

**DIEGO HENRIQUE ARAGÃO DE SOUZA**

**PROCEDIMENTO PARA HOMOLOGAÇÃO DE SISTEMAS ECOEFICIENTES  
PARA OBTENÇÃO DE CRÉDITOS DE CARBONO**

Guaratinguetá

2014

**DIEGO HENRIQUE ARAGÃO DE SOUZA**

**PROCEDIMENTO PARA HOMOLOGAÇÃO DE SISTEMAS ECOEFICIENTES  
PARA OBTENÇÃO DE CRÉDITOS DE CARBONO**

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Abud Marcelino

Guaratinguetá

2014

S729p

Souza, Diego Henrique Aragão de

Procedimento para homologação de sistemas ecoeficientes para obtenção de créditos de carbono / Diego Henrique Aragão de Souza – Guaratinguetá, 2014.

117 f : il.

Bibliografia: f. 71-73

Trabalho de Graduação em Engenharia Elétrica – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2015.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Abud Marcelino

1. Mecanismo de desenvolvimento limpo
  2. Créditos de carbono
  3. Japão – Relações Exteriores – Tratados
- I. Título

CDU 504

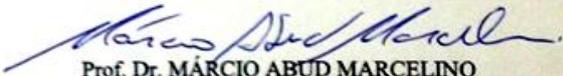
DIEGO HENRIQUE ARAGÃO DE SOUZA

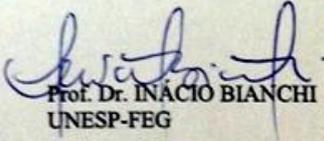
ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO  
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE  
"GRADUADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA"

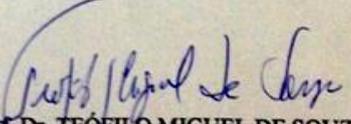
APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE  
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

  
Prof. Dr. LEONARDO MESQUITA  
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:

  
Prof. Dr. MÁRCIO ABUD MARCELINO  
Orientador/UNESP-FEG

  
Prof. Dr. INÁCIO BIANCHI  
UNESP-FEG

  
Prof. Dr. TEÓFILO MIGUEL DE SOUZA  
UNESP-FEG

Dedico este trabalho às pessoas mais importantes da minha vida: meus pais, Amauri e Jaslaine, que confiaram no meu potencial e me deram esta oportunidade, sempre me apoiando, incentivando e não poupando esforços e sacrifícios para que eu pudesse alcançar mais este objetivo em minha vida.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus pela minha vida, saúde e inteligência;

aos meus pais, Amauri e Jaslaine, que sempre foram espelhos de educação, amor, carinho e perseverança e me deram a estrutura para que eu me tornasse a pessoa que sou hoje;

à toda minha família que sempre apoiou minha formação, em especial à minha irmã Daniella e às minhas avós Maria e Catarina por todo o carinho;

à minha namorada Daniela Nogueira de Sales, por todo amor, companheirismo e incentivo ao longo desde árduo trabalho, sendo meu porto seguro perante às dificuldades;

ao meu orientador Prof. Dr. Márcio Abud Marcelino, que me incentivou e proporcionou a oportunidade de explorar este tema, apoiando, orientando e compartilhando ideias;

à todos os professores da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá pela dedicação e empenho transmitindo seus conhecimentos à nós alunos;

à todos os meus amigos, especialmente aos que passaram pela República Opus 6, onde moramos e compartilhamos muitas experiências que me fizeram amadurecer pessoalmente e que levarei para o resto de minha vida;

à Líria Augusto Bertolino, conhecida como Dona Líria, que durante este período universitário foi como uma segunda mãe para mim e para sempre será.

“Seja a mudança que você deseja ver no mundo.”

Mahatma Gandhi

SOUZA, D. H. A. **Procedimento para homologação de sistemas ecoeficientes para obtenção de créditos de carbono.** 2014. 117f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Elétrica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2014.

## RESUMO

Este trabalho trata do processo de homologação para obtenção de créditos de carbono através do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), órgão que regulamenta as reduções de gases de efeito estufa sob as regras do Protocolo de Quioto. O MDL avalia os projetos através de um ciclo de projeto, que se inicia com a elaboração do Documento de Concepção de Projeto (DCP) até a certificação do projeto para o recebimento de Reduções Certificada de Emissão (RCEs), conhecidas popularmente como créditos de carbono. Este trabalho analisou a implantação do sistema “Queimador Registrador de Biogás para Baixas Vazões” (QRBBV), desenvolvido por Marcelino & Godoy Junior (2009), para funcionamento na miniestação ecoeficiente de tratamento de esgoto e reuso de águas (miniEETERA) construída nas instalações da UNESP - Campus de Guaratinguetá, SP. O sistema QRBBV é de baixo custo e elevado índice de confiabilidade, desenvolvido para queimar o biogás gerado em locais de baixa e inconstante produção, onde não se justifica economicamente o seu aproveitamento energético. Atualmente, quase todo o efluente gerado nas instalações do campus está sendo tratado pela miniEETERA e, como resultado, o biogás originado desta atividade está sendo liberado na atmosfera. Portanto, a atividade de projeto tem como objetivo captar e queimar o biogás gerado pela miniEETERA, reduzindo os efeitos negativos causados pela emissão de metano na atmosfera e, assim, reivindicar o recebimento de créditos de carbono. Este trabalho buscou demonstrar a aplicabilidade do projeto segundo o MDL através do estudo e elaboração do DCP, bem como uma análise de todo o ciclo de projeto necessário para a homologação. O resultado do trabalho obteve uma estimativa de geração de apenas 20 RCEs por ano e mostrou-se economicamente inviável para homologação através do MDL, uma vez que os gastos com os processos de homologação não seriam compensados com a venda das RCEs, principalmente devido a baixa na cotação do carbono no mercado mundial. Do ponto de vista ambiental, o projeto é perfeitamente viável, uma vez que evita a emissão indesejável do metano na atmosfera e contribui para o desenvolvimento sustentável do planeta.

**PALAVRAS-CHAVE:** Homologação. Créditos de carbono. Protocolo de Quioto.

SOUZA, D. H. A. **Procedure for homologation of eco-efficient systems for obtaining carbon credits**. 2014. 117p. Graduate Work (Graduate in Electrical Engineering) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2014.

### **ABSTRACT**

This paper deals with the homologation process for obtaining carbon credits through the Clean Development Mechanism (CDM), that regulates the greenhouse gases reductions under the rules of the Kyoto Protocol. The CDM evaluates projects through a project cycle, which begins with the preparation of the Project Design Document (PDD) until the project certification to receive Certified Emission Reductions (CERs), popularly known as carbon credits. This study analyzed the implementation of the system “Burner Recorder System for Low Flows of Biogas” (QRBBV), developed by Marcelino Junior & Godoy (2009), in an “eco-friendly wastewater treatment mini-plant” (miniEETERA), built at the site of UNESP - Guaratinguetá SP. The QRBBV system is low cost and high reliability, developed to burn the methane generated at sites of low and variable production of biogas, which is not economically justified their energy recovery. Currently, almost all wastewater generated at the site of the campus is being treated by miniEETERA and, as a result, the biogas originated by this activity is being released into the atmosphere. Therefore, the project activity aims to capture and burn the biogas generated by miniEETERA, reducing the negative effects caused by the methane emissions into the atmosphere and, thus, claim to receive carbon credits. This work aimed to demonstrate the project applicability under CDM through the study and preparation of the PDD, as well as an analysis of the entire project cycle required for homologation. The result of the work obtained an estimate of only 20 CERs per year and proved to be economically unviable for approval through the CDM, since the spending with the approval process would not be compensated with the sale of CERs, mainly due the low carbon price in the world market. From an environmental standpoint, the project is perfectly viable, since it avoids the unwanted emission of methane in the atmosphere and contributes to sustainable development of the planet.

**KEYWORDS:** Homologation. Carbon credits. Kyoto Protocol.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Variação da temperatura ao longo do último milênio .....	18
Figura 2 - Mudanças na temperatura, nível do mar e cobertura de neve do hemisfério norte .....	19
Figura 3 - Estrutura do mercado de carbono europeu regido sob o Protocolo de Quioto ....	28
Figura 4 - Ciclo de projeto do MDL .....	30
Figura 5 - Redução líquida de emissões de GEE .....	34
Figura 6 - Projeto original do QRBBV, representado nas condições vazio e cheio .....	45
Figura 7 - Componentes do sistema original do QRBBV .....	45
Figura 8 - Sistema de controle original do QRBBV .....	47
Figura 9 - Componentes do sistema QRBBV evoluído até o momento .....	49
Figura 10 - Sistema de controle atual do QRBBV .....	51
Figura 11 - Foto e desenho esquemático em 3D da miniEETERA implantada na UNESP - Guaratinguetá, SP .....	53
Figura 12 - Custos com o processo de validação de uma atividade de projeto .....	63
Figura 13 - Ciclo de implementação da atividade de projeto .....	65
Figura 14 - Custos com o processo de verificação de uma atividade de projeto .....	66
Figura 15 - Preços e volumes de permissões negociadas no EU ETS .....	67
Figura 16 - Preços das RCEs negociadas no EU ETS entre os meses de outubro de 2013 e outubro de 2014 .....	67

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Gases de efeito estufa e seu respectivo GWP vigente sob o Protocolo de Quioto .....	23
Tabela 2 - Contribuição dos GEE para o aquecimento global .....	24
Tabela 3 - Descrição das partes do sistema original do QRBBV .....	46
Tabela 4 - Descrição das partes do sistema atual do gasômetro .....	50
Tabela 5 - Resultado da estimativa de produção de biogás e metano na miniEETERA .....	54
Tabela 6 - Estimativa simplificada da redução líquida de emissões para o projeto .....	57
Tabela 7 - Redução líquida de emissões <i>ex ante</i> calculada para o projeto seguindo as normas do MDL .....	60
Tabela 8 - Lista de EODs ligadas ao escopo setorial 13 que possuem atuação no Brasil .....	62

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAU	Unidades de Quantidade Atribuída ( <i>Assigned Amount Unit</i> )
AND	Autoridade Nacional Designada ( <i>Designated National Authorities - DNA</i> )
AR5	Quinto Relatório de Avaliação ( <i>Fifth Assessment Report</i> )
CFCs	Clorofluorcarbonos
CH <sub>4</sub>	Metano
CIE	Comércio Internacional de Emissões ( <i>International Emission Trading - IET</i> )
CIMGC	Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
CO <sub>2</sub> e	Equivalente de CO <sub>2</sub>
COP	Conferência das Partes ( <i>Conference of the Parties</i> )
CPA	Atividade componente de um Programa de Atividades ( <i>Component Project Activity</i> )
DCP	Documento de Concepção de Projeto ( <i>Project Design Document - PDD</i> )
DQO	Demanda Química de Oxigênio ( <i>Chemical Oxygen Demand - COD</i> )
EOD	Entidade Operacional Designada ( <i>Designated Operational Entity - DOE</i> )
ERU	Unidades de Emissão Reduzida ( <i>Emission Reduction Unit</i> )
EU ETS	Esquema de Comércio de Emissões da União Europeia ( <i>European Union Emissions Trading System</i> )
EUA	Permissões de emissão do mercado europeu ( <i>European Union Allowances</i> )
GC	Microchave referente à posição “cheio” do gasômetro
GEE	Gases de efeito estufa ( <i>Greenhouse Gases - GHG</i> )
GV	Microchave referente à posição “vazio” do gasômetro
GWP	Potencial de aquecimento global ( <i>Global Warming Potential</i> )
HFCs	Hidrofluorcarbonos
IC	Implementação Conjunta ( <i>Joint Implementation - JI</i> )

IPCC	Painel Intergovernamental de Mudanças do Clima ( <i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i> )
LoA	Carta de Aprovação ( <i>Letter of Approval</i> )
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo ( <i>Clean Development Mechanism - CDM</i> )
miniEETERA	Miniestação ecoeficiente de tratamento de esgoto e reuso de águas
N <sub>2</sub> O	Óxido nitroso
Nm <sup>3</sup>	Normal metro cúbico
PFCs	Perfluorcarbonos
PoA	Programa de Atividades ( <i>Programme of Activities</i> )
QRBBV	Queimador Registrador de Biogás para Baixas Vazões
RCE	Redução Certificada de Emissão ( <i>Certified Emission Reductions - CER</i> )
RVE	Reduções Verificadas de Emissão ( <i>Verified Emission Reductions - VER</i> )
SAR	Segundo Relatório de Avaliação ( <i>Second Assessment Report</i> )
SF <sub>6</sub>	Hexafluoreto de enxofre
TIMP	Temporizador inteligente com sinalização para manutenção preventiva
UASB	Biodigestor anaeróbio de fluxo ascendente em manto de lodo
UNFCCC	Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima ( <i>United Nations Framework Convention on Climate Change</i> )

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
1.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	14
1.2	OBJETIVOS .....	16
1.3	ESTRUTURA DO TRABALHO .....	16
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	18
2.1	AS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS .....	18
2.2	O PROTOCOLO DE QUIOTO .....	20
2.3	OS GASES CAUSADORES DO EFEITO ESTUFA .....	22
<b>2.3.1</b>	<b>O potencial de aquecimento global (GWP)</b> .....	23
2.4	O MERCADO DE CARBONO .....	24
<b>2.4.1</b>	<b>O mercado de carbono regulado pelo Protocolo de Quioto</b> .....	25
2.4.1.1	Comércio Internacional de Emissões .....	26
2.4.1.2	Implementação Conjunta .....	26
2.4.1.3	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo .....	26
2.4.1.4	O Esquema de Comércio de Emissões da União Europeia (EU ETS) .....	27
<b>2.4.2</b>	<b>O mercado de carbono voluntário</b> .....	28
<b>3</b>	<b>PROCEDIMENTO PARA HOMOLOGAÇÃO DE UMA ATIVIDADE DE PROJETO SEGUNDO O MDL</b> .....	30
3.1	O CICLO DE PROJETO .....	30
<b>3.1.1</b>	<b>Elaboração do Documento de Concepção de Projeto (DCP)</b> .....	31
3.1.1.1	Notificação de consideração prévia do MDL .....	35
<b>3.1.2</b>	<b>Validação</b> .....	36
<b>3.1.3</b>	<b>Aprovação pela AND</b> .....	37
3.1.3.1	Anexo III .....	38
<b>3.1.4</b>	<b>Submissão ao Conselho Executivo do MDL para registro</b> .....	39
<b>3.1.5</b>	<b>Monitoramento do projeto</b> .....	39
<b>3.1.6</b>	<b>Verificação e certificação</b> .....	40
<b>3.1.7</b>	<b>Emissão da Redução Certificada de Emissão (RCE)</b> .....	40
3.2	AGRUPAMENTO DE ATIVIDADES ( <i>BUNDLING</i> ) .....	41
3.3	PROGRAMA DE ATIVIDADES (POA) .....	41

<b>4</b>	<b>O SISTEMA QUEIMADOR REGISTRADOR DE BIOGÁS PARA BAIXAS VAZÕES (QRBBV)</b> .....	44
4.1	O SISTEMA QRBBV ORIGINAL .....	44
4.2	EVOLUÇÕES DO PROJETO DO SISTEMA QRBBV .....	48
<b>5</b>	<b>A MINIAÇÃO ECOEFICIENTE DE TRATAMENTO DE ESGOTO E REUSO DE ÁGUAS (miniEETERA)</b> .....	52
5.1	FUNCIONAMENTO DA MINIEETERA .....	52
5.2	PRODUÇÃO DE BIOGÁS PELA MINIEETERA .....	53
<b>6</b>	<b>QUANTIFICAÇÃO DE CRÉDITOS DE CARBONO PARA O PROJETO</b> .....	55
6.1	ELABORAÇÃO DO DCP .....	55
<b>6.1.1</b>	<b>Estimativa da redução de emissões</b> .....	55
<b>6.1.2</b>	<b>Formulário do DCP</b> .....	58
<b>6.1.3</b>	<b>Escopo setorial e metodologia</b> .....	58
<b>6.1.4</b>	<b>Considerações sobre o preenchimento do formulário do DCP</b> .....	59
6.2	A REDUÇÃO LÍQUIDA DE EMISSÕES DO PROJETO .....	59
<b>7</b>	<b>ESTUDO ECONÔMICO PARA O PROJETO RECEBER RCES</b> .....	62
7.1	ANÁLISE DO CICLO DE PROJETO .....	62
7.2	ANÁLISE DO MERCADO DE CARBONO .....	66
7.3	RESULTADO DA ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA O PROJETO .....	68
<b>8</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	69
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	71
	<b>ANEXO A - DCP elaborado para a atividade de projeto proposta</b> .....	74
	<b>ANEXO B - Volume de águas residuais tratadas pela miniEETERA entre os meses de set/2013 a fev/2014</b> .....	117

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Considerações iniciais

Atualmente as mudanças climáticas vêm sendo identificadas como uma das maiores ameaças ao planeta e à vida como a conhecemos. Estudos revelam que vem ocorrendo um significativo aumento da temperatura da Terra, fenômeno conhecido como aquecimento global. As principais causas apontadas pelos cientistas são relacionadas às atividades humanas, como a queima de quantidades cada vez maiores de combustíveis fósseis e o desmatamento, fatores que contribuem para o aumento da quantidade de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera (FRONDIZI, 2009).

Para a redução da emissão de GEE, constituiu-se um tratado internacional com metas de redução, chamado Protocolo de Quioto. Assim, os países industrializados se comprometeram a reduzir as emissões em pelo menos 5% em relação aos níveis de 1990, durante o período de 2008 a 2012, sendo que o Protocolo não prevê compromissos de redução para os países em desenvolvimento (MCT, 1997). Como uma segunda fase do Protocolo, esse compromisso foi estendido até 2020, porém com a ausência de algumas grandes potências.

O Protocolo de Quioto regula seis gases que potencializam o efeito estufa e devem ter suas emissões reduzidas. Eles são o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), hidrofluorcarbonos (HFCs), perfluorcarbonos (PFCs) e hexafluoreto de enxofre ( $\text{SF}_6$ ). Para determinar como certa quantidade de GEE contribui para o aquecimento global, criou-se uma medida internacional que mede o potencial de aquecimento global (GWP - *Global Warming Potencial*) de cada GEE.

O GWP de cada GEE é avaliado regularmente pelo Painel Intergovernamental de Mudanças do Clima (IPCC - *Intergovernmental Pannel on Climate Change*). Para o compromisso firmado com o Protocolo de Quioto, foi-se adotado o cálculo da redução de emissões de acordo com os valores de GWP publicados no Segundo Relatório de Avaliação (SAR - *Second Assessment Report*) em 1995.

Com o estabelecimento e regulamentação da redução de emissões de GEE, surgiu o chamado mercado de carbono. Este mercado funciona basicamente através da comercialização de certificações de redução de emissões, conhecidas popularmente como créditos de carbono.

O mercado de carbono é um mecanismo que busca auxiliar a mitigação das mudanças climáticas através da negociação de redução de emissões entre as partes envolvidas, onde a

parte que não conseguiu atingir seus limites estipulados pode comprar o excedente daquela que reduziu além de seu limite, para que, assim, ao final se alcance as metas de redução em nível global.

O principal mercado de carbono é o gerenciado pelas convenções do Protocolo de Quioto, mas este sistema também possui outros segmentos, onde existem mercados de carbono que seguem suas convenções próprias e mercados voluntários (GUIMARÃES, 2007).

O mercado de carbono que segue as regras do Protocolo de Quioto é regido por três mecanismos de flexibilização: Comércio Internacional de Emissões (CIE ou *International Emissions Trading* - IET); Implementação Conjunta (IC ou *Joint Implementation* - JI); e Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL ou *Clean Development Mechanism* - CDM).

Os dois primeiros são mecanismos que permitem que apenas os países que possuem metas estipuladas pelo Protocolo de Quioto possam negociar seus créditos de carbono entre si. O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) é o único mecanismo que integra os países em desenvolvimento a este mercado de carbono, sendo assim o único de interesse do Brasil. Para os projetos registrados pelo MDL, as certificações de redução de emissões são chamadas de Redução Certificada de Emissão (RCE).

O MDL avalia projetos que devem implicar em redução de emissões adicionais àquelas que ocorreriam em sua ausência, garantindo benefícios reais, mensuráveis e de longo prazo para a mitigação da mudança global (FRONDIZI, 2009). Para que um projeto resulte em créditos de carbono segundo o MDL, este deve passar por todo um ciclo de projeto, que começa desde a elaboração do Documento de Elaboração de Projeto (DCP) até a emissão das RCEs.

Nessa busca à redução de emissões, os sistemas ecoeficientes têm recebido grande atenção devido às crescentes exigências de controle dos efluentes e do uso da água, principalmente porque, apenas no Brasil, descarta-se por dia cerca de 6.000.000m<sup>3</sup> de metano na atmosfera através dessas atividades (MARCELINO; GODOY JUNIOR, 2011).

É neste contexto que se enquadra o sistema Queimador Registrador de Biogás para Baixas Vazões (QRBBV). O QRBBV é de baixo custo e elevado índice de confiabilidade, desenvolvido para queimar o biogás gerado em locais de baixa e inconstante produção, onde não se justifica economicamente o seu aproveitamento energético.

Este trabalho estuda a implantação do sistema QRBBV na miniestação ecoeficiente de tratamento de esgoto e reuso de águas (miniEETERA) construída nas instalações da UNESP, Campus de Guaratinguetá, SP. Atualmente, todo o efluente gerado nas instalações do campus

está sendo tratado pela miniEETERA e, como resultado, o biogás originado desta atividade está sendo liberado na atmosfera.

Este projeto se alinha às diretrizes do Protocolo de Quioto, indo ao encontro das necessidades mundiais de redução da emissão de GEE através da queima do gás metano presente no biogás. Portanto, o sistema QRBBV busca diminuir os efeitos negativos causados pela emissão de gás metano, considerado 21 vezes mais agressivo à atmosfera comparado ao gás carbônico, sendo, assim, uma oportunidade para receber créditos de carbono.

## **1.2 Objetivos**

O objetivo principal deste trabalho é analisar a viabilidade econômica para o projeto do sistema Queimador Registrador de Biogás para Baixas Vazões (QRBBV), desenvolvido por Marcelino & Godoy Junior (2011), receber créditos de carbono através do MDL.

Para isto, este trabalho buscou demonstrar a aplicabilidade do projeto através do estudo e elaboração do Documento de Concepção de Projeto (DCP), bem como uma análise de todo o ciclo de projeto necessário para a homologação segundo o MDL.

Assim, foram traçados como objetivos específicos:

- Estudo das diretrizes do Protocolo de Quioto;
- Estudo do mercado de carbono;
- Estudo do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL);
- Estudo do procedimento para homologação de um projeto segundo o MDL;
- Estudo do sistema da miniestação ecoeficiente de tratamento de esgoto e reuso de águas (miniEETERA);
- Estudo do sistema Queimador Registrador de Biogás para Baixas Vazões (QRBBV).

## **1.3 Estrutura do trabalho**

O presente trabalho é constituído de 8 capítulos.

O capítulo 1, “INTRODUÇÃO”, faz uma consideração inicial sobre o trabalho e identifica os objetivos propostos.

O capítulo 2, “FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA”, faz o estudo das mudanças climáticas e suas consequências, das diretrizes do Protocolo de Quioto, dos gases causadores do efeito estufa e do mercado de carbono.

O capítulo 3, “PROCEDIMENTO PARA HOMOLOGAÇÃO DE UMA ATIVIDADE DE PROJETO SEGUNDO O MDL”, faz o estudo do MDL, seguindo todo o processo necessário para a homologação de um projeto, desde o primeiro passo que é a elaboração do Documento de Concepção do Projeto (DCP) até o recebimento das Reduções Certificadas de Emissão (RCE).

O capítulo 4, “O SISTEMA QUEIMADOR REGISTRADOR DE BIOGÁS PARA BAIXAS VAZÕES (QRBBV)”, descreve o funcionamento do sistema QRBBV e as evoluções por quais o projeto passou.

O capítulo 5, “A MINIESTAÇÃO ECOEFICIENTE DE TRATAMENTO DE ESGOTO E REUSO DE ÁGUAS (miniEETERA)”, descreve o funcionamento da miniEETERA e sua capacidade de produção de biogás.

O capítulo 6, “QUANTIFICAÇÃO DE CRÉDITOS DE CARBONO PARA O PROJETO”, descreve o processo de elaboração do DCP para o projeto, bem como sua Redução Líquida de Emissões.

O capítulo 7, “ESTUDO ECONÔMICO DE CASO PARA O PROJETO RECEBER RCES”, faz uma análise de viabilidade econômica do processo de homologação, descrevendo cada etapa do ciclo de projeto até a venda das RCEs.

No capítulo 8, “CONCLUSÃO”, está descrito as principais conclusões a respeito deste trabalho.

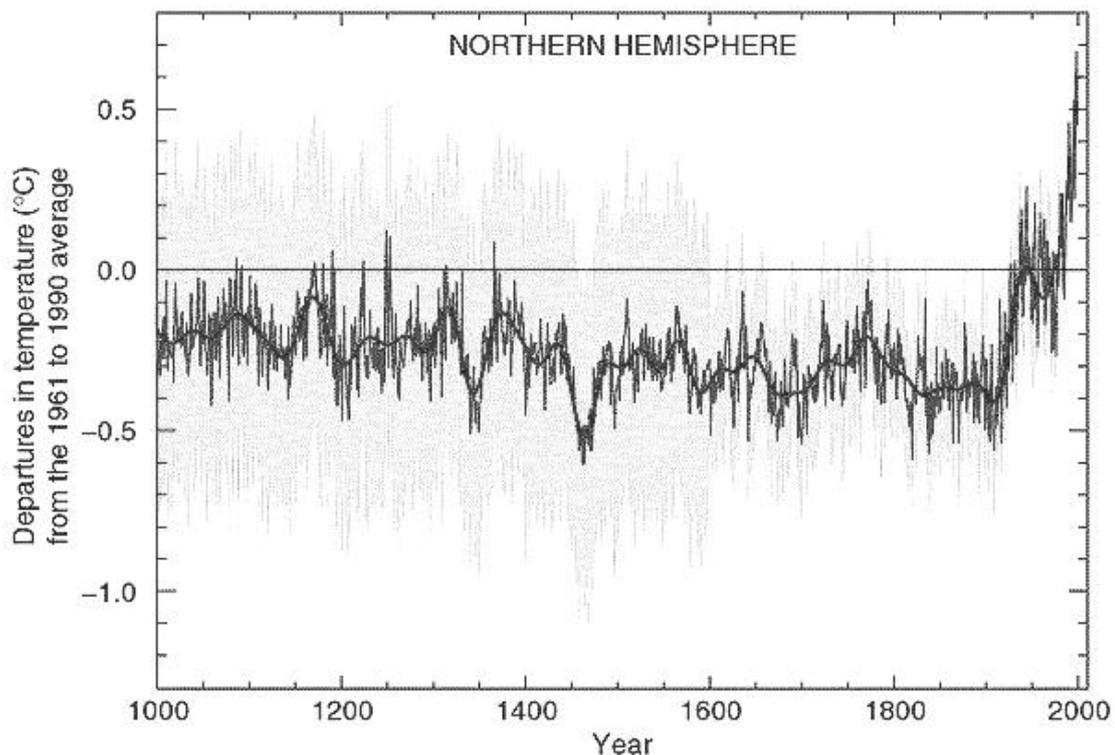
## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 As alterações climáticas

Depois da superação da bipolaridade e consequentes riscos de hecatombes nucleares, cabe, hoje, à humanidade achar os instrumentos adequados para vencer um outro perigo silencioso e também mortífero que é o desastre ambiental. Evitá-lo, pela via do entendimento, é o melhor meio de sobrevivência para todos os homens do mundo e para todas as nações. (MARCOVITCH, 2006, p.12)

A última década foi a mais quente da história, segundo a Organização Meteorológica Mundial. Estudos científicos comprovaram um aumento de  $0,8^{\circ}\text{C}$  na temperatura média da Terra no último século, passando de aproximadamente  $13,8^{\circ}\text{C}$  para  $14,6^{\circ}\text{C}$ <sup>1</sup>. A Figura 1 mostra a variação de temperatura ao longo do tempo.

Figura 1 - Variação da temperatura ao longo do último milênio



Fonte: IPCC<sup>2</sup>.

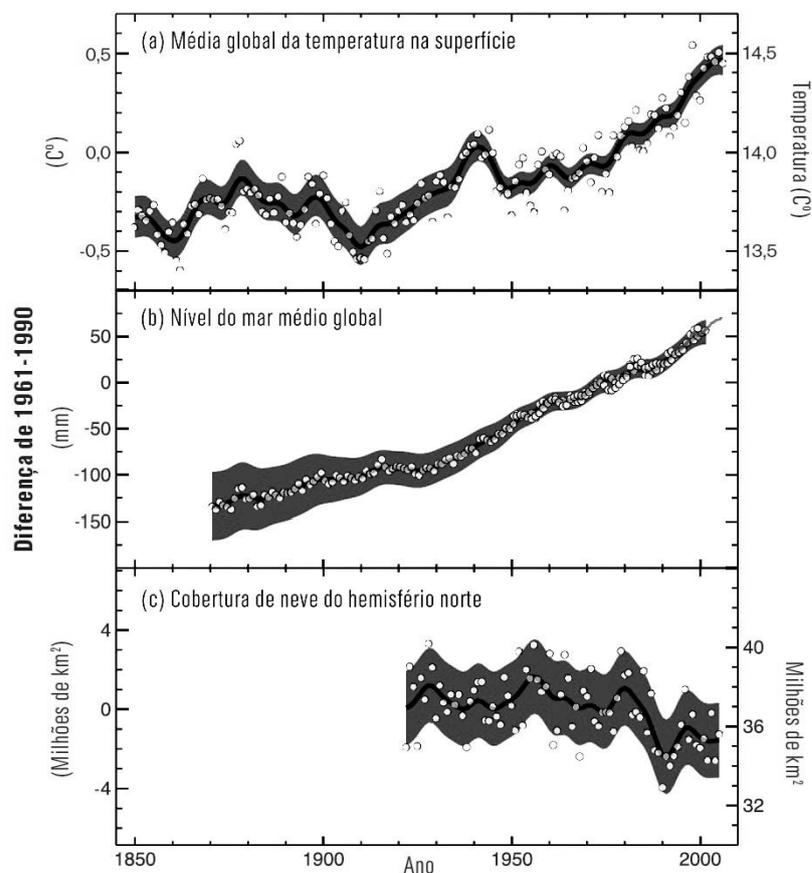
<sup>1</sup> INSTITUTO CARBONO BRASIL. **Mudanças Climáticas**. Disponível em: <[http://www.institutocarbonobrasil.org.br/#mudancas\\_climaticas](http://www.institutocarbonobrasil.org.br/#mudancas_climaticas)>. Acesso em 16 de fevereiro de 2014.

<sup>2</sup> IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **Working Group I: The Scientific Basis**. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/ipccreports/tar/wg1/index.php?idp=5>>. Acesso em 16 de fevereiro de 2014.

Segundo o relatório do Banco Mundial, até 2060 o planeta pode aumentar sua temperatura em até 4 graus centígrados acima dos níveis do planeta pré-industrial se as promessas dos governos de combater as mudanças climáticas não forem cumpridas<sup>3</sup>. Segundo Spitzcovsky (2012a), a situação do planeta está bem crítica, mas ainda é possível manter o aumento da temperatura do planeta abaixo dos 2°C, limite crítico máximo considerado seguro pelos cientistas para conservar a vida na Terra da maneira como a conhecemos hoje.

Algumas das consequências das mudanças climáticas previstas pelo Painel Intergovernamental de Mudanças do Clima (IPCC - *Intergovernmental Pannel on Climate Change*) são verões mais quentes e invernos mais rigorosos, maior número de enchentes, secas e incêndios florestais, aumento da intensidade e frequência de tempestades e furacões, derretimento de geleiras e calotas polares e elevação do nível do mar. A Figura 2 mostra algumas dessas consequências em números.

Figura 2 - Mudanças na temperatura, nível do mar e cobertura de neve do hemisfério norte



Fonte: (FRONDIZI, 2009).

<sup>3</sup> TERRA. **Banco Mundial teme aumento de temperatura em 4°C.** Disponível em: <<http://noticias.terra.com.br/ciencia/clima/banco-mundial-teme-aumento-de-temperatura-em-4c-para-2060,1a48e80b9f25b310VgnCLD200000bbccceb0aRCRD.html>>. Acesso em 16 de fevereiro de 2014.

Há fortes evidências científicas de que esse problema climático global se deve ao aumento da concentração de determinados gases na atmosfera, principalmente o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Estes gases são responsáveis pela intensificação do efeito estufa e, por isso, chamados de gases de efeito estufa (GEE).

O aumento da concentração de GEE na atmosfera decorre em razão das atividades do homem, principalmente através da queima de combustíveis fósseis, como carvão mineral, derivados de petróleo e gás natural. Em todo o mundo, essa queima ocorre nos usos doméstico e comercial, nas atividades de transporte, na geração de energia, na indústria e na agricultura. Além das emissões originadas pela combustão, existem outras fontes de emissão de atividades antrópicas, como em processos industriais, atividades agropecuárias, disposição de lixo e desmatamento (FRONDIZI, 2009).

## **2.2 O Protocolo de Quioto**

Para a redução da emissão de GEE na atmosfera, durante o evento ECO-92 realizado no Rio de Janeiro em 1992, surgiu a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC - *United Nations Framework Convention on Climate Change*), tratado que foi firmado por quase todos os países do mundo. A UNFCCC dividiu os países em dois grupos, sendo os países desenvolvidos conhecidos como “países do Anexo I”, pois estavam listados no Anexo I da Convenção sobre Mudanças do Clima (*Convention on Climate Change*), e os países em desenvolvimento conhecidos como “países não pertencentes ao Anexo I”. Ficou determinado que os países signatários se reunissem anualmente, o que ficou conhecido como Conferência das Partes (COP - *Conferences of the Parties*) (FRONDIZI, 2009).

Em 1995, realizou-se primeira Conferência das Partes (COP1) com o objetivo de definir medidas sobre os esforços a serem feitos para combater as alterações climáticas. Após extensas negociações, apenas durante a COP3, realizada em dezembro de 1997 na cidade de Quioto no Japão, entrou-se em um consenso que resultou na adesão dos países a um protocolo, o Protocolo de Quioto (CEBDS, 2002).

O Protocolo de Quioto foi aberto para assinatura em março de 1998 e ficou determinado que entraria em vigor 90 dias após a sua ratificação por no mínimo 55 países signatários da Convenção, incluindo que os "países do Anexo I" que contabilizassem pelo menos 55% das emissões totais de dióxido de carbono em 1990 também o ratificassem (MCT, 1997). Assim, após a ratificação pela Federação Russa no fim de 2004, o Protocolo de Quioto entrou em

vigor em fevereiro de 2005. Os Estados Unidos, o maior emissor, foi o único “país do Anexo I” que se negou a ratificar o Protocolo.

As metas estabelecidas no Protocolo de Quioto estipulam que os países signatários não podem exceder aos limites estabelecidos e que em conjunto significam uma redução de pelo menos 5% em relação aos níveis verificados no ano de 1990. Essas metas devem ser atingidas no período compreendido entre 2008 e 2012, conhecido como primeiro período de compromisso (FRONDIZI, 2009).

Para a continuidade do Protocolo de Quioto, durante a COP11 realizada em Montreal em 2005 já começavam as discussões para um segundo período do tratado pós 2012. Durante as COPs seguintes ocorreram muitas negociações e criou-se grande expectativa para que, em 2009, na Conferência de Copenhague (COP15) ocorresse a aprovação de um novo tratado internacional, o que infelizmente não ocorreu.

Durante as COPs 16 e 17 não surgiram novas metas de redução de emissões. Em 2011, em Durban na África do Sul durante a COP17, foi firmado o compromisso de elaborar limites para todas as nações até 2015. No entanto, essas metas só passariam a vigorar a partir de 2020 (MOTTA, 2012).

A COP18, realizada em Doha no Catar entre 26 de novembro e 07 de dezembro de 2012, teve um resultado importante. Estabeleceu-se uma renovação do Protocolo de Quioto até 2020, mantendo-se as metas de redução de GEE propostas no primeiro período. Porém, a Rússia, o Japão, o Canadá e a Nova Zelândia, países signatários na primeira fase, se retiraram do tratado (SPITZCOVSKY, 2012b).

Segundo Spitzcovsky (2012b), a ministra do Meio Ambiente do Brasil, Izabella Teixeira, considerou que o resultado da COP18 ficou muito aquém do que o Brasil desejava, sem obter metas de redução mais ambiciosas e com o afastamento de alguns países importantes de suas obrigações no âmbito da convenção. No entanto, vale ressaltar que se a COP18 não chegasse a nenhum acordo, ficaríamos um período de oito anos sem um compromisso internacional vigente, o que só fragilizaria as negociações que estão por vir em 2015 para um novo tratado pós 2020.

Em 2013, a COP19 terminou com poucos avanços e um acordo mínimo entre os países de que, até o final do primeiro trimestre de 2015, os países com condições para tanto devem definir suas metas voluntárias de redução de emissões para que estas sejam comunicadas à Convenção. As próximas negociações serão cruciais para cumprir com os objetivos de fechar o novo acordo que sucederá o Protocolo de Quioto na COP21 a ser realizada em Paris, em 2015.

### 2.3 Os gases causadores do efeito estufa

Os GEE atuam absorvendo parte da radiação infravermelha refletida pela superfície terrestre, impedindo que a radiação escape para o espaço e aquecendo a superfície da Terra, fenômeno conhecido como efeito estufa. Portanto, o efeito estufa é um fenômeno natural e vem se repetindo no planeta desde os primórdios, sendo, assim, essencial para a preservação da existência na Terra. O problema é que a concentração de GEE na atmosfera tem aumentado com grande velocidade e de maneira não natural, ou seja, por atuação de emissões causadas pelo homem.

O Protocolo de Quioto regula seis gases que potencializam o efeito estufa e devem ter suas emissões reduzidas. São eles:

- **Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>):** maior causador do efeito estufa. É gerado principalmente pela queima de combustíveis fósseis (carvão, gás natural e petróleo), queimadas e desmatamentos.
- **Metano (CH<sub>4</sub>):** produzido pela decomposição anaeróbica de resíduos de esgoto, decomposição de organismos, digestão animal, na produção e distribuição de combustíveis fósseis (gás, petróleo e carvão), mineração e queima de biomassa.
- **Óxido nítrico (N<sub>2</sub>O):** produzido a partir do emprego de fertilizantes em atividades agrícolas, especialmente fertilizantes comerciais e orgânicos. Também é produzido na queima de biomassa, de combustíveis fósseis e na fabricação de ácido nítrico.
- **Hidrofluorcarbonos (HFCs):** produzidos comercialmente como substitutos dos clorofluorcarbonos (CFCs). São utilizados principalmente na refrigeração e na fabricação de semicondutores.
- **Perfluorcarbonos (PFCs):** são subprodutos da fundição de alumínio e do enriquecimento de urânio. Também são utilizados como substitutos dos CFCs na fabricação de semicondutores.
- **Hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>):** amplamente empregado na indústria pesada como isolante de equipamentos de alta voltagem, além de auxiliar na produção de sistemas de resfriamento de cabos.

Também contribuem para o efeito estufa outros gases não regulados pelo Protocolo de Quioto e que são tratados por outro acordo internacional, o Protocolo de Montreal, o qual não será objeto de estudo deste trabalho.

### 2.3.1 O potencial de aquecimento global (GWP)

Para determinar como certa quantidade de GEE contribui para o aquecimento global, o IPCC criou uma medida internacional com o objetivo de medir o potencial de aquecimento global (GWP - *Global Warming Potencial*) de cada um dos gases. O GWP descreve as características radiativas dos GEE e os compara entre si e seus diferentes impactos sobre o clima. Este parâmetro representa o efeito combinado dos diferentes tempos que esses gases permanecem suspensos na atmosfera, além de sua eficiência relativa na absorção de radiação infravermelha<sup>4</sup>.

Os GWPs são calculados como a razão das emissões de 1kg do GEE com a emissão de 1kg de CO<sub>2</sub> durante um determinado período de tempo, sendo expressos em termos de equivalentes de CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub>e). Para o compromisso firmado com o Protocolo de Quioto, foi determinado adotar o GWP para 100 anos, publicado no Segundo Relatório de Avaliação (SAR - *Second Assessment Report*) do IPCC em 1995. Por exemplo, o metano possui um GWP de 21, pois seu potencial causador do efeito estufa é 21 vezes mais poderoso que o CO<sub>2</sub> (CEBDS, 2002).

Na Tabela 1 encontra-se um resumo da relação dos GEE e seu respectivo GWP vigente sob o Protocolo de Quioto, conforme publicado no Segundo Relatório de Avaliação do IPCC em 1995.

Tabela 1 - Gases de efeito estufa e seu respectivo GWP vigente sob o Protocolo de Quioto

GEE	GWP*
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	1
Metano (CH <sub>4</sub> )	21
Óxido nitroso (N <sub>2</sub> O)	310
Hidrofluorcarbonos (HFCs)	140 a 11.700
Perfluorcarbonos (PFCs)	6.500 a 9.200
Hexafluoreto de enxofre (SF <sub>6</sub> )	23.900

\*Dados referentes ao Segundo Relatório de Avaliação do IPCC publicado em 1995.

Fonte: adaptado de IPCC, 2007.

<sup>4</sup> ALCSCENS - Grupo de Pesquisa em Mudanças Climáticas da Unicamp. **Gases de Efeito Estufa (GEE)**. Disponível em: <<http://www.cpa.unicamp.br/alcscens/abc/crt/g>>. Acesso em 20 de março de 2014.

Os GWPs são avaliados e atualizados regularmente pelo IPCC. Em seu último relatório publicado em 2013 pelo IPCC, o Quinto Relatório de Avaliação (AR5 - *Fifth Assessment Report*), o GWP do metano calculado para 100 anos subiu para 28. O IPCC propôs ainda que, segundo novos cálculos incluindo efeitos indiretos, chamados *climate-carbon feedbacks*, o GWP do metano para 100 anos seja 34 (IPCC, 2013).

Segundo o IPCC, não há nenhum argumento científico para a seleção do GWP de 100 anos em comparação com outras opções. A escolha do horizonte de tempo é uma escolha relativa aos efeitos dos GEE na atmosfera para diferentes tempos. Segundo o AR5, o GWP do metano para 20 anos é 84 sem considerar *climate-carbon feedbacks*, ou 86 considerando *climate-carbon feedbacks*.

Apesar do GWP de todos os gases ser maior que o GWP do CO<sub>2</sub>, este ainda é o gás de maior representatividade no efeito estufa, pois se apresenta em quantidade muito maior que os demais na atmosfera. O metano é o segundo maior contribuinte para o efeito estufa, sendo este o gás que mais tem aumentado de concentração na atmosfera nos últimos tempos.

A Tabela 2 mostra a contribuição de cada GEE no aquecimento global e o aumento do nível de concentração comparado com os níveis de 1750.

Tabela 2 - Contribuição dos GEE para o aquecimento global

	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	Halogenados (HFC, PFC e SF <sub>6</sub> )
<b>Contribuição para o aquecimento global</b>	60%	20%	6%	14%
<b>Aumento da concentração desde 1750</b>	31%	151%	17%	-

Fonte: CETESB<sup>5</sup>.

## 2.4 O mercado de carbono

Com a necessidade de se reduzir as emissões de GEE na atmosfera, foi criado um mercado de carbono que busca negociar essa redução, auxiliando na mitigação das mudanças climáticas.

<sup>5</sup> CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Gases do Efeito Estufa**. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/mudancas-climaticas/proclima/Efeito%20Estufa/9-Gases%20do%20Efeito%20Estufa>>. Acesso em 20 de março de 2014.

Para compor tal sistema, é preciso a elaboração de uma série de metodologias, regulamentações e estruturas de monitoramento e comercialização dos créditos de carbono.

Para entender como funciona o mercado de carbono, é necessário compreender que o mesmo possui segmentos diferentes. Existe o mercado que segue as convenções do Protocolo de Quioto, regido pelos mecanismos de flexibilização, foco deste trabalho; existem mercados de carbono que seguem suas próprias convenções, como o *Chicago Climate Exchange*, uma bolsa de valores exclusiva constituída sob as leis norte-americanas; e existem os mercados voluntários (GUIMARÃES, 2007).

Regido sob as regras do Protocolo de Quioto, o maior mercado de carbono é o estabelecido pela União Europeia. A criação de um mercado de carbono internacional, conectando as iniciativas de todos os países voltadas ao corte das emissões de GEE, sempre foi almejada pela União Europeia. Porém, com a falta de entendimento dos países nas negociações internacionais do clima, este objetivo ainda está longe de ser alcançado.

Assim, começaram a surgir iniciativas similares ao esquema europeu, como são os casos da Califórnia, Austrália e Nova Zelândia ao implantarem o seu próprio esquema de comércio de emissões. Avançando no mesmo caminho, estão outros países como China e Coréia do Sul, porém com iniciativas ainda menos desenvolvidas. O Banco Mundial publicou em 2013 uma lista dos mercados de carbono do mundo que estão em operação ou em planejamento<sup>6</sup>.

#### **2.4.1 O mercado de carbono regulado pelo Protocolo de Quioto**

Sob as regras do protocolo de Quioto, o mercado de carbono funciona através da comercialização de certificações de redução de emissão emitidas pelos mecanismos de flexibilização.

Os mecanismos de flexibilização são arranjos regulamentados pelo Protocolo de Quioto que facilitam que os países industrializados possam atingir suas metas de redução de emissões de GEE. Existem três mecanismos de flexibilização:

- CIE - Comércio Internacional de Emissões (*International Emissions Trading - IET*);
- IC - Implementação Conjunta (*Joint Implementation - JI*);
- MDL - Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (*Clean Development Mechanism - CDM*).

---

<sup>6</sup> THE WORLD BANK. **Infographic: Carbon Markets of the World**. Disponível em: <<http://www.worldbank.org/en/news/feature/2013/10/02/carbon-markets-world-view-infographic>>. Acesso em 25 de março de 2014.

#### **2.4.1.1 Comércio Internacional de Emissões**

O Comércio Internacional de Emissões, ou simplesmente Comércio de Emissões, é um mecanismo pelo qual somente os países que possuem metas de redução de emissões sob o Protocolo de Quioto podem negociar o excedente de suas reduções entre si.

Este mecanismo permite que países que não alcançaram suas metas de redução possam comprar o excedente de outro, porém o país adquirente somente pode contabilizar as reduções compradas em conjunto com outras atividades de redução efetivamente implementadas, de modo a não permitir que algum país apenas compre de outros países sem reduzir suas próprias emissões (CEBDS, 2002).

No Comércio Internacional de Emissões, as licenças de emissão negociáveis no âmbito do Protocolo de Quioto são denominadas Unidades de Quantidade Atribuída (AAU - *Assigned Amount Unit*). Uma AAU corresponde a 1 tonelada de CO<sub>2</sub>e.

#### **2.4.1.2 Implementação Conjunta**

A Implementação Conjunta é um mecanismo também somente entre países que possuem metas de redução de emissões sob o Protocolo de Quioto, que permite um país desenvolver um projeto de redução de emissões em outro país signatário, porém com economia em transição, ficando assim com os créditos de carbono. Assim, os países que investem podem economizar, focando em locais onde os custos são menores, enquanto que os países que hospedam os projetos se beneficiam com os investimentos estrangeiros e transferência de tecnologias (CEBDS, 2002).

Neste mecanismo, as certificações de redução de emissão são chamadas de Unidades de Emissão Reduzida (ERU - *Emission Reduction Units*). Uma ERU corresponde a 1 tonelada de CO<sub>2</sub>e.

#### **2.4.1.3 Mecanismo de Desenvolvimento Limpo**

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo é único mecanismo que se aplica aos países emergentes, portanto o único de interesse do Brasil. O MDL presta assistência para que os países industrializados cumpram seus compromissos quantificados de redução de emissões de GEE.

Esse mecanismo regula atividades de projeto que devem implicar em reduções de emissões adicionais àquelas que ocorreriam na ausência do projeto, garantindo benefícios reais, mensuráveis e de longo prazo. Também visa prestar assistência para que os países em desenvolvimento viabilizem o desenvolvimento sustentável através da implementação de atividades de projeto de forma voluntária (FRONDIZI, 2009).

Segundo Frondizi (2009), o MDL é um instrumento que além de permitir reduções de emissões de forma mais barata para os países industrializados, fomenta o fluxo de recursos e transferência de tecnologias para países em desenvolvimento, sem comprometer a oportunidade legítima de crescimento econômico e bem-estar social destes últimos. Portanto, o MDL é uma solução engenhosa para uma questão complexa tratada pela Conferência das Partes.

Podem participar de uma atividade de projeto de MDL entidades públicas, privadas e parcerias público-privadas, desde que devidamente autorizadas pelos respectivos países.

A unidade de crédito de carbono no MDL é chamada Redução Certificada de Emissão (RCE, ou *Certified Emission Reductions* - CER). Uma RCE corresponde a 1 tonelada de CO<sub>2</sub>e.

#### **2.4.1.4 O Esquema de Comércio de Emissões da União Europeia (EU ETS)**

O Esquema de Comércio de Emissões da União Europeia (EU ETS - *European Union Emissions Trading Scheme*) é o principal mercado de carbono regulado sob o Protocolo de Quioto para cumprir as metas de redução de emissões.

No EU ETS cada país-membro desenvolve um plano nacional de alocações que determina certa quantidade de permissões de emissão de GEE (EUA - *European Union Allowances*) para suas indústrias e usinas de energia<sup>7</sup>.

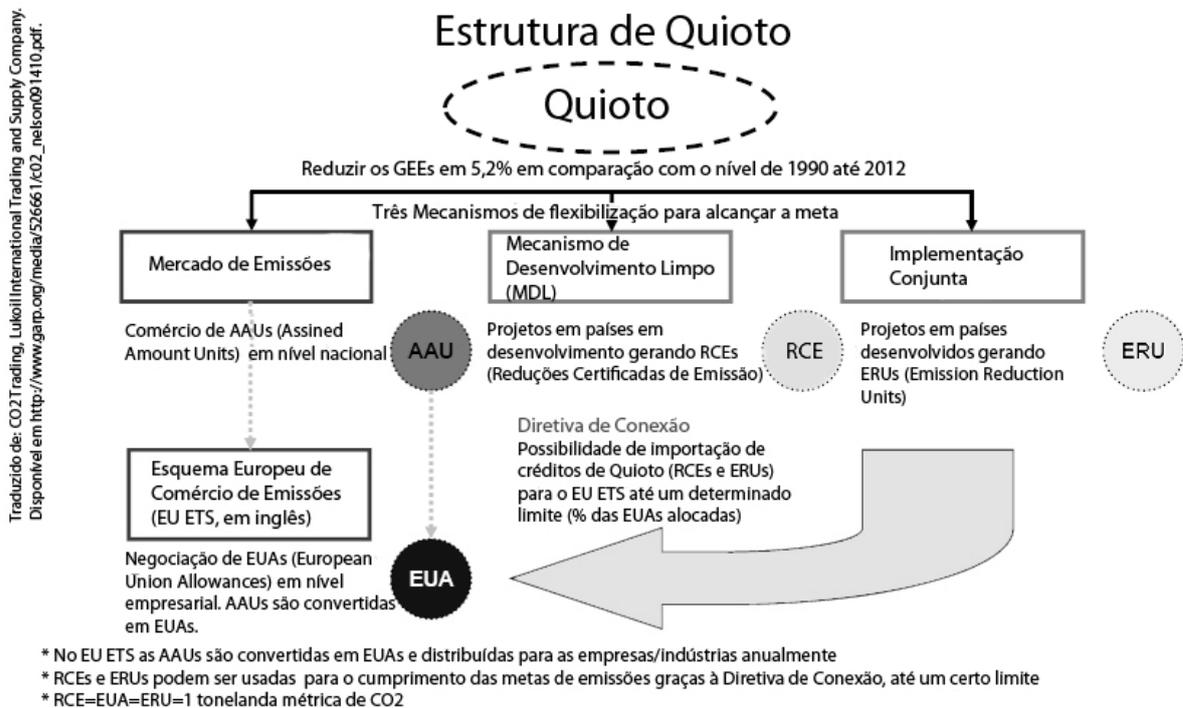
Nesse esquema, as AAUs provindas do mecanismo de flexibilização são convertidas em EUAs e distribuídas para as empresas e indústrias anualmente, onde são negociadas a nível empresarial. De acordo com a eficácia das medidas para se manter dentro da cota estabelecida, as indústrias e usinas podem vender ou comprar EUAs, comprando se a cota for ultrapassada e vendendo se o nível de emissões estiver abaixo da cota.

---

<sup>7</sup> INSTITUTO CARBONO BRASIL. **Mercado de Carbono / Cap and Trade / EU ETS**. Disponível em: <[http://www.institutocarbonobrasil.org.br/cap\\_and\\_trade/eu\\_ets](http://www.institutocarbonobrasil.org.br/cap_and_trade/eu_ets)>. Acesso em 25 de março de 2014.

Existe, também, a possibilidade da importação de RCEs e ERUs provindas dos outros mecanismos de flexibilização para auxiliar no cumprimento das metas de emissão, mas somente até certo limite que depende de um percentual das EUAs alocadas. A Figura 3 ilustra a estrutura deste mercado.

Figura 3 - Estrutura do mercado de carbono europeu regido sob o Protocolo de Quioto



Fonte: INSTITUTO CARBONO BRASIL<sup>8</sup>.

#### 2.4.2 O mercado de carbono voluntário

O mercado de carbono voluntário abrange todas as negociações de créditos de carbono e neutralizações de emissões de GEE que são realizadas por quem não possui metas sob o Protocolo de Quioto e, por isso, são consideradas ações voluntárias.

Existem vários programas voluntários de redução de emissões sendo implementados ao redor do globo nos mais diversos níveis, desde individual, corporativo e até regional, que seguem o mesmo raciocínio de compensação das emissões que o MDL. Assim, o mercado voluntário abre as portas para a inovação e para projetos de menor escala que seriam inviáveis sob Quioto.

<sup>8</sup> INSTITUTO CARBONO BRASIL. **Mercado de Carbono / Protocolo de Quioto**. Disponível em: <[http://www.institutocarbonobrasil.org.br/mercado\\_de\\_carbono/protocolo\\_de\\_quioto](http://www.institutocarbonobrasil.org.br/mercado_de_carbono/protocolo_de_quioto)>. Acesso em 25 de março de 2014.

Os créditos no mercado de carbono voluntário são normalmente instrumentos financeiros negociáveis chamados de Reduções Verificadas de Emissão (RVE). Cada RVE representa uma tonelada de CO<sub>2</sub>e reduzida ou deixada de ser emitida, assim como nos mecanismos regulados sob Quioto.

As negociações no ambiente voluntário são guiadas pelas regras comuns de mercado, podendo ser efetuadas em bolsas, através de intermediários ou diretamente entre as partes interessadas.

Os projetos sob o mercado voluntário de carbono podem variar muito em abrangência de atividades: energias renováveis, redução das emissões por desmatamento e degradação, destruição do gás metano em aterros sanitários e efluentes, aproveitamento energético de biomassa, entre outros.

Nesse contexto, o Brasil desenvolveu seu próprio mercado voluntário de carbono. Para organizar todo o processo foi editada em dezembro 2011 a NBR 15948: Mercado voluntário de carbono - Princípios, requisitos e orientações para comercialização de reduções verificadas de emissões. Essa norma especifica os princípios, os requisitos e as orientações para comercialização de RVEs no mercado voluntário de carbono brasileiro. Ela inclui requisitos para elegibilidade das reduções de emissões, transparência de informações, e registro de projetos e de RVEs (PAIVA, 2011).

A motivação dos compradores destes créditos inclui a preocupação com o gerenciamento de seus impactos em relação às mudanças do clima, imagem, reputação, interesse em inovações, filantropia, relações públicas, necessidade de se prepararem para regulação futura ou para planos de revenda de créditos lucrando com as comercializações<sup>9</sup>.

Por exemplo, a companhia aérea TAM comprou 100 mil créditos voluntários de carbono para compensar as emissões de GEE dos voos extras realizados durante a Copa do Mundo de 2014. Os créditos comprados foram provenientes de seis projetos no Brasil que reduzem emissões através da substituição de combustíveis em usinas de energia, descartando as fontes fósseis e usando biomassa renovável. Parte dos recursos obtidos das vendas dos créditos foi destinada a programas sociais para comunidades situadas perto dos locais dos projetos<sup>10</sup>.

---

<sup>9</sup> IBOPE Ambiental. **Mercado de Carbono Voluntário**. Disponível em: <<http://www.ibope.com.br/pt-br/solucoes/ambiental/Validacao-e-verificacao/Paginas/Mercado-de-carbono-voluntario.aspx>>. Acesso em 25 de março de 2014.

<sup>10</sup> INSTITUTO CARBONO BRASIL. **TAM compra 100 mil créditos de carbono para compensar emissões de voos na Copa do Mundo**. Disponível em: <[http://www.institutocarbonobrasil.org.br/espaco\\_reuters/noticia=737201](http://www.institutocarbonobrasil.org.br/espaco_reuters/noticia=737201)>. Acesso em 25 de junho de 2014.

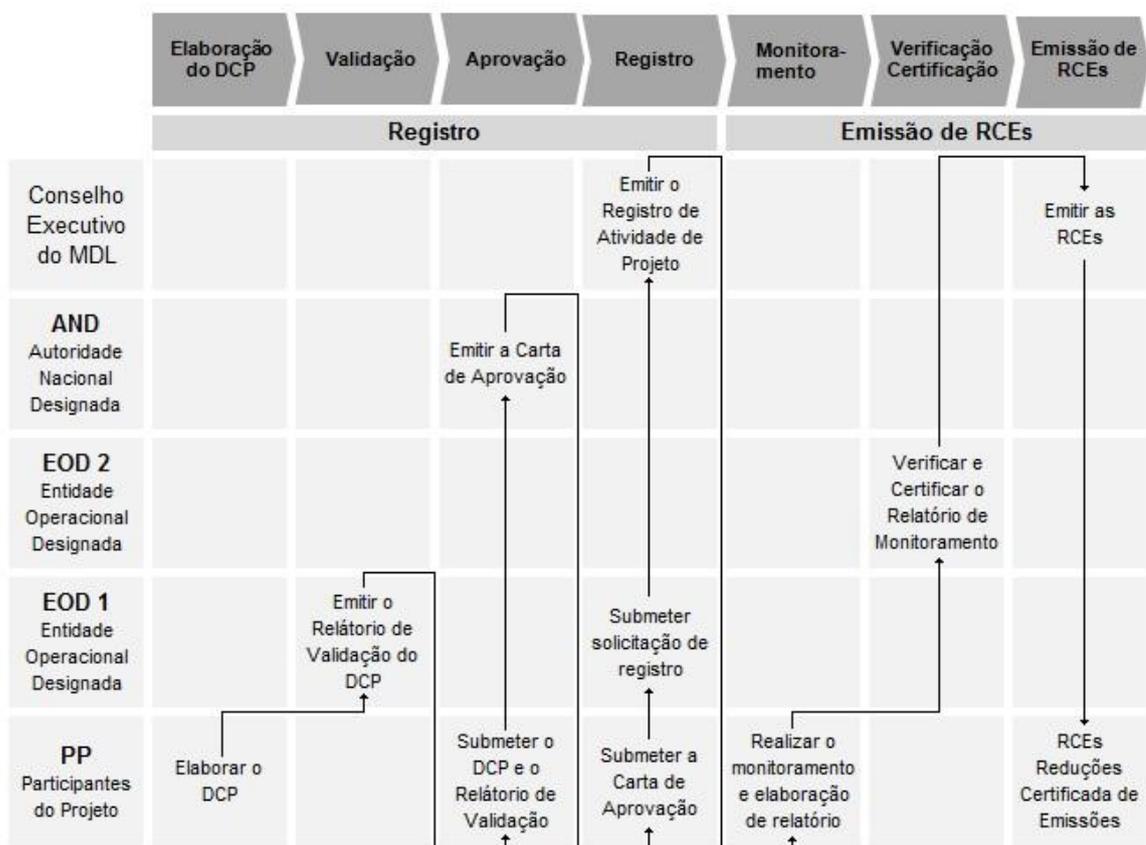
### 3 PROCEDIMENTO PARA HOMOLOGAÇÃO DE UMA ATIVIDADE DE PROJETO SEGUNDO O MDL

#### 3.1 O ciclo de projeto

Para que um projeto resulte em créditos de carbono segundo o MDL, as atividades de projeto devem, necessariamente, passar por todas as etapas do ciclo de projeto, conforme ilustrado pela Figura 4. Essas etapas, descritas detalhadamente nos itens a seguir, são:

1. Elaboração do Documento de Concepção de Projeto (DCP)
2. Validação do projeto por uma Entidade Operacional Designada (EOD)
3. Aprovação pela Autoridade Nacional Designada (AND)
4. Submissão ao Conselho Executivo do MDL para registro
5. Monitoramento do projeto
6. Verificação e certificação
7. Emissão da Redução Certificada de Emissão (RCE)

Figura 4 - Ciclo de projeto do MDL



Fonte: (FRONDIZI, 2009).

### 3.1.1 Elaboração do Documento de Concepção de Projeto (DCP)

A elaboração do Documento de Concepção de Projeto (DCP, ou *Project Design Document - PDD*) é a primeira etapa do ciclo e o ponto crucial para a atividade de projeto.

Este é o documento que reúne as informações que caracterizam uma atividade de projeto segundo os procedimentos estabelecidos pelo MDL. Sua forma de apresentação foi padronizada pelas regras internacionais e é acompanhada de instruções específicas destinadas a guiar os participantes do projeto no processo de concepção e apresentação das informações e documentos exigidos (FRONDIZI, 2009).

O DCP deve ser elaborado pelos participantes do projeto e os modelos de formulários para elaboração do documento de cada tipo de projeto, assim como as instruções para seu preenchimento, são encontrados no site da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas<sup>11</sup> (FRONDIZI, 2009).

Existem formulários distintos em função do tipo de projeto: projeto de redução de emissões (grande ou pequena escala) e projeto de florestamento e reflorestamento (grande ou pequena escala). São consideradas atividades de projeto de pequena escala:

- Atividades de projeto de energia renovável que tenham uma capacidade máxima de geração equivalente de 15MW (ou equivalente apropriado).
- Atividades de projetos de melhoria da eficiência energética que reduzam o consumo de energia, no lado da oferta e/ou da demanda, em um valor igual ou inferior a 60GWh por ano (ou equivalente apropriado).
- Atividades de projeto em florestamento e reflorestamento que gerem remoções antrópicas líquidas de GEE por sumidouros inferiores a 16.000 toneladas de CO<sub>2</sub>/ano.
- Outras atividades de projetos limitadas àquelas que resultem em reduções de emissões iguais ou inferiores a 60.000 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente por ano.

Para a elaboração do DCP, e conseqüentemente para calcular as reduções líquidas de emissões de GEE promovidas por uma atividade de projeto, é fundamental a compreensão clara dos principais termos no âmbito do MDL. Dentre estes, destaca-se (FRONDIZI, 2009):

---

<sup>11</sup> Os modelos de formulários para elaboração do DCP de cada tipo de projeto, junto com os guias de preenchimento, podem ser encontrados no site da UNFCCC, disponíveis em: <[https://cdm.unfccc.int/Reference/PDDs\\_Forms/index.html#proj\\_cycle](https://cdm.unfccc.int/Reference/PDDs_Forms/index.html#proj_cycle)>. Acesso em 17 de julho de 2014.

- **Adicionalidade:** trata-se do critério fundamental para a aprovação de projetos no âmbito do MDL. Esse conceito é expresso da seguinte forma: uma atividade de projeto MDL é adicional se as emissões de GEE por fontes antrópicas são reduzidas a níveis inferiores aos que teriam ocorrido na ausência da atividade de projeto MDL registrada.

A adicionalidade é relativamente fácil de provar nos projetos que não geram outros benefícios econômicos que não sejam a venda das RCEs. É o caso, por exemplo, da queima do biogás ou da destruição do N<sub>2</sub>O quando não há obrigatoriedade legal de destruí-los. Quando outros benefícios financeiros existem, como, por exemplo, em uma usina hidrelétrica que pode vender a eletricidade que produz, é preciso provar que essa usina não seria construída sem os recursos provenientes do MDL. Se, do ponto de vista econômico e financeiro, for mais interessante construir uma usina térmica, mas mesmo assim o empreendedor motivado pelo MDL optar por fazer uma usina hidrelétrica, o projeto também pode ser considerado adicional.

Existem diversas formas e instrumentos para demonstrar a adicionalidade. A mais utilizada é a “Ferramenta para demonstração e avaliação de adicionalidade”<sup>12</sup>. No entanto, existem algumas metodologias que já trazem no seu bojo a forma de demonstrar a adicionalidade para aqueles casos específicos, ou é possível também que os participantes do projeto optem por não utilizar ferramenta alguma e apresentem a sua própria argumentação para demonstrar a adicionalidade do seu projeto.

- **Metodologia:** uma atividade de projeto somente será elegível através do MDL se utilizar uma metodologia aprovada junto ao Conselho Executivo. Portanto, antes de iniciar a avaliação de oportunidades de atividades de projetos, é importante identificar se já existe uma metodologia aplicável ao projeto. Existe mais de uma centena de metodologias aprovadas cobrindo grande espectro de escopos setoriais e de casos específicos. Em situações nas quais nenhuma delas é aplicável para uma atividade de projeto, existem duas possibilidades: solicitar ao Conselho Executivo um desvio de uma metodologia já existente ou propor uma nova<sup>13</sup>.

---

<sup>12</sup> A Ferramenta para demonstração e avaliação de adicionalidade (*Tool for the demonstration and assessment of additionality*) pode ser encontrada em sua versão mais atual no site da UNFCCC, disponível em: <<http://cdm.unfccc.int/Reference/tools/index.html>>. Acesso em 17 de julho de 2014.

<sup>13</sup> Desvios ou novas metodologias são sempre submetidos para aprovação ao Conselho Executivo como parte de um DCP. É necessário preencher formulário específico com descrição completa da nova metodologia, apontando pontos fortes e fracos, estimativa da linha de base, possibilidade de fugas, entre outros. Esse procedimento pode ser longo e custoso.

- **Escopos setoriais:** são baseados na lista de categorias de setores e fontes principais geradoras de GEE contidas no Protocolo de Quioto. Um escopo setorial estabelece os limites para o trabalho que uma Entidade Operacional Designada (EOD) pode realizar no âmbito do MDL no que diz respeito à validação, verificação e certificação relacionados ao(s) setor(es) identificado(s) pelas atividades de projeto<sup>14</sup>.
- **Limite do projeto:** o limite de projeto não é simplesmente um conceito geográfico. É o limite que abrange todas as emissões de GEE sob o controle dos participantes das atividades de projeto e que sejam significativas e atribuíveis a essas atividades. Deve ser demonstrado conforme presente na metodologia escolhida pelos participantes do projeto.
- **Plano de monitoramento:** deve constar no DCP um plano de monitoramento conforme presente na metodologia escolhida pelos participantes do projeto, onde o proponente do projeto acompanhará as medidas adotadas. Deverá atender a objetivos como, determinar a linha de base e estimar ou medir as emissões de GEE que ocorram dentro do limite do projeto; identificar as causas potenciais de aumento das emissões antrópicas de GEE significativas que ocorrem fora dos limites do projeto; analisar os impactos ambientais associados à atividade de projeto; e estabelecer fatores de emissão e procedimentos para o cálculo periódico dos efeitos das fugas e, principalmente, da redução de emissões antrópicas promovidas pela atividade de projeto.
- **Redução líquida de emissões:** a redução líquida de emissões de GEE no âmbito do MDL é estimada conforme a expressão:

$$\text{Redução Líquida de Emissões} = \text{Emissões da Linha de Base} - \text{Emissões do Projeto} - \text{Fugas}$$

- **Linha de base:** a linha de base de uma atividade de projeto do MDL é o cenário que representa as emissões de GEE por fontes antrópicas que ocorreriam na ausência da atividade de projeto proposta e que ocorram dentro do limite do projeto. Serve de base tanto para verificação da adicionalidade quanto para a quantificação das RCEs da atividade de projeto MDL, sendo a linha de base qualificada e quantificada com base em um cenário de referência.

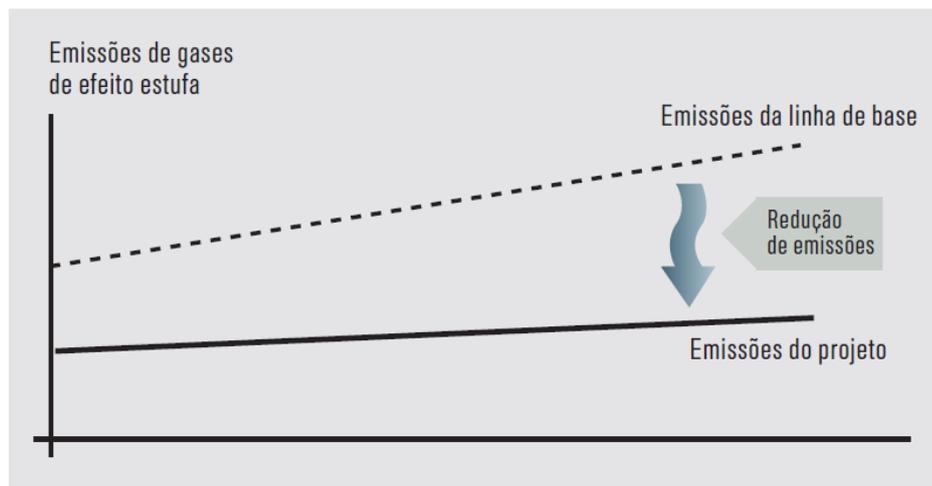
---

<sup>14</sup> A tabela completa, contendo a lista de escopos setoriais relacionados com as metodologias aprovadas, pode ser encontrada no site da UNFCCC, disponível em: <<http://cdm.unfccc.int/DOE/scopes.html>>. Acesso em 17 de julho de 2014.

- **Emissões do projeto:** corresponde as emissões de GEE que ocorram dentro do limite da atividade de projeto. As emissões da atividade de projeto podem existir, e até mesmo crescer ao longo do tempo, desde que sejam inferiores às da linha de base, caso contrário não serão geradas RCEs, conforme ilustrado pela Figura 5.

Como exemplo, pode-se citar um projeto de substituição de combustíveis fósseis onde ocorra a substituição de óleo combustível por gás natural em uma unidade geradora de eletricidade existente. Neste caso, a linha de base corresponde às emissões atuais da instalação e as emissões da atividade do projeto consistem nas emissões relacionadas com o uso de combustíveis fósseis após a substituição de combustível.

Figura 5 - Redução líquida de emissões de GEE



Fonte: (FRONDIZI, 2009).

- **Fuga:** corresponde ao aumento de emissões de GEE que ocorre fora do limite da atividade de projeto do MDL que, ao mesmo tempo, seja mensurável e atribuível a essa atividade de projeto.

A fuga é contabilizada como parte da equação para cálculo da quantidade total de RCEs obtidas pela atividade de projeto do MDL. Dessa forma, dentro de um cenário conservador, são considerados todos os possíveis impactos negativos em termos de emissão de GEE da atividade de projeto do MDL.

Um exemplo de fuga é a substituição de uma caldeira em operação por uma nova mais eficiente. A antiga não seria descartada completamente, permanecendo como equipamento reserva de uso eventual. A fuga, neste caso, seria justamente esse uso eventual de um equipamento menos eficiente.

Todas essas informações tratam dos aspectos técnicos e organizacionais da atividade de projeto que devem ser reunidas no DCP. Assim, o DCP deverá incluir:

- Descrição das atividades de projeto;
- Descrição dos participantes da atividade de projeto;
- Descrição da metodologia da linha de base;
- Descrição das metodologias para cálculo da redução de emissões de GEE e para o estabelecimento dos limites da atividade de projeto e das fugas;
- Descrição do plano de monitoramento;
- Definição do período de obtenção de créditos;
- Justificativa para adicionalidade da atividade de projeto;
- Informações quanto à utilização de fontes adicionais de financiamento.
- Comentários dos atores envolvidos (prefeitura, câmara dos vereadores, órgãos ambientais, ministérios públicos, ONGs, etc.);

As regras do MDL preveem duas possibilidades de escolha de período de obtenção de créditos por parte dos participantes do projeto (FRONDIZI, 2009):

- Duração de 7 anos, com no máximo duas renovações, totalizando o período máximo de 21 anos;
- Duração de 10 anos, sem possibilidade de renovação.

No caso de escolha de renovação, ao fim de cada período, questões como linha de base e fator de emissão utilizado serão reavaliadas com o objetivo de verificar se permanecem aplicáveis e válidas.

### **3.1.1.1 Notificação de consideração prévia do MDL**

Caso a data de início da atividade do projeto seja anterior à data de publicação do DCP para a consulta global, os participantes do projeto deverão apresentar provas da consideração prévia do MDL para o projeto, conforme estabelecido no “Guia de orientação sobre a demonstração e avaliação da consideração prévia do MDL”<sup>15</sup> (FRONDIZI, 2009).

---

<sup>15</sup> O Guia de orientação sobre a demonstração e avaliação da consideração prévia do MDL (*Guidelines on the demonstration and assessment of prior consideration of the CDM*) pode ser encontrado no site da UNFCCC, disponível em: <[http://cdm.unfccc.int/Reference/Guidclarif/reg/reg\\_guid04.pdf](http://cdm.unfccc.int/Reference/Guidclarif/reg/reg_guid04.pdf)>. Acesso em 17 de julho de 2014.

Para esta notificação, os participantes do projeto deverão fazer a apresentação do “Formulário de consideração prévia do MDL”<sup>16</sup>, que deve ser submetido à Autoridade Nacional Designada (AND) do país anfitrião e ao secretariado da UNFCCC dentro de 6 meses a contar da data de início do projeto.

A data de início do projeto é definida como o dia em que uma ação objetiva e efetiva para o desenvolvimento de uma atividade de projeto é tomada, como, por exemplo, um pedido de financiamento para a compra de equipamentos (FRONDIZI, 2009).

Esta é considerada uma notificação inicial da intenção de enquadrar o projeto no âmbito do MDL, a fim de demonstrar que os benefícios do MDL foram um fator decisivo para a elaboração da atividade de projeto.

Este é um requisito obrigatório para todos os projetos que já foram iniciados antes de seu DCP ser publicado para comentários públicos ou que sua nova metodologia (ou revisão de metodologia) tenha sido proposta.

### 3.1.2 Validação

A validação é o processo de avaliação independente de uma atividade de projeto que deve ser efetuado por uma Entidade Operacional Designada (EOD). A EOD é uma certificadora que tem de ser credenciada junto ao Conselho Executivo para certificar projetos nos escopos setoriais específicos (FRONDIZI, 2009).

Depois de elaborado o DCP, os participantes do projeto devem contratar uma EOD, cujo papel é atestar se todos os pontos que foram incluídos no DCP estão adequados.

A EOD deve avaliar a atividade de projeto e, para a avaliação ser positiva, considerar que a atividade de projeto aplica corretamente a metodologia de linha de base e monitoramento escolhida, atende aos requisitos relevantes da UNFCCC para o MDL e aos critérios relevantes do país anfitrião.

Para isto, a EOD deve analisar o DCP, visitar o empreendimento, checar toda a documentação, solicitar alterações e complementações, entre outras providências, de forma a garantir que a atividade de projeto cumpra a regulamentação do MDL.

---

<sup>16</sup> O Formulário de consideração prévia do MDL (F-CDM-PC - *Prior consideration of the CDM form*) pode ser encontrado no site do UNFCCC, disponível em: <[https://cdm.unfccc.int/Reference/PDDs\\_Forms/Registration/reg\\_form05.pdf](https://cdm.unfccc.int/Reference/PDDs_Forms/Registration/reg_form05.pdf)>. Acesso em 17 de julho de 2014.

Caso a avaliação seja positiva, a EOD deve emitir o Relatório de Validação da atividade de projeto, que deve ser submetido, pelos participantes do projeto, à AND para aprovação.

O Relatório de Validação deve fazer referência, de forma clara e inequívoca, à versão do DCP que está sendo analisada e à versão da metodologia utilizada, que deve estar aprovada e publicada pelo Conselho Executivo do MDL (MCT, 2008).

### 3.1.3 Aprovação pela AND

A aprovação é o processo pelo qual a Autoridade Nacional Designada (AND) confirma a participação voluntária e onde são implementadas as atividades de projeto do MDL atestando que a atividade contribui para o desenvolvimento sustentável do país. No caso do Brasil, a AND responsável pela análise dos projetos é a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima (CIMGC) (MCT, 2008).

Para obter a Carta de Aprovação (LoA - *Letter of Approval*), os participantes do projeto devem enviar à Secretaria Executiva da CIMGC os seguintes documentos:

- Documento de Concepção de Projeto (DCP);
- Relatório de Validação;
- Documento adicional chamado “Anexo III”, descrito a seguir.

Além destes, devem ser entregues também cópias das cartas-convite e comentários que devem ser previamente enviadas às autoridades envolvidas e declarações sobre o responsável pela comunicação, sobre conformidade com a legislação ambiental e trabalhista e sobre a situação da EOD.

Todas as instruções para a submissão de projetos de MDL no Brasil estão descritas detalhadamente no “Manual para Submissão de Atividades de Projeto no âmbito do MDL”, fornecido gratuitamente pelo Ministério da Ciência e Tecnologia<sup>17</sup>.

Se uma atividade de projeto for considerada aprovada, a Carta de Aprovação terá sua emissão encaminhada imediatamente após a reunião da CIMGC que decidiu pela sua aprovação, sendo expedida pelo Ministro da Ciência e Tecnologia.

---

<sup>17</sup> O Manual para Submissão de Projetos do MDL à Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima pode ser encontrado no site do MCT, disponível em: <[http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0025/25268.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0025/25268.pdf)>. Acesso em 17 de julho de 2014.

### 3.1.3.1 Anexo III

O “Anexo III” é comumente chamado assim por estar definido no Anexo III da Resolução nº1 da CIMGC. Este é um documento à parte, adicional ao DCP, onde as contribuições ao desenvolvimento sustentável do projeto devem ser descritas.

O “Anexo III” deve ser elaborado pelos participantes do projeto e serve como elemento informativo à CIMGC. Essas informações orientarão a decisão discricionária dos membros da Comissão Interministerial de aprovar, se for o caso, a atividade de projeto proposta (MCT, 2008).

Os participantes do projeto deverão descrever se e como a atividade de projeto contribuirá para o desenvolvimento sustentável, levando em consideração os seguintes critérios<sup>18</sup>:

- a) Contribuição para a sustentabilidade ambiental local;
- b) Contribuição para o desenvolvimento das condições de trabalho e a geração líquida de empregos;
- c) Contribuição para a distribuição de renda;
- d) Contribuição para capacitação e desenvolvimento tecnológico;
- e) Contribuição para a integração regional e a articulação com outros setores.

### 3.1.4 Submissão ao Conselho Executivo do MDL para registro

Após o projeto ser aprovado pela AND, os participantes do projeto devem encaminhar a Carta de Aprovação para a EOD. A EOD deve, então, encaminhar ao Conselho Executivo do MDL um formulário preenchido de solicitação de registro.

O formulário de solicitação de registro pelo Conselho Executivo do MDL, além do DCP, da Carta de Aprovação e do Relatório de Validação, deve conter (FRONDIZI, 2009):

- Declaração assinada pelos participantes do projeto definindo as formas de comunicação com o Conselho Executivo do MDL;
- Informações de como e quando o Relatório de Validação foi tornado público;

<sup>18</sup> As definições do “Anexo III” são encontradas na Resolução nº 1 de 11 de setembro de 2003 da CIMGC, disponível em: <[http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0002/2736.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0002/2736.pdf)>. Acesso em 17 de julho de 2014.

- Explicação de como foram levados em conta os comentários sobre a atividade de projeto;
- Informação bancária sobre o pagamento da taxa de registro.

A solicitação de registro é considerada recebida após o pagamento da taxa de registro e o reconhecimento de que a documentação enviada pela EOD está completa. A taxa de registro toma por base as estimativas de redução de emissões declaradas no DCP, segundo os critérios (FRONDIZI, 2009):

- US\$0,10 por tonelada de CO<sub>2</sub>e para reduções anuais de GEE para as primeiras 15.000 toneladas;
- US\$0,20 por tonelada de CO<sub>2</sub>e para reduções anuais de GEE para qualquer quantidade além de 15.000 toneladas;
- Nenhuma taxa deve ser paga por atividades de projeto com estimativa de reduções anuais inferiores a 15.000 toneladas de CO<sub>2</sub>e.

### **3.1.5 Monitoramento do projeto**

Sendo a atividade de projeto aprovada e registrada pelo MDL, pode-se, então, dar início às atividades de monitoramento. Este deve ser feito pelos participantes do projeto que devem executar tais atividades conforme o plano de monitoramento determinado no DCP registrado.

O plano de monitoramento deve incluir o recolhimento e armazenamento de todos os dados necessários para calcular a redução das emissões de GEE, estando de acordo com a metodologia estabelecida no DCP e que tenham ocorrido dentro dos limites da atividade de projeto e dentro do período de obtenção de créditos (FRONDIZI, 2009).

Só poderão ser emitidas RCEs relativas à redução de emissões que tenham sido devidamente monitoradas. Portanto, os participantes do projeto devem elaborar o Relatório de Monitoramento relativo ao período a ser verificado e, posteriormente, encaminhá-lo à EOD contratada para que esta realize a próxima etapa de verificação/certificação.

Não existe nenhuma regra para a duração do período a ser monitorado. Portanto, cabem aos proponentes do projeto decidir o momento adequado de acordo com seus interesses. Deve-se levar em conta fatores como, por exemplo, interesse do período para receber RCEs e custos relacionados com todo o processo das atividades de monitoramento, além dos custos com a próxima etapa de verificação e certificação.

### **3.1.6 Verificação e certificação**

Esta etapa consiste num processo de auditoria periódico e independente para revisar os cálculos e verificar se a redução de emissões de GEE efetivamente ocorreu.

O primeiro passo deve ser dado pelos participantes do projeto que devem submeter o Relatório de Monitoramento à EOD contratada.

Nas atividades de projeto de grande escala, esta etapa de verificação e certificação deverá ser realizada por uma EOD diferente daquela que realizou a etapa de validação do projeto. Para os projetos de pequena escala uma mesma EOD poderá acumular ambas as etapas (FRONDIZI, 2009).

A EOD terá que enviar o Relatório de Monitoramento elaborado pelos participantes do projeto para que o Conselho Executivo do MDL o disponibilize para o público no site da UNFCCC. Com o conteúdo tornado público, a EOD verificará se as reduções de emissões de GEE monitoradas realmente ocorreram, fornecendo o Relatório de Verificação aos participantes do projeto e ao Conselho Executivo do MDL (FRONDIZI, 2009).

Após a verificação, a EOD deve realizar a certificação da atividade de projeto, que consiste na garantia escrita de que, durante o período de tempo declarado no Relatório de Monitoramento, a atividade de projeto atingiu a redução de emissões de GEE conforme verificado. A EOD deve, então, fornecer o Relatório de Certificação aos participantes do projeto e ao Conselho Executivo do MDL (FRONDIZI, 2009).

### **3.1.7 Emissão da Redução Certificada de Emissão (RCE)**

O Relatório de Certificação incluirá uma solicitação da EOD para que o Conselho Executivo emita o montante de RCEs correspondente ao total de emissões reduzidas e certificadas.

O Conselho Executivo do MDL, então, preparará apreciação para apurar se os pré-requisitos de verificação e certificação foram cumpridos. Tendo certeza de que cumpridas todas as etapas e que as reduções de emissões de GEE decorrentes das atividades de projeto são reais, mensuráveis e de longo prazo, o Conselho Executivo do MDL pode, portanto, dar origem as Reduções Certificadas de Emissão.

A emissão das RCEs ocorre quinze dias depois do recebimento da solicitação ao Conselho Executivo do MDL para a emissão dos certificados, caso não exista nenhum pedido de revisão entre as partes ou membros do Conselho (FRONDIZI, 2009).

As RCEs emitidas pelo Conselho Executivo são creditadas aos participantes de uma atividade de projeto na proporção por eles definida e podem ser utilizadas como forma de cumprimento parcial das metas de redução de emissão de GEE.

### **3.2 Agrupamento de atividades (*bundling*)**

O MDL permite, também, um processo de agrupamento atividades. Nele, uma atividade de projeto poderá ser composta por diversas unidades menores agrupadas. Isso só é possível para atividades de pequena escala que forem do mesmo tipo, da mesma categoria e usarem a mesma tecnologia (FRONDIZI, 2009).

Nesses casos, cada unidade do agrupamento deve informar às outras sobre seus projetos e, uma vez passada a etapa de aprovação, não poderá haver adições ou remoções de outras unidades.

É necessário preencher um formulário específico para atividades de projeto que estejam dispostas a se juntar e todas deverão ter o mesmo período de obtenção de créditos.

Para a validação, uma única EOD poderá avaliar todo o agrupamento. No momento do registro, será paga uma taxa de acordo com as previsões de redução anual de emissões do grupo como um todo.

Junto com a solicitação de registro, os participantes do projeto devem disponibilizar uma declaração por escrito contendo um acordo entre todos os participantes do grupo para união em um só projeto e a indicação de um participante representante do grupo para o Conselho Executivo.

O plano de monitoramento pode ser um só para o grupo ou um para cada unidade, conforme determinado pela EOD no momento de validação. O recebimento e distribuição da RCEs devem ficar a cargo do responsável pelo grupo.

### **3.3 Programa de Atividades (PoA)**

O Programa de Atividades (PoA - *Programme of Activities*), conhecido também como MDL Programático, é uma ação coordenada por uma entidade pública ou privada que implementa um número ilimitado de atividades programáticas com as mesmas características

dentro de um só programa. Um PoA deve ser uma ação voluntária. Portanto, caso haja qualquer lei que já defina a obrigatoriedade de realizar projetos similares ao PoA proposto, o programa não será aceito sob o MDL (FRONDIZI, 2009).

Uma particularidade referente aos Programas de Atividades é que eles podem extrapolar as fronteiras de mais de um país, desde que cada parte participante confirme que o PoA contribua para seu desenvolvimento sustentável.

Uma atividade componente de um PoA é denominada CPA (*Component Project Activity*), definida como uma série de medidas inter-relacionadas, com o objetivo de reduzir a emissão de GEE.

Um PoA deverá ser proposto por uma entidade coordenadora. Esta deve ser um participante do projeto autorizado pela AND do país envolvido e será a mediadora que se relaciona com o Conselho Executivo. Cabe a ela adotar medidas que garantam que nenhuma das CPAs dentro do PoA esteja registrada como atividade individual do MDL ou esteja incluída em outro PoA (FRONDIZI, 2009).

Uma das principais características desse sistema é que uma CPA que estiver de acordo com o PoA pode ser adicionada a ele a qualquer momento e não somente no momento do registro do PoA.

Para a homologação de um PoA e das CPAs, deve-se seguir todo o ciclo de projeto conforme descrito anteriormente neste trabalho. O ciclo não se altera, o que muda são adaptações criadas para que seja possível a aplicação de Programas de Atividades no âmbito do MDL.

Portanto, o passo inicial para um PoA é a elaboração de um documento análogo ao DCP, chamado PoA-DD. Seguindo o mesmo raciocínio das atividades de projeto individuais, existem formulários específicos referentes a programas de grande e pequena escala e programas de florestamento e reflorestamento.

No que diz respeito às metodologias, todas que são válidas para atividades de projeto de MDL também serão válidas para programas de atividades. O PoA deve indicar o tipo de informação a ser fornecida por cada CPA para garantir que fuga, adicionalidade, estabelecimento da linha de base, emissões da linha de base e elegibilidade sejam definidas de forma idêntica (FRONDIZI, 2009).

Portanto, para uma CPA estar dentro de um PoA, esta terá que funcionar de acordo com o formato específico deste programa. Assim, cada CPA terá que elaborar um documento próprio análogo ao DCP, chamado de CPA-DD. Este é um documento mais simples do que o

DCP de projetos comuns e deve estar de acordo com o respectivo PoA-DD registrado, que inclui um modelo de CPA-DD a ser replicado.

Pela obrigação de seguir o formato e os critérios de elegibilidade definidos no PoA, todas as CPAs pertencentes ao programa devem utilizar uma mesma metodologia de linha de base e de monitoramento, além de só poderem envolver uma metodologia.

A taxa de registro a ser paga por um PoA terá como base o total de redução de emissões esperado para o número de CPAs previsto no momento do registro do Programa. Essa taxa deve ser paga pela entidade coordenadora ao Secretariado. Cada nova CPA que for incluída posteriormente no programa estará isenta de pagar qualquer taxa de registro (FRONDIZI, 2009).

No que diz respeito à duração, um PoA não pode exceder 28 anos, o que deve ser definido pela entidade coordenadora no momento do registro do programa. Cada CPA conta com o seu período de obtenção de créditos próprio e deve ser escolhido de acordo com as mesmas regras de uma atividade de projeto individual.

## **4 O SISTEMA QUEIMADOR REGISTRADOR DE BIOGÁS PARA BAIXAS VAZÕES (QRBBV)**

Os sistemas ecoeficientes têm recebido muita atenção devido às crescentes exigências das legislações de controle dos efluentes e do uso da água, bem como a demanda por sistemas ambientalmente amigáveis, que se alinhem com as diretrizes do Protocolo de Quioto, principalmente porque, apenas no Brasil, descarta-se cerca de 6.000.000m<sup>3</sup> de metano por dia na atmosfera (MARCELINO; GODOY JUNIOR, 2011).

O sistema Queimador Registrador de Biogás para Baixas Vazões (QRBBV) é de baixo custo e elevado índice de confiabilidade, desenvolvido para queimar o biogás produzido em miniestações de tratamento de esgoto, biodigestores residenciais e biodigestores rurais de pequeno porte, em que, devido à baixa e inconstante produção, não se justifica economicamente o seu aproveitamento energético.

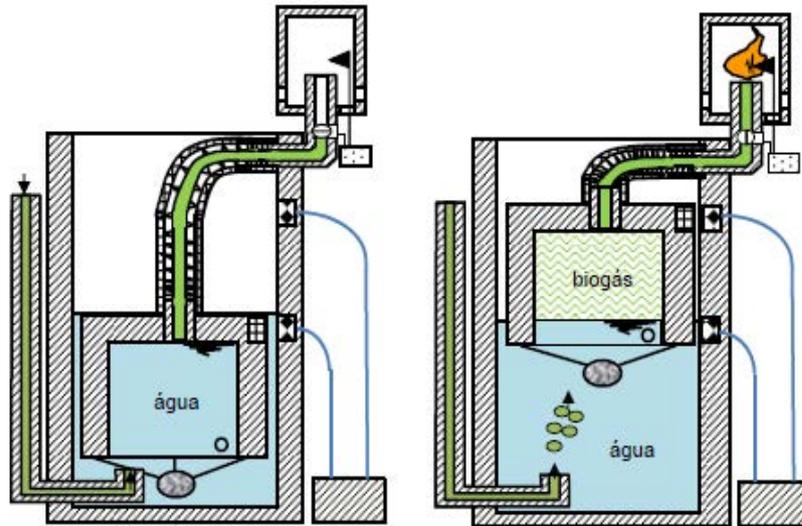
Apesar de não fazer o aproveitamento energético, o dispositivo tem um papel muito importante, pois o sistema contempla a questão do saneamento do biogás, indo ao encontro das necessidades mundiais de redução da emissão de GEE através da queima do gás metano, considerado 21 vezes mais agressivo à atmosfera comparado ao gás carbônico.

### **4.1 O sistema QRBBV original**

O sistema QRBBV original foi criado e patenteado por Marcelino & Godoy Junior (2011). Este sistema é composto por um gasômetro construído com características próprias, com a função de armazenar o biogás gerado por qualquer processo de biodigestão. Depois de cheio, um circuito de controle, responsável pela criação de uma histerese entre os níveis cheio e vazio, permite a queima intermitente do biogás através de um ignitor. O sistema conta com um registrador de volume de biogás queimado, que funciona através de um temporizador inteligente que contabiliza o número de vezes que o gasômetro encheu e esvaziou. Esse registrador permanece contabilizando até que um equipamento, devidamente homologado pelo sistema pagador de créditos de carbono, seja conectado para a transmissão do número total de vezes que o gasômetro foi descarregado. Se a comunicação for efetuada com sucesso, o totalizador é zerado, para reinício de contagem da queima do biogás no sistema.

A Figura 6 ilustra o sistema original do QRBBV, representado nas condições de recipiente vazio (sem queima do biogás) e recipiente cheio (com queima de biogás).

Figura 6 - Projeto original do QRBBV, representado nas condições vazio e cheio

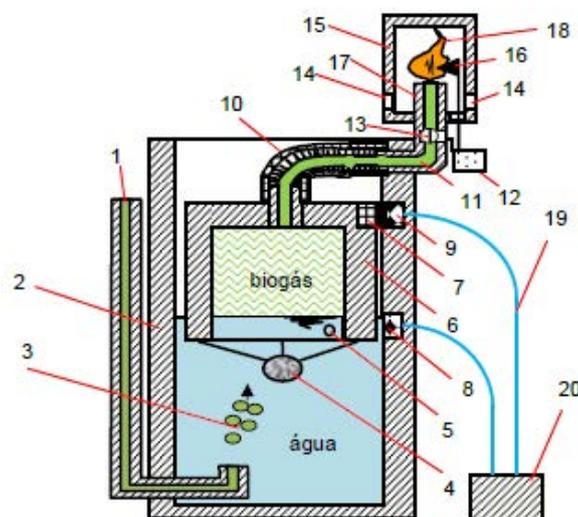


Fonte: (MARCELINO; GODOY JUNIOR, 2011).

O mecanismo em questão conta o número de vezes que o gasômetro encheu de biogás e foi esvaziado, com a respectiva queima. O sistema tem garantia de contagem de volume mínimo queimado, uma vez que durante a queima, pode estar entrando biogás. Isto se justifica uma vez que o processo de queima é muito rápido comparado ao tempo de enchimento do gasômetro (MARCELINO; GODOY JUNIOR, 2011).

A Figura 7 ilustra o sistema original do QRBBV indicando todos os seus componentes. Na Tabela 3 encontra-se a descrição de cada um destes componentes.

Figura 7 - Componentes do sistema original do QRBBV



Fonte: (MARCELINO; GODOY JUNIOR, 2011).

Tabela 3 - Descrição das partes do sistema original do QRBBV

<b>Componente</b>	<b>Descrição</b>
1	Tubulação de entrada do gás
2	Parte inferior do gasômetro (copo externo)
3	Bolhas de biogás
4	Lastro de chumbo que mantém a campânula na posição vertical
5	Furo que limita a elevação da campânula até o nível do efluente
6	Campânula do gasômetro (copo interno)
7	Ímã permanente acionador das microchaves
8	Microchave referente à posição “vazio” do gasômetro (GV)
9	Microchave referente à posição “cheio” do gasômetro (GC)
10	Tubo flexível para a saída de biogás
11	Tubo rígido de saída do biogás
12	Ignitor
13	Válvula eletromecânica
14	Orifícios para entrada de ar na mistura combustível
15	Protetor de chamas
16	Eletrodo do circuito gerador de centelha
17	Bico queimador
18	Chama queimando o biogás
19	Fios condutores
20	Circuito eletrônico de controle

Fonte: adaptado de MARCELINO & GODOY JUNIOR, 2011.

O gasômetro, apresentado na Figura 7, é equipado com duas microchaves: uma instalada na parte superior, que sente o fim de curso, indicando que o mesmo está cheio (9 - microchave GC); e outra instalada na parte inferior, que sente o início de curso, indicando que o mesmo está vazio (8 - microchave GV).

O gasômetro vai recebendo e armazenando o biogás até a chave GC ser acionada. Neste momento, a válvula com acionamento elétrico instalada na saída do gasômetro (13) é acionada juntamente com o ignitor (12). Por meio de uma operação de um multivibrador biestável tipo SR, um temporizador é habilitado e aciona o ignitor com um período de 5 segundos, sendo 1 segundo ligado e 4 segundos desligado. Essa operação se mantém com o biogás sendo liberado para a queima, esvaziando a campânula do gasômetro até que a chave

GV seja acionada, indicando que está vazio. Neste instante, o ignitor é desligado e a válvula é fechada. O sistema permanece nesse estado até a chave GC ser acionada novamente e o ciclo se repete.

Para geração de faísca e queima do biogás, foi-se adaptado para o sistema um ignitor eletrônico comercial. Como solução mecânica do protetor de chama, foi concebido um sistema para que a chama somente seja apagada quando a válvula for fechada. Qualquer apagamento acidental será suprido pela faísca seguinte, em um tempo inferior a 4 segundos.

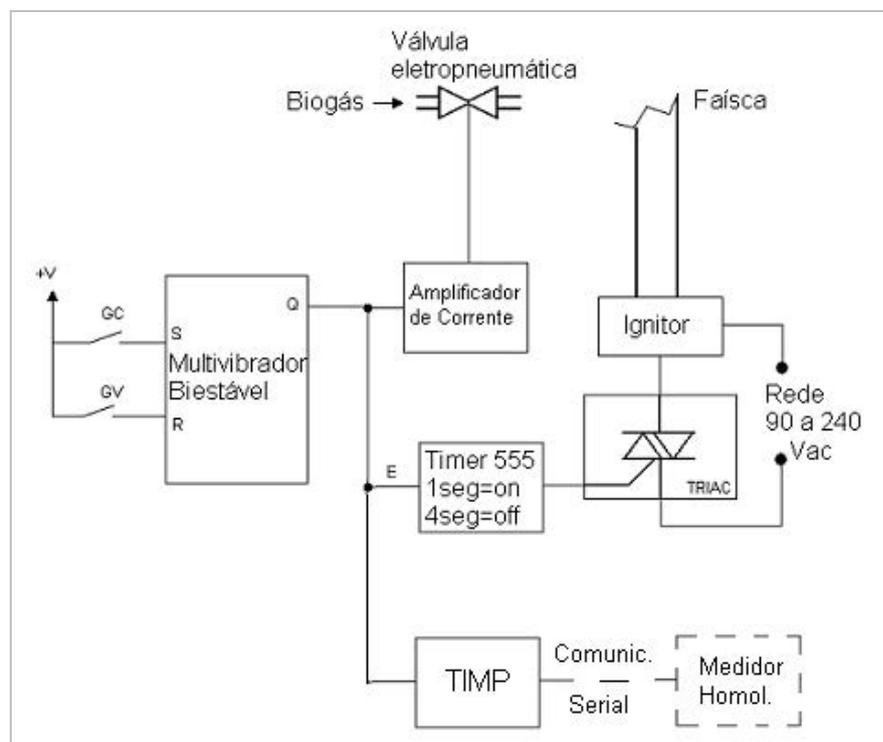
Para registrar o volume de biogás queimado e poder obter os créditos de carbono, elaborou-se uma adaptação do TIMP (temporizador inteligente com sinalização para manutenção preventiva), segundo Marcelino (2009).

O TIMP contabiliza o número de vezes que o gasômetro foi descarregado. Através de comunicação serial, o TIMP transmite os dados para um equipamento devidamente homologado pelo sistema pagador de créditos de carbono.

O circuito eletrônico de controle é montado em uma única placa de circuito impresso, alimentada pela tensão fornecida pela rede convencional de energia elétrica.

A Figura 8 ilustra o diagrama de blocos do funcionamento do sistema original do QRBBV.

Figura 8 - Sistema de controle original do QRBBV



Fonte: (MARCELINO; GODOY JUNIOR, 2011).

## 4.2 Evoluções do projeto do sistema QRBBV

Ao longo dos últimos anos, o projeto do sistema QRBBV vem recebendo modificações e evoluindo em relação ao projeto inicial, em pontos referentes a implementações e índices de confiabilidade. O princípio de funcionamento do sistema quanto ao armazenamento e queima do biogás é o mesmo desde o início do projeto.

Simões (2012) evoluiu o projeto original implementando um microcontrolador para contabilizar e registrar os créditos de carbono. O novo circuito eletrônico com microcontrolador substituiu o circuito biestável e ainda incluiu funções de controle de armazenamento, queima e contabilização do volume de biogás queimado.

Lima (2012) desenvolveu um novo circuito visando à utilização de um sensor com comutação eletrônica através de transistores, em substituição aos tradicionais *reed switch*. Isso contribuiu para o aumento da confiabilidade do sistema, uma vez que o novo sensor não sofre desgastes mecânicos.

Santos (2012) implantou *triac's* optoacopladores para acionamento da válvula de abertura e fechamento do biogás no circuito eletrônico de ignição. Além disso, adicionou no circuito eletrônico do queimador de biogás um sensor detector de chamas. Este sensor otimizou o acionamento do ignitor durante a etapa de queima do biogás, sinalizando se a chama apagou durante o processo de queima e iniciando uma nova sequência de acionamentos.

Santos (2012), também, introduziu uma interface RS-232 (protocolo de comunicação serial para a comunicação entre um terminal e um comunicador de dados), com o objetivo de proporcionar o monitoramento das informações do sistema à distância, permitindo o acompanhamento da queima do biogás e dos créditos de carbono obtidos.

Carvalho (2013) otimizou o circuito eletrônico do projeto com a utilização de um número menor de componentes e mantendo elevado o índice de confiabilidade. Este trabalho eliminou o sensor de gasômetro vazio e evoluiu o sistema de sensor de gasômetro cheio utilizando um sensor hall, dispositivo eletrônico de baixo custo desenvolvido especialmente para a detecção de materiais ferromagnéticos.

A última evolução do projeto até o momento foi desenvolvida por Almeida (2014). Neste trabalho, Almeida (2014) implantou ao projeto um sistema alternativo e viável de geração de energia, através de painel fotovoltaico, suficiente para atender toda a demanda de energia dos circuitos eletroeletrônicos do projeto.

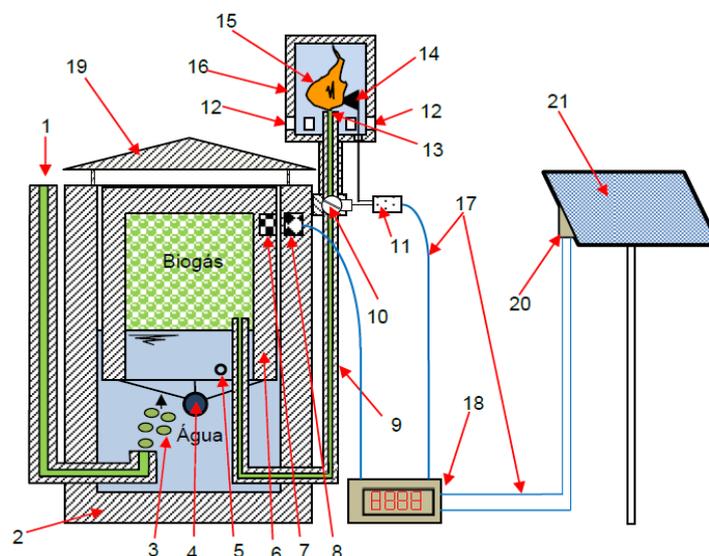
Almeida (2014) estudou a possibilidade da associação das tecnologias de geração de energia fotovoltaica e termoeétrica direta para atender a demanda de energia do projeto. Foi constatado que a energia gerada pelo painel fotovoltaico é suficiente para atender todo consumo de energia do projeto, enquanto que o sistema termoeétrico direto obteve resultados desprezíveis e foi descartado.

Com o sistema fotovoltaico de geração de energia, o queimador de biogás torna-se autossuficiente energeticamente, sendo possível, inclusive, a sua instalação em locais remotos e não atendidos pelos sistemas convencionais de distribuição de energia.

Além disso, Almeida (2014) também propôs modificações mecânicas ao gasômetro com o objetivo de reduzir o número de manutenções preventivas ao sistema. Foi adicionada ao gasômetro uma cobertura de proteção contra chuva, com o intuito de impossibilitar a formação de crostas em sua estrutura mecânica, através dos particulados trazidos pelas chuvas. Isto poderia comprometer ao longo do tempo os movimentos da campânula. Outro ponto alterado foi a substituição do tubo flexível para saída do biogás por um tubo rígido fixado na base do gasômetro. A alteração teve como proposta uma maior vida útil do tubo de saída do biogás, uma vez que a mudança elimina os excessivos movimentos para cima e para baixo do tubo flexível existente no projeto original.

A Figura 9 ilustra o projeto do sistema QRBBV evoluído até o momento, com a indicação de todos os seus componentes na condição de acumulador cheio de biogás e com a chama acesa.

Figura 9 - Componentes do sistema QRBBV evoluído até o momento



Na Tabela 4 estão descritos todos os componentes ilustrados na Figura 9 já com as evoluções elétricas e mecânicas do gasômetro.

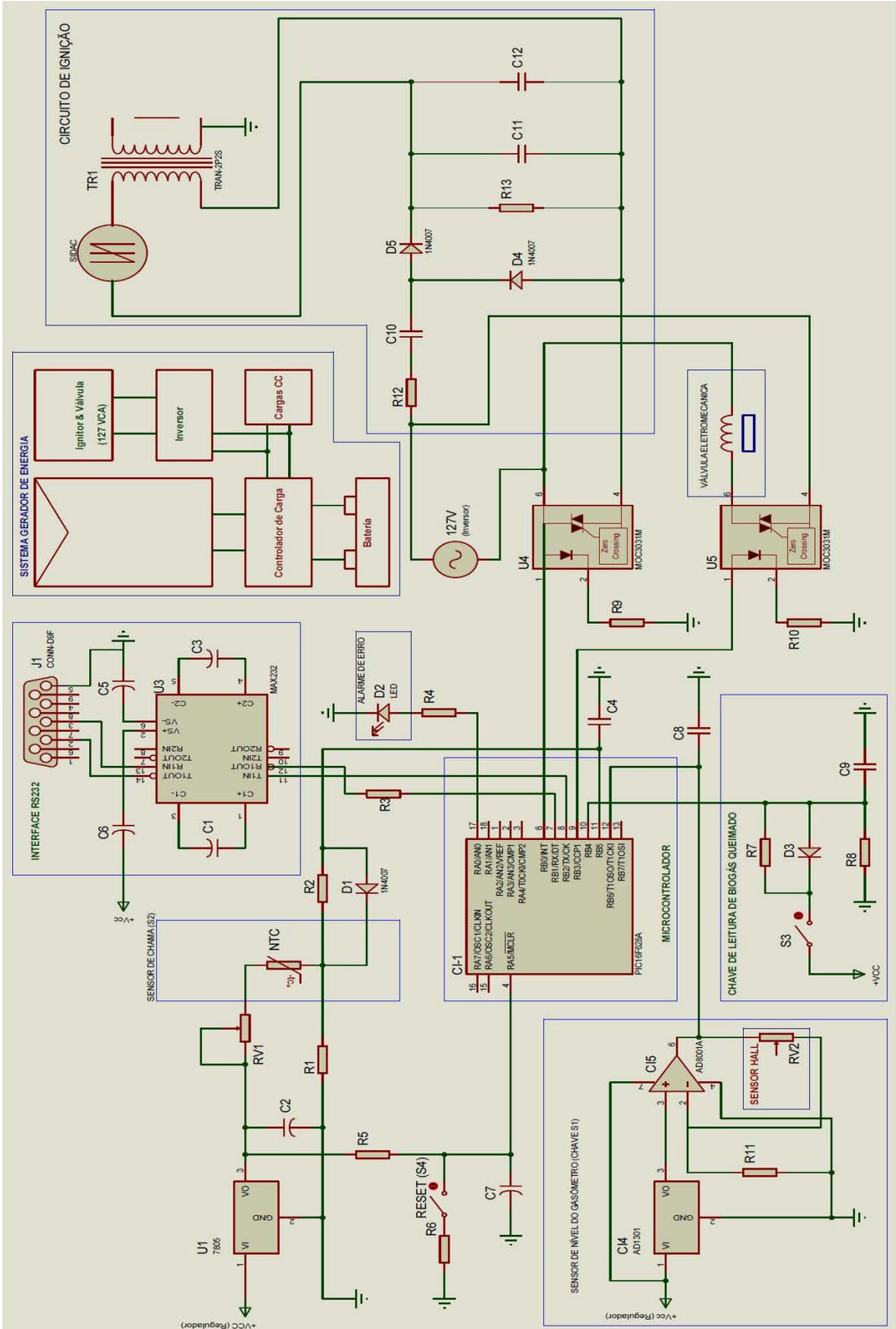
Tabela 4 - Descrição das partes do sistema atual do gasômetro

<b>Componente</b>	<b>Descrição</b>
1	Tubulação de entrada do gás
2	Parte inferior do gasômetro (copo externo)
3	Bolhas de biogás
4	Lastro de chumbo que mantém a campânula na posição vertical
5	Furo que limita a elevação da campânula até o nível do efluente
6	Campânula do gasômetro (copo interno)
7	Ímã permanente para acionamento do sensor magnético
8	Sensor hall
9	Tubulação de saída do biogás
10	Válvula eletromecânica
11	Ignitor
12	Orifícios para entrada de ar na mistura combustível
13	Bico queimador
14	Eletrodo do circuito gerador de centelha
15	Chama queimando o biogás
16	Protetor de chamas
17	Condutores elétricos
18	Circuito eletrônico de controle e registro de biogás queimado
19	Cobertura do gasômetro para proteção contra chuva
20	Controlador de carga fixado sob o painel fotovoltaico
21	Painel solar fotovoltaico

Fonte: ALMEIDA, 2014.

A Figura 10 ilustra o diagrama completo dos circuitos eletroeletrônicos do sistema QRBBV evoluído até o momento.

Figura 10 - Sistema de controle atual do QRBBV



Fonte: (ALMEIDA, 2014).

## **5 A MINIESTAÇÃO ECOEFICIENTE DE TRATAMENTO DE ESGOTO E REUSO DE ÁGUAS (miniEETERA)**

A miniestação ecoeficiente de tratamento de esgoto e reuso de águas (miniEETERA) é um sistema de tratamento de águas residuais patenteado por Godoy Junior (2003), construído em 2009 nas instalações da UNESP - Campus de Guaratinguetá, SP.

Segundo Godoy Junior (2010), a miniEETERA em questão trata todo o efluente gerado nas instalações do campus, com uma média de 40.000 litros de esgoto por dia, referente à produção por cerca de 1.200 pessoas.

### **5.1 Funcionamento da miniEETERA**

A miniEETERA instalada nas dependências da UNESP - Campus de Guaratinguetá é composta por três sistemas: o de pré-tratamento, o de tratamento e o de pós-tratamento.

A função do sistema de pré-tratamento é reter sólidos grosseiros (como pontas de cigarro, hastes plásticas de limpeza de orelhas, cabelos e outros corpos), areia, óleos e gorduras.

O processo de tratamento é feito por meio de um sistema de três biodigestores anaeróbios de fluxo ascendente em manto de lodo (UASB - *upflow anaerobic sludge blanket*), dispostos em série e em formato cascata. Esses biodigestores funcionam através da ação de microorganismos anaeróbios presentes no manto de lodo que digerem a matéria orgânica presente no efluente, produzindo pequenas bolhas de biogás na superfície dos grânulos de lodo. Por meio de um separador de fases, o efluente é direcionado para a saída do biodigestor e as bolhas de biogás são direcionadas para a campânula de coleta de biogás.

Os biodigestores UASB possuem juntos um volume de tancagem de 46m<sup>3</sup> e foram dimensionados para proporcionar maior coleta de biogás e estarem aptos a suportar um possível aumento de vazão, podendo até dobrar a população atendida de 1.200 pessoas para 2.400 pessoas.

O pós-tratamento é feito por meio de um biodigestor aeróbio anóxico. Nesse processo, o efluente atravessa um manto de lodo aeróbio, onde os microorganismos aeróbios digerem a matéria orgânica que não foi digerida no sistema anaeróbio, além de promover a nitrificação do nitrogênio amoniacal em nitrato. Em seguida, o efluente atravessa um manto de lodo anóxico, onde os microorganismos anóxicos desnitrificam os nitratos na forma de nitrogênio gasoso e removem parte do fósforo na forma de biomassa bacteriana do lodo.

Depois de tratado, o efluente é armazenado em um sistema de lagoas, composto por duas lagoas em série, cuja principal função é o armazenamento para posterior fertirrigação das áreas verdes da universidade. A Figura 11 mostra o sistema da miniEETERA implantada na UNESP - Campus de Guaratinguetá, dando ênfase aos três biodigestores UASB.

Figura 11 - Foto e desenho esquemático em 3D da miniEETERA implantada na UNESP - Guaratinguetá, SP



Fonte: (GODOY JUNIOR, 2010).

## 5.2 Produção de biogás pela miniEETERA

Para estimar a produção de biogás gerada pela miniEETERA em estudo, Godoy Junior (2010) realizou cálculos com a ajuda do software UASBWARE 1/98, desenvolvido pelo Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais (EE UFMG).

Para efeito dos cálculos, Godoy Junior (2010) utilizou uma vazão média diária de esgoto sanitário de 46.000 litros e avaliou a eficiência dos reatores UASB, cuja redução média da DQO (demanda química de oxigênio ou *chemical oxygen demand* - COD) do efluente foi de 80,1%, sem a utilização de elementos eletromecânicos.

Basicamente, é através da DQO que se indica a capacidade de remoção da carga orgânica do efluente pelo sistema. A DQO foi determinada em amostras coletadas em intervalos quinzenais, durante seis meses, de acordo com padrões e normas técnicas. O cálculo da redução da DQO foi efetuado considerando os valores da DQO na entrada

(alimentação) e na saída (efluente). Os valores médios obtidos nas análises foram de 422,66mg/l na entrada e 76,66mg/l na saída do sistema.

A Tabela 5 mostra os resultados obtidos, com uma estimativa da produção teórica e da produção esperada de biogás e de metano pela miniEETERA.

Tabela 5 - Resultado da estimativa de produção de biogás e metano na miniEETERA

	<b>Biogás</b>	<b>Metano</b>
Produção teórica	15 Nm <sup>3</sup> /dia	12 Nm <sup>3</sup> /dia
Produção esperada	9 Nm <sup>3</sup> /dia	7 Nm <sup>3</sup> /dia

Nota: Nm<sup>3</sup> (normal metro cúbico) - volume definido à pressão padrão de 1atm e temperatura padrão de 0°C.  
 Fonte: adaptado de GODOY JUNIOR, 2010.

Através dos resultados obtidos, sendo estimado uma produção diária de 7Nm<sup>3</sup> de metano pela miniEETERA, Godoy Junior (2010) concluiu que é inviável técnica e economicamente o aproveitamento energético do biogás produzido, sendo viável apenas a sua quantificação e queima.

## 6 QUANTIFICAÇÃO DE CRÉDITOS DE CARBONO PARA O PROJETO

A atividade de projeto proposta neste trabalho consiste na implantação do sistema QRBBV para funcionamento na miniEETERA construída nas instalações da UNESP - Campus de Guaratinguetá, SP.

Atualmente, todo o efluente gerado nas instalações do campus está sendo tratado pela miniEETERA e, como resultado, o biogás originado desta atividade está sendo liberado na atmosfera.

A atividade de projeto proposta tem como objetivo captar e queimar o biogás gerado pela miniEETERA, buscando diminuir os efeitos negativos causados pela emissão de metano na atmosfera e, assim, reivindicar o recebimento de créditos de carbono através do MDL.

### 6.1 Elaboração do DCP

Para um projeto receber créditos de carbono através do MDL, este deve seguir todo o ciclo de projeto, conforme descrito no capítulo 3 deste trabalho. A primeira etapa do processo de homologação a ser realizada é a elaboração do DCP. Este documento reúne todas as informações que caracterizam uma atividade de projeto segundo os procedimentos estabelecidos pelo MDL.

#### 6.1.1 Estimativa da redução de emissões

O primeiro passo necessário para a elaboração do DCP foi a determinação de uma estimativa da redução de emissões de GEE apresentada pela atividade de projeto proposta. Através de uma estimativa inicial, pode-se determinar se o projeto proposto se enquadra nas condições do MDL como projeto de pequena ou grande escala, quesito necessário para escolher o modelo de formulário apropriado para a elaboração do DCP.

Conforme definido pelo MDL, para um projeto receber créditos de carbono, este deve certificar a redução líquida de emissões que pode gerar, onde:

$$\text{Redução Líquida de Emissões} = \text{Emissões da Linha de Base} - \text{Emissões do Projeto} - \text{Fugas}$$

- **Emissões da Linha de Base:**

As *Emissões da Linha de Base* são aquelas que ocorrem em um cenário anterior à implantação da atividade de projeto proposta. Para a atividade de projeto em estudo neste trabalho, portanto, o cenário da linha de base consiste no funcionamento da miniEETERA construída nas instalações da UNESP - Campus de Guaratinguetá, sem a implantação do sistema QRBBV.

Desta forma, as *Emissões da Linha de Base* são as emissões de metano geradas pela miniEETERA que estão sendo descartadas na atmosfera. Segundo Godoy Junior (2010), conforme descrito no item 5.2 deste trabalho, a miniEETERA em estudo tem uma produção esperada de metano de  $7\text{Nm}^3/\text{dia}$ .

Sendo a densidade absoluta do metano<sup>19</sup> nas condições normais de temperatura e pressão (CNTP) igual a  $0,7174\text{kg}/\text{m}^3$ , obteve-se a quantidade estimada de  $\text{CH}_4$  emitida por ano ( $Q_{\text{CH}_4}$ ) pela miniEETERA:

$$Q_{\text{CH}_4} = \frac{7\text{m}^3}{1\text{dia}} \cdot \frac{365\text{dias}}{1\text{ano}} \cdot \frac{0,7174\text{kg}}{1\text{m}^3} \cdot \frac{1\text{t}}{1000\text{kg}} \cong 1,83\text{tCH}_4/\text{ano}$$

Conforme definido pelas regras do Protocolo de Quioto, adota-se o GWP do metano igual a 21, e, portanto, o valor estimado encontrado para as *Emissões da Linha de Base* do projeto em toneladas de  $\text{CO}_2\text{e}$  por ano foi de:

$$\text{Emissões da Linha de Base} = 21 \cdot 1,83\text{tCH}_4/\text{ano} = 38,43\text{tCO}_2\text{e}/\text{ano}$$

- **Emissões do Projeto:**

As *Emissões do Projeto* são aquelas que ocorrem em um cenário com a atividade de projeto proposta em funcionamento. Para a atividade de projeto em estudo neste trabalho, portanto, este cenário corresponde à instalação e funcionamento do sistema QRBBV para armazenar e queimar o biogás produzido pela miniEETERA.

---

<sup>19</sup> GAMA GASES. **Propriedade dos gases – Metano.** Disponível em: <[http://www.gamagases.com.br/propriedades\\_metano.htm](http://www.gamagases.com.br/propriedades_metano.htm)>. Acesso em 03 de agosto de 2014.

Desta forma, as *Emissões do Projeto* podem ser consideradas, por exemplo, aquelas que ocorram por conta de falha no sistema QRBBV, como vazões de biogás ou falha no processo de queima.

O sistema QRBBV é um sistema desenvolvido com alto índice de confiabilidade, projetado com sensores de monitoramento para o armazenamento e detectores de chama. Para uma estimativa inicial simplificada, foi suposto um cenário onde o sistema QRBBV armazena e queima o biogás gerado pela miniEETERA com uma eficiência de 90%. Assim, o valor estimado para as *Emissões do Projeto* foi de:

$$\text{Emissões do Projeto} = (1 - 0,90) \cdot 38,43\text{tCO}_2\text{e/ano} = 3,84\text{tCO}_2\text{e/ano}$$

- **Fugas:**

Segundo o MDL, fugas correspondem ao aumento de emissões de GEE que ocorre fora do limite da atividade de projeto que, ao mesmo tempo, seja mensurável e atribuível a essa atividade.

A atividade de projeto proposta não prevê a utilização de nenhum equipamento fora dos limites do projeto, portanto o cálculo de fugas não é aplicável a este caso.

- **Redução Líquida de Emissões:**

A Tabela 6 apresenta a redução líquida de emissões estimada inicialmente para o projeto.

Tabela 6 - Estimativa simplificada da redução líquida de emissões para o projeto

<b>Emissões da Linha de Base</b>	<b>Emissões do Projeto</b>	<b>Fugas</b>	<b>=</b>	<b>Redução Líquida de Emissões</b>
38,43	3,84	0		34,59 tCO <sub>2</sub> e/ano

Fonte: Autor.

Portanto, foi verificado que o projeto é considerado de pequena escala (redução de emissões inferiores a 60.000 toneladas de CO<sub>2</sub>e por ano), sendo a redução de emissões estimada de aproximadamente 34,6 toneladas de CO<sub>2</sub>e por ano.

### 6.1.2 Formulário do DCP

Através da estimativa inicial de redução de emissões para o projeto determinou-se que o projeto é de pequena escala e, portanto, o modelo de formulário do DCP a ser elaborado para a atividade de projeto é o “Documento de Concepção do Projeto para Atividades de Pequena Escala” (CDM-SSC-PDD-FORM – *Project Design Document form for Small-Scale CDM project activities*)<sup>20</sup>. Este formulário encontra-se em sua versão mais atual (versão 5.0) válida a partir de 25 de junho de 2014.

Junto a este modelo de formulário do DCP, a UNFCCC disponibiliza o “Guia de orientações para o preenchimento do formulário de documento de concepção do projeto para atividades de projeto de MDL de pequena escala”, onde estão apresentadas as instruções para o preenchimento da documentação.

### 6.1.3 Escopo setorial e metodologia

O próximo passo para a elaboração do DCP foi a definição da metodologia a ser aplicada ao projeto. Uma atividade de projeto somente pode ser elegível através do MDL se utilizar uma metodologia aprovada junto ao Conselho Executivo.

Assim, foi feita uma análise das metodologias existentes e foi verificado que o projeto se enquadra de acordo com:

- Escopo setorial 13 - Manuseio e descarte de resíduos (*Sectoral scope 13 - Waste handling and disposal*)
- Metodologia AMS-III.H - Recuperação de metano no tratamento de águas residuárias (*Methodology AMS-III.H - Methane recovery in wastewater treatment*).

A metodologia AMS-III.H<sup>21</sup> encontra-se atualmente em sua versão 16.0, válida a partir de 10 de dezembro de 2010.

<sup>20</sup> O Formulário de Documento de Concepção do Projeto para Atividades de Pequena Escala (CDM-SSC-PDD-FORM – *Project Design Document form for Small-Scale CDM project activities*) pode ser encontrado no site da UNFCCC, disponível em: <[https://cdm.unfccc.int/filestorage/e/x/t/extfile-20140625145526449-PDD\\_form07.pdf/PDD\\_form07.pdf?t=MkZ8bmRwa2c5fDD2AX3DZmOiT4mF\\_M13INHE](https://cdm.unfccc.int/filestorage/e/x/t/extfile-20140625145526449-PDD_form07.pdf/PDD_form07.pdf?t=MkZ8bmRwa2c5fDD2AX3DZmOiT4mF_M13INHE)>. Acesso em 17 de agosto de 2014.

<sup>21</sup> A metodologia AMS-III.H - Recuperação de Metano no Tratamento de Águas Residuárias (*Methane recovery in wastewater treatment*) pode ser encontrada no site da UNFCCC, disponível em: <<https://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/4ND00PCGC7WXR3L0LOJTS6SVZP4NSU>>. Acesso em 17 de agosto de 2014.

A metodologia AMS-III.H. envolve medidas de projetos que recuperem o biogás da matéria orgânica biogênica nas águas residuárias. Esta metodologia estabelece todos os critérios para a elegibilidade para a atividade de projeto, bem como todas as condições necessárias para o cálculo da redução de emissões. São apresentados também os requisitos para definição dos limites da atividade de projeto, determinação da linha de base e plano de monitoramento do projeto.

#### **6.1.4 Considerações sobre o preenchimento do formulário do DCP**

Tendo definido o modelo de formulário do DCP e a metodologia aplicável ao projeto, pôde-se dar início a elaboração do DCP para a atividade de projeto proposta.

Neste trabalho foi feito um estudo minucioso das normas da UNFCCC exigidas para o preenchimento da documentação. Todos os cálculos desenvolvidos seguem as regras da metodologia AMS-III.H aplicada ao projeto e as seções do DCP foram preenchidas buscando a conformidade para a aprovação segundo o MDL. O resultado final do DCP elaborado para o projeto está apresentado no Anexo A.

Alguns pontos na elaboração do DCP devem ser ressaltados:

1. As versões originais tanto do formulário do DCP quanto os quesitos referentes à metodologia e às ferramentas utilizadas estão em inglês. Toda a tradução feita para o português é de inteira responsabilidade do autor.
2. Os itens do DCP preenchidos em itálico dentro de colchetes são itens que ainda estão em aberto, e devem ser definidos futuramente pelos participantes do projeto para a continuação do processo de homologação. Dentre estes itens estão: consideração prévia do MDL, plano de monitoramento do projeto, duração e período de obtenção de crédito e consulta à comentários de partes interessadas.

#### **6.2 A redução líquida de emissões do projeto**

Segundo as regras para a elaboração do DCP, são definidos dois procedimentos para o cálculo da redução líquida de emissões do projeto:

- Redução líquida de emissões *ex ante*: determina a estimativa da redução de emissões a ser realizada pela atividade de projeto proposta anteriormente a sua implantação efetiva. Para o cálculo *ex ante*, devem ser utilizados dados de registros históricos de

funcionamento do sistema anteriormente a implantação do projeto ou dados adquiridos através de uma campanha de medição.

- Redução líquida de emissões *ex post*: determina a redução de emissões real realizada pela atividade de projeto após seu funcionamento pleno. Todas as condições para o cálculo *ex post* devem ser definidas previamente no DCP e este cálculo deve ser realizado após a implantação do projeto, utilizando dados reais monitorados pelos participantes para garantir o cálculo da real redução de emissões de GEE. As RCEs serão geradas futuramente conforme estes cálculos.

Todos os cálculos para a elaboração do DCP para o projeto proposto neste trabalho foram realizados conforme as condições apresentadas pela metodologia AMS.III.H. Estes cálculos, além de utilizarem valores predefinidos, envolvem principalmente dois fatores relacionados ao sistema de tratamento de águas:

1. Demanda Química de Oxigênio do fluxo de águas residuais tratadas pelo sistema: foram utilizados valores dos registros históricos que se possui da miniEETERA.
2. Volume de águas residuais tratadas pelo sistema: foi utilizado o valor real médio do volume de águas residuais tratadas pela miniEETERA entre os meses de set/2013 a fev/2014, medido pela Companhia de Serviço de Água, Esgoto e Resíduos de Guaratinguetá (SAEG). Este documento está apresentado no Anexo B.

Seguindo-se todas as normas, obteve-se uma redução líquida de emissões *ex ante* estimada para o projeto de 19,97tCO<sub>2</sub>e/ano. Todo o procedimento realizado para o cálculo da redução líquida de emissões para o projeto está apresentado detalhadamente no DCP elaborado, presente no Anexo A. A Tabela 7 apresenta os valores finais encontrados para o projeto.

Tabela 7 - Redução líquida de emissões *ex ante* calculada para o projeto seguindo as normas do MDL

<b>Emissões da Linha de Base</b>	<b>Emissões do Projeto</b>	<b>Fugas</b>	<b>=</b>	<b>Redução Líquida de Emissões</b>
24,72	4,75	0		19,97 tCO <sub>2</sub> e/ano

Fonte: Autor.

Portanto, constatou-se que o projeto, seguindo todas as regras necessárias para a aprovação segundo o MDL, possui uma redução anual de aproximadamente 20 toneladas de CO<sub>2</sub>e, o que corresponde à atividade de projeto receber cerca de 20 RCEs por ano.

## 7 ESTUDO ECONÔMICO PARA O PROJETO RECEBER RCES

Concluída a elaboração do DCP, os participantes do projeto devem percorrer todo o ciclo de projeto até a obtenção das RCES, conforme descrito no capítulo 3 deste trabalho.

### 7.1 Análise do ciclo de projeto

- **Validação**

A segunda etapa do processo de homologação de um projeto é a etapa de validação. Os participantes do projeto devem contratar uma EOD para atestar se todos os pontos que foram incluídos no DCP estão adequados segundo os critérios da UNFCCC.

Para uma EOD realizar tanto a etapa de validação, quanto a de verificação e certificação no âmbito do MDL, esta deve estar autorizada pela UNFCCC para trabalhar dentro de determinado escopo setorial. Existem 38 EODs credenciadas e autorizadas para validação e verificação de projetos relativos ao escopo setorial 13, o qual a atividade de projeto proposta neste trabalho se enquadra. Foi-se pesquisado quais destas EODs possuem atuação no Brasil. A Tabela 8 mostra uma lista das EODs encontradas.

Tabela 8 - Lista de EODs ligadas ao escopo setorial 13 que possuem atuação no Brasil

<b>Sigla</b>	<b>Nome</b>	<b>País</b>	<b>Contato</b>
BVCH	Bureau Veritas Certification Holding SAS	França	<a href="http://www.bureauveritas.com/">http://www.bureauveritas.com/</a> <a href="http://www.bureauveritas.com.br/">http://www.bureauveritas.com.br/</a>
DNV	DNV Climate Change Services AS	Noruega	<a href="http://www.dnvba.com/">http://www.dnvba.com/</a> <a href="http://www.dnvba.com/br/">http://www.dnvba.com/br/</a>
RINA	RINA Services S.p.A.	Itália	<a href="http://www.rina.org/">http://www.rina.org/</a> <a href="http://www.rinabrasil.com.br/">http://www.rinabrasil.com.br/</a>
TÜV NORD	TÜV NORD CERT GmbH	Alemanha	<a href="http://www.tuv-nord.com/">http://www.tuv-nord.com/</a> <a href="http://www.tuv-nord.com/br/">http://www.tuv-nord.com/br/</a>
PJRCES	Perry Johnson Registrars Carbon Emissions Services	EUA	<a href="http://www.pjr.com/">http://www.pjr.com/</a> <a href="http://www.pjr.com/brazil/">http://www.pjr.com/brazil/</a>

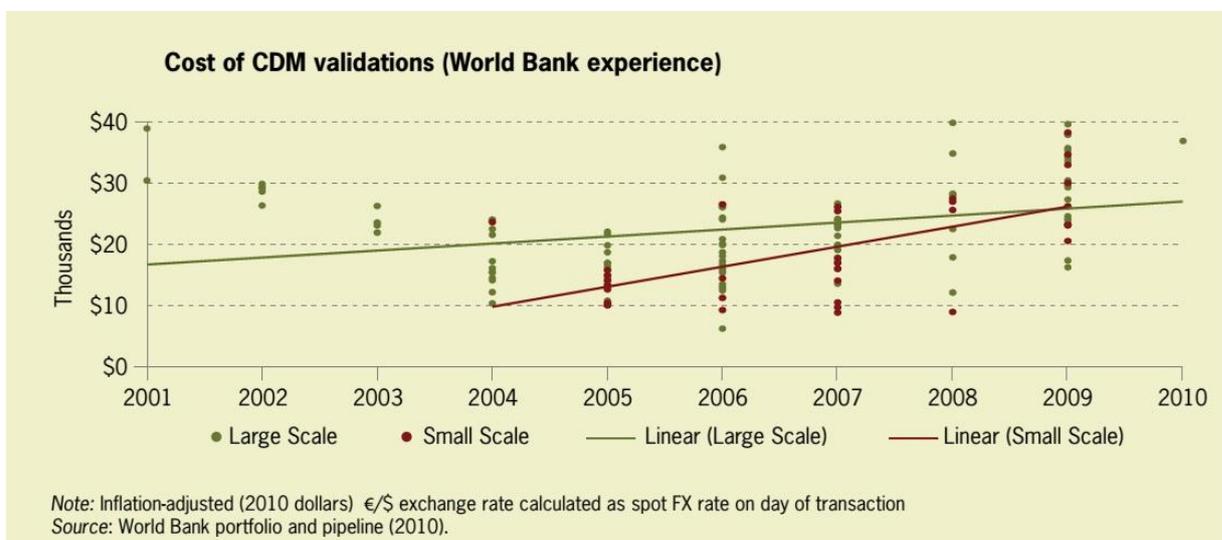
Sigla	Nome	País	Contato
TÜV Rheinland	TÜV Rheinland (China) Ltd.	China	<a href="http://www.tuv.com/">http://www.tuv.com/</a> <a href="http://www.tuvbrasil.com.br/">http://www.tuvbrasil.com.br/</a>
LRQA	Lloyd's Register Quality Assurance Ltd.	Reino Unido	<a href="http://www.lrqa.com/">http://www.lrqa.com/</a> <a href="http://www.lrqa.com.br/">http://www.lrqa.com.br/</a>
AENOR	Spanish Association for Standardisation and Certification	Espanha	<a href="http://www.en.aenor.es/">http://www.en.aenor.es/</a> <a href="http://www.aenorbrasil.com/">http://www.aenorbrasil.com/</a>

Fonte: Autor.

Depois de elaborado todo o DCP, os participantes da atividade do projeto devem procurar uma EOD para realizar um orçamento para o processo de validação do projeto.

Segundo The World Bank (2012), o processo de validação depende do grau de complexidade de cada atividade de projeto. O tempo necessário para completar a validação de um projeto está em torno de 12 meses e os custos com este processo estão em média de 28 mil dólares, tanto para projetos de grande quanto de pequena escala. A Figura 12 apresenta os custos com o processo de validação para os projetos avaliados pelo banco mundial de 2001 a 2010.

Figura 12 - Custos com o processo de validação de uma atividade de projeto



Fonte: (THE WORLD BANK, 2012).

- **Aprovação pela AND**

A próxima etapa após a validação do projeto é a aprovação pela AND, que no Brasil é a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima. Os participantes do projeto deverão elaborar o documento comumente chamado “Anexo III”, e submeter toda a documentação para análise e registro pela CIMGC, conforme descrito no item 3.1.3 deste trabalho. Se o projeto for aprovado, a CIMGC emitirá a Carta de Aprovação. Não existem custos relacionados com esta etapa e este processo pode durar em torno de 3 a 6 meses após a submissão dos documentos para a CIMGC.

- **Registro no MDL**

Após a aprovação pela AND, os participantes do projeto devem encaminhar a Carta de Aprovação para a EOD que validou o projeto e esta por sua vez deve encaminhar toda a documentação do projeto ao Conselho Executivo do MDL, juntamente com um formulário preenchido de solicitação de registro.

Como a atividade de projeto proposta neste trabalho tem estimativa de redução de emissões inferior a 15.000 toneladas de CO<sub>2</sub>e durante o período de crédito, o projeto é isento de taxa para registro no MDL. Segundo The World Bank (2012), este processo demora em torno de 6 meses.

- **Monitoramento, verificação/certificação e emissão das RCEs**

Uma vez completado o processo de aprovação e registro pelo MDL, os participantes do projeto que devem dar início as atividades de projeto propostas. A Figura 13 ilustra o ciclo de implementação das atividades de projeto para o recebimento das RCEs.

O monitoramento adequado das atividades de projeto é o ponto crucial do ciclo de projeto. Os participantes do projeto devem desenvolver um plano de monitoramento, o qual deve estar apresentado no DCP, e seguir exatamente todos os pontos a serem monitorados, a frequência de monitoramento e o controle de qualidade da aquisição de dados. A falta de precisão nos termos de calibração e frequência dos dados monitorados, ou inconsistências entre o plano de monitoramento e o monitoramento realizado poderão resultar na não certificação da redução de emissões pela EOD.

Figura 13 - Ciclo de implementação da atividade de projeto



Fonte: Adaptado de The World Bank (2012).

Não existe nenhuma regra para a duração do período a ser monitorado. Portanto, cabem aos proponentes do projeto decidir o momento adequado de acordo com seus interesses, levando-se em conta fatores como, por exemplo, interesse do período para receber RCEs e custos relacionados com as atividades de monitoramento e custos com a etapa de verificação e certificação.

Como a atividade de projeto proposta neste trabalho é de pequena escala, a mesma EOD contratada para fazer a validação do projeto poderá também ser contratada para fazer a verificação e certificação.

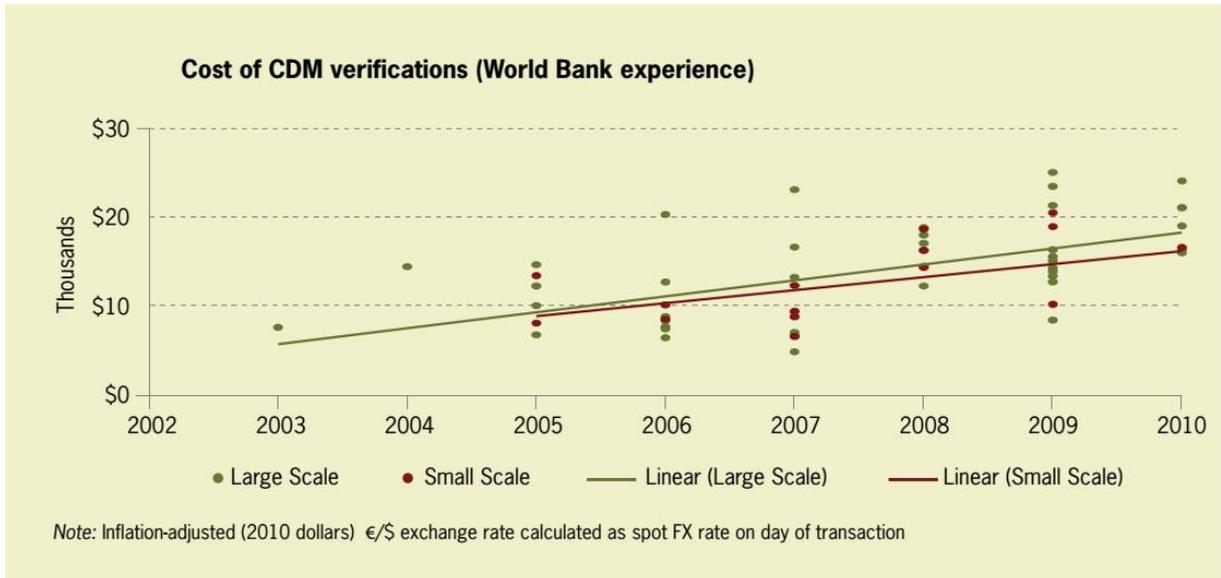
Segundo The World Bank (2012), os custos com o processo de verificação e certificação estão em torno de 20 mil dólares e vem crescendo ao longo do tempo, com uma pequena variação entre os custos para projetos de grande e pequena escala. Vale ressaltar que este é um custo recorrente para cada processo de verificação em que o projeto for submetido. A Figura 14 apresenta os custos com o processo de verificação para os projetos avaliados pelo banco mundial de 2003 a 2010.

Depois do processo de verificação ser completado com sucesso, a EOD realizará a certificação da redução de emissões cumpridas pela atividade de projeto. Os relatórios de verificação e certificação devem ser entregues pela EOD aos participantes do projeto e ao Conselho Executivo do MDL.

Por fim, cumpridas todas as etapas, o Conselho Executivo do MDL pode dar origem as Reduções Certificadas de Emissão, que serão creditadas aos participantes do projeto. De acordo com The World Bank (2012), projetos que não tenham sido submetidos à revisão pelo

Conselho Executivo do MDL levam em média 100 dias desde a data da submissão do requerimento até o recebimento das RCEs.

Figura 14 - Custos com o processo de verificação de uma atividade de projeto



Fonte: (THE WORLD BANK, 2012).

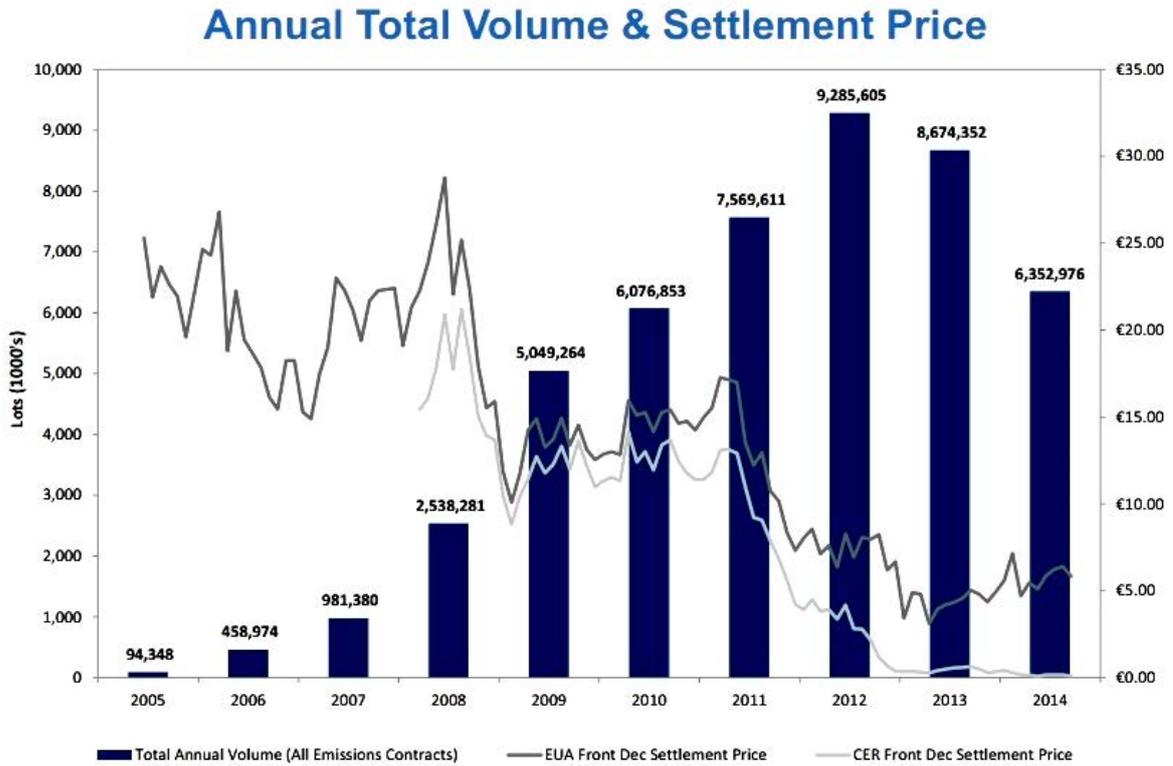
## 7.2 Análise do mercado de carbono

Segundo o Instituto Carbono Brasil (2014), o mercado de carbono para o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo está muito debilitado desde 2011, onde a demanda por RCEs está sendo abatida pelo crescente excesso de EUAs no mercado. As RCEs, que tiveram seu maior valor já registrado cotadas a €23,38/t em julho de 2008, estão em um acentuado processo de queda.

Em 2012, as RCEs que eram negociadas a €3,86/t em janeiro, caíram para €0,34/t em dezembro. Em 2013, o Banco Mundial inclusive cancelou a publicação do Relatório sobre Estado e Tendências do Mercado de Carbono (*State & Trends of the Carbon Market Report*), que vinha sendo publicado a cada ano desde 2003.

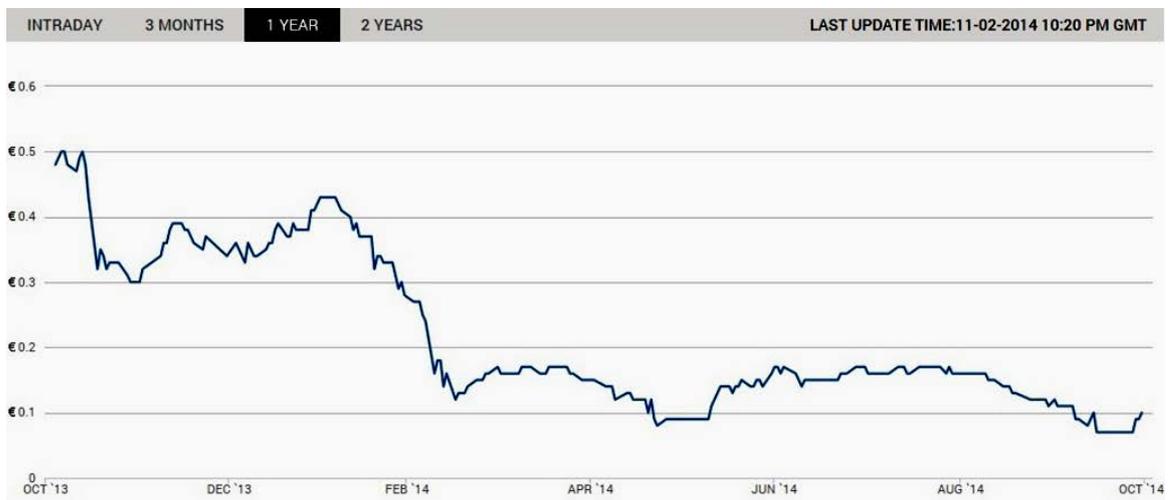
No fechamento de outubro de 2014, as RCEs foram negociadas no mercado europeu por apenas €0,10/t. A Figura 15 mostra os preços e volumes de permissões negociadas no EU ETS desde 2005. A Figura 16 mostra os preços das RCEs negociadas no EU ETS entre os meses de outubro de 2013 e outubro de 2014.

Figura 15 - Preços e volumes de permissões negociadas no EU ETS



Fonte: ICE FUTURES EUROPE<sup>22</sup>.

Figura 16 - Preços das RCEs negociadas no EU ETS entre os meses de outubro de 2013 e outubro de 2014



Fonte: ICE FUTURES EUROPE<sup>23</sup>.

<sup>22</sup> ICE FUTURES EUROPE. **The emissions market – Outubro 2014**. Disponível em: <[https://www.theice.com/publicdocs/ICE\\_Emissions.pdf](https://www.theice.com/publicdocs/ICE_Emissions.pdf)>. Acesso em 02 de novembro de 2014.

<sup>23</sup> ICE FUTURES EUROPE. **CER FUTURES: Contract Dec14 – Last year**. Disponível em: <<https://www.theice.com/products/814666/CER-Futures/data>>. Acesso em 02 de novembro de 2014.

Apesar de estar conseguindo cumprir seu papel de reduzir emissões, o EU ETS está com problemas, principalmente com excesso de permissões, o que mantém os preços cada vez mais baixos.

Segundo o Instituto Carbono Brasil (2014), com o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo sem conseguir levantar os preços dos seus créditos, a perspectiva é que daqui para frente as RCEs sejam apenas compromissos voluntários para o corte de emissões.

### **7.3 Resultado da análise de viabilidade econômica para o projeto**

Dada a estimativa de redução líquida de emissões para a atividade de projeto proposta receber aproximadamente 20 RCEs por ano e com o preço das RCEs no mercado europeu cada vez mais em baixa, cotado a menos de 1 euro desde o fim de 2012, a homologação da atividade de projeto proposta neste trabalho se torna inviável do ponto de vista econômico através do MDL.

A inviabilidade econômica é evidente perante os custos que os participantes do projeto terão para a contratação de uma EOD, sendo de aproximadamente 28 mil dólares para o processo de validação e de 20 mil dólares a cada período de verificação e certificação, valores divulgados pelo banco mundial. Além disso, têm-se os custos relacionados com o processo de monitoramento da atividade de projeto e deve-se considerar toda a burocracia e tempo envolvido no ciclo de projeto para homologação.

## 8 CONCLUSÃO

Neste trabalho foi feito o estudo das diretrizes do Protocolo de Quioto para a homologação do sistema QRBBV para funcionamento na miniEETERA da UNESP - Campus de Guaratinguetá, para receber créditos de carbono segundo o MDL.

Com este estudo, conclui-se que o projeto proposto é perfeitamente viável do ponto de vista ambiental, dado que evita a emissão indesejável do metano na atmosfera. No entanto, a homologação do projeto através do MDL é economicamente inviável, uma vez que os gastos com o processo de homologação são extremamente altos e não seriam compensados com a venda das RCEs.

Para avaliar a viabilidade da homologação do projeto para a obtenção de créditos de carbono através do MDL, foi-se analisado todo o processo do ciclo de projeto, desde a elaboração do DCP até o recebimento das RCEs, incluindo uma análise do mercado de carbono e cotação de preços.

Portanto, mostrou-se de suma importância a realização de um estudo de viabilidade econômica para certificar-se de que os ganhos com a venda dos créditos irão compensar a implantação do projeto. Caso o projeto tenha viabilidade, então, os participantes do projeto terão toda uma maratona burocrática pela frente, que passa pelo ciclo de projeto, conforme descrito neste trabalho.

Para a atividade de projeto proposta neste trabalho, pode-se concluir que, do ponto de vista do MDL, o sistema QRBBV é importante no quesito referente à parte da metodologia de monitoramento da atividade de projeto. Para a homologação e recebimento dos créditos de carbono, o fundamental é o local em que se avaliará a atividade de projeto. Analisando a miniEETERA da UNESP do campus de Guaratinguetá, que tem uma produção estimada de apenas  $7\text{Nm}^3$  de metano por dia, a homologação do projeto, individualmente, se torna inviável economicamente. Com isso, existe a perspectiva de que através de um grupo de miniestações sendo administradas por um mesmo órgão público, produzam em conjunto um elevado volume de metano e a viabilidade econômica seja possível.

Apesar do mercado de carbono não estar propício para as atividades de projeto do MDL atualmente, pode-se considerar, também, que novos acordos mundiais devem surgir, principalmente para o período pós Quioto, em 2020, e podem aquecer o mercado de créditos de carbono. Outro ponto é o surgimento de novos mercados de carbono, incluindo mercados que não seguem as regras do Protocolo de Quioto e mercados voluntários.

Para trabalhos futuros, pode-se desenvolver uma análise para homologação do sistema através do mercado de carbono voluntário, que vem crescendo cada vez mais e abre as portas para projetos de menor escala que são inviáveis sob Quioto. Em especial, pode-se desenvolver uma análise sobre o mercado de carbono brasileiro, criado em 2011 e regido sob a NBR 15948.

Por fim, deve-se lembrar que as mudanças climáticas e o aquecimento global são uma crescente preocupação à humanidade e é dever de todos contribuir para o desenvolvimento sustentável do planeta. A atividade de projeto proposta neste trabalho é uma solução engenhosa e de baixo custo, que busca reduzir as emissões de metano na atmosfera. A instalação do sistema QRBBV em locais onde não há tratamento do biogás deve ser incentivada e pode-se buscar patrocínio de entidades que invistam nesse tipo de iniciativa, mesmo que ainda as atividades não recebam créditos de carbono, mas em busca do desenvolvimento sustentável.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D. **Autossuficiência energética de queimador de biogás instalado em miniestação de tratamento de efluentes**. 2014. 67f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade de Taubaté, Taubaté, 2014.

CARVALHO, R. A. **Sensoriamento de gasômetro para baixas vazões de biogás**. 2013. 51f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade de Taubaté, Taubaté, 2013.

CEBDS - CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Roteiro básico para a elaboração de um projeto do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL**. Rio de Janeiro, 52 p, 2002.

FRONDIZI, I. M. R. L. **O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo: Guia de Orientação 2009**. Rio de Janeiro: Imperial Novo Milênio, FIDES, 2009. 136 p.

GODOY JÚNIOR, E. **Sistema compacto de biodigestores anaeróbio-aeróbioanóxico para tratamento de esgoto**, patente INPI PI: 0301475-4, Rio de Janeiro, RJ, 11p., 2003.

GODOY JUNIOR, E. **Desenvolvimento e Avaliação de Uma Miniestação Ecoeficiente de Tratamento de Esgoto e Reuso de Água, com Sistema Automático de Queima, para Baixas Vazões de Biogás e Cogeração de Energia**. Guaratinguetá, SP, 2010. 128p. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica – Área de Concentração em Transmissão e Conversão de Energia) – Universidade Estadual Paulista, Campus de Guaratinguetá.

GUIMARÃES, S. F. **Transações no Mercado de Carbono – Perspectivas dos Agentes**. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES, Departamento de Mercado de Capitais. Rio de Janeiro, 2007.

INSTITUTO CARBONO BRASIL. **Mercado de Carbono/Notícias - Créditos do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo despencam para € 0,15/t**. Disponível em: <<http://www.institutocarbonobrasil.org.br/noticias/noticia=736638>>. Acesso em 28 de outubro de 2014.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. 2007. Disponível em: <[http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4\\_wg1\\_full\\_report.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4_wg1_full_report.pdf)>. Acesso em 20 de março de 2014.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. 2013. Disponível em: <[http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5\\_ALL\\_FINAL.pdf](http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_ALL_FINAL.pdf)>. Acesso em 20 de junho de 2014.

LIMA, O. R. **Interfaces para controle de gasômetro para queimador registrador de baixas vazões de biogás**. 2012. 58f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Elétrica e Eletrônica) – Universidade de Taubaté, Taubaté, 2012.

MARCELINO, M. A., **Temporizador Inteligente com Sinalização para Manutenção Preventiva (PI-0703940-9)**. Revista da Propriedade Industrial, v. 1991, p. 58, 2009.

MARCELINO, M. A.; GODOY JÚNIOR, E., **Sistema Armazenador e Queimador Automático com Registro de Volume de Biogás Queimado (PI 0902381-0)**. Revista da Propriedade Industrial, v. 2095, p. 74-75, 2011.

MARCOVITCH, J. **Para mudar o futuro: mudanças climáticas, políticas públicas e estratégias empresariais**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: Saraiva, 2006.

MCT - Ministério da Ciência e Tecnologia. **Protocolo de Quioto**. Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT, 1997.

MCT - Ministério da Ciência e Tecnologia / CGMGC - Coordenação Geral de Mudanças Globais de Clima / CIMGC - Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima. **Manual para Submissão de Atividades de Projeto no âmbito do MDL**. Brasília, 2008.

MOTTA, C. **Conferência da ONU tem o desafio de renovar Protocolo de Kyoto**. Agência O Globo, 21 nov. 2012. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/sociedade/ciencia/conferencia-da-onu-tem-desafio-de-renovar-protocolo-de-kyoto-6785248>>. Acesso em 16 de fevereiro de 2014.

PAIVA, M. F. **O mercado voluntário de carbono: Saiba mais sobre os projetos de redução de emissões de gases do efeito estufa.** Bemzen UOL, 19 dez. 2011. Disponível em: <<http://bemzen.uol.com.br/noticias/ver/2011/12/19/3047-o-mercado-voluntario-de-carbono>>. Acesso em 25 de março de 2014.

SANTOS, V. **Unidade de controle de gasômetro para registrador de baixas vazões de biogás.** 2012. 51f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Elétrica e Eletrônica) – Universidade de Taubaté, Taubaté, 2012.

SIMOES, O. R. **Queima microcontrolada de baixas e inconstantes vazões de biogás para estações de tratamento de esgoto.** 2012. 53f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade de Taubaté, Taubaté, 2012.

SPITZCOVSKY, D. **Manter aumento da temperatura abaixo de 2°C é possível.** Planeta Sustentável, 21 nov. 2012. Disponível em: <<http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/ambiente/pnuma-emissions-gap-2012-aumento-temperatura-2oc-emissoes-co2-721385.shtml>>. Acesso em 16 de fevereiro de 2014.

SPITZCOVSKY, D. **Ban Ki-moon e Izabella Teixeira comentam resultado da COP18.** Planeta Sustentável, 10 dez. 2012. Disponível em: <<http://planetasustentavel.abril.com.br/blog/cop-mudancas-climaticas/2012/12/10/ban-ki-moon-e-izabella-teixeira-comentam-resultado-da-cop18/>>. Acesso em 16 de fevereiro de 2014.

THE WORLD BANK. **10 Years of Experience in Carbon Finance - Insights from working with the Kyoto mechanisms.** World Bank Institute. Washington DC, 2012.

**ANEXO A - DCP elaborado para a atividade de projeto proposta**



**Formulário do Documento de Concepção do Projeto  
para Atividades de Projeto de MDL de Pequena Escala  
(Versão 05.0)**

**DOCUMENTO DE CONCEPÇÃO DO PROJETO (DCP)**

<b>Título da Atividade de Projeto</b>	Sistema Queimador Registrador de Biogás para Baixas Vazões Aplicado em Miniestação de Tratamento de Esgoto
<b>Número da versão do DCP</b>	1.0
<b>Data de término do DCP</b>	29 de setembro de 2014
<b>Participante(s) do projeto</b>	Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, campus de Guaratinguetá – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá (FEG-UNESP) Universidade de Taubaté (UNITAU)
<b>País anfitrião</b>	Brasil
<b>Escopo setorial e metodologia(s) selecionada(s) e, quando aplicável, linhas de base padronizadas selecionadas</b>	Escopo setorial 13 “Tratamento e descarte de resíduos”  Metodologia selecionada: AMS-III.H v16.0 “Recuperação de metano em tratamento de águas residuais”
<b>Quantidade estimada de reduções médias anuais de emissões de GEE</b>	20 tCO <sub>2</sub> e/ano

## SEÇÃO A. Descrição da atividade de projeto

### A.1. Objetivo e descrição geral da atividade de projeto

- **Background**

Os sistemas ecoeficientes têm recebido muita atenção devido às crescentes exigências das legislações de controle dos efluentes e do uso da água, bem como a demanda por sistemas ambientalmente amigáveis, que se alinhem com as diretrizes do Protocolo de Quioto, principalmente porque, apenas no Brasil, descarta-se cerca de 6.000.000m<sup>3</sup> de metano por dia na atmosfera.

Através deste contexto, uma equipe de alunos e professores da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, campus de Guaratinguetá – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá (FEG-UNESP) e da Universidade de Taubaté (UNITAU) vem desenvolvendo o projeto do sistema Queimador Registrador de Biogás para Baixas Vazões (QRBBV)<sup>1</sup>.

O sistema QRBBV é de baixo custo e elevado índice de confiabilidade, desenvolvido para queimar o biogás produzido em miniestações de tratamento de esgoto, biodigestores residenciais e biodigestores rurais de pequeno porte, em que, devido à baixa e inconstante produção de biogás, não se justifica economicamente o seu aproveitamento energético.

Apesar de não fazer o aproveitamento energético, o dispositivo tem um papel muito importante, pois o sistema contempla a questão do saneamento do biogás, indo ao encontro das necessidades mundiais de redução da emissão de GEE através da queima do gás metano.

- **Cenário da linha de base**

O cenário da linha de base em estudo para este projeto consiste na miniestação ecoeficiente de tratamento de esgoto e reuso de águas (miniEETERA)<sup>2</sup> construída nas instalações da UNESP - Campus de Guaratinguetá, SP.

A miniEETERA trata em média 40.000 litros de esgoto por dia, referente à produção por cerca de 1.200 pessoas. É composta por três sistemas: o de pré-tratamento, o de tratamento e o de pós-tratamento.

O processo de tratamento é feito por meio de um sistema de três biodigestores anaeróbios de fluxo ascendente em manto de lodo (UASB - *upflow anaerobic slodge blanket*). Esses biodigestores funcionam através da ação de microorganismos anaeróbios presentes no manto de lodo que digerem a matéria orgânica presente no efluente, produzindo biogás.

Atualmente, todo o efluente gerado nas instalações da FEG-UNESP está sendo tratado pela miniEETERA e, como resultado, o biogás originado desta atividade está sendo liberado na atmosfera.

---

<sup>1</sup> MARCELINO, M. A.; GODOY JÚNIOR, E. Sistema Queimador com Registro de Volume de Biogás Queimado, Pedido de Patente junto ao INPI, PI0902381-0, 9p., Brasil, 2009.

<sup>2</sup> GODOY JÚNIOR, E. Sistema compacto de biodigestores anaeróbio-aeróbioanóxico para tratamento de esgoto, patente INPI PI: 0301475-4, Rio de Janeiro, RJ, 11p., 2003.

- **Atividade de projeto proposta**

A atividade de projeto proposta consiste em implantar o sistema QRBBV para captar e queimar o biogás gerado pela miniEETERA, buscando diminuir os efeitos negativos causados pela emissão de metano na atmosfera e, assim, reivindicar o recebimento de créditos de carbono.

O sistema QRBBV é composto por um gasômetro construído com características próprias, com a função de armazenar o biogás gerado por qualquer processo de biodigestão. Depois de cheio, um circuito de controle, responsável pela criação de uma histerese entre os níveis cheio e vazio, permite a queima intermitente do biogás através de um ignitor. O sistema conta com um circuito eletrônico registrador do volume de biogás queimado.

Além disso, o sistema QRBBV possui um sistema alternativo e viável de geração de energia, através de painel fotovoltaico, suficiente para atender toda a demanda de energia dos circuitos eletroeletrônicos do projeto. Com o sistema fotovoltaico de geração de energia, o queimador de biogás torna-se autossuficiente energeticamente, sendo possível, inclusive, a sua instalação em locais remotos e não atendidos pelos sistemas convencionais de distribuição de energia.

Como resultado, a atividade de projeto proposta irá armazenar e queimar o biogás gerado pela miniEETERA, reduzindo as emissões de GEE na atmosfera em aproximadamente 20tCO<sub>2</sub>e/ano.

- **Contribuição da atividade de projeto para o desenvolvimento sustentável**

A atividade de projeto proposta contribui econômica, ambiental e socialmente para o desenvolvimento sustentável, aplicando e desenvolvendo tecnologia nacional através de professores e alunos universitários. Pode-se citar:

- Prevenção da poluição das águas;
- Redução dos gastos com o tratamento de esgoto;
- Redução da poluição do ar causada pela emissão de metano na atmosfera;
- Geração de adubo para o solo, através da utilização do excesso de lodo como fertilizante;

Além disso, deve-se levar em conta que existem muitos sistemas em atividade em que o volume de biogás não é suficiente para o aproveitamento energético e, por isso, lançado diretamente na atmosfera. A implementação desta atividade de projeto no âmbito do MDL irá ajudar a incentivar cada vez mais o tratamento local de esgoto e o saneamento do biogás. Isto acarretará em uma redução nas doenças provenientes da falta de saneamento básico, melhorando o desenvolvimento da região.

## **A.2. Localização da atividade de projeto**

### **A.2.1. País anfitrião**

Brasil

### **A.2.2. Região/Estado/Província etc.**

Estado de São Paulo

### **A.2.3. Cidade/Comunidade etc.**

Guaratinguetá

#### A.2.4. Localização física/geográfica

O projeto está localizado no município de Guaratinguetá, no estado de São Paulo, Brasil, dentro das instalações da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá (FEG-UNESP).

Latitude: 22° 48' 13.0" S

Longitude: 45° 11' 22.1" W

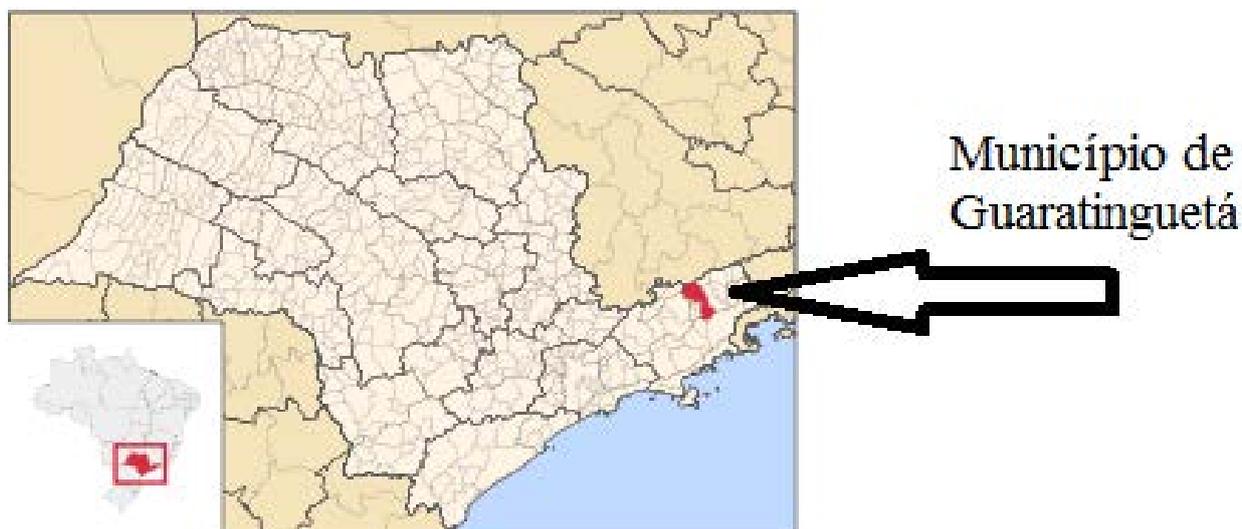


Figura 1 – Localização de Guaratinguetá, São Paulo, Brasil.



Figura 2 – Limites da FEG-UNESP e localização da miniEETERA.

#### A.3. Tecnologias e/ou medidas

Atualmente a miniestação ecoeficiente de tratamento de esgoto e reuso de águas (miniEETERA), construída em 2009 nas instalações da UNESP - Campus de Guaratinguetá, SP, trata em média 40.000 litros de águas residuais por dia, referente à produção por cerca de 1.200 pessoas. O sistema foi desenvolvido para suportar um possível aumento de vazão, podendo até dobrar a população atendida de 1.200 pessoas para 2.400 pessoas.

A miniEETERA é composta por três sistemas: o de pré-tratamento, o de tratamento e o de pós-tratamento.

A função do sistema de pré-tratamento é reter sólidos grosseiros (como pontas de cigarro, hastes plásticas de limpeza de orelhas, cabelos e outros corpos), areia, óleos e gorduras.

O processo de tratamento é feito por meio de um sistema de três biodigestores anaeróbios de fluxo ascendente em manto de lodo (UASB - *upflow anaerobic sludge blanket*), dispostos em série e em formato cascata. Esses biodigestores funcionam através da ação de microorganismos anaeróbios presentes no manto de lodo que digerem a matéria orgânica presente no efluente, produzindo pequenas bolhas de biogás na superfície dos grânulos de lodo. Por meio de um separador de fases, o efluente é direcionado para a saída do biodigestor e as bolhas de biogás são direcionadas para a campânula de coleta de biogás.

O pós-tratamento é feito por meio de um biodigestor aeróbio anóxico. Nesse processo, o efluente atravessa um manto de lodo aeróbio, onde os microorganismos aeróbios digerem a matéria orgânica que não foi digerida no sistema anaeróbio, além de promover a nitrificação do nitrogênio amoniacal em nitrato. Em seguida, o efluente atravessa um manto de lodo anóxico, onde os microorganismos anóxicos desnitrificam os nitratos na forma de nitrogênio gasoso e removem parte do fósforo na forma de biomassa bacteriana do lodo.

Depois de tratado, o efluente é armazenado em um sistema de lagoas, composto por duas lagoas em série, cuja principal função é o armazenamento para posterior fertirrigação das áreas verdes da universidade.

A miniEETERA não possui nenhum sistema de tratamento de lodo. O lodo originado do sistema aeróbio possui crescimento consideravelmente mais rápido que o lodo originado do processo anaeróbio e do anóxico. É realizada a remoção de um terço do volume de lodo a cada 6 meses para o aeróbio e a cada 12 meses para o anaeróbio e o anóxico. O excesso de lodo originado pelo sistema é utilizado para aplicações de fertilização do solo nas áreas verdes da universidade.



Figura 3 – Foto e desenho esquemático em 3D da miniEETERA.

A atividade de projeto proposta consiste em implantar o sistema QRBBV para captar e queimar o biogás gerado pela miniEETERA, buscando diminuir os efeitos negativos causados pela emissão de metano na atmosfera e, assim, reivindicar o recebimento de créditos de carbono.

O diagrama esquemático da atividade de projeto é apresentado a seguir.

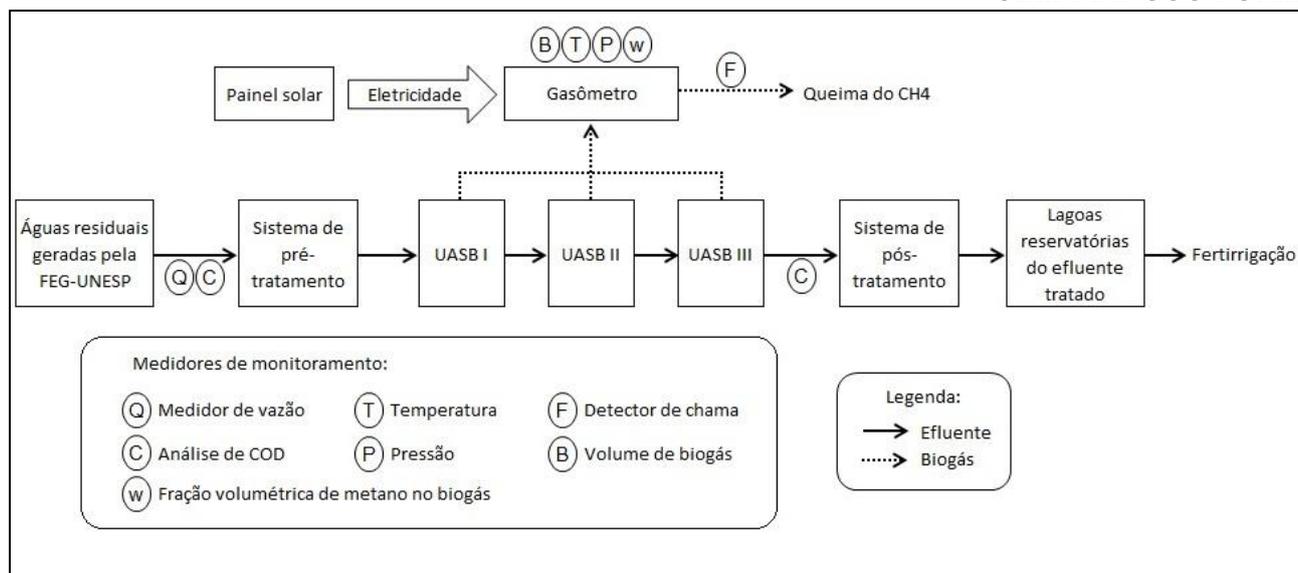


Figura 4 – Diagrama da atividade de projeto proposta.

• **Sistema de tratamento por meio de biodigestores anaeróbios de fluxo ascendente (UASB)**

O desenho esquemático do processo de tratamento anaeróbico de efluentes da miniEETERA é ilustrado a seguir. O funcionamento desse sistema consiste nas seguintes etapas:

- 1º) O efluente pré-tratado (desengordurado, gradeado e desarenado) é alimentado por meio de uma tubulação que entra pela parte superior e libera o esgoto na parte inferior do manto de lodo do primeiro biodigestor UASB;
- 2º) Conforme o efluente atravessa o manto de lodo (zona de digestão), os microorganismos anaeróbios presentes nesse lodo granular floculento digerem a matéria orgânica presente no efluente, produzindo, assim, pequenas bolhas de biogás na superfície dos grânulos de lodo, aumentando dessa forma sua flutuabilidade;
- 3º) Dependendo da velocidade ascendente do fluxo do efluente, o manto de lodo se expande e alguns grânulos de lodo floculento gaseificados podem ser arrastados em direção à superfície;
- 4º) Na zona de separação de fases sólida-líquida-gasosa, por meio de um separador de fases em formato helicoidal, o efluente é direcionado para a saída do biodigestor, os grânulos de lodo gaseificados são desgaseificados provocando a sua precipitação e retorno ao manto de lodo, e as bolhas de biogás são direcionadas para a campânula de coleta de biogás;
- 5º) Em seguida, o efluente passa pelo manto de lodo e pelo sistema de separação de fases do segundo e do terceiro biodigestor UASB.

A planta piloto do sistema em escala real implantado na FEG-UNESP obteve eficiência média na remoção de Demanda Química de Oxigênio (COD) de 80,1%, operando com um tempo de retenção hidráulica de 24 horas e tratando esgoto sanitário que possuía uma COD média de 422mg/litro de COD, oriundo do efluente de vasos sanitários, mais lavatórios, mictórios e da pia da cozinha da cantina e refeitório do Campus.

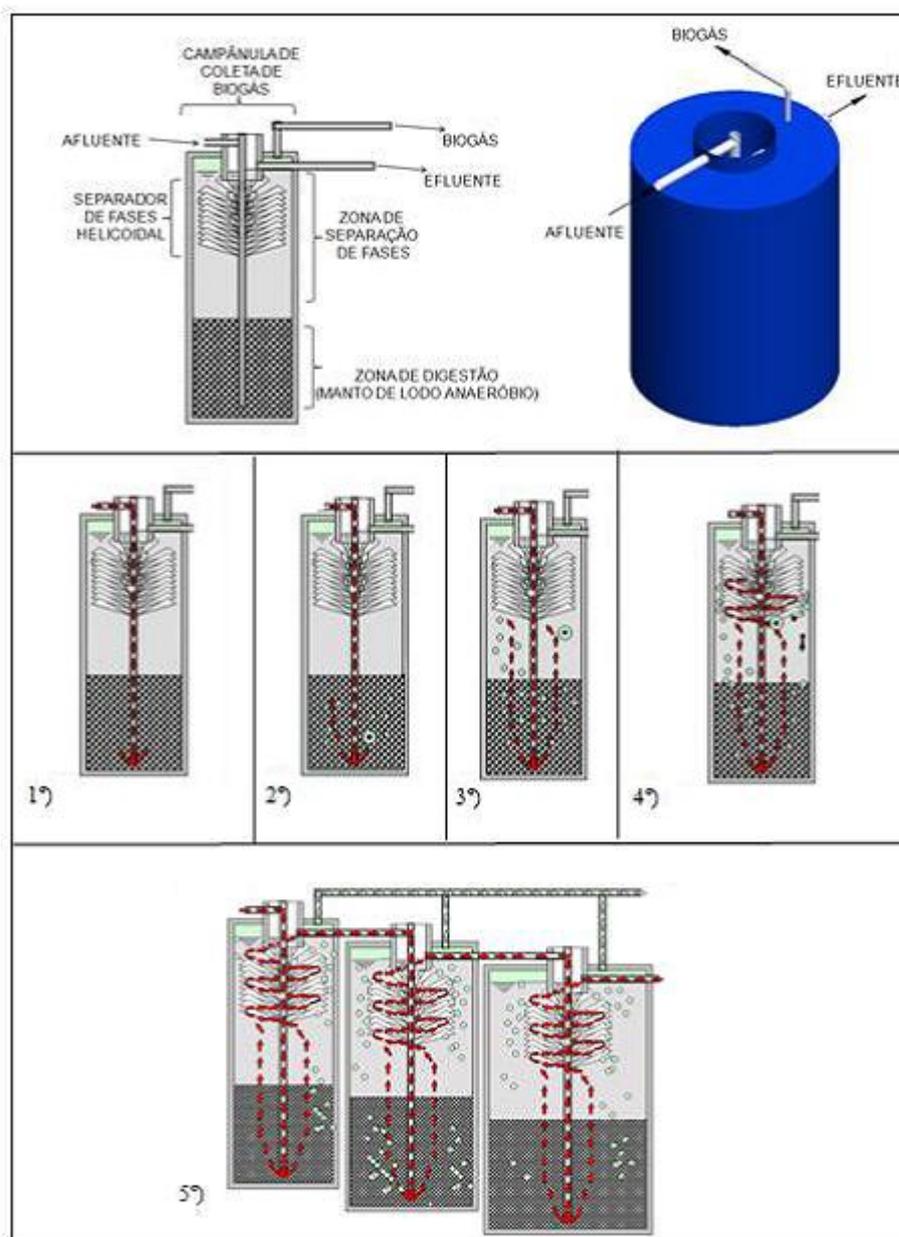


Figura 5 – Desenho esquemático do sistema de tratamento anaeróbio da miniEETERA.

A construção dos biodigestores foi realizada com chapas e tubos de PVC e adesivos de PVC e de epóxi, visando conferir estanqueidade a líquidos e gases, e, ainda, resistência à corrosão causada pelo esgoto e seus gases de putrefação. Também foi utilizado concreto armado, para conferir resistência mecânica nas bases e nas campânulas, de forma a suportar o peso de um operador.

Os biodigestores UASB foram projetados com dimensões conforme a disponibilidade das dimensões de tubos de PVC no mercado, e também devido ao fato de que se procurou reduzir a velocidade ascendente do esgoto dentro dos UASB, adotando-se o aumento gradual dos diâmetros dos biodigestores. As dimensões dos biodigestores são apresentadas a seguir.

	<b>Diâmetro (m)</b>	<b>Altura (m)</b>	<b>Volume (m<sup>3</sup>)</b>
<b>UASB I</b>	1,5	5,0	8,83
<b>UASB II</b>	2,0	5,0	15,70
<b>UASB III</b>	2,5	5,0	24,53

- **O sistema Queimador Registrador de Biogás para Baixas Vazões (QRBBV)**

O projeto do sistema queimador registrador de biogás para baixas vazões (QRBBV) vem sendo desenvolvido desde 2009 por uma equipe de alunos e professores da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, campus de Guaratinguetá – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá (FEG-UNESP) e da Universidade de Taubaté (UNITAU).

O QRBBV é de baixo custo e elevado índice de confiabilidade, desenvolvido para queimar o biogás produzido em miniestações de tratamento de esgoto, biodigestores residenciais e biodigestores rurais de pequeno porte, em que, devido à baixa e inconstante produção de biogás, não se justifica economicamente o seu aproveitamento energético.

Este sistema é composto por um gasômetro construído com características próprias, com a função de armazenar e queimar o biogás. O sistema tem garantia de contagem de volume mínimo queimado, uma vez que durante a queima, pode estar entrando biogás. Isto se justifica uma vez que o processo de queima é muito rápido comparado ao tempo de enchimento do gasômetro.

O sistema QRBBV é ilustrado a seguir.

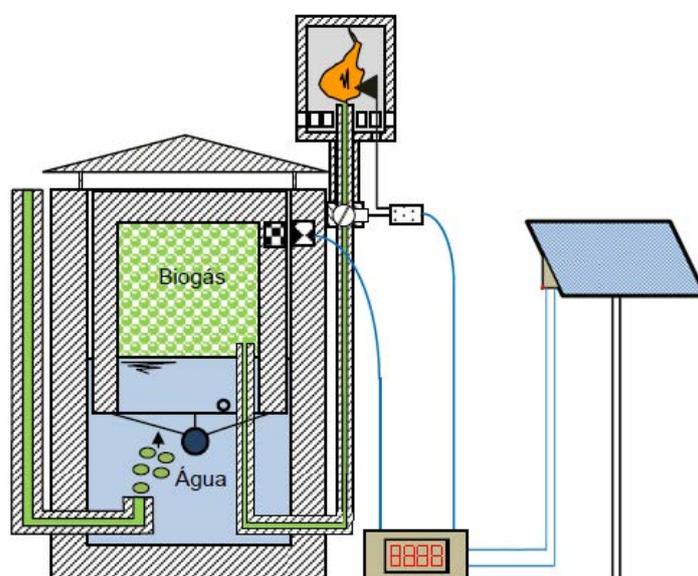


Figura 6 – Desenho esquemático do sistema QRBBV.

O sistema recebe e armazena o biogás até um sensor que indica gasômetro cheio ser acionado. Neste momento, uma válvula com acionamento elétrico instalada na saída do gasômetro é acionada juntamente com um ignitor. Essa operação se mantém com o biogás sendo liberado para a queima, esvaziando a campânula do gasômetro até que o gasômetro esteja vazio. Neste instante, o ignitor é desligado e a válvula é fechada. O sistema, então, armazena o biogás novamente e o ciclo se repete.

O sistema possui um circuito eletrônico de controle que contabiliza e registra o volume de biogás queimado. Além disso, o sistema possui um sensor detector de chamas que sinaliza se a chama apagou durante o processo de queima e o sistema inicia imediatamente uma nova sequência de acionamento do ignitor.

Para o seu funcionamento, o sistema QRBBV conta com um sistema alternativo e viável de geração de energia, através de painel fotovoltaico, suficiente para atender toda a demanda de energia dos circuitos eletroeletrônicos do projeto, tornando-se autossuficiente energeticamente.

**A.4. Partes e participantes do projeto**

Parte envolvida (anfitrião) indica a Parte anfitriã	Entidades públicas e/ou privadas participantes do projeto (como aplicável)	Indique se a Parte envolvida deseja ser considerada como participante do projeto (Sim/Não)
Brasil (anfitrião)	Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, campus de Guaratinguetá – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá (FEG-UNESP) Universidade de Taubaté (UNITAU)	Não

**A.5. Financiamento público da atividade de projeto**

A atividade de projeto proposta não envolve nenhum financiamento público realizado pelas Partes incluídas no Anexo I do Protocolo de Quioto.

**A.6. Componente desagrupado para a atividade de projeto**

A atividade de projeto de pequena escala proposta não é um componente desagrupado de uma atividade de projeto de grande escala. Os participantes do projeto não possuem nenhuma outra atividade de projeto registrada pelo MDL, assim como nenhuma aplicação para tal. O projeto proposto é a primeira atividade a ser realizada pelos participantes do projeto no âmbito do MDL.

**SEÇÃO B. Aplicação da metodologia de linha de base e monitoramento selecionada e linha de base padronizada****B.1. Referência da metodologia e linha de base padronizada**

Escopo setorial 13: “Tratamento e descarte de resíduos”  
Metodologia AMS-III.H v16.0: “Recuperação de metano em tratamento de esgoto”

Ferramentas aplicadas:

“*Project emissions from flaring*” (versão 02.0.0)

“*Tool to determine the mass flow of a greenhouse gas in a gaseous stream*” (versão 02.0.0)

**B.2. Elegibilidade da atividade de projeto**

O projeto proposto esta de acordo com as normas da metodologia AMS-III.H v16.0, conforme descrito a seguir.

§	Condições de aplicabilidade	Justificativa para o projeto
1	<p>Esta metodologia envolve medidas que recuperem o biogás de matéria orgânica biogênica em águas residuárias, por meio de uma (ou uma combinação) das seguintes opções:</p> <p>(a) Substituição de sistemas de tratamento aeróbico de águas residuárias ou lodo por sistemas anaeróbicos com recuperação e combustão de biogás;</p> <p>(b) Introdução de sistema anaeróbico de tratamento de lodo com recuperação e combustão de biogás em uma estação existente de tratamento de águas residuárias sem tratamento do lodo;</p> <p>(c) Introdução de recuperação e combustão de biogás em um sistema existente de tratamento do lodo;</p> <p>(d) Introdução de recuperação e combustão de biogás em um sistema existente de tratamento anaeróbico de águas residuárias, como reator anaeróbico, lagoa, fossa séptica ou estação industrial local;</p> <p>(e) Introdução de tratamento anaeróbico de águas residuárias com recuperação e combustão de biogás, com ou sem tratamento anaeróbico de lodo, em águas residuárias não tratadas;</p> <p>(f) Introdução de uma fase sequencial de tratamento de águas residuárias com recuperação e combustão de biogás, com ou sem tratamento de lodo, em um sistema existente de tratamento anaeróbico de águas residuárias sem recuperação de biogás (por exemplo, introdução de tratamento em um reator anaeróbico com recuperação de biogás como uma etapa sequencial do tratamento das águas residuárias atualmente sendo tratadas em uma lagoa anaeróbica sem recuperação de metano).</p>	<p>Aplicável:</p> <p>O projeto proposto envolve a implantação do sistema QRBBV para funcionamento com a captação e combustão do metano gerado pela miniEETERA existente nas instalações da UNESP - Campus de Guaratinguetá, SP.</p> <p>Portanto, o projeto proposto está de acordo com o item (d).</p>
2	<p>Em casos onde o sistema de linha de base é de lagoa anaeróbia, a metodologia é aplicável se:</p> <p>(a) As lagoas tenham uma profundidade superior a dois metros, sem aeração. O valor da profundidade é obtido a partir de documentos de projeto de engenharia, ou através de medição direta, ou dividindo-se a área da superfície pelo volume total. Se o nível de enchimento da lagoa variar sazonalmente, pode ser tomada a média dos níveis mais altos e mais baixos;</p> <p>(b) Temperatura ambiente acima de 15°C, pelo menos durante uma parte do ano, com base numa média mensal;</p> <p>(c) O intervalo mínimo entre dois eventos consecutivos de remoção de lodo deve ser de 30 dias.</p>	<p>Irrelevante:</p> <p>O projeto proposto não conta com sistema de tratamento através de lagoas anaeróbias.</p>

3	<p>O biogás recuperado pelas medidas acima pode também ser utilizado para as seguintes aplicações em vez de combustão/queima:</p> <p>(a) Geração de energia elétrica, térmica ou mecânica diretamente;</p> <p>(b) Geração de energia elétrica, térmica ou mecânica após o engarrafamento de biogás enriquecido, neste caso, uma orientação adicional conforme prevista no Anexo 1 da AMS-III.H v16.0 deve ser seguida;</p> <p>(c) Geração de energia elétrica, térmica ou mecânica após enriquecimento e distribuição, neste caso uma orientação adicional conforme prevista no Anexo 1 da AMS-III.H v16.0 deve ser seguida:</p> <p>(i) Enriquecimento e injeção de biogás em uma rede de distribuição de gás natural, sem restrições significativas na transmissão;</p> <p>(ii) Enriquecimento e transporte de biogás através de uma rede canalizada direcionada a um grupo de usuários finais;</p> <p>(iii) Enriquecimento e transporte de biogás (por exemplo, por caminhões) para pontos de distribuição para usuários finais.</p> <p>(d) Produção de hidrogênio;</p> <p>(e) Uso como combustível em aplicações de transporte após enriquecimento.</p>	<p>Irrelevante:</p> <p>O biogás recuperado será queimado.</p>
4	<p>Se o biogás recuperado é utilizado para atividades de projeto cobertas nos termos do parágrafo 3 (a), esse componente da atividade de projeto pode usar uma metodologia correspondente em Tipo I.</p>	<p>Irrelevante:</p> <p>O biogás recuperado será queimado.</p>
5	<p>Para as atividades de projeto cobertas nos termos do parágrafo 3 (b), se garrafas com biogás enriquecido são vendidas fora do limite do projeto, a utilização final do biogás deve ser assegurada através de um contrato entre o fornecedor de biogás engarrafado e o usuário final. Não há redução de emissões que podem ser reivindicados pela deslocação de combustíveis a partir da utilização final do biogás engarrafado em tais situações. Se, contudo, a utilização final do biogás engarrafado está incluída no limite do projeto e é monitorada durante as emissões de CO<sub>2</sub> evitadas no período de obtenção de créditos pelo deslocamento de combustíveis fósseis, pode ser reivindicado no âmbito da metodologia do tipo I correspondente, por exemplo, AMS-I.C "Produção de energia térmica com ou sem eletricidade".</p>	<p>Irrelevante:</p> <p>O biogás recuperado será queimado.</p>
6	<p>Para as atividades de projeto cobertas nos termos do parágrafo 3 (c) (i), as reduções de emissões a partir do deslocamento do uso do gás natural são elegíveis no âmbito desta metodologia, desde que a extensão geográfica da rede de distribuição de gás natural esteja dentro dos limites do país anfitrião.</p>	<p>Irrelevante:</p> <p>O biogás recuperado será queimado.</p>

7	Para as atividades de projeto cobertas nos termos do parágrafo 3 (c) (ii), as reduções de emissões para o deslocamento do uso de combustíveis podem ser reivindicadas através da metodologia do tipo I correspondente, por exemplo, AMS-I.C.	Irrelevante: O biogás recuperado será queimado.
8	Em particular, para o caso de 3 (b) e (c) (iii), o vazamento físico durante o armazenamento e transporte de biogás enriquecido, bem como as emissões de combustível fóssil consumidas pelos veículos para o transporte de biogás devem ser considerados. Procedimentos pertinentes do paragrafo 11 do Anexo 1 da metodologia AMS-III.H "Recuperação de metano em tratamento de águas residuais" devem ser seguidos neste contexto.	Irrelevante: O biogás recuperado será queimado.
9	Para as atividades de projeto cobertas nos termos do parágrafo 3 (b) e (c), esta metodologia é aplicável se o conteúdo de metano atualizado do biogás estiver de acordo com os regulamentos nacionais relevantes (caso existam), ou, na ausência de normas nacionais, no mínimo de 96% (em volume).	Irrelevante: O biogás recuperado será queimado.
10	Se o biogás recuperado é utilizado para a produção de hidrogênio (atividades do projeto cobertas nos termos do parágrafo 3 (d)), esse componente da atividade de projeto deve usar a metodologia correspondente AMS-III.O "Produção de hidrogênio utilizando metano extraído do biogás".	Irrelevante: O biogás recuperado será queimado.
11	Se o biogás recuperado é utilizado para atividades de projeto abrangidas pelo parágrafo 3 (e), esse componente da atividade de projeto deve utilizar a metodologia correspondente AMS-III.AQ "Introdução de Bio-CNG no transporte rodoviário".	Irrelevante: O biogás recuperado será queimado.
12	Novas instalações (projetos <i>Greenfield</i> ) e atividades de projeto que envolvam uma mudança de equipamento, resultando em um aumento da capacidade do sistema de tratamento de águas residuais ou de dejetos em comparação com a capacidade projetada do sistema de tratamento da linha de base, só são elegíveis para aplicar esta metodologia se cumprirem os requisitos pertinentes nas "Diretrizes Gerais para metodologias de MDL SSC". Além disso, os requisitos para demonstrar a vida útil remanescente do equipamento substituído devem ser seguidos, conforme descrito nas orientações gerais.	Irrelevante: O projeto proposto não envolverá novas instalações nem alterações nos equipamentos.
13	A localização da estação de tratamento de águas residuais bem como a fonte de geração de águas residuais devem ser definidas e descritas, única e exclusivamente, no DCP.	Aplicável: A localização da UNESP - Campus de Guaratinguetá, fonte de geração das águas residuais e local de instalação da miniEETERA, está única e exclusivamente definida e descrita para este projeto.

14	Essas medidas estão limitadas para aquelas que resultam em reduções globais de emissões inferiores ou iguais a 60kt de CO <sub>2</sub> equivalente por ano conforme toda atividade de projeto componente do tipo III.	Aplicável: A redução de emissões anuais de CO <sub>2</sub> equivalente é menor do que 60kt.
----	---	--

### B.3. Limites do projeto

De acordo com a metodologia AMS-III.H, o limite do projeto é o local físico e geográfico, onde ocorre o tratamento de águas residuais e lodo, nas situações de linha de base e de projeto. Ele abrange todas as instalações afetadas pela atividade de projeto, incluindo locais onde ocorre o processamento, transporte e aplicação ou disposição de produtos residuais, bem como biogás.

A atividade de projeto proposta abrange toda a instalação da FEG-UNESP, onde está implantada a miniEETERA em questão. Portanto, o limite da atividade de projeto cobre toda a geração de águas residuais, bem como o local onde está instalado o sistema de tratamento de águas e onde será instalado o sistema de armazenamento e queima do biogás. A miniEETERA não possui tratamento de lodo. O excesso de lodo originado pelo sistema é utilizado para aplicações de fertilização do solo. Nenhuma modificação será aplicada ao funcionamento da miniEETERA.

O diagrama a seguir ilustra os limites do projeto para a atividade de projeto proposta.

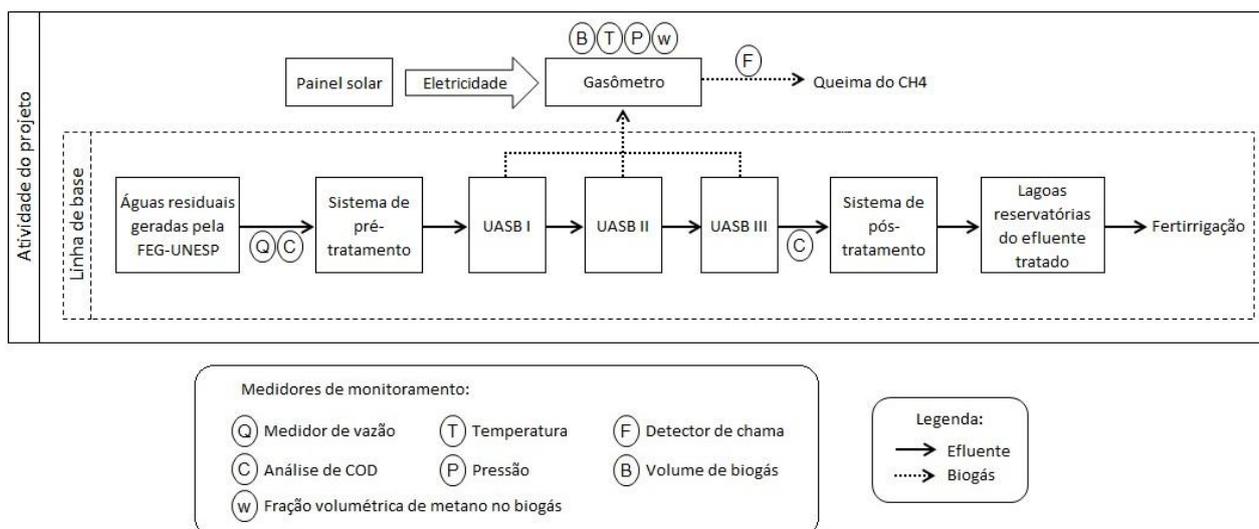


Figura 7 – Limites do projeto

A tabela a seguir apresenta em detalhes as fontes de emissão de GEE incluídas e excluídas dos cálculos de redução de emissões de acordo com a AMS-III.H.

	Fonte	GEE	Condição	Justificativa
Linha de Base	BE <sub>power,y</sub> Emissões por conta da utilização de eletricidade ou combustível fóssil.	CO <sub>2</sub>	Excluído	O sistema da miniEETERA, cenário da linha de base, não utiliza eletricidade nem qualquer forma de combustível fóssil para seu funcionamento.
	BE <sub>ww,treatment,y</sub> Emissões de metano dos sistemas de tratamento de águas residuais da linha de base.	CH <sub>4</sub>	Incluído	Principal fonte de emissão de metano, originado pela decomposição da matéria orgânica através dos processos anaeróbios da miniEETERA.
	BE <sub>s,treatment,y</sub> Emissões de metano dos sistemas de tratamento de lodo da linha de base.	CH <sub>4</sub>	Excluído	O cenário da linha de base não possui nenhum sistema de tratamento de lodo.
	BE <sub>ww,discharge,y</sub> Emissões de metano por conta da ineficiência dos sistemas de tratamento de águas residuais da linha de base e presença de carbono orgânico degradável no efluente tratado descarregado no rio/lago/mar.	CH <sub>4</sub>	Incluído	Após o tratamento pela miniEETERA, o efluente é depositado em um sistema de lagoas. Este sistema foi implantado com a função de armazenar o efluente tratado, que é utilizado para fertirrigação das áreas verdes da instalação.
	BE <sub>s,final,y</sub> Emissões de metano a partir da decomposição do lodo final gerado pelos sistemas de tratamento da linha de base.	CH <sub>4</sub>	Excluído	O cenário da linha de base não possui nenhum sistema de tratamento de lodo. O excesso de lodo originado pelo sistema é utilizado para aplicações de fertilização do solo nas instalações da linha de base. Portanto, de acordo com a AMS-III.H, este termo pode ser desconsiderado.
Projeto	PE <sub>power,y</sub> Emissões de CO <sub>2</sub> através de eletricidade e combustível utilizado pelas instalações do projeto.	CO <sub>2</sub>	Excluído	O projeto proposto é autossuficiente energeticamente. Toda energia elétrica gerada para o funcionamento do projeto provem de energia solar.
	PE <sub>ww,treatment,y</sub> Emissões de metano dos sistemas de tratamento de águas residuais afetados pela atividade de projeto, e não equipados com recuperação de biogás no cenário do projeto.	CH <sub>4</sub>	Excluído	O projeto proposto abrange a recuperação e combustão de todo o biogás gerado pelo sistema da miniEETERA.

$PE_{s,treatment,y}$ Emissões de metano dos sistemas de tratamento de lodo afetados pela atividade de projeto, e não equipados com recuperação de biogás na situação do projeto.	CH <sub>4</sub>	Excluído	O projeto proposto não possui nenhum sistema de tratamento de lodo.
$PE_{ww,discharge,y}$ Emissões de metano por conta da ineficiência dos sistemas de tratamento de águas residuais da atividade de projeto e presença de carbono orgânico degradável em águas residuais tratadas.	CH <sub>4</sub>	Incluído	Após o tratamento pela miniEETERA, o efluente é depositado em um sistema de lagoas. Este sistema foi implantado com a função de armazenar o efluente tratado, que é utilizado para fertirrigação das áreas verdes da instalação.
$PE_{s,final,y}$ Emissões de metano a partir da decomposição do lodo final gerado pelos sistemas de atividade de projeto de tratamento.	CH <sub>4</sub>	Excluído	O cenário da linha de base não possui nenhum sistema de tratamento de lodo. O excesso de lodo originado pelo sistema é utilizado para aplicações de fertilização do solo nas instalações da linha de base. Portanto, de acordo com a AMS-III.H, este termo pode ser desconsiderado.
$PE_{fugitive,y}$ Emissões de metano fugitivas devido a ineficiências em sistemas de captura.	CH <sub>4</sub>	Incluído	Devido a possíveis ineficiências do sistema de captura de biogás, este item deve ser incluído.
$PE_{flaring,y}$ Emissões de metano devido à queima incompleta.	CH <sub>4</sub>	Incluído	Emissões geradas pela possível queima incompleta do biogás devem ser consideradas.
$PE_{biomass,y}$ Emissões de metano a partir de biomassa armazenada em condições anaeróbicas que não teria ocorrido no cenário de linha de base.	CH <sub>4</sub>	Excluído	O projeto proposto não inclui nenhum tipo armazenamento de biomassa.

A atividade de projeto proposta envolve apenas medidas que armazenam e queimam o biogás gerado pela miniEETERA, ou seja, não envolve nenhuma medida que modifique o atual funcionamento do tratamento das águas residuais. Portanto, o efluente depois de tratado pela miniEETERA é depositado em um sistema de lagoas tanto no cenário da linha de base como no cenário da atividade de projeto.

Assim, tem-se que  $BE_{ww,discharge,y} = PE_{ww,discharge,y}$  e, portanto, estes parâmetros não serão considerados nos cálculos de redução de emissões (uma vez que são iguais), conforme está estabelecido pela AMS-III.H.

**B.4. Estabelecimento e descrição do cenário de linha de base**

O cenário da linha de base do projeto proposto consiste na continuação do tratamento das águas residuais realizada pela miniEETERA. Atualmente, todo o efluente gerado nas instalações da FEG-UNESP está sendo tratado pelo sistema em questão e, como resultado, o biogás originado desta atividade está sendo liberado na atmosfera.

A linha de base é referenciada pela metodologia AMS-III.H v16.0 no parágrafo 1 (d): “Introdução de recuperação e combustão de biogás em um sistema existente de tratamento anaeróbico de águas residuárias, como reator anaeróbico, lagoa, fossa séptica ou estação industrial no local”, conforme exposto no item B.2.

O processo de tratamento da miniEETERA é feito por meio de um sistema de três biodigestores anaeróbios de fluxo ascendente em manto de lodo (UASB - *Upflow Anaerobic Slodge Blanket*), dispostos em série e em formato cascata. Esses biodigestores funcionam através da ação de microorganismos anaeróbios presentes no manto de lodo que digerem a matéria orgânica presente no efluente, produzindo biogás.

Os dados necessários para a determinação das emissões da linha de base estão descritos a seguir.

Parâmetro	Variável	Valor	Unidade	Descrição / Fonte / Comentário
Volume de águas residuais tratadas no cenário da linha de base pelo sistema de tratamento <i>i</i> no ano <i>y</i>	$Q_{ww,i,y}$	21.948	m <sup>3</sup>	Fonte: SAEG Média do volume de águas residuais tratadas pela miniEETERA entre os meses set/2013 a fev/2014 = 1.829m <sup>3</sup> /mês 1.829*12=21.948m <sup>3</sup> /ano
Demanda Química de Oxigênio do fluxo de entrada de águas residuais tratadas pelo sistema de tratamento <i>i</i> no ano <i>y</i>	$COD_{inflow,i,y}$	0,000422	t/m <sup>3</sup>	Registros históricos Entrada: 422,66mg/litro
Eficiência da remoção da Demanda Química de Oxigênio na linha de base pelo sistema de tratamento <i>i</i> no ano <i>y</i>	$\eta_{COD,BL,i}$	0,71289	-	Registros históricos Entrada: 422,66 mg/litro Saída: 76,66 mg/litro (resultado da eficiência multiplicado por 0,89 para considerar incertezas, conforme definido na AMS-III.H)

Fator de correção para o metano na linha de base para o sistema de tratamento <i>i</i> de águas residuais	$MCF_{ww,treatment,BL,i}$	0,8	-	Valor padrão do IPCC para o Fator de Correção do Metano, conforme descrito na metodologia AMS-III.H, Tabela III.H.1, item "Reator anaeróbico sem recuperação de metano"
Capacidade de produção de metano por águas residuais	$B_{o,ww}$	0,25	kgCH <sub>4</sub> /kgCOD	Valor definido pelo IPCC
Fator de correção do modelo para considerar incertezas	$UF_{BL}$	0,89	-	Valor definido na AMS-III.H v16.0
Potencial de Aquecimento Global para o metano	$GWP_{CH_4}$	21	tCO <sub>2</sub> e/tCH <sub>4</sub>	Valor definido na AMS-III.H v16.0

Condições para aquisição de dados segundo a AMS-III.H:

- Ao determinar as emissões de linha de base, devem ser utilizados registros históricos de pelo menos um ano antes da implementação do projeto. Esta deve incluir, por exemplo, a eficiência de remoção de COD dos sistemas de tratamento de águas residuais, a quantidade de matéria seca do lodo, o consumo de energia elétrica e potência por m<sup>3</sup> de águas residuais tratadas, a quantidade de lodo final gerado por tonelada de COD removido, e todos os outros parâmetros necessários para determinação das emissões de linha de base.
- Para sistemas de tratamento de águas residuais que atuem há pelo menos três anos, e que um ano de dados históricos não estejam disponíveis, os seguintes procedimentos devem ser seguidos:
  - (a) Devem ser utilizados todos os dados disponíveis para determinar os parâmetros necessários (eficiência de remoção de COD, consumo específico de energia e de produção de lodo específico) para determinar as emissões de linha de base no ano *y*;
  - (b) Uma campanha de medição *ex ante* deve ser aplicada para determinar os parâmetros necessários (eficiência de remoção de COD, consumo específico de energia e de produção de lodo específico). A campanha de medição deve ser implementada nos sistemas de águas residuais da linha de base durante pelo menos 10 dias. As medições devem ser realizadas durante um período que é representativo para as condições de operação típicas dos sistemas e condições ambientais locais (temperatura, etc). Deve ser utilizado o valor médio da campanha de medição e o resultado deve ser multiplicado por 0,89 para consideração de incerteza (30% a 50%). Os parâmetros da campanha de medição são usados para calcular a emissão de linha de base no ano *y*;
  - (c) As emissões de linha de base do ano *y* devem ser consideradas como o menor valor entre os resultados de (a) e (b).
- No caso de projetos *Greenfield* e capacidade de adição de projetos ou instalações existentes sem histórico operacional de três anos, os seguintes procedimentos devem ser utilizados para determinar as emissões de linha de base:
  - (1) Para instalações existentes sem histórico operacional de três anos, os procedimentos descritos no item anterior devem ser seguidos;

- (2) Para projetos *Greenfield* e capacidade de adição de projetos, um dos seguintes procedimentos deve ser usado:
- a) Valor obtido a partir de uma campanha de medição em uma instalação de tratamento de águas residuais já existente e que seja comparável, ou seja, ter circunstâncias ambientais e tecnológicas similares como, por exemplo, o mesmo tipo de tratamento de águas residuais. Deve ser usado o valor médio da campanha de medição e o resultado deve ser multiplicado por 0,89 para consideração de incerteza (30% a 50%). A estação de tratamento e fonte de águas residuais escolhida para comparação pode ser considerada como semelhante à da instalação da linha de base quando as seguintes condições forem satisfeitas:
    - I. As duas fontes de águas residuais (instalação da atividade de projeto e instalação escolhida para comparação) são do mesmo tipo, por exemplo, ambas domésticas ou industriais;
    - II. A instalação selecionada e a da linha de base empregam a mesma tecnologia de tratamento (por exemplo, lagoas anaeróbias ou lodo ativado), e os tempos de retenção hidráulicos em seus sistemas de tratamento biológico e físico não variam mais de 20%;
    - III. Para atividade de projeto de tratamento de águas residuais industriais, as duas indústrias devem ter a mesma matéria prima e produtos finais, além de aplicar a mesma tecnologia industrial. Alternativamente, diferentes efluentes industriais podem ser considerados similares se as seguintes exigências forem cumpridas:
      - A relação COD/BOD (relacionada com a proporção de matéria orgânica biodegradável) não difere em mais de 20%;
      - A razão total de COD/COD<sub>solúvel</sub> (relacionada com a proporção de matéria orgânica em suspensão e, portanto, a capacidade de geração de lodo) não difere em mais de 20%.
  - b) Valor fornecido pelo fabricante/criador de uma estação *Greenfield* de tratamento de águas residuais usando a mesma tecnologia demonstrou ser conservador, por exemplo, valores médios das melhores 20% instalações com menor taxa de emissão por tonelada de COD removido entre as instalações implantadas nos últimos cinco anos, e projetadas para o mesmo país/região para tratar do mesmo tipo de águas residuais igual à atividade de projeto.

## **B.5. Demonstração da adicionalidade**

### **• Consideração prévia do MDL**

*[ Se a data de início da atividade do projeto for anterior à data de publicação do DCP para consulta à comentários das partes interessadas, os participantes do projeto devem fornecer provas de que ocorreu a consideração prévia do MDL para a aplicação do projeto, de acordo com as disposições aplicáveis relacionadas no documento "Guidelines on the Demonstration and Assessment of Prior Consideration of the CDM", disponibilizado pela UNFCCC. ]*

### **• Adicionalidade da atividade de projeto**

O projeto proposto tem como objetivo a instalação do sistema QRBBV para o saneamento do biogás gerado pela miniEETERA instalada na FEG-UNESP. O projeto tem redução de emissões de GEE na atmosfera de aproximadamente 20tCO<sub>2</sub>e/ano, através da captura e combustão do biogás gerado pelos processos anaeróbios da miniEETERA.

Portanto, o projeto proposto é classificado como um projeto de pequena escala e pode-se demonstrar a adicionalidade conforme as normas estabelecidas em “*Guidelines on the demonstration of additionality of small-scale project activities*” (versão 09.0).

De acordo com estas normas, os participantes do projeto devem fornecer explicações para mostrar que a atividade de projeto proposta não teria ocorrido devido à pelo menos um dos seguintes fatores:

- a) Barreira de investimento: uma alternativa financeiramente mais viável para a atividade de projeto teria levado a emissões maiores;
- b) Barreira tecnológica: uma alternativa menos avançada tecnologicamente para a atividade de projeto teria levado a emissões maiores;
- c) Barreira devido à prática dominante: regulamentos burocráticos ou políticas existentes teriam levado à implementação de uma tecnologia de emissões maiores.
- d) Outras barreiras: sem a atividade de projeto, devido à outra razão específica identificada pelo participante do projeto, como barreiras institucionais ou informações limitadas, recursos de gerenciamento, capacidade organizacional, recursos financeiros, ou capacidade de absorver novas tecnologias, as emissões teriam sido maiores.

Para o projeto proposto, uma análise de barreira de investimento pode ser aplicada para a demonstração da adicionalidade do projeto.

De acordo com o documento “*Non-binding best practice examples to demonstrate additionality for SSC project activities*”, exemplos para a análise de barreira de investimento incluem: aplicação da análise de comparação de investimento usando um indicador financeiro relevante; aplicação de uma análise de *benchmark*; ou uma análise simples de custo (onde MDL é a única fonte de receita).

Portanto, a atividade de projeto proposta se demonstra adicional, dado que o projeto tem o MDL como a única fonte de receita.

No Brasil não existe nenhuma regulamentação obrigatória para a queima de metano gerado por sistemas de tratamento de águas residuais e os participantes do projeto não têm nenhum outro motivo para a implantação do projeto além da redução de emissões de GEE e o recebimento dos créditos de carbono.

## **B.6. Redução de emissões**

### **B.6.1. Explicação das escolhas metodológicas**

#### **➤ Emissões da linha de base**

Sistemas de tratamento de águas residuais e de tratamento de lodos equipados com uma instalação de recuperação de biogás na linha de base devem ser excluídos dos cálculos de emissões de linha de base. As emissões da linha de base para os sistemas afetados pela atividade de projeto podem consistir em:

- (i) Emissões por conta da utilização de eletricidade ou combustível fóssil ( $BE_{power,y}$ );
- (ii) Emissões de metano dos sistemas de tratamento de águas residuais da linha de base ( $BE_{ww,treatment,y}$ );
- (iii) Emissões de metano dos sistemas de tratamento de lodo da linha de base ( $BE_{s,treatment,y}$ );
- (iv) Emissões de metano por conta da ineficiência dos sistemas de tratamento de águas residuais da linha de base e presença de carbono orgânico degradável no efluente tratado descarregado no rio/lago/mar ( $BE_{ww,discharge,y}$ );

- (v) Emissões de metano a partir da decomposição do lodo final gerado pelos sistemas de tratamento da linha de base ( $BE_{s,final,y}$ ).

$$BE_y = \{BE_{power,y} + BE_{ww,treatment,y} + BE_{s,treatment,y} + BE_{ww,discharge,y} + BE_{s,final,y}\}$$

Onde:

$BE_y$	Emissões de linha de base no ano $y$ ( $tCO_2e$ ).
$BE_{power,y}$	Emissões de linha de base por consumo de eletricidade ou de combustível no ano $y$ ( $tCO_2e$ ).
$BE_{ww,treatment,y}$	Emissões de linha de base dos sistemas de tratamento de águas residuais afetados pela atividade de projeto no ano $y$ ( $tCO_2e$ ).
$BE_{s,treatment,y}$	Emissões de linha de base dos sistemas de tratamento de lodo afetados pela atividade de projeto no ano $y$ ( $tCO_2e$ ).
$BE_{ww,discharge,y}$	Emissões de metano na linha de base por carbono orgânico degradável em águas residuais tratadas descarregadas no mar/rio/lago no ano $y$ ( $tCO_2e$ ). O valor deste termo é zero para o caso 1 (b).
$BE_{s,final,y}$	Emissões de metano na linha de base por decomposição anaeróbia do lodo final produzido no ano $y$ ( $tCO_2e$ ). Se o lodo é queimado controladamente, disposto em um aterro sanitário com recuperação de biogás, ou utilizado para aplicação no solo no cenário de referência, este termo deve ser negligenciado.

Fonte	Incluído?	Justificativa
$BE_{power,y}$	Não	O sistema da miniEETERA, cenário da linha de base, não utiliza eletricidade nem qualquer forma de combustível fóssil para seu funcionamento.
$BE_{ww,treatment,y}$	Sim	Principal fonte de emissão de metano, originado pela decomposição da matéria orgânica através dos processos da miniEETERA.
$BE_{s,treatment,y}$	Não	O cenário da linha de base não possui nenhum sistema de tratamento de lodo. O excesso de lodo originado pelo sistema é utilizado para aplicações de fertilização do solo.
$BE_{ww,discharge,y}$	Não	Conforme justificado no item B.3., o cenário da linha de base e o cenário da atividade de projeto são iguais e, portanto, este parâmetro não será considerado para o cálculo de emissões.
$BE_{s,final,y}$	Não	O cenário da linha de base não possui sistema de tratamento de lodo. O excesso de lodo originado pelo sistema é utilizado para aplicações de fertilização do solo.

Portanto, a linha de base para o projeto proposto é calculada conforme:

$$BE_y = BE_{ww,treatment,y}$$

→ **Emissões de linha de base dos sistemas de tratamento de águas residuais afetados pela atividade de projeto no ano  $y$  ( $BE_{ww,treatment,y}$ )**

Emissões de metano geradas por sistemas de tratamento de águas residuais afetados pelo projeto no cenário de linha de base ( $BE_{ww,treatment,y}$ ) são determinadas usando o coeficiente de Demanda Química de Oxigênio (COD) da instalação.

$$BE_{ww,treatment,y} = \sum (Q_{ww,i,y} * COD_{inflow,i,y} * \eta_{COD,BL} * MCF_{ww,treatment,BL,i}) * B_{o,ww} * UF_{BL} * GWP_{CH4}$$

Onde:

$Q_{ww,i,y}$	Volume de águas residuais tratadas pelo sistema de tratamento $i$ no ano $y$ no cenário da linha de base ( $m^3$ ). Para a estimativa <i>ex ante</i> , o volume de geração de águas residuais previstas ou a capacidade projetada da estação de tratamento de águas residuais pode ser usada. No entanto, o cálculo das reduções de emissões <i>ex post</i> deve ser baseado no volume real monitorado de águas residuais tratadas.
$COD_{inflow,i,y}$	Demanda química de oxigênio do fluxo de entrada de águas residuais do sistema de tratamento $i$ no ano $y$ no cenário de linha de base ( $t/m^3$ ). Valor médio pode ser utilizado através de amostragem com um nível de confiança/precisão de 90%.
$\eta_{COD,BL,i}$	Eficiência de remoção do COD do sistema de tratamento $i$ no cenário da linha de base.
$MCF_{ww,treatment,BL,i}$	Fator de correção do metano para o sistema de tratamento $i$ no cenário da linha de base (valores referidos conforme a Tabela III.H.1).
$i$	Índice do sistema de tratamento de águas residuais da linha de base.
$B_{o,ww}$	Capacidade de produção de metano por águas residuais (valor definido pelo IPCC de $0,25kg\ CH_4/kg\ COD$ ).
$UF_{BL}$	Fator de correção do modelo para considerar incertezas (0,89).
$GWP_{CH_4}$	Potencial de Aquecimento Global para o metano (valor de 21).

Se o sistema de tratamento de linha de base é diferente do sistema de tratamento no cenário do projeto, os valores COD monitorados do fluxo de entrada durante período de crédito serão usados para calcular as emissões de linha de base *ex post*.

O Fator de Correção do Metano (MCF) deve ser determinado com base na tabela a seguir:

**Tabela III.H.1 - Valores padrão do IPCC para Fator de Correção do Metano (MCF)**

Tipo de tratamento de águas residuais e sistema ou caminho de descarga	Valor MCF
Descarga de águas residuais no mar, rio ou lago	0,1
Tratamento aeróbio, bem manejado	0,0
Tratamento aeróbio, mal manejado ou sobrecarregado	0,3
Digestor anaeróbio para lodo sem recuperação de metano	0,8
Reator anaeróbio sem recuperação de metano	0,8
Lagoa anaeróbia rasa (profundidade menor que 2 metros)	0,2
Lagoa anaeróbia profunda (profundidade maior que 2 metros)	0,8
Sistema de fossa séptica	0,5

A atividade de projeto proposta se enquadra conforme o item “Reator anaeróbio sem recuperação de metano”. Portanto, o valor do MCF a ser utilizado será 0,8.

#### ➤ **Emissões da atividade de projeto**

Emissões da atividade de projeto dos sistemas afetados pela atividade de projeto são:

- (i) Emissões de  $CO_2$  através do consumo de eletricidade e combustível utilizado pelas instalações do projeto ( $PE_{power,y}$ );
- (ii) Emissões de metano dos sistemas de tratamento de águas residuais afetados pela atividade de projeto e não equipados com recuperação de biogás no cenário da atividade de projeto ( $PE_{ww,treatment,y}$ );

- (iii) Emissões de metano dos sistemas de tratamento de lodo afetados pela atividade de projeto e não equipados com recuperação de biogás na situação do projeto ( $PE_{s,treatment,y}$ );
- (iv) Emissões de metano por conta da ineficiência dos sistemas de tratamento de águas residuais da atividade de projeto e presença de carbono orgânico degradável em águas residuais tratadas ( $PE_{ww,discharge,y}$ );
- (v) Emissões de metano a partir da decomposição do lodo final gerado pelos sistemas de tratamento da atividade de projeto ( $PE_{s,final,y}$ );
- (vi) Emissões de metano fugitivas devido à ineficiências em sistemas de captura ( $PE_{fugitive,y}$ );
- (vii) Emissões de metano devido à queima incompleta ( $PE_{flaring,y}$ );
- (viii) Emissões de metano a partir de biomassa armazenada em condições anaeróbias que não teria ocorrido no cenário de linha de base ( $PE_{biomass,y}$ ).

$$PE_y = \left\{ \begin{array}{l} PE_{power,y} + PE_{ww,treatment,y} + PE_{s,treatment,y} + PE_{ww,discharge,y} \\ + PE_{s,final,y} + PE_{fugitive,y} + PE_{flaring,y} + PE_{biomass,y} \end{array} \right\}$$

Onde:

- $PE_y$  Emissões da atividade de projeto no ano  $y$  ( $tCO_2e$ ).
- $PE_{power,y}$  Emissões através do consumo de eletricidade ou de combustível no ano  $y$  ( $tCO_2e$ ).
- $PE_{ww,treatment,y}$  Emissões de metano dos sistemas de tratamento de águas residuais afetados pela atividade de projeto e não equipados com recuperação de biogás, no ano  $y$  ( $tCO_2e$ ).
- $PE_{s,treatment,y}$  Emissões de metano de sistemas de tratamento de lodo afetados pela atividade de projeto, e não equipados com recuperação de biogás, no ano  $y$  ( $tCO_2e$ ).
- $PE_{ww,discharge,y}$  Emissões de metano pela degradação de carbono orgânico em águas residuais tratadas no ano  $y$  ( $tCO_2e$ ).
- $PE_{s,final,y}$  Emissões de metano da decomposição anaeróbia do lodo final produzido no ano  $y$  ( $tCO_2e$ ).
- $PE_{fugitive,y}$  Emissões de metano por fuga de biogás em sistemas de armazenamento no ano  $y$  ( $tCO_2e$ ).
- $PE_{flaring,y}$  Emissões de metano devido à queima incompleta no ano  $y$  ( $tCO_2e$ ).
- $PE_{biomass,y}$  Emissões de metano a partir de biomassa armazenada em condições anaeróbias no ano  $y$  ( $tCO_2e$ ).

Fonte	Incluído?	Justificativa
$PE_{power,y}$	Não	O projeto proposto é autossuficiente energeticamente. Toda energia elétrica gerada para o funcionamento do projeto provem de energia solar.
$PE_{ww,treatment,y}$	Não	O projeto proposto abrange o tratamento com recuperação e combustão de todo o biogás gerado pelo sistema da miniEETÉRA.
$PE_{s,treatment,y}$	Não	O projeto proposto não possui nenhum sistema de tratamento de lodo. O excesso de lodo originado pelo sistema será utilizado para aplicações de fertilização do solo.
$PE_{ww,discharge,y}$	Não	Conforme justificado no item B.3., o cenário da linha de base e o cenário da atividade de projeto são iguais e, portanto, este parâmetro não será considerado para o cálculo de emissões.

$PE_{s,final,y}$	Não	O projeto proposto não possui sistema de tratamento de lodo. O excesso de lodo originado pelo sistema será utilizado para aplicações de fertilização do solo.
$PE_{fugitive,y}$	Sim	Devido a possíveis ineficiências do sistema de armazenamento de biogás, este item deve ser incluído.
$PE_{flaring,y}$	Sim	Emissões geradas pela possível queima incompleta do biogás devem ser consideradas.
$PE_{biomass,y}$	Não	O projeto proposto não inclui nenhum tipo armazenamento de biomassa.

Portanto, a emissão da atividade de projeto proposta é calculada conforme:

$$PE_y = \{PE_{fugitive,y} + PE_{flaring,y}\}$$

→ **Emissões de metano por fuga de biogás em sistemas de armazenamento no ano y**  
( $PE_{fugitive,y}$ )

Emissões de metano pelo projeto através de fugas no sistema de armazenamento são determinadas como se segue:

(a) Com base no potencial de emissão de metano de águas residuais e/ou lodo:

$$PE_{fugitive,y} = PE_{fugitive,ww,y} + PE_{fugitive,s,y}$$

Onde:

$PE_{fugitive,ww,y}$  Emissões fugitivas devido à ineficiência de captação dos sistemas de tratamento de águas residuais anaeróbias no ano y (tCO<sub>2</sub>e).

$PE_{fugitive,s,y}$  Emissões fugitivas devido à ineficiência de captação dos sistemas de tratamento de lodo no ano y (tCO<sub>2</sub>e).

Fonte	Incluído?	Justificativa
$PE_{fugitive,ww,y}$	Sim	Sistema de tratamento de águas residuais anaeróbias é a principal fonte de emissão de metano pela miniEETERA.
$PE_{fugitive,s,y}$	Não	O projeto proposto não possui sistema de tratamento de lodo.

$$PE_{fugitive,ww,y} = (1 - CFE_{ww}) * MEP_{ww,treatment,y} * GWP_{CH4}$$

Onde:

$CFE_{ww}$  Eficiência de captação de biogás em sistemas de tratamento de águas residuais (valor padrão de 0,9 deve ser utilizado).

$MEP_{ww,treatment,y}$  Potencial de emissão de metano de sistemas de tratamento de águas residuais equipados com captação de biogás no ano y (t).

$$MEP_{ww,treatment,y} = Q_{ww,y} * B_{o,ww} * UF_{PJ} * \sum_k COD_{removed,PJ,k,y} * MCF_{ww,treatment,PJ,k}$$

Onde:

$COD_{removed,PJ,k,y}$	Demanda Química de Oxigênio removida pelo sistema de tratamento $k$ equipado com captação de biogás da atividade de projeto no ano $y$ ( $t/m^3$ )
$MCF_{ww,treatment,PJ,k}$	Fator de correção do metano para sistema de tratamento de águas residuais $k$ com equipado com captação de biogás (valores de MCF conforme descritos na Tabela III.H.1)
$UF_{PJ}$	Fator de correção do modelo para considerar incertezas (1,12).

(b) Opcionalmente, um valor padrão de  $0,05m^3$  de fuga de biogás/ $m^3$  de biogás produzido pode ser utilizado como alternativa aos cálculos do item anterior.

→ **Emissões de metano devido à queima incompleta no ano  $y$  ( $PE_{flaring,y}$ )**

Para a estimativa *ex ante*, o cálculo das emissões para tratamento de águas residuais e/ou tratamento de lodo pode ser realizado utilizando as respectivas equações da linha de base (equações 2 e 3 da AMS-III.H), porém sem a consideração do GWP para  $CH_4$ .

O projeto proposto não possui tratamento de lodo e as emissões geradas são apenas através do tratamento de águas residuais. Portanto:

$$PE_{flaring,y} = \sum (Q_{ww,i,y} * COD_{inflow,i,y} * \eta_{COD,BL} * MCF_{ww,treatment,BL,i}) * B_{o,ww} * UF_{BL}$$

Para o cálculo da redução de emissão *ex post*, deve ser realizado o procedimento de acordo com a ferramenta “*Project emissions from flaring*”, usando dados reais monitorados.

Esta ferramenta é aplicável para a queima de gases de efeito estufa se:

- O metano é o componente com a maior concentração no gás residual; e
- A fonte de gás residual é de mina de carvão ou de um gás a partir de uma fonte biogênica (por exemplo, biogás, gás de aterro sanitário ou gás de tratamento de águas residuais).

A ferramenta não é aplicável com a utilização de combustíveis auxiliares e, portanto, o gás residual deve ter a presença de gás inflamável suficiente para sustentar a combustão. Para o caso de *flare* fechado, devem ser utilizadas as especificações de funcionamento fornecidas pelo fabricante do *flare*.

Para a atividade de projeto proposta, a geração de gás ocorre através do tratamento de águas residuais e o metano é o principal componente do biogás gerado. Nenhum gás será utilizado como combustível auxiliar e o sistema possui um *flare* do tipo aberto. Portanto, a ferramenta é aplicável ao projeto proposto.

Esta ferramenta determina o procedimento para o cálculo das emissões do projeto decorrentes da queima de gás residual ( $PE_{flaring,y}$ ) com base na eficiência do *flare* ( $\eta_{flare,m}$ ) e o fluxo de massa de metano para a queima ( $F_{CH_4,RG,m}$ ). A eficiência do *flare* é determinada para cada minuto  $m$  do ano  $y$  em função de dados reais monitorados ou valores padrão.

O procedimento para cálculo das emissões do projeto é dado pelas seguintes etapas:

Passo 1: Determinação do fluxo de massa de metano do gás residual;

Passo 2: Determinação da eficiência do *flare*;

Passo 3: Cálculo das emissões do projeto provenientes da queima.

- Passo 1: Determinação do fluxo de massa de metano do gás residual

A ferramenta “*Tool to determine the mass flow of a greenhouse gas in a gaseous stream*” deve ser utilizada para determinar o parâmetro  $F_{CH_4,m}$ , que é medido como o fluxo de massa durante o

minuto  $m$ . Este parâmetro deve ser utilizado para determinar a massa de metano que alimentará o flare no minuto  $m$  ( $F_{CH_4,RG,m}$ ).  $F_{CH_4,m}$  deve ser determinado sob a condição *dry basis*.

Os seguintes quesitos são aplicados:

- A ferramenta para determinar fluxo de massa em corrente gasosa deve ser aplicada para o gás residual;
- O fluxo da corrente gasosa deve ser medido de forma contínua;
- O CH<sub>4</sub> é o gás de efeito estufa para o qual o fluxo de massa deve ser determinado;
- A simplificação oferecida para calcular a massa molecular da corrente gasosa é válida (equações 3 e 17 da ferramenta); e
- O intervalo de tempo  $t$  em que o fluxo de massa deve ser calculado é cada minuto  $m$ .

De acordo com a ferramenta “*Tool to determine the mass flow of a greenhouse gas in a gaseous stream*”, o fluxo de massa de um gás de estufa  $i$  numa corrente gasosa ( $F_{i,t}$ ) é determinado através de medição da fração volumétrica e do fluxo da corrente gasosa. Existem seis diferentes maneiras de fazer essas medições, mostradas na tabela a seguir.

Opção	Fluxo da corrente gasosa	Fração volumétrica
A	fluxo de volume – <i>dry basis</i>	<i>dry basis</i> ou <i>wet basis</i>
B	fluxo de volume – <i>wet basis</i>	<i>dry basis</i>
C	fluxo de volume – <i>wet basis</i>	<i>wet basis</i>
D	fluxo de massa – <i>dry basis</i>	<i>dry basis</i> ou <i>wet basis</i>
E	fluxo de massa – <i>wet basis</i>	<i>dry basis</i>
F	fluxo de massa – <i>wet basis</i>	<i>wet basis</i>

O projeto proposto utilizará a opção A.

### Opção A

A medição do fluxo sob condição *dry basis* não é aplicável para uma corrente gasosa úmida. Portanto, é necessário demonstrar que a corrente gasosa é seca para usar esta opção. Há duas maneiras para isto:

- (a) Medir o teor de humidade da corrente gasosa ( $C_{H_2O,t,db,n}$ ) e demonstrar que este é menor ou igual a 0,05 kg de H<sub>2</sub>O / m<sup>3</sup> de gás seco; ou
- (b) Demonstrar que a temperatura da corrente gasosa ( $T_t$ ) é inferior a 60°C (333,15 K) no ponto de medição de fluxo.

Se não puder ser demonstrado que a corrente gasosa é seca, então a medida de fluxo deve ser considerada sob condição *wet basis* e a opção correspondente deve ser aplicada.

O projeto proposto medirá a temperatura da corrente gasosa no ponto de medição de fluxo para provar que a temperatura ( $T_t$ ) é inferior a 60°C (333,15 K).

O fluxo de massa de um gás de efeito estufa ( $F_{i,t}$ ) é determinado como se segue:

$$F_{i,t} = V_{t,db} * v_{i,t,db} * \rho_{i,t}$$

Com

$$\rho_{i,t} = \frac{P_t * MM_i}{R_u * T_t}$$

Onde:

$F_{i,t}$	Fluxo de massa do gás de efeito estufa $i$ na corrente gasosa no intervalo de tempo $t$ (kg gás/h)
$V_{t,db}$	Fluxo volumétrico da corrente gasosa no intervalo de tempo $t$ na condição <i>dry basis</i> (m <sup>3</sup> gás seco/h)
$V_{i,t,db}$	Fração volumétrica do gás de efeito estufa $i$ no intervalo de tempo $t$ na condição <i>dry basis</i> (kg gás $i$ / m <sup>3</sup> gás seco)
$\rho_{i,t}$	Densidade do gás de efeito estufa $i$ na corrente gasosa no intervalo de tempo $t$ (kg gás $i$ / m <sup>3</sup> gás $i$ )
$P_t$	Pressão absoluta da corrente gasosa no intervalo de tempo $t$ (Pa)
$MM_i$	Massa molecular do gás de efeito estufa $i$ (kg/kmol)
$R_u$	Constante universal dos gases (Pa.m <sup>3</sup> /kmol.K)
$T_t$	Temperatura da corrente gasosa no intervalo de tempo $t$ (K)

- Passo 2: Determinação da eficiência do flare

A eficiência do *flare* depende da eficiência de combustão no queimador e o tempo que o *flare* está operando. Para determinar a eficiência de *flares* fechados, há a opção de aplicar um valor padrão ou determinar a eficiência com base em dados monitorados. Para *flares* abertos um valor padrão deve ser aplicado. O tempo em que o *flare* está em operação deve ser monitorado usando um detector de chamas e, para o caso de *flares* fechados, devem ser cumpridos os requisitos de controle previstos pelas especificações do fabricante.

O projeto proposto utiliza um *flare* do tipo aberto. Portanto, segundo a ferramenta “*Project emissions from flaring*”, a eficiência do *flare* no minuto  $m$  ( $\eta_{flare,m}$ ) é de 50% quando a chama for detectada no minuto  $m$  ( $Flame_m$ ), caso contrário  $\eta_{flare,m}$  é igual a 0%.

- Passo 3: Cálculo das emissões do projeto provenientes da queima

Emissões do projeto provenientes da queima são calculadas como a soma das emissões de cada minuto  $m$  no ano  $y$ , com base no fluxo de massa de metano no gás residual ( $F_{CH_4,RG,m}$ ) e na eficiência do *flare* ( $\eta_{flare,m}$ ), como segue:

$$PE_{flaring,y} = GWP_{CH_4} \times \sum_{m=1}^{525600} F_{CH_4,RG,m} \times (1 - \eta_{flare,m}) \times 10^{-3}$$

Onde:

$F_{CH_4,RG,m}$	Fluxo de massa de metano no gás residual no minuto $m$ (kg)
$\eta_{flare,m}$	Eficiência do <i>flare</i> no minuto $m$

➤ Fugas

Segundo a AMS-III.H, se a tecnologia estiver utilizando equipamento transferido de outra atividade, os efeitos de fuga no local da outra atividade devem ser considerados e estimados ( $LE_y$ ).

O projeto proposto não utiliza nenhum equipamento transferido, portanto nenhuma fuga é aplicável ( $LE_y = 0$ ).

➤ Redução de emissões

- **Redução de emissões (ex ante)**

Em todos os cenários previstos no parágrafo 1 da AMS-III.H, as reduções de emissões devem ser estimados *ex ante* no DCP usando as equações fornecidas acima nas seções de emissões de linha de base, do projeto e de fuga. As reduções de emissões devem ser estimadas *ex ante* da seguinte forma:

$$ER_{y,ex\ ante} = BE_{y,ex\ ante} - (PE_{y,ex\ ante} + LE_{y,ex\ ante})$$

Onde:

$ER_{y,ex\ ante}$	Redução de emissões <i>ex ante</i> no ano $y$ (tCO <sub>2</sub> e)
$BE_{y,ex\ ante}$	Emissões da linha de base <i>ex ante</i> no ano $y$ (tCO <sub>2</sub> e)
$PE_{y,ex\ ante}$	Emissões do projeto <i>ex ante</i> no ano $y$ (tCO <sub>2</sub> e)
$LE_{y,ex\ ante}$	Emissões de fuga <i>ex ante</i> no ano $y$ (tCO <sub>2</sub> e)

#### • Redução de emissões (*ex post*)

De acordo com o cenário previsto para o projeto proposto (caso descrito no parágrafo 1 (d) da AMS-III.H), a redução de emissões *ex post* deve ser baseada no menor valor dentre os seguintes itens:

- A quantidade de metano recuperado e queimado ( $MD_y$ ) durante o período de crédito, que deve ser monitorada *ex post*;
- As emissões *ex post* calculadas para a linha de base, para o projeto e para fuga devem ser baseados em dados reais monitorados pela atividade de projeto.

De acordo com a AMS-III.H, é possível que a atividade de projeto envolva sistemas de tratamento de águas residuais e de tratamento de lodo com fatores de conversão de metano (MCF) maiores ou com maior eficiência do que os sistemas de tratamento utilizados na situação de linha de base. Portanto, as reduções de emissões obtidas pela atividade do projeto estão limitadas ao cálculo *ex post* das emissões da linha de base menos as emissões do projeto usando dados reais monitorados para a atividade de projeto. A redução de emissões obtida no ano  $y$  será o menor valor dentre os seguintes:

$$ER_{y,ex\ post} = \min \left( (BE_{y,ex\ post} - PE_{y,ex\ post} - LE_{y,ex\ post}), (MD_y - PE_{power,y} - PE_{biomass,y} - LE_{y,ex\ post}) \right)$$

Onde:

$ER_{y,ex\ post}$	Redução de emissões <i>ex post</i> alcançada pela atividade de projeto baseado em valores monitorados no ano $y$ (tCO <sub>2</sub> e)
$BE_{y,ex\ post}$	Emissões da linha de base calculadas <i>ex post</i> usando valores monitorados no ano $y$ (tCO <sub>2</sub> e)
$PE_{y,ex\ post}$	Emissões do projeto calculadas <i>ex post</i> usando valores monitorados no ano $y$ (tCO <sub>2</sub> e)
$MD_y$	Quantidade de metano capturado e destruído pela atividade de projeto no ano $y$ (tCO <sub>2</sub> e)

No caso da queima/combustão, o parâmetro  $MD_y$  deve ser medido usando as condições do processo de queima:

$$MD_y = BG_{burnt,y} * w_{ch4,y} * D_{CH4} * FE * GWP_{CH4}$$

Onde:

$B_{G_{burnt,y}}$	Quantidade de biogás queimado no ano $y$ ( $m^3$ )
$W_{CH_4,y}$	Fração de metano no biogás no ano $y$ (fração volumétrica)
$D_{CH_4}$	Densidade do metano nas condições de temperatura e pressão do biogás no ano $y$ ( $t/m^3$ )
FE	Eficiência do <i>flare</i> no ano $y$ (fração)

### B.6.2. Dados e parâmetros fixos *ex ante*

Dado / Parâmetro	<b>GWP<sub>CH4</sub></b>
Unidade	tCO <sub>2</sub> e/tCH <sub>4</sub>
Descrição	Potencial de Aquecimento Global para o metano
Fonte do dado	AMS-III.H v16.0
Valor aplicado	21
Escolha do dado ou Métodos e procedimentos de medição	Valor definido na AMS-III.H v16.0
Propósito do dado	Cálculo de emissões de linha de base e emissões do projeto
Comentário adicional	-

Dado / Parâmetro	<b>B<sub>o,ww</sub></b>
Unidade	kgCH <sub>4</sub> /kgCOD
Descrição	Capacidade de produção de metano por águas residuais
Fonte do dado	IPCC
Valor aplicado	0,25
Escolha do dado ou Métodos e procedimentos de medição	Valor definido pelo IPCC, conforme apresentado na AMS-III.H v16.0
Propósito do dado	Cálculo de emissões de linha de base
Comentário adicional	-

Dado / Parâmetro	<b>UF<sub>BL</sub></b>
Unidade	-
Descrição	Fator de correção do modelo para considerar incertezas
Fonte do dado	AMS-III.H v16.0
Valor aplicado	0,89
Escolha do dado ou Métodos e procedimentos de medição	Valor definido na AMS-III.H v16.0
Propósito do dado	Cálculo de emissões de linha de base
Comentário adicional	-

Dado / Parâmetro	<b>UF<sub>PJ</sub></b>
Unidade	-
Descrição	Fator de correção do modelo para considerar incertezas
Fonte do dado	AMS-III.H v16.0
Valor aplicado	1,12
Escolha do dado ou Métodos e procedimentos de medição	Valor definido na AMS-III.H v16.0
Propósito do dado	Cálculo de emissões do projeto
Comentário adicional	-

Dado / Parâmetro	<b>MCF<sub>ww,treatment,BL,i</sub> = MCF<sub>ww,treatment,PJ,k</sub></b>
Unidade	-
Descrição	Fator de correção do metano para o sistema de tratamento do projeto
Fonte do dado	IPCC
Valor aplicado	0,8
Escolha do dado ou Métodos e procedimentos de medição	Valor padrão do IPCC para o Fator de Correção do Metano, conforme descrito na metodologia AMS-III.H.v16.0, Tabela III.H.1, item “Reator anaeróbico sem recuperação de metano”
Propósito do dado	Cálculo de emissões de linha de base e emissões do projeto
Comentário adicional	-

Dado / Parâmetro	<b>CFE<sub>ww</sub></b>
Unidade	-
Descrição	Eficiência de captação de biogás em sistemas de tratamento de águas residuais
Fonte do dado	AMS-III.H v16.0
Valor aplicado	0,9
Escolha do dado ou Métodos e procedimentos de medição	Valor definido na AMS-III.H v16.0
Propósito do dado	Cálculo de emissões do projeto
Comentário adicional	-

Dado / Parâmetro	<b>MM<sub>CH4</sub></b>
Unidade	kg/kgmol
Descrição	Massa molecular do metano
Fonte do dado	“ <i>Tool to determine the mass flow of a greenhouse gas in a gaseous stream</i> ” (versão 02.0.0)
Valor aplicado	16,04
Escolha do dado ou Métodos e procedimentos de medição	Valor definido na ferramenta “ <i>Tool to determine the mass flow of a greenhouse gas in a gaseous stream</i> ” (versão 02.0.0)
Propósito do dado	Cálculo de emissões do projeto
Comentário adicional	Cálculo <i>ex post</i> da emissão de metano devido à queima incompleta

Dado / Parâmetro	$R_u$
Unidade	$\text{Pa.m}^3/\text{kmol.K}$
Descrição	Constante universal dos gases ideais
Fonte do dado	"Tool to determine the mass flow of a greenhouse gas in a gaseous stream" (versão 02.0.0)
Valor aplicado	8.314
Escolha do dado ou Métodos e procedimentos de medição	Valor definido na ferramenta "Tool to determine the mass flow of a greenhouse gas in a gaseous stream" (versão 02.0.0)
Propósito do dado	Cálculo de emissões do projeto
Comentário adicional	Cálculo <i>ex post</i> da emissão de metano devido à queima incompleta

### B.6.3. Cálculo *ex ante* das reduções de emissões

#### ➤ Emissões da linha de base

As emissões da linha de base ( $BE_y$ ) para o projeto proposto são calculadas conforme:

$$BE_y = BE_{ww,treatment,y}$$

→ **Emissões de linha de base dos sistemas de tratamento de águas residuais afetados pela atividade de projeto no ano y ( $BE_{ww,treatment,y}$ )**

Emissões de metano geradas por sistemas de tratamento de águas residuais afetados pelo projeto no cenário de linha de base ( $BE_{ww,treatment,y}$ ) são determinadas como:

$$BE_{ww,treatment,y} = \sum (Q_{ww,i,y} * COD_{inflow,i,y} * \eta_{COD,BL} * MCF_{ww,treatment,BL,i}) * B_{o,ww} * UF_{BL} * GWP_{CH4}$$

Variável	Valor	Unidade	Descrição / Fonte / Comentário
$Q_{ww,i,y}$	21.948	$\text{m}^3$	Fonte: SAEG Média do volume de águas residuais tratadas pela miniEETERA entre os meses set/2013 a fev/2014 = $1.829\text{m}^3/\text{mês}$ $1.829 * 12 = 21.948\text{m}^3/\text{ano}$
$COD_{inflow,i,y}$	0,000422	$\text{t}/\text{m}^3$	Registros históricos Entrada: 422,66mg/litro
$\eta_{COD,BL,i}$	0,71289	-	Registros históricos Entrada: 422,66 mg/litro Saída: 76,66 mg/litro (resultado da eficiência multiplicado por 0,89 para considerar incertezas, conforme definido na AMS-III.H)

$MCF_{ww,treatment,BL,i}$	0,8	-	Valor padrão do IPCC para o Fator de Correção do Metano, conforme descrito na metodologia AMS-III.H v16.0, Tabela III.H.1, item “Reator anaeróbico sem recuperação de metano”
$B_{o,ww}$	0,25	kgCH <sub>4</sub> /kgCOD	Valor definido pelo IPCC
$UF_{BL}$	0,89	-	Valor definido na AMS-III.H v16.0
$GWP_{CH_4}$	21	tCO <sub>2</sub> e/tCH <sub>4</sub>	Valor definido na AMS-III.H v16.0
<b><math>BE_{ww,treatment,y}</math></b>	<b>24,72</b>	<b>tCO<sub>2</sub>e/y</b>	

Portanto, as emissões da linha da base são:

Emissões da linha de base $BE_y$ (tCO <sub>2</sub> e/y)	
$BE_{ww,treatment,y}$	<b>TOTAL</b>
24,72	<b>24,72</b>

➤ **Emissões da atividade de projeto**

Emissões do projeto ( $PE_y$ ) para a atividade de projeto proposta são calculadas conforme:

$$PE_y = \{PE_{fugitive,y} + PE_{flaring,y}\}$$

→ **Emissões de metano por fuga de biogás em sistemas de armazenamento no ano y ( $PE_{fugitive,y}$ )**

Emissões de metano através de fugas no sistema de armazenamento são determinadas para a atividade de projeto proposta como se segue:

$$PE_{fugitive,y} = PE_{fugitive,ww,y}$$

Com

$$PE_{fugitive,ww,y} = (1 - CFE_{ww}) * MEP_{ww,treatment,y} * GWP_{CH_4}$$

Onde

$$MEP_{ww,treatment,y} = Q_{ww,y} * B_{o,ww} * UF_{PJ} * \sum_k COD_{removed,PJ,k,y} * MCF_{ww,treatment,PJ,k}$$

Variável	Valor	Unidade	Descrição / Fonte / Comentário
$Q_{ww,y}$	21.948	m <sup>3</sup>	Fonte: SAEG Média do volume de águas residuais tratadas pela miniEETERA entre os meses set/2013 a fev/2014 = 1.829m <sup>3</sup> /mês 1.829*12=21.948m <sup>3</sup> /ano

$B_{o,ww}$	0,25	kgCH <sub>4</sub> /kgCOD	Valor definido pelo IPCC
$UF_{PJ}$	1,12	-	Valor definido na AMS-III.H v16.0
$COD_{removed,PJ,k,y}$	0,000346	t/m <sup>3</sup>	Registros históricos Entrada: 422,66 mg/litro Saída: 76,66 mg/litro
$MCF_{ww,treatment,PJ,k}$	0,8	-	Valor padrão do IPCC para o Fator de Correção do Metano, conforme descrito na metodologia AMS-III.H.v16.0, Tabela III.H.1, item "Reator anaeróbico sem recuperação de metano"
$CFE_{ww}$	0,9	-	Valor definido na AMS-III.H v16.0
$GWP_{CH_4}$	21	tCO <sub>2</sub> e/tCH <sub>4</sub>	Valor definido na AMS-III.H v16.0
<b><math>PE_{fugitive,y}</math></b>	<b>3,57</b>	<b>tCO<sub>2</sub>e/y</b>	

→ **Emissões de metano devido à queima incompleta no ano y ( $PE_{flaring,y}$ )**

Emissões de metano devido à queima incompleta serão calculadas *ex post*, de acordo com o procedimento da ferramenta "Project emissions from flaring" (versão2.0), usando dados reais monitorados.

Emissões de metano *ex ante* devido à queima incompleta são determinadas para o projeto proposto como se segue:

$$PE_{flaring,y} = \sum (Q_{ww,i,y} * COD_{inflow,i,y} * \eta_{COD,BL} * MCF_{ww,treatment,BL,i}) * B_{o,ww} * UF_{BL}$$

Variável	Valor	Unidade	Descrição / Fonte / Comentário
$Q_{ww,i,y}$	21.948	m <sup>3</sup>	Fonte: SAEG Média do volume de águas residuais tratadas pela miniEETERA entre os meses set/2013 a fev/2014 = 1.829m <sup>3</sup> /mês 1.829*12=21.948m <sup>3</sup> /ano
$COD_{inflow,i,y}$	0,000422	t/m <sup>3</sup>	Registros históricos Entrada: 422,66mg/litro
$\eta_{COD,BL,i}$	0,71289	-	Registros históricos Entrada: 422,66 mg/litro Saída: 76,66 mg/litro (resultado da eficiência multiplicado por 0,89 para considerar incertezas, conforme definido na AMS-III.H)

$MCF_{ww,treatment,BL,i}$	0,8	-	Valor padrão do IPCC para o Fator de Correção do Metano, conforme descrito na metodologia AMS-III.H v16.0, Tabela III.H.1, item “Reator anaeróbico sem recuperação de metano”
$B_{o,ww}$	0,25	kgCH <sub>4</sub> /kgCOD	Valor definido pelo IPCC
$UF_{BL}$	0,89	-	Valor definido na AMS-III.H v16.0
$PE_{flaring,y}$	1,18	tCO <sub>2</sub> e/y	

Portanto, as emissões do projeto são:

Emissões do projeto PE <sub>y</sub> (tCO <sub>2</sub> e/y)		
PE <sub>fugitive,y</sub>	PE <sub>flaring,y</sub>	TOTAL
3,57	1,18	4,75

➤ **Fugas**

Segundo a AMS-III.H, se a tecnologia estiver utilizando equipamento transferido de outra atividade, os efeitos de fuga no local da outra atividade devem ser considerados e estimados (LE<sub>y</sub>).

O projeto proposto não utiliza nenhum equipamento transferido, portanto nenhuma fuga é aplicável (LE<sub>y</sub> = 0).

➤ **Redução de emissões**

A redução de emissões *ex post* alcançada pela atividade de projeto proposta no ano y será determinada como se segue:

$$ER_{y,ex\ post} = \min((BE_{y,ex\ post} - PE_{y,ex\ post} - LE_{y,ex\ post}), (MD_y - PE_{power,y} - PE_{biomass,y} - LE_{y,ex\ post}))$$

A redução de emissões *ex ante* é estimada da seguinte forma:

$$ER_{y,ex\ ante} = BE_{y,ex\ ante} - (PE_{y,ex\ ante} + LE_{y,ex\ ante})$$

Portanto, a redução de emissões para a atividade de projeto proposta é:

Redução de emissões ER <sub>y,ex ante</sub> (tCO <sub>2</sub> e/y)			
BE <sub>y,ex ante</sub>	PE <sub>y,ex ante</sub>	LE <sub>y,ex ante</sub>	TOTAL
24,72	4,75	0	19,97

Portanto, a redução de emissões alcançada pela atividade de projeto será aproximadamente:

$$ER_{y,ex\ ante} = 20tCO_2e/ano.$$

B.6.4. Síntese da estimativa *ex ante* das reduções de emissões

Ano	Emissões da linha de base (tCO <sub>2</sub> e)	Emissões do projeto (tCO <sub>2</sub> e)	Fugas (tCO <sub>2</sub> e)	Redução de emissões (tCO <sub>2</sub> e)
Ano 1	24,72	4,75	0	19,97
Ano 2	24,72	4,75	0	19,97
Ano 3	24,72	4,75	0	19,97
Ano 4	24,72	4,75	0	19,97
Ano 5	24,72	4,75	0	19,97
Ano 6	24,72	4,75	0	19,97
Ano 7	24,72	4,75	0	19,97
Ano 8	24,72	4,75	0	19,97
Ano 9	24,72	4,75	0	19,97
Ano 10	24,72	4,75	0	19,97
Total	247,2	47,5	0	199,7
Número total de anos de crédito	10			
Média anual durante o período de créditos	24,72	4,75	0	19,97

## B.7. Plano de monitoramento

## B.7.1. Dados e parâmetros a serem monitorados

Dados / Parâmetro	$Q_{ww,y}$
Unidade	m <sup>3</sup>
Descrição	Volume total de águas residuais tratadas pelo sistema no ano y
Fonte do dado	Medidor de vazão
Valor aplicado	21.948
Métodos e procedimentos de medição	<i>[As medições devem ser realizadas utilizando medidores de vazão. Deve ser especificada a precisão do equipamento utilizado.]</i>
Frequência de monitoramento	<i>[Deve ser monitorado continuamente. As medições registradas devem ser realizadas, no mínimo, de hora em hora e com nível de confiança/precisão de 90/10.]</i>
Procedimentos QA/QC	<i>[Equipamento deve receber manutenção e ser calibrado periodicamente conforme especificações do fabricante.]</i>
Propósito do dado	Cálculo das emissões de linha de base e emissões do projeto
Comentário adicional	-

Dados / Parâmetro	<b>COD<sub>ww,untreated,y</sub></b>
Unidade	t/m <sup>3</sup>
Descrição	Demanda Química de Oxigênio das águas residuais antes do sistema de tratamento.
Fonte do dado	Medição por amostragem
Valor aplicado	0,00042266
Métodos e procedimentos de medição	[ COD deve ser medido de acordo com normas nacionais ou internacionais. A medição deve ser realizada por meio de amostragem representativa.]
Frequência de monitoramento	[A frequência de monitoramento deve ser definida pelos participantes do projeto. As amostras e as medidas devem assegurar um nível de confiança/precisão de 90/10.]
Procedimentos QA/QC	[Os procedimentos de controle de qualidade devem ser definidos pelos participantes do projeto.]
Propósito do dado	Cálculo das emissões de linha de base e emissões do projeto.
Comentário adicional	COD <sub>ww,untreated,y</sub> = COD <sub>inflow ,y</sub>

Dados / Parâmetro	<b>COD<sub>ww,treated,y</sub></b>
Unidade	t/m <sup>3</sup>
Descrição	Demanda Química de Oxigênio das águas residuais depois do sistema de tratamento.
Fonte do dado	Medição por amostragem
Valor aplicado	0,00007666
Métodos e procedimentos de medição	[ COD deve ser medido de acordo com normas nacionais ou internacionais. A medição deve ser realizada por meio de amostragem representativa.]
Frequência de monitoramento	[A frequência de monitoramento deve ser definida pelos participantes do projeto. As amostras e as medidas devem assegurar um nível de confiança/precisão de 90/10.]
Procedimentos QA/QC	[Os procedimentos de controle de qualidade devem ser definidos pelos participantes do projeto.]
Propósito do dado	Cálculo das emissões de linha de base e emissões do projeto.
Comentário adicional	Utilizado para determinar a eficiência da remoção da Demanda Química de Oxigênio ( $\eta_{\text{COD,BL,i}}$ )

Dados / Parâmetro	<b>BG<sub>burnt,y</sub></b>
Unidade	m <sup>3</sup>
Descrição	Volume de biogás queimado no ano y
Fonte do dado	Medido pelo sistema QRBBV
Valor aplicado	
Métodos e procedimentos de medição	A quantidade de biogás recuperado e queimado será monitorada e registrada continuamente pelo sistema QRBBV.
Frequência de monitoramento	Monitorado continuamente.
Procedimentos QA/QC	O sistema QRBBV deve receber manutenção e ser calibrado periodicamente conforme especificações do desenvolvedor do projeto.
Propósito do dado	Cálculo das emissões do projeto
Comentário adicional	BG <sub>burnt,y</sub> = V <sub>t,db</sub>

Dados / Parâmetro	$W_{CH_4,y}$
Unidade	%
Descrição	Fração de metano no biogás no ano $y$ (fração volumétrica)
Fonte do dado	<i>[Deve ser determinada pelos participantes do projeto como será realizada a medição da quantidade de metano no biogás.]</i>
Valor aplicado	
Métodos e procedimentos de medição	<i>[A fração de metano presente no biogás deve ser medida com um analisador contínuo ou, alternativamente, com medições periódicas a um nível de confiança/precisão de 90/10. Deve ser medida com aparelhos capazes de medir diretamente o conteúdo de metano no biogás. A estimativa do teor de metano do biogás com base na medição de outros constituintes do biogás, como o <math>CO_2</math>, por exemplo, não é permitida. A medição da quantidade de metano deve ser realizada em um local próximo de onde o biogás foi gerado. Deve ser especificada a precisão do equipamento utilizado.]</i>
Frequência de monitoramento	<i>[A frequência de monitoramento deve ser definida pelos participantes do projeto.]</i>
Procedimentos QA/QC	<i>[Os procedimentos de controle de qualidade devem ser definidos pelos participantes do projeto.]</i>
Propósito do dado	Cálculo das emissões do projeto
Comentário adicional	-

Dados / Parâmetro	$T_t$
Unidade	°C
Descrição	Temperatura do biogás no intervalo de tempo $t$
Fonte do dado	<i>[Deve ser determinada pelos participantes do projeto como será realizada a medição da temperatura do biogás.]</i>
Valor aplicado	
Métodos e procedimentos de medição	<i>[A temperatura do biogás é necessária para determinar a densidade do metano queimado. Se o medidor de vazão de biogás utilizado medir fluxo, pressão e temperatura e apresentar o fluxo normalizado de biogás, então não há necessidade de um monitoramento independente da pressão e temperatura do biogás.]</i>
Frequência de monitoramento	<i>[A temperatura do biogás deve ser medida ao mesmo tempo em que o conteúdo de metano no biogás (<math>w_{CH_4,y}</math>) for medido.]</i>
Procedimentos QA/QC	<i>[Os procedimentos de controle de qualidade devem ser definidos pelos participantes do projeto.]</i>
Propósito do dado	Cálculo das emissões do projeto
Comentário adicional	A temperatura do biogás deve ser monitorada para o cálculo da densidade do metano e, também, para cumprir a condição do biogás em <i>dry basis</i> (temperatura abaixo de 60°C).

Dados / Parâmetro	$P_t$
Unidade	Pa
Descrição	Pressão absoluta do biogás no intervalo de tempo $t$
Fonte do dado	<i>[Deve ser determinada pelos participantes do projeto como será realizada a medição da pressão do biogás.]</i>
Valor aplicado	
Métodos e procedimentos de medição	<i>[A pressão do biogás é necessária para determinar a densidade do metano queimado. Se o medidor de vazão de biogás utilizado medir fluxo, pressão e temperatura e apresentar o fluxo normalizado de biogás, então não há necessidade de um monitoramento independente da pressão e temperatura do biogás.]</i>
Frequência de monitoramento	<i>[A pressão do biogás deve ser medida ao mesmo tempo em que o conteúdo de metano no biogás (<math>w_{CH_4,y}</math>) for medido.]</i>
Procedimentos QA/QC	<i>[Os procedimentos de controle de qualidade devem ser definidos pelos participantes do projeto.]</i>
Propósito do dado	Cálculo das emissões do projeto.
Comentário adicional	-

Dados / Parâmetro	$Flame_m$
Unidade	Chama acesa ou chama apagada
Descrição	Detector de chama do <i>flare</i> no minuto $m$
Fonte do dado	Medido pelo sistema QRBBV
Valor aplicado	
Métodos e procedimentos de medição	O sistema QRBBV possui um detector de chama que monitora continuamente o acionamento da chama.
Frequência de monitoramento	Monitorado continuamente.
Procedimentos QA/QC	O sistema QRBBV deve receber manutenção e ser calibrado periodicamente conforme especificações do desenvolvedor do projeto.
Propósito do dado	Cálculo das emissões do projeto.
Comentário adicional	Utilizado para o cálculo da eficiência do <i>flare</i> ( $\eta_{flare\ m}$ ). Para o caso do projeto, <i>flare</i> do tipo aberto, a eficiência do <i>flare</i> no minuto $m$ é determinada como: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\eta_{flare\ m} = 50\%</math>, caso seja detectado a chama acesa;</li> <li>• <math>\eta_{flare\ m} = 0\%</math>, caso seja detectado a chama apagada.</li> </ul>

### B.7.2. Plano de amostragem

*[ Um plano de amostragem deve ser executado para se medir a Demanda Química de Oxigênio (COD) na entrada e na saída no sistema de tratamento de águas residuais do projeto proposto. Os participantes do projeto devem fornecer uma descrição do plano de amostragem de acordo com o esquema recomendado em "Standard for sampling and surveys for CDM project activities and programme of activities". ]*

### B.7.3. Outros elementos do plano de monitoramento

[ Os participantes do projeto devem elaborar um planejamento para a realização do monitoramento da atividade de projeto. Deve-se descrever a estrutura operacional e administrativa que será implementada no intuito de monitorar a redução de emissões e quaisquer fugas geradas pela atividade do projeto. Deve-se indicar claramente as responsabilidades e os mecanismos institucionais para arquivamento e coleta de dados.]

[ Deve-se abordar todos os pontos de monitoramento necessários para a atividade de projeto proposta, conforme mostrado no diagrama ]

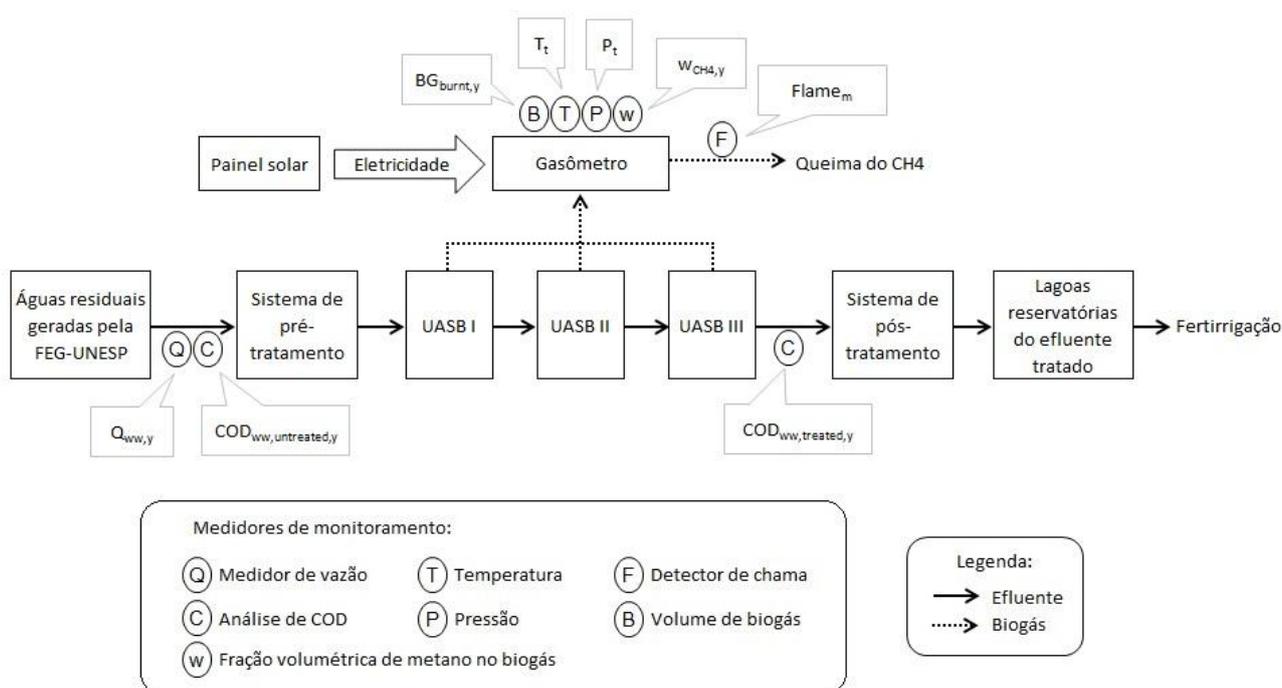


Figura 8 – Pontos de monitoramento

### B.7.4. Data do término da aplicação da metodologia e da linha de base padronizada e informações de contato da(s) pessoa(s)/entidade(s) responsável(is)

O estudo sobre a aplicação da metodologia selecionada para a atividade de projeto foi concluído em 29 / 09 / 2014.

Este estudo foi realizado pelo aluno Diego Henrique Aragão de Souza, em seu Trabalho de Graduação apresentado ao conselho de curso de graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, campus de Guaratinguetá – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá (FEG-UNESP), como parte dos requisitos para obtenção do diploma de graduação em Engenharia Elétrica.

## **SEÇÃO C. Duração e período de obtenção de crédito**

### **C.1. Duração da atividade de projeto**

#### **C.1.1. Data de início da atividade de projeto**

*[ Os participantes do projeto devem determinar a data de início da atividade do projeto, no formato DD / MM / AAAA, e descrever como esta data foi determinada, fornecendo provas para tal. ]*

#### **C.1.2. Estimativa da vida útil operacional da atividade de projeto**

*[ Os participantes do projeto devem estipular o tempo de vida útil da atividade do projeto.]*

### **C.2. Período de créditos da atividade de projeto**

#### **C.2.1. Tipo de período de crédito**

*[ Os participantes do projeto devem escolher entre um período de crédito fixo ou renovável. ]*

#### **C.2.2. Data de início do período de crédito**

*[ Os participantes do projeto devem escolher a data de início do período de crédito.]*

#### **C.2.3. Duração do período de créditos**

*[ Os participantes do projeto devem escolher entre um período de crédito fixo de 10 anos, ou um período renovável de 7 anos, com no máximo duas renovações. Se escolhido um período renovável, deve-se indicar se este é o primeiro, segundo ou terceiro período.]*

## **SEÇÃO D. Impactos ambientais**

### **D.1. Análise dos impactos ambientais**

A autoridade ambiental do estado de São Paulo (CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) solicita o Estudo do Impacto Ambiental (EIA) para todas as atividades com alto potencial para causar danos ao meio ambiente, conforme descrito no "Manual para Elaboração de Estudos para o Licenciamento com Avaliação de Impacto Ambiental".

O projeto proposto não possui potencial para danificar o meio ambiente. O projeto atende a todas as leis e normas aplicáveis e, portanto, um estudo de impacto ambiental (EIA) não necessita ser solicitado para esta atividade de projeto.

## **SEÇÃO E. Consulta às partes interessadas**

### **E.1. Solicitação de comentários das partes interessadas locais**

De acordo com a Autoridade Nacional Designada (AND) brasileira, ou seja, a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima (CIMGC), uma atividade de projeto de MDL deve enviar uma carta com a descrição do projeto e uma solicitação de comentários às seguintes partes interessadas locais:

- Prefeitura do município envolvido;
- Câmara dos vereadores do município envolvido;
- Órgão ambiental estadual;
- Órgão ambiental municipal;
- Fórum Brasileiro de ONG's e Movimentos Sociais para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (FBOMS);
- Associações comunitárias cujas finalidades guardem relação direta ou indireta com a atividade de projeto;
- Ministério Público Estadual;
- Ministério Público Federal.

*[ Os participantes do projeto devem enviar as cartas-convite à comentários às instituições pertinentes e descrever quais foram essas instituições, com endereço e responsável para contato.]*

### **E.2. Síntese dos comentários recebidos**

*[ Os participantes do projeto devem identificar e fazer um resumo dos comentários recebidos. ]*

### **E.3. Relato de como os comentários recebidos foram considerados**

*[ Os participantes do projeto devem demonstrar como os comentários recebidos foram considerados. ]*

## **SEÇÃO F. Aprovação e autorização**

*[ Deve-se indicar se a carta de aprovação da AND para a atividade do projeto está disponível no momento da apresentação do DCP à EOD que avaliará o projeto proposto. ]*

-----

## Anexo 1. Informações de contato dos participantes e pessoas/entidades responsáveis da atividade de projeto

Participante do projeto e/ou pessoa/entidade responsável	<input type="checkbox"/> Participante do projeto <input type="checkbox"/> Pessoa/entidade responsável pela aplicação da(s) metodologia(s) selecionada(s) e, quando aplicável, a linha de base padronizada selecionada para a atividade de projeto.
Nome da Organização	
Rua/Caixa Postal	
Edifício	
Cidade	
Estado/Região	
CEP	
País	
Telefone	
Fax	
E-mail	
Website	
Representado por	
Cargo	
Forma de tratamento	
Sobrenome	
Nome do meio	
Primeiro nome	
Departamento	
Celular	
Fax direto	
Tel. direto	
E-mail pessoal	

**Anexo 2. Informações sobre financiamento público**

**Anexo 3. Aplicabilidade da metodologia e linha de base padronizada**

**Anexo 4. Informações adicionais do cálculo *ex ante* das reduções de emissões**

**Anexo 5. Informações adicionais do plano de monitoramento**

**Anexo 6. Resumo das alterações após o registro do projeto**

**ANEXO B - Volume de águas residuais tratadas pela miniEETERA entre os meses de set/2013 a fev/2014**

**SAEG** COMPANHIA DE SERVIÇO DE ÁGUA, ESGOTO E RESÍDUOS DE GUARATINGUETA  
 RUA ALMIRANTE BARROSO, 188 - CENTRO - CEP: 12500-120  
 CNPJ: 09.134.807/0001-91 - I.E.: 332.165.416.119  
 TEL.: (12) 3132-5099 - SITE: http://saeg.guaratingueta.sp.gov.br  
 RECLAMAÇÕES LIGUE: 0800 - 7712.195

CONTA DE CONSUMO DE ÁGUA, UTILIZAÇÃO DE REDE DE ESGOTOS E TARIFA DE REÍDUOS

**FEG - F. DE E. DE GUARATINGUETA**  
 AV ARIBERTO PEREIRA DA CUNHA 1333 FONTE PROP  
 12516-410, PREF. GILBERTO FI GUARATINGUETA-SP  
 ROTA: 40-10-120

MES/ANO: 03/2014  
 NR. GUIA: 32405032014-6  
 CATEGORIA/QUANTIDADE

COD. LIGAÇÃO: 32405-3 ID ELETRÔNICO: 31032405@40 1 - PUB/001

DESCRICAÇÃO	VALOR
TARIFA DE ESGOTO	12.429,96

DATA LEITURA ANTERIOR	DATA LEITURA ATUAL	VENCIMENTO	VALOR A PAGAR
11/02/2014	13/03/2014	20/04/2014	R\$ 12.429,96

LEITURA ANTERIOR	LEITURA ATUAL	CONSUMO REAL	CONS. FATURADO	MEDIA
22064 m <sup>3</sup>	24014 m <sup>3</sup>	1950 m <sup>3</sup>	1950 m <sup>3</sup>	1829 m <sup>3</sup>

NR DO HIDROMETRO	VAZAO	DIAMETRO	DATA DE INSTALACAO
F10S003825	30 m <sup>3</sup>	2"	16/01/2013

OCCORRENCIA: 0- LEITURA NORMAL

DADOS DOS ÚLTIMOS 6 MESES				MENSAGEM
MES	CONSUMO	NR. DIAS	MEDIA	
02/2014	1529	28	54,61	RECLAMACAO SOBRE VAZAMENTO DE AGUA HA RUA. E NTUPIMENTO DE ESGOTO OU COLETA DE RESIDUOS LIGUE 0800-7712195
01/2014	1583	32	49,47	
12/2013	1825	24	76,04	
11/2013	1965	34	57,79	
10/2013	1838	27	68,07	
09/2013	2236	31	72,13	

DETALHES SOBRE A LEGISLAÇÃO VIDE VERSO		PERIODO DA ANALISE:		
PARAMETRO	UNIDADE	VMP	TOTAL DE ANALISES REALIZADAS	VALOR MEDIO DETECTADO

FAVOR AUTENTICAR NO VERSO - DEVOLVER AO DEPARTO

**FEG - F. DE E. DE GUARATINGUETA**  
 AV ARIBERTO PEREIRA DA CUNHA 1333 FONTE PROP  
 12516-410, PREF. GILBERTO FI GUARATINGUETA-SP  
 ROTA: 40-10-120

MES/ANO: 03/2014  
 NR. GUIA: 32405032014-6  
 CATEGORIA/QUANTIDADE

COD. LIGAÇÃO: 32405-3 ID ELETRÔNICO: 31032405@40 1 - PUB/001

VENCIMENTO 20/04/2014 VALOR A PAGAR R\$ 12.429,96

82670000124- 9 29960070201- 1 40420000003- 6 24050320141- 2

