



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO TRÊS RIOS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO MEIO AMBIENTE - DCMA**

**ANÁLISE QUÍMICA DO BIOFERTILIZANTE PRODUZIDO A PARTIR
DO PROCESSO DE BIODIGESTÃO E SUA POSSÍVEL
APLICABILIDADE NA AGRICULTURA**

Rayanne Carvalho da Costa

ORIENTADOR: Prof. Dr. Fábio Cardoso de Freitas

**TRÊS RIOS - RJ
JULHO- 2017**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO TRÊS RIOS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO MEIO AMBIENTE - DCMA**

**ANÁLISE QUÍMICA DO BIOFERTILIZANTE PRODUZIDO A PARTIR
DO PROCESSO DE BIODIGESTÃO E SUA POSSÍVEL
APLICABILIDADE NA AGRICULTURA**

Rayanne Carvalho da Costa

Monografia apresentada ao curso de Gestão Ambiental,
como requisito parcial para obtenção do título de
bacharel em Gestão Ambiental da Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro, Instituto Três Rios.

**TRÊS RIOS - RJ
JULHO- 2017**

Costa, Rayanne Carvalho, 1993-

Análise química do biofertilizante produzido a partir do processo de biodigestão e sua possível aplicabilidade na agricultura/Rayanne Carvalho da Costa. - 2017.42f. :9 figs: ., 4 tabs.

Orientador: Fábio Cardoso de Freitas.

Monografia (bacharelado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto Três Rios.

Bibliografia: f. 36-40.

1. Digestão anaeróbia – biosistemas – saneamento - análise de viabilidade – 2. Monografias I. Costa, Rayanne Carvalho. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto Três Rios. III.Título



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO TRÊS RIOS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO MEIO AMBIENTE - DCMA**

**ANÁLISE QUÍMICA DO BIOFERTILIZANTE PRODUZIDO A PARTIR DO
PROCESSO DE BIODIGESTÃO E SUA POSSÍVEL APLICABILIDADE NA
AGRICULTURA**

Rayanne Carvalho da Costa

Monografia apresentada ao Curso de Gestão Ambiental como pré-requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Gestão Ambiental da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto Três Rios da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Aprovada em 12/07/2017

Banca examinadora:

Prof. Orientador: Dr. Fábio Cardoso de Freitas

Prof. MSc. Fellipe Cury Mazza

MSc. Alice Silva Pereira Hagge

**TRÊS RIOS - RJ
JULHO – 2017**

Dedicatória

“Aos meus pais que sempre me ensinaram a vencer as barreiras quando
se trata de um sonho”

AGRADECIMENTO

Agradecer. Palavra forte. É sempre muito complicado reconhecer quem esteve do seu lado durante o período louco da escrita de um TCC. Não seria muito clichê começar com “agradeço primeiramente a Deus” até porque se não fosse a força que eu busco nele, eu já teria desistido de tudo lá no início. Foram 5 anos longe de casa, comendo besteira, vivendo de skype, e em momento nenhum eu senti o desamparo dos meus pais, eles também se encaixam nessa gratidão. Diversas vezes, mesmo sem entender o que eu estava fazendo academicamente, eles me deram forças, rezaram e pediram por mim, aceitaram minhas decisões e embarcaram nas minhas ideias loucas. Até hoje eu me pego pensando no que passou pela cabeça deles quando DO NADA falei que tinha conseguido uma bolsa para estudar fora, “você sempre foi assim, inventa as coisas e vai”. Eu não seria nada sem meus pais, todo exemplo de ser humano que eu tenho vem deles. E por falar em ser humano, ainda tenho um chiclete que me tira do sério todos os dias, mas que torna a minha vida completa, mesmo eu querendo matar porque não entendeu que eu precisava de tempo, silêncio e comida para escrever este trabalho. Lô, obrigada pelas brigas, louças não lavadas, consultas jurídicas e tudo mais. Só tenho orgulho de você.

Como já disse, pensar em nomes é complicado. Alguns ficam bem marcados, outros não muito, mas não menos importante. Um que marcou muito foi a minha eterna tutora, Fabiola Garrido. Desde o início eu me agarrei a ela, mesmo quando meu interesse pela faculdade era só sair de casa e morar longe. Muitas vezes ela sentou comigo, ouviu meus problemas, deu aulas de catequese (ô ser espiritualizado). Muito obrigada *teacher* pela mudança do meu pensamento quanto ao meu papel dentro da Universidade.

Eu tive sorte por ter escolhido a Gestão Ambiental, mais sorte ainda por ter escolhido o Instituto Três Rios e ter encontrado professores excepcionais que se importam de verdade com a nossa formação e com o nosso futuro, sairei daqui com muitos amigos. Muito obrigada a todos de coração.

E por falar em amigos, graças a Deus, tenho os melhores. Uns já foram embora, outros estão em outro país me matando de orgulho (minha “parte branca”), mas a maioria está aqui em casa quase todo fim de semana. Amigos que entenderam a minha necessidade de ir pra longe, e ainda assim não me abandonaram, Rayssa e Binho, Daiane, Mariana e Taynan, agora é oficial, está acabando, “borá” ver meu próximo destino haha. E aqueles que, durante esses 5

anos de graduação me acolheram e hoje são da família. Ruiva, minha *soul sister*, que de amiga passou a irmã, namorada de mentira e fiel escudeira, é uma mistura de paulista com carioca e baiana. Hellinha, obrigada por me segurar em todos os tombos desesperadores, obrigada por me levar pra casa quando eu não sabia o caminho e, principalmente, obrigada por ter colocado a Dorotheia na minha vida.

Tem outros nomes que fizeram toda a diferença, que acima de tudo e da distância, estiveram sempre presentes e preocupados com este trabalho: Dolvani, Helder, Natália, Barila, Cotôco, Fatinha e Júnior. Muito obrigada pelos cuidados, cervejas, comidinhas e risadas.

Eu não podia deixar de agradecer também a UFRRJ/Santander, por me proporcionar a oportunidade mais especial que eu tive durante a graduação: morar na invicta. Meu coração ainda está em Portugal. Agradeço a cada professor, a cada aluno, a cada pessoa que conheci lá e que fizeram mudar a minha percepção de mundo. E aos “filhos da natureza” que se identificaram comigo e fizeram dessa experiência ainda mais sensacional. Amo vocês. Por fim, não menos importante, agradeço ao meu orientador Fábio Freitas, que aos trancos e barrancos me deu suporte na execução deste trabalho.

Epigrafe

“A agricultura é a arte de assistir impassível ao trabalho da natureza (Eça Queirós)”

RESUMO

Atualmente, uma das grandes preocupações ambientais refere-se à qualidade dos ecossistemas, que vêm sofrendo com a eliminação incorreta dos resíduos produzidos pelo homem. Os problemas ambientais relacionados ao solo e a água são, em sua maioria, caracterizados pelo crescimento urbano, rural e industrial mal planejado. Para piorar a situação referente aos impactos negativos sob os recursos naturais, na maioria das propriedades rurais brasileiras, a destinação final dos dejetos - ricos em matéria orgânica e agente patogênicos - ocorre em corpos hídricos ou esterqueiras que não garantem uma boa estabilização dos resíduos, já que somente armazenar não significa tratar, podendo somar diversos outros problemas, tais como os riscos à saúde humana por conta dos vetores que esses resíduos atrairão. A fim de solucionar o problema da disposição de resíduos agrícolas, tem-se utilizado os biodigestores no meio rural. Nesses reatores há conversão dos resíduos agrícolas, até então sem retorno capital ao produtor, em biogás e biofertilizante. No entanto, cada resíduo agrícola gera biofertilizante com diferentes características químicas, físicas e biológicas. Trata-se de uma tecnologia com grande potencial tanto na proteção ao meio ambiente quanto como fonte alternativa de energia. Apesar de ser uma tecnologia bem desenvolvida em diversos países, como na China e na Índia, no Brasil sua fama é duvidosa, devido ao descrédito decorrente de erros de projeto, execução, operação ou manutenção. Atualmente poucos produtores optam por fazer análises da composição detalhada do biofertilizante produzido em sua propriedade, e essa atitude é um risco, tendo em vista que o desconhecimento do produto pode acarretar em danos ao biosistema local. Por esse motivo, é preciso conhecer o resíduo a ser tratado para saber se é viável ou não a reutilização do mesmo, no caso, na agricultura. Desta forma esse trabalho objetiva analisar a composição química do efluente do biodigestor da Fazenda Annalísola, localizada em Sebollas, no município de Paraíba do Sul a, aproximadamente, 140 km do Rio de Janeiro. E a partir daí observar a viabilidade da aplicação do mesmo, pelo pequeno produtor, na produção agrícola.

Palavras-chave: Digestão Anaeróbia, Biosistemas, Saneamento, Análise de Viabilidade.

ABSTRACT

Nowadays, one of the major environmental concerns is the quality of ecosystems, which have been suffering with the incorrect disposal of man-made waste. The environmental problems related to soil and water are, for the most part, characterized by poorly planned urban, rural and industrial growth. The situation regarding negative impacts on the natural resources in most Brazilian rural properties gets worse when the final destination of the waste, rich in organic matter and pathogens, is water bodies or mortars that do not guarantee a good stabilization of the residues, since only storing does not mean treating, and can add several other problems as risks to human health due to the vectors that these residues will attract. In order to solve the problem of agricultural waste disposal, biodigestors have been used in rural areas. In these reactors there is conversion of agricultural residues, until then without capital return to the producer, in biogas and biofertilizer. However, each agricultural residue generates biofertilizer with different chemical, physical and biological characteristics. It is a technology with great potential both in the protection of the environment and as an alternative source of energy. Despite being a well-developed technology in several countries, such as in China and India, in Brazil its fame is doubtful, due to the discredit, errors of design, execution, operation or maintenance. Currently, few farmers choose to make analyzes of the detailed composition of the biofertilizer produced on their property, and this attitude is a risk, given that ignorance of the product can cause damage to the local biosystem. In this way it is necessary to understand the waste to be treated in order to know if its reuse is feasible or not in agriculture. In this way, this work aims to analyze the chemical composition of the effluent from the Annalísola Farm, located in Sebollas, in the municipality of Paraíba do Sul, approximately 140 km from Rio de Janeiro. And from there, to observe the viability of its use by the small producer.

Keywords: Anaerobic digestion, Biosystems, Sanitation, Feasibility Analysis.

LISTA DE ABREVIACÕES E SÍMBOLOS

CERHI/RJ - Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro

EMATER-RIO - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Rio de Janeiro

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IBRA - Instituto Brasileiro de Análise

MA - Ministério da Agricultura

RH-IV - Região Hidrográfica Piabanha

SEFIS – Secretaria de Fiscalização Sanitária

SNAD – Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema do processo de digestão anaeróbia (ZOREL, 2013).....	16
Figura 2. Esquematização do processo de produção do biofertilizante.....	20
Figura 3. Visualização da entrada da propriedade: à esquerda casa sede, à direita granja e no centro (ao fundo) área de produção/cultivo.....	23
Figura 4. Localização geográfica de Paraíba do Sul, município do Rio de Janeiro (CARDOSO, 2014).....	24
Figura 5. Mapa de fragmentos florestais do município de Paraíba do Sul, Rio de Janeiro. Fonte: Neto, 2014.....	26
Figura 6. Localização da propriedade e das áreas de coleta em destaque. Fonte Google Earth.....	27
Figura 7. Capineira a qual recebeu doses de biofertilizante um mês antes da coleta das amostras, feitas em janeiro de 2017.....	28
Figura 8. Funcionário da fazenda coletando a amostra de biofertilizante bruto direto da caixa de saída do biodigestor (a) e tanque de “espera” diluído com água para pronta aplicação (b).29	
Figura 9. Modelo de biodigestor adaptado do indiano, utilizado na propriedade com capacidade de 10.000 L. No detalhe a cúpula móvel.....	31
Figura 10. Capineira com aplicação de biofertilizante, nota-se a diferença de coloração foliar e o tamanho do vegetal.....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Produção diária de dejetos, de acordo com a categoria dos suínos e o sistema de manejo (dejetos líquidos).....	30
Tabela 2. Valor de pH do biofertilizante.....	32
Tabela 3. Resultado das análises de N, P, K, Ca e Sódio do biofertilizante bruto e diluído.....	33
Tabela 4. Valores de pH, matéria orgânica e aporte de nutrientes do solo controle e com aplicação de biofertilizante (solo A).....	34
Tabela 5. Resultado das análises de NPK do <i>Pennisetum purpureum Schumacher</i>	35

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	15
1.1 OBJETIVO GERAL.....	22
1.1.1 Objetivos Específicos.....	22
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
2.1 ÁREA DE ESTUDO.....	23
2.2 CARACTERIZAÇÃO E COLETA DAS AMOSTRAS.....	26
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	37
6. REFERÊNCIAS.....	38

1. INTRODUÇÃO

A Índia foi o primeiro país a instalar biodigestores para a produção de biogás, de maneira sistemática. A primeira unidade construída foi em Bombaim, por volta de 1908. Este país começou seu programa de implantação de biodigestores em 1951 e contava até 1992 com cerca de 160 mil unidades instaladas. Outra civilização referência nesta tecnologia é a China, que iniciou seu programa de implantação de biodigestores na década de 50 e contava até 1992 com cerca de 7,2 milhões de unidades (Andrade et al 2012). Hoje a China possui cerca de 8 milhões de unidades em funcionamento, aplicadas a resolver a problemática do saneamento no meio rural.

Apesar das diversas vantagens oferecidas por esses reatores, seu emprego apresenta motivações específicas: no caso da China, destaca-se o biofertilizante como a razão principal, embora também utilizado como saneamento; nas Filipinas, a motivação se dá mediante o tratamento das águas residuárias de origem doméstica em projetos de colonização; na Tailândia, são utilizados para promover o saneamento; e na Índia, a energia do biogás (Andrade et al. 2002).

No Brasil, a ênfase para os biodigestores foi dada para a produção de gás, com o objetivo de converter a energia do biogás em energia elétrica através de geradores. Isso permitiu melhorar as condições rurais, como por exemplo, o uso de ordenhadeiras elétricas na produção de leite, bem como outros benefícios que podem ser introduzidos. A utilização de biodigestores também se tem intensificado nos últimos anos devido à redução dos custos de implantação e manutenção (disponibilidade de novos materiais e equipamentos) e, principalmente, pela possibilidade de inserção no mercado de carbono (Kunz et al 2005; Kunz & Oliveira 2006). Todavia, estudos da eficiência de remoção de poluentes envolvendo a conjugação desses sistemas não têm sido muito frequentes, sobretudo no Brasil. Até porque os biodigestores rurais possuem atualmente uma má fama por conta do descrédito advindo de erros de projeto, execução, operação ou manutenção. Um pensamento que deve ser derrubado é aquele baseado no fato de que a sociedade, atualmente, acredita que essa tecnologia existe somente para benefício de famílias de baixa renda, associadas ao subdesenvolvimento. Porém, inversamente, se trata de uma tecnologia que promove a reciclagem de nutrientes e o aproveitamento energético. Devendo ser, na realidade, usada por todos para a busca da sustentabilidade ambiental (Andrade et al 2002).

O processo de biodigestão realiza-se através da decomposição anaeróbia da matéria orgânica digerível por bactérias que a transforma em biogás e efluente estabilizado e sem odores, podendo, assim, ser utilizado para fins agrícolas. As fases do processo constam de: hidrólise enzimática; ácida e metanogênica (Figura 1) as quais eliminam o elemento patogênico existente nas fezes, devido principalmente, à variação de temperatura e a ausência de oxigênio ((Larceda & Silva 2014, Santos 1991).

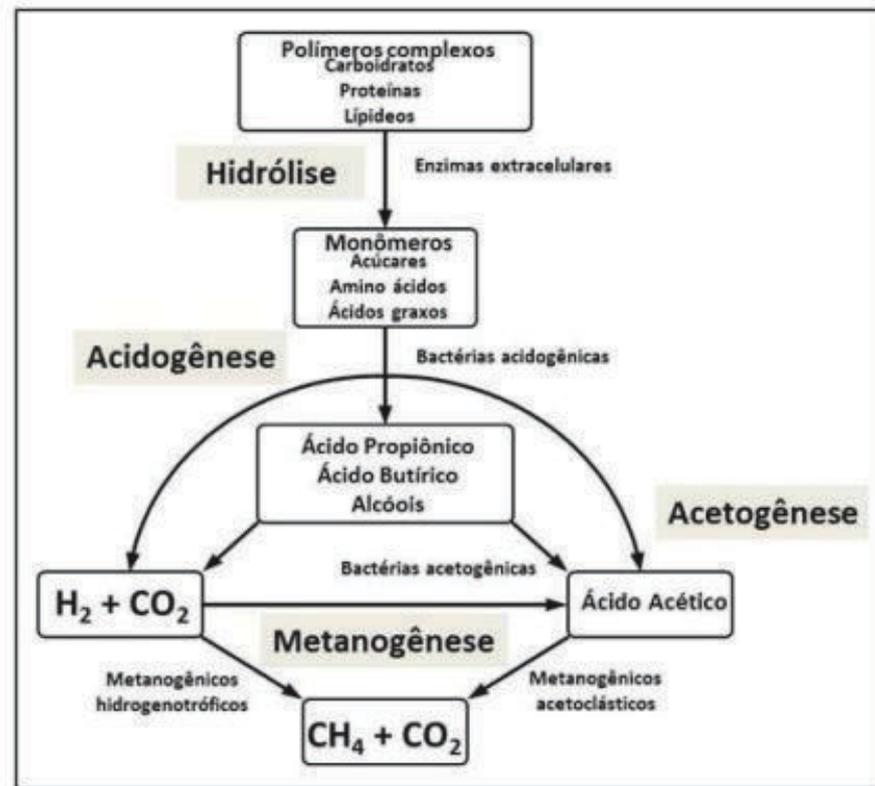


Figura 1: Esquema do processo de digestão anaeróbia (Zorel 2013).

Durante a hidrólise, as bactérias fermentativas convertem a matéria orgânica complexa e insolúvel, tal como celulose, em moléculas solúveis, tais como ácidos gordos, aminoácidos e açúcares. A matéria polimérica complexa é hidrolisada para os monômeros, para que na fase seguinte, acidogênese, os mesmos sejam convertidos a H_2 , CO_2 e ácidos graxos de cadeia curta além de metanol e outros alcoóis simples, sendo que os produtos finais do metabolismo dependem do tipo de substrato e das condições ambientais (Zorel 2013).

Na terceira fase, as bactérias acetogênicas, também conhecidas como formadores de ácido convertem os produtos da primeira etapa em ácidos orgânicos simples, de dióxido de

carbono e hidrogênio. Os principais ácidos produzidos são: o ácido acético, ácido butírico, ácido propiônico e etanol.

Finalmente, o metano é produzido durante a metanogênese por bactérias chamadas formadoras de metano de duas maneiras: por meio de clivagem de duas moléculas de ácido acético, para gerar dióxido de carbono e metano, ou por redução de dióxido de carbono com o hidrogênio. A reação de etilo é o principal produtor de metano, devido à quantidade limitada de hidrogênio disponível (Gujer & Zehnder 1983; Evans & Furlong 2003).

No final de todo o processo, depois de produzir o biogás, o outro produto final é a biomassa fermentada - em forma líquida, rica em material orgânico sendo uma boa alternativa para fertilização do solo, pois proporciona a multiplicação das bactérias, gerando mais vida e saúde ao solo e ocasionando aumento significativo na produtividade das lavouras. Melhorando a aeração do solo e, conseqüentemente, aprimorando o desenvolvimento das raízes (Lacerda & Silva 2014).

Por ter passado por todo esse processo de fermentação, a biomassa neste estágio encontra-se praticamente “curada”, ou seja, não há possibilidade de nova fermentação, deste modo não apresenta nenhum odor e nem é poluente (Barichello et al. 2011).

A atividade biológica que acontece dentro dos biodigestores, digestão anaeróbia, é um processo natural onde ocorre a decomposição e decadência da matéria orgânica. Os microrganismos anaeróbios digerem a mesma, na ausência de oxigênio, para produzir dióxido de carbono (CO_2) e metano (CH_4) como produtos finais sob as condições ideais (Monnet 2003). O biogás produzido no processo geralmente contém uma pequena quantidade de ácido sulfídrico (H_2S) e amônia (NH_3), bem como quantidades vestigiais de outros gases.

Trata-se de um processo de digestão complexo, envolvendo um consórcio microbiano que convertem as moléculas orgânicas indesejáveis em biogás e biofertilizante. Existem vários tipos de biodigestores, mas, em geral, todos são compostos, basicamente, de duas partes: um recipiente (tanque) para abrigar e permitir a digestão da biomassa, e o gasômetro (campânula), para armazenar o biogás. Em relação ao abastecimento de biomassa, o biodigestor pode ser classificado como contínuo - abastecimento diário, com descarga proporcional à entrada de biomassa, ou intermitente (quando utiliza sua capacidade máxima de armazenamento, retendo até a completa biodigestão). Então, retiram-se os restos da digestão e faz-se nova recarga. O modelo mais utilizado em pequenas propriedades é o de biodigestor contínuo vertical, que possui sua maior parte enterrada no solo. A alimentação

desse tipo de biodigestor é feita pela parte inferior, enquanto o biogás sai pela parte superior. Assim, quando esse tipo de biodigestor é utilizado, é necessária atenção para não contaminação de lençóis freáticos, visto que eles apresentam certa profundidade escavada na terra (Junqueira 2014).

Uma das alternativas para a suplementação de nutrientes em hortaliças tem sido a utilização de biofertilizantes, que podem ser aplicados via solo, via sistemas de irrigação ou pulverização sobre as plantas. Atualmente, vários biofertilizantes são utilizados regionalmente, preparados com resíduos animais, vegetais e agroindustriais. O emprego de biofertilizantes tem aumentado muito, devido ao seu baixo custo, à sua variada composição e especialmente à sua boa concentração de nutrientes (Souza & Resende 2003). Porém, apesar do uso frequente de biofertilizantes em diferentes culturas, seja como adubo foliar ou como auxílio no controle de pragas e doenças, o seu modo de ação, na maioria das vezes, não é conhecido. Não basta se atentar somente aos resultados práticos e instantâneos que sejam satisfatórios, até porque problemas associados a má utilização desses adubos, como a salinização do solo, podem trazer sérias consequências a longo prazo. (Bettiolet al 1997).

Parâmetros simples como determinação do valor de pH, temperatura e matéria-prima do biodigestor podem ser utilizados para determinar se o biodigestor está funcionando de maneira adequada. Uma vez que o produtor consegue controlar e quantificar a temperatura, ele pode inferir em que época do ano haverá maior ou menos produção de biofertilizante, já que quanto maior a temperatura, mais rápido será o processo de fermentação. Da mesma forma que essa biomassa pode apresentar quantidades significativas de nutrientes fertilizantes e alimentares, pode também acarretar em um expressivo risco de poluição, quando inadequadamente manejado e utilizado. Desta forma é essencial ter conhecimento da alimentação dos animais, tendo em vista que os elementos encontrados por fim no biofertilizante são oriundos da dieta dos mesmos.

Neste sentido, a legislação brasileira sobre a produção e o comércio de fertilizantes, corretivos e inoculantes agrícolas é constituída pela Lei nº 6.894 de 16/12/1980, alterada pela Lei nº 6.934 de 13/07/1981, as quais estão regulamentadas pelo Decreto nº 86.955 de 18/02/1982 e pelas Portarias MA-84 de 29/03/1982, SNAD-31 de 08/06/1982, SEFIS-01 de 04/03/1983, SEFIS de 30/01/1986 e SEFIS-03 de 12/02/1986, todas do Ministério da Agricultura.

Segundo o Decreto nº 86.955, de 18 de fevereiro de 1982 do Ministério da Agricultura, onde apareceu pela primeira vez a palavra biofertilizante conceituado como:

“IV - ESTIMULANTE OU **BIOFERTILIZANTE** - produto que contenha princípio ativo ou agente capaz de atuar, direta ou indiretamente, sobre o todo ou parte das plantas cultivadas, elevando a sua produtividade;”

Nesta perspectiva, o biofertilizante é um material orgânico dissolvido em água que passou por um processo de fermentação. Seu uso foi constatado no início da década de 80 por extensionistas da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Rio de Janeiro (EMATER-RIO), em lavouras de café e cana-de-açúcar, regado nas covas para realizar a complementação nutricional e auxiliar na irrigação, já que era altamente diluído. No ano de 1985, foram iniciadas as unidades de observação em seringueira, café e maracujá. Os resultados alcançados com as pulverizações de biofertilizante líquido a 20%, em diluição com água, mostraram a redução de ataques de fitopatógenos e de pragas, devido ao equilíbrio do ecossistema das lavouras pulverizadas, além do aumento da produção e da produtividade (Santos 1991).

Por outro lado, quando se trata da utilização do biofertilizante na agricultura, deve-se atentar para as questões sanitárias de proteção aos trabalhadores rurais e aos consumidores, tomando alguns cuidados quanto aos riscos decorrentes da sua utilização ou devido à presença, embora possam ser minimizadas, de microorganismos patogênicos, além da existência de contaminação com metais pesados e, ainda no que diz respeito a danos à saúde humana. Assim, o tipo de aplicação, o tipo de cultura e o tempo requerido para a suspensão da aplicação antes da colheita também devem ser observados (Andrade et al. 2002).

Apesar da grande potencialidade de utilização desses produtos como adubos foliares, são poucos os trabalhos de pesquisa relacionados à sua utilização. A reciclagem de resíduos orgânicos, visando o seu reaproveitamento como fonte alternativa para a produção de biofertilizantes é uma medida estratégica sob o ponto de vista ambiental e conveniente quando economicamente viável (Fernandes & Testezlaf 2002).

É prática comum, nas áreas suinocultoras, utilizar os dejetos dos animais como adubo orgânico. Nesse sentido, a produção de biofertilizantes (Figura 2) tem contribuído para a

otimização do aproveitamento de resíduos orgânicos gerados em propriedades de base familiar. No entanto, torna-se necessário que este processo seja utilizado com eficiência, de maneira que a qualidade do insumo obtido possa proporcionar ao sistema aportes adequados de nutrientes e de agentes biológicos para o desenvolvimento equilibrado das plantas (Timm et al 2004).

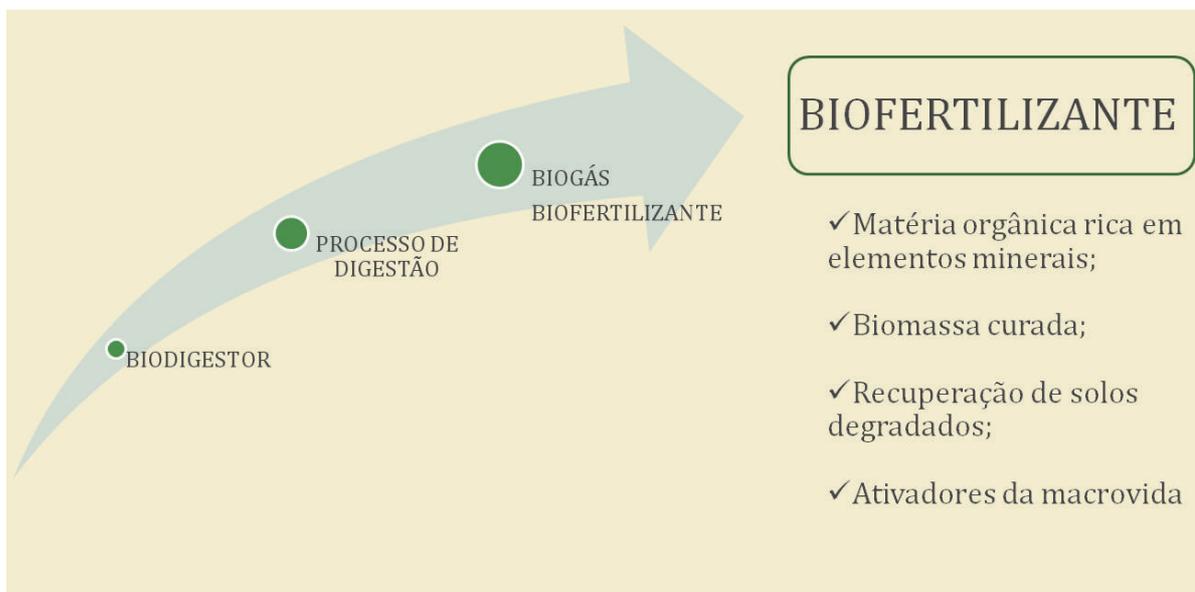


Figura 2: Esquemática do processo de produção do biofertilizante.

Sabe-se, também, que dejetos suínos possuem grande capacidade de fertilização se usados de forma correta. Infelizmente, o uso puro e simples deste tipo de fertilizante natural não garante a qualidade da adubação nem livra o meio-ambiente da degradação.

Na prática existem poucos estudos sobre a composição dos biofertilizantes. Segundo Pinheiro & Barreto (1996), o biofertilizante por ser um produto fermentado por microorganismos e ter como base a matéria orgânica, possuindo em sua composição quase todos os nutrientes, variando em suas concentrações, dependendo muito diretamente da matéria-prima a ser fermentada. Por isso, a concentração da solução, a mistura da matéria-prima e dos minerais e o pH deverão estar compatibilizados, para que quimicamente o produto final seja benéfico à planta e não cause injúrias. No que diz respeito à parte analítica de sua composição, o biofertilizante apresenta macro e micronutrientes assimiláveis pelo vegetal, tais como: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, sódio, ferro, cloro, sílica, molibdênio, boro, cobre, zinco e manganês. O seu pH pode variar de 7,0 a 8,0 e poderá também ser inferior quando a fermentação for incompleta (Santos 1991). É notável que além

de fertilizarem o solo, são ativadores da microvida, posto que melhoram a estrutura e a aeração, aumentando a matéria orgânica e a infiltração da água das chuvas.

Deste modo, vale salientar que a conversão dos compostos orgânicos em nutrientes na forma mineral disponível para as plantas vai depender muito de uma série de fatores que estarão sempre interligados (Lacerda & Silva 2014). Assim, a importância deste trabalho está em tomar conhecimento das características químicas do biofertilizante produzido na Fazenda Annalísola a partir de dejetos suínos, para então propor alternativas ambientalmente adequadas de melhor gestão visando à sustentabilidade da produção agrícola na propriedade estudada.

1.1 OBJETIVO GERAL

Analisar quimicamente o produto final resultante do processo de digestão anaeróbia do biodigestor da Fazenda Annalísola, Paraíba do Sul – RJ, para verificar seu potencial uso na agricultura sob a égide da gestão ambiental.

1.1.1 Objetivos Específicos

- Analisar as concentrações químicas do biofertilizante, do solo e da capineira;
- Avaliar a viabilidade do uso do biofertilizante como adubo na produção agrícola;
- Verificar, sob o ponto de vista ambiental, os possíveis impactos ambientais da atividade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para a execução deste trabalho foram empregadas técnicas de análises de campo destinadas a colher dados a respeito do solo, do biofertilizante e da planta para consecutivamente submeter a análises químicas. A pesquisa bibliográfica teve como foco artigos acadêmicos e científicos de periódicos, livros, revistas, jornais e manuais que abordavam a questão da degradação do meio-ambiente, assim como documentos legais, pareceres jurídicos e instruções normativas de tribunais que permeiam sobre o tema.

2.1 ÁREA DE ESTUDO

Trata-se de uma propriedade rural, de aproximadamente 60 ha em processo de averbação da Reserva Legal¹, localizada no município de Paraíba do Sul. A área é caracterizada pelo cultivo de orgânicos além da produção de leitões para corte, bovinos de leite e avicultura de postura. Como o foco é a utilização do biodigestor na propriedade rural, será descrita a atividade de suinocultura a qual alimenta o biodigestor.

O produtor possui uma granja com média de 60 matrizes, 2 reprodutores e 258 cabeças de suínos nas demais categorias, onde todo resíduo gerado é captado e lançado no biodigestor. Apostando na agricultura familiar, a propriedade está em processo de transição para produção sustentável e preservação ambiental, possuindo 3 nascentes num total de 2 ha, sendo uma com potencial para proteção, que já está com o cercamento engatilhado (Figura 3).



Figura 3: Visualização da entrada da propriedade: à esquerda casa sede, à direita granja e no centro (ao fundo) área de produção/cultivo.

¹ Reserva Legal, segundo a Lei 12.651/2012 é “área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, [...], com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural [...].”

O município de Paraíba do Sul pertence à região Centro-Sul Fluminense (Figura 3), composta também pelos municípios de Areal, Comendador Levy Gasparian, Engenheiro Paulo de Frontin, Mendes, Miguel Pereira, Paty do Alferes, Sapucaia, Três Rios e Vassouras. Esta região concentra cerca de 231.143 habitantes, restringindo a Paraíba do Sul o total de 571,878km² e uma população de 41.084 habitantes, distribuída em zonas urbanas e rurais (IBGE 2010).

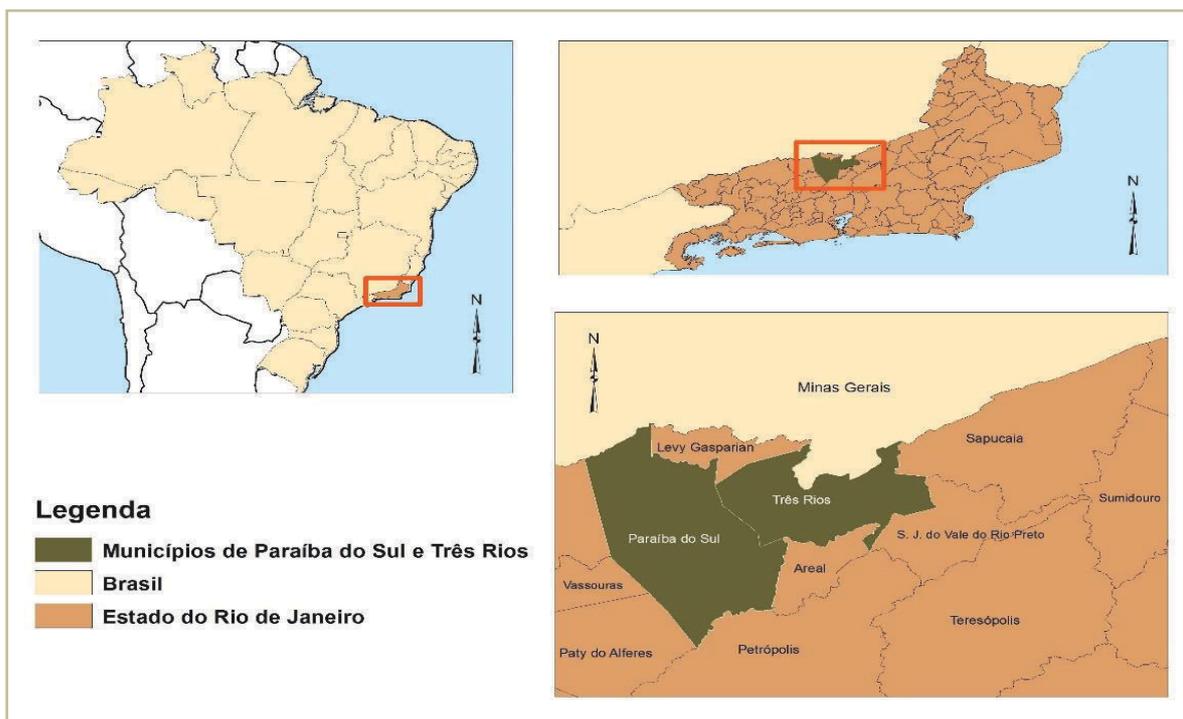


Figura 4. Localização geográfica de Paraíba do Sul, município do Rio de Janeiro (Cardoso 2014).

O município mantém sua economia com base em atividades agropecuárias – consistindo em agricultura convencional, pecuária leiteira e produção de alimentos orgânicos, indústria de transformação, serviços e administração pública. Está localizado no interior do Estado do Rio de Janeiro e, segundo o Comitê Piabanha, possui como principais afluentes os rios Paraíba do Sul, Fagundes, Pardo e Preto. Outros cursos d’água importantes são os córregos São Marcos, Cascatinha, Pilões, Ribeirão Grande, entre outros.

O clima da região, de acordo com Koppen, é classificado como Tropical de Altitude (Cwa), onde a temperatura varia de 17°C a 35°C. Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e observações locais mostram que o clima zonal é quente, com média superior a 18°C em todos os meses do ano, apresentando quatro meses de seca. Por sua vez, o

índice pluviométrico médio anual é de 1.100 mm, sendo que 90% das precipitações ocorrem em época de verão (Vallenge 2013). E os tipos de solo predominantes no município são basicamente Latossolo vermelho-amarelo e Latossolo Vermelho-escuro (Coopetec 2001).

Quanto à geologia, no município, existem cinco diferentes formações: rochas ortoderivadas, rochas paraderivadas, sedimentos quaternários, diques de diabásio, falhas, fraturas e dobras (Vallenge 2013). Correspondendo a um relevo onde a altitude varia entre 100 a 700 metros.

Este território corresponde à Região Hidrográfica Piabanha (RH-IV ou RH-Piabanha) do Estado do Rio de Janeiro, definida pela Resolução N° 107/2013 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro – CERHI/RJ, que também aprovou as demais regiões hidrográficas do Estado (Comitê Piabanha 2014).

O município está inserido no domínio da Mata Atlântica, possuindo remanescentes de floresta estacional semidecidual com vegetações secundária e pastagens (Coppetec 2001). Com o avanço de políticas ligadas a preservação florestal, segundo Neto (2014), hoje cerca de 26% do território do município é recoberto por fragmentos florestais onde a maior parte encontramos na porção noroeste do município (Figura 5). Ao longo do tempo a região adquiriu um largo histórico do uso intensivo do solo com atividades de cafeicultura, seguidas pelo pastoreio extensivo com pastos sem manejo e de baixa fertilidade. Sem contar que, para os moradores do município, é comum o uso do fogo para "renovação" da pastagem prejudicando ainda mais o solo e sua capacidade produtiva.

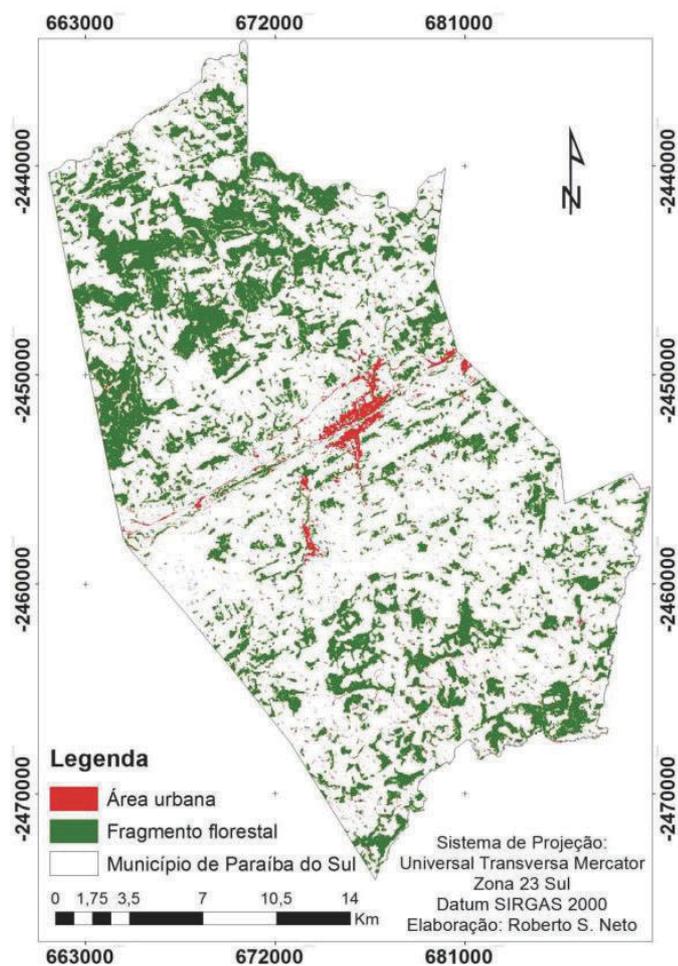


Figura 5: Mapa de fragmentos florestais do município de Paraíba do Sul, Rio de Janeiro. (Neto 2014).

Os fragmentos florestais estão prejudicados com a ação do fogo, principalmente na época em que as espécies perdem suas folhas, aumentando a biomassa seca para combustão. Os principais focos de poluição do município ainda são o esgoto jogado sem tratamento nos mananciais e o uso de agrotóxicos e fertilizantes químicos em algumas microbacias com produção convencional de alimentos.

2.2 CARACTERIZAÇÃO E COLETA DAS AMOSTRAS

Foram feitas coletas de gramínea, amostragem de solo e do biofertilizante utilizado na propriedade em questão. Após visitas, para conversa com o produtor, se definiu as áreas de coleta para todas as amostras nos períodos de dezembro de 2016 a janeiro de 2017. Deste

modo, foram caracterizadas duas áreas distantes e opostas para comparação das características encontradas depois das análises (Figura 6), denominadas de área controle e área de aplicação.



Figura 6: Localização da propriedade e das áreas de coleta em destaque. Fonte Google Earth.

Em cada área, foram coletadas 2 amostras: uma de solo e outra de capim-napier (*Pennisetum purpureum Schumacher*). Além das amostradas do biofertilizante, que foram 2, uma do biofertilizante bruto e outra do biofertilizante diluído.

As amostras foram encaminhadas em fevereiro de 2017 ao Instituto Brasileiro de Análise (IBRA), em São Paulo, onde foram feitas as determinações químicas para quantificação de pH, nutrientes, metais pesados e matéria orgânica. As análises foram interpretadas de acordo com o Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes (EMBRAPA 2009).

A primeira área selecionada, chamada de controle, foi a qual se coletou solo e plantas que não receberam a irrigação de biofertilizante. Enquanto que a segunda foi a área em que o produtor já havia aplicado o biofertilizante, por meio de aspersão, há um mês (Figura 7).



Figura 7: Capineira a qual recebeu doses de biofertilizante um mês antes da coleta das amostras, feitas em janeiro de 2017.

A espécie vegetal coletada para análise foi o capim-napier (*Pennisetum purpureum Schumacher*), também conhecido com capim-elefante pertencente à família Poaceae, é tradicionalmente cultivado como capineira em várias regiões do nosso país com o intuito de manter os estoques forrageiros, principalmente durante a estação seca. Lopes (2004) o descreve como uma gramínea perene, de hábito de crescimento cespitoso, ou seja, uma planta que cresce lançando novos brotos ou caules de maneira aglomerada, geralmente formando uma touceira atingindo de 3 a 5 metros de altura com colmos eretos.

Segundo Rodrigues et al. (2001), o capim-elefante é originário do continente Africano, mais especificamente da África Tropical, entre 10°N e 20°S de latitude, tendo sido descoberto em 1905 pelo coronel Napier. Espalhou-se por toda África e foi introduzido no Brasil em 1920, vindo de Cuba. Hoje, encontra-se difundido nas cinco regiões brasileiras (Tcacenco et al 1997).

No que se refere ao biofertilizante, objeto de estudo desta pesquisa, de início a proposta foi analisar quimicamente a biomassa produzida, a fim de descobrir se o produtor está fazendo o uso correto do mesmo. Desta forma, foram retiradas duas amostras de biofertilizante, uma na forma bruta retirada da caixa de saída do biodigestor (figura 8.a) e outra do tanque de “espera”, diluído com água para pronta aplicação (figura 8.b). É

importante salientar que foi retirado o sobrenadante de ambas as coletas, sem homogeneização.



Figura 8: Funcionário da fazenda coletando a amostra de biofertilizante bruto direto da caixa de saída do biodigestor (a) e tanque de “espera” diluído com água para pronta aplicação (b).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na propriedade estudada, observou-se que o produtor não mensura a quantidade de dejetos produzidos, mas por outro lado, seu consumo de água é de aproximadamente 1000 litros por dia, para a higienização da granja. A produção total de dejetos em granjas de suínos é muito variável, dependendo principalmente do manejo de limpeza adotado, determinando assim, uma maior ou menor quantidade de água utilizada.

O produtor abastece o seu biodigestor baseando-se em sua capacidade de suporte, ou seja, todo dia após a higienização da granja, o resíduo é conduzido ao biodigestor até que atinja os 10 mil litros de capacidade. A água estará sempre presente, diluindo e fazendo parte na geração de resíduo final, o que dá aos dejetos de suínos, na maior parte dos sistemas, a característica de efluente líquido.

Desta forma, ao abastecer o biodigestor diariamente, o produtor leva 10 dias para sobrecarregar a capacidade de suporte do mesmo, ou seja, não há tempo o suficiente de retenção para digestão da matéria orgânica, uma vez que o mesmo precisa de, no mínimo 45 dias para digestão completa da matéria orgânica.

Uma informação importante para melhor gestão de aplicabilidade do biofertilizante é quantificar a produção diária de dejetos suínos na propriedade. Tomando-se por base a literatura, sabemos que a matriz produz, em média, em torno de 30 litros de dejetos por dia (Oliveira 1994; Lacerda & Silva 2014). Quando não se conhece as informações referentes à propriedade, estimativas precisam ser feitas a fim de facilitar o manejo dos dejetos, conforme a tabela 1, pode-se estimar valores referentes a produção de dejetos (litros) por dia.

Tabela 1: Produção diária de dejetos, de acordo com a categoria dos suínos e o sistema de manejo (dejetos líquidos).

CATEGORIA	DEJETOS LÍQUIDOS (litros por dia)
Suínos 25-100 kg	7,00
Porcas (gestação)	16,00
Porcas (lactação) + leitões	27,00
Leitões na creche	1,4
Média	8,6

Adaptado de: Oliveira (1993), Oliveira (1994), Lucas Junior (2004).

Por se tratar do modelo contínuo (Figura 9), sendo uma adaptação do modelo indiano, o processo de fermentação é mais rápido, pois o biodigestor é enterrado e aproveita a temperatura do solo. Desta forma, à medida que é produzido o dejetos, o biodigestor é alimentado facilitando a movimentação da biomassa e aumentando a pressão interna, uma vez que mais biogás é produzido. Quando se enche de biogás, a cúpula sobe em volta de uma guia de metal. Essa guia é móvel e a pressão é constante. O tanque de fermentação possui uma divisão que separa o novo dejetos que entra do que já foi fermentado. A passagem de uma divisória para outra é feita por pressão (Junqueira 2014)



Figura 9: Modelo de biodigestor adaptado do indiano, utilizado na propriedade com capacidade de 10.000 L. No detalhe a cúpula móvel.

A característica do efluente líquido se dá por conta da lavagem diária da granja que acaba por diluir os dejetos produzidos. Uma consideração importante que foi observada na propriedade é que o modelo adotado de biodigestor fica enterrado no subsolo, deste modo é preciso ter o cuidado ao monitorar a integridade física do material para evitar vazamentos e a contaminação do solo e conseqüentemente do lençol freático.

3.1 Resultados das análises do biofertilizante:

A Tabela 2 mostra os valores de pH das duas amostras de biofertilizante da fazenda Annalísola. O pH do biofertilizante bruto foi de 8,3 enquanto que o pH do biofertilizante diluído ficou e 8,1.

Tabela 2: Valor de pH do biofertilizante.

	BRUTO	DILUÍDO
pH (H ₂ O rel 1:10)	8,3	8,1

Os valores altos de pH já eram esperados, dados já citados em diversos trabalhos sobre a temática, pois o biofertilizante funciona como um material alcalino e por isso age como um corretivo da acidez do solo, eliminando o alumínio tóxico e liberando o fósforo para o meio (Oliveira Júnior 2013).

Segundo Amaral et. al. (2004), por conta do elevado teor energético, com macro e micronutrientes os dejetos suínos são preferido por inúmeros micros e macro vetores de grande importância sanitária, utilizando o mesmo como nicho ecológico, fixando o material e produzindo a fermentação. Quando passam pelo tratamento anaeróbio em biodigestores, podem ter uma boa redução na quantidade de bactérias patogênicas e parasitas intestinais, encontradas normalmente nesses tipos de dejetos, podendo ainda ser usados como adubo, porém se não forem manipulados e utilizados de forma correta, pode ter o seu grau de contaminação aumentado, colocando em risco a saúde humana.

A Tabela 3 revela os resultados das análises químicas de N, P, K, Ca e Sódio em duas amostras de biofertilizante. É possível observar que não há diferença nos valores de N e K para as amostras, entretanto há um aumento significativo de P no biofertilizante diluído que é praticamente o dobro do valor encontrado no biofertilizante bruto.

Os valores para Ca e Na foram maiores na amostra bruta. Mas para o Na não houve diferença estatística.

Esses resultados mostram a dificuldade no controle do produto gerado na propriedade e corrobora com diversos autores que relatam o obstáculo de balanço de nutrientes, pois a

concentração destes dependerão sempre de fatores relacionados ao teor de água, pH, temperatura, tempo de cura ou retenção, concentração de sólidos voláteis, relação carbono/nitrogênio e substâncias tóxicas (Virgílio et al 2010; Oliveira Júnior 2013; Lacerda & Silva 2014).

Tabela 3: Resultado das análises de N, P, K, Ca e Sódio do biofertilizante bruto e diluído.

	BRUTO (%)	DILUÍDO (%)
N Total	0,06 a	0,07 a
P	0,48 b	0,88 a
K	0,05 a	0,03 a
Ca	0,04 a	0,0 b
Na	0,01 a	0,0 a

* Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente pelo Teste *Scott-knott* ($p < 5$).

3.2 Resultados das análises de solo

O pH do solo que sofreu aplicação contínua de biofertilizante mostrou valor mais elevado em relação ao que não recebeu doses do fertilizante orgânico. Houve um aumento do pH, provavelmente em função dos sais de K e Ca e Sódio presentes no produto (Tabela 3), corroborando o descrito por Oliveira Júnior(2013).

Não há diferença significativa de valores de matéria orgânica nos solos testados. Entretanto sabe-se que o biofertilizante, ao contrário dos adubos químicos, melhora a estrutura e a textura do solo deixando - o mais fácil de ser trabalhado e facilitando a penetração de raízes, que conseguem absorver melhor a umidade do subsolo, podendo resistir mais facilmente a longos períodos de estiagem.

Os valores de Ca, K e Mg não foram diferentes estatisticamente, porém apresentaram valores maiores no solo que recebeu aplicação contínua, como por exemplo para K e Ca com valores de 0,4 e 6 mmolc/dm³, respectivamente (Tabela 4).

O P apresentou valor significativamente maior no solo que recebeu a aplicação do produto em relação ao controle, cerca de quatro vezes mais. Isso mostra o potencial do

produto utilizado na capineira, pois o P é um elemento limitante da produção agrícola (Malavolta, 1980), sem contar que é muito requerido pelas plantas.

Do ponto de vista ambiental, a aplicação continuada do fertilizante orgânico em questão revelou que há acúmulo de micronutrientes e Na. É importante salientar que alguns micronutrientes essenciais são também metais e podem representar riscos por sua bioacumulação. A Tabela 4 também mostra que os valores de Cu, Fe, Mn e Zn foram maiores no solo com aplicação contínua bem como o Na que teve um incremento quase cinco vezes maior. Estes resultados revelam certa preocupação, pois o Na em grandes concentrações e doses continuadas pode salinizar essas terras (Faversani 2015). Deste modo é preciso saber exatamente da dieta dos animais, uma vez que tudo que o mesmo come, sai do biodigestor. Não há a decomposição de Na pelas bactérias que participam do processo de fermentação.

Tabela 4: Valores de pH, matéria orgânica e aporte de nutrientes do solo controle e com aplicação de biofertilizante (solo A).

		CONTROLE	SOLO A
mmolc/dm ³	pH	5,99	6,31
	MO (g/dm ³)	21 a	16 a
	K	0,3 a	0,4 a
	Ca	5 a	6 a
	Mg	2 a	2 a
	Na	0,3 b	1,4 a
	P (Mehlich)	0,6 b	2,6 a
mg/dm ³	Cu	0,2 b	0,5 a
	Fe	67 b	76 a
	Mn	12,8 b	22,5 a
	Zn	0,6 b	1,6 a

* Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente pelo Teste *Scott-knott* ($p < 5$).

3.3 Resultados das análises de *Pennisetum purpureum Schumacher*

A capineira não apresentou valores significativamente diferente para NPK. Esses macronutrientes, mais especificamente o N e o P sofrem muita competição no meio (Tabela 5). Não foram feitas análises e muito menos uma identificação do estágio de desenvolvimento da planta, por conta da sua coleta.

Tabela 5: Resultado das análises de NPK do *Pennisetum purpureum Schumacher*.

PLANTA	N	P	K
		g/kg	
CONTROLE	24,27 a	2,39 a	17,40 a
SOLO A	26,65 a	1,99 b	17,48 a

* Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente pelo Teste *Scott-knott* ($p < 5$).

Portanto, na esfera agronômica e ambiental, é importante ressaltar que a quantidade de biofertilizante a ser aplicada também vai depender das exigências da cultura (Kiehl, 2010), pois quando volumes de nitrogênio são adicionados em doses superiores à capacidade de retenção do solo, eles passam de fertilizantes a poluentes, alterando a qualidade do solo e, principalmente, da água (Campos et al 2013), visto que o nitrogênio é um dos nutrientes responsáveis pela eutrofização dos corpos de água (Silva et al 2012).

Todavia, a área plantada com a capineira apresentou plantas com folhas mais vistosas e de verde intenso, além de maior produção de massa verde (Figura 10).



Figura 10: Capineira com aplicação de biofertilizante nota-se a diferença de coloração foliar e o tamanho do vegetal.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O saneamento rural é um tema muito importante e merece papel de destaque nas discussões que permeiam a proteção e conservação ambiental. Alternativas que auxiliem e facilitem o tratamento de resíduos devem ser difundidas e colocadas em prática. Neste caso temos o biodigestor, uma ferramenta viável para tal tratamento. Do ponto de vista da gestão ambiental há várias considerações a serem feitas pelo uso do biodigestor e, logo em seguida, do biofertilizante na propriedade.

O resultado positivo encontrado a olhos vistos nas plantas que recebem adubação foliar do produto contrasta com o pouco cuidado no controle da produção do biofertilizante, pois há elementos que podem se tornar vilões na produção agrícola, como o Na, Cu e Mn que apresentaram concentrações muito elevadas na área de aplicação contínua. O produtor não tem a gestão sobre o tempo de “cura”, o teor de água, o pH, a temperatura, a concentração de sólidos voláteis, a relação carbono/nitrogênio e as substâncias tóxicas do produto e isso retira parcialmente o potencial do produto, além de representar um risco ao meio ambiente.

Ademais, para o manejo adequado do biofertilizante na propriedade rural, análises físico-químicas e microbiológicas são importantes, porque é através dos resultados que se determina a melhor forma de utilizá-lo como fonte de nutrientes para as culturas. Desta forma o produtor deveria periodicamente fazer análises, pelo menos, de solo e do biofertilizante como modo de comparar as dosagens, ou descobrir se a aplicação está causando algum dano ao solo, por exemplo.

Por fim, a aplicação desses materiais deve ser realizada de forma técnica e os materiais devem estar adequados à legislação vigente afim de que se atinja a produtividade esperada e diminuam os riscos ambientais do uso empírico dos fertilizantes orgânicos. Assim, o papel do gestor ambiental visa direcionar o produtor para que suas ações representem ganho e ao mesmo tempo segurança ambiental de forma a proporcionar um desenvolvimento mais sustentável

6. REFERÊNCIAS

Andrade, MAN; Ranzi, TJD; Muniz, RN; Silva, LGS; Elias, MJ. (2012) Biodigestores rurais no contexto da atual crise de energia elétrica brasileira e na perspectiva da sustentabilidade ambiental. Coordenadoria de Gestão Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina.

Arruda, MH; Amaral, LDL; Pires, OPJ; Barufi, Charles RV (2002) Dimensionamento de Biodigestor para Geração de Energia Alternativa. Revista científica eletrônica de agronomia, Garças, ano 1, n. 2.

Barichello, R; Hoffmann, R; Casarotto, NF; Brondani, JC; Bernardi, F (2015). O uso de biodigestores em pequenas e médias propriedades rurais com ênfase na agregação de valor: um estudo de caso na região noroeste do Rio Grande do Sul. XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Inovação Tecnológica e Propriedade Intelectual: Desafios da Engenharia de Produção na Consolidação do Brasil no Cenário Econômico Mundial. Belo Horizonte - MG. Disponível em <<http://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/3096>> Acesso Em 12 de mar de 2016.

Baumann,W; Karpe, HJ (1980).Waster water treatement and excreta disposal in developing counties; GTZ – GATE; Dortmund; 186p.

Bettiol, W; Tratch, R; Galvão, JAH (1997). Controle de doenças de plantas com biofertilizantes. Jaguariúna: EMBRAPA-CNPMA, 22 p. (EMBRAPA-CNPMA. Circular Técnica, 02).

Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Panorama do Município Paraíba do Sul. IBGE Cidades. v4.1.14. Disponível em <<https://cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/rj/paraiba-do-sul/panorama>> Acesso em 23 de jun de 2017.

Brasil (2012). Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Institui o novo Código Florestal Brasileiro. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm> Acesso em 12 de mar de 2016.

Brasil (1980). Lei n. 6894, de 16 de dezembro de 1980. Dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes, destinados à agricultura. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1980-1988/L6894.htm>. Acesso em: 12 de mar. 2016

Brasil (1981). Lei n. 6934, de 13 de julho de 1981. Altera a Lei n.º 6.894, de 16 de dezembro de 1980, que dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes, destinados à agricultura. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1980-1988/L6934.htm>. Acesso em: 12 de mar. de 2016.

Brasil (1982). Decreto nº 86.955, de 18 de Fevereiro de 1982. Regulamenta a Lei n. 6894, de 16 de dezembro de 1980, alterada pela Lei n. 6934, de 13 de julho de 1981, que dispõe sobre a inspeção e a fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes destinados à agricultura, e pelo Decreto-Lei n. 1899, de 1981, que institui taxas relativas às atividades do Ministério da Agricultura. Diário Oficial da União - Seção 1 - 24/2/1982, Página 3241 (Publicação Original). Disponível em <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1980-1987/decreto-86955-18-fevereiro-1982-436919-publicacaooriginal-1-pe.html>> Acesso em: 18 de abril de 2017.

Campos, AT; Veloso, AV; Silva, EB; Yanagi Júnior, T; Mattioli, MC (2013). Nitrogen fertilization by deep bedding swine production and its effects on dry matter production and accumulation of nutrients by maize. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.33, n.6, p.1257-1267,. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162013000600018> Acesso em 20 nov 2015.

Cardoso, NFS (2014). Produção e consumo de orgânicos em Paraíba do Sul e Três Rios - RJ e a evolução do seu processo de certificação. 2014.71f. Monografia (Gestão Ambiental). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Três Rios, RJ.

Censo Demográfico 2010. Características da população e dos domicílios: resultados do universo. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?lang=&codmun=330370&search=||infogr%El%20focos:-dados-gerais-do-munic%EDpio>> Acesso em: 13 de mar. 2016.

Comitê Piabanha/RJ (2014), Área de atuação. Disponível em: <<http://www.comitepiabanha.org.br/area-atuacao.php>>. Acesso em: 13 de mar. 2016.

COPPETEC (2001). Projeto Gestão dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, RJ. Diagnóstico e Prognóstico do Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul. PGRH-RE-09-R1. 487p. Disponível em: <<http://www.hidro.ufrj.br/pgrh/pgrh-re-009-r1/pgrh-re-009-r1.pdf>>, acesso em: 29 de janeiro de 2016.

Erthal, VJT; Ferreira, PA; Pereira, OG; Matos, AT (2010). Características fisiológicas, nutricionais e rendimento de forrageiras fertirrigadas com água residuária de bovinocultura. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14, n.5, p.458–466. Campina

Grande - PB, UAEEA/UFCG. Disponível em <<http://www.agriambi.com.br>> Acesso em: 25 de ago de 2016.

Evans, GM; Furlong, JC (2003). Environmental Biotechnology: Theory and Application. [s.l: s.n.].

Faversani, JC (2015). Metais pesados em solo e plantas em área com histórico de aplicações de fontes orgânicas e mineral de nutrientes 37 p. Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência do solo. UFSM, RS. Disponível em <<http://w3.ufsm.br/ppgcs/images/Dissertacoes/JESSICA-FAVERSANI.pdf>> Acesso em 10 de mar de 2017.

Fernandes, ALT; Testezlaf, R (2002). Fertirrigação na cultura do melão em ambiente protegido, utilizando-se fertilizantes organominerais e químicos. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 6, n.1, p. 45-50.

Governo do Brasil (2014). Lacerda, JJJ; Silva, DRG. Fertilizantes orgânicos: usos, legislação e métodos de análise. Boletim Técnico - n.º 96 - p. 1-90, Universidade Federal de Lavras, Editora UFLA. Lavras/MG.

Gujer, W; Zehnder, AJB (1983). Conversions Processes in Anaerobic Digestion. Water Science and Technology, v. 15, p. 127–167.

Junqueira, SLCD (2014). Geração de Energia através de biogás proveniente de esterco bovino: estudo de caso na fazenda Aterrado. Defesa de monografia em Engenharia Mecânica. Departamento de Engenharia Mecânica, UFRRJ. Disponível em <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10011533.pdf>> Acesso em 15 de mar de 2017.

Kiehl, EJ (2010). Novo Fertilizantes orgânicos. Piracicaba: Editora Degaspari, 248p.

Kunz, A (2006). Impactos sobre a disposição inadequada de dejetos de animais sobre a qualidade das águas superficial e subterrâneas. In: Simpósio Nacional Sobre Uso da Água na Agricultura, 2006, Passo Fundo. Anais. Passo Fundo: UPF, 2006. p.1-6.

Kunz, A; Higarashi, MM; Oliveira, PA (2005). Tecnologias de manejo e tratamento de dejetos de suínos estudadas no Brasil. Caderno de Ciência e Tecnologia, v.22, n3, p.652-665.

Kunz, A; Miele, M; Steinmetz, RLR (2009). Advanced swine manure treatment end utilization in Brazil. Bioresource Technology, v.100, n.22, p.5485-5489.

Kunz, A; Steinmetz, RLR; Ramme, MA; Coldebella, A (2009). Effect of storage time on swine manure solid separation efficiency by screening. *Bioresource Technology*, v.100, n.5 p.1815-1818.

Lacerda, JJJ; Silva, DRG (2014). Fertilizantes Orgânicos: usos, legislação e métodos de análise. *Boletim Técnico - n.º 96 - p. 1-90*. Universidade Federal de Lavras - EDITORA UFLA. Lavras/MG

Lopes, BA (2004).O CAPIM-ELEFANTE. Viçosa. Centro de Ciências Agrárias Departamento de Zootecnia. Disponível em <<http://atividaderural.com.br/artigos/530ceffbab5ce.pdf>> Acesso em 12 mar 2017.

Lucas Junior, J (2004). Manejo de dejetos em suinocultura: biodigestores. FCAV/UNESP - Jaboticabal, Depto de Engenharia Rural. Disponível em <http://www.acrismat.com.br/novo_site/arquivos/25112009065720Jorge%20de%20Lucas.pdf> Acesso em 20 de jan de 2017.

Malavolta, E (1980). Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo, Ceres, 251p.

Malavolta, E (1989). Função dos nutrientes na planta e qualidade dos produtos agrícolas. In: SIMPÓSIO SOBRE ADUBAÇÃO E QUALIDADE DOS PRODUTOS AGRÍCOLAS, 1, Ilha Solteira, 1989. Anais, Ilha Solteira, FEIS/UNESP/ANDA/POTAFOS. 42p.

Ministério da Agricultura - Portaria MA nº 84, de 29/03/82 Aprova as disposições, em anexo, sobre exigências, critérios e procedimentos a serem utilizados pela inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes, destinados à agricultura e atribui à Secretaria de Fiscalização Agropecuária as incumbências de baixar normas relativas a garantias especificações, tolerâncias e procedimentos para coleta de amostras de produtos e de adotar os modelos de documentos e formulários previstos nas disposições aprovadas por esta Portaria. Disponível em <<http://www.agricultura.gov.br/legislacao/portarias>> Acesso em 7 de jun de 2017

Ministério da Agricultura - Portaria SNAD-31 de 08/06/1982. Aprova os métodos analíticos, em anexo, que passam a constituir métodos padrões, oficiais, para análise de corretivos, fertilizantes e inoculantes sujeitos a inspeção e fiscalização previstas na legislação acima referida. Disponível em <<http://www.agricultura.gov.br/legislacao/portarias>>. Acesso em 7 de jun de 2017

Ministério da Agricultura - Portaria SEFIS nº 01, de 04/03/83 Aprova as normas, em anexo, sobre especificações, garantias, tolerâncias e procedimentos para coleta de amostras de produtos, e os modelos oficiais a serem utilizados pela inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes,

destinados à agricultura. Disponível em < <http://www.agricultura.gov.br/legislacao/portarias>>. Acesso em 7 de jun de 2017.

Ministério da Agricultura - Portaria SEFIS de 30/01/1986. Altera Tabela 03 da Portaria 01, fixando o valor mínimo da soma dos teores dos fertilizantes organo-minerais em 12 % (doze por cento) e da matéria orgânica total em 25 % (vinte e cinco por cento). Disponível em <<http://www.agricultura.gov.br/legislacao/portarias>>. Acesso em 7 de jun de 2017.

Ministério da Agricultura - Portaria SEFIS-03 de 12/02/1986. Estabelece características físicas mínimas (granulometria), valores mínimos de PN e soma dos óxidos e as classificações, quanto a MgO e PRNT, dos corretivos de acidez do solo. Disponível em <<http://www.agricultura.gov.br/legislacao/portarias>>. Acesso em 7 de jun de 2017.

Monnet, F (2003). Introduction to Anaerobic Digestion of Organic Wastes. Final Report, Remade Scotland. 48p; November 2003.

Neto, RS (2014). Caracterização espacial da cobertura florestal dos municípios da Microrregião de Três Rios – RJ. Monografia (Gestão Ambiental). UFRRJ/ITR. 37p. :grafs., tabs.

Oliveira, PAV. (1993). Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos. Concórdia: EMBRAPA. 188p. (EMBRAPA-CNPSA. Documentos, 27).

Oliveira, PAV (1994). Impacto ambiental causado pelos dejetos de suínos. In: Simpósio Latino-Americano de nutrição de suínos. São Paulo (Anais). Campinas: CBNA, 1994. p. 27-40.

Oliveira Júnior, FA (2013). Ensino não formal da diminuição da carga poluidora de dejetos animais a partir da produção de biogás e biofertilizante em pequenas propriedades rurais. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. 70 f.:il.

Perdomo, CC; Oliveira, PAV; Kunz, A (2003). Metodologia sugerida para estimar o volume e a carga de poluentes gerados em uma granja de suínos. Concórdia: Embrapa CNPSA. n.332. 6p.

Pinheiro, S; Barreto, SB (1996). MB-4 Agricultura sustentável, trofobiose e biofertilizantes. Blumenau: Cooperativa Ecológica Colméia, 280 p.

Rodrigues, LRA, Monteiro, FA, Rodrigues, TJD (2001). Capim elefante. Simpósio sobre manejo da pastagem, 17, Piracicaba. 2ª edição. Anais... Piracicaba: FEALQ, 2001, p.203-224. Disponível em <<http://atividaderural.com.br/artigos/530ceffb5ce.pdf>> Acesso em 12 de mar de 2017.

Shubeita, FM; Webber, T; Fernandes, R; Marcon, C; Poehls, LB (2014). Um Estudo sobre Monitoramento e Controle de Biodigestores de Pequena Escala. Tese do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação. PUC- RIO GRANDE DO SUL. Porto Alegre. Disponível em <<http://www.pucrs.br/facin-prov/wp-content/uploads/sites/19/2016/03/tr079.pdf>> Acesso em 15 de mar de 2017.

Seixas, J. Construção e funcionamento de biodigestores. Brasília: EMBRAPA - DID, 1980. EMBRAPA-CPAC. Circular técnica, 4.

Silva, WTL.; Novaes, AP.; Kuroki, V. (2012). Avaliação físicoquímica de efluente gerado em biodigestor anaeróbio para fins de avaliação de eficiência e aplicação como fertilizante agrícola. Química Nova, São Paulo, v.35, n.1, p.35-40.

Souza, JL; Resende, P (2003). Manual de Horticultura orgânica. Viçosa: Aprenda Fácil, 564 p.

Speece, RE (1983). Review: environmental requirements for anaerobic of biomass; Advances in Solar Energy.

Steinmetz, RLR; Kunz, A; Dressler, FEMM; Martins, AF (2009). Study of metal distribution in raw end screened swine manure. CLEAN – Soil, Air, Water, v.37, n.3, p.239-244.

Tcacenco, FA, Botrel, MA (1997). Identificação e avaliação de acessos e cultivares de capim-elefante. In: Simpósio sobre Capim-Elefante, Coronel Pacheco, MG. Anais. EMBRAPA-CNPGL, p.1- 30.

Vallenge (2013). Plano Regional de Saneamento Básico. Taubaté, SP.

Vivan, M; Kunz A; Stolberg, J; Perdomo, C; Techio, V (2010). Eficiência da interação biodigestor e lagoas de estabilização na remoção de poluentes em dejetos de suínos. Rev. bras. eng. agríc. ambient., Campina Grande , v. 14, n. 3, p. 320-325. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662010000300013> Acesso em 25 de ago de 2016.

Zorel, JÁ (2013). Identificação de proteínas microbianas produzidas durante a digestão anaeróbia de matéria orgânica. Xiv, 88f.: Dissertação de Mestrado. UFOP, Ouro Preto, MG. Disponível em: <http://www.nupeb.ufop.br/biotec/arquivos/dissertacoes/Defesas2013/Jose-Augusto_Dissertacao.pdf> Acesso em 28 de agosto de 2016.

_____ (2009). Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 630 p.

_____. (2010) Dados Gerais do Município de Três Rios/RJ. Rio de Janeiro. Disponível em <<http://cod.ibge.gov.br/9XL>> Acesso em 2 de set de 2016.