



## XII SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

### **QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DO SOLO UTILIZADO EM SISTEMAS WETLANDS CONSTRUÍDOS PARA TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO E CULTIVO SIMULTÂNEO DE FEIJÃO**

*Ivane Marcley Nascimento Sena<sup>1</sup> ; Selma Cristina da Silva<sup>2</sup>*

**RESUMO** – Os esgotos sanitários apresentam elevadas concentrações de microrganismos patogênicos, e quando lançados sem tratamento ou quando o tratamento existente é ineficiente ou incompleto, causam a contaminação do corpo d'água receptor podendo provocar problemas de saúde pública. Uma tecnologia utilizada para tratamento de esgoto a nível terciário, realizando inclusive a desinfecção, são os sistemas *wetlands* construídos. Estes constituem uma opção de tratamento ou pós-tratamento dos esgotos e até mesmo reuso. Nos três casos, o esgoto supre as necessidades hídricas e nutricionais das plantas, agregando as funções de tratamento e reuso simultaneamente. Este trabalho buscou estudar a dinâmica dos coliformes termotolerantes no solo Latossolo-Amarelo utilizado como meio suporte das *wetlands* construídas, plantados com a cultura de feijão, e também avaliou o desenvolvimento e a produção de grãos de feijão. As unidades experimentais foram representadas por caixas d'água plásticas com capacidade de 100 litros, o esgoto utilizado para tratamento foi proveniente de um DAFA. Os valores obtidos indicaram que houve uma redução significativa dos coliformes termotolerantes aplicados ao solo via esgoto doméstico. A quantidade de vagens e grãos produzidas pelas plantas das unidades experimentais que receberam esgotos para tratamento foi superior àquelas das unidades *wetlands* construídas que receberam água de poço (controles).

**ABSTRACT**– Sewage has high concentrations of pathogenic microorganisms, and when released in the environment without treatment or when the existing treatment is ineffective or incomplete, can cause contamination of the receiver water body as well as problems related to public health. A technology used for wastewater treatment at tertiary level, also performing disinfection, is constructed wetlands systems. They can be used as treatment, post-treatment or and even reuse

1) Ivane Marcley Nascimento Sena: Rua Rui Barbosa, 710- Centro – Cruz das Almas/BA – 44380000; (75) 99499410; ivanemnsena@gmail.com  
2) Afiliação: Rua Rui Barbosa, 710- Centro – Cruz das Almas/BA – 44380000; (75) 6214314; scsilva00@yahoo.com.br

option of the sewage. In all of the three cases, the sewer meets the water and nutrient needs of plants, combining the functions of both treatment and reuse. This study aimed to evaluate the fecal coliforms dynamics in soil-Yellow Oxisol used as a support media for constructed wetlands, where it was planted beans, and it was also assessed the development and production of grains. The experimental units were represented by plastic water tanks with a storage capacity of 100 liters, the sewage used came from a UASB. The results indicate that there was a significant reduction in fecal coliform applied to the soil via sewage. The number of pods and grains produced by plants of experimental units that received sewage treatment was superior to those units of constructed wetlands that received wellwater (controls).

**Palavras-Chave** – *Wetlands* construídas; coliformes termotolerantes; tratamento de esgotos

## INTRODUÇÃO

A disponibilidade de água superficial, que é mais fácil de ser explorada vem sendo reduzida, principalmente, devido ao *déficit* do atendimento com coleta e tratamento de esgoto sanitário, que resulta no lançamento de determinada quantidade de esgoto sem tratamento nos corpos d'água, comprometendo a sua qualidade e contribuindo para os problemas de escassez de água.

Esses esgotos apresentam elevadas concentrações de microrganismos patogênicos, e quando lançados sem tratamento ou quando o tratamento existente é ineficiente ou incompleto, causam a contaminação do corpo d'água receptor podendo provocar problemas de saúde pública.

Geralmente o controle da poluição hídrica é realizado por tecnologias *end-of-pipe*, nas quais os efluentes são gerados para então serem tratados, por vezes em estações de tratamento convencionais, adequando-os, assim, aos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 430/11 para lançamento nos corpos d'água. Porém, muitos desses sistemas convencionais não possuem o processo específico para a desinfecção dos efluentes, em função dos elevados custos e de os processos usuais de despoluição dos esgotos não terem eficiência adequada para remoção de microrganismos patogênicos Silva *et al.* (2012). Existem processos físico, químicos e biológicos para desinfecção dos efluentes sanitários. Os processos biológicos utilizados para tal finalidade são as lagoas de maturação e os *wetlands* construídos.

Os sistemas *wetlands* construídos é uma opção de tratamento e pós-tratamento dos esgotos. Nos dois casos, o esgoto supre as necessidades das plantas, tanto no que se refere ao quesito água quanto aos nutrientes, proporcionando o crescimento das plantas. Esses sistemas podem ser considerados também como uma opção de tratamento e reuso simultaneamente, pois ao mesmo tempo que trata o esgoto, supri as necessidades hídricas e nutricionais da planta auxiliar no tratamento.

Assim, este trabalho busca estudar a dinâmica dos coliformes termotolerantes no solo Latossolo-Amarelo utilizado como meio suporte *wetlands* construídas, plantadas com a cultura de feijão, bem como o desenvolvimento e produção da referida cultura. A escolha da planta do feijão como auxiliar no tratamento foi em função do seu sistema radicular, ciclo de vida e da produção de grãos de necessidade básica alimentar. O sistema, portanto, teve duas funções, uma de tratar os esgotos e a outra de produzir grãos sem a necessidade de adubação prévia e de irrigação com água.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Os experimentos foram conduzidos em parte de um sistema pré-existente, no qual foram utilizados 6 (seis) unidades *wetlands* construídas para avaliação dos coliformes termotolerantes, sendo que em 3 (três) dessas era aplicado o esgoto para tratamento e nas outras 3 (três) água de poço (controle). As três unidades que receberam água não foram utilizadas para avaliação da concentração de coliformes, e sim para verificar o desempenho da cultura do feijão comparada com as unidades que estavam recebendo os esgotos para tratamento. Os sistemas experimentais foram montados no campus da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), no município de Cruz das Almas-Ba.

A cultura utilizada foi a de feijão da espécie Estilo, semeada diretamente no solo das unidades experimentais. Para tanto foram abertas 7 (sete) covas nos solos e em cada uma foram colocadas 5 (cinco) sementes. Inicialmente os solos foram regados com água de poço localizado próximo ao local do experimento.

Todas as unidades (*wetlands* construídas e controles) foram operadas a uma taxa de aplicação hidráulica constante diária de 4,8cm/d, sob regime de fluxo não saturado sujeito aos acréscimos das precipitações pluviométricas com alimentação intermitente. As unidades experimentais foram representadas por caixas d'água plásticas com capacidade de 100 litros, altura de 0,41m, diâmetro interno de 0,73m e com área superficial de 0,42m<sup>2</sup>.

O esgoto utilizado para tratamento foi proveniente de um Digestor Anaeróbio de Fluxo Ascendente - DAFA de uma Estação de Tratamento de Esgoto localizada no município de Muritiba-Ba. As unidades experimentais foram alimentadas nas segundas, quartas e sextas-feiras, deixando os outros dias o solo em descanso para haver a sua aeração. O esgoto era transportado por uma caminhonete em bobonas plásticas de 50 litros e aplicado, com um regador, sobre a superfície do solo das unidades experimentais para tratamento.

As amostras foram coletadas nas camadas de 0-10cm dos solos das unidades experimentais antes da aplicação do esgoto para tratamento, 45 dias após o início da aplicação e dois meses após o

fim do ciclo da cultura de feijão, visando a análise do decaimento dos coliformes termotolerantes ao longo experimento.

A análise de coliformes termotolerantes foi realizada em um laboratório da UFRB, utilizando a técnica dos tubos múltiplos, seguindo os procedimentos do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APPHA, 2000). Foram retiradas 100g de amostra do solo na camada de 0-10cm de cada uma das unidades experimentais dos subsistemas pré-existentes. Essas amostras foram acondicionadas em sacos plásticos previamente identificados e encaminhadas imediatamente ao laboratório para análise. Retirou-se, então, 25g da amostra de solo e colocou em um Erlenmeyer de 500mL contendo 225mL de solução salina e procedeu a homogeneização por cerca de 20 minutos em um agitador. Posteriormente, com o auxílio de uma pipeta foi adicionado 1mL da mistura em um tubo de ensaio contendo 9mL de solução salina e assim procedeu-se nas novas diluições. Foram realizadas 5 diluições seriadas (10-1, 10-2, 10-3, 10-4 e 10-5) e inoculadas em tubos de ensaio contendo 10mL de Caldo Lauril Sulfato Triptose (LST) e tubo de Durham invertido. Esses tubos de ensaios foram colocados na incubadora de DBO a uma temperatura de  $35 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  por 24 a 48 horas  $\pm 2\text{h}$ . Após esse período, os tubos nos quais houve a produção de gás, considerados positivos, foram retirados e encaminhados para a fase confirmatória.

Foram então retirados inóculos dos tubos positivos, com o auxílio da alça de platina, e colocado em outros tubos de ensaios contendo uma solução de Caldo E. Coli (EC) e tubo de Durhan invertido. Os tubos foram colocados em Banho-maria por  $45.5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$  por  $24 \pm 2\text{h}$ , após o período de tempo determinado, verificou-se o crescimento e formação de gás para em seguida realizar a contagem pelo método do Número Mais Provável, como mostra a Figura 1.

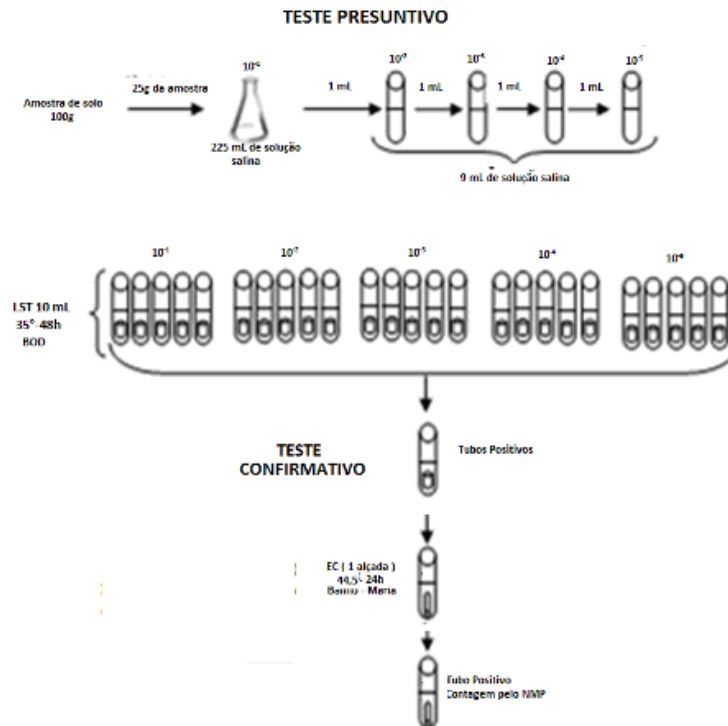


Figura 1: Análise de coliformes termotolerantes pelo método do número mais provável.

O desenvolvimento das plantas foi observado diariamente por meio da análise visual das subunidades, bem como da tomada das medidas de altura das plantas semanalmente nas sextas-feiras. Ao final do ciclo, as vagens de feijão foram colhidas e então se procedeu a contagem do número de vagens por planta, a pesagem e a secagem em estufa para se obter a produção de grãos de cada unidade.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com três repetições.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Coliformes termotolerantes no solo

As análises realizadas nos solos de todas as unidades experimentais, antes do início da aplicação do esgoto para tratamento, mostraram que a concentração de coliformes termotolerantes era inferior a 1,8NMP/g. Após o início da aplicação do esgoto, a quantidade de coliformes termotolerantes, nas camadas de 0-10cm dos solos, variou ao longo do tempo, sendo o maior valor encontrado de  $4,5 \times 10^2$  NMP/g (Tabela 1). Porém, os valores indicam que a concentração de coliformes termotolerantes no solo era significativamente menor do que aquela aplicada via esgoto doméstico tratado previamente através do DAFA, que, geralmente, é da ordem de  $10^7$  NMP/100mL.

Tabela 1: Concentração em NMP/g de solo de coliformes termotolerantes nas camadas de 0-10cm dos solos das unidades experimentais *wetlands* construídas.

Unidade	1ª campanha	2ª campanha	3ª campanha
R1	< 1,8	4,5 x 10 <sup>2</sup>	< 1,8
R2	< 1,8	2,0 x 10 <sup>2</sup>	< 1,8
R3	< 1,8	4,5 x 10 <sup>2</sup>	< 1,8

Obs: R1, R2, R3, Repetições 1, 2 e 3.

Essa eficiência alcançada na redução de coliformes termotolerantes quando lançados ao solo, pode ser atribuída à atuação das rizobactérias, por meio de predação, competição por espaço e rápida ciclagem de nutrientes, uma vez que em solos tratados com esgoto a atividade microbiana é elevada conforme observado por Silva e Sena (2013). A eficiência de remoção também pode ainda estar associada à liberação de substâncias tóxicas pelos microrganismos dos solos, bem como pela radiação solar na camada superficial do mesmo, que eleva a temperatura e diminui a sua umidade.

### Desenvolvimento da cultura

Inicialmente os subsistemas plantados e regados com água de poço tiveram um crescimento superior ou igual aos regados com esgoto primário (Tabela 02), porém, na quarta semana, após o plantio, as unidades regadas com esgoto já possuíam um melhor desenvolvimento quando comparadas aos sistemas regados com água de poço.

Tabela 2: Altura das plantas, em centímetros (cm)

Amostra	1ª medida (04/10/13)	2ª medida (18/10/13)	3ª medida (25/10/13)	4ª medida (01/11/13)	5ª medida (08/11/13)	6ª medida (15/11/13)	7ª medida (22/11/13)	8ª medida (29/11/13)
R1 – E	15	26	38	40	54	56	56	56
R2 – E	13	23	30	39	55	57	57	57
R3- E	14	26	30	40	50	50	50	50
Média	14	25	33	40	53	54	54	54
R4 – A	15	26	27	30	36	44	44	46
R5 - A	13	26	26	30	44	45	45	46
R6- A	16	16	20	24	24	31	31	32
Média	15	23	24	28	35	40	40	41

Obs: R1, R2, R3-E – *wetlands* construídas regadas com esgoto (reativados); R4, R5 e R6-A - *wetlands* construídas regadas com água (Controle).

Para Wutke (1995), o feijoeiro tem ciclo curto de 80 a 100 dias conforme a cultivar, hábito de crescimento determinado ou indeterminado e possui formato dossel de 40 a 50cm de altura. Nota-se que a planta da unidade irrigada com água de poço (controle) alcançou altura de 46 cm, conforme faixa citada por Wutke (1995), aquelas irrigadas com esgoto doméstico com prévio tratamento em um DAFA atingiram altura igual ou superior a 50cm.

A unidade R6-A inundou por um tempo longo e isso ocasionou o desenvolvimento tardio da planta, que não estava madura na época do corte. Esse fato pode ter proporcionado uma altura da planta abaixo da média.

### Produção de Vagem e de Grãos

No caso das unidades que receberam o aporte de esgoto doméstico, ocorreu uma melhor produção de vagens e de grãos em relação às unidades experimentais regadas com água de poço (Tabela 03) e também uma maior produção de massa vegetal. A produção média dos grãos de feijão nas unidades regadas com esgoto e com água de poço foi, respectivamente, de 48,9g e de 26,6g em uma área de 0,42m<sup>2</sup>. Já a produção média de vagens nas unidades regadas com esgoto e com água de poço foi, respectivamente, de 23,5g e de 16,0g.

Tabela 3: Peso das vagens e dos grãos das unidades experimentais *wetlands* construídas regadas com esgoto para tratamento e com água para controle.

Unidade	Peso seco das vagens (g)	Peso seco dos grãos (g)
R1-E	26,88	56,78
R2-E	19,45	37,03
R3-E	24,10	52,75
Média	23,48	48,85
R4-A	14,52	31,54
R5-A	17,44	21,62
Média	15,98	26,58

R1, R2, R3-E – *wetlands* construídas regadas com esgoto (reativados); R4 e R5-A - *wetlands* construídas regadas com água de poço (Controle).

### CONCLUSÃO

A quantidade de coliformes termotolerantes no solo aumentou durante a aplicação do efluente no sistema *wetlands* construído, porém, os valores indicaram que houve uma redução significativa dos coliformes termotolerantes aplicados ao solo via esgoto doméstico (tratado previamente através do DAFA), que geralmente é da ordem de 10<sup>7</sup> NMP/100mL.

Pode-se observar que a tendência é do número de coliformes cair ao longo do tempo, mantendo, portanto a qualidade microbiológica do solo, utilizado para tratamento de esgotos. Esse decaimento expressivo no NMP de Coliformes termotolerantes nas camadas de 0-10cm dos solos pode ter sido atribuído a sua eliminação pelos fatores supracitados, pela passagem de parte dos coliformes para as camadas mais internas dos solos nos solos, já que se trata de bactérias anaeróbias facultativas, e até mesmo pela percolação de outra parte para o efluente tratado.

O fato de a planta não ser semeada obedecendo às regras tradicionais de cultivo, não impediu o seu desenvolvimento e a produção de grãos. A quantidade de vagens produzida pelas plantas das unidades *wetlands* construídas utilizadas que receberam esgotos para tratamento foi superior

àquelas das unidades *wetlands* construídas que receberam água de poço (controles), porém foram insatisfatórias. Para ambos os casos, a produção de vagem e de grãos poderia ter sido superior se houvesse um planejamento adequado do plantio ou se tivesse utilizado uma semente mais nova, já que está se encontrava armazenada a dois anos. O fato do feijão se desenvolver na parte aérea da planta e está coberto com a casca da vagem, diminui consideravelmente o risco de contaminação por coliformes. Para tanto, o esgoto deve ser aplicado nas unidades de forma que não entre em contato com a vagem e que o operador não efetue a colheita e a separação dos grãos das cascas com as mãos contaminadas.

## BIBLIOGRAFIA

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (2000). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. APHA-AWWA-WPCF Washington-DC, 2000.
- SILVA, S. C.; SENA, I. M. N. S.; COSTA, M. F. (2012). “*Remoção de coliformes em sistemas wetlands construídos no tratamento de esgotos domésticos*” in 2º Reunião anual de ciência, tecnologia, inovação e cultura no Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, Nov. 2012.
- SILVA, S. C.; SENA, I. M. N. S. (2013). “*Qualidade microbiológica do solo utilizado como meio suporte de sistemas wetlands construídos para tratamento de esgoto doméstico*” in Seminário Estudantil de Pesquisa, Inovação e Pós-graduação, Cruz das Almas, Set. 2013.
- WUTKE, E. B. (1995). *Instruções agrícolas para o estado de São Paulo – Boletim N°200*. 6ª edição. Instituto Agrônomo de Campinas - SP. pp. 286-287.