

VI-145 - PERSPECTIVAS DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA NO TRATAMENTO DE ESGOTO NO ESTADO DO PARANÁ ATÉ O ANO DE 2030

Roberta Miguel Kiska Filippini⁽¹⁾

Engenheira Ambiental pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Especialista em Emergências Ambientais pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR). Especialista em Direito Ambiental pela UFPR. Engenheira da Assessoria de Planejamento e Desenvolvimento Ambiental (APDA) da Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar). Mestranda em Meio Ambiente Urbano e Industrial (MAUI) pela UFPR.

Gustavo Rafael Collere Possetti⁽²⁾

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

Thaís Carolina Ferreira Waiss⁽³⁾

Engenheira Ambiental pela Universidade do Estadual Paulista (UNESP). Mestre em Ciências pelo Programa de Energia do Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo (IEE/USP). Engenheira da APDA da Sanepar.

Karen Juliana do Amaral⁽⁴⁾

Engenheira Civil pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Mestre em Engenharia Civil pela COPPE/UFRJ. Doutora em Engenharia Civil, Recursos Hídricos, COPPE/UFRJ, juntamente com o Instituto de Engenharia Sanitária, Gerenciamento da Qualidade de Água e de Resíduos da Universidade de Stuttgart, Alemanha. Atualmente é pesquisadora da Universidade de Stuttgart no Brasil, professora do curso de pós-graduação MAUI da UFPR, SENAI e Universidade de Stuttgart.

Pedro Luis Prado Franco⁽⁵⁾

Engenheiro Agrônomo UFPR. Mestre em Meio Ambiente Urbano e Industrial pela UFPR, SENAI e Universidade de Stuttgart. Atualmente é gerente da APDA da Sanepar e professor do Departamento de Engenharia Ambiental da PUC-PR.

Endereço⁽¹⁾: Av. João Gualberto, 1259 – 14º andar - Juvevê - Curitiba - Paraná - CEP: 80030-001 - Brasil - Tel: +55 (41) 3582-2340 - e-mail: robertamk@sanepar.com.br ou robertamkfilippini@gmail.com.

RESUMO

O setor de resíduos, responsável pelas emissões de gases de efeito estufa (GEE) oriundas da disposição de resíduos sólidos e pelo tratamento de esgoto, é responsável por 4% das emissões brasileiras. Com a universalização dos serviços de saneamento prevista no Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab), há uma perspectiva de aumento das emissões de GEE nesse setor. A maioria das Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) do Estado do Paraná são plantas anaeróbias, e esse tipo de tecnologia gera biogás, composto por metano, uma substância com potencial de aquecimento global. Nesse sentido, esse trabalho analisa o potencial de mitigação das emissões de GEE provenientes de ETEs localizadas no Estado do Paraná por meio de cenários, considerando a emissão de 866.99,36 toneladas de CO₂eq em 2015 como linha de base, e, as metas dos Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB) para expansão dos serviços e o crescimento populacional para os anos de 2020, 2025 e 2030. A partir disso, simularam-se cinco cenários tecnológicos distintos. As simulações realizadas mostraram que com a instalação de queimadores de alta eficiência em todas as ETEs, é possível reduzir quase 20% das emissões, já a implantação de sistemas de aproveitamento energético do biogás em ETEs a redução é menor. Nos cenários em que a implantação de equipamentos foi considerada apenas nas ETEs maiores que 100 L/s, haveria um incremento das emissões ao longo dos anos estudados. Os resultados obtidos possibilitam o estabelecimento de critérios para um planejamento de investimento e elaboração de uma política de gestão de GEE em empresas prestadoras de serviços de saneamento.

PALAVRAS-CHAVE: Gases de efeito estufa, mitigação de emissões, potencial de redução, tratamento de esgoto.

INTRODUÇÃO

Dentro da temática ambiental, três grandes desafios se destacam: mudanças climáticas, extinção de espécies, degradação e esgotamento dos recursos hídricos [1]. O último Relatório de Avaliação sobre Mudanças Climáticas Globais do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) da ONU publicado em 2014, apontou que as atividades antrópicas são as principais contribuintes para o aumento do aquecimento global e, conseqüentemente, para eventos climáticos extremos [2].

No Brasil, a segunda comunicação nacional mostrou que o setor de resíduos, responsável pelas emissões oriundas da disposição de resíduos sólidos e pelo tratamento de esgoto, foi responsável por 4% das emissões de gases de efeito estufa brasileiras [3].

Dados do Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG) mostram que as emissões do setor de resíduos variam basicamente em função do aumento da população atendida por esses serviços [4]. Com a universalização dos serviços de saneamento prevista no Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab), há uma perspectiva de aumento das emissões de gases de efeito estufa (GEE) nesse setor e mesmo que ainda não haja um Plano Setorial para redução das emissões do setor, o atual cenário mundial traz à tona a necessidade de reconhecer as mudanças climáticas como componente obrigatório da visão estratégica corporativa e de encontrar meios de mitigação e adaptação aos seus efeitos.

No Estado do Paraná, o prestador de serviços de abastecimento de água tratada, de coleta e tratamento de esgoto sanitário, e ainda, de coleta e destinação de resíduos sólidos divulga anualmente seu Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa (IGEE). No último IGEE divulgado, referente ao ano de 2015, as atividades do prestador de serviço foram responsáveis pela emissão direta de 866.299,36 toneladas de CO₂eq. As estações de tratamento de efluentes foram responsáveis por 93,95% das emissões e a disposição final de resíduos sólidos por 5,2% [5].

A maioria das Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) do Estado do Paraná são plantas anaeróbias, e esse tipo de tecnologia gera biogás durante a decomposição da matéria orgânica. O biogás é composto principalmente por metano (CH₄), o qual possui alto potencial de aquecimento global, 28 vezes maior que o dióxido de carbono (CO₂) [2]. Assim, uma das maneiras de mitigar a emissão de GEE é utilizar o biogás para fins energéticos, transformando o metano em CO₂ por meio de um processo de combustão. Esse aproveitamento já está amplamente fundamentado na literatura. Estudos de Silva [6] e Lobato [7] avaliaram o potencial energético do biogás em reatores anaeróbios e tiveram resultados promissores, mostrando que a recuperação do biogás em ETEs podem trazer benefícios econômicos, sociais e ambientais.

No entanto, há poucos estudos de avaliação do potencial de redução de emissões de GEE no setor de saneamento. Lupatini et al. [8] analisaram a região do Norte do Paraná e verificaram um potencial de redução das emissões de GEE entre 19 e 72% nos cenários de mitigação propostos. No entanto, os autores recomendaram um levantamento mais detalhado para auxiliar gestores na definição de estratégias para gestão dos GEE.

Atualmente, também não há um marco legal no contexto nacional ou estadual com exigências para a redução no setor de saneamento, porém existe uma pressão da sociedade para promoção do desenvolvimento sustentável e a consolidação de uma economia de baixo carbono. Na última Convenção de Clima da ONU em 2015 em Paris, a pressão pública fez com que ministros de 195 países alinhassem metas para redução de GEE. Nesse evento, o Brasil se comprometeu a reduzir suas emissões de gases de efeito estufa em 37% abaixo dos níveis de 2005, em 2025. Além disso, indicou uma contribuição indicativa subsequente de redução de 43% abaixo dos níveis de emissão de 2005, em 2030 [9].

Nesse sentido, entende-se como necessárias estimativas das emissões de GEE considerando o aumento populacional e as metas de universalização dos serviços de saneamento e as propostas de mitigação de emissões. Esses resultados poderão embasar a elaboração de políticas e diretrizes corporativas para gestão de emissões GEE, possibilitando a geração de benefícios ambientais, por meio da melhoria de processos operacionais, desenvolvimento de novas tecnologias e redução de passivos ambientais como odores. Além de benefícios econômicos, como a redução do uso de recursos; melhoria na imagem dos prestadores de serviços; antecipações legais e possíveis incentivos fiscais.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é analisar o potencial de mitigação das emissões de gases do efeito estufa provenientes de ETEs localizadas no Estado do Paraná até o ano de 2030, considerando as metas dos Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB) para expansão dos serviços e o crescimento populacional, bem como a adoção de distintos cenários tecnológicos.

METODOLOGIA

Para analisar o potencial de mitigação das emissões de GEE, as emissões de metano proveniente do tratamento de esgoto do prestador de serviço do Estado do Paraná no ano de 2015 foram definidas como linha de base (LB). Para estimativa das emissões oriundas das ETEs, utilizou-se a metodologia do IPCC (2006) e as diretrizes das Especificações do Programa Brasileiro GHG Protocol - EPB, desenvolvidas pela FGV em parceria com World Resources Institute – WRI para estimativa das emissões. O escopo da LB para 2015 contém 239 ETEs em operação e 246 queimadores instalados [5].

Em seguida, considerando as metas dos Planos Municipais de Saneamento Básico para expansão dos serviços até 2030 e o crescimento populacional previsto pelo IPARDES [10], simularam-se os cenários de redução das emissões de GEE I, II, III, IV e V, utilizando o *software* Excel®.

No cenário I, considerou-se que a minimização das emissões de GEE seria por meio da instalação de queimadores abertos com ignição automática nas unidades em que tais equipamentos não estão presentes e nas novas ETEs previstas. Esses equipamentos são caracterizados pela baixa eficiência de conversão de CH₄ para CO₂. Assumiu-se 50% de eficiência, baseado em manuais de fabricantes [11].

No cenário II, considerou-se que a mitigação das emissões de GEE ocorreria com a instalação de queimadores enclausurados com alta eficiência de destruição do CH₄, ou seja 99%, em todas as ETEs (novas e antigas).

Já para o cenário III, adotou-se a instalação de queimadores de alta eficiência apenas em ETEs maiores que 100 L/s. Para as demais ETEs considerou-se a instalação de queimadores de baixa eficiência.

No cenário IV, considerou-se que a redução das emissões de GEE seria alcançada por meio da implantação de sistemas de captura e aproveitamento energético nas mesmas ETEs do cenário III. Adotou-se uma eficiência de 80% na transformação de CH₄ para CO₂ em motores ciclo Otto. Nas demais ETEs que não receberiam esses sistemas, considerou-se a instalação de queimadores abertos semelhantes àqueles adotados no cenário I.

No cenário V, por sua vez, assumiu-se que a mitigação das emissões de GEE nas maiores ETEs ocorreria de forma semelhante àquela fixada para o cenário IV, porém com a adoção de queimadores com tecnologias com alta eficiência nas ETEs menores.

A tabela 1 mostra as tecnologias consideradas em cada cenário.

Tabela 1: Características definidas em cada cenário

LB	239 ETEs em operação em 2015 e 246 queimadores abertos instalados
Cenário I	Instalação de queimadores abertos nas ETEs faltantes
Cenário II	Instalação de queimadores de alta eficiência em todas as 239 ETEs
Cenário III	Instalação de queimadores de alta eficiência em ETEs maiores de 100 L/s.
Cenário IV	Instalação de sistema de captura e aproveitamento energético do biogás em ETEs maiores de 100 L/s
Cenário V	Instalação de sistema de captura e aproveitamento energético do biogás em ETEs maiores de 100 L/s e de queimadores abertos nas ETEs menores que 100 L/s

Para cada um dos cenários propostos foram realizadas estimativas de emissões para os anos 2020, 2025 e 2030. Para tanto, considerou-se que nos anos de 2020, 2025 e 2030 estarão operando 276, 290 e 292 ETEs, respectivamente. As emissões de óxido nitroso provenientes do tratamento de efluentes não foram consideradas neste trabalho.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 2 apresenta as estimativas anuais das emissões de GEE das unidades avaliadas para os distintos cenários simulados e o incremento ou redução percentual das emissões de GEE calculadas em cada cenário em relação ao cenário base (ano de 2015).

Tabela 2: Estimativa das emissões anuais de GEE para os diferentes cenários simulados e comparação com a linha de base (LB).

	2020		2025		2030	
	Emissões (tonCO ₂ eq)	Relação com LB (%)	Emissões (tonCO ₂ eq)	Relação com LB (%)	Emissões (tonCO ₂ eq)	Relação com LB (%)
Cenário I	914.162,66	27,43	938.712,2	30,85	964.655,43	34,47
Cenário II	574.314,88	-19,94	589.623,69	-17,81	604.598,33	-15,72
Cenário III	699.041,75	-2,56	721.084,00	0,51	738.885,03	3,00
Cenário IV	782.455,98	9,07	805.470,45	12,28	826.428,65	15,2
Cenário V	657.729,11	-8,32	674.010,13	-6,05	692.141,96	-3,52

A Figura 1 apresenta as estimativas totais das emissões anuais de GEE das unidades avaliadas tanto para o cenário LB (717.393,65 tonCO₂eq em 2015), quanto para os demais cenários. No cenário I prevê-se as seguintes emissões: 914.162,66 tonCO₂eq, em 2020; 938.712,2 tonCO₂eq, em 2025; 964.655,43 tonCO₂eq, em 2030. Assim, com o crescimento populacional previsto e a adoção de tecnologia de baixa eficiência, haverá um aumento gradual das emissões de GEE acima dos valores encontrados para a linha de base.

No cenário II, prevê-se as seguintes emissões: 574.314,88 tonCO₂eq, em 2020; 589.623,69 tonCO₂eq, em 2025; 604.598,33 tonCO₂eq, em 2030. Observa-se que em todos os anos avaliados, devido à instalação de queimadores enclausurados de alta eficiência em todas as ETEs, haveria redução nas emissões de GEE. Mesmo com o aumento da população atendida pelo tratamento de esgoto, em nenhum momento as emissões ultrapassariam a linha de base.

Já no cenário III, a previsão é de que ao longo do tempo haja as seguintes emissões: 699.041,75 tonCO₂eq, em 2020; 721.084,00 tonCO₂eq, em 2025; 738.885,03 tonCO₂eq, em 2030. Nesse caso, as emissões de 2020 ficariam abaixo da linha de base, enquanto as emissões de 2025 ficariam bem próximas daquelas encontradas em 2015. Já as emissões previstas para 2030 ficariam um pouco acima daquela encontrada na linha de base.

No cenário IV, por sua vez, encontraram-se os seguintes valores: 782.455,98 tonCO₂eq, em 2020; 805.470,45 tonCO₂eq, em 2025; 826.428,65 tonCO₂eq, em 2030. Todos esses valores ficariam acima daquele estimado para a linha de base.

Por fim, no cenário V, prevê-se os seguintes valores de emissões de GEE: 657.729,11 tonCO₂eq, em 2020; 674.010,13 tonCO₂eq, em 2025; 692.141,96 tonCO₂eq, em 2030. Nesse caso, os valores encontrados ao longo dos anos também ficaram abaixo daqueles encontrados na linha de base. No entanto, as emissões ainda são um pouco maiores que aquelas simuladas para o cenário II.

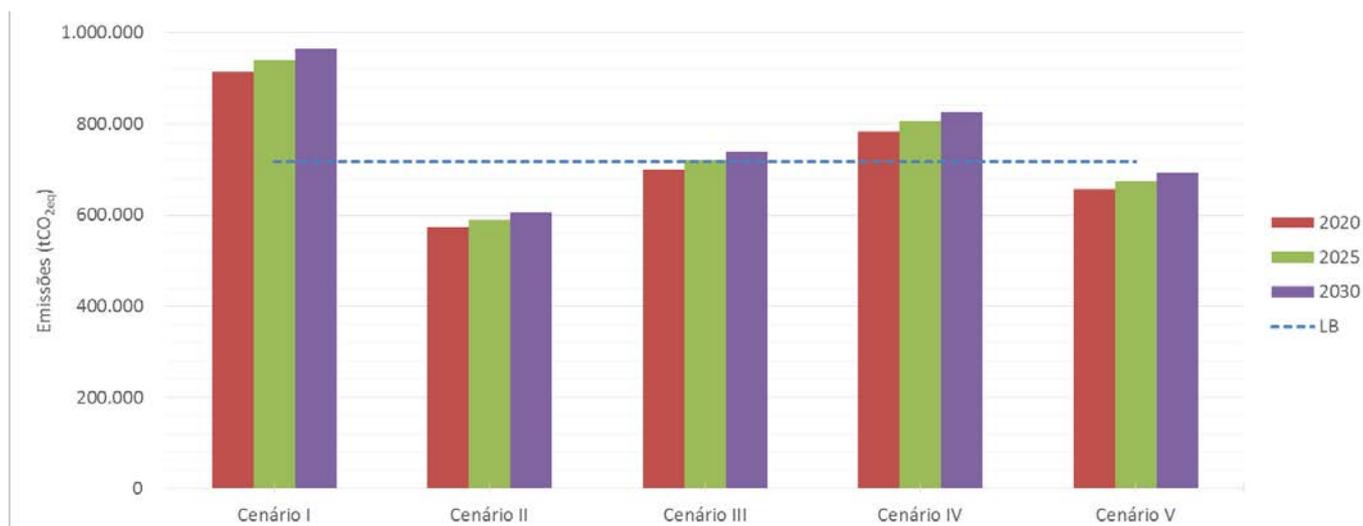


Figura 1: Emissões brutas previstas em 2020, 2025 e 2030 em diferentes cenários de mitigação de GEE.

A Figura 2 apresenta o incremento ou redução das emissões de GEE calculadas em cada cenário, comparadas com a linha de base, em porcentagem. No cenário I, houve um incremento de 27,43, 30,85 e 34,47% para os anos 2020, 2025 e 2030, respectivamente. No cenário II, ocorrem reduções de -19,94; -17,81 e -15,72%. No cenário III, por sua vez, a diferença foi de -2,56; 0,51; 3%. Já no cenário IV o incremento das emissões foi de 9,07; 12,28 e 15,2%. Finalmente, no cenário V as reduções foram de -8,32; -6,05 e -3,52% para cada um dos anos analisados.

É possível verificar que os cenários que, de fato, reduzem as emissões de GEE em comparação com a linha de base, ou seja, ano de 2015, são os cenários II e V, que preveem o emprego de tecnologias ainda incipiente entre os prestadores de serviços de saneamento no Brasil. O cenário II foi aquele que apresentou um resultado melhor devido à eficiência de conversão dos equipamentos considerados. Os cenários I e IV apresentaram incremento das emissões ao longo dos anos estudados. No cenário I o incremento foi maior, pois considerou apenas a adoção de uma tecnologia de baixa eficiência para as novas ETEs, sem alterar muito o perfil do que já ocorre na linha de base. No cenário IV, além de parte das emissões serem melhor destruídas, ainda há a possibilidade de gerar energia a partir da recuperação do biogás. No cenário III as variações foram pouco significativas, não ultrapassando 3%.

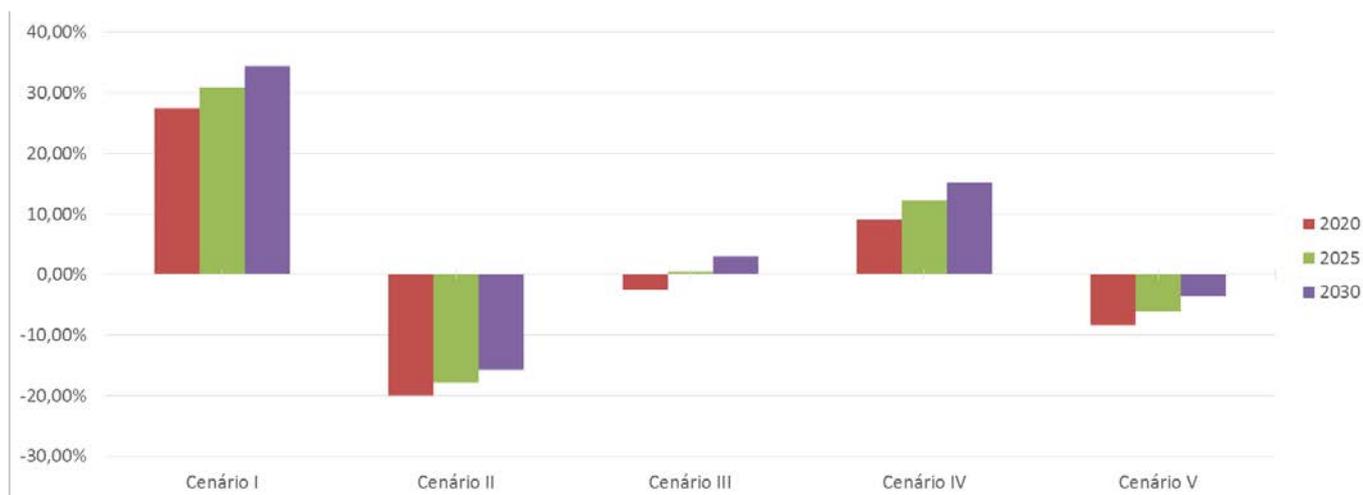


Figura 2: Incremento das emissões nos anos 2020, 2025 e 2030 em diferentes cenários de mitigação de GEE em relação à linha de base.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, é possível afirmar que apenas nos cenários II e V ocorrerão reduções das emissões de GEE. A redução é maior para o cenário II, chegando a praticamente 20% em 2020, devido à instalação de queimadores de alta eficiência em todas as ETEs. Já o cenário V, além da mitigação de GEE, ainda há a possibilidade de aproveitamento energético do biogás com a implantação de sistemas de captura e aproveitamento energético do biogás nas ETEs maiores de 100 L/s. Dessa forma, sugere-se avaliar ainda o retorno financeiro dos cenários II e V, visto que, apesar de uma redução de GEE menor, o cenário V pode encontrar viabilidade financeira no aproveitamento energético, tanto pela economia de energia na própria planta ou pela possibilidade de injeção de energia na rede (geração distribuída), quanto pela possibilidade de comercialização de emissões reduzidas em mercado de carbono.

Os cenários I e IV, que apresentaram incrementos das emissões ao longo dos anos estudados, visivelmente são inviáveis no que tange ao tema redução de emissões de GEE. No entanto, esses cenários são realistas, considerando a expansão do sistema de coleta e tratamento de esgoto no Plansab e nos PMSB. Já o cenário III, mostra que investindo nas maiores estações, é possível aumentar a população atendida com os sistemas de coleta e tratamento, sem aumentar em grande escala as emissões de gases de efeito estufa.

Partindo de uma premissa conservadora com a linha de base em 2015 e não 2005 como a linha de base das metas brasileiras, pode-se concluir que serão necessárias outras ações para atingir as reduções previstas nas metas brasileiras. Tendo isso em vista, como continuidade de estudos para se estabelecer diretrizes corporativas de mitigação de emissões no setor de saneamento, recomenda-se estudos mais detalhados no levantamento de custos de cada cenário proposto e a proposta de cenários para as demais fontes de emissão corporativas, como por exemplo, as emissões de combustão móvel, provenientes dos veículos e as emissões de óxido nitroso, provenientes ao tratamento de efluentes e do lodo. As estimativas realizadas nesse trabalho, assim como as premissas consideradas, podem ser adaptadas a outros prestadores de serviço como ferramenta de planejamento nessa temática.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. METZGER, J. P. Uma visão global da fragmentação. Revista Página 22. São Paulo, n.5, p.48-51. Fev, 2007.
2. IPCC. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, Switzerland, 151p.
3. BRASIL. MCTI – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. 2º Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa. Brasília, DF: MCTI, 2010. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/310922.html>>. Acesso em: janeiro de 2017.
4. SEEG. Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa (Online). Disponível em: <<http://www.seeg.eco.br>>. Acesso em: janeiro de 2017.
5. SANEPAR. Companhia de Saneamento do Paraná. Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa do ano de 2014. Curitiba, 2015. Disponível em: <<http://site.sanepar.com.br/sustentabilidade/inventario-de-gases-de-efeito-estufa>>. Acessado em: dezembro de 2016.
6. Silva, T. C. F., Possetti, G. R. C. Coelho, S. T., 2014. Avaliação do Potencial de Produção de Energia a partir do Biogás Gerado no Tratamento de Esgotos Domésticos, Curitiba: s.n.
7. Lobato, L. C. d. S., 2011. Aproveitamento Energético de Biogás Gerado em reatores UASB Tratando Esgoto Doméstico, Belo Horizonte: Lívia Cristina da Silva Lobato.
8. LUPATINI, G.; WAISS, T. C. F.; CARNEIRO, C.; POSSETTI, G. R. C. Avaliação do potencial de redução das emissões de gases do efeito estufa no setor de saneamento: Estudo de caso na região norte do Paraná. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro/RJ, 2015.
9. BRASIL. MMA – Ministério de Meio Ambiente. Fundamentos para a Elaboração da Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada (INDC) do Brasil no contexto do Acordo de Paris. Brasília, DF: 2015. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/acordo-de-paris/item/10710>>. Acesso em: janeiro de 2017.
10. IPARDES. Paraná. Projeção das populações municipais (2016-2030). Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/pdf/indices/projecao_populacao_Parana_2016_2030_set.pdf>. Acessado em: dezembro de 2016.



11. FOKAL, 2015. Soluções Industriais Confiáveis. (Online). Disponível em: <<http://www.fokal.com.br>>. Acessado em: dezembro de 2016.