vazão de 10 a 15 litros / minuto. Procurar assistência médica imediatamente.
Contato com a pele:	Em baixa pressão – sem efeito Em alta pressão – Queimaduras, ferimentos graves, abrasivo. Roupas congeladas na pele devem ser descongeladas antes de ser removidas Em caso de contato com o gás liquefeito descongele a parte atingida com água morna Em caso de queimaduras esfrie imediatamente a pele atingida com água fria, pelo tempo que for necessário. Não remova a roupa que estiver aderida à pele. Mantenha a vítima em repouso e aquecida.
Contato com os olhos:	Em baixa pressão – irritações Em alta pressão – lesão grave, podendo ser irreversível
Ingestão:	Não se aplica (produto gasoso).
Notas para o médico:	Asfixiante simples.

5 - Medidas de combate a incêndio

Meios de extinção apropriados:	Cortar o fornecimento
Perigos específicos:	Manter-se longe dos tanques
Métodos especiais:	Extinguir com o bloqueio do fluxo de gás. Remover os recipientes da área de fogo, se isto puder ser feito sem risco. Resfriar com neblina d'água, áreas adjacentes e/ou os recipientes que estiverem expostos ao fogo, utilizando dispositivo manejado à distância, mesmo após a extinção do fogo. Em caso de fogo intenso, usar mangueiras com suporte manejadas à distância ou canhão monitor. Se isso não for possível, abandonar a área e deixar queimar.
Agentes extintores:	Neblina d'água, pó químico e dióxido de carbono (CO ₂).
Proteção dos bombeiros:	Em ambientes fechados, usar equipamento de resgate com suprimento de ar.

6 - Medidas de controle para derramamento ou vazamento

Precauções pessoais - Remoção de fontes de ignição:	Eliminar todas as fontes de ignição, impedir centelhas, fagulhas, chamas e não fumar na área de risco. Isolar o escapamento de todas as fontes de ignição.
Controle de poeira:	Não se aplica (produto gasoso).
Prevenção da inalação e contato com a pele, mucosas e olhos:	Usar luvas vaqueta, óculos de segurança herméticos para produtos químicos e proteção respiratória adequada
Precauções ao meio ambiente	Estancar o vazamento se isto puder ser feito sem risco. Em locais não confinados, é fácil a dispersão em caso de escapamento
Métodos para limpeza - Recuperação:	Não se aplica (produto gasoso).
Nota:	Contactar o órgão ambiental local, no caso de vazamentos.

7 - Manuseio e armazenamento

MANUSEIO Medidas técnicas:	Providenciar ventilação local exaustora onde os processos assim o exigirem. Todos os elementos condutores do sistema em contato com o produto devem ser aterrados eletricamente. Usar ferramentas anti-faíscantes e equipamentos intrinsecamente seguro.
Prevenção da exposição contato do trabalhador	Utilizar equipamentos de proteção individual (EPI) para evitar o contato com o produto
Orientações para manuseio seguro	Manipular respeitando as regras gerais de segurança e higiene industrial.
ARMAZENAMENTO Medidas técnicas:	Não se aplica.
Produtos e materiais incompatíveis	Cloro, dióxido de cloro e oxigênio líquido.

8 - Controle de exposição e proteção individual

PRODUTO: GÁS NATURAL Medidas de controle de engenharia:	Manipular o produto em local com boa ventilação natural ou mecânica, de forma a manter a concentração de vapores inferior ao Limite de Tolerância.
Equipamento de Proteção Individual - Proteção respiratória:	Equipamento autônomo de proteção respiratória no caso de atividades em local confinado.
Proteção das mãos:	Luvas de vaqueta.
Proteção dos olhos:	Nas operações onde possam ocorrer projeções recomenda-se o uso de óculos de segurança ou protetor facial.
Medidas de higiene:	Métodos gerais de controle utilizados em Higiene Industrial devem minimizar a exposição ao produto. Não comer, beber ou fumar ao manusear produtos químicos.

9 - Propriedades físico-químicas

Aspecto - Estado físico:	Gasoso.
Cor:	Incolor.
Odor:	Artificial ou inodoro.
Temperaturas específicas - Ponto de ebulição:	-161,4 °C à 760 mmHg (para metano puro).
- Ponto de fusão:	-182,6 °C (para metano puro).
Temperatura de auto-ignição:	482 - 632 °C.
Limites de explosividade no ar - Superior (LSE):	15 % v/v.
Inferior (LIE):	4 % v/v.
Densidade de vapor:	0,60 - 0,81 à 20 °C
Solubilidade - Na água:	Solúvel (0,4 - 2 g/100 g).
Em solventes orgânicos:	Solúvel.
Parte volátil:	100 %.

10. Estabilidade e reatividade

Condições específicas Instabilidade:	Estável sob condições normais de uso.
Materiais / subst. incompatíveis:	Cloro, dióxido de cloro e oxigênio líquido

11 - Informações toxicológicas

- Sintomas: PRODUTO: GÁS NATURAL	Por inalação pode provocar irritação das vias aéreas superiores, tosse espasmódica, dor de cabeça, náusea, tonteira e confusão mental.
Efeitos locais - Inalação:	Por inalação pode provocar irritação das vias aéreas superiores, tosse espasmódica, dor de cabeça, náusea, tonteira e confusão mental. Em altas concentrações pode levar a depressão respiratória, podendo evoluir até a morte.
Contato com a pele:	Levemente irritante.
Contato com os olhos	Irritação com congestão das conjuntivas.
Toxicidade crônica - Inalação:	Não há efeito acumulativo residual. Porém, pela presença de compostos de enxofre, pode produzir irritação crônica de traquéia e brônquios. Em altas concentrações atua como asfixiante simples por reduzir a concentração do oxigênio.

12 - Informações ecológicas

Mobilidade:	Sendo um gás de baixo peso molecular, se dissipa facilmente.
Compartimento alvo do produto:	Ar.
Ecotoxicidade - Efeitos sobre organismos aquáticos:	Não é considerado passível de causar danos à vida aquática.
Efeitos sobre organismos do solo:	Não é passível de causar danos ao solo

13 - Considerações sobre tratamento e disposição

Métodos de tratamento e disposição - Produto:	O tratamento e a disposição do produto devem ser avaliados tecnicamente, caso a caso.
--	---

14. Informações sobre transporte

Regulamentações nacionais Vias terrestres (MT, Portaria 204/1997)	Número ONU:	1971
	Nome apropriado para embarque	GÁS NATURAL, COMPRIMIDO, com alto teor de metano
	Classe de risco	2.1
	Risco subsidiário	-
	Número de risco	23
	Grupo de embalagem	-
	Provisões especiais	-
	Quantidade isenta:	1.000 kg

15. Regulamentações

Etiquetagem Classificação conforme NFPA	Incêndio: 4 Saúde: 1 Reatividade: 0
Regulamentação conforme CEE:	Outros: Nada consta. Rotulagem obrigatória (auto classificação) para preparações perigosas: aplicável (CEE 200-812-7).
Classificações / símbolos:	ALTAMENTE INFLAMÁVEL (F+).
Frases de risco:	R12 Altamente inflamável
Frases de segurança:	S02 Manter longe do alcance de crianças. S09 Manter recipiente em lugar bem arejado. S16 Manter longe de fontes de ignição - proibido fumar ! S33 Tomar providências contra carga eletrostática.