

# **REFLEXÕES SOBRE A ECONOMIA DO BIOGÁS**

Cícero Bley Jr - Assessoria de Energias Renováveis  
ITAIPU Binacional. Nov/2010

## **ÍNDICE**

### **1. RESUMO**

### **2. CONTEXTUALIZAÇÃO**

#### **2.1. O BIOGÁS NO PRESENTE**

#### **2.2. O BIOGÁS NO FUTURO**

#### **2.3. A ITAIPU BINACIONAL E O BIOGÁS**

### **3. A ECONOMIA DO BIOGÁS**

#### **3.1 ENERGIAS DO BIOGÁS**

#### **3.2 GASODUTOS RURAIS PARA TRANSPORTEDO BIOGÁS**

#### **3.3 COOPERATIVISMO COM BIOGÁS**

### **4. REDUÇÃO DE EMISSÕES E OS CRÉDITOS DE CARBONO COM BIOGÁS**

#### **4.1. POSIÇÃO BRASILEIRA EM RELAÇÃO ÀS REDUÇÕES DE EMISSÕES**

### **5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

#### **1. RESUMO**

Com estas reflexões procura-se evidenciar alguns dos contornos econômicos que ocorrem em torno do BIOGÁS<sup>1</sup> e permitem entendê-lo como um produto, como tantos outros, como o ovo, o leite, a carne, o milho, o etanol e outros. Pretende-se mostrar também o absurdo de o biogás, com todo o potencial econômico direto e indireto que representa ser sistematicamente jogado fora. Contido na biomassa dos resíduos orgânicos, urbanos como o lixo e os esgotos domésticos e efluentes industriais, ou nos resíduos rurais como

---

<sup>1</sup> **BIOGÁS.** Composto gasoso, constituído em média por 59% de gás Metano (CH<sub>4</sub>), 40% de gás Carbônico (CO<sub>2</sub>) e 1% de gases-traço entre eles o gás Sulfídrico (H<sub>2</sub>S), resultante da degradação anaeróbia (ausência de oxigênio) da matéria orgânica, por colônias mistas de microorganismos. É considerado um recurso renovável.

os dejetos animais, os sólidos de diversas origens na produção e na agroindústria, representam sérios impactos ambientais tanto em relação à poluição hídrica como atmosférica. Talvez por isso, por estar associado ao lixo, aos restos, ao poluente descartável, o real valor econômico do biogás passe despercebido.

Na produção, uma matéria prima passa por um ou mais processos de transformação para intensificar ou ganhar qualidade e torna-se um produto para ser consumido. Com biogás dá-se o mesmo. Os resíduos e efluentes orgânicos submetidos a um determinado tratamento sanitário – a biodigestão anaeróbica, em condições específicas, geram dois produtos, um líquido, efluente do processo e outro gasoso, o biogás.

Como todo produto, o biogás também constitui e sustenta uma cadeia de demandas e suprimentos relativamente complexa, ou seja, o biogás é centro gerador e mantenedor de economias que se constituem em seu torno. A produção de biogás demanda, consome e gera resultados econômicos e como se encontra pulverizada nos ambientes rurais favorecê-la significa também distribuir localmente os resultados econômicos produzidos por esta economia.. São resultados diretos como a geração das energias elétrica, térmica e automotiva, com redução de emissões de Gases do Efeito Estufa e por isso a obtenção de Créditos de Carbono e também resultados econômicos indiretos, como as demandas por serviços de planejamento, implantação, operação e manutenção dos processos que produzem o biogás e das energias que com ele podem ser geradas. Vale sempre lembrar, que a obtenção do biogás é indissociável da produção de biofertilizante.

## **A produção do biogás**

A linha de base, ou o fragmento estrutural básico da economia do biogás, constitui-se no tratamento sanitário por biodigestão anaeróbica<sup>2</sup> de qualquer

---

<sup>2</sup> **BIODIGESTÃO ANAERÓBICA:** consiste em submeter um volume diário de biomassa residual em estado líquido ou pastoso, no interior de dispositivos de engenharia sanitária conhecidos como biodigestores, durante um determinado tempo de retenção hidráulica, sob condições ideais de temperatura e agitação. Neste dispositivo, em ausência total de oxigênio atuam colônias mistas de microorganismos, que encontram condições ideais para proliferar, alimentando-se dos sólidos voláteis solúvel na biomassa em tratamento, o que provoca a degradação da matéria orgânica.

resíduo, ou biomassa residual em estado líquido ou pastoso, que são resíduos e efluentes orgânicos, industriais, dejetos da produção de animais e os resíduos sólidos provenientes do beneficiamento da produção agrícola ou mesmo de lavouras especificamente plantadas para fins energéticos.

Releva notar que há farta disponibilidade de referências em dados e informações técnico-científicas feitas pela pesquisa mundial e brasileira sobre biofertilizante e biogás, assim como está publicada a legislação pertinente. Como este trabalho pretende somente chamar a atenção sobre os aspectos econômicos do biogás, dele não constarão essas referências.

## **2 - CONTEXTUALIZAÇÃO**

### **2.1. O BIOGÁS NO PRESENTE**

Em vários momentos da história recente ocorreram iniciativas para produzir e usar o biogás. Nos anos 70 chegou a integrar o modelo da “revolução verde”, paradigma da atual economia mundial da produção de alimentos, mas, ao contrário das outras tecnologias deste modelo, não prosperou. Passaram-se 30 anos sem que o biogás integrasse os sistemas produtivos, mesmo fazendo parte deles como subproduto. E isso em larga escala. Mesmo as mais recentes iniciativas motivadas pelo Mecanismo de Desenvolvimento Limpo proposto pelo Protocolo de Quioto, os projetos foram concebidos de forma a simplesmente queimar o biogás sem nenhum aproveitamento energético, o que evidentemente reduz a linha de base dos projetos, facilitando a aprovação e o monitoramento dos mesmos, porém impondo um desperdício injustificável para a atividade submetida a estas condições. Conclui-se que nos dias atuais, o valor econômico do biogás é simplesmente desperdiçado, queimado, ou emitido para a atmosfera na forma bruta aonde, com poder destruidor 21 vezes maior do que o do gás Carbônico (CO<sub>2</sub>) para destruir a camada de ozônio com sérias conseqüências para o aquecimento global e as mudanças climáticas.

Os setores do agronegócio e da agroindústria teriam uma equação econômica mais próxima da sustentabilidade se encontrassem formas de renda para fazer

---

frente à cobertura dos custos de investimentos e despesas de manutenção dos seus serviços ambientais. Da forma como estão estruturados economicamente os negócios e da forma como são exigidos por leis ambientais atualmente, esses serviços pesam significativamente na estrutura econômica, já que tratam passivos, ou seja, são economicamente neutros, não geram rendas.

Produzindo o biogás como consequência de seus serviços ambientais e sanitários e aproveitando-o como um produto com valor econômico, gerador de um dos insumos mais importantes de suas estruturas de custos, a energia, esses setores poderiam encontrar possibilidades reais de gerar renda e com isto cobrir seus custos ambientais.

## **2.2 O BIOGÁS NO FUTURO**

A ciência tem estudado intensamente os gases e propondo uma nova matriz energética com predominância de fontes renováveis de energia, para atenuar os efeitos danosos dos combustíveis fósseis. O pesquisador inglês Robert Hefner III (2006) na publicação *A Era dos Gases*, demonstrou como a matriz energética mundial vem evoluindo desde a predominância dos combustíveis sólidos (biomassa da madeira), passando pela era atual dos combustíveis líquidos (derivados do petróleo) e já enxergando a Era dos Gases, que terá seu apogeu no mundo movido a Hidrogênio (H<sub>2</sub>), o mais puro vetor de energia conhecido.

Nesta modelagem Hefner III avaliou como os padrões de combustíveis variaram na matriz energética ao longo de 300 anos de história. De 1850 até 2150, identificando em seus períodos clássicos, revolução industrial, economia pós-moderna, economia do século 21 e finalmente chegando à economia do Hidrogênio. Demonstrou como a humanidade utilizou e desenvolveu seus combustíveis em cada período e os foi substituindo diante de fatores determinantes como escassez, efeitos negativos imprevisíveis, impactos ambientais, desempenho econômico, e outros. No estudo da tendência do uso dos gases até o seu ponto culminante o Hidrogênio, demonstrou que uma etapa não pode ser ignorada ou negligenciada a passagem pela intensa utilização do Metano (CH<sub>4</sub>), que compõe o biogás. O Metano está na rota do

Hidrogênio. Será necessário desenvolver e aprimorar suas aplicações, como se fosse um estágio preliminar, ou precursor da economia do Hidrogênio.

As civilizações orientais conhecem o biogás há muito tempo. O imaginário popular o associa à podridão, aos esgotos, aos pântanos, à degradação, enfim, o biogás é relacionado com aspectos escatológicos, naturais e construídos. Talvez por isso, esse produto seja associado ao passado e conseqüentemente tenha tido o seu valor e importância econômica minimizados. No entanto, como proposto por Hefner III, para evoluir no uso dos gases, a humanidade terá que dominar o Metano, para o quê é inevitável concluir que este gás está ligado ao futuro e não ao passado. Ainda que o biogás e seus componentes façam parte do ciclo biogeoquímico do Carbono, que é o mais antigo, o maior e o mais importante ciclo do metabolismo da Terra. Há de se considerar inclusive, que o Metano ( $\text{CH}_4$ ) é portador do próprio Hidrogênio. Duas moléculas de  $\text{H}_2$  para uma de Carbono C.

O estudo de Hefner III revela ainda que a Era dos Gases determinará que a humanidade deixe para trás uma forma de crescimento econômico não sustentável, centralizado, capital intensivo e ineficiente energeticamente e vá gradativamente encontrando um modelo de crescimento descentralizado, desenvolvido tecnologicamente e altamente eficiente no aproveitamento energético. Esse novo modelo preconizado por Hefner III traz o biogás novamente ao cenário das energias renováveis estratégicas e define o que é preciso fazer para que isto aconteça, ou seja, das mudanças regulatórias necessárias, como a do conceito de Geração Distribuída necessário para descentralizar a geração de energia e o urgente reconhecimento do biogás como produto com valor econômico.

Com a Geração Distribuída abre-se uma nova perspectiva energética também para o fornecimento de energia elétrica e térmica geradas com biogás. Trata-se da possibilidade de economias eletrointensivas, como secagem de grãos, olarias, cimenteiras, porcelanatos, britadeiras e demais industrializações de produtos minerais, assim como frigoríficos, amidonarias e outras ligadas à agroindústria, de encontrarem no biogás, possibilidade reais de obterem energia elétrica sob medida, específica para seus altos consumos. Também

revelam-se possíveis os casos de auto-abastecimento feitos com geradoras a diesel, como em uso na hotelaria em geral, para vencer os horários de ponta.

### **2.3 A ITAIPU BINACIONAL E O BIOGÁS**

Monitorando a qualidade das águas dos rios tributários do Reservatório de Itaipu, a empresa tem registrado índices hipereutróficos das águas determinados pelo aporte de sedimentos orgânicos e fertilizantes químicos, originados de biomassa de resíduos gás operações com animais estabulados e erosão dos solos do território hidrográfico diretamente influente, a Bacia Hidrográfica Paraná III. Consta de levantamentos recentes da biomassa residual neste território, que ali são criados 1.5 milhão de suínos em 1.250 granjas, sendo que destas somente 280 tratam de dejetos com biodigestores. Agrava ainda esta situação a criação de cerca de 500 mil vacas leiteiras e 40 milhões de aves.

A eutrofização produz um crescimento descontrolado de algas e macrófitas flutuantes e fixas, que em sua dinâmica sucessória acabam produzindo restos orgânicos que se depositam no fundo do reservatório e ali, em ambiente anaeróbico re-começam a produzir boinas que ganha à superfície e dali desprende-se para o ar. Os rios tributários, com água bruta de boa qualidade, tornam-se assim emissores de gases do efeito estufa.

Por este fato a ITAIPU por meio de sua Assessoria de Energias Renováveis elegeu o biogás como prioridade em termos de energias renováveis, procurando oferecer às atividades geradoras uma perspectiva de valorização econômica da biomassa residual e com isto estabelecer uma oportunidade de retirá-la do ambiente. Para demonstrar esta possibilidade em escala real a empresa estimulou a implantação de 6 unidades de demonstração, que já estão produzindo energia com boinas e oficialmente vendendo os excedentes à concessionária estadual Copel, com autorização da ANEEL.

### **3. A ECONOMIA DO BIOGAS**

Como um produto, o biogás constitui um centro gerador de economia. Provoca demandas e é consumidor de uma cadeia significativa de suprimentos,

enquanto apresenta resultados econômicos concretos, palpáveis na forma de energias, créditos de carbono e eficiência energética, que constituem receitas econômicas na Economia do Biogás.

As **demandas** desta economia constituem pré-requisitos para que a geração de biogás possa se implantar, como projetos, licenciamento ambiental, regulação, capacitação técnica e outros. Os **suprimentos** são componentes para que os processos se instalem e operem, como motores, geradores, controles, biodigestores, filtros, tubulações e uma infinidade de outras peças, componentes e processos de origem industrial, que movimentam o comércio e serviços especializados.

Os **resultados econômicos**, que advém da instalação da Economia do Biogás são os Diretos como as energias elétrica, térmica e automotiva, aplicadas para auto-consumo e para venda de excedentes e indiretos, como a obtenção de créditos de carbono por redução de emissões de gases do efeito estufa (MDL), a adequação ambiental da atividade pela redução de cargas orgânicas poluentes e a sua eficiência energética.

### **3.1. ENERGIAS DO BIOGÁS**

- Entende-se por conversão energética o processo que transforma um tipo de energia em outro. O biogás apresenta grande versatilidade como fonte energética renovável, pois a sua energia química pode ser:
- Convertida em energia mecânica por processos de combustão controlada, em motores estacionários que por sua vez movem geradores e estes promovem a conversão direta em energia elétrica;
- Utilizada para a co-geração de energia térmica, aplicada a geração água quente e vapor gerados com as altas temperaturas do motor;
- Queimada como fonte de energia térmica em caldeiras;

Aplicada como combustível - Gás Veicular purificado - em motores automotivos e estacionários. Começam a surgir também novas aplicações,

como a Reforma do Biogás para a obtenção de Hidrogênio e uso deste para carregar a células combustíveis.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> **REFORMA DO METANO:** Consiste na conversão do Metano (e outros hidrocarbonetos) em Hidrogênio e Monóxido de Carbono, sendo o processo mais comum o da reação de vapor sobre um catalisador em níquel. O processo visa à produção de Hidrogênio para alimentar células combustíveis. Pedro, C.E.G. and V. Putsche. Survey of the Economics of Hydrogen Technologies. National Renewable Energy Laboratory. September 1999.



## a) Energia elétrica

A geração de energia elétrica tendo o biogás como fonte é realizada através do uso deste para a alimentação de grupos moto-geradores. São possíveis duas finalidades para a energia elétrica gerada. O primeiro e melhor remunerado será sempre o uso da energia para auto-abastecimento, com resultados diretos que aparecem na eficiência energética da atividade e na possibilidade de intensificar o uso da eletricidade para a realização de novos trabalhos essenciais para o aumento da produtividade e para a sustentação econômica da atividade, já que a mesma é gerada por e pela própria atividade. Outra finalidade seria a venda do excedente da energia, ou da sobra após o auto-abastecimento, viabilizada pela conexão do gerador em paralelo a uma rede de distribuição. Na atualidade, para a conexão em rede a potência máxima permitida é de até 300 KVA, com sistema de medição de faturamento – SMF, padrão CCEE, através de medidor de 4 quadrantes. Para o auto-abastecimento não há limites de potência sendo esta a mais vantajosa condição de retorno econômico pela energia gerada.

A venda dos excedentes de energia elétrica pode ser realizada por meio de contratos com concessionárias distribuidoras, por chamadas públicas, reguladas pelas instruções normativas da ANEEL. Recentemente ocorreram mudanças significativas nesta regulação. As Resoluções Normativas 390/2009 e 395/2009 da ANEEL que fixaram mudanças de critérios ao PRODIST - Procedimentos de Distribuição do setor elétrico, permitiram que a energia elétrica em Geração Distribuída<sup>4</sup> gerada com biogás e saneamento ambiental, por geradores de pequeno porte, menores do que 1 MW e em baixa tensão possa ser conectada em redes de distribuição. O potencial desta energia pode ser avaliado, na Tabela 1.

---

<sup>4</sup> **GERAÇÃO DISTRIBUÍDA:** Modo de geração de energia elétrica conectada em sincronia com a rede de distribuição, que viabiliza a geração por micro-centrais, possibilitando a descentralização do sistema. A geração distribuída pode servir para qualquer fonte renovável de energia elétrica, como eólica, solar, hídrica, geotérmica e no caso da geração de biogás, além dos efeitos energéticos, ainda produz efeitos ambientais, econômicos e sociais.

Tabela 1. Produção Potencial de Biogás no agronegócio brasileiro em 2006.

Categoria	Produção potencial de biogás (milhões de m <sup>3</sup> )											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
<b>Animal</b>												
Frangos	158,7	139,2	152,2	126,6	142,3	141,0	155,6	160,3	151,2	159,0	151,5	161,2
Leitões	24,2	22,0	25,1	23,7	24,4	24,0	24,6	24,7	22,9	23,9	23,5	24,7
Suínos adultos	58,0	55,9	62,6	65,0	67,9	65,4	67,9	67,2	65,9	67,8	63,9	66,6
Vacas produzindo	362,8	327,7	362,8	351,1	362,8	351,1	362,8	362,8	351,1	362,8	351,1	362,8
Bovinos abatidos	40,9	33,1	44,2	37,1	46,2	43,5	44,3	47,5	43,3	45,9	42,5	44,8
Bovinos estabulados	79,1	71,5	79,1	76,6	79,1	76,6	79,1	79,1	76,6	79,1	76,6	79,1
<b>TOTAL</b>	<b>723,8</b>	<b>649,4</b>	<b>726,1</b>	<b>680,1</b>	<b>722,7</b>	<b>701,7</b>	<b>734,3</b>	<b>741,6</b>	<b>711,0</b>	<b>738,6</b>	<b>709,1</b>	<b>739,4</b>
<b>Total Anual : 8.577,8 milhões de m<sup>3</sup></b>						<b>Média Mensal: 714,8 milhões de m<sup>3</sup></b>						

Fontes: SIDRA/IBGE, 2006.\* Plantel abatido (bovinos, suínos e aves) em estabelecimentos inspecionados, vacas leiteiras e bovinos estabulados.

Interessante registrar que no Brasil as redes de distribuição somam cerca de 4,5 milhões de quilômetros. Antes das modificações do PRODIST, o máximo permitido para geradores de energia descentralizados, como as Pequenas Centrais Hidrelétricas - era a conexão em subestações das redes de transmissão, cuja extensão no Brasil é de cerca de 100 mil quilômetros.

A capilaridade das redes de distribuição, agora acessíveis devido á regulação da Geração Distribuída praticamente assegura a possibilidade de gerar energia elétrica e fornecê-la ao sistema, para as atividades produtoras de animais, industriais, ou de subsistência garantindo assim a comercialização desta energia, o que se constitui no passo fundamental para obter a dimensão econômica da energia do biogás.

Ao potencial de biogás produzido com os dejetos dos plantéis de animais abatidos no Brasil, conforme Tabela 1, foram aplicados os coeficientes de geração de energia apresentados por Gaspar, 2003. Com isto obteve-se que o volume médio de biogás desses plantéis pode produzir 1,1 TWh/mês de energia elétrica, confirmado pelos coeficientes enunciados por Lucas Jr. & Silva (2005).

Isto permite estimar que a geração potencial de energia elétrica do setor da produção de carnes está em torno de 1 TWh/mês, ou 12 TWh/ano. Ou ainda

equivale a cerca de 2% do consumo médio brasileiro estimado em 500TWh/ano de energia elétrica. O valor desta geração, pode ser obtido pelo valor de referência da energia elétrica produzida no Brasil, de R\$ 145,00/MWh, aplicado ao valor potencial da energia com biogás enunciado acima, que totaliza R\$ 1,74 bilhões, por ano. Considerando que enquanto 2% do total da energia consumida no Brasil pode soar insignificante, o valor desta energia representa a perda de mais de R\$ 1,7 bilhões por ano, perdidos do setor da produção, na forma de energia elétrica.

### **b) Energia térmica**

A conversão do biogás, em energia térmica pode ser feita de duas formas:

- por co-geração a partir da instalação de conversores de calor nos coletores de escape dos motores para pré-aquecimento da água da caldeira de geração de vapor,
- pela utilização direta de biogás como combustível em caldeiras ou fornos substituindo a lenha, o bagaço de cana, o diesel ou outro combustível empregado.

Entre as aplicações da energia térmica produzida com biogás está a geração de água quente e/ou vapor para aquecimento de animais, o resfriamento obtido por dispositivos de troca de calor, para a refrigeração de produtos perecíveis e o uso direto do biogás para queima em caldeiras e em processos que exijam aquecimento. Aplicar parte do biogás para gerar energia térmica pode substituir a lenha ou combustíveis fósseis utilizados em caldeiras.

O poder calorífico do biogás varia de 5.000 a 7.000 kcal/m<sup>3</sup> (ou de 20,93 a 29,37 MJ). segundo DROSTE, 1997; JORDÃO & PESSOA, 1995; VAN HAANDEL & LETTINGA, 1994; METCALF & EDDY, 1991; BATISTA, 1981 e AZEVEDO NETTO, 1961. Considerando o potencial anual de produção de biogás no Brasil (Tabela 1) igual a 8.577,8 milhões de m<sup>3</sup> e considerando o poder calorífico do biogás de 20,93 MJ, chegamos a um potencial total de geração de energia térmica de 17.970 TJ por ano. Isto equivale a cerca de 14,5 milhões de toneladas de lenha ou cavaco de madeira.

### **c) Energia automotiva**

O Metano (CH<sub>4</sub>) com alto poder combustível é resultante do Biogás filtrado, que em termos de combustível automotivo se comporta como o GNV (Gás Natural Veicular). Veículos de passeio ou de carga podem utilizá-lo quando adaptados com as mesmas tecnologias de conversão de motores a GNV. Esta pode se configurar em uma alternativa importante quando o Biogás é produzido pela mesma cadeia de suprimentos que o utilizará, pela autonomia combustível e pela redução de custos que isto representa. Uma linha de coleta diária de leite, por exemplo, ou uma linha de distribuição de rações, outro exemplo.

Pela filtragem separa-se o Metano (CH<sub>4</sub>) do gás Carbônico (CO<sub>2</sub>), que funciona como anti-chama, ou não combustível. É separado também o gás Sulfídrico (H<sub>2</sub>S) que é corrosivo e mesmo em pequenas quantidades produz a corrosão de peças essenciais dos motores. O Material Particulado, ou pó, também é removido na filtragem. Assim, obtém-se o gás Metano com alto teor de pureza, aumentando ao máximo o seu poder calorífico e conseqüentemente, aumentando sua eficiência e possibilidades de aplicação.

Conforme citado anteriormente, o poder calorífico do biogás varia de 5.000 a 7.000 kcal/m<sup>3</sup>. Quando comparado ao potencial calorífico da gasolina, chegamos a um fator de equivalência energética de 0,60 litros de gasolina para cada m<sup>3</sup> de biogás (considerando o menor potencial calorífico para o biogás: 5000 kcal/m<sup>3</sup>). Para o diesel este fator é de 0,55 litros de diesel para cada m<sup>3</sup> de biogás, e para o gás natural o fator de equivalência energética é de 0,53 m<sup>3</sup> de gás natural para cada m<sup>3</sup> de biogás.

Quando se aplicam esses fatores aos dados de produção potencial de biogás no Brasil (Tabela 1) estima-se que se todo o biogás disponível fosse convertido em combustível para veículos, isso representaria em um ano cerca 5,15 bilhões de litros de gasolina, 4,72 bilhões de litros de diesel ou 4,5 bilhões de m<sup>3</sup> de GNV.

### **3.2 GASODUTOS RURAIS PARA TRANSPORTE DO BIOGÁS**

Certamente que a geração do biogás por biodigestores instalados o mais próximo possível das micro centrais para utilizá-lo como combustível para gerar energia é a situação locacional que apresenta melhor benefício/custo. Porém

nem sempre isto é possível e as unidades de geração muitas vezes ficam distanciadas das unidades de aplicação. Nestes casos, o biogás deverá ser transportado de um local para outro, o que implica na necessidade de se servir de um gasoduto para tal.

A solução gasoduto tem importância fundamental para produtores rurais que gerariam biogás em escala inviável economicamente, como acontece com a agricultura familiar, em assentamentos e mesmo para integrações cooperativadas, com propriedades distribuídas em espaços relativamente próximos ou concentrados. Gasodutos rurais pode ser construídos em tubulação flexível de Polietileno de Alta Densidade - PEAD com diâmetros variáveis entre 20 a 90 mm, para reduzir resistências e perdas de carga,

Gasodutos rurais podem ser implantados em microbacias hidrográficas, como no caso do Condomínio de Agroenergia para Agricultura Familiar do Córrego Ajuricaba, implantado como referência pela ITAIPU BINACIONAL em Marechal Candido Rondon/PR, cuja configuração resulta extremamente facilitadora para a adoção de outras práticas sanitárias e conservacionistas associadas para a redução de poluição, seja hídrica ou atmosférica. São condomínios de agroenergia com biogás.

A implantação do Condomínio de Agroenergia Ajuricaba tem como principal objetivo viabilizar 38 propriedades de agricultura familiar existentes na microbacia hidrográfica. Produtores com renda inferior a R\$100 mil por ano e dedicadas á produção de leite e carne suína, aves em plantéis de pequeno porte, isoladas não atingiriam escala para usar os esterco e dejetos dos seus animais para produzir energias com biogás. A solução encontrada pela Coordenadoria de Energias renováveis da ITAIPU, foi de instalar um biodigestor em cada propriedade e transportar o biogás ali gerado, a partir de um gasoduto que conecta os biodigestores. O gasoduto chega a uma Microcentral termelétrica a biogás, aonde também são demonstradas aplicações térmicas do biogás como em um secador de grãos com fogo indireto.

É de registrar que não há especificações técnicas, nem regulação para gasodutos rurais no Brasil. Mais pelo fato do biogás e suas possibilidades de

microgeração “não serem vistos” pela Agência Nacional do Petróleo, pela Petrobrás que se encarrega dos processos de geração, transporte e distribuição de gás. As empresas estaduais de gás de estados aonde as possibilidades de geração de energias com o biogás começa a se tornar realidade, como no Paraná e Santa Catarina acompanham a movimentação realizada pelos produtores, algumas empresas estatais de energia e a ANEEL.

### **3.3 COOPERATIVISMO COM BIOGÁS**

O biogás, como produto e como fonte renovável de energias, pode ser explorado em sistemas cooperativos. Biodigestores podem ser interligados por gasodutos rurais formando conjuntos de redes interligadas com gestão associativa, ou mesmo configurando planejamento para ordenamento territorial. São muito interessantes, porque oferecem escala para a Economia do Biogás. Os condomínios se associam e podem interligar seus gasodutos a uma só central geradora de energia, o que determinaria uma economia em escala altamente viabilizadora para os participantes e resultados importantes, ambientais, energéticos e principalmente econômicos, que podem resultar do cooperativismo com biogás, independente da vinculação do produtor a outras cooperativas, ou integrações. As cooperativas de eletrificação rural, que encontram dificuldades para ingressar em geração pelas limitações legais, podem encontrar nos condomínios associados uma interessante solução econômica .

### **4. REDUÇÃO DE EMISSÕES E OS CRÉDITOS DE CARBONO COM BIOGÁS**

Os resultados apontados por muitos especialistas têm mostrado panoramas assustadores em relação às Mudanças Climáticas causadas pela ação do homem no Planeta. Os Gases do Efeito Estufa lançados na atmosfera aumentaram desde 1750 devido ao consumo de combustíveis fósseis, às novas formas de uso da terra, aos desmatamentos e à agricultura intensiva . As principais fontes de emissão de GEEs no Brasil, provém do uso da terra e agropecuária, ao contrário dos países desenvolvidos, onde a energia e o transporte são as maiores fontes de emissão de gases poluentes.

As preocupações com esses cenários levaram a Organização das Nações Unidas a promover acordos entre os Países Membros, que estabeleceu a necessidade de controle sobre as intervenções humanas que levam a mudanças no clima planetário. Do primeiro acordo em dezembro de 1997, conhecido como Protocolo de Kyoto, estabeleceu-se que os países industrializados deveriam reduzir, entre 2008 e 2012, suas emissões de Gases do Efeito Estufa – GEE. Entre esses gases estão o gás Carbônico, o Metano, o

Óxido Nitroso e o Clorofluorcarbono (CFC). O índice de redução foi fixado em pelo menos 5,2% abaixo dos níveis registrados em 1990, o que equivale a uma meta mundial de cerca de 714 milhões de toneladas de gases por ano.

Para incentivar esta redução o Protocolo de Kyoto propôs o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), que permite aos países desenvolvidos, caso não consigam ou não possam cumprir suas metas promovendo a redução de emissão de gases de seus próprios parques industriais, poder comprar dos países que emitem índices baixos de GEE. Esta compra é feita através de títulos, ou CERs - Certificados de Redução de Emissões. Para obtê-los, as atividades geradoras de GEE se submetem a metodologias fixadas pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas – IPCC e através delas conseguem demonstrar a reduziram de suas emissões. Um CER corresponde a uma tonelada equivalente de Dióxido de Carbono e vale em média no mercado internacional US\$ 10 por crédito.

#### **4.1. POSIÇÃO BRASILEIRA EM RELAÇÃO ÀS REDUÇÕES DE EMISSÕES**

As Nações Unidas, pela UNFCCC – Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima fizeram realizar em 2009 a 15ª Conferência das Partes, em Copenhague, Dinamarca, Após esta Conferência o Brasil estabeleceu o compromisso voluntário de redução de emissão de Gases do Efeito estufa entre 36,1% e 38,9% de suas emissões atuais até 2020 e o apresentará na 16ª Conferência das Partes que se realizará em Cancun – México em fins de novembro de 2010.

As metas para cumprir estes compromissos e reduzir as emissões das atividades da produção brasileira de alimentos, constam do **Projeto Agricultura de Baixo Carbono**, que aponta para a redução de 1 bilhão de toneladas equivalentes de Carbono, com as ações apresentadas na Tabela 2.

#### **Ações para redução das emissões de carbono.**

<b>Objetivo</b>	<b>Ação</b>
Para a redução de emissões da ordem de 669 milhões de t CO <sub>2</sub> eq.	Redução de 80% da taxa de desmatamento na Amazônia
	Redução de 40% da taxa de desmatamento do Cerrado
Para a redução de emissões entre 133 a 166 milhões t CO <sub>2</sub> eq.	Recuperação de pastagens atualmente degradadas
	Promoção ativa da integração lavoura-pecuária



	Ampliação do plantio direto e a fixação biológica de nitrogênio
Para a redução em emissões variáveis entre 174 a 217 milhões toneladas de CO <sub>2</sub> eq.	Ampliação da eficiência energética, o uso de biocombustíveis, a oferta de hidrelétricas e fontes alternativas de biomassa, eólicas, pequenas centrais hidrelétricas, e o uso de carvão de florestas plantadas na siderurgia

Fonte: MAPA, 2010.

Para demonstrar uma das possibilidades de o Governo Federal cumprir suas metas de redução de emissões através do biogás, pode-se estimar a redução de emissões com base na produção anual de biogás por animais abatidos no Brasil em 8.577,8 milhões m<sup>3</sup> (Tabela 1) e aplicando-se o índice de 60% de metano no biogás, obtêm-se uma produção anual de metano de 5.145,6 milhões m<sup>3</sup>. Com a densidade do metano de 0,72 kg/m<sup>3</sup>, e o potencial de aquecimento global do metano em 21 vezes o do CO<sub>2</sub>, é possível calcular a redução anual potencial **de 77.8 milhões t CO<sub>2</sub> eq.**

Comparando-se este potencial com o Indicador/Compromisso do Projeto Agricultura de Baixo Carbono, que é de 1 bilhão de t Co<sub>2</sub> eq. até 2020, pode-se entender que o potencial de redução encontrado será de, aproximadamente, 7% deste indicador.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO NETTO, J. M. (1961), Aproveitamento do Gás de Esgotos, Revista DAE, ano XXII, no 41, p. 15-44, jun e no 42, p. 11-40, set

BATISTA, L. F. (1981), Construção e Operação de Biodigestores – Manual Técnico, Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural, 54 p., Brasília, DF

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Normativa N<sup>o</sup> 390, de 15 de dezembro de 2009. Disponível em: [www.aneel.gov.br/cedoc/ren2009390.pdf](http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2009390.pdf). Acesso em: julho de 2010.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Normativa N<sup>o</sup> 395, de 15 de dezembro de 2009. Disponível em: [www.aneel.gov.br/cedoc/ren2009395.pdf](http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2009395.pdf). Acesso em: julho de 2010.

BLEY JR, C., LIBANIO, J.C., GALINKIN, M., OLIVEIRA, M.M., Agroenergia da biomassa residual: perspectivas Energéticas, Ambientais e socioeconômicas. 2<sup>a</sup> ed. Itaipu Binacional, Organização Nações Unidas para Alimentação e Agricultura / FAO TechnoPolitik Editora, 2009. 140 p.

COELHO, S. T.; VELÁZQUEZ, S. M. S. G.; SILVA, O. C.; VARKULYA, A. Jr.; PECORA, V.. Relatório de Acompanhamento - "Biodigestor Modelo UASB". São Paulo. CENBIO – Centro Nacional de Referência em Biomassa, 2003.

COELHO, S. T.; VELÁZQUEZ, S. M. S. G.; SILVA, O. C.; PECORA, V.; ABREU, F. C. de. Relatório de Acompanhamento - "Relatório Final de Atividades do Projeto Programa de Uso Racional de Energia e Fontes Alternativas (PUREFA)". São Paulo. CENBIO – Centro Nacional de Referência em Biomassa, 2005.

DROSTE, R. L. (1997), Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment, cap. 18 – Anaerobic Wastewater Treatment, p. 622-669, John Wiley & Sons, Inc, Estados Unidos

GASPAR, R. M. B. L.; Utilização de biodigestores em pequenas e médias propriedades rurais com ênfase à agregação de valor: um estudo de caso da Região de Toledo – PR. Florianópolis: UFSC, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, 2003, 106p. Disponível em: <<http://www.tede.ufsc.br/teses/PEPS4022.pdf>>. Acesso em: julho de 2010.

IPCC – Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas. Guia para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa - IPCC - Capítulo 10: Emissões da Pecuária e do Manejo de Dejetos. Disponível em: <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp>>. Acesso em: julho 2010.

IPCC – Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas. Metodologia AMS.III.D Versão 14 - Captura de Metano em Sistemas de Gestão de Animais – 2009. Disponível em: <http://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/ZODCONSVY9D2ONIJKJMUZEKRE56T71/view.html> Acesso em julho 2010.

JORDÃO, E. P. & PESSÔA, C. A. (1995), Tratamento de Esgotos Domésticos, 3a edição, ABES, 681p., Rio de Janeiro, RJ

LUCAS JR. E SILVA, Biogás – Produção e utilização, Unesp, 2005.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Plano Nacional de Agroenergia, 2006-2011. Brasília: Mapa, 2005, 120p.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Projeto Agricultura de Baixo Carbono. 2010.

METCALF & EDDY (1991), Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, Reuse, 3ª edição, McGraw-Hill, cap. 12, p. 765-926, Nova York, Estados Unidos

SOUZA et alli (1992) apud POMPERMAYER, Raquel de Souza and PAULA JUNIOR, Durval Rodrigues de. Estimativa do potencial brasileiro de produção de biogás através da biodigestão da vinhaça e comparação com outros energéticos.. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 3., 2000, Campinas. Disponível em: <[http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC00000002200000200055&script=sci\\_arttext](http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC00000002200000200055&script=sci_arttext)>. Acesso em: 15/07/10.