

## **DILUIÇÃO DE ESGOTO DOMÉSTICO TRATADO EM ÁGUA DE CHUVA PARA OTIMIZAÇÃO DOS PARÂMETROS NO DIMENSIONAMENTO DE BATERIA DE CISTERNAS PARA APLICAÇÃO NO REUSO INTEGRADO DE ÁGUAS PLUVIAIS E RESIDUÁRIAS NO CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DO CEARÁ - CEFET-CARIRI**

**José Lima de Oliveira Júnior(1); Tácio Luiz de Carvalho Souza(2); João Paulo de Souza Coelho(3); Francisco Ytalo Clementino Pereira (4)**

(1) CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DO CEARÁ, Av. Plácido Aderaldo Castelo, 1646, Planalto Cep 63.040-000, (0xx88) 2101-5300, (0xx88) 3571-2525, e-mail:

[junior@cefetce.br](mailto:junior@cefetce.br)

(2) CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DO CEARÁ, [jpcelho\\_ce@hotmail.com](mailto:jpcelho_ce@hotmail.com)

(3) CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DO CEARÁ, [tacio\\_souza@hotmail.com](mailto:tacio_souza@hotmail.com)

(4) CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DO CEARÁ, [ytalopereira@hotmail.com](mailto:ytalopereira@hotmail.com)

### **RESUMO**

Esta pesquisa, através de uma abordagem experimental e estudo de caso, objetiva avaliar o comportamento da diluição de esgoto tratado em água de chuva para otimização dos parâmetros para o dimensionamento de bateria de cisternas para aplicação no reuso integrado de águas residuárias e pluviais no campus do CEFET – CARIRI. A pesquisa caracterizará físico-química e bacteriologicamente o afluente e efluente da estação de tratamento do campus, a partir de uma coleta mensal ao longo de sete meses. O esgoto efluente será igualmente analisado ao ser diluído em água de chuva armazenada em cisternas compactas nas proporções de diluição de 25 %, 50 % e 75 % de água de chuva em relação ao esgoto tratado. Também será avaliada a eficiência da estação de tratamento existente, composta de duas baterias de decanto-digestores seguidos por filtros anaeróbios. A partir da caracterização do efluente e diluição em água de chuva, espera-se encontrar a faixa de diluição que seja capaz de fazer cair a contaminação do efluente diluído avaliando sua compatibilidade para reuso nas áreas jardinadas do Campus. Espera-se que dentro de uma faixa de 50 a 75 %, seja possível atender aos padrões mínimos da legislação para reuso em jardinagem.

**Palavras-chave:** reuso, água de chuva, água residuária

## 1. INTRODUÇÃO

Dando continuidade ao trabalho iniciado na avaliação do potencial hídrico das instalações do CEFET-CARIRI para aplicação em um sistema de reuso integrado de águas pluviais e residuárias (OLIVEIRA JR. et al., 2007), esta pesquisa objetiva analisar a qualidade do efluente tratado em um sistema composto de uma bateria de decanto-digestores seguido por filtros anaeróbios, quando diluído nas proporções de 25 %, 50 % e 75 % de água de chuva revolvida, armazenada em uma bateria composta de três cisternas em paralelo instaladas para realização deste experimento.

A fertirrigação, como é denominada a prática de uso de esgoto sanitário devidamente tratado para a irrigação de culturas tem sido largamente utilizada em todo o mundo (SOUZA et al., 2003) notadamente pelo aporte natural de nutrientes presentes nos esgotos sanitários (SOUZA et al., 2005) responsável por aumentos de produtividade nas culturas irrigadas com esgotos tratados (15 a 30% maior que aquela de culturas irrigadas com água de abastecimento e solo adubado com NPK), demonstrando a viabilidade do uso de esgoto na irrigação.

Este trabalho objetiva avaliar o comportamento da diluição de esgoto escolar tratado, em água de chuva, para otimização dos parâmetros no dimensionamento de bateria de cisternas para aplicação no reuso integrado de águas pluviais e residuárias no Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará - CEFET - Cariri.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Reuso de Águas

#### 2.1.1 Reuso de água pluvial

A água da chuva pode ser utilizada em diversos processos, e é uma ótima fonte de água e de tecnologia relativamente simples e econômica. A captação da água de chuva é um processo antigo e muito utilizado em regiões áridas e semi-áridas como é o caso do Nordeste Brasileiro onde, às vezes, a captação ainda é feita de maneira artesanal e cuja finalidade pode, inclusive, ser o consumo humano devido à falta de água tratada (GROUP RAINDROPS, 2002).

Entretanto para a utilização racional da água de chuva captada, faz-se necessária a instalação de sistemas de captação e armazenamento adequado. Segundo Meira e Filho (2004) *apud* Nóbrega (2005), no contexto da captação da água da chuva, todas as partes constituintes do sistema de abastecimento de água, com exceção do manancial e da instalação predial, são integrados em uma unidade denominada Sistema de Captação de Águas Pluviais. Este sistema é composto de: a) área de captação ou área de contribuição (telhado), b) subsistema de condução (calhas e dutos), c) dispositivo para desvio das primeiras chuvas (by pass), d) reservatório (cisterna), e) tratamento, f) meio elevatório (balde com corda, sarilho com manivela, bombas hidráulicas) e g) reservação (caixa d'água). Cada um destes componentes possui sua importância, e o mau rendimento individual comprometerá a eficiência do sistema como um todo. Através de um sistema devidamente projetado e instalado, é possível, em função do potencial pluviométrico da localidade, armazenar uma quantidade de água de chuva passível de utilização para usos menos nobres em instalações de residências, empresas, escolas, indústrias e outras instalações que demandam o uso de água.

Nesse contexto, OLIVEIRA JR. et al. (2007) avaliaram o potencial de reuso integrado entre águas pluviais e residuárias para implantação no campus do Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará – Unidade Cariri. Eles encontraram uma disponibilidade de captação de água pluvial de 1.856,83 m<sup>3</sup>/ano e uma vazão de esgotos em torno de 86,13 m<sup>3</sup>/dia, isto é 8 vezes superior à necessária para aguação de uma área gramada atual de 6.738,96 m<sup>2</sup> e potencial de 2.839,39 m<sup>2</sup>, totalizando 9.578.34 m<sup>2</sup> (OLIVEIRA JR. et al. 2007b). A partir desse potencial, é possível dimensionar uma bateria de cisternas com volume apropriado capaz de armazenar água suficiente para diluir o efluente de esgoto tratado para utilização na fertirrigação das áreas gramadas sem contato com o público.

#### 2.1.1 Reuso de águas residuárias

O reuso de águas residuárias, não é um conceito novo e tem sido praticado em todo o mundo desde há muitos anos. Há relatos de sua prática na Grécia Antiga, com a disposição de esgotos e sua utilização na irrigação. Contudo, a demanda crescente por água tem feito do reuso planejado um tema atual e de grande

importância. Neste sentido, deve-se considerar o reuso de água como parte de uma atividade mais abrangente que é o uso racional ou eficiente da água, o qual compreende também o controle de perdas e desperdícios, e a minimização da produção de resíduos e do consumo de água. (HESPANHOL, 1997). O tratamento dos esgotos é de fundamental importância a fim de se evitar problemas de contaminação ambiental e de saúde pública.

Dentre os tipos de reuso referenciados por Crook (1993) estão os principais:

1. Irrigação paisagística de parques, gramados residenciais, campi universitários;
2. Irrigação de campos para cultivo;
3. Usos industriais;
4. Recarga de aquíferos;

A principal preocupação no que diz respeito ao reuso de águas residuárias, diz respeito à qualidade sanitária do efluente tratado. Diversos critérios têm sido utilizados pela comunidade científica internacional. Os critérios da Organização Mundial da Saúde (OMS), já foram bem mais restritivos. Entretanto em 1971, foram reconhecidos os padrões do Estado da Califórnia como extremamente rígidos para reuso sem justificativa a partir das evidências epidemiológicas. A partir desse momento, recomendou-se como critério microbiológico para a irrigação irrestrita de cultivos de legumes ingeridos cozidos de não mais de 100 CF/100 ml, concluindo, ainda, que havia necessidade de maiores investigações sobre o assunto, baseado numa visão epidemiológica do reuso agrícola (OMS, 1973; HESPANHOL E PROST, 1994 *apud* MANCUSO et al., 2003).

A tabela 1 apresenta os critérios para tratamento e reuso de água da USEPA (1992):

**Tabela 1 - critérios para tratamento e reuso de água da USEPA (1992)**

Tipo de Uso	Tratamento	Qualidade da Água Recuperada
Usos urbanos, irrigação de cultivos alimentares comidos crus, represas recreativas	Secundário, Filtração e Desinfecção	PH = 6.9 ≤ 10 mg/l de DBO ≤ 2 uT <sup>a</sup> CF = não detectável <sup>b</sup> 1 mg/ l ≤ Cloro residual <sup>c</sup>
Irrigação em áreas de acesso restrito e cultivos alimentares processados, reservatórios estéticos, uso em construções, refrigeração industrial <sup>d</sup> , irrigação paisagística	Secundário e Desinfecção	PH = 6.9 ≤ 30 mg/l de DBO ≤ 30 mg/l de SST ≤ 200 NMP/100 ml de CF <sup>e</sup> 1 mg/ l ≤ Cloro residual <sup>c</sup>
Recarga de águas subterrâneas por infiltração (aquíferos de uso não potável)	Lugares específicos e dependente do uso, Primário (no mínimo)	Lugares específicos e dependente do uso
Recarga de águas subterrâneas por injeção (aquíferos de uso não potável)	Lugares específicos e dependente do uso, Secundário (no mínimo)	Lugares específicos e dependente do uso
Recarga de águas subterrâneas por infiltração (aquíferos de uso potável)	Lugares específicos, Secundário e Desinfecção (no mínimo)	Lugares específicos e padrão de qualidade de água potável na zona não saturada depois da percolação
Recarga de águas subterrâneas por injeção (aquíferos de uso potável)	Inclui-se o seguinte: Secundário, Filtração, Desinfecção e Tratamento Avançado de Água residuárias	Inclui-se o seguinte: PH = 6.5-8.5 ≤ 2 uT <sup>a</sup> CF = não detectável <sup>b</sup> 1 mg/ l ≤ Cloro residual <sup>c</sup> Padrão de água potável

Fonte: adaptado de Mancuso et al. (2003).

Mancuso et al. (2003) apresenta ainda que para irrigação de parques e jardins, a OMS (1989) determina que nematóides intestinais (ovos/L) seja menor ou igual a 1 e que coliformes fecais estejam abaixo de  $10^3/100\text{ml}$ . Na África do Sul, para gramados escolares, o padrão para coliforme fecais é admitido até o máximo de 1000 CF/100 ml. Na Arábia Saudita, para irrigação de áreas paisagísticas, a DBO deve estar até o limite de 10 mg/L, enquanto os sólidos suspensos totais devem situar-se na faixa de 10 mg/l e os coliformes em 2,20 CF/100 ml.

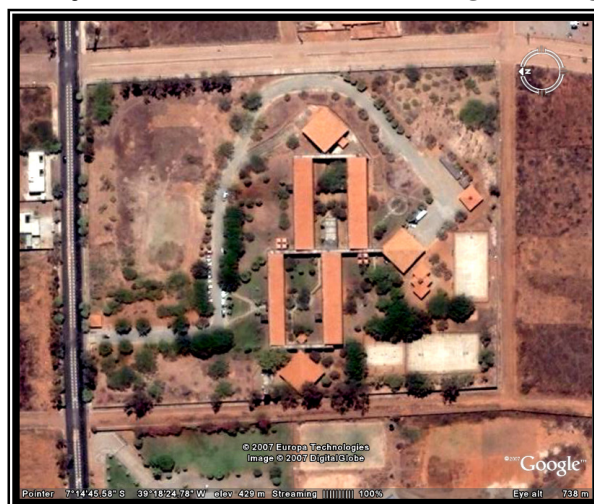
No que diz respeito à preocupação da aplicação do esgoto ao solo e as consequências que isso possa trazer ao mesmo, há que ser observados alguns parâmetros limitantes a fim de estabelecer a qualidade da água para o reuso agrícola, destacando-se o pH, cloretos e sódio (salinidade). Os cloretos devem situar-se entre 100 a 350 mg/L para culturas medianamente restritivas, sendo que concentrações abaixo de 100 mg/L não causam dano às culturas. Para o sódio o valor máximo admissível é de 70 mg/L. Há ainda que ser observados valores limites nas concentrações de ferro (máximo de 5,0 mg/L), pH (6,0 a 8,5), STD (500 a 2.000 mg/L) e SS (máximo de 30 mg/L) (MANCUSO et al., 2003).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Caracterização da área de estudo

O estudo está sendo realizado no campus do CEFET – CE em sua unidade na cidade de Juazeiro do Norte. A figura 1 mostra a disposição física das instalações do campus do CEFET-CARIRI georeferenciado nas coordenadas 007° 14' 44" S e 039° 18' 24" W.

Figura 1 – Caracterização da área de estudo do reuso integrado de águas residuárias e de chuva



Fonte (DIGITAL GLOBE, 2007)

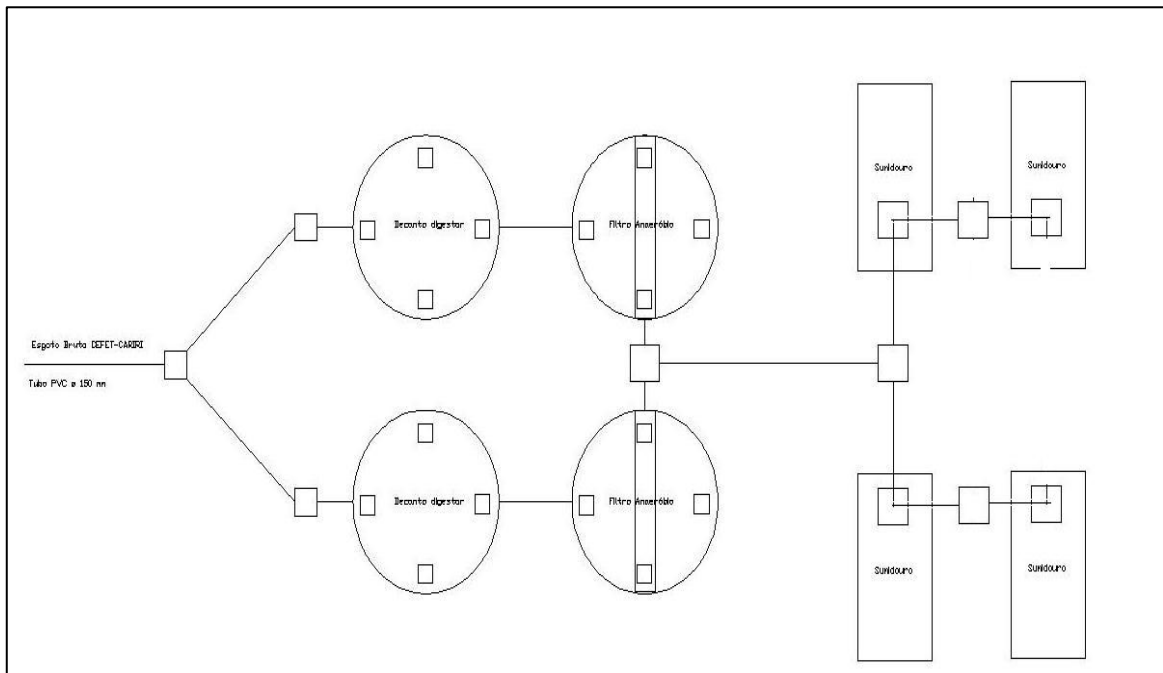
#### 3.2 Estação de Tratamento

A estação de tratamento do campus do CEFET CARIRI consta de um sistema de decanto-digestores (Fossas sépticas de câmaras múltiplas) seguidas por filtros anaeróbios. A figura 2 mostra a disposição construtiva do sistema em estudo.

#### 3.3 Sistema de captação de água de chuva (cisternas de armazenamento de amostras)

Objetivando simular as condições mínimas de armazenamento de água de chuva utilizada para diluição do efluente tratado dos esgotos, foi construída uma instalação para captação e armazenamento das águas pluviais no bloco III de salas de aula.

**Figura 2 – disposição construtiva do sistema de tratamento da área em estudo**



A figura 3 apresenta a disposição construtiva e localização do sistema de captação e armazenamento de amostras de água de chuva para promover a diluição dos efluentes.

**Figura 3 – disposição construtiva e localização do sistema de captação e armazenamento de água de chuva**



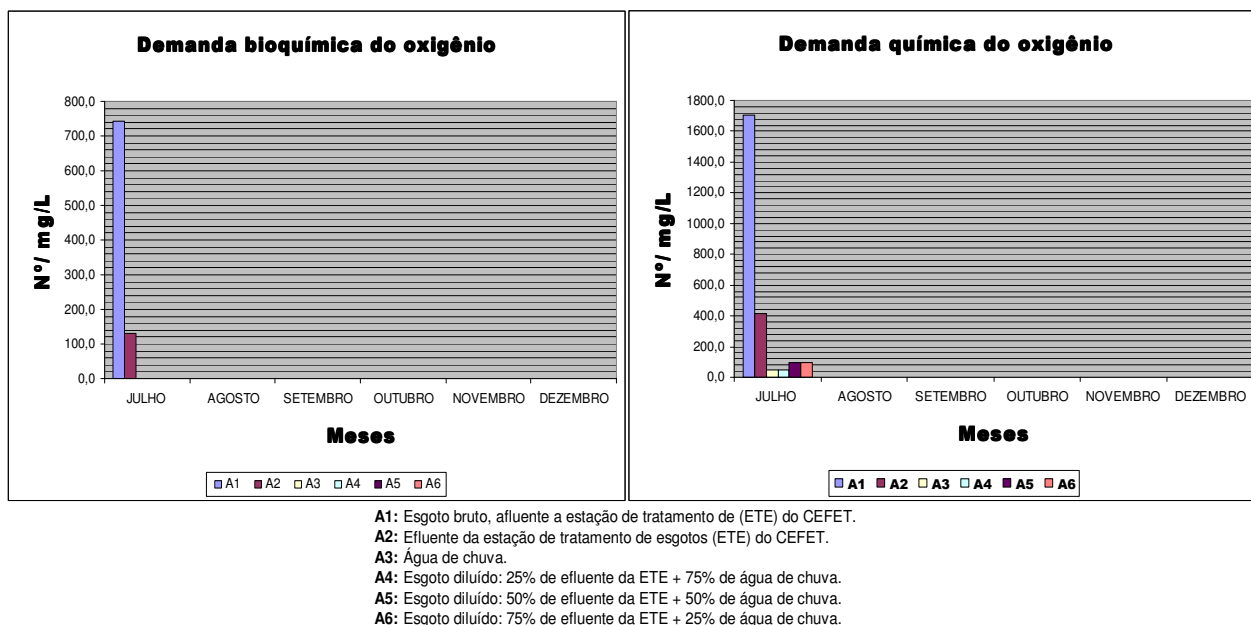
## **4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS**

### **4.1. Eficiência da Estação de Tratamento**

A ETE do Campus Cariri composta de uma bateria em paralelo de decanto-digestores seguidos de filtros anaeróbios apresentou boa eficiência na minimização de determinados parâmetros físico-químicos importantes para o reuso, tais como DBO, DQO e SST. Entretanto, alguns parâmetros não ficaram numa faixa adequada, tais como Cálcio, Cloretos, Condutividade, Magnésio, Potássio, Sódio e STD. Os dados apresentados a seguir, dizem respeito à amostra coletada no dia 10 de julho às 09:00 h.

Na figura 4 pode-se observar os níveis de DBO e DQO afluente e efluente à ETE, respectivamente de 742,6 mg/L e 131 mg/L (DBO) e 1707,7 mg/L e 415,4 mg/L (DQO), demonstrando uma eficiência de remoção da ordem de respectivamente 82,35 % e 75,67 %.

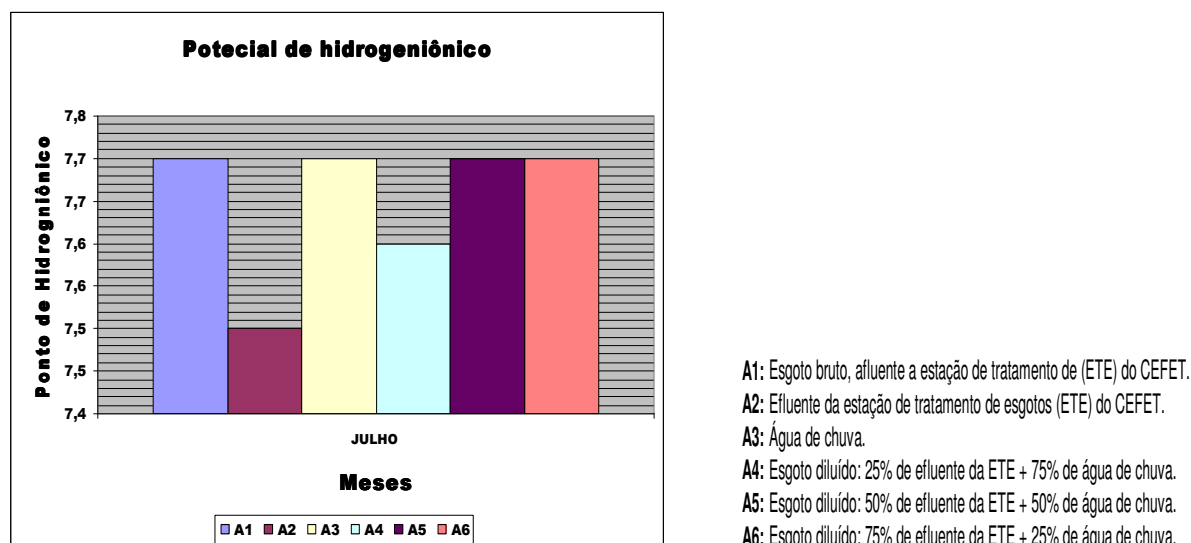
**Figura 4 – Remoção de DBO e DQO da ETE do Campus Cariri**



É possível observar, tomando-se como base o parâmetro da DBO afluente não diluída em água de chuva (131 mg/L), que a diluição na faixa de 50 % a 75 % poderá ajustar este parâmetro dentro da faixa normalmente solicitada pelas normas internacionais de pelo menos 10 a 30 mg/L para a rega paisagística. Isso pode ser observado a partir do parâmetro da DQO diluída de 50 % e 75 % que teve uma remoção de 94,59 % e 97,30 % respectivamente. Em virtude de problemas na diluição da DBO, não foi possível nesta amostra realizar o teste para as diluições previstas. As próximas coletas deverão evidenciar a hipótese aqui levantada.

O comportamento do pH mostrou-se estável dentro da neutralidade em relação às amostras de esgoto afluente, efluente e diluídos nas proporções 25 %, 50 % e 75 % de água de chuva. Os valores para as amostras A1, A2, A3, A4, A5 e A6 podem ser observados na figura 5.

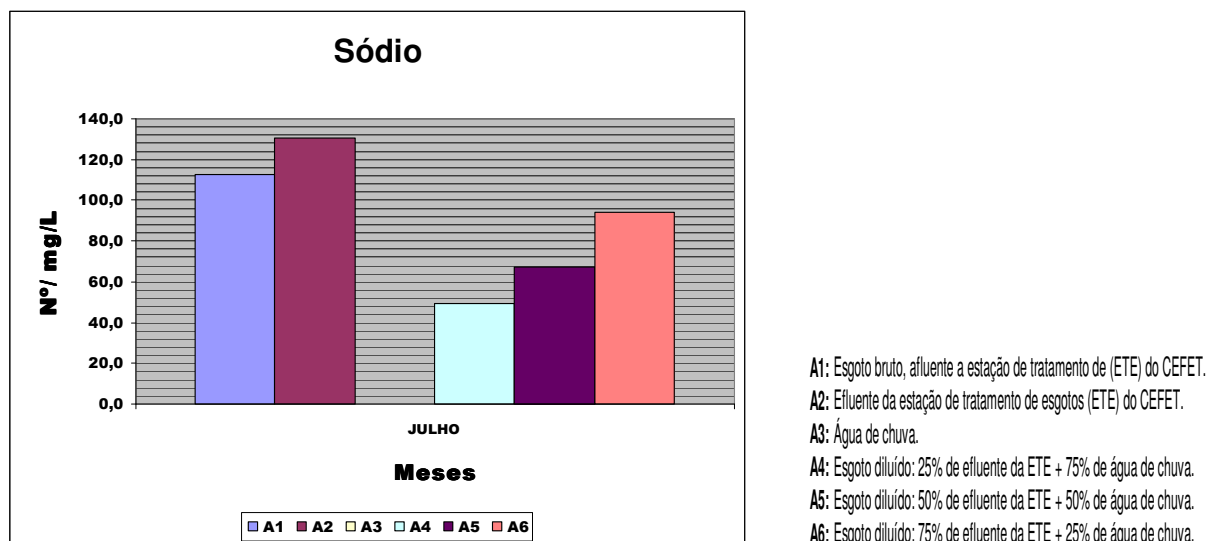
**Figura 5 – variação do pH para esgoto afluente, efluente e diluições 25 %, 50 % e 75 % de água de chuva**





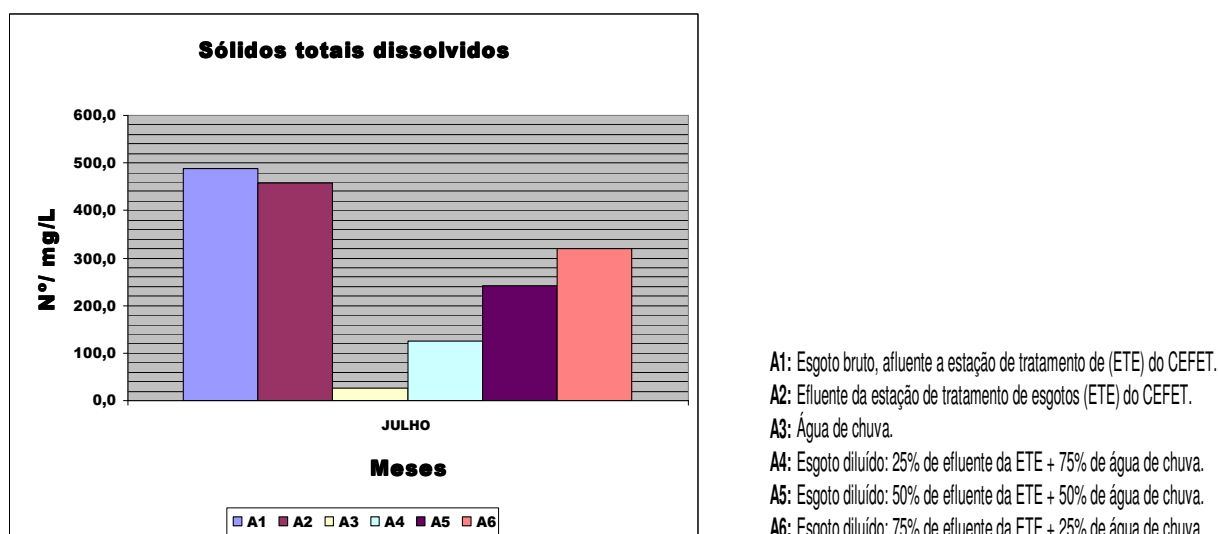
No tocante ao teor de sódio presente nas amostras, é possível observar que o tratamento não diminuiu o teor presente no efluente, aliás aumentando-o em pelo menos 16,10 %. Entretanto, como esperado, houve reduções significativas dos teores de sódio com a diluição do esgoto em água de chuva. A figura 6 mostra que para a diluição 25 % Esgoto + 75 % Água de Chuva (A1 x A4) houve uma depleção da ordem de 56,31 %, enquanto que para a diluição de 50 % (A1 x A5), a redução foi de 40,21 %. A diluição de 75 % de esgoto + 25 % de água de chuva não foi significativa, ficando em apenas 16,10 %. Considerando os limites recomendados para constituintes em águas de reuso para irrigação apresentados por Mancuso (2003) de no máximo 70 mg/L sem acarretar prejuízo á planta em razão da absorção foliar, a diluição de 50 % Esgoto + 50 % de Água de chuva atende perfeitamente a este fator restritivo.

**Figura 6 – Teor de sódio para esgoto afluyente, efluente e diluições 25 %, 50 % e 75 % de água de chuva**



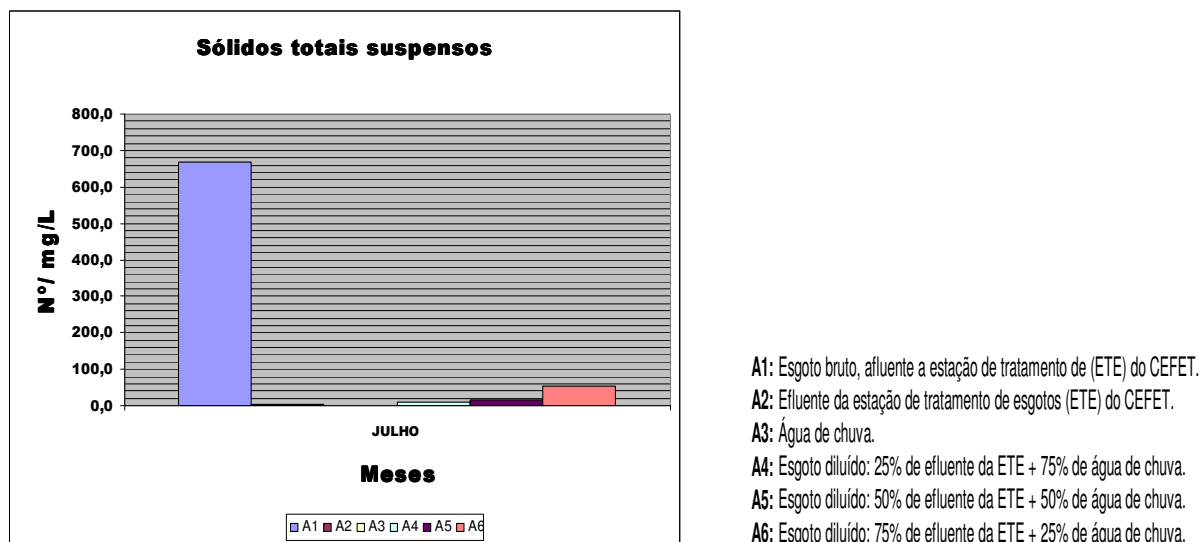
Os sólidos totais dissolvidos sofreram aumento no efluente da ordem de 6,14 %. Entretanto, a diluição de 25 % de esgoto + 75 % de água de chuva promoveu uma redução da ordem de 74,18 %, reduzindo de 488 mg/L para 126 mg/L, valores estes perfeitamente compatíveis com o limite recomendado para reuso. De fato, valores abaixo de 500 mg/L não apresentam qualquer efeito prejudicial observável para plantas. Só a partir deste valor até 1.000 mg/L é que as águas de irrigação podem afetar plantas sensíveis (USEPA, 1999, CROOK, 1993 *apud* MANCUSO et al., 2003) A figura 7 mostra os valores de Sólidos totais dissolvidos (STD) para o esgoto afluyente, efluente e para as diluições 25 %, 50 % e 75 % de água de chuva.

**Figura 7 – STD para esgoto afluyente, efluente e diluições 25 %, 50 % e 75 % de água de chuva**



Outro importante parâmetro a ser considerado no reuso para irrigação é o parâmetro de sólidos em suspensão (SS) cujo limite recomendado situa-se na faixa de 30 mg/L (ibidem), uma vez que o excesso de sólidos pode causar entupimento em orifícios em equipamentos de gotejamento e aspersão, além de acúmulo de lodo em reservatórios e outros danos. Os valores afluentes à ETE foi da ordem de 668 mg/L. O valor do efluente foi de apenas 4 mg/L, muito baixo nessa primeira análise. Observa-se ainda que a adição da água de chuva, nas diferentes proporções, adicionou sólidos à amostra para até 53 mg/L. Assim, na ETE, a eficiência de remoção para esta amostra foi de 99,40 %, um valor questionável. A diluição A5 (50 % x 50 %), com um valor da ordem de 17 mg/L, ajusta o parâmetro na faixa adequada de no máximo 30 mg/L, conforme observado na figura 8.

Figura 8 – SS para esgoto afluente, efluente e diluições 25 %, 50 % e 75 % de água de chuva



Por fim, um fator limitante ao reuso para irrigação é a presença de cloretos nas águas residuárias que é um fator contribuinte para a salinização do solo, inviabilizando a fertirrigação. Valores situados na faixa de 100 a 350 mg/L tem sido reportados pela USEPA (1999) *apud* Mancuso et al. (2003). Valores abaixo de 100 mg/L não produzem qualquer efeito prejudicial às plantas fertirrigadas, enquanto que valores acima de 100 podem causar problemas de adsorção foliar e, em menor grau, de absorção pela raiz. Acima de 350 mg/L, problemas mais graves podem ocorrer. Conforme se observa, A diluição A6 mostra uma concentração de apenas 112,60 mg/L, apenas 12,60 mg/L acima do valor mínimo adequado para o qual não haveria qualquer problema na fertirrigação, e ainda, situado numa faixa admissível e recomendada pela USEPA. A diluição A5, mostra um valor da ordem de 79,60 %, bem abaixo dos 100 mg/L abaixo dos quais não há qualquer risco de salinização do solo em escala significativa. A diluição A4, por sua vez, apresenta um valor confortável na aplicação, da ordem de 42,50 mg/L. A eficiência na remoção de cloretos da diluição A4 foi da ordem de 77,54 %, contra 57,66 % da diluição A5 (50 %), o que aponta na direção da concretização do uso da diluição com água de chuva para abatimento dos parâmetros importantes que limitam o uso de efluentes de esgotos no reuso de irrigação.

A partir das amostras dos meses subsequentes, poderemos estabelecer a eficácia da prática de integração do reuso de águas residuárias diluídas em água de chuva, com a verificação do principal fator limitante, isto é, dos coliformes fecais, embora, num primeiro momento, os resultados apontem na direção da viabilidade de sua aplicação, uma vez que o parâmetro sanitário epidemiológico de menos de 1 ovo de helminto/L tenha sido conseguido já nesta primeira amostra.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise dos principais parâmetros requeridos para avaliação da aplicação da prática de fertirrigação com esgotos, e considerando os limites recomendados pelos autores e pesquisadores da área de reuso em nível internacional, podemos concluir, a priori o seguinte:



- A Estação de Tratamento apresentou boa eficiência na remoção da DQO 75,67 %, enquanto, para este parâmetro, a diluição de 50 %, mostrou eficiência muito satisfatória da ordem de 94,59 %, e para diluição de 75 % de água de chuva, significativos 97,30 %;
- A eficiência de remoção de DBO, da ordem de 82,35 % mostra-se compatível com o tipo de estação de tratamento investigada. Considerando os efeitos de diluição sobre a DQO, é provável que a diluição de 75 % de água de chuva possa ajustar a DBO para valores aceitáveis para o reuso de áreas paisagísticas (30 mg/L);
- A aplicação de água de chuva ao efluente não alteraram significativamente o valor do pH, mantendo-se na faixa da neutralidade com um valor médio de 7,70, levemente alcalino.
- A diluição de 50 % E + 50 % AC mostram uma eficiência de remoção de sódio da ordem de 40,21 %, o suficiente para ajustar o parâmetro na faixa de 67,20 mg/L, isto é, abaixo do limite recomendado para sódio de 70 mg/;
- Os valores para sólidos totais dissolvidos debilitaram significativamente para a diluição de 75 % de água de chuva, na faixa de 126 mg/L, mais do que suficiente para atender ao parâmetro exigido 500 mg/L. A diluição mínima proposta de 25 % AC, com uma eficiência de apenas 34,42 % de remoção, já introduz o parâmetro na faixa admissível com 320 mg/L.

## REFERÊNCIAS

CROOK, J. **Crítérios de Qualidade da água para Reuso**. Tradução de Hilton Felício dos Santos. Revista DAE, São Paulo, n 174, v 53, 1993

GROUP RAINDROPS. *Aproveitamento da água da chuva*. Makoto Murase (Org.). Tradução: Massato Kobiyama; Cláudio Tsuyoshi Ushiwata; Manoela dos Anjos Afonso. Tradução de: Yatte Miyo Amamizu Riyo. Curitiba: Organic Trading, 2002, 196p.

HESPAHOL, I. *Aspects of Wastewater Reuse*. Instituto Mexicano de Tecnologia de água (IMTA ). Jiutepec, México. 1997

MANCUSO, P. C. S., DOS SANTOS, H. F., editores. **Reuso de Água**. Barueri, SP: Manole, 2003. ISBN 85-204-1450-8. 576p.

NÓBREGA, R. L. B. *et. al.*, *Um sistema para captação de águas de chuva em áreas urbanas*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA. 5. 2005. Anais... Teresina, 2005.

OLIVEIRA Jr.; DA SILVA, C. L.; DE SOUZA, T. L. C; DA SILVA, C. R. F. Estudo do potencial de reuso integrado de águas pluviais. Resumo expandido. VII ENCONTRO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO - VII ENPPG VII ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA - VII ENICIT. Anais. Fortaleza – CE, 2007.

SOUSA, J. T. de; LEITE, V.D. *Tratamento e Utilização de Esgotos Domésticos na Agricultura*. Campina Grande: Ed. EDUEP, 135p. 2003.

SOUSA, José Tavares de et al . *Tratamento de esgoto para uso na agricultura do semi-árido nordestino*. Eng. Sanit. Ambient., Rio de Janeiro, v. 10, n. 3, 2005. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-41522005000300011&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522005000300011&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 23 Jan. 2007. doi: 10.1590/S1413-41522005000300011.

## **AGRADECIMENTOS**

Sou grato ao Criador de toda a Verdadeira Ciência, que me tem fortalecido vez após vez, cumprindo suas fiéis e irrevogáveis promessas;

Agradeço à Diretoria de Pós-Graduação do Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará pelo apoio à esta pesquisa;

Agradeço ao meu colega bolsista pesquisador Tácio Luiz pela empolgação e animador despertamento acadêmico;

Agradeço ao Diretor Prof. M.Sc. Raimundo de Sá Barreto da FATEC – Faculdade Tecnológica CENTEC pela parceria institucional valiosíssima;

Agradeço à Prof. Dra. Gorete, coordenadora do Laboratório da FATEC pela sua presteza e gentileza sem par.

Sou extremamente grato aos pesquisadores laboratoristas Pedro Herlisson, Vagner e Gabriela, pela disposição e comprometimento com esta pesquisa, injustiçados neste artigo por circunstâncias temporais, pois merecidamente figurariam entre os autores do mesmo.