

Potencial de mitigação da emissão de gases de efeito estufa e enquadramento em Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) de empreendimento de uso do biogás como fonte energética em cadeia produtiva de frango de corte

Potential for mitigation of emissions of greenhouse gases and framework in Clean Development Mechanism (CDM) with the use of biogas as energy source in the broiler production chain

Adriano Henrique Ferrarez*
Delly Oliveira Filho**
Adílio Flauzino de Lacerda Filho***
José Márcio Costa****
Fabrício Rodrigues Segui Aparisi*****

As ações humanas têm alterado a biosfera. O aumento de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera está fazendo a temperatura no planeta subir. O aquecimento global implicará mudanças climáticas, ecológicas, econômicas e sociais. Os Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL) permitem que os países industrializados financiem projetos de redução de emissões de GEE em países em desenvolvimento. O objetivo deste trabalho foi demonstrar que o biogás usado como fonte energética na Cadeia Produtiva de Frango de Corte é um projeto elegível no âmbito do MDL. A receita obtida da comercialização dos Certificados de Emissões Reduzidas pode ser usada no financiamento da planta de geração de energia.

Human activity has changed the biosphere. The increase of greenhouse gases (GHG) emissions in the atmosphere is causing the temperature rise on the planet. Global warming will lead climate, ecological, economic and social changes. Clean Development Mechanism (CDM) allows industrialized countries to finance projects for reducing GHG emissions in developing countries. This study aims to demonstrate that the use of biogas as an energy source in the Production Chain of poultry is an eligible project under the CDM criteria. The proceeds of the sale of Certified Emission Reductions can be used to finance the power generation plant.

Palavras-chave: Energia renovável. Mecanismo de desenvolvimento limpo. Certificados de emissões reduzidas.

Key words: Renewable energy. Clean development mechanism. Certified emission reductions.

* Mestre em Engenharia Agrícola (Energia na Agricultura) pela UFV. Professor de Física do Instituto Federal Fluminense, Campus Itaperuna

** Ph.D. em Electrical Engineering pela McGill University Canadá. Professor do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV.

*** Doutor em Agronomia (Energia na Agricultura) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Professor do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV.

**** Doutor em Engenharia Agrícola (Energia na Agricultura) pela UFV. Professor do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV.

***** Estudante de Engenharia Ambiental da UFV.

Introdução

As atividades humanas têm alterado a biosfera. De acordo com estudo do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), realizado em 2001, durante o período de 1750 a 1998 a concentração de gases de efeito estufa duplicou na atmosfera. Os gases de efeito estufa são aqueles que têm a capacidade de reter a radiação infravermelha (calor) emitida pela Terra, aumentando a temperatura na superfície terrestre e do mar. O aumento da concentração de GEE poderá provocar um aumento médio da temperatura no planeta entre 1,4 e 5,8°C nos próximos cem anos (IPCC, 2001). São considerados gases de efeito estufa o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄), o óxido nitroso (N₂O), o hexafluoreto de enxofre (SF₆) e as famílias dos perfluorcarbonos que são compostos completamente fluorados como perfluormetano (CF₄) e perfluoretano C₂F₆ e dos hidrofluorcarbonos (HFCs) (ROCHA, 2003).

A Tabela 1 mostra o potencial de aquecimento global dos principais gases de efeito estufa.

Gases	Valores do Potencial de Aquecimento Global
CO ₂ – dióxido de carbono	1
CH ₄ – metano	21
N ₂ O – óxido nitroso	310
SF ₆ – hexafluoreto de enxofre	23900
HFCs – hidrofluorcarbonos	140 - 11700
PFCs - perfluorcarbonos	6500 - 9200

Fonte: Potenciais de aquecimento global para um horizonte de tempo de 100 anos, (IPCC, 1996)

A Figura 1 mostra como a radiação infravermelha é bloqueada pelos gases de efeito estufa.

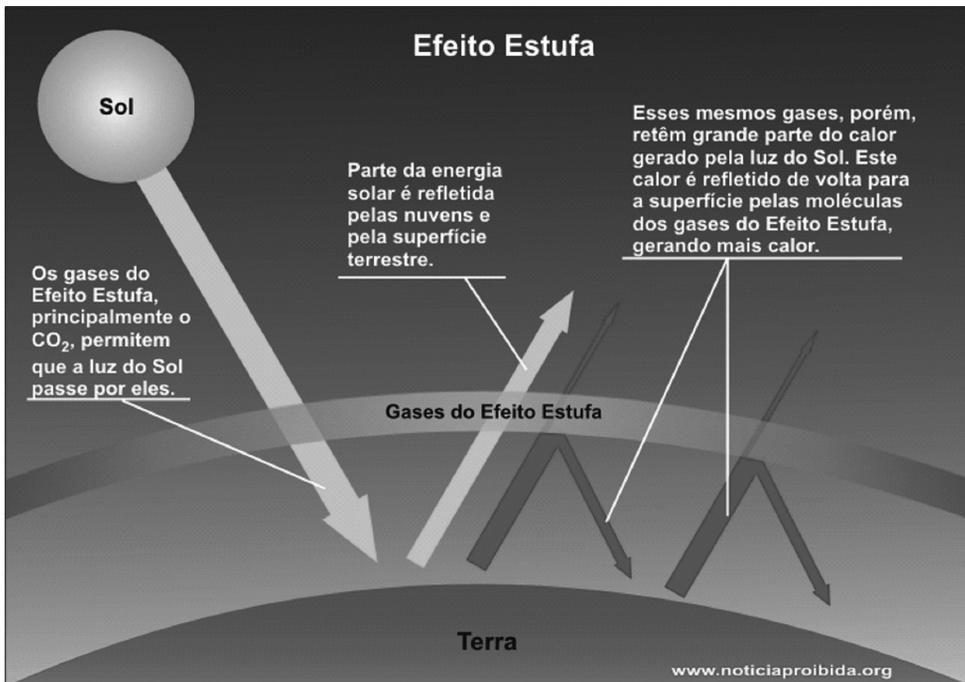


Figura 1 – Esquema do Efeito Estufa

Fonte: NOTÍCIA proibida, 2009

O dióxido de carbono (CO₂) é um dos principais gases de efeito estufa proveniente, principalmente, da queima de combustíveis fósseis como o petróleo e o carvão mineral, bem como, da produção industrial, decomposição do lixo em aterros, agricultura e pecuária, uso de fertilizantes, combustão de madeira. Entre os anos 60 e 90, com o crescimento da indústria automobilística e o uso de máquinas agrícolas, as taxas de CO₂ na atmosfera cresceram consideravelmente. A partir de 1990, houve um crescimento nas emissões de CO₂ da ordem de 30,4% (cresceram de 23 bilhões de toneladas para 30 bilhões de toneladas) ao redor do mundo. A Tabela 2, a seguir, mostra os vinte maiores poluidores e suas respectivas emissões de CO₂ em bilhões de toneladas e a respectiva variação nessas emissões comparadas a 1990, com dados de 2005.

Tabela 2 – Relação dos 20 países maiores poluidores e as respectivas emissões em bilhões de toneladas de CO₂ e variações dessas emissões em relação a 1990

País	Emissões (10 ⁹ toneladas)	Variação das emissões
Estados Unidos	5,957	23,00%
China	5,323	122,00%
Japão	1,230	15,00%
Índia	1,166	71,00%
Alemanha	0,844	-16,00%
Canadá	0,631	52,00%
Reino Unido	0,577	-0,30%
Coréia do Sul	0,500	107,00%
Itália	0,467	20,00%
Irã	0,450	106,00%
África do Sul	0,423	28,00%
França	0,415	14,00%
Áustria	0,412	62,00%
Arábia Saudita	0,406	46,00%
México	0,398	-3,80%
Espanha	0,387	78,00%
Brasil	0,360	72,00%
Indonésia	0,359	69,00%
Ucrânia	0,342	-75,00%

Fonte: Guardian, 2009

O aquecimento global implicará impactos econômicos e sociais que afetarão todos os países. Esse impactos serão diferenciados dependendo da região do mundo (MANFRINATO, 1999). No Quadro 1 são mostrados alguns desses impactos.

Quadro 1 – Região do planeta e impactos provocados pelo aquecimento global

Região	Previsão de Impactos
África	i) Diminuição da produção agrícola ii) Diminuição da disponibilidade de água na região do Mediterrâneo países do sul iii) Aumento dos vetores de diversas doenças iv) Aumento da desertificação v) Extinção de animais e plantas
Ásia	i) Diminuição da produção agrícola ii) Diminuição da disponibilidade de água nas regiões árida e semi-árida iii) Aumento do nível do mar deverá deslocar dezenas de milhões de pessoas
Austrália e Nova Zelândia	i) Diminuição da disponibilidade de água ii) Extinção de animais e plantas
Europa	i) Desaparecimento de geleiras nos Alpes ii) Aumento da produção agrícola em algumas regiões iii) Impactos no turismo
América Latina	i) Diminuição da produção agrícola ii) Aumento dos vetores de diversas doenças iii) Extinção de animais e plantas
América do Norte	i) Aumento da produção agrícola em algumas regiões ii) Aumento dos vetores de diversas doenças
Polar	i) Diminuição da calota polar ii) Extinção de animais e plantas
Pequenas Ilhas	i) Aumento do nível do mar deverá deslocar dezenas de milhões de pessoas ii) Diminuição da disponibilidade de água iii) Diminuição da atividade pesqueira iv) Diminuição no turismo

Fonte: IPCC, 2001

Com vistas a buscar uma solução para o aquecimento global, a Organização das Nações Unidas (ONU) vem realizando conferências internacionais para debater o assunto. Em 1992, durante a Rio 92, no Brasil, foi estabelecida a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (em inglês, United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC) com o objetivo de discutir o problema do efeito estufa e as consequências para a humanidade. A Convenção do Clima passou a vigorar a partir de 21 de março de 1994 e, atualmente, conta com 186 países (partes). Já foram realizadas oito reuniões entre os países participantes da Convenção do Clima, essas conferências denominam-se Convenções das Partes (COP).

Em 1995 e 1997, ocorreram as Convenções das Partes em Berlim (Alemanha) e Genebra (Suíça), respectivamente, ocasião em que as discussões evoluíram culminando no termo de compromisso firmado, na COP3 em Quioto – Japão, em 1997. Surgiu daí o Protocolo de Quioto que estabelecia a redução média de 5,2% na emissão de gases de efeito estufa em relação aos níveis de 1990, entre 2008 e 2012, para os países componentes do Anexo I. São países do Anexo I, aqueles com alto grau de industrialização que concordaram em reduzir suas emissões de gases de efeito estufa. Fazem parte desta lista: Alemanha, Austrália, Áustria, Belarus, Bélgica, Bulgária, Canadá, Comunidade Européia, Croácia, Dinamarca, Eslováquia, Eslovênia, Espanha, Estados Unidos da América, Estônia, Federação Russa, Finlândia, França, Grécia, Hungria, Irlanda, Islândia, Itália, Japão, Letônia, Liechtenstein, Lituânia, Luxemburgo, Mônaco, Noruega, Nova Zelândia, Países Baixos, Polônia, Portugal, Reino Unido da Grã-Bretanha e Irlanda do Norte, República Tcheca, Romênia, Suécia, Suíça, Turquia e Ucrânia.

Além de estabelecer a redução da emissão dos gases de efeito estufa, o Protocolo de Quioto estabelece mecanismos de flexibilização com vistas a permitir que a mitigação do efeito estufa ocorra sem grandes prejuízos econômicos. Esses mecanismos são:

i) Implementação Conjunta: permite que os países do Anexo I invistam entre si no cumprimento dos compromissos de redução;

ii) Mecanismo de Desenvolvimento Limpo: permite que os países industrializados financiem projetos de redução de emissões de gases de efeito estufa em países em desenvolvimento, com vistas a cumprir seu compromisso com a redução;

iii) Mercado Internacional das Emissões: permite que os países do Anexo I comercializem entre si as quotas de emissão e os créditos adquiridos por meio de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL) nos países em desenvolvimento.

O MDL é definido no protocolo de Quioto apenas em termos de redução de emissões, isso implica a transferência de tecnologias dos países industrializados para os países em desenvolvimento, de forma que os últimos tenham uma produção limpa com controle de emissões e mitigação do efeito estufa (ANGONESE *et al.*, 2007).

Em 1998, foi realizada em Buenos Aires a COP4, caracterizada pelo impasse de opiniões quanto à forma de implementação dos compromissos de redução. A COP5, em 1999, na cidade de Bonn na Alemanha, serviu para preparar a COP6, que ocorreu em Haia (Holanda) no ano de 2000. Essa conferência não chegou a nenhum consenso quanto à regulamentação do Protocolo de Quioto, chegando a colocar em cheque a viabilidade do acordo (CHANG, 2002).

Os Estados Unidos da América, na figura do então presidente George W. Bush saíram do acordo de forma unilateral em março de 2001. A justificativa de Bush era de que o Protocolo de Quioto era equivocado e que o seu cumprimento era prejudicial à economia estadunidense. Ao mesmo tempo em que essa atitude causou pessimismo, serviu para unificar os demais países na busca do consenso. Na sétima Convenção das Partes (COP7), na Alemanha, em julho de 2001, as negociações foram bem sucedidas e o Protocolo de Quioto foi aprovado pelos países signatários na ocasião.

O sequestro de carbono foi aprovado, embora o Brasil e a União Européia fossem contrários, pela grande maioria dos países com vistas a diminuir o custo para alcançar as metas de redução das emissões. Os reflorestamentos, plantio de árvores em áreas desmatadas, com menos de 50 anos, e afflorestamentos, plantio em áreas desmatadas com mais de 50 anos, a contar de 1990, foram aprovados sem a inclusão das áreas florestais que já existiam.

Os mesmos debates marcaram a Convenção de Marrakesh, em 2001, com mais concessões para regulamentar o Protocolo de Quioto. Em 16 de fevereiro de 2005, o Protocolo entrou em vigor. Nesta ocasião 55 partes (países) da Convenção do Clima ratificaram o acordo. Essas partes corresponderam a 55% das emissões totais de CO₂ de 1990 (BRASIL, 2006).

A 12ª Convenção do Clima da ONU aconteceu em novembro de 2006 na cidade de Nairóbi no Quênia. Em 2008, na 14ª Convenção do Clima foi avaliado e aprovado o Protocolo de Quioto e a revisão das regras do Fundo de Adaptação (auxílio aos países pobres para se adaptarem às mudanças climáticas).

Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)

O MDL previsto no artigo 12 do Protocolo de Quioto, fruto de uma concepção mais ampla proposta pelo governo do Brasil (VIOLA, 2002), prevê o incentivo aos países emergentes, a fim de que alcancem o desenvolvimento sustentável e auxiliem os países do Anexo I a cumprirem as obrigações de redução de gases de efeito estufa (GEE).

Os países emergentes têm, através do MDL, a oportunidade de obter benefícios de projetos de desenvolvimento sustentável e controle de emissões. Esses projetos dão origem aos chamados “créditos carbono”, que podem ser utilizados pelos países do Anexo I para cumprimento de suas metas de redução de emissões.

De acordo com o MDL, cada tonelada métrica de CO₂ que deixa de ser emitida por um país em desenvolvimento pode ser negociada no mercado mundial por meio dos Certificados de Emissões Reduzidas (CERs). Empresas de países do Anexo I que não conseguirem reduzir suas emissões poderão comprar CERs (créditos carbono) de países em desenvolvimento e utilizá-los para cumprir suas obrigações.

Os projetos de MDL, a princípio, seriam divididos em três modalidades: i) fontes renováveis e alternativas de energia; ii) eficiência/conservação de energia; e iii) reflorestamento e estabelecimento de novas florestas (projetos de sequestro de carbono).

Conceitos Fundamentais dos Projetos de MDL

i) Linha de base: é definida como o cenário que representa, de forma plausível, as emissões antrópicas por fontes de gases de efeito estufa que ocorreriam na ausência da atividade de projeto proposta.

ii) Adicionalidade: está relacionada com o conceito de linha de base tendo que ser levada em conta quando o cenário de linha de base for estabelecido e quando uma metodologia for desenvolvida. De acordo com as modalidades e procedimentos do MDL: “uma atividade de projeto do MDL será adicional se reduzir as emissões antrópicas de gases de efeito estufa por fontes para níveis inferiores aos que ocorreriam na ausência da atividade de projeto registrada no âmbito do MDL”

Instituições do MDL

A Figura 2 mostra as instituições do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL):

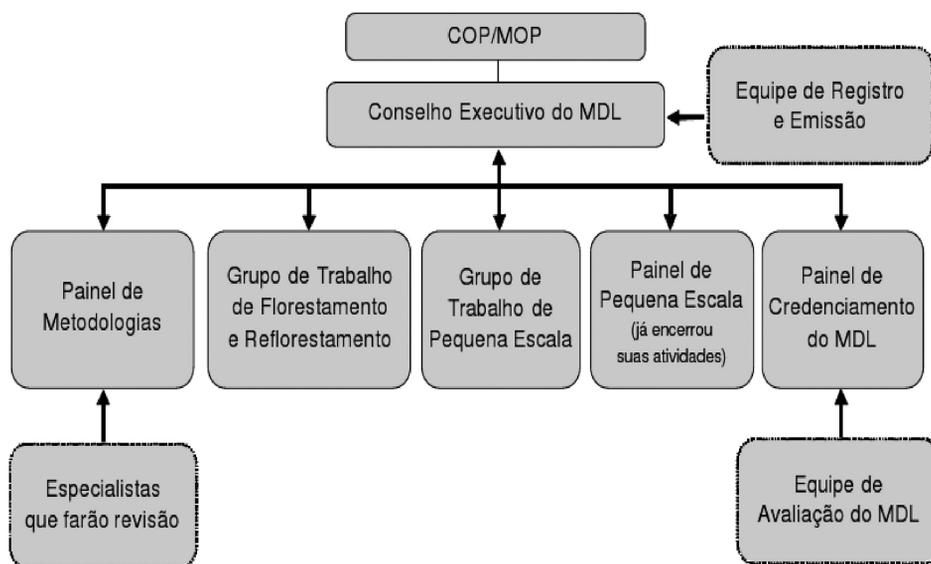


Figura 2 – Instituições do MDL
 Fonte: JAPÃO, 2006

Convenção das Partes na condição de Reunião das Partes do Protocolo de Quioto (COP/MOP): deve manter o MDL sob sua autoridade e sujeito às suas orientações.

Conselho Executivo: é constituído por dez membros das Partes no Protocolo de Quioto, sendo 5 membros de grupos regionais das Nações Unidas (um de cada grupo), 2 membros de Partes do Anexo I, 2 membros de Partes não-Anexo I e 1 membro de pequenos países insulares em desenvolvimento. O Conselho Executivo supervisiona o funcionamento do MDL, é subordinado e orientado pela COP/MOP. Se reúne a cada 2 ou 3 meses.

Cabe ao Conselho Executivo:

- Aprovar novas metodologias relacionadas, entre outras coisas, com as linhas de base, os planos de monitoramento e os limites dos projetos;
- Rever as disposições com relação às modalidades e procedimentos simplificados e definições das atividades de projetos de pequena escala e fazer recomendações à COP/MOP; e
- Efetuar o credenciamento das entidades operacionais, de acordo com os padrões de credenciamento, e fazer recomendações à COP/MOP quanto à designação dessas entidades. Essa responsabilidade envolve:

(i) Tomar decisões sobre credenciamento, suspensão e retirada de credenciamento; e

(ii) Operacionalizar os procedimentos e padrões de credenciamento.

O Conselho Executivo estabeleceu os seguintes painéis e grupos de trabalho com o objetivo de auxiliá-lo no desempenho das suas funções: Painel de Metodologias, Painel de Pequena Escala, Painel de Credenciamento, Grupo de Trabalho de Florestamento e Reflorestamento, Grupo de Trabalho de Pequena Escala, Equipe de Registro e Emissão, EOD (Entidade Operacional Designada)

Ciclo do projeto do MDL

As etapas de um Projeto de MDL são:

1. Desenvolvimento de uma atividade de projeto no âmbito do MDL. Nesta etapa inicial desenvolve-se uma atividade de projeto do MDL. Existe a análise de várias condições relacionadas com o desenvolvimento da atividade do projeto no âmbito do MDL a partir da fase de planejamento. Elabora-se o chamado Documento de Concepção do Projeto (DCP) com todas as exigências requeridas.

2. Aprovação pelas Partes anfitriã e investidora. Obtém-se da Entidade Operacional Designada (EOD) a aprovação por escrito da participação voluntária de cada Parte (anfitriã e investidora) envolvida na atividade do projeto a ser executado no âmbito do MDL.

3. Validação e registro da atividade de projeto do MDL. Para ser validado, o projeto deve ter suas metodologias aprovadas pelo Conselho Executivo. Se não houver metodologia aprovada que possa ser aplicada ao projeto proposto, os participantes devem elaborar uma nova metodologia para o projeto e submetê-la ao Conselho Executivo. A validação consiste na avaliação independente de uma atividade do projeto, feita por uma Entidade Operacional Designada (EOD) selecionada pelos participantes do projeto. O registro da atividade é a aceitação do projeto validado como uma atividade de projeto do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo.

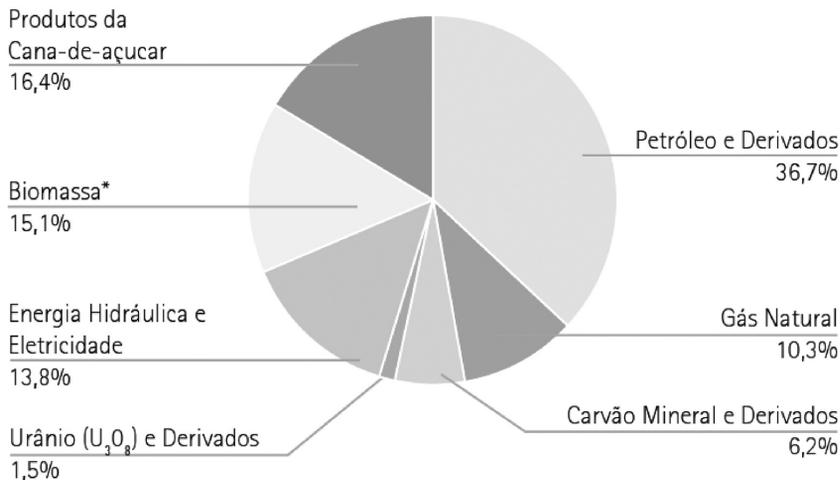
4. Monitoramento do projeto do MDL. Nesta etapa, há a execução do projeto e a realização do monitoramento, necessário para calcular as reduções de emissões de gases de efeito estufa, de acordo com o planejado no Documento de Concepção do Projeto (DCP).

5. Verificação, Certificação e Emissão de RCE's: as participantes do projeto enviam relatório à Entidade Operacional Designada (EOD) com os resultados do monitoramento do projeto de MDL e calculam as reduções de emissões com base nos resultados da atividade de monitoramento. A EOD confere esses dados resultantes do monitoramento e das reduções de emissões. A EOD certifica as reduções de emissões com base nos resultados da verificação. O Conselho Executivo faz a emissão dos CERs equivalentes à quantidade de reduções de emissões de gases de efeito estufa que foi verificada.

6. Distribuição dos RCE's: existe a dedução de dois por cento (2%) das RCE's que é destinada a ajudar países em desenvolvimento que estão mais vulneráveis aos efeitos adversos da mudança do clima. Uma parcela das receitas também é deduzida para cobrir despesas administrativas do MDL. Os participantes do projeto de MDL ficam com o restante das CERs.

As atividades de projetos no âmbito do MDL são divididas de acordo com o tamanho do projeto e das atividades realizadas. Para cada modalidade existem diferentes procedimentos e formatos para cada tipo de projeto.

A matriz energética brasileira é considerada uma das mais limpas do mundo. De acordo com o Balanço Energético Nacional (BEN) de 2008, as fontes renováveis corresponderam a 45,3% na oferta interna de energia (BRASIL, 2009). A Figura 3 mostra a oferta interna de energia e as participações de diferentes fontes.



Nota: * Inclui lenha, carvão vegetal e outras renováveis.

Figura 3 – Oferta Interna de Energia no Brasil

Fonte: BRASIL, 2009

A grande frota de veículos funcionando com biocombustíveis, a pouca intensidade em carbono da matriz energética, aliada a políticas para diminuir o desmatamento e estimular o reflorestamento tornam o Brasil respeitado no cenário internacional quando o assunto é emissões de gases de efeito estufa. A geração hidrelétrica responsável por 13,8% da oferta interna de energia e 84% da oferta interna de energia elétrica no Brasil, emite, em média, 0,02 tC/MWh (toneladas de carbono por mega-watt.hora). Essa emissão é bastante baixa se comparada com a emissão da geração de eletricidade com a utilização de carvão mineral, 0,36 tC/MWh (CENBIO, 2000).

Apesar desta realidade há muitas oportunidades para a implantação de MDL no Brasil (AMARAL, 1999). A negociação de CERs tem o potencial de gerar pesquisas e negócios atraindo investimentos externos (MIGUEZ, 2000).

No Brasil existe uma Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima, cujos objetivos são:

- a) emitir parecer, sempre que demandado, sobre propostas de políticas setoriais, instrumentos legais e normas que contenham componentes relevantes para a mitigação da mudança global do clima e para a adaptação do País aos seus impactos;
- b) fornecer subsídios às posições do Governo nas negociações sob a égide da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima e instrumentos subsidiários de que o Brasil seja parte;
- c) definir critérios de elegibilidade adicionais aos considerados pelos Organismos

da Convenção, encarregados do MDL, previsto no Artigo 12 do protocolo de Quioto da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, conforme estratégias nacionais de desenvolvimento sustentável;

d) apreciar pareceres sobre projetos que resultem em reduções de emissões e que sejam considerados elegíveis para o MDL, e aprová-los, se for o caso.

e) realizar articulação com entidades representativas da sociedade civil, no sentido de promover as ações dos órgãos governamentais e privados, em cumprimento aos compromissos assumidos pelo Brasil perante a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima e instrumentos subsidiários de que o Brasil seja parte.

A Resolução nº 1/2003, da Comissão reproduz os princípios do MDL definidos no Protocolo de Quioto, onde conceitua o Certificado de Emissões Reduzidas (CER) como uma unidade emitida conforme o Artigo 12 do Protocolo, correspondendo a uma tonelada métrica equivalente de dióxido de carbono (tCO_2e). Nesta resolução, estão definidos os procedimentos para encaminhamento de projetos à Comissão Interministerial (DAMASCENO, 2007).

Com a aprovação e implantação do projeto, os participantes estarão aptos a comercializar os CERs. Normalmente quem compra estes CERs são empresas que emitem gases de efeito estufa (GEE) cujas sedes estão em países desenvolvidos. Supondo-se que uma empresa de um país desenvolvido tenha uma cota de emissão de $100 tCO_2eq\ ano^{-1}$, mas emita $120 tCO_2\ ano^{-1}$, a fim de cumprir sua meta de emissão, ela poderá financiar projetos de MDL em países em desenvolvimento ou reformular seu processo produtivo para atingir a redução de suas emissões.

Em dezembro de 2006, o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio em convênio com a Bolsa de Mercadorias & Futuros (BM&F), lançou o Mercado Brasileiro de Redução e Emissões (MBRE). Em setembro de 2005, entrou em operação um mercado eletrônico de títulos de redução de emissões de carbono para a atmosfera na Bolsa de Valores do Rio de Janeiro, uma parceria entre a Fundação Getúlio Vargas (FGV) e a BM&F. Esse mercado funciona da seguinte forma: (i) Registro por parte da BM&F (agente operador) dos projetos certificados que tenham consideráveis reduções de emissões; (ii) Após cadastrados a BM&F comercializa os Certificados de Emissões Reduzidas (CERs) (VELA e FERREIRA, 2005).

A vantagem da negociação, via BM&F, reside no fato de os preços no Brasil serem mais atrativos que os preços no mercado europeu. Atualmente, existem 1717 projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo registrados no Conselho Executivo do MDL. O número de projetos brasileiros registrados é 160 e isso coloca o Brasil em terceiro lugar em número de projetos registrados, ficando a Índia, com 442 projetos em segundo e a China, com 585 projetos registrados em primeiro lugar. O Brasil também está em terceiro lugar quanto à redução de emissões durante o primeiro período de obtenção de créditos dos projetos registrados com 169.317.906 de $tCO_2eq.$ do total mundial de 2.687.565.701 de $tCO_2eq.$

Considerando que a avicultura não tem tido o interesse das empresas que comercializam os créditos de carbono e que o setor agropecuário é responsável por 20% das emissões mundiais de gases de efeito estufa (LIMA, 2002), este trabalho tem por objetivo demonstrar que o uso do biogás como fonte energética na Cadeia Produtiva de Frango de Corte da Zona da Mata de Minas Gerais é um projeto elegível às atividades de projetos no âmbito do MDL no setor que trata de redução de emissões. Pretende-se ainda determinar o potencial de CERs (Certificados de Emissões Reduzidas) e a receita gerada com a sua comercialização.

Neste trabalho, avaliou-se o potencial de mitigação da emissão de gases de efeito estufa com o uso do biogás como fonte energética na cadeia produtiva de frango de corte. Considerando-se: (i) estimar a quantidade de Certificados de Emissões Reduzidas (CER) produzidos a partir das emissões evitadas de gases de efeito estufa com o uso do biogás como fonte energética; e (ii) estimar a receita obtida com a comercialização desses Certificados de Emissões Reduzidas (CER).

Material e métodos

O estudo foi realizado nos Laboratórios de Energia na Agricultura do Departamento de Engenharia Agrícola, na Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

Neste estudo, considerou-se o aproveitamento energético da cama de frango com geração de biogás para atender à demanda energética da unidade de processamento de carne (frigorífico). Essa proposta evita a emissão de gases de efeito estufa (GEE) através do uso energético na indústria.

O frigorífico se localiza na cidade de Visconde do Rio Branco, no Estado de Minas Gerais, e ao seu redor se estende toda a cadeia produtiva de frango de corte presente em 34 municípios da região, integrada por aproximadamente 551 produtores e 778 galpões de frango.

O cálculo da energia produzida pela planta de geração elétrica a partir do biogás (termelétrica a biogás) será feito considerando a conversão com o uso de turbinas a gás. Será considerado o tempo de operação da termelétrica de 8760 horas.ano⁻¹.

A equação 1 nos fornece a energia elétrica disponível utilizando-se turbina a gás com rendimento de 33%.

$$E_{\text{tur}} = \text{PCI} P_b \eta_{\text{tur}} \Delta t_{\text{op}} 0,001 \quad (1)$$

em que:

E_{tur} – Energia elétrica gerada por turbina a gás, MWh;

PCI – Poder calorífico inferior do biogás, kJ m⁻³;

- P_b – Produção de biogás, $m^3 s^{-1}$;
 η_{tur} – Rendimento da turbina a gás, adm; e
 Δt_{op} – Tempo de operação da planta (termelétrica).

Para o cálculo do total de toneladas de CO_2 equivalente que irá se converter em CER será utilizada a metodologia aprovada pelo Conselho Executivo do MDL para o caso de geração elétrica a partir de bagaço de cana e fornecimento para a rede de distribuição de energia elétrica. Esta metodologia utiliza o conceito de margem combinada para a determinação da intensidade de carbono, produto da expansão do setor elétrico nacional. Com base neste conceito o valor de referência para a intensidade de carbono do setor elétrico é de $0,140 tC MWh^{-1}$ ou $0,5 tCO_2eq MWh^{-1}$ (PECORA, 2006).

O cálculo do total de CO_2 equivalente evitado (CER) será feito considerando-se o Fator de Intensidade de Carbono (FIC) igual a $0,5 tCO_2eq MWh^{-1}$, para a energia elétrica produzida utilizando a conversão turbina a gás.

A equação 2 fornece as CER's equivalentes com o uso de turbina a gás na geração de eletricidade:

$$CER_{tur} = E_{tur} FIC \quad (2)$$

em que

CER_{tur} – Certificado de Emissões Reduzidas com turbina, $tCO_2eq \text{ ano}^{-1}$;

E_{tur} – Energia Elétrica gerada por turbina, MWh; e

FIC – Fator de Intensidade de Carbono, ($0,5 tCO_2eq MWh^{-1}$).

O valor recebido pelos Certificados de Emissões Reduzidas (CER) foi calculado considerando-se a cotação da tCO_2eq .

A equação 3 nos fornece o valor recebido anualmente através da comercialização dos Certificados de Emissões Reduzidas (RCE's) utilizando turbina a gás na geração de eletricidade.

$$RCC_{tur} = CER_{tur} \text{ cot} \$ \quad (3)$$

em que

RCC_{tur} – Receita com a comercialização dos Certificados, US\$;

CER_{tur} – Certificado de Emissões Reduzidas Microturbina, tCO_2eq ; e

Cot \$ – Cotação da tCO_2eq , US\$ tCO_2eq^{-1} .

Resultados e Discussão

Considerando que o potencial de produção dos dejetos (cama de frango) da cadeia produtiva de frango de corte da Zona da Mata de Minas Gerais é de $146.114.235 kg \text{ ano}^{-1}$

o que implica 112.507.960,95 kg ano⁻¹ de matéria seca capaz de gerar 60.754.298,91 m³ de biogás ano⁻¹, determinaram-se as quantidades mostradas na Tabela 3 referentes à geração de energia elétrica com turbina a gás.

Tabela 3 – Energia elétrica produzida, certificado de emissões reduzidas, receita com a comercialização dos CER's

Item	Valor	Unidade
Energia Elétrica gerada com turbina a gás	125.862,66	MWh ano ⁻¹
Certificados de Emissões Reduzidas	62.931,33	tCO ₂ eq ano ⁻¹
Receita com a comercialização dos Certificados *	1.311.488,92	US\$ ano ⁻¹

* Considerada a cotação US\$ 20,84 por tCO₂eq, do 2º Leilão da BOVESPA realizado em 24 de setembro de 2009.

Considerando-se o período de obtenção de créditos igual a 10 anos, tem-se na Tabela 4 que a receita com a comercialização dos Certificados de Emissões Reduzidas será:

Tabela 4 – Receita com a comercialização dos CER's considerando período de obtenção de créditos de 10 anos

Receitas com a comercialização dos CER's, (US\$)	13.114.889,17
Receitas com a comercialização dos CER's, (R\$)	23.659.260,06

A receita obtida com a comercialização dos Certificados de Emissões Reduzidas pode ser utilizada no financiamento da planta de geração de energia (termelétrica).

Conclusão

O uso do biogás como fonte energética na cadeia produtiva de frango de corte na região da Zona da Mata de Minas Gerais se enquadra como um projeto de pequena escala do MDL (SSC), Tipo I que trata de atividades de projetos de energia renovável com uma capacidade máxima de produção equivalente a até 15 MW (ou um equivalente adequado). Calcula-se que a máxima potência elétrica disponível com o aproveitamento energético do biogás é da ordem de 12 MW (utilizando a conversão turbinas a gás). A receita obtida com a comercialização dos Certificados de Emissões Reduzidas (CER's), foi estimada em R\$ 23.659.260,06 para um período de 10 anos de obtenção de créditos de carbono. Esta receita pode ser usada no financiamento da planta de geração de energia (termelétrica).

Referências

- AMARAL, W. A. N. Mudanças climáticas, mercado de carbono e potencialidades do Brasil para desenvolvimento de projetos para Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. *Preços Agrícolas*, v.14, n.155, p.7-9, 1999.
- ANGONESE, A. R., CAMPOS, A. T., WELTER, R. A. Potencial de redução de emissão de equivalente de carbono de uma unidade suinícola com biodigestor. *Eng. Agríc., Jaboticabal*, v.27, n.3, p.648-657, set./dez.2007.
- BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. *Mudanças Climáticas: Protocolo de Quioto*. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php?content/view/4457.html>>. Acesso em: out. 2006. Quioto. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/4457.html>>. Acesso em out. 2006.
- BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética. *Balanço Energético Nacional 2009 – Ano base 2008: resultados Preliminares*. Rio de Janeiro: EPE, 2009. 48p.
- CENBIO. Centro Nacional de Referência em Biomassa. *Medidas mitigadoras para a redução de emissões de gases de efeito estufa na geração termelétrica*. Brasília: Dupligráfica Editora, 2000a. 222 p.
- CHANG, M. Y. Seqüestro de Carbono Florestal: oportunidades e riscos para o Brasil. *R. paran. Desenv.*, Curitiba, n. 102, p. 85-101, jan./jun. 2002.
- DAMASCENO, M. A. Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. In: SOUZA, R. P. (Coord.). LEXNET. *Aquecimento Global e Créditos de Carbono: Aspectos Jurídicos e Técnicos*. São Paulo: Quartier Latin, 2007.
- GUARDIAN. Disponível em: <<http://environment.guardian.co.uk>>. Acesso em set. 2009.
- IPCC. Intergovernmental Panel On Climate Changes. *IPCC Guidelines for National Greenhouse Inventories: Reference Manual*. [SI]: Bracknell, 1996.
- IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. *Summary for Policymakers: a report of Working Group I of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Terceiro Relatório de Avaliação do IPCC. Grupo 3. Shangai, 2001.
- LIMA, M. A. Agropecuária brasileira e as mudanças climáticas globais: Caracterização do problema, oportunidades e desafios. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, Brasília, v.19, n. 3, p.451-472, set./dez. 2002.
- MANFRINATO, W. Mudanças Climáticas: ações e perspectivas para o novo milênio. *Qualidade de Vida*, v. 1, n. 6, 1999.
- MIGUEZ, J. M. O Brasil e o Protocolo de Quioto. *Cenbio Notícias*, v.3, n. 8, 2000.
- NOTÍCIA proibida. Disponível em:<[http:// www.noticiaproibida.org](http://www.noticiaproibida.org)>. Acesso em: ago. 2009.

PECORA, V. *Implantação de uma Unidade Demonstrativa de Geração de Energia Elétrica a partir de biogás de estação de tratamento de esgoto residencial da USP: estudo de caso*. 152 p. 2006. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo. Programa Interunidades de Pós Graduação em Energia (PIPGE), 2006.

ROCHA, M. T. *Aquecimento global e o mercado de carbono: uma aplicação do modelo CERT*, Piracicaba: ESALQ/USP, 2003. 146 p.

VELA, J. A. A., FERREIRA, E. *Vantagem Competitiva do Brasil nos Projetos de MDL*. In: ENGEMA. ENCONTRO NACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE, 8., 2005, Rio de Janeiro. *Anais...*

VIOLA, E. *A participação do Brasil no Protocolo de Quioto*. *Carta Internacional*, São Paulo, USP, v. 10, n. 107/108, p. 16-18, jan./fev. 2002.

Artigo recebido em: 30 abr. 2010

Aceito em: 30 jul. 2010

