

VI-132 - CLASSIFICAÇÕES DE ATMOSFERAS EXPLOSIVAS EM ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS COM PRODUÇÃO DE BIOGÁS

Julio Cezar Rietow ⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR). Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho pela PUC-PR. Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental (PPGERHA) na Universidade Federal do Paraná (UFPR).

Gustavo Rafael Collere Possetti ⁽²⁾

Engenheiro Ambiental pela UFPR e Engenheiro Eletricista pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Mestre em Ciências e Doutor em Ciências pela UTFPR. Engenheiro da Assessoria de Pesquisa e Desenvolvimento da Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar). Professor do Programa de Mestrado Profissional em Governança e Sustentabilidade do Instituto Superior de Administração e Economia do Mercosul (ISAE-FGV).

Ivan Ricardo Fernandes ⁽³⁾

Engenheiro Civil pela PUC-PR e Físico pela UFPR. Bombeiro militar pela academia Policial Militar do Guatupê. Mestre em Engenharia de Construção Civil pela UFPR. Professor de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho da PUCPR e Professor/Coordenador de Especialização em Engenharia de Segurança Contra Incêndio e Pânico da PUCPR.

Alexandre Moreno Lisboa ⁽⁴⁾

Técnico Mecânico pela Fundação Instituto Tecnológico Industrial (FUNDACEN). Técnico profissional da Assessoria de Pesquisa e Desenvolvimento da SANEPAR.

Luiz Gustavo Wagner ⁽⁵⁾

Tecnólogo em Construção Civil pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Especialista em Energias Renováveis pela UTFPR. Técnico profissional da Assessoria de Pesquisa e Desenvolvimento da SANEPAR.

Endereço⁽¹⁾: Departamento de Hidráulica e Saneamento (DHS) da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Campus Centro Politécnico, Setor de Tecnologia, Bloco V - Jardim das Américas - Curitiba - PR - CEP: 81531-990 - Tel: +55 (41) 3361-3144 - e-mail: julio.rietow@ufpr.br

RESUMO

As ETEs com sistemas anaeróbios, especialmente aquelas dotadas de reatores do tipo UASB, estão sendo amplamente utilizadas no Brasil. Uma das principais vantagens desses sistemas está na produção de biogás, um subproduto dotado de grande potencial energético por conter metano em sua composição. Sendo um gás inflamável, o metano em determinadas concentrações de mistura com o oxigênio atmosférico pode vir a formar áreas sujeitas à atmosferas explosivas em ETEs. Isto posto, torna-se necessária a classificação dessas áreas em zonas de riscos, objetivando, assim, a adequada seleção e instalação de equipamentos elétricos a serem utilizados em ETEs. Desse modo, o presente trabalho teve como objetivo a realização da classificação de áreas sujeitas à atmosferas explosivas em uma ETE com produção de biogás. Para tanto, foram realizadas, seguindo a NBR IEC 60079- 10-1/2009, a identificação das principais fontes de riscos de explosão e a avaliação do grau e disponibilidade de ventilação nas fontes de riscos encontradas. Os resultados obtidos evidenciaram os reatores UASB, a tubulação de biogás, as válvulas corta-chamas, as válvulas borboleta e os queimadores como as principais fontes de riscos de explosão na planta de tratamento. A classificação em zonas de riscos caracterizou os reatores UASB como zona 0, possuindo, dessa forma, frequente formação de uma atmosfera explosiva. Já a tubulação de biogás, as válvulas corta-chamas e as válvulas borboletas foram classificadas como zona 2, possuindo, então, baixa possibilidade de formação de uma atmosfera explosiva. Finalmente, os queimadores foram classificados como zona 0, zona 1 e zona 2, apresentando, dessa maneira, desde frequente formação de uma atmosfera explosiva até baixas possibilidades de formação dessas. Por fim, o presente trabalho destacou que para a operação sustentável, eficiente e confiável de ETEs com produção de biogás, o aspecto de segurança é de crucial importância e relevância nessas instalações.

PALAVRAS-CHAVE: ETEs, Biogás, Classificação de Atmosferas Explosivas.

INTRODUÇÃO

Atualmente, grande parte das companhias brasileiras de saneamento, que possuem reatores anaeróbios em seus sistemas de tratamento de esgotos, não fazem o armazenamento e/ou uso do biogás produzido. Geralmente, o biogás captado é conduzido até um queimador aberto onde é termicamente destruído com o intuito de diminuir as taxas de emissão de metano para a atmosfera. Independente do aproveitamento ou não do biogás, estações de tratamento de esgotos (ETEs) com reatores anaeróbios, por motivos de segurança, devem ser caracterizadas como plantas de biogás. Sendo assim, dispositivos de transporte e manobra desse gás devem ser implantados na estação, visando seu correto gerenciamento e também a segurança dos trabalhadores [1].

Geralmente, esses dispositivos de segurança não apresentam problemas relacionados com vazamentos ou possíveis entradas de ar. Porém, em algumas situações, como, por exemplo, em processos de manutenção, podem ocorrer a liberação de metano para o meio externo e até mesmo a entrada de ar nos sistemas. Desse modo, em determinadas concentrações de mistura com o oxigênio atmosférico, o metano presente no biogás pode formar áreas sujeitas à atmosferas explosivas. Para que uma explosão ocorra nessas áreas é preciso que haja uma fonte de ignição com energia o suficiente para iniciar o processo.

Para assegurar que não existam fontes de ignição nesses ambientes, a Norma Brasileira (NBR) número 60079-10-1/2009 [2], adaptada da Comissão Eletrotécnica Internacional (IEC), estabelece os procedimentos de classificação de áreas sujeitas à atmosferas explosivas. A classificação de áreas é um procedimento de análise do ambiente onde uma atmosfera explosiva formada por gases possa ocorrer. O principal objetivo da classificação é facilitar a adequada seleção e instalação de equipamentos a serem utilizados com a devida segurança em tais áreas. Para uma correta classificação é necessário conhecer, primeiramente, as principais fontes de riscos de liberação de biogás e também as disponibilidades de ventilação sobre essas fontes.

Isto posto, a presente pesquisa teve como objetivo classificar as áreas sujeitas à uma atmosfera explosiva de gases, em uma ETE de médio porte, com produção de biogás.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

Para atender aos objetivos propostos da presente pesquisa utilizou-se como área de estudo a ETE Padilha Sul, sendo sua Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) de número 3701-1/00 e grau de risco 3. Localizada no município de Curitiba-PR, essa ETE possui capacidade para tratar $430 \text{ L}\cdot\text{s}^{-1}$ de esgoto doméstico. Isso corresponde, aproximadamente, ao atendimento de uma população de 320.000 habitantes. A ETE possui uma área em planta de aproximadamente 160 mil m^2 . Antes de ser lançado no corpo receptor, o esgoto é tratado física e biologicamente. O tratamento físico é composto por sistemas de gradeamento e desarenação. Para a etapa de tratamento biológico a ETE Padilha Sul conta com 6 reatores do tipo UASB de aproximadamente 2.000 m^3 cada, além de 2 lagoas aeradas com área em planta igual a 33.500 m^2 cada.

A produção de biogás nos reatores UASB da ETE Padilha Sul segue um comportamento temporal variável, periódico e não estacionário [3]. Em média, são produzidos aproximadamente $2.800 \text{ Nm}^3\cdot\text{d}^{-1}$ de biogás com uma concentração típica de gás metano de 75%. O biogás produzido é captado por meio de uma tubulação e encaminhado até queimadores abertos, onde, então, é realizada a destruição parcial do gás metano. Além do biogás, outro subproduto formado a partir do tratamento biológico de esgotos domésticos é o lodo. Na ETE em estudo, o lodo é removido do reator e das lagoas, sendo, então, encaminhado até um sistema de adensamento e degaseamento mecânico.

Identificação das principais fontes de riscos de explosão na ETE

As fontes de riscos podem ser caracterizadas como qualquer ponto, local ou equipamento no qual um gás inflamável possa ser liberado para o meio, e, nesse caso, poderá então haver a formação de uma atmosfera explosiva. Para a realização da identificação das principais fontes de riscos de liberação de biogás na ETE Padilha Sul, foi utilizada a NBR IEC 60079-10-1/2009 [2]. Desse modo, foi estabelecido que todos os dispositivos de transporte, manobra, queima e armazenamento de biogás instalados na planta são potenciais fontes de riscos. Adicionalmente, os 6 reatores UASB da estação também foram caracterizados como tal.

A norma ainda estabelece que após a identificação das fontes de riscos, deve-se então determinar o grau de liberação de material inflamável de cada fonte [2]. Para tanto, deve ser levado em consideração a frequência de ocorrência e a duração da liberação. Sendo assim, as fontes de riscos foram classificadas em grau contínuo, primário ou secundário, conforme apresentado no fluxograma da Figura 1.

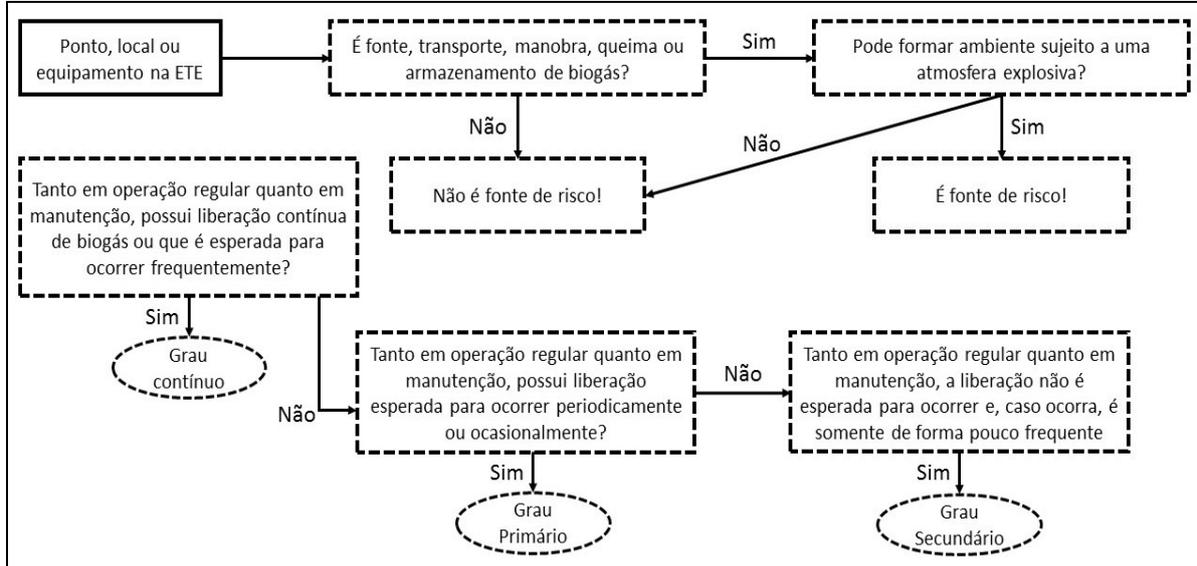


Figura 1: Fluxograma de classificação de grau de risco.

Avaliação do grau e da disponibilidade de ventilação nas fontes de riscos de explosão na ETE

O movimento e a renovação do ar em um ambiente podem ser entendidos como processos de ventilação. A NBR IEC 60079-10-1/2009 estabelece que, juntamente com a identificação das fontes de riscos, a ventilação deve ser avaliada nos ambientes sujeitos a atmosferas explosivas [2]. Desse modo, o presente trabalho avaliou o grau e a disponibilidade de ventilação nas fontes de riscos encontradas na ETE Padilha Sul, utilizando, para tanto, o fluxograma representado na Figura 2.

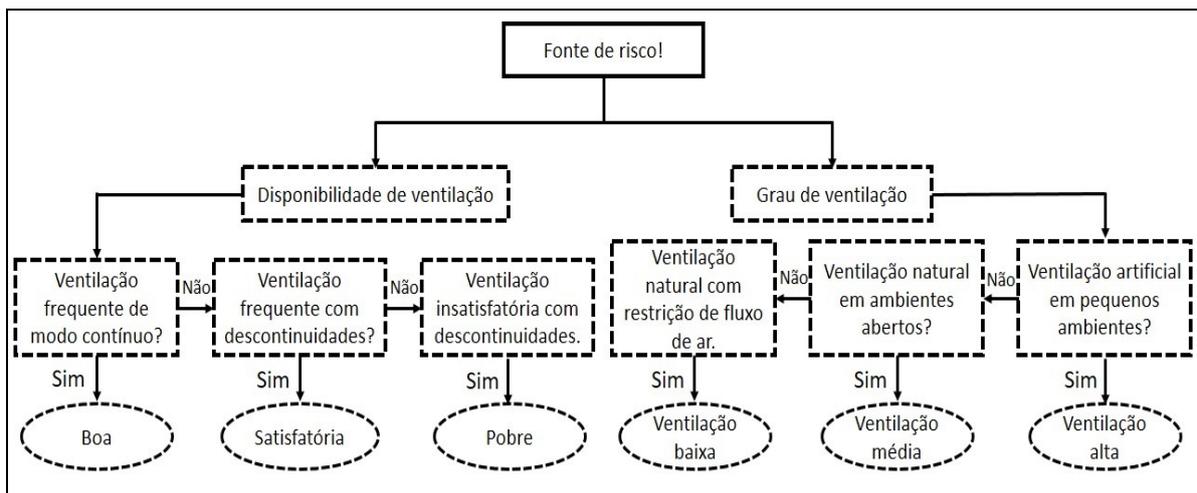


Figura 2: Fluxograma de classificação de grau e disponibilidade de ventilação.

O grau de ventilação de uma área está relacionado com o tipo de ventilação, podendo esta ser artificial ou natural. Geralmente, ventilações naturais em áreas abertas são classificadas com grau de ventilação médio. Tratando-se da frequência e da duração do movimento de ar em determinadas regiões, áreas abertas ainda podem ser facilmente enquadradas com boa disponibilidade de ventilação.

Classificação das áreas sujeitas à atmosfera explosiva na ETE

Após a identificação das principais fontes e graus de riscos presentes na ETE Padilha Sul, bem como, a avaliação dos aspectos relacionados com a ventilação nessas fontes, foi então realizado o processo de classificação das áreas sujeitas à atmosferas explosivas. A NBR IEC 60079-10-1/2009 determina que tal classificação deve ser dividida em zonas de riscos, sendo essas relacionadas com a probabilidade de frequência e duração da formação de atmosferas explosivas [2]. Divididas em Zona 0 (formação de uma atmosfera explosiva sempre frequente), Zona 1 (formação ocasional de uma atmosfera explosiva) e Zona 2 (baixa probabilidade de formação de uma atmosfera explosiva), a classificação de áreas é influenciada pelo grau da fonte de risco, pelo grau de ventilação e pela disponibilidade de ventilação, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Influência do grau da fonte de risco e da ventilação para a classificação de zonas de riscos.

GRAU DA FONTE DE RISCO	VENTILAÇÃO						
	GRAU DE VENTILAÇÃO						
	ALTA		MÉDIA			BAIXA	
	DISPONIBILIDADE DE VENTILAÇÃO						
	Boa	Satisfatória	Pobre	Boa	Satisfatória	Pobre	Boa, satisfatória ou pobre
Contínuo	NC*	Zona 2	Zona 1	Zona 0	Zona 0 +	Zona 0 +	Zona 0
Primário	NC*	Zona 2	Zona 2	Zona 1	Zona 1 +	Zona 1 +	Zona 1
Secundário	NC*	NC*	Zona 2	Zona 2	Zona 2	Zona 2	Zona 1

*NC = não classificada

O presente trabalho ainda determinou a extensão das zonas de riscos encontradas na ETE em estudo. A NBR IEC 60079-10-1/2009 não apresenta procedimentos ou valores pré-definidos para este tipo de determinação. Sendo assim, foram utilizados os valores de extensão de zona sugeridos na literatura [4], conforme apresentado na Tabela 2. Os autores relacionam a extensão de uma zona com a disponibilidade de ventilação nas fontes de riscos.

Tabela 2: Influência da disponibilidade de ventilação na extensão das zonas de riscos.

TIPO DE ZONA	EXTENSÃO DA ZONA (m)		
	DISPONIBILIDADE DE VENTILAÇÃO		
	Boa	Satisfatória	Pobre
Zona 0	TA*	TA*	TA*
Zona 1	1	1	4,5
Zona 2	1 a 3	3	TA*

*TA = todo ambiente

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Fontes de riscos identificadas

Os reatores UASB foram caracterizados como sendo fontes de riscos de grau contínuo. Isto se deve pela constante liberação de biogás nesses sistemas. As válvulas corta-chamas, válvulas borboletas e a tubulação de biogás foram caracterizadas como fontes de riscos de grau secundário. Tanto em operações regulares quanto em operações de manutenção, espera-se que a possibilidade de liberação de biogás nesses dispositivos seja pouco frequente. Os queimadores abertos da ETE foram caracterizados como fontes de riscos de grau contínuo e também primário. Em operações regulares o biogás é liberado continuamente por meio do queimador. Já em operações de manutenção, espera-se que o biogás possa ser liberado periodicamente ou ocasionalmente. Na

Tabela 3 estão apresentadas as principais fontes de riscos encontradas na ETE Padilha Sul com seus respectivos graus de riscos estabelecidos.

Tabela 3: Grau das fontes de riscos encontradas na ETE em estudo.

FONTE DE RISCO	GRAU DE RISCO
Reatores UASB	Contínuo
Tubulação de biogás	Secundário
Válvula corta-chamas	Secundário
Válvula borboleta	Secundário
Queimador aberto	Contínuo e Primário

Grau e disponibilidade de ventilação

A avaliação do grau e da disponibilidade de ventilação nas fontes de riscos da ETE Padilha Sul foi realizada de acordo com as recomendações da NBR IEC 60079-10-1/2009. Sendo assim, os reatores UASB foram caracterizados com baixo grau de ventilação e uma disponibilidade de renovação de ar pobre. As válvulas corta-chamas, válvulas borboletas e a tubulação de biogás foram caracterizadas com grau médio e uma boa disponibilidade de ventilação. Finalmente, os queimadores abertos foram caracterizados com grau médio e disponibilidade satisfatória de ventilação. O grau e a disponibilidade de ventilação de cada fonte de risco da ETE em estudo estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4: Grau e disponibilidade de ventilação nas fontes de riscos da ETE em estudo.

FONTE DE RISCO	GRAU DE VENTILAÇÃO	DISPONIBILIDADE DE VENTILAÇÃO
Reatores UASB	Baixa	Pobre
Tubulação de biogás	Média	Boa
Válvula corta-chamas	Média	Boa
Válvula borboleta	Média	Boa
Queimador aberto	Média	Satisfatória

Áreas classificadas

A classificação das zonas de riscos permite estabelecer quais tipos de equipamentos elétricos podem ser instalados na ETE, de modo que não existam possíveis fontes de ignição em áreas classificadas. Desse modo, os reatores UASB da ETE Padilha Sul foram classificados como zona 0. Em situações regulares de operação, não se espera nos reatores a presença de atmosferas explosivas. Entretanto, em operações de manutenção, pode haver a entrada de ar nesses sistemas, causando, conseqüentemente, uma elevada possibilidade de formação de um ambiente explosivo. Todo o interior do reator UASB foi adotado como a extensão da zona 0.

A tubulação de biogás, as válvulas corta-chamas e borboleta foram classificadas como zona 2. Tanto em operações regulares quanto em operações de manutenção a possibilidade da presença de uma atmosfera explosiva nesses dispositivos é muito baixa. Para as válvulas corta-chamas e borboleta foi adotado uma extensão para a zona 2 de 3 metros. Já para a tubulação de biogás optou-se por uma extensão da zona 2 de 1 metro.

Caracterizados como grau de risco contínuo e primário, os queimadores abertos da ETE foram classificados como zona 0, zona 1 e zona 2. Em operações regulares a presença de uma atmosfera explosiva é remota. Porém, em operações de manutenção, pode-se haver um ambiente sujeito a uma explosão. A extensão da zona 0 foi estabelecida como sendo a área do próprio queimador. Já a zona 1 possui uma extensão de 1 metro e a zona 2 de 3 metros.

Na Figura 3 é apresentado uma esquematização das áreas classificadas na ETE em estudo.

Com base na classificação realizada, a instalação de qualquer equipamento elétrico nos reatores UASB, bem como nos queimadores abertos, só será possível caso empregue-se o nível de proteção de segurança intrínseca do tipo Ex ia. Para as demais áreas classificadas como zona 1 e zona 2 a variedade dos tipos de proteção aumenta significativamente. Nesses casos, podem ser utilizados dispositivos desde à prova de explosão até segurança aumentada.

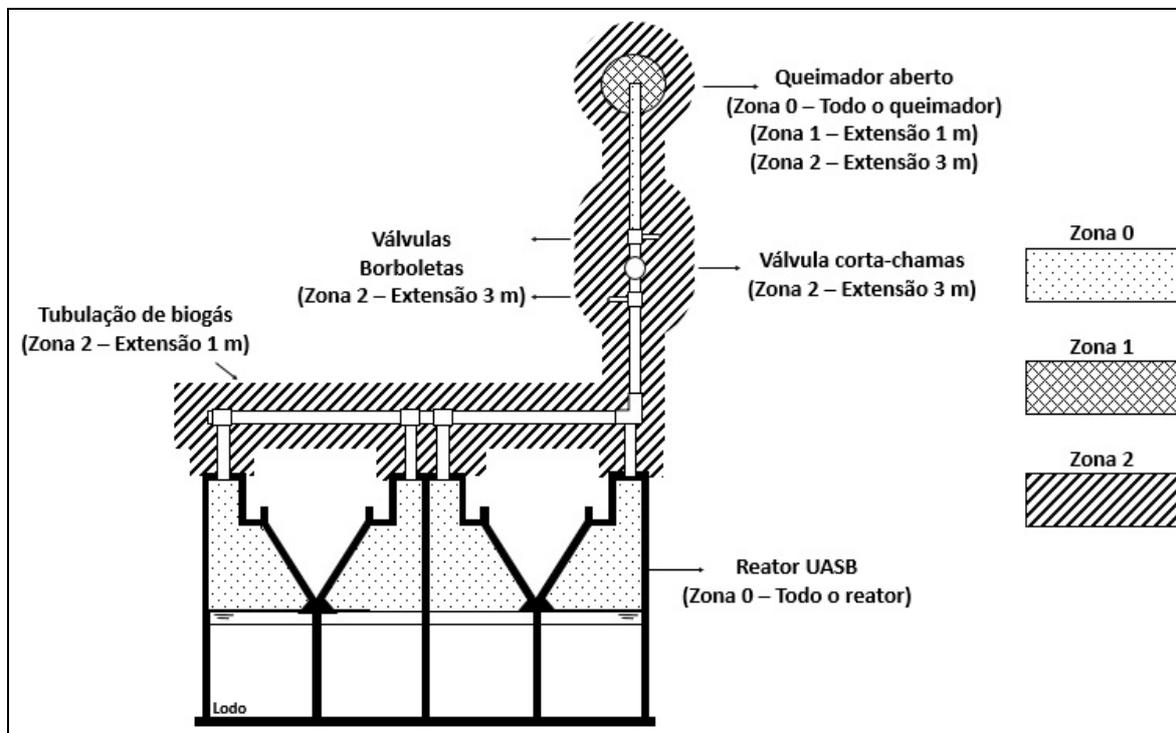


Figura 3: Representação das zonas de riscos na ETE em estudo.

CONCLUSÕES

O presente trabalho destacou que ETEs com produção de biogás, em especial aquelas dotadas de reatores do tipo UASB, podem vir a formar áreas sujeitas à atmosferas explosivas. Desse modo, o gerenciamento do biogás em uma ETE não pode ser negligenciado. Sistemas e dispositivos de transporte, manobra e queima do biogás, minimamente, devem ser utilizados nessas instalações. Tratando-se das questões de atmosferas explosivas, a NBR IEC 60079-10-1/2009 se mostrou como uma excelente ferramenta para a classificação de áreas propensas à explosões. Adicionalmente, a classificação das fontes de riscos em zonas permite a escolha de equipamentos e dispositivos, elétricos ou não elétricos, que podem vir a ser empregados sem potenciais riscos de ignição. Além disso, as extensões das zonas foram adotadas visando maior segurança quando se necessária a instalação de equipamentos e dispositivos próximas dessas fontes de riscos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. PROBIOGÁS. Guia Técnico de Aproveitamento Energético de Biogás em ETEs. Coletânea de publicações do PROBIOGÁS Série Aproveitamento Energético de Biogás em Estações de Tratamento de Esgoto. 1ª edição. Ministério das Cidades, Brasília, 2015.
2. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR IEC 60079-10-1: Classificação de áreas – atmosferas explosivas. 1ª edição. Rio de Janeiro, Brasil, 2009.
3. POSSETTI, G. R. C.; JASINSKI, V. P.; MESQUITA, N. C.; KRIGUEL, K.; CARNEIRO, C. Medições em tempo real do biogás produzido em reatores UASB alimentados com esgoto doméstico. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES), Curitiba - PR, 2013.
4. DEUBLEIN, D.; STEINHAUSER, A. *Biogas from waste and renewable resources*. Wiley-VCH, Weinheim, 2008.