

Sustentabilidade na Agropecuária: Reutilização dos resíduos gerados

André Sandmann (UTFPR) sandmann_andre@hotmail.com

Josué Victor Besen, (UTFPR) josuebesen@hotmail.com

Flávio Piekarczyk Silva, (UTFPR) flaviopiekarczyk@hotmail.com

Marcos José de Barros (IFPR) marcos.barros@ifpr.edu.br

Resumo: Antes do século XXI acreditava-se que a reutilização na agricultura, dos resíduos agropecuários, resolveria a maioria dos problemas relativos a poluição. Este estudo teve como objetivo avaliar a quantidade de efluentes para culturas agrícolas regionais, de acordo com a necessidade ideal de nutrientes. Realizaram-se coletas em duas propriedades adjacentes ao Lago de Itaipu, onde se desenvolvia a criação de suínos e a pecuária leiteira, para analisar N, P, K, Ca e Mg, os metais Cu e Zn e o teor de Matéria Orgânica. Nas quantidades de nutrientes presentes nos rejeitos coletados encontraram-se em conformidade com a Comissão de Química e Fertilidade do Solo, RS/SC, e EMBRAPA, relacionados ao tratamento dos efluentes de suinocultura – saída da pocilga, biodigestor e lagoa facultativa - não verificou-se diferenças significativas em relação ao fósforo. Os dejetos de suínos analisados foram utilizados na fertirrigação de soja e milho. Estudos realizados nas estufas da UTFPR-Medianeira, com dosagens de 250 e 350 mL, de cada efluente, em intervalos regulares de 3 dias, as cultivares foram irrigadas registrando-se o desenvolvimento por meio de medições, construindo planilhas e monitorando o crescimento médio dos cultivares. Verificou-se que as cultivares fertirrigadas com rejeitos da lagoa com 350mL, apresentaram melhor desenvolvimento durante o período analisado. Tal resultado foi em virtude das quantidades de nutrientes, que ficaram dentro da faixa ideal, e a fermentação anaeróbica degradou parcialmente a matéria orgânica, facilitando sua absorção.

Palavras-Chave: Reutilização de Resíduos, Fertirrigação, Otimização de processos

Sustainability in Agriculture: Reuse of the waste generated

Abstract: Before the XXI century it was believed that reuse in agriculture, agricultural waste, solving most of the problems related to pollution. This study aimed to evaluate the amount of wastewater to regional crops, according to the ideal nutrient requirements. Collections were carried out in two adjacent Itaipu Lake, where they developed the rearing of pigs and dairy farming, to analyze N, P, K, Ca, Mg, Cu and Zn and the level of organic matter properties. The amounts of nutrients present in the collected wastes met in accordance with the Commission of Chemistry and Soil Fertility, RS / SC, and EMBRAPA, related to the treatment of wastewater from pig farms - out of the pen, and facultative pond digester - not was verified significant differences for phosphorus. Pig slurry analyzed were used in fertigation of corn and soybeans. Studies conducted in the greenhouses UTFPR-Medianeira with dosages of 250 and 350 mL of each effluent at regular intervals of three days, the cultivars were irrigated enrolling development either by measurements, building spreadsheets and monitoring the average growth of cultivars. It was found that cultivars with fertigated tailings pond with 350mL showed better development during the period. This result was

because of the quantities of nutrients, which were inside the optimal range, and the anaerobic fermentation partially degraded organic matter, facilitating their absorption.

Keywords: Reuse of Waste, Fertigation, process optimization

1. Introdução

O crescimento agroindustrial após 1980 trouxe consigo a ampliação do número de pequenas propriedades no oeste paranaense. Para Sandmann (2013), o aumento da produção agrícola aliado à diminuição de custos e minimização de resíduos gerados é de fundamental importância para a sustentabilidade. A preocupação com procedimentos sustentáveis tem gerado vários pressupostos, tais como avaliação do ciclo de vida, produção mais limpa, logística reversa, gestão de resíduos, responsabilidade social e outros modelos de produção.

Segundo Sandmann & Barros, 2010, pesquisas que tangem o reuso de rejeitos nas unidades agrícolas em que são gerados podem levar a processos produtivos com níveis de emissão zero de poluentes que são geralmente acumulados nos processos primários e secundários da cadeia produtiva de proteína animal e vegetal.

CAMEIRA *et al* (2014), avaliaram a sustentabilidade e impacto ambiental da fertirrigação em um olival intensivo. O modelo forneceu previsões aceitáveis de evapotranspiração, umidade do solo e teores de nitrato. Com base em simulações do modelo, de acordo com as práticas de fertirrigação atuais, 57% da irrigação aplicada foi perdido via drenagem, enquanto 71% e 5% de insumos para fertilizantes de N foram perdidos por lixiviação e desnitrificação, respectivamente. O modelo testado foi utilizado para prever os impactos de uma irrigação plena.

BAYO *et al* 2012, devido ao seu impacto ambiental causado pela gestão de dejetos de suínos na região de Murcia, na Espanha, estudaram a utilização direta em terras agrícolas associada aos limites de azoto impostos pela legislação local. O trabalho apresentou a comparação de alternativas por meio da avaliação do ciclo de vida, e relata um grande impacto nas categorias de acidificação e eutrofização potencial. O uso de grandes quantidades de dejetos de suínos produzidos na região de Murcia gera um problema de eutrofização do Valle del Guadalentín, o Campo de Cartagena e Mar Menor.

BARICHELLO *et al* 2012, estudaram os resultados econômicos da implantação do sistema de biodigestor na suinocultura e utilização de biofertilizantes na agricultura como opção de emissão certificada de carbono.

Para SANTOS *et al* 2013, o desempenho das funções do processo produtivo estão relacionados com as combinações de ações técnicas, os biodigestores podem eliminar o passivo ambiental referente ao volume dos dejetos produzidos quando bem operacionalizados.

Objetivou-se, com esta pesquisa, destinar adequadamente, de modo economicamente viável e dentro dos parâmetros ambientais, os efluentes gerados na produção de suínos e pecuária de corte ou leiteira, pela associação de fertirrigação de cultivos desenvolvidas na região oeste paranaense. Espera-se chegar à níveis ótimos de aproveitamento de nutrientes, e minimização dos potenciais impactantes no meio ambiente regional.

Coletaram-se amostras de efluentes, para posterior realização de análises enquanto a qualidade dos mesmos. Após, realizou-se a plantio de soja e milho em diferentes vasos com dosagem diferentes de efluentes para cada vaso (250mL e 350mL), tanto para rejeito da suinocultura quanto da bovinocultura.

Buscou-se, ainda, conciliar o aumento de produtividade da UPA (Unidade de Produção Agropecuária) de dois produtores rurais com a legislação e minimizar custos do sistema produtivo. Foram realizados estudos referentes aos quesitos técnicos da propriedade, da composição química dos dejetos utilizados na lavoura, as condições do solo e as necessidades nutricionais das culturas plantadas.

2. Reuso Sustentável de Dejetos da Agropecuária

2.1 Quanto à Saturação do Solo

Para um melhor aproveitamento dos dejetos oriundos da agropecuária, se faz necessário o entendimento a cerca do tipo de solo que se pretende destinar estes resíduos. Segundo Decker (2008), o solo que se encontra na região é classificado como latossolo vermelho, solo fértil e com facilidades em relação ao balanço de nutrientes.

O fósforo é um nutriente indispensável para o crescimento de algas e plantas, porém em excesso este pode causar eutrofização de cursos d'água, que é o crescimento descontrolado das algas, pela lixiviação do mesmo. O fósforo é também um elemento essencial para os micro-organismos responsáveis por estabilizar a matéria orgânica (Sperling, 2005).

A quantidade de fósforo é obtida através da multiplicação da quantidade total de dejetos pelo índice de concentração de acordo com o sistema de tratamento usado, o que será definido através da programação matemática (Sandmann, 2013). Os dejetos, ao serem lançados ao solo devem obedecer a limites máximos de nutrientes, independente de qual tipo de atividade que são provenientes ou do tratamento pelo qual passaram.

Unidades agropecuárias de pequeno porte, muitas vezes, não conseguem absorver toda a quantidade de resíduos liberados pela produção intensiva de proteína animal, levando a acúmulos indesejáveis de rejeitos. Existem métodos de tratamento eficazes que diminuem significativamente o potencial poluidor dos dejetos, reduzindo a carga orgânica ao ponto de que a área de terra disponível consiga absorver o efluente produzido.

2.2 Quanto à Disponibilidade de Nutrientes

Sandmann (2013), em pesquisas realizadas em unidades agrícolas em municípios adjacentes ao lago de Itaipu – oeste paranaense, verificou quantidades de nitrogênio e fósforo presentes em rejeitos da suinocultura (saída do biodigestor e da lagoa) e bovinocultura de 0.667 g/L (saída do biodigestor), 0.627 g/L (saída da lagoa) e 0.843 g/L (bovinocultura); 0.344 g/L (saída do biodigestor), 0,289 g/L (saída da lagoa) e 0,467 g/L (bovinocultura), o que pode ser de fundamental importância na escolha das atividades agropecuárias a serem desenvolvidas.

Para o uso dos dejetos como fertilizante, para ser possível lançar o dejetos ao solo, cabe ao produtor realizar análise do solo para verificar a capacidade de absorção do solo, levando em conta as cultivares ali desenvolvidas, pois há uma diferença na absorção de nutrientes de acordo com a cultura, e tudo isso confrontado com a quantidade de dejetos produzidos para consequentemente definir o tipo de tratamento a ser realizado (Medri, 1997).

3. Procedimentos Metodológicos

Visando compreender a cadeia produtiva de proteína vegetal, no que tange o crescimento do binômio soja/milho, bem como as quantidades de nutrientes necessários para uma melhor produtividade e as quantidades presentes nos efluentes de bovinocultura e suinocultura, realizou-se a revisão de literatura em artigos científicos, periódicos e revistas especializadas.

As amostras de efluentes foram coletadas e armazenadas em frascos plásticos, sendo posteriormente armazenados em refrigeração de 4°C. Para as análises de fósforo total, realizada pelo grupo de pesquisa, utilizando-se de metodologias do *Standard Methods for the*

Examination of Water and Wastewater, APHA, 2005, 21^a ed, tanto para efluentes quanto para o solo.

Também foram enviadas amostras ao laboratório de águas residuárias e de solos da UTFPR-Pato Branco, que utilizou a metodologia descrita pelo livro *Standard Methods* (Eaton & Franson, 2005) para análises complementares de potássio, nitrogênio, cobre, ferro, zinco, manganês, cálcio, magnésio e matéria orgânica.

Foram realizadas visitas a duas propriedades, sendo uma no município de São Miguel do Iguacu (A) e outra em Medianeira (B), para coletas de efluentes de suinocultura e bovinocultura, respectivamente, que foram aplicados nos vasos no momento do plantio.

Para o plantio da soja e do milho, foram preparados vasos com 5 dm³ de terra sendo que foram fertirrigados 48 vasos, sendo 24 para soja e 24 para milho. Dentre os vasos cultivados com soja, 12 receberam 250mL e outros 12 receberam 350mL. O mesmo processo se repetiu para o milho. Este experimento foi realizado na unidade experimental da UTFPR, campus Medianeira. O acompanhamento da produção foi realizado a cada 3 dias com medição da altura das plantas e irrigação para reposição da água evaporada ou consumida.

Posteriormente foram elaboradas figuras com base nos valores médios de altura das respectivas culturas relacionadas aos efluentes e suas dosagens. Com esses valores calcularam-se, com auxílio de software, as curvas de tendência de cada cultivar e suas respectivas dosagens.

4. Resultados e Discussões

Com as análises de fósforo, observou-se um aumento de sua concentração devido a ação do biodigestor em minimizar outros composto do efluente, como a matéria orgânica, com isso, possivelmente houve uma concentração do fósforo no efluente. Na propriedade A, observa-se também que dentro da lagoa facultativa houve um decréscimo da concentração de fósforo. As concentrações encontradas para todos os pontos coletados na propriedade A estão resumidas na tabela 1 abaixo.

Tabela 01: Concentração de fósforo em cada ponto de coleta para Suinocultura.

Ponto	Concentração em mg.L ⁻¹ de P
A-I	981,1
A-II	1078,9
A-III	1015,3

(Os pontos I, II e III, correspondem a entrada no biodigestor, saída do biodigestor e lagoa facultativa, respectivamente)

Além das excretas animais os resíduos provenientes da suinocultura contêm quantidades consideráveis de restos de ração, componentes do piso das baias e água, dependendo do manejo adotado na criação; ao se utilizar grande quantidade de água para lavagem e remoção dos dejetos, obtém-se um resíduo mais líquido e em maior volume originando preocupação com os danos ambientais quando os resíduos são manejados de forma incorreta, uma vez que o poder de dispersão do material líquido é bem mais elevado que o resíduo coletado por meio de raspagem das baias; sendo assim, a produção total de dejetos em pocilgas é muito variável dependendo principalmente do manejo de limpeza adotado em cada unidade produtora; de modo geral, a água estará sempre presente, diluindo e fazendo parte na geração de resíduo

final, o que dá, aos dejetos de suínos, na quase totalidade dos sistemas, a característica de efluente líquido, ideal para fertirrigação.

Juarez *et al* (2011), analisando águas residuais da suinocultura na fase de gestação, encontraram valores inferiores para a concentração do nutriente fósforo, nas aplicações realizadas das águas residuais, a menor concentração encontrada foi de 73mg. L⁻¹ sua maior concentração foi de 171 mg. L⁻¹.

Os suínos da UPA produziram, em média, 8 litros/dia de resíduo por animal, totalizando 435.600 L de dejetos por lote. Na Tabela 2 aferem-se as variações e similaridades encontradas nos três tratamentos (SP, SBIO e SLA) para dejetos da suinocultura.

Tabela 2. Teores médios dos nutrientes N, P, K, Ca e MG, dos metais Cu, Zn e da Matéria orgânica relativa às análises químicas da suinocultura.

Nutrientes	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	MO
SP	0,667 A	0,344 ^a	0,111 ^a	0,0561A	0,0154A	0,213A	0,2583 A	35982A
SBIO	0,637AB	0,289 ^a	0,107 ^a	0,0538A	0,0128B	0,191A	0,22917A	17768B
SLA	0,627B	0,287 ^a	0,101B	0,0466B	0,0935C	0,098B	0,1925B	4962C

(1) SP = saída da pocilga, (2) SBIO = Saída do biodigestor, (3) SLA = Saída da lagoa

O efluente provindo da bovinocultura da propriedade B, que produz em média 5 litros/dia, totalizando aproximadamente 4500 litros por mês, em um rebanho médio de 30 cabeças.

Juarez *et al* (2011), Analisando águas residuais de suinocultura na fase de gestação encontrou valores diferentes para as concentrações dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg, Cu, e Zn, em suas análises as concentrações destes nutrientes apresentaram valores aproximados e para alguns nutrientes superiores aos analisados na Tabela 2 sendo os valores descritos por Juarez *et al* (2011), para N 266 mg/L, P 73 mg/L, K 108 mg/L, Ca 212 mg/L e Mg 31 mg/L.

Na tabela 3 encontram-se as quantidades aproximadas dos nutrientes N, P, K, Ca e Mg, dos metais Cu, Zn e Matéria Orgânica nos rejeitos da pecuária, da referida propriedade.

Tabela 3: Teores médios dos nutrientes N, P, K, Ca e MG, dos metais Cu e Zn e da Matéria orgânica relativa às análises químicas da bovinocultura.

Nutriente	Média (g/L)
N	0,8430
P	0,4670
K	0,2210
Ca	0,0519
Mg	0,0349
Cu	0,0035
Zn	0,0036
MO	46,542

A Experimentação com os efluentes coletados e analisados gerou as curvas de tendência de acordo com a planta, dosagem e origem do efluente.

De acordo com as medições feitas e registradas, pode-se perceber que a soja cultivada com fertirrigação provinda da Lagoa com dosagens de 350 mL por vaso (Figura 6) apresentou melhor desenvolvimento em tamanho do que os demais efluentes.

Isto não se deve ao fato do efluente, cuja origem é a bovinocultura, apresentar as maiores concentrações de nitrogênio e fósforo em sua composição, que são os nutrientes mais importantes para o desenvolvimento da cultura da soja no tipo de solo em questão, mas sim porque tal efluente possui uma quantidade ideal destes elementos. Na dosagem em questão (350 mL), o efluente provindo da bovinocultura apresenta 0.219g de nitrogênio e 0.101g de fósforo.

Percebe-se também que, mesmo sendo resultante de escavações a terra onde a cultura da soja foi desenvolvida, em associação com a fertirrigação pode-se desenvolver a cultivar com eficiência. Isso prova que os efluentes, independente da origem, servem também para a recuperação de solos degradados por erosão ou queimadas, já que os efluentes repõem a carga de nutrientes e a matéria orgânica que tais solos podem ter perdido.

Objetivando analisar o desenvolvimento da cultura de milho, procedeu-se a elaboração das Figuras 7 a 12, que trazem o crescimento da planta e a linha de tendência, para os efluentes suínos e bovinos. A Figura 7 apresenta as medições obtidas com 250mL de efluente da Bovinocultura. A linha de tendência logarítmica foi a que melhor aproximou os dados medidos.

4.1 Crescimentos das culturas

Para qualificar o efluente em relação ao um melhor desenvolvimento da cultura da soja, elaborou-se a Figuras 1, que apresenta a altura média das plantas a partir dos dados obtidos nas medições realizadas durante seu crescimento.

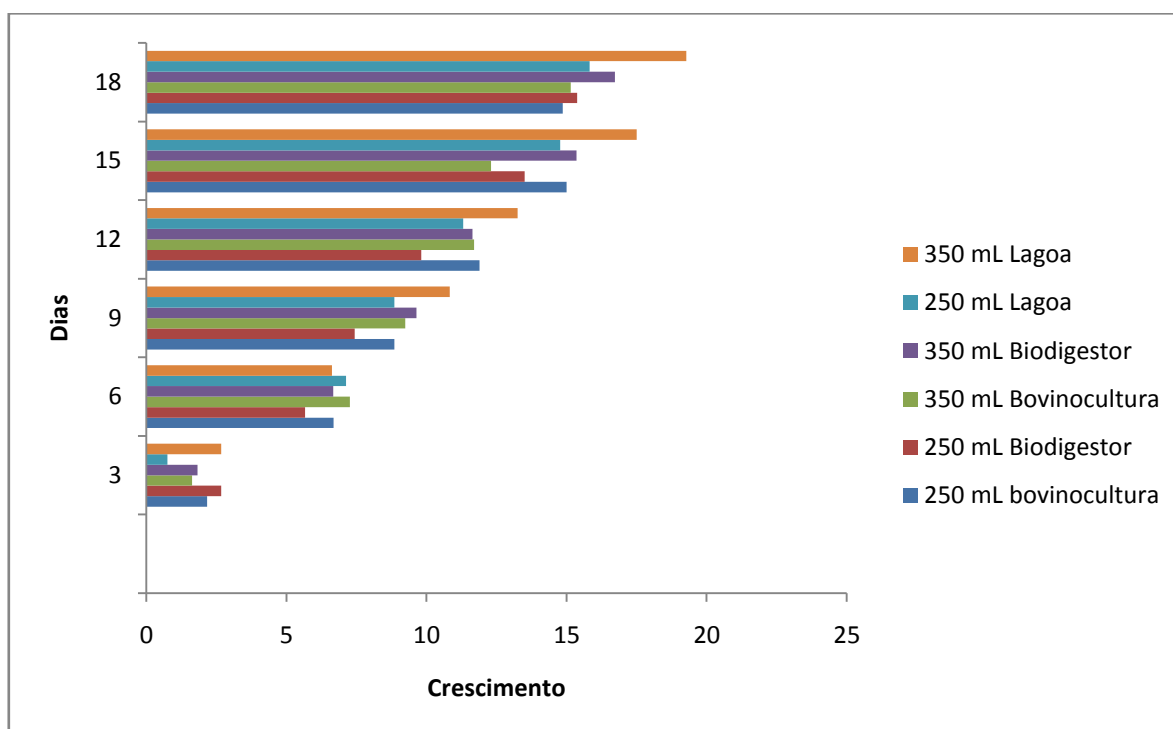


Figura 01: Crescimento médio da soja

De acordo com as medições feitas e registradas, pode-se perceber que a soja cultivada com fertirrigação provinda da Lagoa com dosagens de 350 mL por vaso (Figura 1) apresentou melhor desenvolvimento em tamanho do que os demais efluentes.

Isto não se deve ao fato do efluente, cuja origem é a bovinocultura, apresentar as maiores concentrações de nitrogênio e fósforo em sua composição, que são os nutrientes mais importantes para o desenvolvimento da cultura da soja no tipo de solo em questão, mas sim porque tal efluente contém uma quantidade ideal destes elementos. Na dosagem em questão (350 mL), o efluente provindo da bovinocultura apresenta 0.219g de nitrogênio e 0.101g de fósforo.

Percebe-se também que, mesmo sendo resultante de escavações a terra onde a cultura da soja foi desenvolvida, em associação com a fertirrigação pode-se desenvolver a cultivar com eficiência. Isso prova que os efluentes, independente da origem, servem também para a recuperação de solos degradados por erosão ou queimadas, já que os efluentes repõem a carga de nutrientes e a matéria orgânica que tais solos podem ter perdido.

Objetivando analisar o desenvolvimento da cultura de milho, procedeu-se a elaboração da Figura 02, que remete ao crescimento da planta e a linha de tendência, para os efluentes suínos e bovinos.

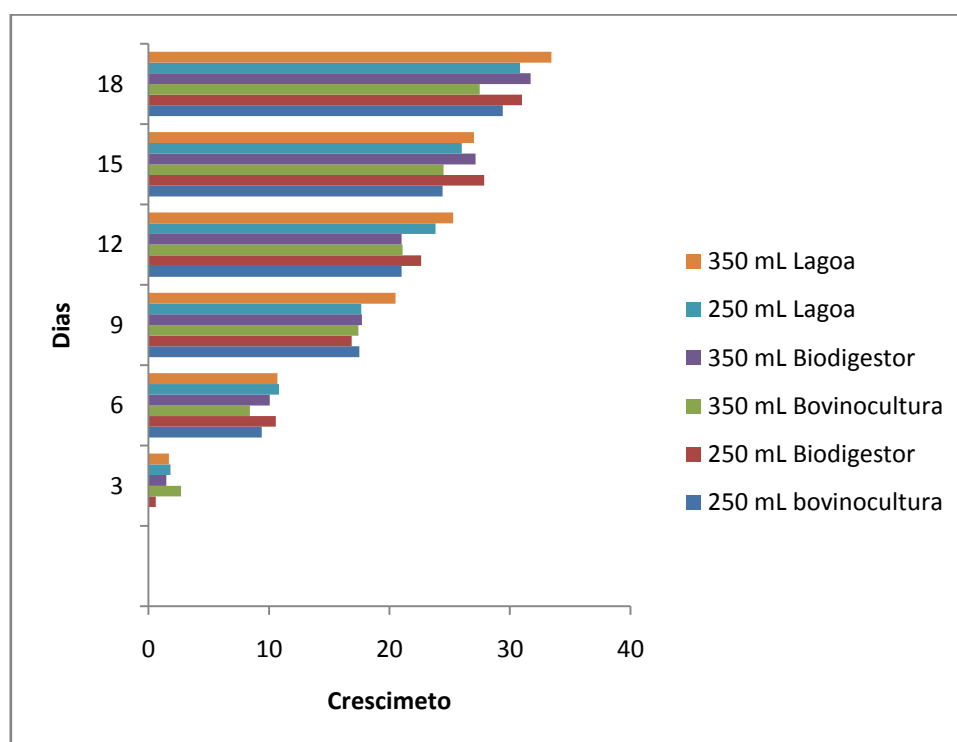


Figura 02: Crescimento médio do milho

Analisando-se a Figura 02, foi possível verificar que, apesar do efluente provindo da Lagoa facultativa não possuir as maiores quantidades de nitrogênio e fósforo, foi o que apresentou um melhor desenvolvimento das cultivares. Tal situação deve-se ao fato de que uma carga excessiva de nutrientes nos demais efluentes pode ter anulado ou mascarado outros compostos, prejudicando o porte das plantas.

Outra razão deste efluente ter apresentado melhores resultados nos testes realizados, pode ser o fato de que o mesmo sofreu um processo de fermentação anaeróbia enquanto era componente da massa do biodigestor. Este processo pode ter sido capaz de eliminar alguns patógenos prejudiciais às culturas e decompor parcialmente a matéria orgânica, proporcionando uma melhor absorção dos nutrientes por parte das cultivares testadas.

5. Considerações Finais

Apesar do biodigestor aumentar a concentração de fósforo, este constitui um importante meio de tratamento dos dejetos suínos por diminuir a quantidade de gases nocivos ao meio ambiente e maus odores.

No solo analisado, observou-se uma grande concentração de fósforo, evidenciado pela fixação desse nutriente com a fertirrigação, considerando que o solo analisado recebe os dejetos suínos ainda em excesso.

Apesar de ser pouco utilizado devido à demanda de equipamento como tubulações e bombas, o processo tem se mostrado um dos melhores e menos impactantes processos que existem atualmente, seja para recuperação de solos degradados ou para o cultivo de inúmeras plantas, seguindo as dosagens corretas.

A fertirrigação é um método pouco impactante, uma vez que proporciona uma destinação correta aos efluentes que poderiam vir a poluir o ecossistema da região, principalmente a bacia do lago de Itaipu.

Tem-se que nas duas propriedades, não há a necessidade de adubação fosfatada, devido à alta concentração de fósforo nos dejetos, assim, ambas apresentam um balanço nutricional melhor a irrigação com base nos dejetos da suinocultura, contribuindo também na preservação do meio ambiente, tanto na própria UPA quanto nos locais de extração desses adubos químicos.

Além de dar um reuso correto a possíveis poluentes em potencial, o uso de efluentes como fertirrigantes proporciona uma agregação de renda significativa, seja através da economia com fertilizantes químicos, seja com o aumento da produtividade.

As análises químicas atestaram, que os nutrientes N, P, K, Mg, Ca, metais Cu e Zn e MO, presentes nas excretas de suínos encontram-se em conformidade com os achados da literatura e com órgãos de pesquisa como EMBRAPA.

A modelagem estatística e os pacotes de software permitem, além da agregação de valor, previsões corretas sobre o crescimento final das cultivares, proporcionando intervenções prévias a problemas relacionados ao solo e às plantas.

6. Bibliografia

BARICHELLO, R.; FILHO, N. C.; DEIMLING, M.; COSTA, V. D. *Geração de energia elétrica e biofertilizante proveniente do tratamento de dejetos suíno: um estudo de caso em uma propriedade*, III Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, Ponta Grossa, PR, Brasil, 2013

BAYO, J.; GÓMEZ-LÓPEZ, M.D.; FAZ, A. ; CABALLERO, A. *Environmental assessment of pig slurry management after local characterization and normalization*, Journal of Cleaner Production, 2012, Vol.32, pp.227-235.

CAMEIRA, M.R. ; PEREIRA, A. ; AHUJA, L. ; MA, L. *Sustainability and Environmental Assessment of Fertigation in an Intensive Olive Grove under Mediterranean Conditions*, Agricultural Water Management, 2014.

DECKER, V. *Avaliação da intensidade luminosa na germinação e no desenvolvimento inicial de Leucena (Leucaena leucocephala (Lam) de Wit.)*. Dissertação de mestrado, UNIOESTE – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2008.

JUAREZ, R. C. *Impacto da água residuária de suinocultura no solo e na produção de capim-elefante*, Rev. bras. eng. agríc. ambient. vol.15 n..8, Campina Grande, 2011.

MEDRI, W. et al. *Otimização de sistemas de lagoas de estabilização para tratamento de dejetos suínos – 2 avaliação de dois parâmetros*, Departamento de matemática aplicada da Universidade Federal de Santa Catarina.

SANDMANN, A. *Maximização econômica em unidade produtiva agropecuária com reutilização dos efluentes gerados*. Tese de Doutorado, UFCG – Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2013.

SANDMANN, A.; BARROS, M. *Modelagem matemática dos condicionantes técnicos, econômicos e financeiros de uma unidade de produção agropecuária com bovinocultura de leite*. Medianeira: Edição do autor, 2010.

SANTOS, L. A. R.; TROJAN, F.; MATOS, E. A. Á.; KOVALESKI, J. L.; FRANCISCO, A. C. *Manutenção para biodigestores de dejetos de suínos e produção de biogás: Tecnologias de biodigestão difundida pela EMBRAPA*, III Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, Ponta Grossa, PR, Brasil, 2013

SPERLING, M. V. *Introdução à qualidade das águas e tratamento de esgotos*. Departamento de Engenharia Sanitária Ambiental – DESA, Universidade Federal de Minas Gerais, Vol.1, 3ª Ed, 2005, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA, 21ª ed, 2005.