



## **Resíduo agroindustrial para produção de adubo orgânico via biodigestão**

**André Gouvêa Belota<sup>1</sup>, Eyde Cristianne Saraiva dos Santos<sup>2</sup>, Vanessa Santos Moura<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal do Amazonas / UFAM (e-mail: andregouv@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal do Amazonas / UFAM (e-mail: eydesaraiva@ufam.edu.br)

<sup>3</sup>Universidade Federal do Amazonas / UFAM (e-mail: vanessa\_smoura@hotmail.com)

### **Resumo**

O setor agroindustrial é um dos que mais produz resíduos orgânicos juntamente com os resíduos urbanos provenientes de esgotos residenciais. Este trabalho tem por objetivo produzir adubo orgânico a partir desses dejetos utilizando o biodigestor como processo para maturação do produto para ser utilizado como adubo. Os materiais utilizados foram lodo de esgoto, pó de serra, bagaço de cana que são dejetos produzidos em quantidade. Foram utilizadas garrafas pet como biodigestores e misturas de lodo + pó de serra, lodo + bagaço, lodo puro onde esse material foi submetido à digestão anaeróbica por biodigestor a 58°C. A temperatura elevada gera uma digestão microbiana agressiva pela predominância das bactérias termofílicas que são mais ativas que os outros grupos de bactérias. O processo de biodigestão durou 15 dias e o material final foi analisado e determinados DBO, DQO, Condutividade, pH, Coliformes Fecais e Salmonellas. Verificou-se o tratamento lodo de esgoto puro foi o que teve o maior grau de maturação seguido do tratamento lodo + pó de serra e lodo + bagaço. O adubo orgânico gerado nesses 15 dias de processo ainda estava na fase ácida da biodigestão segundo as análises, requerendo mais 15 de retenção totalizando 30 dias para que o material chegue a fase metanogênica que é caracterizada por ter um pH mais elevado. Pelo custo de produção do adubo orgânico ser baixo o produtor terá maior lucro na produção e o mercado consumidor terá uma maior oferta de produtos orgânicos.

Palavras-chave: biomassa, degradação microbiológica, biodigestor

Área Temática: Tecnologias ambientais

## **Agroindustrial residue for production of organic fertilizer via digestion**

### **Abstract**

*The agribusiness sector is one that produces more organic waste together with municipal waste from residential sewage. This work aims to produce organic fertilizer from waste such as using the digester process to maturity of the product to be used as fertilizer. The materials used were sewage sludge, sawdust, bagasse wastes that are produced in quantity. Plastic bottles were used as digesters and sludge mixtures sawdust, bagasse sludge, sludge pure where this material was subjected to digestion by anaerobic digester to 58oC. The high temperature generates a microbial digestion by the predominance of aggressive Thermophilic bacteria are more active than the other groups of bacteria. The process of digestion lasted 15*



*days and the final material was analyzed and determined BOD, COD, conductivity, pH, Fecal Coliforms and Salmonella. It is the treatment of sewage sludge was pure which had the highest degree of maturation followed by treatment sludge sawdust mulch and silt. The organic fertilizer generated in the last 15 days was still in the process of digestion acid according to the analysis, requiring more total retention of 15 to 30 days for the material to reach the methanogenic stage which is characterized by having a high pH. The cost of production of organic fertilizer producer will be low higher profits and the market will be in greater supply of organic products.*

*Key words: biomass, microbial degradation, digester*

*Theme Area: Environmental technologies*

## **1. Introdução**

O adubo orgânico que é proveniente de resíduos de matéria orgânica animal e ou vegetal é uma questão importante devido às características que ele concede aos alimentos produzidos, a preferência por produtos classificados como orgânicos tem crescido pela ausência de adubos químicos e defensivos químicos, o que caracteriza um alimento saudável por que não inclui na sua produção substâncias químicas maléficas e cumulativas no organismo. Os resíduos orgânicos vindos de vários processos da indústria são geralmente desperdiçados sendo depositados em lixões e pouco aproveitados para agricultura, e são de grande potencial para produção de adubo orgânico.

Entretanto já existe arcabouço legal que orienta o descarte desses produtos, pois podem gerar grandes impactos ambientais e dispostos de forma incorreta na natureza, e o com a população em constante crescimento vem à tona a necessidade das atitudes sustentáveis. Esses materiais possuem boas características para a produção de adubo orgânico, através de processos biológicos os dejetos sofrem transformações positivas e podem ser utilizados na produção dos alimentos orgânicos.

Dos vários processos para a produção de adubo, a biodigestão tem-se apresentado de fundamental importância para a sustentabilidade. Consistindo em um processo anaeróbico que tem a finalidade digerir a matéria orgânica gerar dois subprodutos: o biogás (que pode ser utilizado para geração de energia elétrica) e o biofertilizante (matéria estabilizada que pode ser usado como adubo orgânico para diversas culturas na agricultura).

O objetivo da pesquisa foi utilizar resíduos para produção de adubo orgânico através da biodigestão, que deixa a matéria orgânica estabilizada e mineralizada, apta ao uso agrícola, contribuindo para redução do desperdício de resíduo.

## **2. Metodologia**

A área delimitada para o estudo foi a cidade de Manaus, situada na altitude 67,00 m, latitude 03°07S e longitude 59°57W. O território abrange 11.159,5 km<sup>2</sup> (PMM, 2010).

O desenho do estudo foi estabelecido conforme descrição apresentada por Michel (2005). A pesquisa foi descritiva, com estudo exploratório e análise quantitativa.

Foi utilizada biomassa proveniente de resíduo orgânico residencial coletado na empresa de tratamento de esgoto que utiliza caminhão “limpa-fossa” para o recolhimento desses resíduos na cidade de Manaus com resíduos agroindustriais da produção de açúcar e resíduo madeireiro (pó-de-serragem).

Foram feitos 3 tratamentos com 3 repetições cada, onde: O tratamento A possuía 0,420 litros de lodo de esgoto e 60g de bagaço-de-cana tratamento; tratamento B possuía 1 litro de lodo de esgoto e 43g de serragem; tratamento. C possuía 1 litro de lodo de esgoto.



As variáveis consideradas para esse estudo foram: Temperatura, Tempo de Digestão, pH, Relação C/N, Análise Parasitológica e Análise Microbiológica. Esses parâmetros foram obtidos utilizando a metodologia descrita em Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater Analysis (2005).

### 3. Resultados e Discussão

Foi utilizada uma caixa de isopor de 120 litros completa com 60 litros de água e as garrafas pet (utilizadas como biodigestores).

Foram utilizadas nove garrafas pet que serviram como biodigestores para a matéria orgânica e nove garrafas pet utilizadas como reservatório de gás e preenchidas com água. Cada garrafa era uma repetição e possuía seu respectivo reservatório de gás que possuía água no seu interior para evitar o contato do gás produzido com o ar atmosférico, a entrada de gás oxigênio dentro dos biodigestores e permitir a visualização da produção de biogás devido à entrada do mesmo e a saída da água.

Os reservatórios de gás e os biodigestores foram conectados por mangueiras de plásticos onde os reservatórios possuíam uma mangueira de entrada para o biogás produzido pelos biodigestores e uma mangueira de saída para a água do reservatório que era pressionada para fora devido à pressão exercida pela produção de gás. Os biodigestores foram conectados apenas por uma mangueira de saída de gás para o reservatório.

Para aquecimento foi utilizado 4 resistências de chuveiros 110V conectadas entre si e dispostas pelo interior da caixa de isopor e um termostato para controle da temperatura, onde, o mesmo controlava o funcionamento das resistências conforme a alteração de temperatura no interior da caixa. O termostato foi ajustado para a temperatura de 60°C e sua precisão estabelecida em  $\pm 0,2$  °C. O aquecimento tem por objetivo diminuir o tempo de biodigestão pois as bactérias atuantes nessa faixa de temperatura são as termofílicas que são mais eficientes na digestão do que os outros grupos de bactérias que trabalham em temperaturas inferiores e eliminar *Salmonellas* spp. e Coliformes Fecais.

Soares et al., (2008) construíram biodigestores didáticos e estudaram a biodigestão de co-produtos do biodiesel. Nessa pesquisa comentam sobre a importância do desenvolvimento e uso de sistemas didáticos de biodigestão. Pois, a partir dessas experiências espera-se criar modelos que ofereçam dados que possibilitem o estudo de biodigestão de co-produtos, com potencial para uso em larga escala, agregando maior rentabilidade e reduzindo o alvo poluidor.

A pesquisa desenvolvida está alinhada ao que foi relatado por Soares, pois se considerou o protótipo eficiente para experimentos de banca e com baixo custo, devendo ser utilizado para teste com outras biomassas.

O tratamento A (lodo de esgoto) apresentou DBO com 1220mg/l e DQO com 2410mg/l, sendo a relação DBO/DQO de 0,50. No tratamento B (pó de serra + lodo de esgoto) a DBO foi 1930mg/l e DQO 3550mg/l, a relação DBO/DQO foi de 0,54. Enquanto que no tratamento C (bagaço-de-cana + lodo de esgoto) a DBO atingiu 2550mg/l e a DQO 4770mg/l, a relação DBO/DQO foi de 0,53, sugerindo a predominância da fase ácida em todos os tratamentos (tabela 1).

O tratamento A (lodo de esgoto) o pH foi 6,56, no tratamento B (pó de serra + lodo de esgoto) 6,28, enquanto que no tratamento C (bagaço-de-cana + lodo de esgoto) verificou-se 6,31. Admitindo o que a relação DBO/DQO indica - que os compostos estavam na fase ácida (tabela 1).



Tabela 1 - Resultado das análises físico-químicas de amostras de lodo (mg/l)

TIPO DE AMOSTRA	BO	QO	pH	Condutividade elétrica	Salmonellas	Coli. Fecais e Totais, NMP/g ST
Bagaço de cana + lodo. Após digestão	550	770	6,31	3,12µS/cm	Ausência	6x10 <sup>3</sup>
Pó de Serra + Lodo. Após digestão	930	550	6,28	5,98µS/cm	Ausência	7,2x10 <sup>3</sup>
Lodo. Após digestão	220	410	6,56	6,56µS/cm	Ausência	8x10 <sup>3</sup>
Lodo antes da digestão			-	-	Ausência	2x10 <sup>4</sup>

A fase ácida do vai de pH 4, 5 até 7,5 e a fase metanogênica que corresponde a formação de gás metano vai de pH 7,5 a 9. Portanto, no estudo não se pode afirmar se houve a produção do biogás. (MELLO, 2007. Apud DINIS, 2000)

No caso dos aterros sanitários, estudos demonstram que uma relação (DBO/DQO) >0,4 para os líquidos percolados é indicativa de predominância da fase ácida, enquanto que a mesma relação assumindo valor igual ou inferior a 0,4 indica predominância da fase metanogênica (ARRUDA, 1995). Assim, os dados obtidos confirmam que o experimento estava na fase ácida.

O tratamento A (lodo de esgoto) apresentou uma condutividade elétrica de 6,56µs.m-1, no tratamento B (pó de serra + lodo de esgoto) 6,28µs.m-1, enquanto que no tratamento C (bagaço-de-cana + lodo de esgoto) verificou-se 3,12 µs.m-1.

Segundo Kiehl (1998) a condutividade elétrica é um indicador do grau de maturação do fertilizante (não devendo ultrapassar 4000 µs.m-1). Pois, durante o processo de maturação do fertilizante, a fração mineral total aumenta, enquanto a condutividade elétrica, que representa a presença de sais, diminui.

Assim, da fase inicial até a metade do processo de maturação, a condutividade pode cair em 50%. A queda do valor da condutibilidade elétrica não é devida à lixiviação de sais do composto, mas pela decomposição de ácidos orgânicos (AVNIMELECH et al., 1996 apud KIEHL, 2004). Portanto, os resultados da pesquisa sugerem que houve mineralização do composto orgânico.

Ao realizar análise microbiológica das amostras, verificou-se que não houve presença de *Salmonellas* nos tratamentos. Verificou-se a presença de coliformes fecais.

A CETESB (1999) informa que o material com lodo é classificado quanto à presença de patógenos em classe A ou classe B, onde: Classe A (para coliformes fecais, densidade inferior a 10<sup>3</sup> NMP/g ST - número mais provável por grama de sólidos totais, e para *Salmonella sp*, densidade inferior a 3 NMP/4g ST - número mais provável por 4 g de Sólidos Totais); e Classe B (para coliformes fecais, densidade inferior a 2X10<sup>6</sup> NMP/g ST - número mais provável por grama de sólidos totais).

Portanto, os tratamentos não podem ser enquadrados na Classe A. Mas, todos os tratamentos atendem o padrão da Classe B, possibilitando o uso, de todos os tratamentos com lodo de esgoto, como insumo orgânico no solo.

O tratamento A apresentou o maior grau de maturação seguido do B e C onde a DBO, DQO, pH e Condutividade elétrica serviram como parâmetros para avaliar o grau de maturação do produto onde maior DBO e relação DBO/DQO indicam maior atividade microbiana juntamente com o pH confirmando a fase ácida. A condutividade elétrica confirmou o que os parâmetros anteriores confirmaram, dando como resultado que o tratamento A possui maior condutividade elétrica consequentemente mais sais diluídos devido



à degradação da matéria orgânica pelos microrganismos seguido também dos tratamentos B e C que tiveram menos sais diluídos.

### **Considerações Finais**

Considerando os parâmetros microbiológicos, o bagaço-de-cana, os resíduos madeireiros com adição de lodo de esgoto doméstico, podem ser utilizados como adubo orgânico.

Mas em relação aos parâmetros analisados no trabalho o produto deve ficar mais 15 dias totalizando 30 dias para que atinja a fase metanogênica apresenta pH mais elevado, vencendo, portanto, a fase de fermentação. Produtos dispostos no solo sob a fase de fermentação ainda precisam de tempo para ser digerido e mineralizado o que deixa o solo indisponível para uso durante o período que este levará para se degradar no solo, devido a esse fato é importante obedecer ao grau de maturação do produto.

A produção de adubo orgânico através desses resíduos se mostrou possível e mais estudos com esses materiais devem ser realizados.

Pelo material de origem ser considerado resíduo a obtenção deste é de custo acessível a pequenos produtores que através do processo de biodigestão podem produzir o próprio adubo economizando de corretivos já que o produto na maturação correta tem pH elevado, e também na compra de adubos químicos pois o adubo orgânico possui quantidade satisfatória de minerais solubilizados pela digestão anaeróbica, além de ser um condicionador de solo pela presença predominante de matéria orgânica em sua composição. Nessas condições o produtor poderia obter lucro na produção, e para o mercado consumidor uma maior oferta de produtos orgânicos.

As pesquisas que visam o aproveitamento integral dos resíduos agroindústrias devem ser priorizados para orientação da produção mais limpa.

### **Referências**

ARRUDA, A.C.S. *et al*, **Estudo do Comportamento de Parâmetros Físico-Químicos Relacionados ao Processo de Estabilização de Resíduos Sólidos Urbanos no sistema de Remediação de São Giacomo–Caxias do Sul - RS**, XVIII Congresso de engenharia Sanitária e Ambiental. 1995. Anais. Salvador BA.

CETESB. **Aplicação de lodos sistemas de tratamento biológico em áreas agrícolas - critérios para projeto e operação**: manual técnico, P4.230, São-Paulo, 1999, 33p. NOGUEIRA, Luiz Augusto Horta. **Biodigestão**: A alternativa energética. São Paulo. Ed. Nobel 1ª ed. 1986.

KIEHL, Edmar. José. **Fertilizantes Orgânicos**. São Paulo: Ed.Agronômica Ceres, 1985. 492p;

KIEHL, Edmar. José. **Manual de Compostagem: maturação e qualidade do composto**, Editora: Livroceres, 4ª ed. Piracicaba. 2004.

MELLO, Edson José Rezende. **Tratamento de esgoto sanitário**: Avaliação da estação de tratamento de esgoto do bairro Novo Horizonte na cidade de Araguari – MG. 2007. 99p. Monografia apresentada como pré-requisito para conclusão do curso Pós-Graduação lato sensu Engenharia Sanitária, UNIMINAS. Urbelândia, 2007.



MICHEL, Maria Helena. Metodologia e pesquisa científica em ciências sociais. São Paulo: Atlas, 2005, 138 p.

National Academy of Sciences – NAS. Disponível em: <<http://www.nasonline.org>> Acesso em: 07 nov 2012.

SOARES, Jimmy; MARRA, Sávio Henrique do Carmo Mendonça; BRASIL, Alex Nogueira; Nunes, Diego Luiz. **Construção de biodigestores didáticos e estudos da biodigestão de co-produtos do biodiesel**. 5º Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, Lavras 2008.