



Biogás
BRASIL

Segurança em plantas de biogás

Guia de Boas Práticas



CIBIOGAS
ENERGIAS RENOVÁVEIS



ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS
PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL



GLOBAL ENVIRONMENT FACILITY
INVESTING IN OUR PLANET

MINISTÉRIO DO
DESENVOLVIMENTO REGIONAL

MINISTÉRIO DO
MEIO AMBIENTE

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÕES



Parceiros do Projeto



Parceiros nesta Atividade



Comitê Diretor do Projeto



ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS
PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL



GLOBAL ENVIRONMENT FACILITY
INVESTING IN OUR PLANET

MINISTÉRIO DO
DESENVOLVIMENTO REGIONAL

MINISTÉRIO DO
MEIO AMBIENTE

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÕES



www.gefbiogas.org.br

This project/program is funded by the Global Environment Facility

Projeto “Aplicações do Biogás na Agroindústria Brasileira” (GEF Biogás Brasil)



Este documento está sob a licença Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License. Citações ao material deste documento devem ser da seguinte forma:

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL; CENTRO INTERNACIONAL DE ENERGIAS RENOVÁVEIS. **Segurança em plantas de biogás:** guia de boas práticas. Brasília: MCTI, 2021. *E-book*. (Projeto Aplicações do Biogás na Agroindústria Brasileira: GEF Biogás Brasil).

COMITÊ DIRETOR DO PROJETO

Fundo Global para o Meio Ambiente

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações

Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Ministério de Minas e Energia

Ministério do Meio Ambiente

Ministério do Desenvolvimento Regional

Centro Internacional de Energias Renováveis

Itaipu Binacional

PARCEIROS DO PROJETO

Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

Associação Brasileira do Biogás

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FICHA TÉCNICA

Nome do produto:

Guia de Boas Práticas – Segurança em Plantas de Biogás

Componente Output e Outcome:

Output 2.1 e Outcome 2.1.2

Publicado pelas entidades:

Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações

Entidade(s) diretamente envolvida(s):

Centro Internacional de Energias Renováveis
Biogás - CIBiogás

Autoria e coautoria:

Ansberto Rodrigues do Passo Neto – BioEficiência

Bruna Smaniotto - CIBiogás

Daiana Gotardo Martinez – UNIDO| CIBiogás

Gabriela Conte - CIBiogás

Luciano Zanoni - CIBiogás

Coordenação:

Felipe Souza Marques

Editoração:

Nicole Mattiello

Data da publicação: Outubro de 2020

O68s

Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial.

Segurança em plantas de biogás: guia de boas práticas / Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial; Comitê diretor do projeto Centro Internacional de Energias Renováveis. – Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, 2021.

48 p.: il. – (GEF Biogás Brasil)

ISBN: 978-65-87432-26-7

1. Biogás – Planta (obras) – Segurança. 2. Biogás – Projeto estrutural – Segurança. I. Passo Neto, Ansberto Rodrigues do. II. Smaniotto, Bruna. III. Martinez, Daiana Gotardo. IV. Conte, Gabriela. V. Zanoni, Luciano. VI. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. VII. UNIDO. VIII. Centro Internacional de Energias Renováveis. IX. CIBiogás. X. Projeto Aplicações do Biogás na Agroindústria Brasileira. XI. Título. XII. Série.



APRESENTAÇÃO

O Projeto “Aplicações do Biogás na Agroindústria Brasileira” (GEF Biogás Brasil) reúne o esforço coletivo de organismos internacionais, setor privado, entidades setoriais e do Governo Federal em prol da diversificação da matriz energética do país por meio do biogás.

O Projeto é liderado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), implementado pela Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO), financiado pelo Fundo Global para o Meio Ambiente (GEF), e conta com o Centro Internacional de Energias Renováveis (CIBiogás) como principal entidade executora.

O objetivo do Projeto é reduzir a emissão de gases de efeito estufa, fortalecendo as cadeias de valor e inovação tecnológica ligadas à produção de biogás. Por meio de ações concretas, o Projeto amplia a oferta de energia e combustível no Brasil a partir da geração de biogás e biometano, fortalecendo as cadeias nacionais de fornecimento de tecnologia no setor e facilitando investimentos.

O biogás é uma fonte renovável de energia elétrica, energia térmica e combustível. Seu processamento também resulta em biofertilizantes de alta qualidade para uso agrícola. A gestão sustentável dos resíduos orgânicos provenientes da agroindústria e de ambientes urbanos por meio da produção de biogás traz um diferencial competitivo para a economia brasileira. Desenvolver a cadeia de

valor do biogás significa investir em uma economia circular envolvendo inovação e novas oportunidades de negócios. Indústrias de equipamentos e serviços, concessionárias de energia e gás, produtores rurais e administrações municipais estão entre os beneficiários do Projeto, que conta com US \$7,828,000 em investimentos diretos.

Com abordagem inicial na Região Sul e no Distrito Federal, o Projeto gera impactos positivos para todo o país. As atividades do Projeto incluem a atuação direta junto a empresas, cooperativas e entidades da governança do biogás para implementar acordos de cooperação, fazer análises de mercado, desenvolver modelos de negócio inovadores e atrair investimentos nacionais e internacionais.

O Projeto também investe diretamente na otimização de plantas de biogás mais eficientes, seguras e com modelos replicáveis, entregando ao mercado exemplos práticos de sucesso operacional. Além disso, o Projeto desenvolve ferramentas digitais e atividades de capacitação que atualizam e dinamizam o setor, facilitando o desenvolvimento de projetos executivos de biogás. Em paralelo, especialistas do Projeto desenvolvem estudos técnicos com dados inéditos que apoiam o avanço de políticas públicas favoráveis ao biogás. Dessa forma, o Projeto entrega para o mercado brasileiro mais competitividade, fomentando o biogás como um grande catalizador de novas oportunidades.



Segurança em plantas de biogás

Guia de Boas Práticas

Data da Publicação:

Outubro/2020



Sumário

1. Introdução.....	8
2. Como utilizar este guia.....	9
3. Fontes de risco em plantas de biogás	10
3.1. Risco Ambiental	11
3.1.1. Substrato e Digestato	11
3.1.2. Armazenamento	12
3.1.3. Odores.....	12
3.1.4. Emissões Atmosféricas	13
3.2. Risco a saúde.....	13
3.2.1. Agentes biológicos.....	13
3.2.2. Substâncias Perigosas.....	14
3.2.3. Choque elétrico	14
3.2.4. Risco mecânico.....	14
3.2.5. Risco de Incêndio e Explosão.....	15
3.2.6. Risco de comportamento.....	16
4. Classificação de produtos perigosos e temperatura de gases e vapores	17
4.1. Classes de risco de produtos perigosos	17
4.2. Classes de temperatura.....	20
4.3. Classificação de Gases e vapores.....	21
5. Classificação das áreas	22
5.1. Classificação dos ambientes conforme as substâncias	22
5.2. Classificação dos ambientes – Áreas de risco	24
5.3. Classificação por tipo de proteção de equipamentos – Áreas de risco	27
5.4. Áreas não classificadas	29
6. Medidas de proteção.....	29
6.1. Grau de Risco	30
6.2. Proteção Primária	32
6.3. Proteção Secundária.....	33
6.4. Proteção Terciária.....	33
6.5. Exemplos de Medidas de Proteção	34
7. ASPECTOS DE SEGURANÇA	39
7.1. Aspecto Estrutural.....	39
7.2. Aspecto Organizacional	40
7.3. Aspecto Ocupacional.....	42
8. DESCRIÇÃO DE DOCUMENTOS REGULAMENTARES.....	43

Resumo/Abstract

PORTUGUÊS

Em uma planta de biogás são necessárias medidas de segurança para minimizar riscos a estrutura e operadores envolvidos no processo de produção e aplicação deste energético. No contexto nacional, regulações que abordem detalhadamente as especificidades de uma planta de biogás, ainda são inexistentes. Desta forma, este guia, visa contribuir com etapas relacionadas a identificação de riscos, adoção de medidas de proteção, sinalização, documentos complementares, todos no sentido de minimizar possíveis danos e/ou riscos. Estes podem estar presentes em todas as etapas da planta, por este motivo, as boas práticas de segurança devem ser consideradas desde a fase inicial de projeto. O acompanhamento e alinhamento de técnicos e fornecedores fundamental para garantir a segurança como um todo.

Palavras-chave: Riscos, proteção, equipamentos de segurança.

ENGLISH

In a biogas plant safety measures are necessary to minimize risks to the structure and operators involved in the production process and application of this energy source. In the national context, regulations that address in detail the specificities of a biogas plant are still non-existent. Thus, this guide aims to contribute with steps related to the identification of risks, adoption of protection measures, signaling, complementary documents, all to minimize possible damages and/or risks. These can be present in all stages of the plant, for this reason, good safety practices should be considered from the initial project phase. The accompaniment and alignment of technicians and suppliers is fundamental to guarantee safety.

Keywords: Risks, protection, safety equipment.

Impactos

A adoção de medidas de controle e proteção em plantas de biogás é um requisito obrigatório para garantir a segurança de operadores, meio ambiente e infraestrutura. As unidades produtoras de biogás possuem gases altamente inflamáveis, que de forma geral são produzidos, armazenados e convertidos em energia em um único espaço. A limitação dos riscos está diretamente relacionada as medidas de proteção, as quais contribuem para que a operação da planta ocorra conforme planejado.

Considerando o grau de importância em estabelecer medidas de segurança e procedimentos operacionais em plantas de biogás, espera-se que as recomendações descritas neste guia, orientem projetistas e operadores de plantas de biogás a respeito dos riscos e apoie com recomendações na definição das medidas de segurança necessárias para unidades de produção.

A falta de projetos padronizados com parâmetros e procedimentos operacionais descritos ainda é uma barreira no contexto nacional. É válido destacar, que o Brasil não possui legislação específica contemplando todas as medidas protetivas para uma planta de biogás, desta forma, espera-se que este guia possa contribuir com o desdobramento de proposições regulatórias visando o estabelecimento de exigências mínimas, de forma que riscos aderentes ao processo produtivo de biogás seja evitado e/ou reduzido.

1. Introdução

A produção e aplicação do biogás ocorre por meio de várias etapas, que vão desde a recepção de substratos, manejo, alimentação dos biodigestores e operação de equipamentos utilizados para a conversão energética. Em cada uma dessas etapas, medidas de segurança devem ser adotadas para minimizar eventuais riscos ao meio ambiente e aos operadores envolvidos no processo.

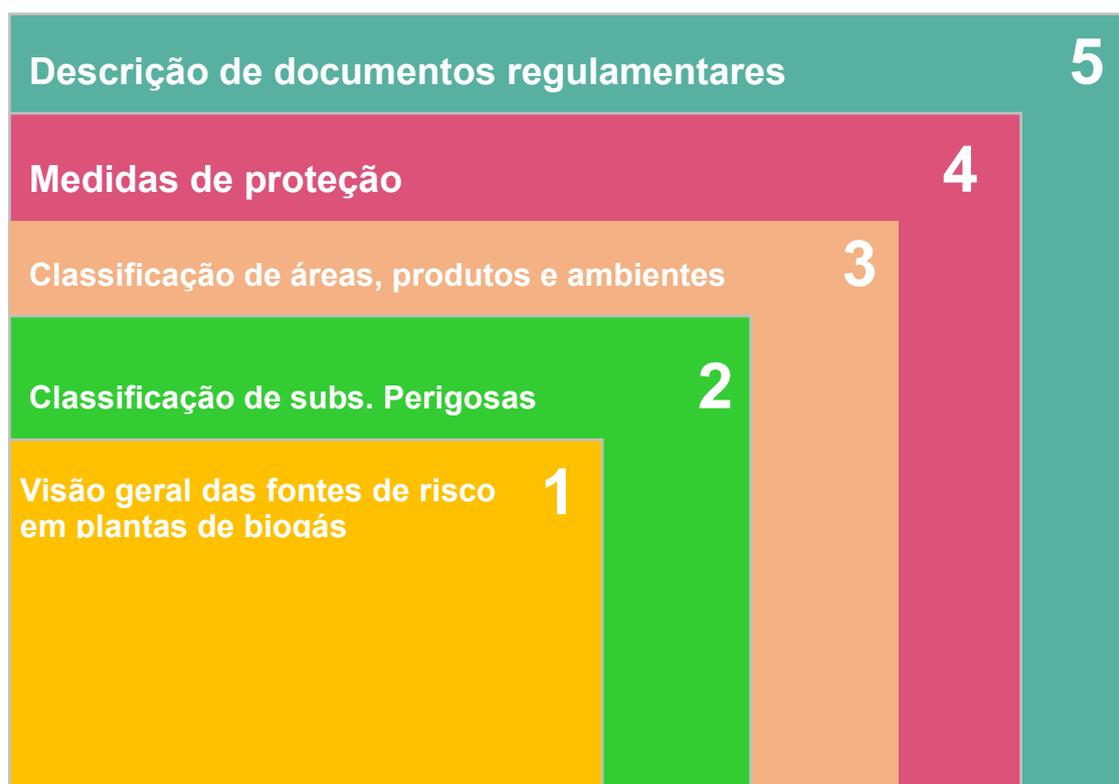
Estabelecer um mapeamento claro das etapas, riscos e medidas de proteção são fundamentais para garantir uma operação segura. Diante disso, deve-se ter em mente que a segurança de uma planta é iniciada na etapa de planejamento e segue por meio de toda a operação da usina, exigindo uma colaboração próxima entre fabricantes, projetistas e operadores da unidade.

Por não existir uma regulação específica que oriente a respeito de todas as etapas e medidas de **segurança em plantas de biogás** no Brasil é comum observar unidades que operem com baixo nível de proteção ou seja, equipamentos de segurança inadequados ou inexistentes, falta de monitoramento e controle, equipe sem treinamento para contenção/ação em caso de acidentes entre outros.

Desta forma, este guia apresentará orientações/recomendações relacionadas a boas práticas de segurança em plantas de biogás, de modo a estabelecer um roteiro para avaliação das fontes de risco, classificação de substâncias, áreas, tipo e medidas de proteção quanto a segurança estrutural, operacional e ambiental. Como forma de organizar as informações relevantes quanto à segurança.

2. Como utilizar este guia

No decorrer deste documento você irá se deparar com várias etapas, nomenclaturas, definições e orientações relacionadas à segurança de plantas de biogás em todos os seus estágios. Os capítulos foram estruturados e construídos buscando evoluir os temas conforme orientações relacionadas a segurança em plantas de biogás. Abaixo preparamos um gráfico para facilitar sua compreensão e contribuir na utilização deste material.



Lembre-se este é um documento com **orientações e recomendações** de processos e procedimentos operacionais, portanto, considere todos os pontos aqui mencionados como uma peça para garantir as ações de **boas práticas de segurança em sua planta**.

3. Fontes de risco em plantas de biogás

O processo de produção de biogás envolve uma série de etapas e equipamentos que podem oferecer riscos se submetidos a operação indevida ou sejam causados por motivos naturais. Para estabelecer quais serão as medidas de proteção necessárias em relação a segurança de todo este processo, é fundamental relacionar as fontes de risco envolvidas em cada etapa.

Neste capítulo os riscos foram divididos em dois grupos: a) Riscos Ambientais e b) Risco a Saúde, conforme a Figura 1.

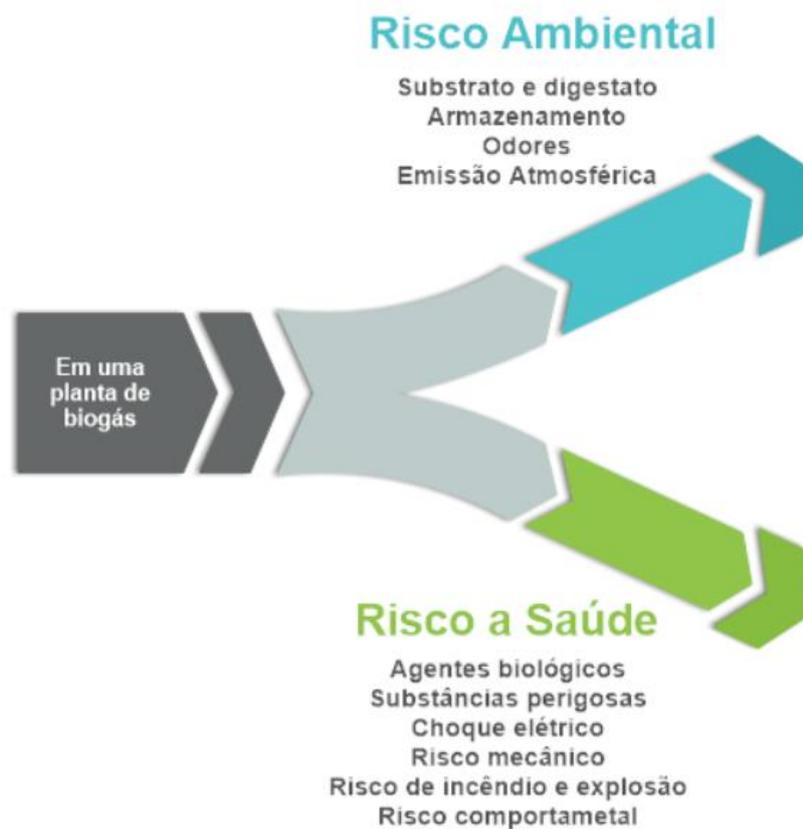


Figura 1: Riscos ambientais e a saúde

3.1. Risco Ambiental

Os riscos ambientais se caracterizam com potencial de contaminação do solo, ar e corpo hídrico. A contaminação do meio ambiente pode ocorrer devido a falhas de armazenamento e operação com efluentes pastosos, sólidos e/ou líquidos para o solo ou corpos hídricos. Outros danos podem ser causados devido a fuga de biogás (falha na estanqueidade dos reatores) ou por falta de equipamentos adequados para sua destruição ou consumo.

3.1.1. Substrato e Digestato

O substrato (matéria-prima para a produção de biogás) e o digestato (produto da digestão anaeróbia) possuem potencial poluidor caso haja vazamentos acidentais, disposição em solo ou lançamento em corpo receptor fora dos padrões estabelecidos no licenciamento ambiental da atividade.



Caixa de entrada separadora com vazamento de sobrenadante

Neste caso é fundamental que a caixa de entrada e a lagoa do digestato sejam dimensionados considerando uma margem de segurança. Este valor pode variar de unidade para unidade, um ponto importante a ser considerado é o horizonte de expansão e crescimento da planta. Por exemplo: Granja de suínos, avaliar se em médio e longo prazo há previsão de aumento do número de animais, isto, impacta no volume diário.

3.1.2. Armazenamento

O armazenamento dos substratos e/ou digestato são etapas importantes a serem executadas em uma planta de biogás, uma vez que os resíduos sólidos, pastosos e/ou líquidos sem os devidos cuidados com o seu acondicionamento no processo de produção de biogás, podem causar riscos. É fundamental avaliar a exposição às intempéries, necessidade de estar em local coberto, piso impermeável, sistema de drenagem e escoamento pluvial.



Resíduos sólido com chorume sem sistema de contenção

Falhas no armazenamento podem causar riscos ao meio ambiente, e afetar diretamente no aumento de vetores e odores. O armazenamento de substrato de forma inadequado, pode impactar na redução de matéria orgânica presente no material e logo reduzir seu potencial de produção de biogás.

3.1.3. Odores

A propagação de odores está relacionada a má e/ou inadequada disposição e armazenamento de matérias-primas, insumos e produtos da biodigestão incluindo: gestão de embalagens, resíduos de peneiramento, decantação, filtração e lodos. Além disso, os odores podem ser causados em virtude de vazamento de biogás, pode haver mau cheiro pela emissão de sulfeto de hidrogênio (H₂S) – gás presente no biogás em concentrações variáveis de acordo com o substrato utilizado.

3.1.4. Emissões Atmosféricas

O biogás lançado na atmosfera sem o devido tratamento (filtragem, queima em flare, câmara de combustão ou queimador), pode acarretar a liberação de dióxido de carbono (CO₂) e metano (CH₄) diretamente para a atmosfera, contribuindo com emissão de gases causadores do efeito estufa.

Pode haver ainda a emissão para a atmosfera de monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NO_x) e óxidos de enxofre (SO_x) na queima do biogás para a geração de calor ou energia elétrica em grupos motores geradores. Além destes, o H₂S e amônia (NH₃) – gases com características incolor, tóxico, corrosivo e de odor irritante.

3.2. Risco a saúde

São os riscos relacionados a questão ocupacional, envolvidos em todas as etapas de produção e aplicações do biogás. A exposição de operadores e visitantes pode ser contínua ou eventual. As medidas de proteção serão tomadas a partir do conhecimento e caracterização das fontes de risco.

3.2.1. Agentes biológicos

Para substratos com a presença de patógenos deve haver cuidado com a exposição e manuseio por serem nocivas à saúde humana. Para a execução de atividades que envolvem o manuseio de materiais orgânicos, é **indispensável o uso de luvas e máscaras**, para evitar a exposição direta.



Exemplificando:

Alguns substratos como efluentes do tratamento de esgoto doméstico, chorume de aterros sanitários, carcaças de animais, efluentes indústrias, laboratórios, ou ainda, poeiras e aerossóis contendo fungos e bactérias, como na silagem e cama de aves são considerados agentes biológicos que podem causar riscos à saúde.

3.2.2. Substâncias Perigosas

São classificados como substâncias perigosas os biorremediadores¹, bioestimuladores², condicionadores de pH, produtos químicos, substâncias inflamáveis utilizadas ou produzidas em sistema de biodigestão e utilização de biogás. Para o manuseio destas substâncias deve-se seguir as orientações de segurança, buscando evitar contaminação e risco a saúde.

3.2.3. Choque elétrico

Este risco é inerente a várias etapas da planta de biogás e pode ser causado pelo contato com equipamentos elétricos, motores, sensores, painéis e ausência de sistemas de proteção contra descarga atmosférica. Este risco está diretamente relacionado a falhas operacionais e a intempéries.

3.2.4. Risco mecânico

Locais com trabalho em altura, devem ser atendidos através da NR-35, falta de sinalização nas vias de acesso, ausência de escadas com guarda corpo, corrimão, grades de proteção e para peito, geram riscos e necessitam de análises para deixar os locais mais seguros e devem ser previstos conforme as recomendações da Norma Regulamentadora (NR)-12.

Necessidade de proteção de equipamentos com hélices em sistemas de arrefecimento, motores, sistemas de transporte como correntes, fitas, roscas e elevadores, também estão considerados na NR-12. Assim como, dispositivos de moagem, trituração, corte e esmagamento.

Para implantação ou manutenção dos equipamentos devem ser utilizadas as ferramentas adequadas para cada tipo de atividade, o improviso de ferramentas gera risco à saúde humana.

¹ Consiste em utilizar os microrganismos vivos para degradação ou redução os poluentes orgânicos ou inorgânicos.

² Consiste na adição de nutrientes para estimular os microrganismos no aumento da atividade metabólica.

3.2.5. Risco de Incêndio e Explosão

Os riscos de incêndio e explosão estão presentes em locais com potencial presença de atmosferas explosivas (queima direta de biogás em dutos com material particulado em suspensão, micro aeração de biodigestores sem controle de oxigênio) e ambientes confinados.

Os vazamentos acidentais, manutenção com equipamentos que produzam faíscas (máquinas de solda, lixadeiras) e contato com demais fontes de ignição, podem causar incêndios ou explosões.

A utilização de vasos de pressão (reservatórios, tanques, tubulações e colunas) que devam ser submetidos a NR-13 e ambientes com necessidade de controle de temperatura, também são locais classificados com risco, portanto procedimentos corretos devem ser adotados para evitar acidentes.

Observação:

De acordo com Brasil (2015) a faixa explosiva de misturas gasosas é representada por diagramas ternários. A Figura 2 exibe um diagrama ternário que indica as faixas explosivas para uma mistura gasosa composta de CH_4 , ar e dos gases inertes como CO_2 e N_2 .

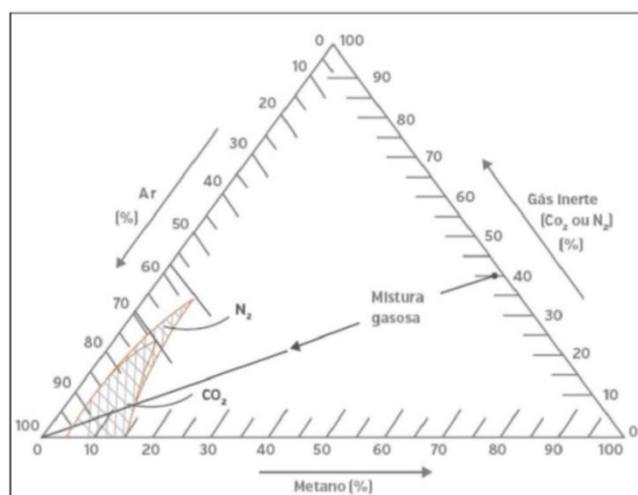


Figura 2: Diagrama ternário da faixa explosiva de misturas de $\text{CH}_4/\text{ar}/\text{CO}_2$ e misturas de $\text{CH}_4/\text{ar}/\text{N}_2$
Fonte: DWA-M 363 (2010)

A faixa explosiva do CH_4 misturado com o ar é entre 4,4 em vol. (limite inferior de explosividade) e 16,5% em vol. (limite superior de explosividade). O aumento da proporção de gás inerte ocasiona um estreitamento da faixa

explosiva, a qual se anula a uma concentração de 58% de ar. Nesta condição os limites superior e inferior de explosividade se igualam. Para conhecer o teor de explosividade de uma composição gasosa, é preciso deter as proporções volumétricas do metano, ar e gás inerte para encontrar o ponto de intersecção no diagrama ternário. Para ser explosiva, o ponto de intersecção deve situar na faixa explosiva. Por meio da taxa de adição de ar, também é possível determinar a variação das proporções volumétricas que devem sofrer os componentes para que a mistura se torne explosiva (BRASIL, 2015).

Este cuidado é fundamental, especialmente em plantas que possuam inserção de ar com baixo controle. A adição de volumes excessivos de ar, pode criar uma atmosfera explosiva, expondo estrutura e operadores a risco de explosão. O volume de ar a ser adicionado deve ser calculado de acordo com a produção diária de biogás e com base na concentração dos gases, tendo atenção especial ao metano e ao sulfeto de hidrogênio.

3.2.6. Risco de comportamento

Os riscos comportamentais estão vinculados as pessoas, portanto, o controle de acesso de funcionários, prestadores de serviço e clientes é essencial. A falta de revisões periódicas ou ausência de procedimentos operacionais e de segurança podem gerar riscos para a planta e as pessoas em suas dependências. Desta forma, treinamentos periódicos visando a capacitação e alinhamento da equipe contribui para que os cuidados sejam adotados além de torná-los capazes em orientar terceiros que venham acessar a planta.

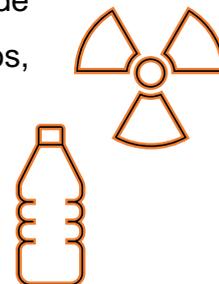


Para concluir está sessão:

O mapa de risco é uma ferramenta essencial na identificação e classificação dos riscos em uma planta de biogás, ela permitirá informar os operadores claramente sobre este aspecto. Na etapa de planejamento e execução deve-se considerar está ação, como procedimento padrão – o mapa de risco deve ser fixado em local de fácil acesso e visualização.

4. Classificação de produtos perigosos e temperatura de gases e vapores

Após identificação dos riscos envolvidos em uma planta de biogás, é importante avaliar a presença de produtos perigosos, estes devem ser classificados, para que medidas de segurança sejam adotadas de acordo com a sua tipologia. Os produtos perigosos são os de origem química, biológica ou radiológica que apresentam um risco potencial à vida, à saúde e ao meio ambiente. Como por exemplo: óleos e graxas lubrificantes, ácidos e bases (condicionadores de pH), embalagens contaminadas entre outros.



As classes de temperaturas para gases e vapores são classificações importantes, para prevenir qualquer risco de sobrecarga buscando evitar os riscos de explosão ou incêndio em uma planta de biogás. Nesta sessão serão abordadas as classes de risco contemplando os produtos perigosos, temperaturas, gases e vapores.

4.1. Classes de risco de produtos perigosos

Os produtos perigosos são classificados conforme Regulamento Modelo - Recomendações para Transporte de Produtos Perigosos da Organização das Nações Unidas (ONU) e a Norma Técnica Brasileira aprovada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 7500:2020 que estabelece: A simbologia convencional e dimensionamento para identificação de produtos perigosos; aplicação nas unidades, equipamentos de transporte e nas embalagens/volumes; finalidade quanto a indicação dos riscos e os cuidados a serem tomados no transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento (ABNT, 2020).

Quando designado a determinada classe de risco, o produto perigoso também recebe um número ONU, que permite sua identificação internacional (ANTT, 2012).

Exemplo: Metano comprimido – classe 2, nº 1971.

Abaixo estão detalhados os rótulos de acordo com a classe de risco, os mesmo, devem ser utilizados para identificação e sinalização na planta de biogás conforme necessidade.

Classes³:

Explosivos: Rótulos de risco da Classe 1 – Explosivos



Gases: Rótulos de risco da Classe 2 – Gases



Líquidos inflamáveis – Rótulos de risco da Classe 3 – Líquidos Inflamáveis



Sólidos Inflamáveis - Substâncias sujeitas a combustão espontânea, substâncias que em contato com água emitem gases inflamáveis. Rótulos de Risco da Classe 4 – Sólidos Inflamáveis



³ Adaptado NBR 7500:2020 e Manual Produtos Perigosos DER-SP

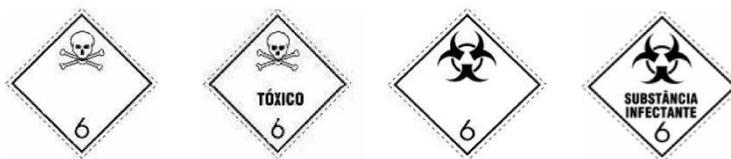
Substâncias Oxidantes e Peróxidos Orgânicos - Rótulos de Risco da Classe

5 – Subst. Oxidantes e Peróxidos Orgânicos



Substâncias Tóxicas e Substâncias Infectantes – Rótulos de risco da Classe

6



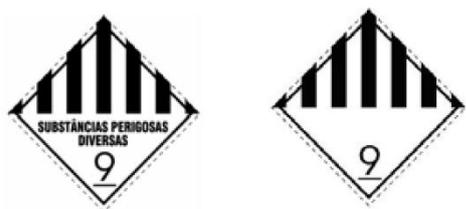
Materiais Radioativos - Rótulos de Risco da Classe 7



Substâncias Corrosivas - Rótulos de Risco da Classe 8



Substâncias e Artigos Perigosos Diversos - Rótulos de Risco da Classe 9



4.2. Classes de temperatura

De acordo com a ABNT – NBR IEC 60079-10-1 (2019), as classes de temperatura identificam a máxima temperatura de superfície que uma parte qualquer de um equipamento pode atingir em operação normal ou de sobrecarga prevista, considerando a temperatura ambiente máxima igual a 40°C. Essas classes de temperatura devem ser menores que a temperatura de ignição dos gases e vapores do meio circundante ao equipamento. A Tabela 1 apresenta a classificação de temperatura para gases e vapores.

Tabela 1: Classes de temperatura para gases e vapores

Classe de Temperatura	Faixa de temperatura de ignição das misturas (°C)	Temperatura de superfície permissível de aparelhos (°C)
T1	> 450	450
T2	> 300 ...450	300
T3	> 200 ...300	200
T4	> 135 ...200	135
T5	> 100 ...135	100
T6	> 85 ...100	85

Fonte: ABNT – NBR IEC 60079-10-1 (2019).

Para uma avaliação precisa do perigo de uma ignição devem ser consideradas as substâncias individualmente referente suas temperaturas de ignição/inflamação como metano e material particulado em suspensão. A forma, tamanho, espécie e natureza da superfície de contato são fatores importantes

que devem ser conhecidos. Neste caso, **a temperatura de superfície máxima sempre deve ser menor que a temperatura de ignição.**



Exemplificando:

Em abrigos de geração de energia elétrica existem superfícies aquecidas no conjunto dos grupos moto geradores a biogás. Como o sistema dos gases de combustão (turbina e tubulação de escape) e arrefecimento (radiador).

Neste mesmo local, existem as tubulações que alimentam de combustível a ignição por velas, presença de várias conexões, acessórios que possuem potencial de vazamentos acidentais, que em determinadas condições (enclausuramento, falta de ventilação, troca de ar) podem proporcionar uma condição de mistura explosiva.

4.3. Classificação de Gases e vapores

Para gases e vapores as temperaturas de ignição específicas são averiguadas conforme a NBR aprovada pela ABNT e *International Electrotechnical Commission (IEC) 60079-20-1:2011, versão corrigida 2:2014 – Atmosferas explosivas, características de substâncias para classificação de gases e vapores - Métodos de ensaios e dados.* A Tabela 2 apresenta a classificação de gases e vapores.

Tabela 2: Classificação de gases e vapores

Classificação	II A	II B	II C
T1	Metano, Amônia e Monóxido de Carbono	-	Hidrogênio
T2	Propano e Gasolina	Etanol	Acetileno
T3	Diesel	Sulfeto de Hidrogênio	-
T4	Aldeído Acético	-	-

T5	-	-	-
T6	-	-	Sulfeto de Carbono

5. Classificação das áreas

Nesta etapa o objetivo é mapear as áreas onde podem ocorrer misturas inflamáveis e que tenham a menor extensão possível em uma planta de



Boas práticas:

Além do biodigestor, que produz os gases da degradação anaeróbia de matéria orgânica, conforme a utilização de substratos (cama de aviário, carcaças de animais em decomposição, ácidos graxos), dependendo das condições de armazenagem, é comum a liberação de gases como metano, amônia e sulfeto de hidrogênio. Estes gases devem ser conhecidos, classificados e determinados os seus pontos de emissão atmosférica para a classificação das áreas.

produção e aplicações de biogás. Estas áreas, quando estudadas na fase de projeto de uma planta de biogás, podem ter seus riscos minimizados e sua classificação permitirá a melhor alternativa para proteção dos equipamentos. As definições de acordo com a ABNT NBR 60079-10:2019 são as seguintes:



5.1. Classificação dos ambientes conforme as substâncias

A classificação em classes e grupos estão relacionadas às substâncias presentes na instalação. As normas americanas da *American Petroleum Institute* (API) RP 500 e da *National Electrical Code* (NEC), *National Fire Protection Association* (NFPA) 70 classificam os ambientes e foram citados por Promimp

(2016), conforme descritos na Tabela 3 conforme as substâncias inflamáveis presentes nos ambientes:

Tabela 3: Classes das Substâncias Inflamáveis

Classe	I	II	III
Substância	Gases e Vapores	Poeiras	Fibras

Fonte: API E NEC *apud* PROMIMP (2016).

Com base na Classe para gases e vapores, os grupos das substâncias inflamáveis são apresentados na Tabela 4:

Tabela 4: Grupos das Substâncias Inflamáveis.

CLASSE	GRUPO	DEFINIÇÃO
I	A	Gases da família do Acetileno
	B	Butadieno, Óxido de Etileno, Hidrogênio ou gases e vapores de risco equivalente ao do Hidrogênio
	C	Eteno, Ciclopropano, Éter Etílico, Etileno ou gases e vapores de risco equivalente
	D	Propano, Acetona, Álcool, Amônia, Benzeno, Butano, Gasolina, Metano, Gás Natural, vapores de vernizes, gases e vapores de risco equivalente

Fonte: API E NEC *apud* PROMIMP(2016).

Gradação de Risco: A → B → C → D

A sequência de risco é observada do maior para o menor grau.

A NBR IEC 600079-0:2016 não classifica o ambiente em classes, mas em grupos, separados de acordo com os equipamentos elétricos usados.

- **Grupo I** – Equipamentos fabricados para operar em minas subterrâneas;
- **Grupo II** – Equipamentos fabricados para operar em indústrias de superfície.

Para o Grupo II é realizada uma divisão em 3 subgrupos, conforme a periculosidade do gás. O comparativo entre a classificação dos gases segundo as normas americanas, internacionais e brasileiras são descritas na Tabela 5:

Tabela 5: Comparativo de normas para grupos das substâncias inflamáveis

NORMA	Grupo do Acetileno	Grupo do Hidrogênio	Grupo do Eteno	Grupo do Propano	Grupo de Minas (Metano)
API/NEC	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D	Grupo D
ABNT/IEC	Grupo II C	Grupo II C	Grupo II B	Grupo IIA	Grupo I

Fonte: API, NEC, ABNT e IEC

É importante mencionar que a classificação do ambiente deverá seguir as orientações anteriores relacionadas as classificações de produtos perigosos, gases e vapores.

5.2. Classificação dos ambientes – Áreas de risco

É necessário classificar a área quanto ao grau de risco que ela está exposta e à extensão da atmosfera inflamável. A classificação de áreas de risco nos Estados Unidos é diferente da usada na Europa. Divisões segundo a API RP 500 e NEC, NFPA 70:

- **Divisão 1** - Locais com alta probabilidade de presença de mistura inflamável;
- **Divisão 2** - Locais com baixa probabilidade de presença de mistura inflamável.

Além do risco de incêndio, as plantas de biogás têm um potencial de explosão relativamente alto. Os gases inflamáveis, em casos de vazamentos, em contato com o ar e com uma fonte de ignição (superfícies quentes de equipamentos, chamas abertas, fagulhas geradas mecânica ou eletricamente) geram perigos de explosão. As áreas com atmosfera explosiva, são classificadas de acordo com a NBR IEC 60079-10-1 (2015):

Atmosfera explosiva	<ul style="list-style-type: none">• "É a mistura com ar, sob condições atmosféricas, de substâncias inflamáveis na forma de gás, vapor, poeira, fibras ou partículas suspensas, na qual, após a ignição, permite auto sustentação de propagação da chama".
Atmosfera explosiva de gás	<ul style="list-style-type: none">• "É a mistura com ar, sob condições atmosféricas de substâncias inflamáveis na forma de gás ou vapor, na qual, após a ignição, permite auto sustentação de propagação da chama".
Área classificada¹	<ul style="list-style-type: none">• "É uma área na qual uma atmosfera explosiva de gás está presente, ou é esperada para estar presente em quantidades tais que requeiram precauções especiais para a construção, instalação e utilização de equipamentos".

¹Devido a atmosfera explosiva de gás.

Fonte: NBR IEC 60079-10-1 (2015).

Para classificar as áreas sujeitas ao risco de explosão (zonas “ex”) em uma planta de biogás, são utilizadas como critérios resultados da avaliação de perigos, frequência e a duração da formação de atmosferas perigosas e explosivas. Essas áreas são classificadas em zona 0, zona 1 e zona 2. Classificações em Zonas – probabilidade de presença de substâncias inflamáveis, segundo a ABNT NBR IEC 60079-0:2016 (Tabela 6).

- **ZONA 0** - Local onde a ocorrência de mistura inflamável / explosiva é contínua.
- **ZONA 1** - Local onde a ocorrência de mistura inflamável / explosiva é provável de acontecer em condições normais de operação do equipamento de processo.
- **ZONA 2** - Local onde a ocorrência de mistura inflamável / explosiva é pouco provável de acontecer e se acontecer é por curtos períodos e está associada à operação anormal do equipamento de processo.

Tabela 6: Comparativo de Normas - classificação das áreas

NORMAS	COMPARATIVO
--------	-------------

API/NEC	Divisão 1		Divisão 2
ABNT/IEC	Zona 0	Zona 1	Zona 2

Fonte: API, NEC, ABNT e IEC

A figura 3 exemplifica a classificação de área de risco para um posto de abastecimento com biometano.

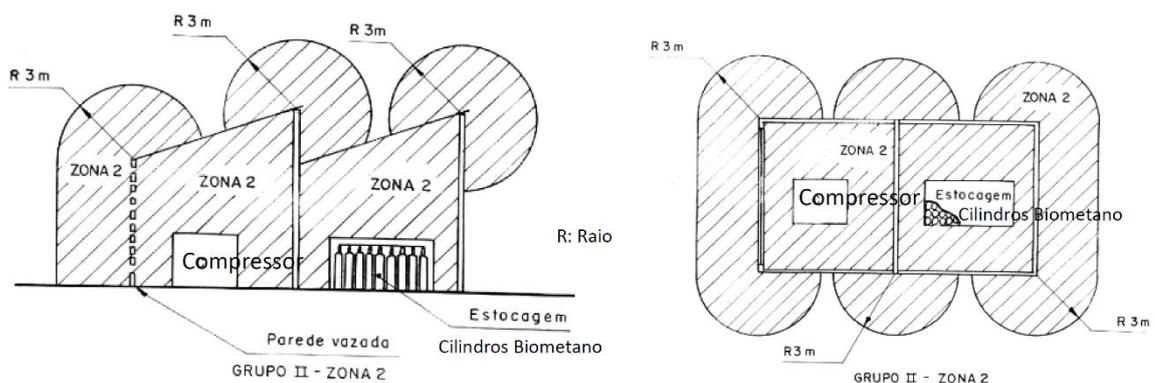


Figura 3: Exemplo de classificação de área de risco

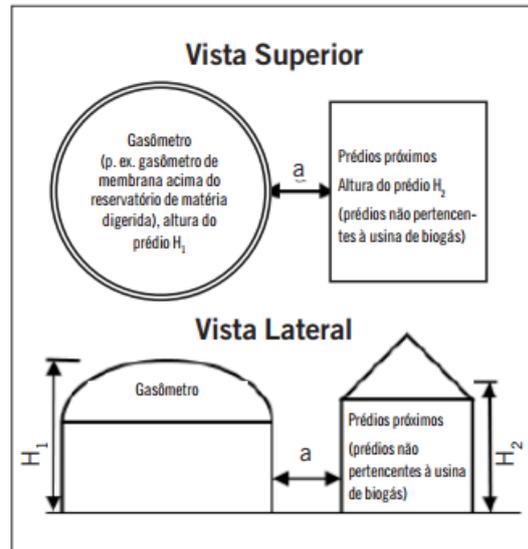
Fonte: Adaptado NBR 12236 (1994)

O distanciamento de segurança tem o objetivo de reduzir chances de danos à planta de biogás, como por exemplo: situações de incêndio. O Safety Biogas (2017), orienta que é necessário estipular distâncias de segurança de pelo menos 6 m na horizontal entre gasômetros e outras instalações adjacentes não relacionadas ao biogás, equipamentos e prédios próximos (com altura inferior a 7,5 m) ou vias de transporte.

Citando um exemplo prático, o caso de um prédio, gasômetro ou outra edificação que tenha altura superior a 7,5 m, a fórmula para calcular a distância é: $a = 0,4 \times H1 + 3 \text{ m}$.

No caso de dois prédios, gasômetros ou outras edificações com altura superior a 7,5 m, a fórmula para calcular a distância é: $a = 0,4 \times H1 + 0,4 \times H2$, conforme DIN EN 13501-1.13501-1 (Safety Biogas, 2017).

Em projetos de arranjos tecnológicos de biogás, devem ser contempladas distâncias mínimas que garantam a segurança dos operadores e de funcionários que trabalham no local. É importante adotar distâncias **de pelo menos 6 m entre o gasômetro e as salas de equipamentos.** Em instalações verticais recomenda-se calcular a distância pela projeção vertical da borda do gasômetro. (Safety Biogas, 2017).



Os riscos de incêndio e o perigo associado as pessoas que trabalham no local devido à radiação térmica ou convecção pode ser evitado com o uso de sinalizador de emergência e pelo correto posicionamento do mesmo. Todos os procedimentos de segurança devem ser adotados para outras construções civis da própria usina ou até mesmo para as áreas e vias públicas (Safety Biogás, 2017).

5.3. Classificação por tipo de proteção de equipamentos – Áreas de risco

O nível de segurança para um determinado tipo de dispositivo em contato com substâncias inflamáveis em área classificada é descrito na tabela 7.

Tabela 7: Resumo dos tipos de proteção de equipamento, símbolos e princípios

TIPO DE PROTEÇÃO	SIMBOLOGIA	PRINCÍPIO
Equipamento à Prova de Explosão	Ex d	Confinamento
Equipamento Pressurizado	Ex p	Segregação
Equipamento Imeroso em Óleo	Ex o	
Equipamento Imeroso em Areia	Ex q	
Equipamento Imeroso em Resina	Ex m	
Equipamento de Segurança Aumentada	Ex e	Supressão
Equipamento Não Acendível	Ex n	
Equipamento de Segurança Intrínseca	Ex i	
Equipamento Especial	Ex s	Especial

Fonte: Adaptado da série de normas - NBR IEC 60079

A forma de identificação dos instrumentos é apresentada como exemplo figura 4, quanto a marcação do equipamento que informa o tipo de proteção e as condições que deve ser utilizado. Já a figura 5 expressa um equipamento e sua utilização em área classificada.

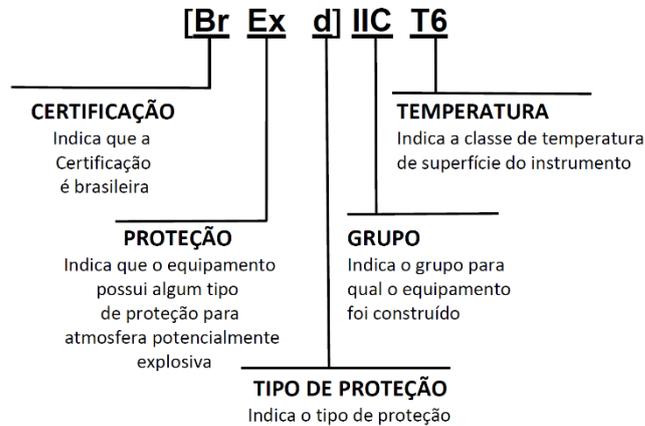


Figura 4: Marcação em equipamento para atmosfera explosiva
Fonte: Adaptado SENAI/ES (1999)

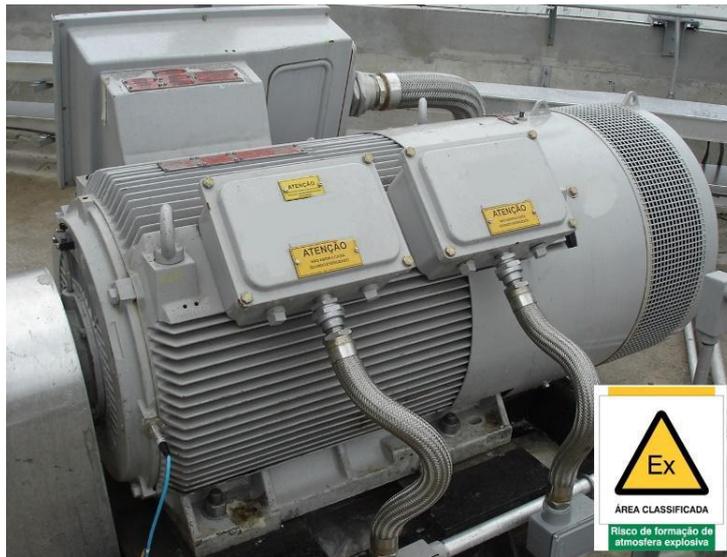


Figura 5: Motor elétrico em área classificada Zona 2 - Grupo IIA - Classe de temperatura T3
Fonte: ABNT/CB-003 (2019)

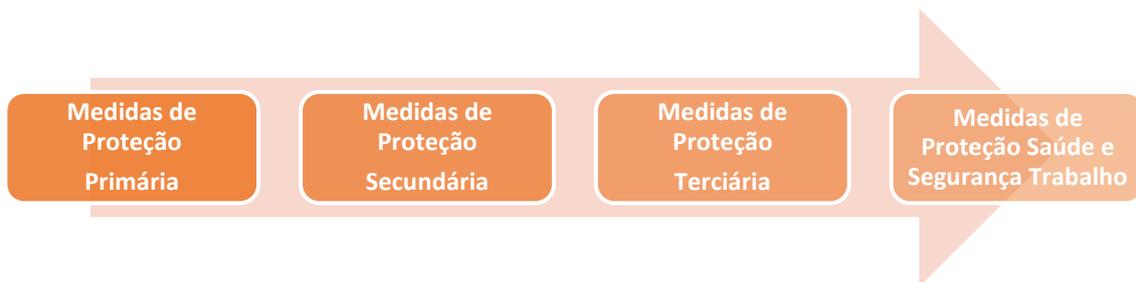
5.4. Áreas não classificadas

São locais onde a probabilidade de presença de atmosferas explosivas é menor que 1 hora por ano – não é frequente, estas não exigem precauções especiais para a construção, instalação e utilização de equipamento elétrico.

Área na qual uma atmosfera explosiva de gás não é esperada para estar presente em quantidades tais que requeiram precauções especiais para a construção, instalação e utilização de equipamentos segundo a ABNT NBR 60079-10:2019.

6. Medidas de proteção

As medidas de proteção contra explosão são tomadas seguindo uma ordem de prioridade: Evitar atmosfera explosiva (Proteção Primária), não sendo possível evitá-la, deve-se evitar fontes de ignição (Proteção Secundária). A medida restante contra explosão será de caráter estrutural, de equipamentos e dispositivos (Proteção Terciária).



Classificação das medidas de proteção contra explosão, conforme as suas funções:

Proteção Primária: evitar atmosfera explosiva;

Proteção Secundária: evitar a inflamação de uma atmosfera perigosa;

Proteção Terciária: medidas construtivas (obras civis) e a instalação de equipamentos de combate a incêndio (extintores, rede de hidrante, entre outros).

Classificação das medidas de proteção quanto a saúde e segurança no trabalho:



Exemplificando:

Vale lembrar que, podem ser substâncias nocivas à saúde humana: Tratamento de esgoto doméstico, dejetos de animais, chorume de aterros sanitários, carcaças de animais, efluentes industriais, laboratórios, entre outros.

Poeiras e aerossóis contendo fungos e bactérias, como na silagem e cama de aves. Da mesma forma para produtos destinados ao controle de vetores, como ratos e baratas, decorrentes do armazenamento incorreto de resíduos orgânicos.

1. **Técnicas:** Cobertura de equipamentos com peças giratórias, superfícies aquecidas, ambientes com ventilação forçada (evitar confinamento de vapores e gases), sinalização de alerta e proibição;
2. **Organizacionais:** Procedimentos operacionais, fichas de informações de segurança de produtos químicos (FISPQ), planos de emergência, normas e instruções de trabalho para manutenção com fontes de ignição, soldas em geomembrana, altura, inspeções e testes;
3. **Individuais:** Disponibilização dos EPI's (uniforme, capacete, calçado e óculos de segurança, luvas e máscara) com suas devidas especificações para trabalho com produtos químicos, substâncias inflamáveis, poeiras e agentes biológicos. Importante ter cuidados com a exposição de substâncias nocivas à saúde humana.

6.1 Grau de Risco

Para a determinação das medidas de proteção, deve ser analisado o grau de risco das instalações. A avaliação de uma instalação permite determinar o grau de risco, conforme os itens citados em PROMINP(2016):

- a) Identificar qual substância inflamável pode estar presente (ex: GLP, biogás, biometano) e classificar em função do grupo e da classe de temperatura;
- b) Identificar os elementos causadores de risco , que constituem-se nas partes do processo onde há possibilidade de liberação ou vazamento de material inflamável para o ambiente externo, tais como: flanges, válvulas, manômetros, soldas de geomembranas, flare, selos hídricos de alívio de pressão com liberação de gás para atmosfera, entre outros;

A NBR 60079-10:2019 delibera a gradação das fontes de risco classificadas em ordem decrescente em relação à probabilidade de a atmosfera explosiva de gás estar presente:

Grau contínuo	<ul style="list-style-type: none">• Onde a liberação é contínua ou esperada para ocorrer frequentemente ou por longo períodos.
Grau primário	<ul style="list-style-type: none">• Liberação esperada para ocorrer periodicamente ou ocasionalmente durante operação normal.
Grau secundário	<ul style="list-style-type: none">• A liberação não é esperada para ocorrer em operação normal (quando o equipamento está operando dentro dos parâmetros de projeto), e se ocorrer é pouco frequente e por curtos períodos.

Fonte: NBR 60079-10:2019

- c) Verificar a temperatura, altitude e ventilação;

- d) Conforme as condições de enclausuramento ou ventilação, deve-se calcular a concentração no ambiente e taxa de emissão da substância inflamável.

6.2 Proteção Primária

Consiste em eliminar a atmosfera explosiva ao redor de fontes de ignição como: fontes de calor, equipamentos elétricos, eletrônicos e de automação ou eliminar a fonte de ignição.

Boas práticas para evitar a formação de atmosfera explosiva:



1) Eliminar a substância inflamável:	Se possível, utilizar substância não inflamável.
2) Limitar a concentração de gases e vapores:	A concentração da atmosfera deve ficar abaixo do limite inferior de inflamabilidade.
3) Limitar a concentração de poeiras inflamáveis (material particulado em suspensão como amido de mandioca e milho, soja, trigo):	A concentração da atmosfera deve ficar abaixo do limite inferior de inflamabilidade.
4) Aumentar o ponto de fulgor do fluido:	Para que o ponto de fulgor das substâncias explosivas fique acima da temperatura ambiente de trabalho.
5) Processo de inertização:	Limitar a concentração de ar (oxigênio) no ambiente, por exemplo com a adição de gases inertes como vapor de água ou nitrogênio.
6) Ventilação:	Utilizar ambientes arejados, com boa ventilação natural. Pode-se também utilizar ventilação artificial (exaustores, ventiladores, aberturas, difusores, dutos, dentre outros).

Em casos onde não é possível evitar a formação de atmosfera explosiva no entorno de uma fonte ignitora, devem ser utilizados equipamentos e dispositivos de proteção conforme a classificação da área ou até mesmo a eliminação da própria fonte de ignição.

Fonte: PROMINP, 2016.

6.3 Proteção Secundária

São medidas tomadas contra a ignição para evitar a inflamação de atmosfera perigosa.

1. Sempre que possível evitar fontes de ignição;
2. Fazer a divisão das áreas explosivas em zonas;
3. Utilizar mecanismos, processos e meios protegidos contra explosão.

6.4 Proteção Terciária

São medidas construtivas tomadas conforme avaliação dos efeitos de uma explosão limitados a um nível seguro das instalações. Requisitos de resistência ao fogo estabelecidos na ABNT NBR 14432:2001 devem ser atendidos, bem como os impactos gerados a partir de uma explosão devem ser limitados ou que a estrutura existente possa resistir à pressão máxima de uma detonação.



Equipamentos e procedimentos operacionais:

- Utilização de luminárias e motores a prova de explosão;
- Ferramentas fabricadas com materiais que não gerem faíscas como cobre e berílio;
- Instalação de para-raios como proteção de descargas atmosféricas;
- Sistema de aterramento adequado – este pode prevenir quanto a descargas eletrostáticas.

Exemplificando:

A utilização de uma parede com 4 TRF⁴ (tempo de resistência ao fogo) pode ser utilizada como limite da propriedade.

Para demonstrar o modelo de proteção terciária, a figura 6 expressa as distâncias mínimas de segurança para atividade de posto de gás combustível comprimido conforme os critérios de projeto, montagem e operação – ABNT NBR 12236:1994.

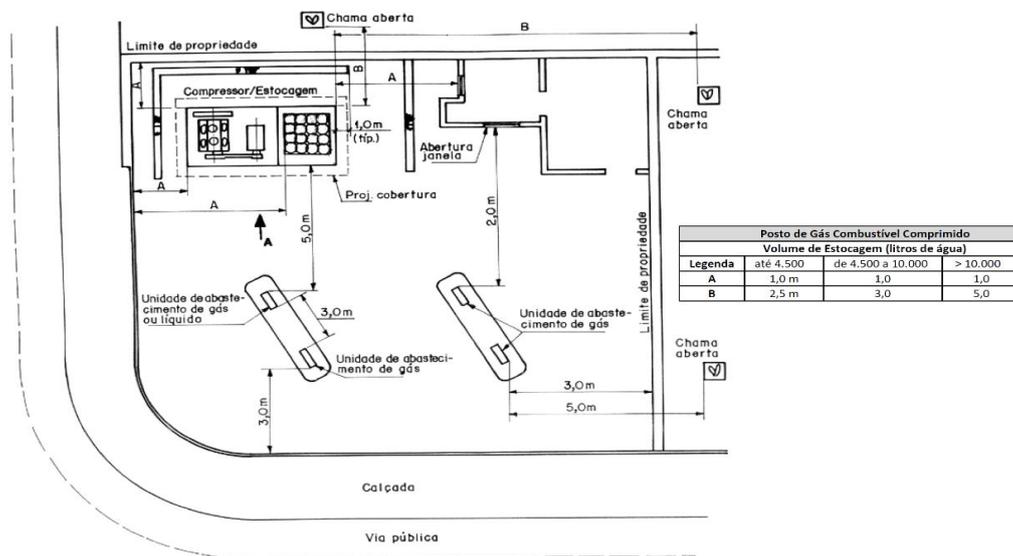


Figura 6: Distâncias mínimas de segurança

Fonte: Adaptado NBR 12236 (1994)

Devem ser observadas as distâncias mínimas de segurança de paredes, demais construções, limite com propriedades vizinhas, cuidado com a locação de vasos de pressão, tubulações com biogás ou biometano, tanques, reatores, entre outros. O tipo de material utilizado nas construções de paredes, coberturas e pisos deve ser apropriado e seguro quanto a sua inflamabilidade e resistência.

6.5 Exemplos de Medidas de Proteção

Para detalhar medidas de proteção estruturou-se abaixo exemplos para as etapas de produção, transporte, tratamento e aplicações do biogás.

Produção de Biogás

⁴TRF - É o Tempo mínimo em horas que um elemento estrutural deve impedir a propagação do fogo sem comprometer sua função estrutural.

- Caracterização das substâncias utilizadas como insumos, matérias-primas para a biodigestão, digestato e biogás.
- FISPQ's em local de fácil acesso, requisitos de acordo com a ABNT NBR 14725-1:2010 e NBR 14725-4:2014;
- Atendimento quanto as distâncias regulamentares, requisitos para instalações de tanques conforme a ABNT NBR 12235:1992 e NBR 17505-1:2013;
- Sistema de contenção contra vazamentos acidentais para substâncias perigosas (sólidos, líquidos e gases) – condições de armazenamento, bacia de contenção para tanques e reatores aéreos, encaminhamento de fluido potencialmente poluidor para o sistema de tratamento de efluente;
- Plano de controle de vetores em áreas de armazenamento de resíduos e insumos para o sistema de biodigestão e digestato;
- Biodigestor – dispositivos de controle de pressão como válvula de alívio com saída para atmosfera – tipo selo hídrico ou manual; Flare para queima de biogás; testes de solda em geomembranas ou estanqueidade do reator;
- Digestato – destino, dentro dos padrões e condicionantes conforme licenciamento ambiental;
- Identificação das fontes de risco;
- Dispositivos que evitem a formação de atmosfera explosiva (ventilação natural ou mecânica);
- Programa de treinamento aos funcionários para se evitar risco de comportamento por imperícia ou negligência (medicina e segurança do trabalho, manutenção e operação de equipamentos, emergencial etc.);
- Utilização dos EPI's preconizados pela NR-6;
- Sinalização de segurança contra incêndio e pânico, cores para identificação de tubulações de gases industriais, em conformidade com a ABNT NBR 6493:2019, NBR 7195:2019, NBR 13193:2019, NBR 13434-1 e 2:2014 e NR-26.



Exemplificando: Sinalização de segurança em área de Biodigestor Aéreo de Mistura Completa

	RISCO BIOLÓGICO: o material existente dentro dos biodigestores pode ficar expostos durante a operação de controle dos mesmos.
	RISCO DE EXPLOÇÃO: caso haja vazamento nas tubulações de gás ou na cúpula/geomembrana dos biodigestores, a ocorrência de uma centelha de fogo, pode gerar uma explosão.
	RISCO DE EXPOSIÇÃO A PRODUTOS TÓXICOS: aditivos utilizados no interior dos biodigestores devem ser seguidos de alguns cuidados observados na rotulagem e na FISPQ de cada um.
	PROIBIDO FUMAR e PRODUZIR CHAMA: pela presença de gás inflamável (biogás), caso ocorra algum vazamento do mesmo, há o risco de explosão se for acionado alguma centelha ou fogo.
 	RISCO DE CHOQUE ELÉTRICO E MANUSEIO SOMENTE PELO OPERADOR: instalar esse aviso nos quadros de energia dos agitadores e em outros equipamentos elétricos.
	TUBULAÇÃO DE GÁS: instalar essa placa alertando onde há tubulações de biogás. Na saída do biodigestor para o flare, gasômetros e para produção de energia.
	SOMENTE PESSOAL AUTORIZADO: sinalização de restrição de pessoas não autorizadas, devido a presença de equipamentos de alta tensão e painéis elétricos. Deve-se ter autorização dos responsáveis da operação da planta para se aproximar do local.
	ESPAÇO CONFINADO: sinalização indicando um espaço confinado e o risco de morte. Instalar na escotilha e na janela de inspeção do biodigestor de mistura contínua (CSTR).
	TUBULAÇÃO QUENTE: sinalizar tubulações do sistema de aquecimento do biodigestor de mistura completa (CSTR). Instalar próximo as tubulações.

Transporte

- Caracterização dos fluidos transportados (biogás e biometano);
- FISPQ's em local de fácil acesso, requisitos de acordo com a ABNT NBR 14725-1:2010 e NBR 14725-4:2014;
- Identificação das fontes de risco;

- Identificação das tubulações quanto ao fluido, condições de pressão, temperatura e vazão de operação;
- Verificação de teste de estanqueidade em tubulações subterrâneas;
- Verificação dos critérios de projeto de sistemas de transmissão e distribuição de gás combustível de acordo com a ABNT NBR 12712:2002.
- Vasos de pressão atendimento a NR-13;
- No caso de transporte de insumos, digestato e resíduos devem estar em conformidade com a família de normas da ABNT NBR 7500:2020.
- Utilização dos EPI's preconizados pela NR-6;
- Sinalização de segurança contra incêndio e pânico, cores para identificação de tubulações de gases industriais, de acordo com a ABNT NBR 6493:2019, NBR 7195:2019, NBR 13193:2019, NBR 13434-1 e 2:2014 e NR-26.

CORES DE TUBULAÇÕES		UTILIZAÇÃO
	Vermelho	Água e outras substância destinadas a combater incêndio
	Laranja	Produtos químicos não gasosos
	Amarelo	Gases não liquefeitos
	Verde	Água, exceto a destinada a combater incêndios
	Azul	Ar comprimido
	Branco	Vapor
	Preto	Inflamáveis e combustíveis de alta viscosidade (por exemplo, óleo combustível, asfalto, alcatrão, piche)
	Marrom	Materiais fragmentados (minérios), petróleo bruto
	Cinza Claro	Vácuo
	Cinza Escuro	Eletroduto
	Alumínio	Gases liquefeitos, inflamáveis e combustíveis de baixa viscosidade (por exemplo: óleo Diesel, gasolina, querosene, óleo lubrificante, solventes).

Fonte: Adaptado NBR 6493:2019

- Para o transporte rodoviário de produtos perigosos verificação quanto aos requisitos mínimos de segurança, conjunto de equipamentos para emergência estabelecidos na ABNT NBR 9735:2020, NBR 13221:2017 e NBR 15481:2017.

Tratamento

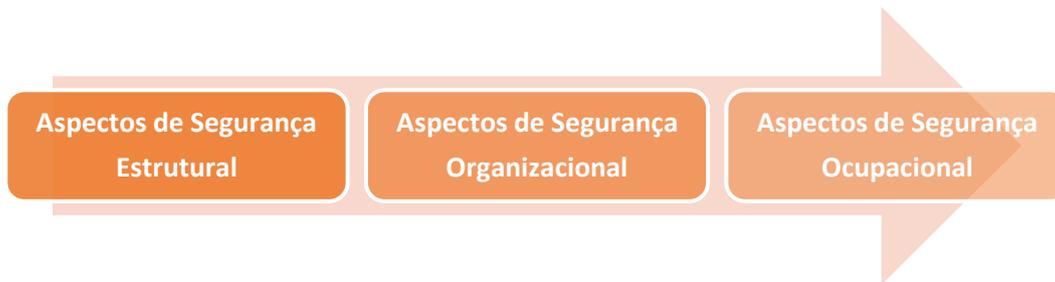
- Caracterização das substâncias utilizadas no processo de tratamento do biogás, produtos e subprodutos;
- Vasos de pressão atendimento a NR-13;
- Utilização dos EPI's preconizados pela NR-6;
- Sinalização de segurança contra incêndio e pânico, cores para identificação de tubulações de gases industriais, em conformidade com a ABNT NBR 6493:2019, NBR 7195:2019, NBR 13193:2019, NBR 13434-1 e 2:2014 e NR-26.

Aplicações do biogás

- Combustão direta ou indireta em caldeiras, trocadores de calor, e aquecedores: Sistema de combustão com controle e segurança, com cavalete de válvulas, programador de chama, teste de estanqueidade para o atendimento a ABNT NBR 12.313:2000.
- Geração de energia elétrica: em geração distribuída, projeto aprovado conforme os requisitos de segurança junto a concessionária de energia; Avaliação conforme a legislação estadual quanto a dispositivo de controle de emissões atmosféricas.
- Posto de abastecimento veicular: verificação das distâncias regulamentares descritas por meio da ABNT NBR 12236:1994; realização de ensaio hidrostático, inspeção por empresa requalificadora e identificação dos cilindros de biometano como preconizado pela Portaria INMETRO nº 008 de 04 de janeiro de 2011 e ABNT NBR 12274:2010.
- Acondicionamento e destino evidenciado por empresa autorizada para óleo lubrificante usado, embalagens e EPI's contaminados com resíduo Classe I conforme a ABNT NBR 10004:2010, Classe II e III - NBR 11174:1990.
- Utilização dos EPI's preconizados pela NR-6;
- Sinalização de segurança contra incêndio e pânico, cores para identificação de tubulações de gases industriais, em conformidade com a ABNT NBR 6493:2019, NBR 7195:2019, NBR 13193:2019, NBR 13434-1 e 2:2014 e NR-26.

7.ASPECTOS DE SEGURANÇA

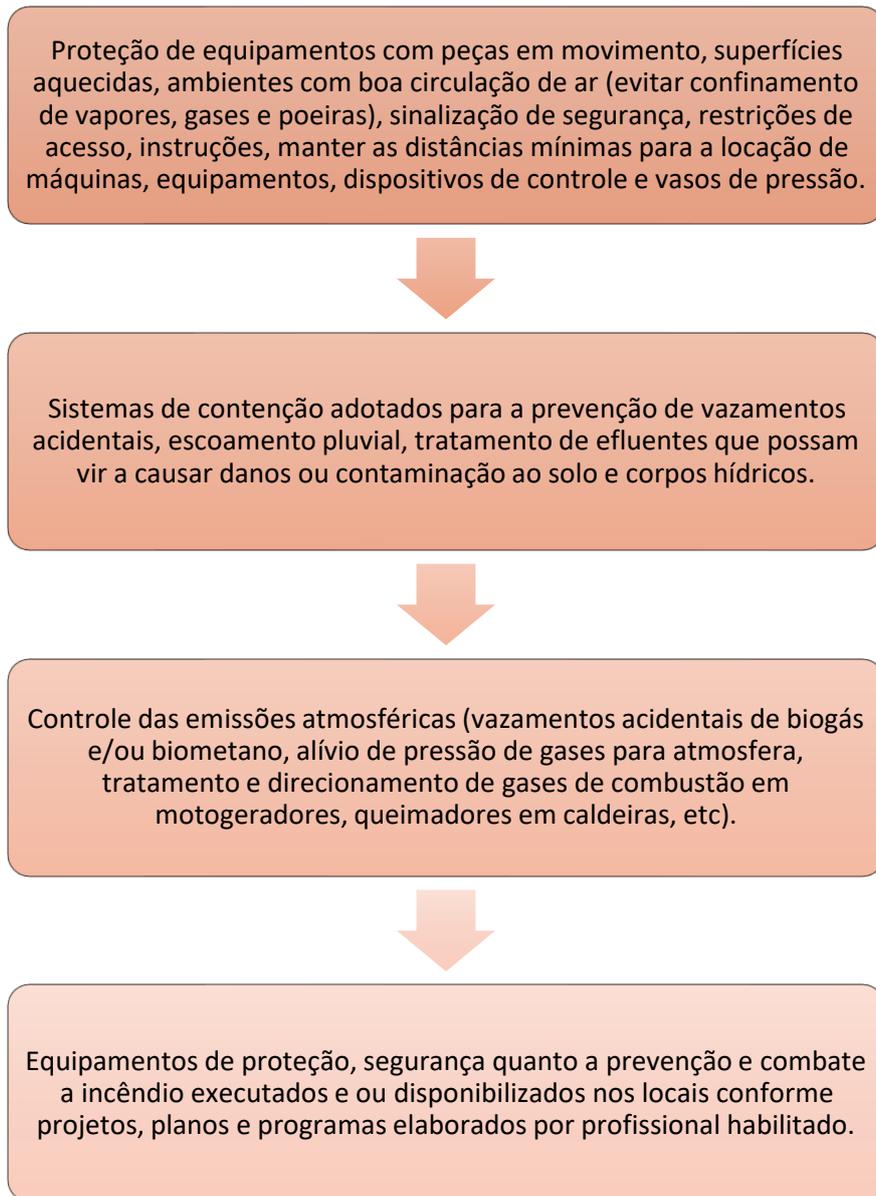
As medidas de proteção a serem adotadas em uma unidade de produção e aplicação de biogás deverão ser analisadas sob os seguintes aspectos:



7.1 Aspecto Estrutural

Os aspectos estruturais, estão vinculados a estrutura física (obra civil, materiais utilizados nas edificações, distâncias regulamentares, tanques, reatores, vasos de pressão, tubulações, equipamentos e dispositivos de medição, controle e proteção).

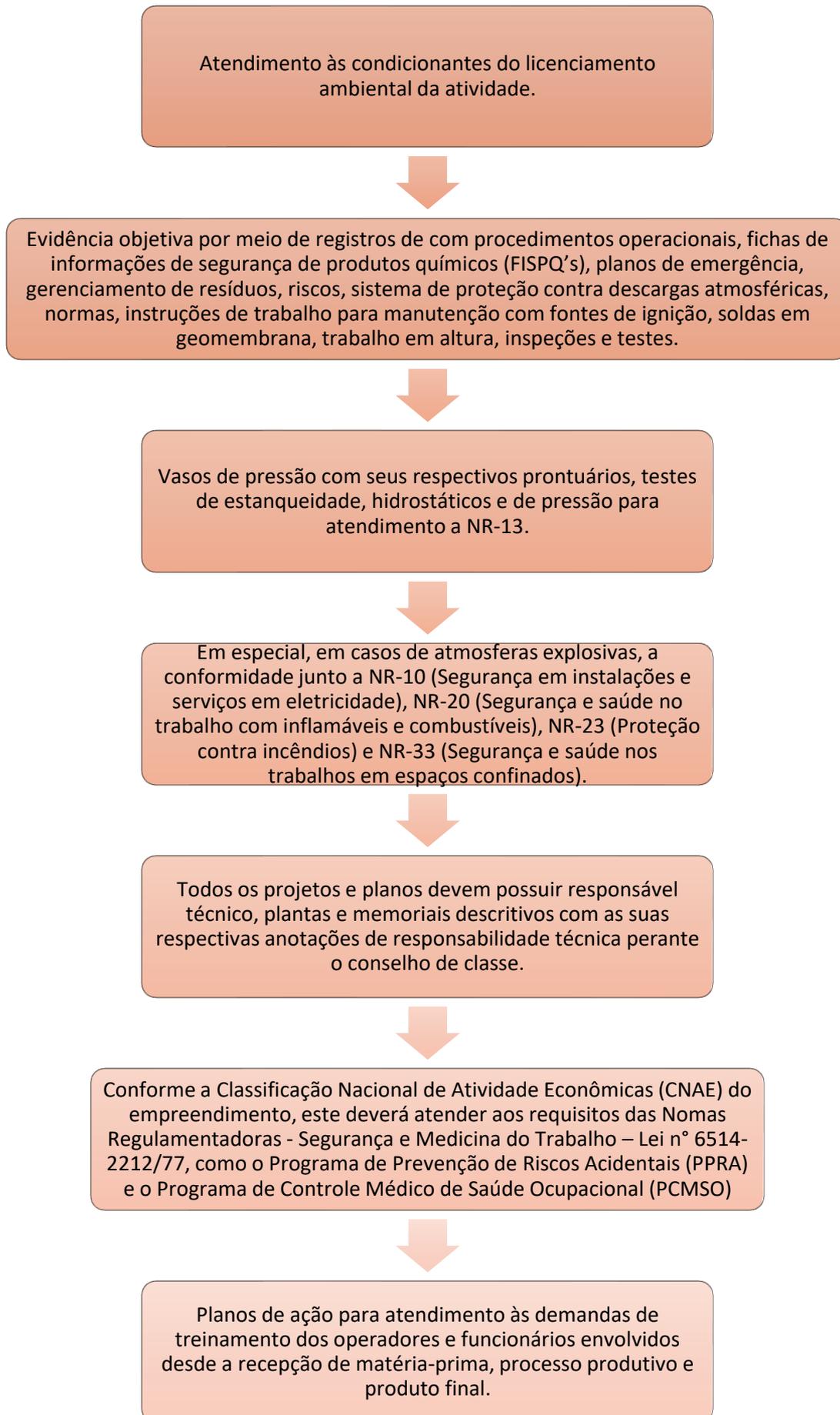
Dentre os aspectos estruturais que devem ser submetidos a uma avaliação, estão:



7.2 Aspecto Organizacional

Apresentação de documentos e registros legais, sistema de gerenciamento quanto as revisões de normas, procedimentos internos e a identificação dos responsáveis. Abaixo exemplificado aspectos organizacionais:

Guia de Boas Práticas – Segurança em Plantas de Biogás



7.3 Aspecto Ocupacional

Os aspectos ocupacionais estão relacionados ao atendimento dos requisitos normativos quanto a saúde e segurança do trabalho junto aos funcionários do empreendimento. Os aspectos ocupacionais passíveis de verificação são:

Os funcionários devem ser treinados. O empreendimento deve possuir programa de treinamento para os funcionários, possuir controle sobre os exames admissionais e periódicos de saúde conforme suas funções de trabalho e atestados de saúde ocupacional conforme a classificação da atividade.

Na unidade deve haver a disponibilização dos equipamentos de proteção individuais – EPI's com suas devidas especificações para trabalho com produtos químicos, substâncias inflamáveis, poeiras e agentes biológicos. Controle de entrega aos funcionários com seus respectivos certificados de aprovação.

As FISPQ's devem estar disponíveis em local de fácil acesso aos funcionários.

Atendimento aos requisitos do PPRA e PCMSO da atividade.

Documentos e registros periodicamente revisados conforme orientação de responsável técnico habilitado quanto ao atendimento das normas de segurança e prevenção a incêndio.

Conformidade com os níveis de ruído – Portaria Federal MINTER n° 092 de 19/06/1980 e Resolução CONAMA n° 001/90.

8. DESCRIÇÃO DE DOCUMENTOS REGULAMENTARES

É importante destacar que plantas de biogás, devem possuir um sistema de gestão de documentos e registros que permitam uma verificação periódica da validade, revisão, atualização e responsabilidade sob a supervisão de determinado funcionário. Diante disto, seguem alguns dos documentos e registros regulamentares:

ÍTEM	DOCUMENTO
1	Comprovante de inscrição e de situação cadastral junto à Receita Federal
2	Licenciamento Ambiental (Licença Prévia, Instalação e Operação) e Autorização Ambiental (caso aplicável);
3	Alvará municipal de funcionamento
4	Projeto arquitetônico, civil, elétrico e hidráulico
5	Projeto Prevenção e Combate a Incêndio
6	Certificado de Aprovação do Corpo de Bombeiros
7	Plano de Controle Ambiental;
8	Plano de Gerenciamento de Resíduos
9	Plano de Gerenciamento de Risco
10	Plano de Emergência
11	Plano de Contingência
12	Projeto do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas
13	Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
14	Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional
15	Fichas de Segurança Informação de Segurança de Produtos Químicos
16	Ficha de Controle de Entrega de Equipamentos de Proteção Individual
17	Laudo de caracterização de substrato, digestato (biofertilizante), biogás e biometano (quando aplicável).
18	Comprovante do destino de resíduos Classe I
19	Projeto de controle e monitoramento de aplicação de digestato (biofertilizante)
20	Prontuário e teste de estanqueidade para Vaso de Pressão

Lembrete importante:

Não esqueça, todos os projetos, planos e testes deverão possuir anotação de responsabilidade técnica junto ao conselho de classe. Esta ação deve ser realizada por profissionais capacitados e autorizados.



AGRADECIMENTOS

Este guia é resultado do esforço empreendido em cooperação com a empresa Bioeficiência Assessoria e Consultoria em Engenharia Ltda., agradecemos a contribuição na elaboração deste material. O compartilhamento de informações e experiência prática foi fundamental.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE. **API - RP 500 - Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities Classified as Class I, Division 1 and Division 2.** 3 edition. 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES (ANTT). **O transporte terrestre de produtos perigosos no Mercosul.** Edição: 2012. 20p. Disponível em: <https://portal.antt.gov.br/documents/359159/391167/Transportes+de+produtos+perigosos+no+MERCOSUL+-+vers%C3%A3o+ANTT.pdf/d05a3b99-36e5-5b32-c44c-a794a5df0910?t=1592228787347>. Acesso em: 18/08/2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6493 - Emprego de cores para identificação de tubulações industriais.** Rio de Janeiro. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7195 - Cores para segurança.** Rio de Janeiro. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7500:2020 - Identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos.** Rio de Janeiro. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9735:2020 - Conjunto de equipamentos para emergências no transporte terrestre de produtos perigosos.** Rio de Janeiro. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004:2010 - Resíduos sólidos - Classificação.** Rio de Janeiro. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11174:1990 – Armazenamento de resíduos classes II – não inertes e III - inertes - Procedimento.** Rio de Janeiro. 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12235:1992 - Armazenamento de resíduos sólidos perigosos – Procedimento.** Rio de Janeiro. 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12236:1994 - Critérios de projeto, montagem e operação de postos de gás combustível comprimido.** Rio de Janeiro. 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12313:2000 - Sistema de combustão - controle e segurança para utilização de gases combustíveis em processos de baixa e alta temperatura.** Rio de Janeiro. 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12712:2002 - Projeto de sistemas de transmissão e distribuição de gás combustível.** Rio de Janeiro. 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12274:2010 - Inspeção em cilindros de aço, sem costura, para gases.** Rio de Janeiro. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13193:2019 - Emprego de cores para identificação de tubulações de gases industriais.** Rio de Janeiro. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13221:2017 – Transporte terrestre de resíduos.** Rio de Janeiro. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13434-1:2004 - Sinalização de segurança contra incêndio e pânico. Parte 1. Princípios e projeto.** Rio de Janeiro. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13434-2:2004 - Sinalização de segurança contra incêndio e pânico. Parte 2. Símbolos e suas formas, dimensões e cores.** Rio de Janeiro. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14432:2001 - Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações - Procedimento.** Rio de Janeiro. 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14725-1:2010 - Produtos químicos - Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente Parte 1: Terminologia.** Rio de Janeiro. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14725-4:2014 - Produtos químicos - Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente. Parte 4: Ficha de informações de segurança de produtos químicos (FISPQ).** Rio de Janeiro. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15481:2017 - Transporte rodoviário de produtos perigosos — Requisitos mínimos de segurança.** Rio de Janeiro. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 17505:2013 - Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis. Parte 1: Disposições gerais.** Rio de Janeiro. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR IEC 60079-0:2016 - Atmosferas explosivas. Parte 0: Equipamentos - Requisitos gerais.** Rio de Janeiro. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR IEC 60079-10-1:2019- Atmosferas explosivas. Parte 10-1: Classificação de áreas - Atmosferas explosivas de gás.** Rio de Janeiro. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR IEC 60079-20-1:2014 - Atmosferas explosivas. Parte 20-1: Características de substâncias para classificação de gases e vapores - Métodos de ensaios e dados.** Rio de Janeiro. 2014.

BRASIL SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **PROBIOGÁS.**

Guia técnico de aproveitamento energético de biogás em estações de tratamento de esgoto/Probiogás; organizadores, Ministério das Cidades, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH (GIZ); autores, Bruno Silveira [et al.]. – Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2015.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução CONAMA nº 001 de 08/03/1990 - Dispõe sobre critérios de padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política.** Brasília. 1990.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA (INMETRO). **Portaria nº 008 de 04 de janeiro de 211 - requisitos de avaliação da conformidade para componentes dos sistemas de compressão de gás natural veicular e de gás natural comprimido.** Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Brasília. 2011.

NATIONAL ELECTRIC CODE. **National Fire Protection Association (NFPA) 70 – International Electric Code Series 2017 edition - Chapter 5, Special Occupancies - Hazardous (Classified) Locations, Classes I, II, and III, Divisions 1 and 2.** 2017. Disponível em: <<https://www.tooltexas.org/wp-content/uploads/2018/08/2017-NEC-Code-2.pdf>>. Acesso em 09/07/2020.

NORMA REGULAMENTADORA MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR-6 - Equipamento de Proteção Individual.** 2018.

NORMA REGULAMENTADORA MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR-7 - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional.** 2020.

NORMA REGULAMENTADORA MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO.
NR-9 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais. 2020.

NORMA REGULAMENTADORA MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO.
NR-10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade. 2019.

NORMA REGULAMENTADORA MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO.
NR-12 - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos. 2019.

NORMA REGULAMENTADORA MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO.
NR-13 - Caldeiras, Vasos de Pressão e Tubulação. 2019.

NORMA REGULAMENTADORA MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO.
NR-20 - Segurança e Saúde no Trabalho com Inflamáveis e Combustíveis. 2019.

NORMA REGULAMENTADORA MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO.
NR-23 - Proteção Contra Incêndios. 2011.

NORMA REGULAMENTADORA MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO.
NR-26 - Sinalização de Segurança. 2015.

NORMA REGULAMENTADORA MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO.
NR-33 - Segurança e Saúde nos Trabalhos em Espaços Confinados. 2019.

NORMA REGULAMENTADORA MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO.
NR-35 - Trabalho em Altura. 2019.

MINISTÉRIO DE ESTADO DO INTERIOR - MINTER. **Portaria MINTER n° 092 de 19/06/1980 - Estabelece padrões, critérios e diretrizes relativos a emissão de sons e ruídos.** Brasília.1980.

Recommendations on the Transport of Dangerous Goods. Model Regulations. Volume I. Nineteenth revised edition. 2015. Disponível em: <http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/danger/publi/unrec/rev19/Rev19e_Vol_I.pdf>. Acesso em 09/06/2020.

PROMIMP. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO ALINHADO. **Instrumentista Reparador Áreas Classificadas.** 2016. Disponível em: <https://docplayer.com.br/3520603-Instrumentista-reparador-areas-classificadas.html>. Acesso em: 26/07/2021.

SAFETY BIOGÀS. **Diretrizes para o uso seguro da tecnologia de biogás. 2017. Versão português.** German Biogas Association. Disponível em: https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/probiogas/Broschre-SICHERHEIT-PORTUGIESISCH-2016-100dpi_final.pdf. Acesso em: 17.08.21

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL (SENAI) E COMPANHIA SIDERÚRGICA DE TUBARÃO (CST). **Fundamentos e Princípios de Segurança Intrínseca.** Espírito Santo.1999.

Subcomitê SCB-003.031 da ABNT/CB-003 do Comitê Brasileiro de Eletricidade, Eletrônica, Iluminação e Telecomunicações (COBEI) – Atmosferas Explosivas. 2019. Disponível em: <<http://cobei-sc-31-atmosferas-explosivas.blogspot.com/2014/09/exemplo-de-placa-de-sinalizacao-de.html>>. Acesso em 25/07/2020.



MINISTÉRIO DO
DESENVOLVIMENTO REGIONAL

MINISTÉRIO DO
MEIO AMBIENTE

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÕES



Biogás
BRASIL