

II-493 – MELHORIA DA FERTILIDADE DO SOLO COM A APLICAÇÃO DE EFLUENTE TRATADO VISANDO O REÚSO

Kenia Kelly Barros da Silva⁽¹⁾

Professora adjunta da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), doutora em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos (UFPE).

Jonathan Luan Alves Biserra⁽²⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Rafaela Dantas de Lucena⁽³⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Mestranda em Tecnologia Ambiental pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Raquel Ferreira do Nascimento⁽⁴⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Mestranda em Tecnologia Ambiental com ênfase em Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Elizabeth Amaral Pastich Gonçalves⁽⁵⁾

Professora adjunta da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), doutora em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos (UFPE)

Endereço⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾: Rodovia BR-104, Km 59, s/n - Nova Caruaru, Caruaru - PE, 55002-970. E-mail⁽⁵⁾ : bethpastich@yahoo.com.br

RESUMO

A disponibilidade de água em algumas regiões vem reduzindo cada vez mais devido a demanda de certas atividades. A irrigação é a atividade que exige a maior quantidade de água. Buscando melhorar esse quadro, a ciência vem estudando meios de suprir essa demanda. Um exemplo disso é o reúso da água que vem sendo aprimorado cada vez mais com o passar dos anos. O uso de esgoto tratado vem sendo uma alternativa muito utilizada para a agricultura como opção de efluente utilizado na irrigação de culturas. Os estudos vem mostrando que sua aplicação causa melhorias na fertilidade do solo e não causam danos à saúde e nem impactos ambientais, desde que sua aplicação seja estudada e acompanhada. O presente trabalho tem a finalidade de analisar o impacto causado no solo após a aplicação desses efluente, focando na concentração de Fósforo e Nitrogênio. Para isso realizou-se o experimento no Laboratório de Engenharia Ambiental (LEA) na Universidade Federal de Pernambuco no Campus do Agreste. Utilizou-se colunas de solo para poder representar a profundidade do solo. O efluente utilizado foi retirado da lagoa de maturação da ETE Rendeiras na cidade de Caruaru-PE. Os resultados obtidos mostraram um aumento de fósforo e nitrogênio no solo, mostrando que o efluente se torna uma alternativa viável de efluente para irrigação.

PALAVRAS-CHAVE: Colunas de Solo, Fósforo, Nitrogênio.

INTRODUÇÃO

Em decorrência ao grande aumento populacional, o uso e ocupação do solo e as alterações climáticas, ocorreu uma rápida redução da disponibilidade de água em determinadas regiões (REZENDE, 2016). Desse modo, muitos estudiosos e pesquisadores têm visto o reúso da água como um meio de reduzir o consumo excessivo de água, diminuindo assim a demanda. Segundo Mendonça (2004), quando se é bem planejado, o reúso se mostra uma das melhores alternativas de suprimento de água.

Os esgotos tratados desempenham um papel muito importante na gestão sustentável dos recursos hídricos, substituindo a água utilizada para fins agrícolas, florestais, industriais, urbanos e ambientais (CUNHA, 2011). Entre os setores que pode ocorrer o reúso da água, um dos que mais se destaca é o reúso hidroagrícola. Segundo Hespanhol (2008), a atividade da irrigação é a maior consumidora de água dentre os variados usos. O consumo de água doce nesse setor chega a 69%, enquanto em outros, como indústrias e uso doméstico, 31%. Esse alto consumo de água na irrigação ocorre devido à necessidade das plantas por água para realizar seus processos metabólicos (PIRES, 2008).

A utilização de efluente doméstico se mostrou uma excelente maneira de reuso para a agricultura, pois, além de liberar as fontes hídricas para consumos mais prioritários, como o consumo humano, o reuso também traz benefícios diretos para a produção agrícola, como melhoria na produção, devido a presença de nutrientes na água, redução do consumo de energia, que está associado à produção, tratamento e distribuição de água potável.

Por outro lado, existem outros pontos a serem considerados no reuso de efluentes domésticos na agricultura. Deve-se levar em conta que no esgoto há presença de patógenos e de metais pesados, o que pode levar a proporções nutricionais que desfavoreçam o crescimento das plantas. Desse modo, antes de realizar essa aplicação, é necessário realizar um estudo prévio para garantia da sustentabilidade econômica e ambiental (PIRES, 2008).

Dados esses fatos, a pesquisa foi realizada visando analisar a viabilidade da aplicação do efluente de uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) em um solo do Agreste de Pernambuco, afim de aplicar seu reuso para fins agrícolas, analisando-se os impactos causados no solo devido a sua aplicação.

OBJETIVO

Objetivo geral:

- Avaliar o impacto da aplicação de esgoto doméstico tratado em um solo fértil.

Objetivos específicos

- Analisar a quantidade de fósforo e nitrogênio presente no solo, nas camadas de 0-20cm e de 0-40cm, após a aplicação da água de abastecimento.
- Analisar a quantidade de fósforo e nitrogênio presente no solo, nas camadas de 0-20cm e de 20-40cm, após a aplicação do efluente da ETE.
- Analisar se o efluente da ETE funciona como uma alternativa de efluente para irrigação na agricultura.

METODOLOGIA

O experimento foi realizado no Laboratório de Engenharia Ambiental (LEA) do Centro Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco, em colunas de solo preenchidas com um Planossolo sódico (EMBRAPA, 2015) este coletado na zona rural do município de Caruaru – PE.

Para os tratamentos foram utilizados os seguintes efluentes: água de abastecimento no primeiro tratamento, T1, e o outro efluente doméstico tratado para o segundo tratamento, T2. O efluente utilizado foi coletado na lagoa de maturação da Estação de Tratamento de Esgotos Rendeiras do município de Caruaru – PE (Figura 01). A ETE Rendeiras é composta pelas seguintes unidade de tratamento: tratamento preliminar (gradeamento e desarenador), reator UASB, lagoa aerada, lagoa facultativa e lagoa de maturação. As unidades de tratamento estão dispostas em série na ETE Rendeiras.

Figura 01. Imagem de satélite da ETE Rendeiras, Caruaru-PE



A caracterização físico-química dos efluentes estão descritas na Tabela 1.

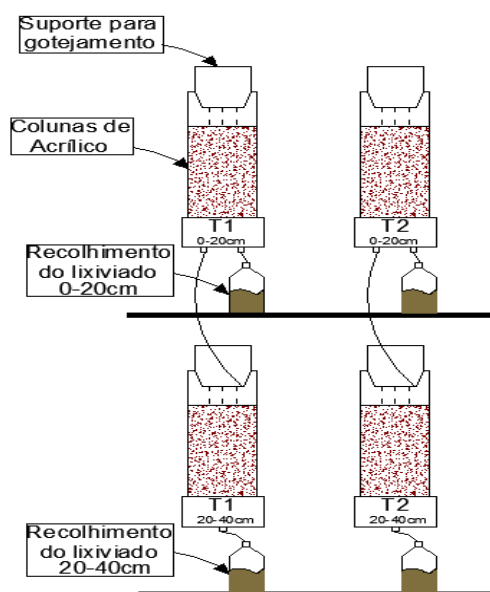
Tabela 01. Caracterização físico-química das soluções de irrigação.

Parâmetros		TRATAMENTOS	
		T1 ¹	T2 ²
pH	-	6,51±0,38 b	8,59 ± 0,30a
CE ⁶	μS/cm	256,70±27,73d	1319,33±38,28b
Ca ²⁺	mg/LCaCO ₃	18,86 ± 1,10c	85,38 ± 7,29b
NH ₄ ⁺		0bc	7,02 ± 3,13a
NTK	mg/L	3,19 ± 1,06b	24,12 ± 6,41a
NO ₃ ⁻		0,77 ± 0,25b	1,23 ± 0,25b
PO ₄ ²⁻		0c	7,26 ± 2,11b

Depois de coletados, o solo e o efluente foram conduzido ao Laboratório de Engenharia Ambiental (LEA), localizado no Centro Acadêmico do Agreste, Universidade Federal de Pernambuco, onde foi realizado todo o experimento.

O aparato experimental foi composto de uma coluna de acrílico com 30cm de altura e diâmetro de 7cm. O efluente era colocado manualmente em um recipiente com furos de pequenos diâmetros, simulando uma irrigação por gotejamento, cuja vazão calculada foi de 3,33 ml/s. As irrigações aconteceram pelas manhãs em dias alternados, durante 15 dias. Para cada irrigação, foi despejado 200ml da amostra do efluente em cada coluna de solo. Para simulação de um solo com profundidade de 40cm, foram utilizadas duas colunas com 20 cm de solo cada uma (Figura 02). O efluente era despejado na coluna superior, passando de 0 a 20 cm, de modo que o líquido lixiviado percorresse essa coluna de solo e chegasse até sua base. Na base, existiam dois orifícios, um destinado a recolher o líquido lixiviado dessa primeira camada, e outro destinado a transportar o lixiviado para a segunda coluna, de 20 a 40cm. Nesta última coluna, tinha apenas um orifício, destinado a coletar todo o líquido lixiviado.

Figura 02. Equipamento hidráulico de lixiviação (Colunas de solo 0-20 cm e de 20-40 cm).



A retirada do lixiviado ocorreu após passado os 15 dias, tempo necessário para que o lixiviado recolhido tivesse um volume suficiente para a realização das análises físico-químicas.

Ao término do experimento, o solo foi seco ao ar, destorroado e peneirado. As amostras foram levadas para o IPA para sua caracterização. Foram analisados os seguintes parâmetros: pH, Cálcio (Ca), Alumínio (Al), Magnésio (Mg), Potássio (K), Capacidade de Troca de Cátions (CTC), Saturação por base, Fósforo (P). A análise do nitrogênio foi realizada no Laboratório de Engenharia Ambiental da UFPE-CAA, através do método Macro-Kjedahl.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Tabelas 02 e 03 apresentam os dados físico-químicos do solo natural (antes da aplicação do efluente no solo) para as camadas de 0 a 20cm e de 20 a 40cm. Além disso, essas tabelas apresentam a faixa de classificação da EMBRAPA (2015) e sua comparação com os respectivos dados apresentados pelo solo.

Tabela 02. Dados físico-químicos do solo natural - camada de 0 a 20 cm

Parâmetros	Dados Solo natural	Faixa de classificação da EMBRAPA			Resultados
		Baixo	Médio	Alto	
pH	6,6	<5,0	5,0 - 6,0	>6,0	Alto
Al (cmolc/dm³)	0	<0,5	0,5 - 1,0	>1,0	Baixo
Ca (cmolc/dm³)	1,8	<1,6	1,6 - 3,0	>3,0	Médio
Mg (cmolc/dm³)	1,2	<0,4	0,4 - 1,0	>1,0	Alto
K (cmolc/dm³)	0,51	<30	30 - 60	>60	Baixo
CTC (pH 7,0) (cmolc/dm³)	4,9	<5,0	5,0 - 15,0	>15,0	Baixo
Saturação por bases (%)	81	<50	50 - 70	>70,0	Alto

Tabela 03. Dados físico-químicos do solo natural - camada de 20 a 40 cm.

Parâmetros	Dados Solo natural	Faixa de classificação da EMBRAPA			Resultados
		Baixo	Médio	Alto	
pH	6,5	<5,0	5,0 - 6,0	>6,0	Alto
Al (cmolc/dm³)	0	<0,5	0,5 - 1,0	>1,0	Baixo
Ca (cmolc/dm³)	2,5	<1,6	1,6 - 3,0	>3,0	Médio
Mg (cmolc/dm³)	1,2	<0,4	0,4 - 1,0	>1,0	Alto
K (cmolc/dm³)	0,6	<30	30 - 60	>60	Baixo
CTC(pH 7,0) (cmolc/dm³)	4,6	<5,0	5,0 - 15,0	>15,0	Médio
Saturação por bases %	98	<50	50 - 70	>70,0	Alto

As Tabelas 04 e 05 apresentam os dados físico-químicos do solo após a aplicação da água de abastecimento, enquanto as Tabelas 06 e 07 demonstram as análises físico-químicas no solo após a aplicação do efluente doméstico. As classificações de cada camada de solo foram realizadas de acordo com Guia Prático para Interpretação de Resultados de Análises de Solo da Embrapa (2015).

Tabela 04. Dados físico-químicos do solo com água de abastecimento - camada de 0 a 20 cm.

Parâmetros	Dados Solo natural	Faixa de classificação da EMBRAPA			Resultados
		Baixo	Médio	Alto	
pH	7,4	<5,0	5,0 - 6,0	>6,0	Alto
Al cmolc/dm ³	0	<0,5	0,5 - 1,0	>1,0	Baixo
Ca cmolc/dm ³	3,25	<1,6	1,6 - 3,0	>3,0	Alto
Mg cmolc/dm ³	1,25	<0,4	0,4 - 1,0	>1,0	Alto
K cmolc/dm ³	0,5	<30	30 - 60	>60	Baixo
CTC(pH 7,0) cmolc/dm ³	5,1	<5,0	5,0 - 15,0	>15,0	Médio
Saturação por bases %	87	<50	50 - 70	>70,0	Alto

Tabela 05. Dados físico-químicos do solo com água de abastecimento - camada de 20 a 40 cm.

Parâmetros	Dados Solo natural	Faixa de classificação da EMBRAPA			Resultados
		Baixo	Médio	Alto	
pH	7,9	<5,0	5,0 - 6,0	>6,0	Alto
Al cmolc/dm ³	0	<0,5	0,5 - 1,0	>1,0	Baixo
Ca cmolc/dm ³	1,9	<1,6	1,6 - 3,0	>3,0	Médio
Mg cmolc/dm ³	1,35	<0,4	0,4 - 1,0	>1,0	Alto
K cmolc/dm ³	0,7	<30	30 - 60	>60	Baixo
CTC(pH 7,0) cmolc/dm ³	4,9	<5,0	5,0 - 15,0	>15,0	Baixo
Saturação por bases %	83	<50	50 - 70	>70,0	Alto

Tabela 06. Dados físico-químicos do solo com efluente doméstico - camada de 0 a 20 cm.

Parâmetros	Dados Solo natural	Faixa de classificação da EMBRAPA			Resultados
		Baixo	Médio	Alto	
pH	7,1	<5,0	5,0 - 6,0	>6,0	Alto
Al cmolc/dm ³	0	<0,5	0,5 - 1,0	>1,0	Baixo
Ca cmolc/dm ³	3	<1,6	1,6 - 3,0	>3,0	Alto
Mg cmolc/dm ³	1,5	<0,4	0,4 - 1,0	>1,0	Alto
K cmolc/dm ³	0,56	<30	30 - 60	>60	Baixo
CTC(pH 7,0) cmolc/dm ³	6,6	<5,0	5,0 - 15,0	>15,0	Médio
Saturação por bases %	84	<50	50 - 70	>70,0	Alto

Tabela 07. Dados físico-químicos do solo com efluente doméstico - camada de 20 a 40 cm.

Parâmetros	Dados Solo natural	Faixa de classificação da EMBRAPA			Resultados
		Baixo	Médio	Alto	
pH	7,7	<5,0	5,0 - 6,0	>6,0	Alto
Al cmolc/dm ³	0	<0,5	0,5 - 1,0	>1,0	Baixo
Ca cmolc/dm ³	1,85	<1,6	1,6 - 3,0	>3,0	Alto
Mg cmolc/dm ³	1,4	<0,4	0,4 - 1,0	>1,0	Alto
K cmolc/dm ³	0,6	<30	30 - 60	>60	Baixo
CTC(pH 7,0) cmolc/dm ³	4,9	<5,0	5,0 - 15,0	>15,0	Médio
Saturação por bases %	87	<50	50 - 70	>70,0	Alto

Com a aplicação dos efluentes, percebe-se um aumento no pH nas camadas de solo. O aumento do pH afeta diretamente no aumento da capacidade de troca de cátions (CTC). À medida que o pH aumenta, o meio tende a mudar de ácido para básico e a CTC, calculada através da fórmula, $CTC = Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^{+} + Na^{+} + H + Al$, também tende a aumentar, pois a quantidade de bases no solo, aumenta.

Segundo o Guia Prático para Interpretação de Resultados de Análises de Solo (2015), quando a CTC está com valores menores que 5 cmolc.dm⁻³, indica que o solo apresenta baixo teor de argila ou predominância de argila 1:1 como a caulinita. Em contrapartida ao pH, houve redução da saturação por base no solo após a aplicação dos efluentes, porém, a mesma permaneceu acima de 50%, que segundo Ronquim (2010), indica um solo eutrófico, ou seja, um solo fértil.

A Figura 03 apresenta a concentração de fósforo presente em cada camada do solo (0-20cm Figura 03 (a), e 20-40cm Figura 03(b) antes e depois do tratamento com água de abastecimento, T1, e com efluente da ETE, T2. Percebe-se que na primeira camada, 0 a 20 cm de profundidade, a quantidade de fósforo era de 62 mg/dm³ e após a aplicação da água de abastecimento, aumentou para 105 mg/dm³. Já na segunda camada, 20 a 40 cm de profundidade, ocorreu uma redução de 99 mg/dm³ para 68 mg/dm³. Isso mostra que a quantidade de fósforo presente no efluente ficou retido na camada de 0 a 20 cm, enquanto na de 20 a 40cm, parte do fósforo presente no solo foi lixiviado. Do mesmo modo que na aplicação da água de abastecimento, ocorreu um aumento expressivo de fósforo na camada de 0 a 20cm e uma redução na camada de 20 a 40cm.

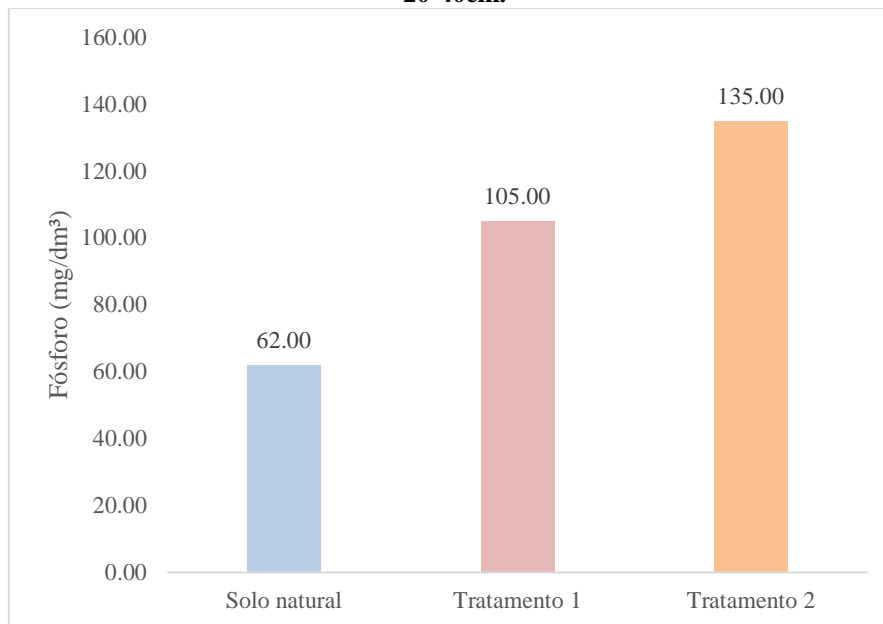
O fósforo é um elemento que apresenta baixa mobilidade no solo, tendendo a ficar retido no meio, principalmente se o for um solo compacto. Desse modo, a concentração do nutriente aumentou na camada com profundidade de 0 a 20cm, pois ficou retido logo na primeira camada devido à baixa mobilidade fósforo e ao solo ser argiloso, o que facilita sua compactação. O efluente lixiviado passou para a segunda camada e conseguiu lixiviar uma baixa quantidade de fósforo que estava presente no solo.

Como visto nas tabelas 1 a 6, o pH estava entre 6 e 7 em todas as amostras de solo. Nessa faixa de pH, predomina-se o fósforo na forma H₂PO₄⁻. Além disso, a argila também apresenta carga negativa, causando uma repulsão ao fósforo, tendendo a fazer com que este seja lixiviado. Porém, devido à baixa mobilidade do fósforo e ao aumento do CTC, que mostra que mais bases se fixaram ao solo e que estas podem se ligar ao fósforo, ocorreu uma fixação de fósforo na camada.

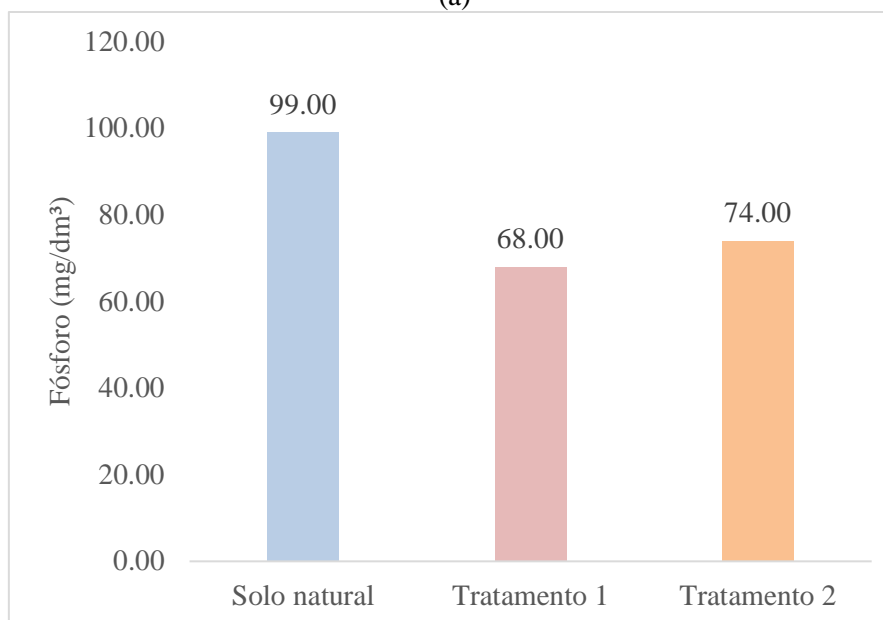
Segundo Klein e Agne (2012) é necessário tomar cuidado com o excesso de fósforo, pois o mesmo pode passar de nutriente a poluente. O fósforo é considerado um grande poluente de cursos d'água, especialmente as superficiais, já que pouco ocorre percolação deste elemento. O seu excesso pode causar eutrofização, que é o enriquecimento excessivo da água, onde os nutrientes estimulam o crescimento de algas e plantas que prejudicam a utilização dessa água e podem consumir o oxigênio e causar morte de peixes. Segundo Braga (2015) outros pontos negativos que o fósforo pode causar são a deficiência de zinco na água, redução da absorção de manganês e a redução da absorção de potássio. Este último pode ser percebido comparando as Tabelas 1 e 2 (solo natural) aos resultados das Tabelas 3, 4, 5 e 6 (após a aplicação do efluente), em que a quantidade de potássio que ficou retida no solo foi baixa.

Segundo o Guia Prático para Interpretações de Resultados (2015), em solos argilosos, como o poder tampão é mais alto que em relação a outros tipos de solo, o extrator é consumido e a capacidade de extrair fósforo diminui.

Figura 03. Concentração de fósforo nas camadas do solo antes e depois dos tratamentos. (a) 0-20cm; (b) 20-40cm.



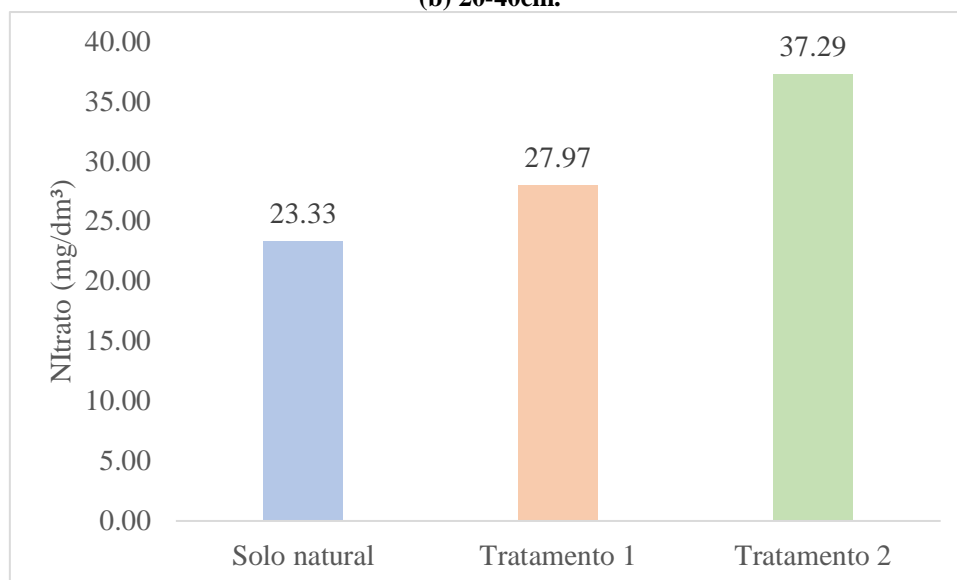
(a)



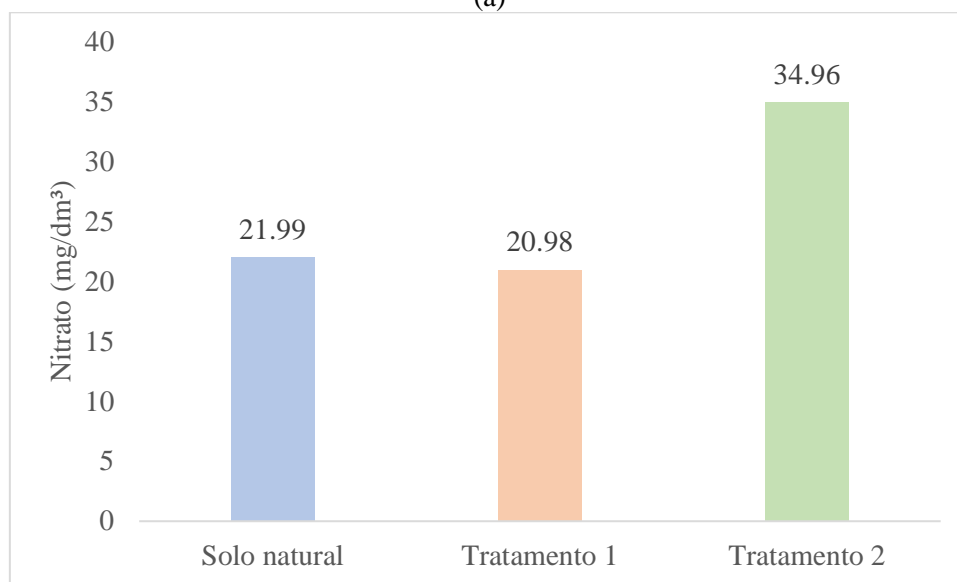
(b)

Analisando os dados da Figura 04 (a) percebe-se que na camada de 0 a 20 cm ocorreu um aumento da concentração de nitrato após os dois tratamentos, T1 e T2, indo de 23,33 mg/dm³ para 27,97 mg/dm³ no T1 e de 23,33 mg/dm³ para 37,29 mg/dm³ no T2. Na Figura 04 (b) observa-se que a concentração diminuiu de 21,00 mg/dm³ para 20,98 mg/dm³ no T1, enquanto no T2 ocorreu novamente um aumento, sendo este de 21,99 mg/dm³ para 34,96 mg/dm³. Em ambas as camadas, o tratamento dois causou aumento da quantidade de nitrato.

Figura 04. Concentração de nitrato nas camada do solo antes e depois dos tratamentos. (a) 0-20cm; (b) 20-40cm.



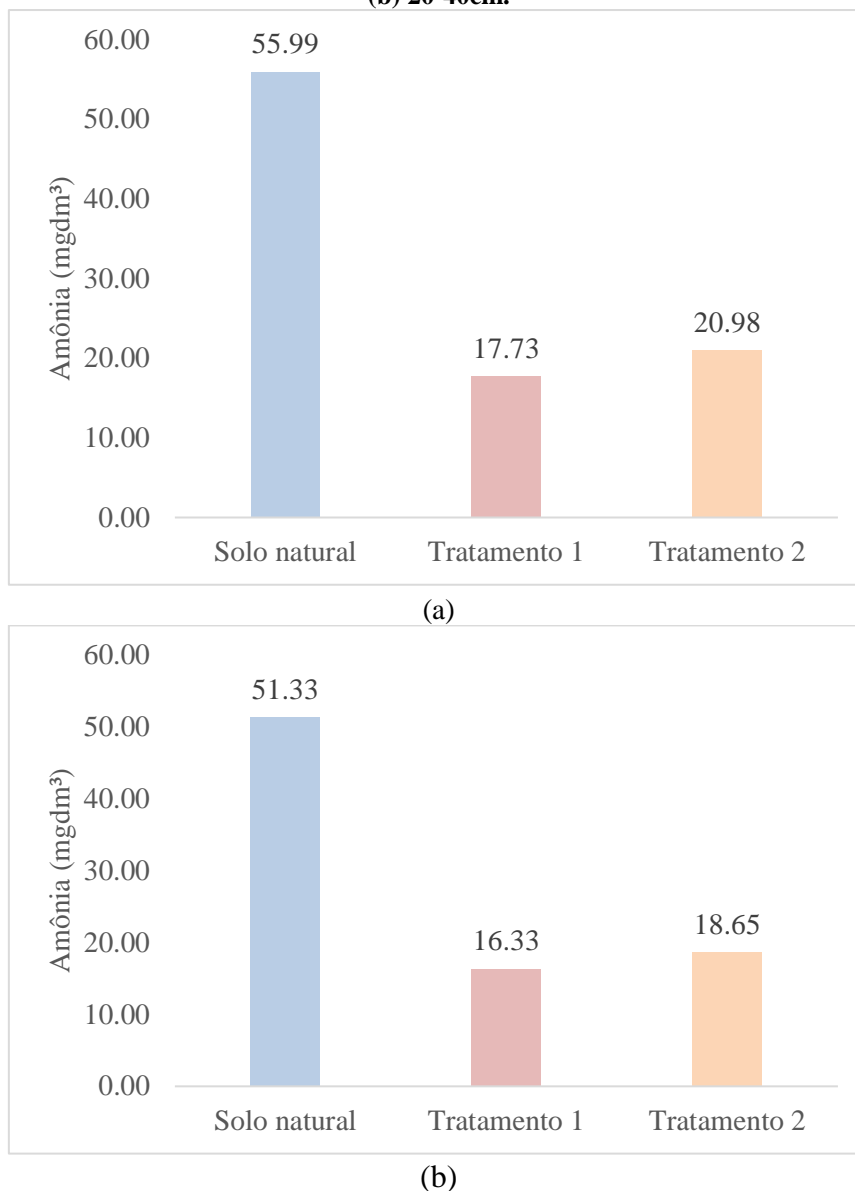
(a)



(b)

A Figura 05 representa a quantidade de amônia no solo antes e após os tratamentos. Percebe-se que após os tratamentos ocorreu uma redução na quantidade de amônia em ambas as camadas. Sendo na camada de a 0 a 20, Figura 05 (a), uma redução de 55,99 mg/dm³ para 17,73 mg/dm³ após T1 e uma redução para 20,98 m/dm³ após o T2. Na camada de 20 a 40 cm, Figura 05 (b), a redução foi de 51,33 mg/dm³ para 16,33 mg/dm³ após T1, e após T2 a concentração diminuiu para 18,65 mg/dm³.

Figura 05. Concentração de amônia nas camadas do solo antes e depois dos tratamentos. (a) 0-20cm; (b) 20-40cm.



O que é notório em ambos os tratamentos é a redução de amônia e o aumento de nitrato. Isso acontece devido a um fenômeno conhecido como nitrificação. As bactérias do gênero *Nitrossomonas* transformam a amônia ionizada em nitrito, e em seguida de nitrito a nitrato através das bactérias do gênero *Nitrobacter*, quando estão em condições aeróbicas. Neste processo ocorre primeiro a oxidação do NH_4^+ a NO_2^+ (nitritação) e depois ocorre a oxidação do NO_2^- a NO_3^- .

Segundo Peixoto (2008, apud Carvalho; Zabet, 2012, p.966) quando os valores do pH estão próximos da neutralidade, ocorre maior possibilidade de nitrificação, e conforme mostram as Tabelas 1,2,3,4,5 e 6, os valores do pH estão próximo de 7, apenas confirmando a ocorrência da nitrificação.

Azevedo e Oliveira (2018) disseram que o nitrogênio amoniacal geralmente se transforma em nitrato, e é utilizado para absorção. Então é mais importante que haja elevados teores de nitrato no solo do que teores de amônia, pois o que as plantas absorvem para o seu interior é o nitrato.

Contudo deve-se tomar cuidado com a concentração de NO_3^- , pois os mesmos podem lixiviar e contaminar lençóis freáticos, causando impacto ambiental, e podendo acarretar problemas para a saúde pública. Fewtrell

(2004) afirmam que quando o teor de NO_3^- exceder 10 mg/dm^3 , a água não está própria pra consumo, pois a mesma pode acarretar problemas para a saúde humana.

CONCLUSÃO

A aplicação do efluente da Estação de Tratamento de Esgoto, mostrou-se como uma boa alternativa como efluente hídrico utilizado na irrigação. Houve um aumento considerável dos nutrientes essenciais para o cultivo.

A quantidade de fósforo no solo aumentou, mostrando que até mesmo em solos já férteis, esse efluente contribui para o aumento desse nutriente. Porém deve-se sempre tomar cuidado para que não ocorra um aumento na concentração de maneira que o fósforo passa a ser um poluente.

A aplicação resultou no aumento de nitrato e na redução de amônia, isso devido ao processo de nitrificação. Como a raiz absorve para seu interior o nitrato, o aumento do nitrato é considerado positivo. Contudo deve-se tomar cuidado para que o nitrato não lixivie alcançando os lençóis subterrâneos e acabem por contaminá-los.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AZEVEDO, Leonardo P. de; OLIVEIRA, Eduardo L. de. Efeitos da aplicação de efluente de tratamento de esgoto na fertilidade do solo e produtividade de pepino sob irrigação subsuperficial. Engenharia Agrícola. Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, v. 25, n. 1, p. 253-263, 2005.
2. BRAGA, Gastão Ney Monte. Excesso ou Deficiência de Nutrientes no Solo Limita a Produção. Disponível em: <<https://agronomiacomgismonti.blogspot.com/2015/04/excesso-ou-deficiencia-de-nutrientes-no.html>>. Acesso em: 13 out. 2018.
3. CARVALHO, Nathália Leal; ZABOT, Valdirene. NITROGÊNIO: NUTRIENTE OU POLUENTE?. Revista Eletronica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 6, n. 6, p. 960-974, 2012.
4. FEWTRELL, Lorna. Drinking-water nitrate, methemoglobinemia, and global burden of disease: a discussion. Environmental health perspectives, v. 112, n. 14, p. 1371-1374, 2004.
5. HESPANHOL, Ivanildo. Um novo paradigma para a gestão de recursos hídricos. Estudos avançados, v. 22, n. 63, p. 131-158, 2008.
6. KLEIN, Claudia; AGNE, Sandra Aparecida Antonini. Fósforo: de nutriente à poluente. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 8, n. 8, p. 1713-1721, 2012.
7. MENDONÇA, Pedro de A. Ornelas. Reúso de água em edifícios públicos: o caso da Escola Politécnica. 2004. 171 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Gerenciamento e Tecnologia Ambiental no Processo Produtivo, Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2004.
8. PIRES, Regina Célia de M. et al. Agricultura irrigada. Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária, v. 1, n. 1, p. 98-110, 2008.
9. REZENDE, Amanda Teixeira de. Reuso urbano de água para fins não potáveis no Brasil 2016. 106 p. Trabalho acadêmico (Curso de engenharia ambiental e sanitária) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016.
10. SOBRAL, Lafayette Franco et al. Guia Prático para Interpretação de Resultados de Análises de Solo. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. 15 p.