



ANÁLISE DO IMPACTO AMBIENTAL DA UTILIZAÇÃO DE REJEITOS COMO FONTE ENERGÉTICA ALTERNATIVA PARA O MEIO AGRÍCOLA

Hans Cristian Borowski

FEG/UNESP – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá – Universidade Estadual Paulista
Departamento de Energia - Programa de pós-graduação
Av. Dr. Ariberto Pereira da Cunha, 333, CEP 12516-410 – CP 205 – Guaratinguetá – SP
borowski@feg.unesp.br

Luís Henrique Nobre Avellar

CENBIO – Centro Nacional de Referência em Biomassa
IEE/USP – Instituto de Eletrotécnica e Energia – Universidade de São Paulo
Av. Luciano Gualberto, 1289 – Cidade Universitária, CEP 05508-010 – São Paulo – SP
lavellar@amhanet.com.br

Luiz Roberto Carrocci

FEG/UNESP – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá – Universidade Estadual Paulista
Departamento de Energia
Av. Dr. Ariberto Pereira da Cunha, 333, CEP 12516-410 – CP 205 – Guaratinguetá – SP
carrocci@feg.unesp.br

José Luz Silveira

FEG/UNESP – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá – Universidade Estadual Paulista
Departamento de Energia
Av. Dr. Ariberto Pereira da Cunha, 333, CEP 12516-410 – CP 205 – Guaratinguetá – SP
joseluz@feg.unesp.br

Resumo. *Este artigo realiza inicialmente uma breve descrição das características de alguns tipos de rejeitos rurais (dejetos de bovinos leiteiros, de suínos e de criação de frangos) e de agroindústrias de laticínios. Numa segunda etapa apresentaram-se alguns resultados de pesquisas envolvendo a transformação desses rejeitos, por intermédio de biodigestores, em combustível alternativo (biogás) e sua utilização como fonte energética em unidades cogeneradoras de energia. Outra contribuição deste artigo pode ser encontrada na análise dos benefícios do sistema em relação ao impacto ambiental dos rejeitos sendo aproveitados na geração de energia, feita com base no ciclo de vida do processo de biodigestão e cogeração de energia.*

Palavras-chave: *Impacto Ambiental, Rejeitos Rurais e Agroindustriais, Biodigestão Anaeróbia, Cogeração de Energia.*

1. INTRODUÇÃO

O modo pelo qual os rejeitos rurais e os rejeitos dos processos de industrialização dos produtos agrícolas vêm sendo descartados no meio ambiente tem causado graves problemas sócio-econômico e ambientais, atingindo uma grande parcela da população mundial e influenciando a sociedade como um todo.

Outro problema que vem sendo obstáculo no desenvolvimento do Brasil é a indisponibilidade de energia elétrica em algumas propriedades rurais, localidades de difícil acesso e comunidades isoladas; além disso, neste início de terceiro milênio, o cenário energético mundial tem apresentado sinais reais da escassez energética.

2. CARACTERIZAÇÃO DOS REJEITOS

Neste item caracterizam-se alguns tipos de rejeitos rurais e agroindustriais. Enfatizam-se àqueles com grande potencial poluidor e que simultaneamente têm apresentado viabilidade de utilização como combustíveis alternativos ou veículos energéticos.

Referindo-se aos rejeitos rurais, optou-se por dar prioridade àqueles rejeitos provenientes da criação de bovinos leiteiros, e os da criação de suínos, deixando para uma nova oportunidade estudos para os rejeitos agrícolas. Já com relação aos rejeitos agroindustriais, abordam-se aqueles provenientes dos laticínios.

2.1. Rejeitos Agroindustriais

Nas últimas décadas do século XX, os problemas ambientais, juntamente com a crise energética mundial, acrescida pelas estimativas pessimistas do esgotamento das reservas primárias de energia, alertaram o mundo para a necessidade de melhoria nos processos industriais.

Surge então uma tendência que visa utilizar os rejeitos rurais e agroindustriais como combustíveis alternativos em processos industriais e em unidades independentes geradoras de energia (geração distribuída ou descentralizada).

Em termos ambientais o descarte dos rejeitos agroindustriais é considerado como poluição pontual, pois estão concentrados e possuem características conhecidas, uma vez definido o processo industrial; porém quando proveniente de pequenas agroindústrias, ainda dentro da propriedade agrícola, estes rejeitos, adicionados aos rejeitos tipicamente agrícolas, passam a ser considerados como poluição difusa.

2.1.1 Rejeitos da Agroindústria de Laticínios

Em termos energéticos, os rejeitos dos laticínios, principalmente o lodo anaeróbio e a água de lavagem de tubulação industrial têm destaque entre os demais; eles também fazem parte dos rejeitos produzidos por agroindústrias localizadas dentro de propriedades rurais, comunidades isoladas e pequenas cidades, localizadas em regiões de difícil acesso; visam a pasteurização e ensacamento do leite, além da fabricação de alguns derivados, como ricota, manteiga e queijo tipo frescal, para atender a comunidade do local onde estão instaladas.

Como exemplo de cidades com este perfil, existem as localizadas na região leste do estado de São Paulo, na Serra do Mar e da Mantiqueira, como Lagoinha, Silveiras, Areias, Bananal, São José do Barreiro, Cunha, Lavrinhas, São Luiz do Paraitinga, Redenção da Serra, Natividade da Serra, Santo Antônio do Pinhal, Penedo e Visconde de Mauá, entre outras pequenas comunidades.

Tais cidades caracterizam-se por serem pequenas e por localizarem-se em regiões montanhosas, onde há grande dificuldade de escoamento da produção agrícola, principalmente na época das chuvas.

Entre os rejeitos gerados no processo de fabricação dos laticínios de pequeno porte encontram-se o próprio leite, a gordura, o lodo anaeróbio, a água de lavagem de tubulação industrial e as demais águas residuais dos diversos processos de fabricação, como as do soro do leite dos queijos, as águas dos vários tipos de iogurte, e as águas com detergente, cloro e soda cáustica, dentre outros elementos, que sem dúvida contaminam o meio ambiente.

Além disso, o leite *in natura*, quando contaminado e impróprio para o uso humano ou de animais, também pode causar vários danos ambientais; entre os principais contaminantes do leite *in natura* estão os medicamentos e compostos farmacológicos, agentes quimioterápicos, hormônios

(Somatotropina bovina), e os endo e ectoparasiticidas, como os piretróides, utilizados no tratamento do carrapato e da mosca do chifre.

2.2. Rejeitos Rurais

Em todo o planeta são inúmeros os tipos de rejeitos rurais descartados no meio ambiente, causando efeitos extremamente danosos à humanidade. Não se pretende realizar aqui a caracterização de todos os tipos de rejeitos, mas de alguns em que os estudos iniciais indicam uma maior viabilidade de utilização como combustível alternativo para a geração de energia.

Em termos ambientais, consideram-se os rejeitos provenientes de propriedades agrícolas e agroindústrias caseiras pertencentes à poluição difusa. Apesar de não existirem estudos específicos, estima-se que 50% da poluição é considerada difusa, enquanto que os outros 50% são creditados à poluição pontual.

Como exemplo de poluição difusa proveniente de rejeitos agrícolas, Johnson & Johnson (1995), citado por Rosa (2000), declara que é estimada em 60 milhões de toneladas por ano a emissão global de metano proveniente da plantação de arroz alagado.

É preocupante que, perante a Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, somente 2% das 490 EIA/RIMAs existentes (Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto no Meio Ambiente) são para projetos agrícolas (Simões, 2000).

Ainda referindo-se à poluição difusa, Hooda et al (1999), apresenta uma tabela comparativa, Tab. (1), constando as variações da DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) para vários tipos de rejeitos agrícolas e agroindustriais.

Tabela 1. Rejeitos x DBO

Tipos de Rejeitos	DBO [mg/l]
Efluente de Silagens	30000 - 80000
Dejetos de Suínos	20000 – 30000
Dejetos de Bovinos	10000 – 20000
Efluente Líquido Drenado de Dejetos Estocados	1000 - 12000
Água de Limpeza de Sala de Ordenha e Espera	1000 – 5000
Leite	140000
Esgoto Doméstico Não Tratado	300
Esgoto Doméstico Tratado	20 – 60
Água de Rios Limpos	< 5

Fonte: [Hooda et al, 1999]

Com a perda do oxigênio dissolvido nas águas, causada pelos rejeitos de alta DBO ao serem descartados em rios ou lagos, haverá menos oxigênio disponível para os peixes, causando em muitos casos sua mortandade.

Ainda quanto ao aspecto poluidor dos rejeitos rurais destacam-se as doenças por agentes patogênicos e parasitas provenientes de animais, como a Salmonelose, Leptospirose, Tuberculose, Brucelose, Listeriose, Tétano, Erisipelas, Colibacilose, Histoplasmosis, Protozoárias, Coccídioses, Toxoplasmose, Ascaridíase e Sarcocistíase, entre outros.

2.2.1 Rejeitos da Bovinocultura Leiteira

Segundo Amaral (2000), as formas de manejo, incluindo o tipo de instalação e os regimes de estabulação são os verdadeiros responsáveis pela quantidade e qualidade dos dejetos destes animais.

A quantidade de dejetos produzidos por animal por dia, bem como seus teores de matéria seca (MS) e composição química, variam principalmente em função do peso do animal, idade, tipo de alimentação, digestibilidade do alimento, quantidade ingerida de água e estação do ano.

Silva (1981) e Benincasa, et al. (1991) mostram, como visto na Tab. (2), a disponibilidade diária de esterco por bovino leiteiro, em função do tipo de manejo, e também o potencial de produção de biogás por animal por dia, baseado no potencial de produção de biogás em biodigestores a partir dos dejetos diários de um único animal.

TABELA 2 – Manejo - Esterco – Biogás

Manejo	Esterco [kg/dia]	Biogás [m3/animal/dia]
Estabulado	30	1,11
Semi-estabulado	15	0,56
Não estabulado	10	0,36
Suíno	2,3	0,18
Suíno adulto	5,8	0,33
Galinha Poedeira	0,14	0,02
Frango de Corte	0,05	0,01

Fonte: [Silva, 1981] e [Benincasa, et al., 1991]

Salientando a contribuição da biodigestão anaeróbia como vetor na redução da poluição ambiental, demonstra-se, através da Tab. (3), segundo Acuri (1986), os fatores de destruição de alguns agentes patogênicos do esterco de bovinos durante a digestão anaeróbia, com diferentes temperaturas e tempo de retenção hidráulica (TRH).

TABELA 3 – Destruição de agentes patogênicos – Bovinos

Agentes	Temperatura[°C]	TRH [dias]	Remoção[%]
Poliovírus	35	2	98,5
Salmonella sp.	22 – 37	6 – 20	82 – 96
Salmonella typhosa	22 – 37	6	99
Micobacterium tuberculosis	30	-	100
Ascaris	29	15	90
Cistos de parasitas	30	10	100

Fonte: [Acuri, 1986]

2.2.2 Rejeitos da Criação de Suínos

No Brasil, o estado de Santa Catarina se destaca como um dos maiores produtores de carne e derivados de suínos; nas últimas décadas houve a instalação de muitas empresas alimentícias na região, o que acarretou um significativo crescimento econômico-social, bem como incentivou a posição de destaque na criação de suínos.

Com o passar dos anos, esta concentração tem ocasionado um graves problemas ambientais, em níveis indesejados para a população dessas localidades, baseado na grande quantidade e nas características altamente poluidoras destes dejetos quando descartados no meio ambiente.

Oliveira (1993), apresenta a produção de dejetos nas diferentes fases produtivas dos suínos, conforme observado na Tab. (4).

TABELA 4 – Produção de Dejetos – Fases de Produção

Fases de Produção	Esterco [kg/dia]	Esterco + Urina [kg/dia]	Dejetos Líquidos [litros/dia]
Animais 25 a 100 kg	2,30	4,90	7,00
Porca gestante	3,60	11,00	16,00
Porca em lactação	6,40	18,00	27,00
Macho	3,00	6,00	9,00
Leitões creche	0,35	0,95	1,40

Fonte: [Oliveira, 1993]

Kozen (1983), relata que a quantidade total de resíduos líquidos produzidos por um suíno varia entre 4,9 a 8,5% do peso vivo por dia para animais entre 15 e 100 kg. Relata ainda que a urina é a grande responsável neste processo, uma vez que ela representa 60% da quantidade de água ingerida.

Lucas Júnior (1994), apresenta resultados de estudos realizados em biodigestores do tipo batelada, contínuos e de fluxo ascendente com leito de lodo, utilizando os rejeitos da suinocultura (estrupe fresco, pré-fermentado e de esterqueiras), que mostraram o grande potencial de produção de combustível alternativo (biogás) e biofertilizante destes dejetos, além dos aspectos relacionados à redução da poluição ambiental, inclusive no que se refere às emissões de metano na atmosfera.

3. ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

A Figura 1, mostra uma unidade co-geradora de energia típica, funcionando com turbinas a gás e caldeira de recuperação, atrelada a um biodigestor e a um sistema de purificação e compressão de biogás, formando os chamados sistemas integrados de geração energética.

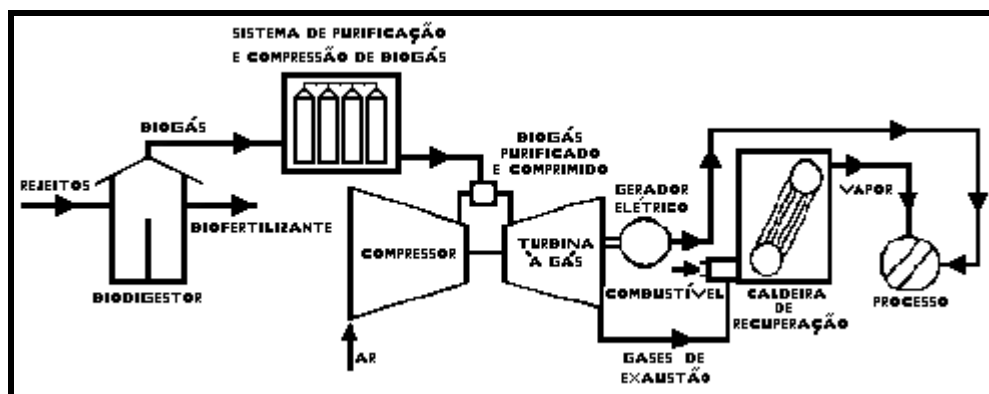


FIGURA 1 – Sistema Integrado com Turbina a Gás

Justifica-se a etapa de purificação do biogás produzido no biodigestor, pela necessidade de remoção do H_2S , para assim obter um maior aproveitamento da energia térmica presente nos gases de exaustão, através da redução da temperatura destes gases quando lançados na atmosfera, de $220^{\circ}C$ para $150^{\circ}C$; além disso, para a queima do biogás em turbinas a gás, a pressão é maior do que a pressão de operação do biodigestor.

Ao saírem da turbina, os gases se dirigem à caldeira de recuperação, onde é produzida a energia térmica para o processo industrial; nas caldeiras pode-se optar pela existência ou não de queima auxiliar de combustível; nos cálculos optou-se por caldeiras sem queima auxiliar.

Pretendeu-se neste estudo atender à demanda energética característica de uma agroindústria de laticínios de médio porte, 400 kW elétricos e 1500 kg de vapor por hora à pressão de 0,78 MPa, utilizando um conjunto motogerador da AlliedSignal, modelo ASE8-1000, capaz de suprir toda a

demanda de energia de uma propriedade rural e também industrializar todo o produto agrícola por ela produzido.

A Tab. (5) apresenta os resultados do estudo de viabilidade econômica para o sistema integrado apresentado na Fig. (1); nesta tabela pode ser avaliada a diferença entre os custos de produção de energia elétrica depois da cogeração e quando a eletricidade era comprada diretamente da concessionária. Também são apresentados os custos de produção da energia térmica, pela diferença entre depois da cogeração e antes, quando o vapor era produzido em caldeiras convencionais.

TABELA 5 – Receita da Geração Elétrica e Vapor

Tempo [anos]	Eletricidade – Retorno [US\$]			Vapor – Retorno [US\$]		
	8 [%]	10 [%]	14 [%]	8 [%]	10 [%]	14 [%]
4	-68933	-79576	-101359	-68866	-79559	-92304
6	-1695	-12135	-33774	-20265	-27811	-43452
8	31529	20982	-1110	3751	-3873	-19841
10	51154	40381	17628	17936	10149	-6297
12	63983	52934	29444	27210	19223	2243

A receita final, representando a somatória dos ganhos de produção de vapor e de eletricidade, pode ser observada na Fig. (2). Destaca-se que o sistema é lucrativo, apresentado um retorno do investimento no período de 6 a 10 anos, de acordo com a taxa de juros praticada. Tal fato está diretamente relacionado ao custo do combustível, considerado baixíssimo por ser produzido a partir dos próprios rejeitos rurais e agroindustriais, não havendo necessidade de ser comprado, como acontecia com a energia antes da utilização do sistema integrado.

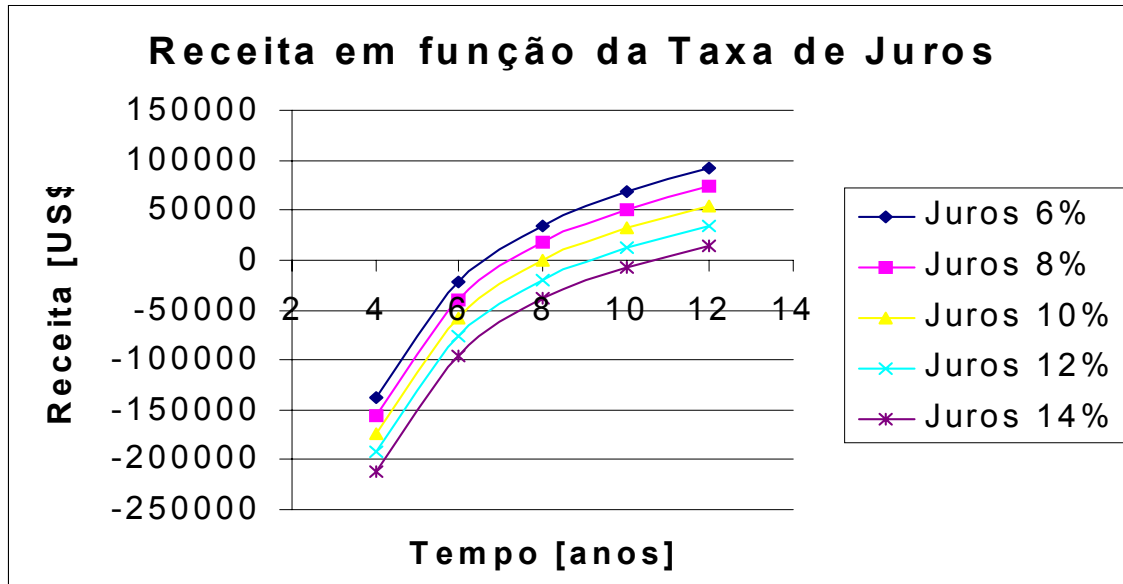


FIGURA 2 – Gráfico da receita final

Conclui-se que apesar do grande retorno econômico do investimento, em um relativamente curto espaço de tempo, a utilização de turbinas a gás em unidades cogedoras de energia, atreladas a biodigestores e formando os sistemas integrados, é inviabilizada pelo enorme volume de combustível necessário, ou seja, do volume de rejeitos.

Tal inviabilidade pode ser observada na Tab. (6), que mostra o de número de animais e a demanda diária de rejeitos. Essa inviabilidade do sistema é justificada pela escassez de propriedades rurais com tal quantidade de animais no Brasil.

TABELA 6 – Demanda de rejeitos agrícolas

Tipo de Rejeitos	Animais [unidades]	Quantidade[kg/dia]
Bovinos estabulados	5579	167370
Bovinos semi-estabulados	11059	165885
Bovinos não estabulados	17053	170530
Suínos	34406	79133
Suínos adultos	18767	108849
Galinhas Poedeiras	309650	43351
Frangos de Corte	619300	30965

4. ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

Embora exista uma certa tendência a considerar empreendimentos rurais como ecologicamente corretos, em oposição às indústrias, como as químicas, que são automaticamente associadas à metrópoles desumanas, a poluição visível da fumaça e outros elementos sintomáticos do que seria errado na vida moderna, atualmente tem-se em conta que existem problemas ambientais reais no trabalho tipicamente rural quando não acompanhado de procedimentos adequados.

Entre os impactos identificados incluem-se uma importante contribuição para o efeito-estufa, a formação de chuva ácida e a poluição das águas superficiais e subterrâneas, de diferentes modos, ocasionando mortandade de peixes, efeitos de eutroficação e danos à saúde de pessoas e animais, que podem se dar por agentes patogênicos e excesso de nitratos e defensivos agrícolas, entre outros fatores.

Dentre os produtos gerados das atividades de agricultura e criação, a amônia (NH_3) se apresenta como um dos principais fatores de impacto ambiental; segundo Skinner *et al.* (1997) as fazendas de criação animal responderiam por cerca de 80% das emissões de amônia do Reino Unido, o que faz prever a importância para o cenário brasileiro, que atualmente possui o maior rebanho bovino comercial do planeta e quantidades consideráveis de suínos, frangos e outros animais de criação.

Principalmente a partir do estrume animal libera-se a amônia, que é convertida a seguir em amônio (NH_4^+) na atmosfera; parte se deposita nas proximidades do local de emissão e parte pode percorrer longas distâncias ao ser retido no ar por até 13 horas (Skinner *et al.*, 1997).

O dano que vem a seguir é variado, ao se depositar no solo, o amônio libera hidrogênio, que irá acidificá-lo; além disso, pode apresentar efeitos tóxicos para as plantas e influir negativamente na disponibilidade de nutrientes, no metabolismo vegetal e na resistência a fungos e insetos. O amônio ainda contribui na formação de N_2O , que contribui para o efeito estufa, e promove, transformando-se em nitratos, a eutroficação de corpos d'água, que é seu envelhecimento precoce pela proliferação acentuada de algas e outros vegetais; os nitratos formados também prejudicam a qualidade da água para consumo humano, combinado aos nitratos lixiviados dos fertilizantes.

O processo de digestão anaeróbia atua de maneira a estabilizar e fixar o nitrogênio presente no estrume e na urina (que se encontra principalmente na forma de uréia), reduzindo em muito sua volatilização para a atmosfera como amônia e favorecendo seu uso como nutriente para a agricultura.

Como apenas carbono, oxigênio e hidrogênio tendem a ser convertidos em produtos voláteis durante a digestão anaeróbia, os demais elementos existentes no estrume e urina são convertidos em compostos estáveis, com maior tendência a se fixar no solo em que são distribuídos; este fato melhora o problema da lixiviação da urina e estrume “in natura”, que possuem Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) várias vezes superior ao esgoto doméstico humano, e são importantes agentes potenciais de mortandade de peixes.

Tanto a compostagem aeróbia como a digestão anaeróbia atuam favoravelmente na eliminação de agentes patogênicos presentes nos dejetos animais; a maioria destes é rapidamente destruída a temperaturas acima de 55°C, temperatura que pode ser considerada ideal para o desenvolvimento de digestão anaeróbia em reatores termofílicos (Tchobanoglous *et al.*, 1993); a Tab. (7) apresenta a condição para a destruição dos principais agentes patogênicos:

TABELA 7: Temperatura e tempo de exposição requeridos para a destruição de alguns patogênicos e parasitas mais comuns.

Organismo	Observações
<i>Salmonella typhosa</i>	Não cresce além de 46°C; morre dentro de 30 min a 55-60°C e dentro de 20 min a 60°C; é destruída em pouco tempo no ambiente de compostagem.
<i>Salmonella sp.</i>	Morre dentro de 1 hora a 55°C e entre 15-20 min a 60°C.
<i>Shigella sp.</i>	Morre dentro de 1 hora a 55°C
<i>Escherichia coli</i>	A maioria morre dentro de 1 hora a 55°C e entre 15-20 min a 60°C.
<i>Entamoeba histolytica cystis</i>	Morre em poucos minutos a 45°C e em poucos segundos a 55°C.
<i>Taenia saginata</i>	Morre em poucos minutos a 55°C.
larvas de <i>Trichinella spiralis</i>	Morre rapidamente a 55°C; morre instantaneamente a 60°C.
<i>Brucella abortus</i> ou <i>Br. suis</i>	Morre em 3 min a 62-63°C e em 1 hora a 55°C.
<i>Micrococcus pyogenes</i> var. <i>aureus</i>	Morre em 10 min a 50°C.
<i>Streptococcus pyogenes</i>	Morre em 10 min a 54°C.
<i>Mycobacterium tuberculosis</i> var. <i>hominis</i>	Morre entre 15-20 min a 66°C ou após um aquecimento momentâneo a 67°C.
<i>Corynebacterium diphtheriae</i>	Morre em 45 min a 55°C.
<i>Necator americanus</i>	Morre em 50 min a 45°C.
ovos de <i>Ascaris lumbricoides</i>	Morre em menos de 1 hora a temperaturas acima de 50°C.

Fonte: [Tchobanoglous *et al.*, 1993]

Como o uso de recursos como matérias-primas e energia inclui-se dentro do âmbito de impacto ambiental, o aproveitamento adequado dos nutrientes presentes nos dejetos orgânicos de animais e vegetais, bem como o aproveitamento de um potencial energético, que de outro modo seria desperdiçado, contam como aspectos ambientalmente favoráveis ao sistema de digestão anaeróbia, com seu potencial de gerar gás metano combustível.

A isso tudo somam-se os inegáveis impactos sociais positivos pela disponibilidade de energia, economia de recursos na fertilização e presença de um ambiente mais saudável para as pessoas envolvidas nas atividades de caráter rural.

Tem-se que outra contribuição da cogeração de energia para o meio ambiente está na redução do calor rejeitado dos processos industriais, que se dissipam no meio ambiente e ajudam no aumento do efeito de aquecimento global.

5. CONCLUSÕES

Na análise de possibilidades e aspectos relacionados aos impactos ambientais desses rejeitos e do sistema biodigestão anaeróbia e unidade cogeneradora de energia, têm-se tanto aspectos positivos como negativos.

Visto haver no Brasil poucas propriedades rurais com o plantel leiteiro necessário para suprimento da demanda energética apresentada, apresenta-se como praticamente inviável o sistema estudado

Entre os aspectos negativos referentes à digestão anaeróbia está o impacto ambiental causado na instalação dos biodigestores e das possibilidades de escape de biogás (metano, gás carbônico, ácido sulfídrico) para atmosfera; nas unidades cogeneradoras observa-se certa poluição pelos gases resultantes do processo de combustão lançados na atmosfera, como o NO_x, SO_x, CO e CO₂.

Entre os aspectos positivos observamos a proteção dos corpos de água e águas subterrâneas, a melhoria das condições do solo e o uso sustentável dos recursos naturais renováveis, que com as vantagens comparativas frente ao descarte *in natura*, indicam uma contribuição valiosa em relação ao meio ambiente do aproveitamento de rejeitos para a geração de energia.

6. AGRADECIMENTOS

A FEG/UNESP – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá – Universidade Estadual Paulista e ao CENBIO – Centro Nacional de Referência em Biomassa, por viabilizarem este trabalho disponibilizando suas instalações.

Ao CNPq (CAPES) pelo apoio financeiro às pesquisas do autor Hans Cristian Borowski.

A FAPESP – Fundação de Amparo às Pesquisas do Estado de São Paulo, através do projeto número 97/11744-6, que apoiou financeiramente o autor Luís Henrique Nobre Avellar.

7. REFERÊNCIAS

- Acuri, P.B. Efeito da temperatura ambiental na produção e na qualidade do biogás em biodigestor modelo, indiano da zona da mata de Minas Gerais. 1986. 92 f., Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Amaral, C.M.C. Caracterização de dejetos de bovinos leiteiros. In: SEMINÁRIO SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA BOVINOCULTURA DE LEITE, 1., 2000, Jaboticabal. Anais... Jaboticabal: UNESP, 2000. Não Paginado.
- Avellar, L.H.N., A Valorização dos Subprodutos Agroindustriais Visando a Co-geração e a Redução da Poluição Ambiental. 2001. 111f. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista Campus de Guaratinguetá, Guaratinguetá.
- Avellar, L.H.N.; Carrocci, L.R.; Silveira, J.L. Biogás na Co-geração, a utilização de subprodutos agroindustriais na geração de energia em unidades co-geradoras. Revista Biotecnologia. v.2, n.13, p.46-49, 2000.
- Benincasa, M.; Ortolani, A.F.; Lucas Júnior., J. Biodigestores convencionais. Jaboticabal: FUNEP, 1991. 25 p.
- Hooda, P.S. et al. A review of water quality concerns in livestock farming areas. The Science of the Total Environment, Amsterdam, v.250, p.143-167, 2000.
- Johnson, K.A; Johnson, D.E. Methane emissions from cattle. Journal of Animal Science, v. 73, Albany, p.2483-2492, 1995.
- Kozen, E.A. Manejo e utilização de dejetos de suínos. Concórdia: EMBRAPA/CNPSA, 1983. 32 p. (Circular Técnica).
- Lucas Júnior., J. Algumas considerações sobre o uso de estrume de suíno como substrato para três sistemas de biodigestores anaeróbios. 1994. 137 f. Tese (Livre-Docência). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- Oliveira, P.A.V. Manual de Manejo e utilização dos dejetos de suínos. Concórdia: EMBRAPA/CNPSA, 1993.188p. (documento 27).
- Rosa, M.S. A emissão de metano por bovinos leiteiros. In: SEMINÁRIO SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA BOVINOCULTURA DE LEITE,1, 2000, Jaboticabal. Anais... Jaboticabal: UNESP, 2000. Não Paginado.
- Silva, F.M.; Lucas Júnior, J. Biogás: Produção e Utilização. Jaboticabal: FACV-UNESP, 8p.
- Silveira, J.L. Cogeração disseminada para pequenos usuários: estudo de casos para o setor terciário. 1994. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

- Simões, S. J. C. Impactos Ambientais Regionais e Globais. Matéria do Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, área de concentração Transmissão e Conversão de Energia. Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá. Universidade Estadual Paulista. 2000. (Notas de aula).
- Skinner, J.A., Lewis, K.A., Bardon, K.S., Tucker, P., Catt, J.A., Chambers, B.J., 1997, “An overview of the environmental impact of agriculture in the U.K.” J. of Environmental Management, Vol. 50, pp. 111-128.
- Tchobanoglous, G., Theysen, H., Vigil, S., 1993, “Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues”, Ed. Irwin/McGraw-Hill, EUA, 978 p.

8. DIREITOS AUTORAIS

Os autores permitem a reprodução parcial ou total dessa obra, desde que citada a fonte.

ENVIRONMENTAL IMPACT ANALYSIS OF THE REJECTS UTILIZATION AS AN ALTERNATIVE ENERGETIC SOURCE FOR THE AGRICULTURAL WAY

Hans Cristian Borowski

FEG/UNESP –Engineering College of Guaratinguetá – São Paulo State University
Department of Energy - Postgraduate programm
Av. Dr. Ariberto Pereira da Cunha, 333, CEP 12516-410 – CP 205 – Guaratinguetá – SP
borowski@feg.unesp.br

Luís Henrique Nobre Avellar

CENBIO – Centro Nacional de Referência em Biomassa
IEE/USP – Instituto de Eletrotécnica e Energia – Universidade de São Paulo
Av. Luciano Gualberto, 1289 – Cidade Universitária, CEP 05508-010 – São Paulo – SP
lavellar@amhanet.com.br

Luiz Roberto Carrocci

FEG/UNESP –Engineering College of Guaratinguetá – São Paulo State University
Department of Energy
Av. Dr. Ariberto Pereira da Cunha, 333, CEP 12516-410 – CP 205 – Guaratinguetá – SP
carrocci@feg.unesp.br

José Luz Silveira

FEG/UNESP –Engineering College of Guaratinguetá – São Paulo State University
Department of Energy
Av. Dr. Ariberto Pereira da Cunha, 333, CEP 12516-410 – CP 205 – Guaratinguetá – SP
joseluz@feg.unesp.br

***Abstract.** This article initially realize a brief description of characteristics of some types of dairy and rural rejects (bovine milkmen's and pigs dejections) In a second stage they come some results of researches involving the transformation of those rejects, through biodigestors, in alternative fuel (biogas) and its use as energy source in energy co-generation units . Another contribution of this article can be found in the analysis of the system benefits related to the environmental impact of these rejects being used in the energy generation, based in the life cycle of the process of biodigestion and energy co-generation.*

***Keywords.** Environmental Impact, Rural and Agroindustrial Rejects, Anaerobic biodigestion, Energy Co-generation.*