

**IMPLICAÇÕES E POSSIBILIDADES PARA O ENSINO A PARTIR DA CONSTRUÇÃO DE BIODIGESTOR NO IFRN – CAMPUS APODI**F. M. SILVA<sup>1\*</sup>, L. M. BERTINI<sup>1</sup>, L. A. ALVES<sup>1</sup>, P. T. BARBOSA<sup>1</sup>, L. F. MOURA<sup>2</sup> e C. S. MACÊDO<sup>1</sup><sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte<sup>2</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará

fmsilva1986@yahoo.com.br\*

Artigo submetido em maio/2015 e aceito em novembro/2015

DOI: 10.15628/holos.2015.3091

**RESUMO**

A criação e ampliação dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia no Brasil, surge em um contexto de crescente demanda por energia a nível mundial e da problemática crescente referente ao tratamento de resíduos sólidos. Nesse contexto, a biodigestão anaeróbica desempenha papel de destaque, pois, é uma tecnologia capaz de transformar dejetos animais em biogás, uma fonte de energia limpa e renovável que usa como matéria prima, um material considerado muitas vezes incomodo, que são os dejetos. Com isso esse trabalho teve como objetivo a construção de um biodigestor modelo indiano no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, *campus* Apodi, visando à geração de um ambiente de aprendizagem concreto e que permita integrar várias disciplinas, assim como divulgar a tecnologia para os produtores rurais que possibilite o tratamento dos

dejetos gerados. O biodigestor construído tem 2,20 m de profundidade com 1,90m de diâmetro, com uma capacidade útil de aproximadamente 5.000 litros da mistura biomassa e água e uma campânula construída em polietileno de alta densidade, sendo esta para o armazenamento do biogás produzido. Dependendo da biomassa utilizada este equipamento tem capacidade de produzir até 1216m<sup>3</sup> (dejetos bovinos), 809m<sup>3</sup> (dejetos caprino), 1140m<sup>3</sup> (dejetos suínos) por ano, produção essa, que equivale energeticamente a 669, 445 e 627 litros de óleo diesel. Estes dados mostram que a tecnologia do uso de biodigestores além de proporcionar o tratamento de dejetos, possibilita a produção de biocombustíveis, características que tornam essa tecnologia aplicável nas áreas de ensino, pesquisa e extensão.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biodigestor. Biogás. Biofertilizante. Dejetos.**IMPLICATIONS AND OPPORTUNITIES FOR TEACHING FROM DIGESTER CONSTRUCTION IN IFRN - CAMPUS APODI.****ABSTRACT**

The creation and expansion of Federal Education, Science and Technology in Brazil, arises in a context of growing demand for energy worldwide and growing problem regarding the treatment of solid waste. In this context anaerobic digestion plays a major role, then, is a technology capable of turning animal waste into biogas, a source of clean, renewable energy that uses as raw material, a material considered often bothers that are waste. Thus this study aimed to build a digester Indian model at the Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, *campus* Apodi (IFRN) in order to generate a real concrete learning environment and allows integrating various disciplines, as well as disseminating technology to farmers that enables the

processing of waste generated. The biodigester constructed is 2.20 to 1.90 m depth in diameter, with a useful capacity of about 5,000 liters of the biomass and water mixture and a hood constructed from high density polyethylene, which is for storage of the biogas produced. Depending on the biomass used this equipment is capable of producing up to 1216m<sup>3</sup> (cattle manure), 809m<sup>3</sup> (goat manure), 1140m<sup>3</sup> (manure) per year, this production, that energy equivalent to 669, 445 and 627 liters of diesel oil. These data show that the technology of the digesters use besides providing waste treatment enables the production of biofuels, features that make this technology applicable in the areas of teaching, research and extension.

**KEYWORDS:** Biodigester. Biogas. Biofertilizers. Waste.

## 1 INTRODUÇÃO

A lei 11.892 de 29 de dezembro de 2008 instituiu a rede federal de educação, ciência e tecnologia (BRASIL, 2008) no Brasil, designando a estas instituições a responsabilidade e o objetivo de serem referências na produção e aplicação da ciência de forma inovadora, buscando a partir disso o fortalecimento dos arranjos produtivos locais, observando o respeito à cidadania e consequentemente ao meio ambiente.

Inserido neste contexto se encontra o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, *campus* Apodi (IFRN/AP), que está alocado em uma região onde as atividades agropecuárias são fonte de renda e sobrevivência de milhares de famílias, o que viabilizou a implantação de um campus agrícola, que conta com cursos Técnicos em Agropecuária, Agricultura, Biocombustíveis e Informática. Além desses, possui o curso superior em licenciatura em Química.

Dessa forma, desenvolver e aplicar projetos que integrem estes cursos de forma interdisciplinar é de grande importância para um melhor aproveitamento dos conhecimentos gerados em cada uma destas áreas. Isso pode ser feito direcionando as mesmas para o desenvolvimento de ações que proponham soluções práticas e viáveis para os problemas enfrentados pela comunidade, integrando a mesma no seio das instituições de ensino e pesquisa.

Entre os diversos problemas enfrentados na atualidade pela sociedade, o tratamento dos resíduos sólidos merece uma atenção especial, devido ao seu potencial de contaminação e degradação do meio ambiente, quando não recebe um gerenciamento adequado. Dentre os vários tipos de resíduos sólidos que podem ser gerados, os dejetos animais fazem parte de uma porção significativa dos rejeitos gerados nos modos de produção agropecuária, atividade esta que ocupa parcela significativa do município de Apodi-RN, uma vez que este possui aproximadamente 50% da sua população residindo no meio rural.

Quando se analisa o tamanho do rebanho e o respectivo volume de dejetos gerados pelos animais domesticados mais comuns nessa cidade, fica evidente a magnitude do problema que a comunidade enfrenta, muito embora, às vezes não tenha plena consciência da dimensão do mesmo. Baseando-se em dados de Oliver et al (2008), e no número de bovinos apontado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2012), é possível realizar uma estimativa da quantidade de dejetos animais gerados por dia em Apodi-RN, conforme é apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1 – Produção de dejetos por uma noite de confinamento**

Animal	Dejeto por animal	Número de animais no município (IBGE, 2012)	Total de dejetos gerados
Bovino	7 kg	14669 cabeças	102663 kg
Caprino	0,5 kg	27863 cabeças	13931,5 kg
Suíno	4 kg	4920 cabeças	19680 kg

Fonte: Adaptada de Oliver *et al.* (2008)

Neste contexto a produção de biogás a partir dos desejos de animais é visto como uma solução viável para a maioria dos problemas, pois têm a capacidade de transformar um material

inutilizado e incômodo, os dejetos animais, em uma fonte de energia renovável e limpa. É importante ressaltar que atividades como essa pode ser desenvolvida em qualquer propriedade rural, contribuindo assim para o fortalecimento da agricultura familiar da região.

Para que ocorra a produção de biogás é necessário proporcionar um meio onde ocorra a digestão anaeróbica dos dejetos, ou seja, à construção dos biorreatores, mais conhecido popularmente como biodigestores. Silva et al. (2005); Orrico et al. (2007); Santos et al. (2007), ressaltam que o uso de biodigestores na produção animal é visto como uma importante ferramenta, pois, além de promover o tratamento dos resíduos, retorna ao sistema produtivo parte da energia que seria perdida, por meio do biogás. O funcionamento dos biodigestores é bastante simples. Trata-se basicamente de uma câmara fechada (sem presença de oxigênio) que ao ser alimentado com esterco fresco, aproveita o potencial dos microorganismos anaeróbicos e fermenta a matéria orgânica produzindo assim o biogás que pode ser utilizado para fogões a gás, geração de energia elétrica, dentre outros benefícios. Como definiu Barrera (1993), "o biodigestor, como toda grande idéia, é genial por sua simplicidade".

Outro produto obtido após tratamento dos dejetos em sistemas biodigestores é o biofertilizante. Trata-se de um efluente que é um adubo de excelente qualidade, de fundamental importância para a recuperação do solo, conservando sua fertilidade e o equilíbrio ecológico, pode ser utilizado na alimentação de peixes e, após secagem, como complemento alimentar em rações para alguns animais. Com o uso do biofertilizante não existe a possibilidade de queima das plantas adubadas, pois grande parte da matéria orgânica está mineralizada. Já as sementes de ervas daninhas são decompostas ao atravessar o biodigestor (TEIXEIRA, 2003).

Além disso, o uso de biodigestores em propriedades agrícolas contribui para a redução da emissão de gases causadores do efeito estufa, tais como: Dióxido de Carbono ( $\text{CO}_2$ ) e Metano ( $\text{CH}_4$ ). Limmeechokchai e Chawana (2007) estimam que a utilização de biodigestores no meio rural Tailandês e a consequente redução no consumo de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) podem, no período de 2002 a 2030, evitar uma emissão de 1.548,80 mil toneladas de  $\text{CO}_2$ .

Um biodigestor alimentado diariamente com esterco fresco pode produzir de 30-35% do seu volume em biogás. É importante ressaltar que quanto maior a temperatura, melhor são os resultados referentes ao tempo de produção e a qualidade de gás. Entre os diversos modelos de biodigestores como: Chinês, Manta de laminado de PVC e Indiano (Figura 1), este último apresenta algumas vantagens em relação aos demais, pois é perfeitamente adaptável aos mais diferentes tipos de solos, sendo suas medidas alteradas quase que independentemente, características estas necessárias em solos de pouca profundidade, tais como os do semi-árido (GASPAR, 2003).



Figura 1 – Representação em corte longitudinal de biodigestor modelo indiano  
Fonte: Arcuri, (1986)

Esse tipo de modelo de biodigestor pode ser usado para produção de biogás e de biofertilizante, porém as qualidades e quantidades destes, variam de acordo com algumas condições, tais como: ambiente anaeróbico (sem presença de oxigênio); a matéria-prima utilizada (dejetos de suínos, caprinos, ovinos, aves e bovinos); a agitação (com alimentação diária do biodigestor); pH neutro ou ligeiramente básico e a temperatura entre 5 e 55 °C na qual o substrato é submetido. De acordo com Bitton (1999), duas faixas de temperatura são ideais para a digestão anaeróbia, a faixa de mesófilos (25-40 °C) e a faixa termofílica (50-65 °C). Uma estimativa do potencial de produção do biogás a partir dos dejetos mais comuns no meio-rural brasileiro pode ser visualizada na Tabela 2.

**Tabela 2 – Potencial de produção de biogás a partir de dejetos de animais**

Espécie	m <sup>3</sup> de biogás/ 100 kg de esterco
Caprino/ ovino	4,0-6,1
Bovinos de leite	4,0-4,9
Bovinos de corte	4,0
Suínos	7,5-8,9
Frangos de corte	9,0
Poedeiras	10,0
Codornas	4,9

Fonte: Oliver *et al.*, (2008.)

Os dados da Tabela 2 revelam o potencial promissor de produção do biogás a partir de dejetos animais, principalmente quando se analisa o volume de dejetos produzidos pelos principais animais domesticados no meio rural (Figura 2), a magnitude desta tecnologia na produção de uma energia alternativa (Biogás), concomitantemente ao tratamento dos resíduos sólidos gerados pelos animais faz dela uma alternativa promissora para geração de energia e promoção do saneamento no meio rural.



**Figura 2 – Volume de dejetos gerados pelos animais mais comuns no meio rural por ano a cada 450 Kg Peso Vivo (PV).**

Fonte: Adaptado de Oliver *et al.*, (2008)

Essa problemática estar diretamente inserida no contexto atual da política nacional de resíduos sólidos, que com base na lei nº 12.305/2010 que institui a política nacional de resíduos sólidos e prever entre os seus objetivos a proteção da saúde pública e da qualidade ambiental, a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos além do estímulo à adoção de padrões

sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços. Tudo isso ancorado na articulação entre as diferentes esferas do poder público, e destas com o setor produtivo, com vistas à cooperação técnica e financeira para a gestão integrada de resíduos sólidos.

Dada à relevância dessa problemática nacional, as instituições de ensino, pesquisa, extensão e inovação do país devem direcionar esforços acadêmicos no sentido de propor solução e alternativas que modifiquem nosso modo de tratar (ou não tratar) os resíduos sólidos, inserindo no centro deste debate de ideias e ações, o corpo discente, pois, sendo o mesmo conhecedor das características culturais locais e sujeitos de transformação própria e da sua sociedade, são capazes de se tornar os protagonistas do avanço científico e tecnológico da nação, com vista a aplicar os seus conhecimentos técnicos adquiridos no ambiente acadêmico, de forma integrada entre as diversas áreas do conhecimento, para a proposição de soluções práticas, acessíveis e inovadoras, para a resolução dos desafios elencados pela sua comunidade.

Considerando este cenário e sendo o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, uma instituição que tem entre seus objetivos, o de promover a integração com a comunidade, contribuindo para o seu desenvolvimento e melhoria da qualidade de vida, mediante ações interativas que concorram para as transferências e aprimoramento dos benefícios e conquistas auferidos na atividade acadêmica e na pesquisa aplicada, o presente trabalho teve como principal objetivo, a implantação de um reator anaeróbico, biodigestor, para tratamento dos dejetos gerados na suinocultura do campus, como elemento de integração entre as diversas áreas do conhecimento e a comunidade, propondo com isso uma alternativa para abordagens disciplinares, interdisciplinares e multidisciplinares dentro de um panorama interativo e contextualizado.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Construções do biodigestor

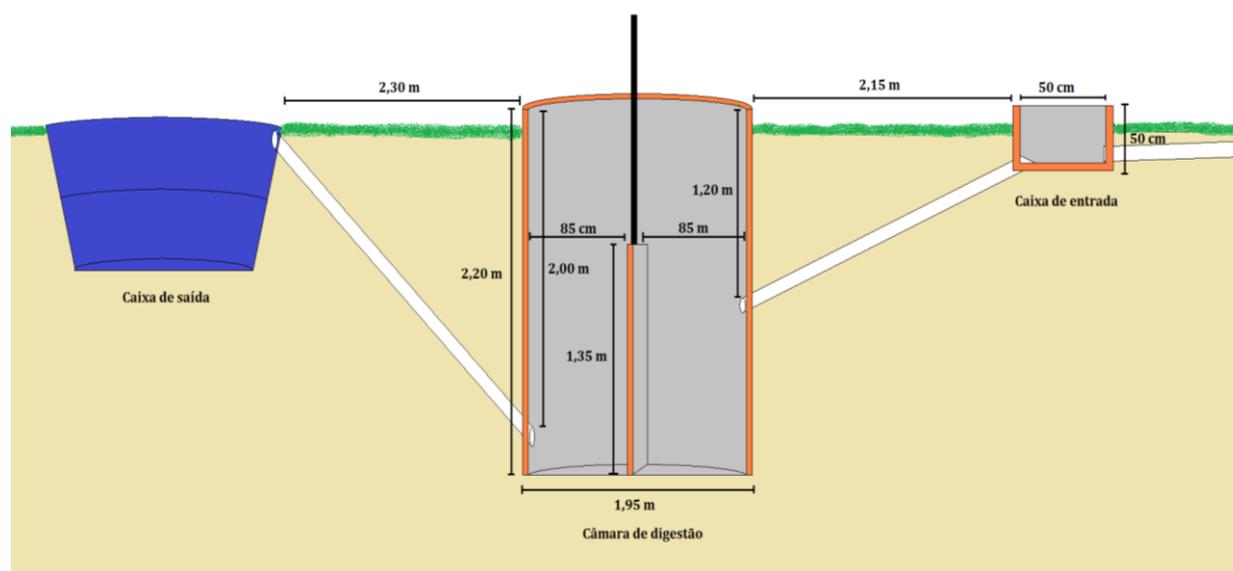


Figura 3 – Ilustração em corte vertical da estrutura de alvenaria do biodigestor construído no IFRN – *campus* Apodi  
Fonte: Plínio Tavares (2014)

O biodigestor foi construído em alvenaria com formato cilíndrico, tendo 2,20m de profundidade (2,00m de altura útil, ou seja, altura máxima da matéria em tratamento) e diâmetro interno de 1,80m. A caixa de entrada é diretamente ligada a um cano de PVC (Policloreto de Vinila) com diâmetro de 100 mm e 2,5 m de comprimento, o mesmo fica posicionado com inclinação de 45° direcionado para o fundo do biodigestor. A caixa de saída é constituída de PEAD (Polietileno de Alta Densidade) com capacidade de 2000L e se encontra ligada ao biodigestor por um cano de 100 mm de diâmetro e 2 m de comprimento. A Figura 3 apresenta uma ilustração de um corte vertical do mesmo.

## 2.2 Instalações do biodigestor

Para o funcionamento do biodigestor foram necessárias diversas adaptações, a campânula foi confeccionada com uma caixa d'água constituída de polietileno de alta densidade, com capacidade de 2000 L, nela foi acoplada um registro de 25 mm de espessura que possibilita a saída do biogás e o guia da campânula no centro da caixa, tendo as junções das partes selada com cola epoxi (Figura 4).



**Figura 4 – Caixa d'água com adaptações para campânula feitas pelos alunos do curso de Licenciatura em Química do IFRN – campus Apodi.  
Fonte: Felipe Maia (2014)**

## 2.3 Início de funcionamento do biodigestor

A obra foi inteiramente concluída, ficando o biodigestor limpo e pronto, sendo iniciando seu abastecimento no dia 30 de abril de 2013. Mesmo visando o tratamento dos dejetos que são gerados pelos suínos da fazenda escola do campus Apodi, o projeto teve seu teste inicial feito com dejetos bovinos colhidos em fazendas circunvizinhas da cidade, visto que o campus Apodi estava em fase de aquisição dos suínos. De principio foram necessários em media 2500kg de dejetos e 2500kg de água para atingir a capacidade máxima do biodigestor. Neste, a biomassa antes de ir para dentro da câmara de digestão passa por um processo de diluição com proporção de 1:1 (biomassa: água).

O biodigestor construído no IFRN Campus Apodi pode ser esquematizado pela Figura 05 a seguir.

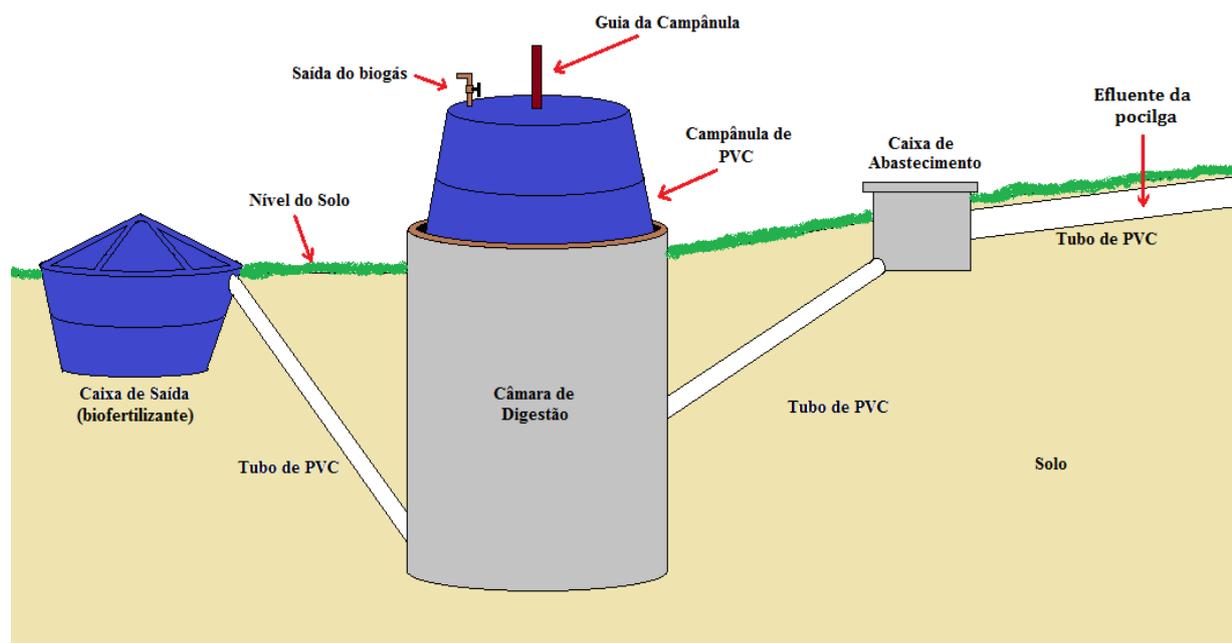


Figura 5 – Esquemática do biodigestor no IFRN  
Fonte: Plínio Tavares (2014)

#### 2.4 Estimativa da produção de Biogás

A capacidade diária de tratamento dos dejetos, dependendo da espécie animal pode ser realizado a partir da Equação 1:

Equação 1 – Estimativa da capacidade diária de tratamento de dejetos

$$C_{\text{biomassa}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{V_{\text{total}}}{\text{TRH}} \quad \text{bovinos e suínos}$$

$$C_{\text{biomassa}} = \frac{1}{3} \cdot \frac{V_{\text{total}}}{\text{TRH}} \quad \text{caprinos e ovinos}$$

Onde:

$C_{\text{biomassa}}$  = Carga diária máxima de biomassa (dejetos) a ser usada no biodigestor;

$V_t$  = Volume total líquido do biodigestor;

TRH = Tempo de retenção hidráulica (30 dias para bovinos, caprinos e ovinos; 60 dias para Suínos) (QUADROS. *et.al.*, 2007).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O biodigestor construído no Campus apresenta relevante capacidade de tratamento de dejetos, tendo volume útil de aproximadamente 5000L, além de ser confeccionado em materiais de fácil aquisição nas mais diversas regiões do país. Também apresenta a vantagem de utilizar mão de obra exclusivamente local, o que propicia redução de custos e geração de emprego. A Figura 6a, apresenta o biodigestor finalizado e a Figura 6b o mesmo em operação, após 16 dias do início do abastecimento, onde se pode perceber, pela diferença de nível da campânula, a formação do biogás a partir do processo de digestão anaeróbica dos dejetos animais.



Figura 6 – Biodigestor após ser concluído (a) e em funcionamento após 16 dias do início do abastecimento (b).  
Fonte: elaborado pelos autores

O biogás produzido é retirado pelo registro de PVC inserido na campânula, conforme demonstrado na figura 7.



Figura 7 – Destaque do registro de saída do biogás no biodigestor construído  
Fonte: elaborado pelos autores

Dependendo da biomassa a ser utilizada para alimentar o biodigestor, diferentes quantidades de dejetos podem ser tratadas e, conseqüentemente volumes distintos de biogás podem ser produzidos. A Tabela 03 apresenta o potencial de tratamento do biodigestor construído com base na origem dos dejetos utilizados e sua respectiva produção anual de biogás.

Tabela 3 – Estimativa da produção de Biogás a partir de diferentes tipos de animais no Biodigestor construído no IFRN Campus Apodi com TRH

Espécie	Quantidade de dejetos tratados (Kg/Ano)	TRH*	Produção anual de Biogás (m <sup>3</sup> )
Bovino	30.416,00	30	1216,60
Caprino/ovino	20.227,77	30	809,08
Suíno	15.208,00	60	1140,60
Codornas	22.812,50	40	1117,81

\* Tempo de Retenção Hidráulica

Fonte: Baseado em Oliver *et al.*, (2008).

Conforme pode se visualizado na Tabela 3, o tratamento de dejetos bovinos resulta em uma maior quantidade de resíduos tratados e em um maior volume de biogás produzido, isso ocorre devido ao fato dos bovinos possuírem em sua flora intestinal, um número expressivo de bactérias metanogênicas (formadoras de metano), o que contribuir para o aumento na velocidade de formação do biogás, necessitando com isso de um menor tempo de retenção hidráulica. Importante salientar que apesar dos dejetos suínos apresentarem maior potencial de produção de biogás por Kg de dejetos (Tabela 2), os mesmos requerem maior tempo de retenção hidráulica para ser eficientemente tratados, o que resulta em um menor volume de biogás produzido, quando comparado com os dejetos bovinos.

O biogás possui um grande potencial energético, tornando assim uma alternativa renovável que pode ser facilmente implementada nas diversas regiões do país, se comparado com outras fontes energéticas, fica demonstrado seu potencial, conforme pode ser visualizado na Tabela 4.

**Tabela 4 – Equivalência energética da estimativa de biogás produzido no biodigestor construído no IFRN**

Combustível comparado	Espécie/volume anual de biogás produzido			
	Bovino/ (1.216,60 m <sup>3</sup> )	Caprino e ovino/ (809,08 m <sup>3</sup> )	Suíno/ (1140,60 m <sup>3</sup> )	Codornas/ (1117,81 m <sup>3</sup> )
GLP (Gás Liquefeito de Petróleo)	547,47L	364,08L	513,27L	503,01L
Lenha	1.824,90Kg	1213,62Kg	1710,9Kg	1676,71 Kg
KWh	1.739,74	1156,98	1631,48	1598,46
Carvão vegetal	973,28 Kg	647,26 Kg	912,48 Kg	894,24 Kg
Óleo diesel	669,13L	444,99L	627,33L	614,79L

Fonte: Adaptado de Cardoso Filho, 2001.

Nesse ponto é fundamental destacar que tanto quanto a tecnologia empregada para o tratamento dos dejetos como à comparação sobre a equivalência energética com outras fontes de energia mais cotidianas e convencionais, que são apresentadas na Tabela 04, são de extrema importância no âmbito das instituições de ensino, uma vez que permite realizar estudos de viabilidade energética proporcionada por uma nova tecnologia de produção, através de um ambiente de ensino e aprendizagem concreto para que aluno possa vivenciar uma situação-problema de maneira prática e objetiva, reduzindo a imagem de que o ensino, principalmente os das ciências exatas são difíceis e abstratos.

Uma abordagem simples, contudo, esclarecedora, seria por exemplo, o docente solicitar que o(a) estudante traga um boleto da conta de energia da sua própria residência e observar o consumo mensal da mesma, a partir de então, com os dados da Tabela 4, fazer relações de quanto do seu consumo seria suprido pela energia gerada através do biogás produzido no biodigestor. Ou seja, supondo que uma residência com os eletrodomésticos básicos (geladeira, micro-ondas, ventilador, televisão, liquidificador e ferro de passar) consuma 200kWh por mês e o biodigestor que foi construído, se abastecido com dejetos bovinos gera o equivalente a 1.739,74KWh por ano, ou aproximadamente 145KWh por mês, significa dizer que o mesmo é capaz de suprir 72,50% da demanda de energia da residência.

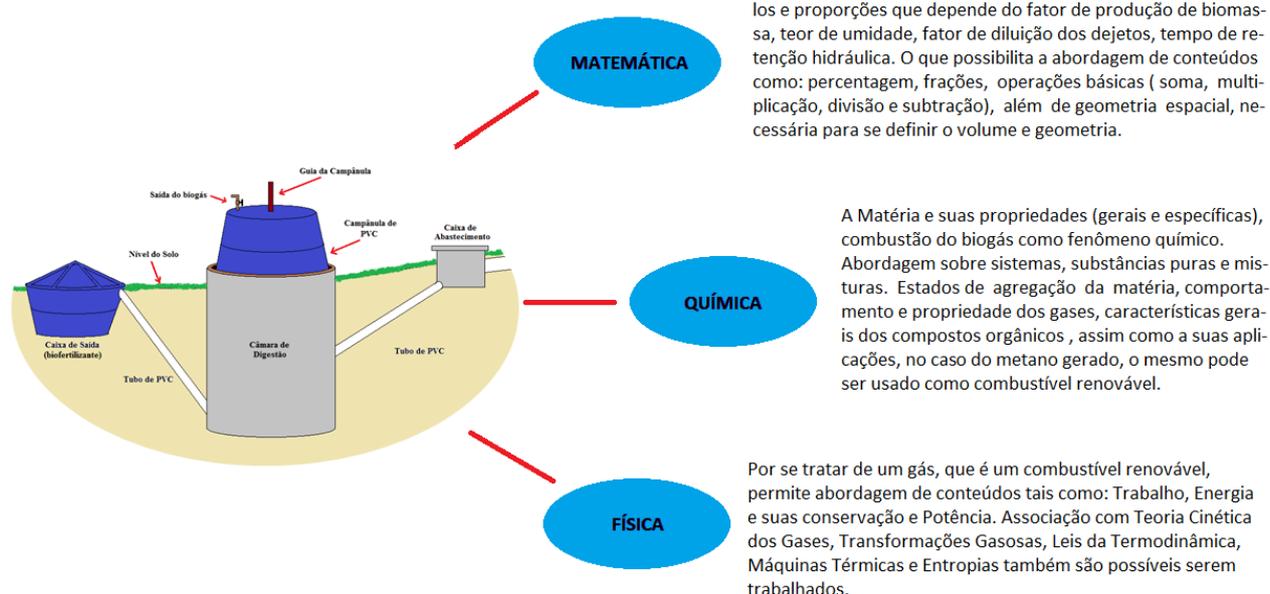
Além desta abordagem, muitas outras são igualmente possíveis, tais como calcular a o volume (geometria espacial) que um biodigestor teria que ter para suprir toda a demanda da sua residência, da sua cidade, do seu estado, assim como obter a massa de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) (transformações química, estequiometria das reações de combustão) que deixaria de ser emitida

para atmosfera com o uso desta tecnologia, as doenças que podem ser evitadas através do tratamento adequado dos dejetos (saneamento rural, saúde pública) e suas respectivas implicações para a sociedade.

Portanto, como ressaltado por diversos autores (COLDEBELLA, 2004; SAKAR, 2009; SAYED, 1988), a tecnologia da biodigestão anaeróbica é uma alternativa promissora para o tratamento de dejetos animais com conseqüente produção de biogás. No contexto das instituições de ensino, além das vantagens relatadas por esses autores, esta tecnologia tem o potencial de proporcionar múltiplas possibilidades de abordagem, pois, é uma tecnologia que envolve a produção de uma energia renovável, permitindo análises contextualizadas de várias disciplinas envolvidas com o panorama energético.

Também tem a produção de biofertilizante, que é a matéria orgânica após sofrer o processo de digestão anaeróbica, sendo um recurso de valor expressivo, já que pode ser usado para potencializar a agricultura através da adubação de cultivares, permitindo a interligação com disciplinas como: Biologia (estudo dos microorganismos, crescimento vegetal, fotossíntese), agricultura (uso sustentável dos recursos naturais, incentivo a produção de produtos orgânicos, aplicação de biofertilizante) e Química (estudo das reações químicas e bioquímicas, lei de conservação da massa, fenômenos químicos e físicos, estados de agregação da matéria, entre outras).

O esquema abaixo apresenta algumas das abordagens proporcionadas pela tecnologia da biodigestão anaeróbica nas instituições de ensino.

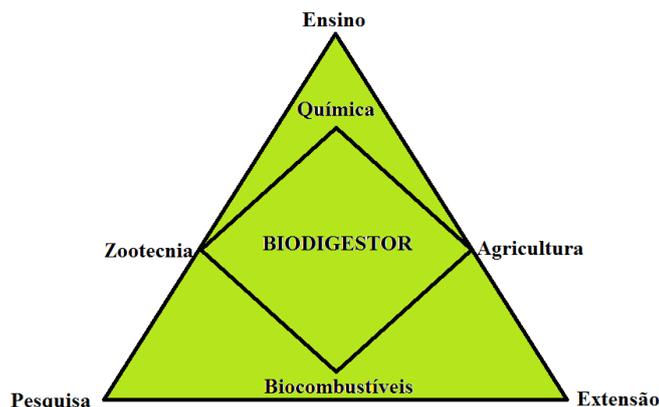


**Fluxograma 1 – Possibilidades de abordagens em algumas disciplinas a partir da concepção do biodigestor no IFRN, campus Apodi.**

Fonte: elaborado pelos autores

Todas essas análises concretas são permitidas a partir do tratamento de dejetos animais através da tecnologia da biodigestão anaeróbica, o que possibilita uma integração com cursos como veterinária, zootecnia, agricultura, química e muitos outros que trata do bem estar animal, saneamento rural, tratamento de resíduos sólidos, bioprocessos e praticamente todas as

disciplinas propedêuticas, com destaque para aquelas que historicamente encontram resistência por parte dos discentes: Química, Física e Matemática, conforme apresentado na Figura 8.



**Figura 8 – Demonstração do biodigestor como elemento de integração entre os diversos cursos da instituição e com a sociedade.**

**Fonte: elaborado pelos autores**

Com isso é importante apontar esta tecnologia como um eixo norteador para integração dos vários cursos e disciplinas nas instituições de ensino, tornando-se um tema transversal dentro destas instituições. Ou seja, como prever as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN, 2013), a transversalidade é entendida como uma forma de organizar o trabalho didático-pedagógico em que temas (no caso, o biodigestor) eixos temáticos é integrada às disciplinas, às áreas ditas convencionais de forma a estarem presentes em todas elas.

As diretrizes curriculares nacionais entendem que a transversalidade difere-se da interdisciplinaridade e complementam-se; ambas rejeitam a concepção de conhecimento que toma a realidade como algo estável, pronto e acabado. A primeira se refere à dimensão didático-pedagógica e a segunda à abordagem epistemológica dos objetos de conhecimento. A transversalidade por sua vez direciona para a necessidade de se instituir, na prática educativa, uma analogia entre aprender conhecimentos teoricamente sistematizados (aprender sobre a realidade) e as questões da vida real (aprender na realidade e da realidade). Inserido neste contexto, o tratamento de resíduos sólidos é um problema real e sentido por praticamente todos os membros da sociedade, seja em maior ou menor escala.

Dentro de uma compreensão interdisciplinar do conhecimento, a transversalidade tem significado, sendo uma proposta didática que possibilita o tratamento dos conhecimentos escolares de forma integrada. Assim, nessa abordagem, a gestão do conhecimento parte do pressuposto de que os sujeitos são agentes da arte de problematizar e interrogar, e buscam procedimentos interdisciplinares capazes de acender a chama do diálogo entre diferentes sujeitos, ciências, saberes e temas (DCN, 2013).

Com isso, é inegável que a tecnologia da biodigestão anaeróbica apresenta-se como ponto de destaque no que diz respeito a tratamento de resíduos sólidos, ganhando mais envergadura na questão do tratamento dos dejetos animais, isso devido a dois pontos principais. Um deles é a questão energética, ponto central para o desenvolvimento e soberania de um país, pois devido à grande dependência de fontes externas, rotineiramente apresentam elevação de preços, aumentando os custos de produção e com isso comprometendo o setor produtivo, o que torna

urgente a busca e incentivo a fontes mais baratas, menos poluentes e de fácil produção para o país.

Outro ponto a se ressaltar são as exigências legais que se tornam cada vez mais rígida quanto à destinação dos resíduos sólidos, o que é pertinente em uma sociedade que há até pouco tempo não tinha uma política nacional de resíduos sólidos, e a partir disso os órgãos de fiscalização têm bases legais para cobrar os diversos setores geradores de resíduos a destinação correta destes, diminuindo com isso os riscos de poluição ambiental. Portanto, seja por fatores econômicos ou legais, as tecnologias de tratamento de resíduos sólidos com certeza tendem a ganhar destaque nos próximos anos no Brasil.

Considerando este panorama, as instituições de ensino devem propiciar meios para que o desenvolvimento destas tecnologias possa ser realizado em suas instalações, ao mesmo tempo em que incentive a aproximação da comunidade com estes novos conhecimentos, direcionando as instituições de ensino a proporem soluções concretas para problemas concretos, com a participação efetiva de toda a sociedade (Professores, Pais, alunos, comunidade em geral).

#### **4 CONCLUSÃO**

Considerando que as instituições de ensino deve tem como princípios norteadores a adoção de metodologias de ensino que aproxime a sociedade do meio acadêmico, a construção de biorreatores anaeróbicos (biodigestores) nas mesmas, gera um ambiente que possa fornecer bases sólidas de ensino através da adoção de temas que possam integrar as diferentes áreas de conhecimento e resultar a partir de então na difusão de saberes e tecnologias que busquem solucionar os problemas sociais e ambientais da atualidade. Entre estes desafios, o saneamento rural através dos biodigestores é sem dúvida umas das alternativas mais viáveis para o produtor rural, devido à fácil manutenção e custo razoavelmente baixo de implementação da tecnologia, ao mesmo tempo que é uma fonte praticamente inesgotável de abordagens interdisciplinares e transdisciplinares nessas instituições e por isso devem ser incentivadas e adotadas pelas mesmas, servindo de base de difusão tecnológica.

#### **5 AGRADECIMENTOS**

Os autores são gratos pelo financiamento à pesquisa da CAPES e CNPq.

#### **6 REFERÊNCIAS**

1. ARCURI, P. Bs. Efeito da temperatura ambiental na qualidade do biogás em biodigestor modelo indiano na zona da mata de minas gerais. Viçosa: UFV, 1986.
2. BARRERA, P. Biodigestores: energia, fertilidade e saneamento para a zona rural. São Paulo: Ícone, p. 11, 1993.
3. BITTON, G., Wastewater Microbiology, 2nd ed. Wiley-Liss, Inc., New York. 1999.
4. BOTERO, R.; PRESTON, T. R. Biodigestor de Bajo Costo para La Producción de Combustible y Fertilizante a Partir de Excretas. 1997.

5. BRASIL. Constituição Federal do Brasil. Lei 11.892. 2008
6. BRASIL. Constituição Federal do Brasil. lei nº 12.305. 2010
7. BRASIL. Ministério da educação. Diretrizes Curriculares Nacionais. 2013
8. CARDOSO FILHO, E. P. Fatores que influenciam na digestão anaeróbia de efluentes líquidos. Sem publicação. CETESB, 2001.
9. COLDEBELLA, A. Viabilidade da cogeração de energia elétrica com biogás da bovinocultura de leite. f. 9. Dissertação (Mestrado em engenharia Agrícola) Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE. Cascavel – PR. 2004.
10. DIRETRIZES CURRICULARES NACIONAIS (DCN). Ministério da Educação. 2013
11. GASPAR, R. M. B. L. Utilização de biodigestores em pequenas e médias propriedades rurais com ênfase na agregação de valor, dissertação. Um estudo de caso na região de Toledo-PR, 2003.
12. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Cidades – Apodi/RN, Pecuária. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=240100&idtema=121&search=rio-grande-do-norte|apodi|pecuaria-2012>. Acessado em 10 de setembro de 2014.
13. LIMMEECHOKCHAI, B.; CHAWANA, S. Sustainable energy development strategies in rural Thailand: The case of improved cooking stove and the small biogas digester Renewable and Sustainable Energy Reviews. vol 11, p. 818-837, 2007.
14. OLIVER, A. P. M.; SOUZA NETO, A. A.; QUADROS, D. G.; VALLADARES, R. E. Manual de treinamento em biodigestão, 2008.
15. ORRICO, A. C. A. LUCAS JÚNIOR, J.; ORRICO JÚNIOR, M. A. P. Caracterização e biodigestão anaeróbia dos dejetos de caprinos. Engenharia Agrícola, v.27, n.3, p.639-647, 2007.
16. QUADROS, D. G.; VALLADARES, R.; REGIS, U.; OLIVER, A.; SANTOS, L. S.; ANDRADE, A. P.; FERREIRA, E. J. Biodigestão anaeróbica de dejetos da caprina-ovinocultura para produção de biogás e biofertilizante no semi-árido: 1. Produção e composição de biogás. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE AGROENERGIA E BIOCMBUSTIVEIS. Anais... EMBRAPA Meio norte: Teresina. 2007.
17. SAKAR, S.; YETILMEZSOY, K.; KOCAK, E. Anaerobic digestion technology in poultry and livestock waste treatment – a literature review. Waste Manag. Res. 27 (1), 3–18, 2009.
18. SANTOS, T. M. B.; LUCAS JÚNIOR, J.; SILVA, F. M. Avaliação do desempenho de um aquecedor para aves adaptado para utilizar biogás como combustível. Engenharia Agrícola, v.27, n.3, p. 658-664, 2007.
19. SAYED, S.; VAN DER ZANDEN, J.; WIJFFELS, R.; LETTINGA. Anaerobic degradation of the various fractions of slaughterhouse wastewater. Biol. Waste 23, 117–142, 1988.
20. SGANZERLA, E. Biodigestores: uma solução. Porto Alegre. Agropecuária, 1983.
21. SILVA, F. M.; LUCAS JUNIOR, J.; BENINCASA, M.; OLIVEIRA, E. Desempenho de um aquecedor de água a biogás. Engenharia Agrícola, v.25, n.3, p.608-614, 2005.