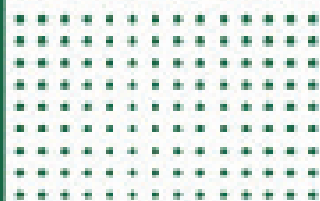




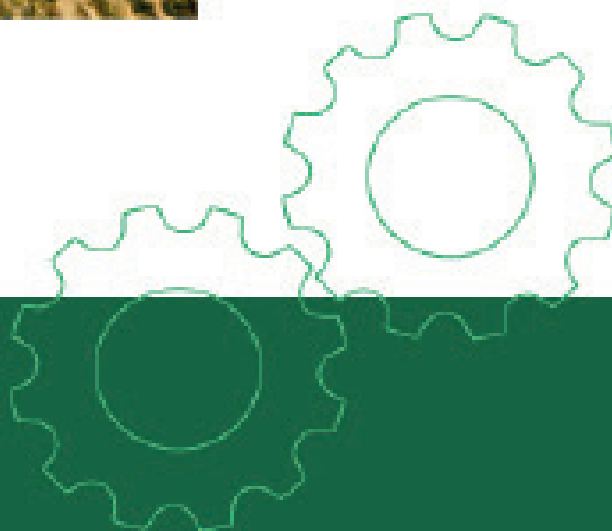
O PARANÁ EM DEBATE

AGENDA PARLAMENTAR
CREA-PR



BIODIGESTORES

Desenvolvimento Rural



SÉRIE DE CADERNOS TÉCNICOS

BIODIGESTORES

ENGENHEIRO AGRÍCOLA OSVALDO KUCZMAN

EXPEDIENTE

Gestão 2018-2020

Presidente: Engenheiro Civil Ricardo Rocha de Oliveira

Diretoria 2020

1º Vice-presidente: Eng. Agr. Osvaldo Danhoni

1º Diretor Administrativo: Eng. Civ. José Carlos Dias Lopes da Conceição

2º Diretor Administrativo: Eng. Eletric. Marco Antonio Ferreira Finocchio

1ª Diretora Secretária: Eng. Agr. Adriana Baumel

2º Diretor Secretário: Eng. Mec. Carlos Alberto Bueno Rego

3º Diretor Secretário: Eng. Civ. Rafael Fontes Moretto

1º Diretor-Financeiro: Eng. Civ. Gerson Luiz Carneiro

2º Diretor-Financeiro: Eng. Eletric. Gilson Branco Garcia

Jornalista Responsável: Patrícia Coen Gianninni- DRT/SP 3137

Diagramação: Camila Gaspar Duarte

Revisão: Débora Pereira – DRT/PR 5476

Crea-PR

Rua Dr. Zamenhof, 35, Alto da Glória, Curitiba-PR, CEP 80030-320

Central de Informações 0800 041 0067

www.crea-pr.org.br

facebook.com/creapr

twitter.com/crea_pr

instagram.com/crea.pr

Assessoria de Comunicação Social

(41) 3350-6922 / 3350-6934 / 3350-6877

E-mail: comunicacao@crea-pr.org.br

APRESENTAÇÃO

A missão do Crea-PR é valorizar as profissões das Engenharias, da Agronomia e das Geociências, e seu exercício ético. Para isso, todas as ações realizadas incluem os valores do Conselho: ética, foco em resultados, compromisso com a excelência, gestão participativa, interesse público, respeito, desenvolvimento e valorização das pessoas.

Por esses princípios o Crea-PR procura contribuir, orientar e auxiliar a sociedade em geral em temas importantes e relevantes que tenham relação com as profissões regulamentadas pelo Conselho. As publicações temáticas, que integram o Programa da Agenda Parlamentar do Crea-PR, são apresentadas em forma de Cadernos Técnicos, desenvolvidos por profissionais ligados a Entidades de Classe e Instituições de Ensino de todo o estado. A Agenda Parlamentar é um Programa de contribuição à gestão pública na formulação e implementação de políticas públicas municipais, regionais e estaduais, desenvolvida por meio da parceria do Crea-PR com as Entidades de Classe e Instituições de Ensino das áreas das Engenharias, Agronomia e Geociências do Paraná.

Os Cadernos Técnicos oferecem uma visão técnica da situação real e da legislação vigente, que pode ser utilizada como material de apoio a órgãos da administração pública com o objetivo final de melhorar a qualidade de vida da população.

Aproveitamos a oportunidade para colocar o Crea-PR e suas Entidades de Classe vinculadas à disposição dos gestores públicos no auxílio e assessoramento técnico necessário para a implantação das soluções apresentadas neste Caderno Técnico.

Boa leitura!

Eng. Civ. Ricardo Rocha de Oliveira
Presidente do Crea-PR

SUMÁRIO

06

01
Objetivo

06

02
Justificativa

07

03
Conceituação Técnica

13

04
Fundamentação Legal

15

05
Estratégias de
implementação

15

06
Casos de Sucesso

16

07
Conclusões

16

08
Referências

17

09
Autor

01

OBJETIVOS

Transmitir informações sobre os biodigestores aos produtores rurais, pecuaristas, atividades geradoras de matéria orgânica e público interessado.

02

JUSTIFICATIVA

No estado do Paraná, as atividades agrícola, pecuária e agroindustrial são expressivas em quase todo o território. Essas atividades geram enormes quantidades de matéria orgânica residual, na maioria de pouco valor econômico. Esse material, ainda com nutrientes, pode servir de alimento para microrganismos que produzem energia na forma de gás, o biogás, através de biodigestores.

As atividades humanas consomem energia, na forma de calor ou eletricidade. A produção de biogás nesses locais resulta em menor dependência de energia comprada de fora: gás de cozinha, lenha, combustível e eletricidade. Além de auto-suficiência, o setor envolvido diminuirá os custos de produção com energia.

A biodigestão anaeróbia, fermentação de matéria orgânica que resulta na produção de biogás, gera o biofertilizante. O processo transforma os elementos químicos não prontamente disponíveis às plantas para prontamente disponíveis às plantas, chamado mineralização.

Portanto, sistemas anaeróbios possuem elevada capacidade de estabilização de matéria orgânica e resultam em biofertilizante de resposta mineral mais rápida aos vegetais. A digestão anaeróbia está relacionada com o meio ambiente:

- (1) O biogás, ao ser queimado, diminui o seu principal efeito poluente que é o de formador do efeito estufa, efeito este que está resultando no aquecimento do planeta;
- (2) A higienização do ambiente local é outro

ganho, onde uma fase de tratamento da matéria orgânica ocorre em compartimento fechado, o mesmo que armazena o biogás;

- (3) Remoção parcial de patógenos de interesse de saúde pública.

O Brasil é o maior país tropical do mundo e recebe, durante todo o ano, intensa radiação solar, o que influencia e promove a produção de diferentes tipos de biomassa. Essa grande disponibilidade gera condições favoráveis para o desenvolvimento de projetos de aproveitamento energético de tal material. Soma-se ainda, o fato do país possuir uma agricultura, pecuária, indústria e uma agroindústria bastante diversificadas e representativas, especialmente compostas pela produção de grãos e de proteína animal, as quais geram resíduos que podem ser aproveitados na elaboração de energias renováveis, por intermédio de tecnologias diversas.

A grande maioria das atividades agropecuárias, industriais e urbanas gera grandes quantidades de resíduos. Os resíduos inorgânicos podem ser reaproveitados ou reciclados, enquanto os orgânicos podem ser submetidos a processos biológicos para redução da carga poluidora. Esse tratamento pode se dar de maneira aeróbia ou anaeróbia, ou seja, respectivamente com presença ou ausência de oxigênio. Em ambas as formas existem a diminuição da carga orgânica e do potencial poluidor.



CONCEITUAÇÃO TÉCNICA

A fermentação que ocorre em um biodigestor é um dos mais antigos processos de tratamento de matérias orgânicas. Ele decorre da ação de várias espécies de microrganismos que, em ambiente sem oxigênio, degradam a matéria orgânica transformando-a em fertilizante líquido e biogás.

A matéria orgânica é todo material passível de sofrer degradação biológica: estrume e carcaça de animais, restos vegetais, sobras domiciliares, efluentes, etc.

O biogás produzido em biodigestores é composto por vários gases e os principais são:

Gás	Fórmula química	Composição em volume
METANO	CH ₄	40 – 70%
GAS CARBÔNICO	CO ₂	0 – 60%
GÁS SULFÍDRICO	H ₂ S	0 – 3%
HIDROGÊNIO	H ₂	0 – 1%

Regime de alimentação

O metano é inflamável, portanto, por ser combustível, desperta interesse econômico. A variação da concentração do biogás decorre das características da matéria-prima.

O biodigestor pode ser alimentado uma única vez até que a maioria do material, no mínimo 80%, esteja fermentado. Esta forma de alimentação recebe o nome de alimentação em batelada. Ao final do período, a maior parte do material fermentado é retirado (biofertilizante) e novo substrato (alimentação) é adicionado, recomeçando o ciclo. Deve-se deixar no biodigestor uma fração do material fermentado para acelerar a fermentação da nova batelada. Este regime de alimentação é pouco utilizado devido à maior necessidade de mão de obra.

Outro regime de alimentação utilizado, e mais comum, é o contínuo. Nele o substrato continua entrando e saindo do biodigestor o tempo todo, normalmente por gravidade. O sistema de alimentação intermediário entre o batelada e o contínuo é denominado semi-contínuo, onde o substrato é fornecido em pouco tempo do dia.

Fatores que aumentam a produção de biogás

Temperatura

Esta é a principal influência no rendimento de biogás em um biodigestor. Os microrganismos tornam-se mais numerosos e mais ativos com temperaturas mais elevadas, até certo limite. O aquecimento de um biodigestor é fundamental para quem deseja acelerar a degradação da biomassa em fermentação. Os biodigestores existentes no Paraná, sem aquecimento, operam com temperaturas internas médias de 26°C. Estudos mostraram que biodigestores operados com temperatura abaixo de 30°C aumentam a produção de biogás em 11% para cada grau Celsius a mais de temperatura. O aquecimento pode ser feito aproveitando-se os calores perdidos de motores (escapamento e radiador), caldeiras, secadores e outros, assim como o calor do sol.

Agitação

Os microrganismos que geram biogás em processos fermentativos são incapazes de locomoverem-se. O alimento ou biomassa passa pelo biodigestor e nem sempre se decanta para ter contato físico com os microrganismos assentados no fundo. Microrganismos ao fundo e parte de seu alimento disperso no líquido é um processo fermentativo de menor eficiência. É necessário dar uma ajuda para que estes dois entes fundamentais do processo se encontrem. Para minimizar a falta de contato utiliza-se agitar a biomassa. A agitação pode ser feita por equipamento mecânico ou injeção de biogás no fundo do biodigestor. Ela também melhora a qualidade do biofertilizante ao torná-lo mais fluido, com melhores características físicas para bombeamento e aplicação do solo, além da facilidade de limpeza do biodigestor. Materiais pesados que decantam-se ao fundo devem ser removidos após alguns anos de operação. A homogeneização da temperatura pela biomassa em fermentação é outra vantagem de sistemas de agitação.

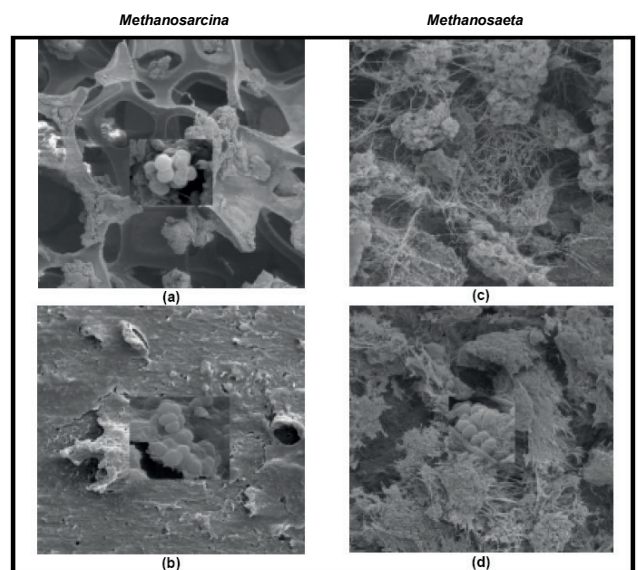
Meio suporte

Biodigestores têm apresentado melhor desempenho quando dotados de meio suporte de microrganismos. A atividade microbiana

produtora de biogás é diretamente proporcional à quantidade de microrganismos atuantes na fermentação e isso rege o ritmo da produção de biogás. Os microrganismos, por serem mais pesados que a água, tendem a alojarem-se preferencialmente no fundo do biodigestor. Pela tubulação de saída, junto com o biofertilizante, ocorre a perda de microrganismos que estavam degradando o material. No entanto, se no interior do biodigestor estiverem disponíveis meios físicos para se fixarem, aumentará a quantidade de microrganismos. Uma vez mais microrganismos fixos no interior do biodigestor, haverá maior atividade fermentativa, que resultará em degradação mais intensa da matéria orgânica. Por isso a colocação de meio suporte no interior de biodigestores mantém uma população maior de micróbios degradadores. Os meios suporte podem ser: pedaços de bambus, material cerâmico ou plástico, pedras, etc., desde que não possuam substâncias tóxicas à fermentação anaeróbia. Um biodigestor pode dispor apenas de uma câmara de fermentação simples ou adicionado de outros recursos que aumentem o seu desempenho.



FOTOMICROGRAFIA DOS MICRORGANISMOS METANOGÊNICOS



Biogás

O biogás é medido em metros cúbicos e o seu poder combustível em relação a outros combustíveis está apresentado a seguir:

O poder calorífico de um metro cúbico de biogás equivale a:
0,613 litro de gasolina
0,579 litro de querosene
0,553 litro de óleo diesel
0,454 kg de gás de cozinha
1,536 quilo de lenha
0,790 litro de etanol
1,428 kW de eletricidade

Características do Biogás

- Com até 0,1% de CO não é tóxico;
- Com gás sulfídrico acima de 1% é tóxico, mortal;
- Com dióxido de enxofre (SO₂), se inalado da combustão, causa perturbação pulmonar;
- Com impurezas é altamente corrosivo;
- O gás sulfídrico é o mais corrosivo, ataca o cobre, latão, aço e outros metais;
- O amoníaco: sempre em fraca concentração, pode ser corrosivo ao cobre e em combustão, libera óxido de azoto que é tóxico;
- Outros gases: sem toxicidade/nocividade;
- Vapor de água: condensado corroe metais.

Características do metano:

- Sem cheiro;
- Sem cor;
- Sem gosto;
- Insolúvel em água e fraca densidade (difícil liquefação).

Tomada de decisão

Além da energia em forma de gás, o biodigestor é um dispositivo capaz de melhorar as condições ambientais do local e fornecer biofertilizante. Do ponto de vista econômico para a tomada de decisão em construir um biodigestor, deve-se atentar às seguintes perguntas:

- O que vou fazer com o biogás?
- Tenho matéria orgânica suficiente para a minha necessidade de energia?
- Qual a regularidade da geração de matéria orgânica?
- Disponho de mão de obra (pouca) para a operação do biodigestor?

Há casos de geradores de matéria orgânica (biomassa), que possuem elevada quantidade de biomassa e baixo consumo de energia em qualquer de suas formas. Contrariamente há situações de pouca biomassa e elevado consumo de energia. Para o primeiro caso existe a possibilidade de utilizar o biogás como combustível para produzir energia elétrica interligada na rede elétrica da concessionária e compensar no consumo que ocorra em outro local, de mesma concessionária e com o mesmo CPF ou CNPJ.

Se a unidade produtora consumir menos que a

gerada, o excedente ficará em crédito de energia elétrica na concessionária, válido por 60 meses. Se produzir menos que o seu consumo, pagará a diferença entre consumo e produção.

Deve-se avaliar a produção de biofertilizante, a higienização do ambiente e a despoluição da atmosfera relativa aos gases de efeito estufa. Alguns mercados de produtos agropecuários e agroindustriais valorizam práticas de redução de impactos ambientais negativos, que pode ser diferencial de competição importante.

A quantidade e o tipo de biomassa, a temperatura da fermentação, a tecnologia de biodigestão e outros recursos determinam o quanto de biogás é possível produzir. A seguir apresenta-se o potencial de biogás de algumas biomassas.



ESPÉCIE	m ³ de biogás/kg de esterco
Caprino/ovino	0,040-0,061
Bovinos de leite	0,040-0,049
Bovinos de corte	0,040
Suínos	0,075 – 0,089
Frangos de corte	0,090
Poedeiras	0,100
Codornas	0,049



Descrição do biodigestor

O biodigestor possui um espaço, denominado câmara de fermentação, onde a biomassa, adicionada de água, é fermentada. O biogás produzido pode ser armazenado em recipientes denominados gasômetros, construídos por diversos materiais, geralmente localizados acima da câmara de fermentação. Biomassas líquidas, com partículas de pequena dimensão, podem alimentar o biodigestor diretamente. Porém, biomassas com partículas de dimensões grandes, como gramas, restos vegetais e outros materiais devem ser processados para que as partículas sejam as menores possíveis. Partículas pequenas favorecem o ataque dos microrganismos ao material em fermentação, diminuindo o tempo de degradação. Quanto à concentração de sólidos das biomassas deve se apresentar no limite de sua fluidez, capacidade de transpor a hidráulica do sistema. Esta condição está relacionada ao teor de sólidos da biomassa, onde concentrações elevadas, pastosas, impedem a circulação do material.

Câmara de fermentação

É o espaço físico onde ocorre a fermentação, por onde o alimento transita. Pode ser construída com material impermeabilizante, sendo que se for de metal, deverá ser protegido para que não sofra corrosão devido à presença de gás sulfídrico no biogás. A câmara de fermentação deve ser totalmente isolada da atmosfera para que não haja fuga de biogás e nem entrada de ar atmosférico, altamente tóxico para os microrganismos que produzem o metano, denominados metanogênicos. Existem câmara de fermentação escavadas no solo ou móveis, construídas com diversos materiais. As escavadas no solo devem ser impermeabilizadas e apresentam a vantagem de ter bom isolamento térmico proporcionado pelo solo.

O biofertilizante

O biofertilizante é um subproduto obtido a partir da fermentação anaeróbia (sem a presença de ar) de resíduos da lavoura ou dejetos de animais na produção de biogás.

Sob forma líquida, o biofertilizante contém uma

complexa composição de nutrientes essenciais às plantas (principalmente nitrogênio e fósforo), atuando como fertilizante e também como defensivo agrícola, erradicando pragas, doenças e insetos.

Com um pH básico (aproximadamente 7,5), o biofertilizante também atua como corretivo de pH do solo. Além de não propagar mau cheiro e não ser poluente, a obtenção dos biofertilizantes não apresenta custo, quando comparado aos fertilizantes químicos.

A aplicação do biofertilizante nas plantações favorece a multiplicação de micro-organismos, proporcionando saúde e vida ao solo. Além disso, os biofertilizantes deixam a terra mais porosa, permitindo maior penetração do ar nas camadas mais fundas até as raízes.

Para a utilização direta na lavoura, o líquido retirado do biodigestor pode ser aplicado na região foliar ou mesmo nos caules das plantas. Outra opção é a decantação ou filtração do biofertilizante líquido, produzindo uma massa sólida que, depois de seca, pode ser aplicada direto nas covas ou no solo.

A pulverização do biofertilizante deve ser feita sempre depois de regas ou chuvas, ou nas horas mais frescas do dia. A frequência e época de adubação obedecem ao calendário de cada espécie.

Dimensionamento da câmara de fermentação

Um biodigestor com alimentação de regime contínuo, operando de modo satisfatório, no mínimo, possui: biomassa ou substrato em doses adequadas, colônia desenvolvida de microrganismos, recipiente isolado do ar atmosférico e tempo.

O biodigestor é dimensionado em função da quantidade de biogás que se deseja e ou da quantidade de biomassa disponível a fermentar.

Deve-se disponibilizar um volume da câmara de fermentação que está relacionado ao tempo de retenção hidráulico (TRH). É o tempo em que a biomassa fica sendo digerida ou fermentada. Se no tubo de entrada do biodigestor fosse possível marcar um litro da biomassa, ele demoraria um tempo até chegar à saída, tempo esse que

é chamado de TRH. A biomassa fermentada ao sair do biodigestor segue para etapas subsequentes de tratamento ou para o tanque armazenador de biofertilizante, dependendo do destino que se queira dar ao material. O TRH é, na prática, medido em dias e está relacionado com a facilidade dos microrganismos digerirem a biomassa que está passando pelo biodigestor. Biodigestores básicos, ou seja, sem aquecimento, agitação ou meio suporte, alimentados com efluente do processamento da mandioca para a obtenção de fécula, podem ser dimensionados com TRH a partir de 7 dias. O TRH é sempre adotado em função de experimentos que o determinaram anteriormente ou através de testes investigativos. O TRH disponível para projetos considera o tempo mínimo necessário para a degradação mínima média de 80% da matéria orgânica. O tempo de retenção hidráulico acima deste percentual indica que é antieconômico projetar o biodigestor prevendo eficiência maior de remoção de carga orgânica. Na prática, biodigestores básicos, operam com TRHs entre 7 e 28 dias. Para a suinocultura pode ser adotado um TRH de 20 dias. A temperatura local ou de operação, que influi diretamente na produção de biogás, deve ser considerada ao se dimensionar a câmara de fermentação do biodigestor. Biodigestores de alto rendimento, dotados de tecnologia, operam com TRH menores. Para se avaliar o percentual de degradação da biomassa, utiliza-se calcular a diferença do teor de sólidos voláteis presentes antes da biodigestão do teor de sólidos voláteis após a biodigestão. Os sólidos voláteis são os eliminados submetendo-se a amostra a uma temperatura de 500 °C por duas horas em procedimento de laboratório.

O TRH implicará no volume da câmara de fermentação, que, junto com os recursos tecnológicos adotados, resultam no aumento do custo do dispositivo. Portanto, a análise de custo/benefício no planejamento de implantação do biodigestor deve-se considerar a regularidade na produção de biogás.

Volume do biodigestor

$$V = V_{db} \times TRH$$

V = Volume do biodigestor (m³)

V_{db} = Volume diário de biomassa (m³/dia)

TRH = Tempo de retenção hidráulico (dias)

O volume diário de biomassa é medido em metros cúbicos devido à necessidade da biomassa ser diluída em água. A concentração de sólidos na biomassa determinará o potencial produtivo de biogás e fica condicionada à capacidade de fluidez.

Início da fermentação

Para um biodigestor atingir o estado de operação equilibrado é necessário dar o início na fermentação. De todas as condicionantes citadas no parágrafo, a parte mais delicada e que demanda mais tempo é o desenvolvimento da colônia de microrganismos que compõe o sistema anaeróbio. Destes microrganismos, os de desenvolvimento mais demorado são os metanogênicos, aqueles que produzem o metano. Eles estão na natureza e com o tempo poderiam se desenvolver na biomassa colocada no biodigestor. Porém, esse desenvolvimento pode demorar meses. Para acelerar esse processo, chamado de partida do biodigestor, utiliza-se adicionar inóculo, ou seja microrganismos já desenvolvidos em outros sistemas anaeróbios ou biodigestores, preferencialmente presentes em fermentações com a mesma biomassa ou similar.

Se o inóculo for coletado em um sistema que possui o mesmo substrato, o tempo para a aclimação ao novo material é reduzido. Os microrganismos fermentadores rapidamente reconhecem o material a ser digerido, iniciando sua reprodução. O aumento dos microrganismos permite que a carga diária de biomassa, gradativamente, possa ser aumentada e o sistema tornar-se mais robusto rumo à capacidade máxima de degradação. O processo de aumento de carga ocorrerá até atingir o volume que corresponde ao total de biomassa disponível para produção de biogás. O objetivo da partida é desenvolver uma colônia de microrganismos adaptada e em número capaz de digerir o material. O aumento de carga de um biodigestor deve ser feito observando alguns indicadores de estabilidade do biodigestor. É uma administração entre fornecimento de alimento aos microrganismos e o seu limite de digestão sem arriscar a estabilidade do processo fermentativo.

A quantidade de inóculo a ser adicionado para

o início da fermentação em um biodigestor é de 20 a 30% de seu volume total. Além do inóculo deve-se adicionar o equivalente a 3% do volume diário de alimentação e completado com água até o volume total.

Indicadores de monitoramento

O substrato ao entrar no biodigestor passa a ter contato com uma população de várias espécies de microrganismos que, em uma sequência de etapas, o transforma em vários compostos químicos. As etapas se auto regulam bioquimicamente, em que o material digerido por uma espécie é utilizado por outra espécie, liberando seus subprodutos e assim sucessivamente até resultarem, principalmente, em biofertilizante líquido, gás carbônico e metano.

A acidez volátil e a alcalinidade são variáveis indicadoras de estabilidade em biodigestores anaeróbios e são as mais importantes para o monitoramento de fermentações estáveis, nas quais a quantidade de alimentação do biodigestor está adequada à sua capacidade fermentativa. A quantidade de alimentação depende da concentração de sólidos na mistura.

Portanto, operar bem um biodigestor significa fornecer alimento em doses adequadas, de acordo com o seu dimensionamento, para manter o equilíbrio entre as fases que compõe o processo fermentativo anaeróbio.

A primeira delas é a que resulta em redução do tamanho das moléculas e a segunda em produção de ácidos, que resulta em redução de pH, que pode ser medido. Fermentações estáveis significa que o pH deve ser mantido entre 6,5 a 7,5. A estabilidade da fermentação fica ameaçada quando o pH diminui de 6,5 devido a presença de ácidos na biomassa ou, na maioria das vezes, ao excesso de alimentação do biodigestor. A queda do pH devido ao excesso de alimentação é uma medida direta, porém, sua medição pode levar a providências tardias na operação do biodigestor. Quando o pH cai, os microrganismos produtores de metano cessam a produção de biogás devido ao excesso de ácidos. Estabilidade pode ser definida como a existência de equilíbrio nas reações de produção e consumo das substâncias participantes do



processo fermentativo.

Às condições necessárias ao bom funcionamento de um processo de digestão anaeróbia acrescentam-se as seguintes:

- Ausência de variações bruscas na temperatura;
- Manutenção do pH entre 6,5 a 7,5;
- Submissão do processo a cargas orgânicas e tempos de retenção hidráulica e concentração de microrganismos compatíveis com o resíduo a digerir e com o tipo de digestor;
- Não-ocorrência de sobrecargas orgânicas ou tóxicas além do limite suportável pelo processo;
- Adequada proporção, no resíduo, de quantidades de N e P com a quantidade de carbono;
- Teor adequado de gás carbônico no biogás;
- Relação adequada de ácidos voláteis e alcalinidade.

Fonte: Oliveira (1993) e Jordão e Pessoa (1995).

Outros parâmetros da digestão anaeróbia em reatores que merecem atenção:

- pressão parcial de hidrogênio;
- tipo de substrato;
- superfície específica do substrato;
- desintegração celular do substrato;
- inoculação e agitação do reator;
- potencial redox;
- traços de nutrientes;
- elementos precipitantes;
- produção de biogás.

Fonte: Deublein e Steinhauser (2008).

Substâncias tóxicas aos biodigestores

Portanto, ao se planejar e operar biodigestores deve-se considerar que alguns compostos relacionados a seguir são formados ou podem introduzir-se na digestão anaeróbia e que, dependendo da quantidade, serão inibidores:

- Oxigênio;
- Compostos sulfurosos;
- Ácidos graxos e aminoácidos;
- Nitrato;
- Amônia e amônio;
- Metais pesados;
- Taninos;
- Desinfetantes, herbicidas, inseticidas, surfactantes, antibióticos, clorofórmio e compostos fluorcarbonados.

Fonte: Deublein e Steinhauser (2008).

Não obstante as vantagens, a digestão anaeróbia apresenta alguns inconvenientes, listados a seguir:

- É requerida maior energia térmica para melhor atividade microbiana;
- Maior TRH para o completamento do processo;
- Normalmente inevitável mau odor de gás sulfídrico e mercaptanas: alguns efluentes alimentícios ricos em S e N agravam o problema;
- Dificuldade operacional e sujeita a “carga de choque”.

Fonte: Liu (2007).

A luz não é letal às metanogênicas, porém as inibe severamente e, portanto, a formação de metano deve ocorrer em escuridão absoluta. Outra característica da digestão anaeróbia é o gasto de energia e a geração de lodo. Ela é cerca de vinte vezes menos dispendiosa em energia que a digestão aeróbia, na qual, de 100% do carbono introduzido em um reator aeróbio, 48% permanece no lodo, 42% é convertido em gás carbônico e 5% sai com o efluente. Em relação ao processo anaeróbio, 76% do carbono transforma-se em gás carbônico e metano, 4% permanecem no lodo e 20% sai com o efluente. Além da pequena quantidade produzida, o lodo excedente apresenta-se, geralmente, mais concentrado e com melhores características de desidratação (DEUBLEIN e STEINHAUSER, 2008).



04 FUNDAMENTAÇÃO LEGAL

Sistemas de biodigestão requerem conhecimentos técnicos na construção, manutenção e operação, portanto, todas as ações devem ser acompanhadas por profissional habilitado e conhecedor do processo. Tal cuidado deve-se aos itens e procedimento de segurança que necessariamente devem acompanhar sistemas de produção de metano. Esse gás, inflamável, pode ocasionar incêndios nas instalações e adjacências e ou malefícios à saúde humana e animal devido à presença de metano e de outros gases contaminantes do biogás. Os profissionais habilitados a projetar, executar e assumir a responsabilidade pela manutenção de biodigestores e demais aparatos destinados ao

biogás são os do sistema Confea/Crea (Conselho Federal de Engenharia e Agronomia e Conselho Regional de Engenharia e Agronomia).

Na década de 80, surgiram as primeiras leis brasileiras que consideravam o meio ambiente e a preservação dele de uma forma global e integrada. Somente a partir dos anos 2000, essa preocupação atingiu outros setores transversais, como o de energia, quando foi incluído nos princípios e objetivos da política nacional para o segmento.

Legislação

(...) XII - incrementar, em bases econômicas, sociais e ambientais, a participação dos biocombustíveis na matriz energética nacional. (Redação dada pela Lei n.º 11.097, de 2005).

XIII - garantir o fornecimento de biocombustíveis em todo o território nacional; (Incluído pela Lei n.º 12.490, de 2011).

XIV - incentivar a geração de energia elétrica a partir da biomassa e de subprodutos da produção de biocombustíveis, em razão do seu caráter limpo, renovável e complementar à fonte hidráulica; (Incluído pela Lei n.º 12.490, de 2011).

XV - promover a competitividade do País no mercado internacional de biocombustíveis; (Incluído pela Lei n.º 12.490, de 2011).

XVI - atrair investimentos em infraestrutura para transporte e estocagem de biocombustíveis; (Incluído pela Lei n.º 12.490, de 2011).

XVII - fomentar a pesquisa e o desenvolvimento relacionados à energia renovável; (Incluído pela Lei n.º 12.490, de 2011).

XVIII - mitigar as emissões de gases causadores de efeito estufa e de poluentes nos setores de energia e de transportes, inclusive com o uso de biocombustíveis. (Incluído pela Lei n.º 12.490, de 2011)

A política energética brasileira vem, ainda discretamente, incentivando e apoiando o desenvolvimento de fontes renováveis de energia, como a hídrica, a eólica, a solar e a de biomassa. No entanto, a implementação de tais modalidades ainda se encontra em estágio inicial. Ademais, não estão totalmente integradas às redes de distribuição tradicionais, especialmente a elétrica e a de gás natural. Torna-se essencial, portanto, avançar no desenvolvimento das

tecnologias ainda incipientes de integração e de complementação entre diferentes fontes de energia, para a formação de uma matriz sólida e diversificada, capaz de sustentar e alavancar o crescimento econômico do país.

Nos anos recentes, a tecnologia do biogás tem ganhado visibilidade no Brasil, em consequência de uma pluralidade de fatores. Dentre eles, a necessidade de diversificação da matriz energética nacional, a existência de grande quantidade de matéria-prima disponível no país para a geração de biogás, bem como a possibilidade de obtenção descentralizada de energia renovável com maior sustentabilidade (Guia Prático de Biogás, 2010).

Diante disso, conforme já mencionado nos capítulos anteriores, organismos governamentais e empresas privadas brasileiras vêm apoiando o desenvolvimento de iniciativas de produção de biogás e de aproveitamento energético do recurso, seja na queima direta para uso do calor como eletricidade, ou enquanto combustível veicular. Todavia, há lacunas importantes a serem preenchidas de forma a proporcionar o desenvolvimento e expansão do setor. Entre elas, está a ausência de certificações unificadas.

No dia 30 de Janeiro de 2015, a ANP publicou a Resolução Normativa 8, que regulamenta o uso do biometano (biogás purificado) no Brasil. De acordo com a resolução, o biometano produzido a partir de produtos e resíduos pecuários (como dejetos de suínos e de aves), agrícolas e agroindustriais será tratado de maneira semelhante ao gás natural (GN). Isto significa que o biometano poderá ter o mesmo uso do gás natural, inclusive com a mesma valoração econômica, desde que atenda às exigências de qualidade do produto, estabelecidas nesta resolução.

Esta normativa representa uma grande conquista para o cenário das energias renováveis no Brasil e definiu os seguintes conceitos:

- I - Biogás: gás bruto obtido da decomposição biológica de produtos ou resíduos orgânicos;
- II - Biometano: biocombustível gasoso constituído essencialmente de metano, derivado da purificação do Biogás;
- III - Gás Natural Veicular (GNV): denominação

do combustível gasoso, tipicamente proveniente do Gás Natural ou Biometano, ou da mistura de ambos, destinado ao uso veicular e cujo componente principal é o metano, observadas as especificações estabelecidas pela ANP.

Antes de a normativa ser publicada, alguns estados se adiantaram e apresentaram programas locais de incentivo à produção e ao uso de biogás. No Rio de Janeiro, a Lei 6.361, de 18 de dezembro de 2012, dá ênfase à obtenção de biogás a partir de resíduos sólidos urbanos. Além disso, determina que as distribuidoras de energia têm a obrigação de transportar até 10% de biometano.

Em São Paulo, por sua vez, o foco está no recurso proveniente da biodigestão da vinhaça. Nesse estado, o Decreto 58.659, de 4 de dezembro de 2012, institui o Programa Paulista de Biogás, o qual denomina por biometano o gás que esteja dentro dos limites indicados pela Resolução 16 de 2008 da ANP (Oportunidades da Cadeia Produtiva de Biogás para o Estado do Paraná, 2016).

05

ESTRATÉGIAS DE IMPLEMENTAÇÃO NO MUNICÍPIOS

O plano de ação para a implementação de biodigestores pelos municípios deve iniciar-se pelo apoio aos pequenos produtores rurais, contados aos milhares no estado do Paraná. A uma parte deste segmento é útil a energia do biogás para atender suas necessidades de cocção, aquecimento de ambientes e outras demandas. De outra parte, os pequenos produtores rurais apresentam pequena capacidade de investimento e, por isso, o estado tem a obrigação em dispor de políticas públicas para reduzir as disparidades de renda para com aqueles de maior ganho. Promover o equilíbrio social entre as populações é um dos deveres do estado.

Diante disso, sugere-se divulgar aos pequenos produtores rurais dos municípios paranaenses um plano de parceria estado/produtor destinado à construção, manutenção e operação de

biodigestores e de utilização do biogás nas propriedades rurais. Isso atrairá interessados que, caracterizados em cadastro, constituirão a referências para a intervenção proposta. A parceria pode ser viabilizada com o fornecimento pelo governo, do projeto, assistência na execução, orientações de manutenção e operação, e financiamento subsidiado dos custos dos materiais. Ao produtor rural caberia fornecer a mão de obra necessária à construção dos biodigestores.

Estabelece-se assim uma parceria público/privada que resultará em atendimento a parte da energia consumida pelo pequeno produtor rural, melhoria da qualidade do meio ambiente nas propriedades rurais com redução de vetores e mau odor decorrente de produções animais. Outro item importante é a produção de biofertilizante decorrente da biomassa fermentada no biodigestores, onde, além de facilitar a aplicação, ocorre a mineralização dos nutrientes, ou seja, ficam prontamente disponíveis aos vegetais.

06

CASOS DE SUCESSO

Algumas, dentre várias plantas de biodigestores e usos do biogás

NOME: Chácara Marujo - Castro – PR

Em operação, com o uso de dejetos suínos
PRODUÇÃO DE BIOGÁS 1.000 m³ de biogás por dia.
DESTINAÇÃO DO BIOGÁS

- Aquecimento do piso da maternidade e creches, por meio de aquecedores de água e um sistema de circulação de água em serpentinas. O biogás também é usado para a secagem de grãos e geração de energia elétrica.

NOME: Usina de Biogás de Pomerode – SC

Em operação, com o uso de dejetos suínos
PRODUÇÃO DE BIOGÁS 2.880 m³ de biometano por dia.

DESTINAÇÃO DO BIOGÁS

- Produção de energia veicular (biometano), similar ao gás natural, cuja comercialização será intermediada pela Companhia de Gás de Santa Catarina – SCGÁS.

NOME: Aterro sanitário de Cascavel - PR

Em operação, com o uso de resíduos sólidos urbanos

PRODUÇÃO DE BIOGÁS 4.800 m³ de biogás por dia

DESTINAÇÃO DO BIOGÁS

- Geração de energia elétrica distribuída na rede da Copel, sendo atualmente 150 kWh. Ampliação prevista para 300 kWh. A atual economia de energia elétrica nas contas do município é de 6%, aproximadamente 80 mil reais.

07

CONCLUSÕES

Energias alternativas à do petróleo estão em evidência nos principais países de visão preservacionista ambiental do mundo. Esforços são feitos para se dispor de sustentabilidade na sobrevivência da vida no planeta. A finitude do petróleo é prevista e trabalha-se para enfrentar a transição para outras fontes de energia. A energia contida no biogás pode ser cultivada, depende de condições naturais como solo, água, gás carbônico e luz solar, fatores disponíveis em muitos lugares.

Portanto desenvolver as fontes alternativas de energia é uma necessidade econômica e ambiental, vinculada à manutenção da vida. A modalidade biogás das fontes alternativas deve ocupar o espaço que lhe é devido, pois, os meios para a sua produção se apresentam abundantes tanto em área de cultivo específico como nos materiais residuais de diversas atividades. Às autoridades cabe sensibilizarem-se e conscientizarem-se sobre as mudanças que o ciclo da vida impõe e agirem de forma preventiva no provimento de energia e sustentabilidade ambiental. Ações de remediações costumam ser mais onerosas e podem causar prejuízos pessoais.



08

REFÊNCIAS

Oportunidades da Cadeia Produtiva de Biogás para o Estado do Paraná – Curitiba: Senai/PR. 2016.

DEUBLEIN, D.; STEINHAUSER, A. Biogas from waste and renewable resources. Verlag: Wiley-VCH, 2008, 445p.

Guia Prático de Biogás – Geração e Aplicação, 5ª edição, Gülzow, 2010.

JORDÃO, E. P.; PESSOA, C. A. Tratamento de esgotos domésticos. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1995, 720 p.

LIU, S. Food and Agricultural Wastewater Utilization and Treatment. Ames: Blackwell Publishing, 2007, 277p.

OLIVEIRA, P. A. V. Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos. Concórdia: Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves – EMBRAPA, 1993. 188p. (Documentos, 27).

09

AUTOR

Oswaldo Kuczman

Graduado em Engenharia Agrícola na FECIVEL (1987), atualmente Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE.

Mestrado (2007) e doutorado (2012) no Programa de Saneamento Ambiental da UNIOESTE, conceito 5 da CAPES.

Pós-doutorado (2016) em Energia na Agricultura na UNIOESTE, todas as pós graduações foram na área de produção de biogás, em biodigestores de laboratório, protótipo e piloto no tratamento de restos de ingesta humana e efluente de fecularia. Especialista em Desenvolvimento Agroindustrial (1995) pela mesma universidade. Atuou como professor de primeiro e segundo graus, palestrante em projetos e instalação de biodigestores, diretor da consultoria BioMA - Biogás e Meio Ambiente desde 1998 a 2013. Projetou o sistema piloto de captação e aproveitamento de biogás do aterro sanitário de Cascavel, PR. Revisor de periódicos científicos nacionais e internacionais.

Atualmente representa o Crea-PR no Conselho Municipal de Meio Ambiente de Cascavel - PR - COMAM. É Conselheiro Titular no Crea-PR pela Associação Brasileira dos Engenheiros Agrícolas - Seção PR.

Revisou a cartilha sobre biodigestores, elaborada pela Câmara de Energia do POD e destinada à suinocultores. Revisou o item Biodigestores do manual de fiscalização da Câmara de Agronomia do Crea PR. Atualmente coordena a Comissão de Meio Ambiente do Crea PR.

O currículo completo pode ser acessado em:
<http://lattes.cnpq.br/7086488854107486>



CREA-PR

Conselho Regional de Engenharia
e Agronomia do Paraná