



XI SILUBESA

Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

28/03 a 02/04/2004 - Natal - Rio Grande do Norte - Brasil

II-023 – CARACTERIZAÇÃO DO EFLUENTE DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO PONTA NEGRA, VISANDO SUA REUTILIZAÇÃO EM IRRIGAÇÃO DE CANTEIROS PÚBLICOS NA CIDADE DE NATAL – RN

Luiz Pereira de Brito⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Mestre em Engenharia Química pela Universidade Federal da Paraíba. Doutor com Pós Doutorado em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Politécnica de Madrid. Professor Adjunto IV da UFRN/Programa de pós-graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental.

Juliana Delgado Tinoco

Engenheira Civil pela Universidade Potiguar do Rio Grande do Norte. Mestre em Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Cibele Gouveia Costa

Graduanda do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Bolsista de Iniciação Científica da UFRN.

Endereço⁽¹⁾: Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Centro de Tecnologia – Laboratório de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – Natal – RN – CEP:59.072-970 – Brasil – Tel.: (84)215-3775/3766 – Fax: (84)215-3768/3703

 lbrito@ct.ufrn.br

RESUMO

A reutilização de água de qualidade inferior em atividades menos exigentes é primordial nos dias de hoje, visto que mais de um terço do planeta se encontra em situação de escassez de recursos hídricos, seja por falta absoluta de água ou pela contaminação das fontes naturais. Neste sentido, o presente trabalho tem por objetivos: caracterizar o efluente da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) Ponta Negra, propor um sistema de pós-tratamento e estabelecer padrões de qualidade que assegurem a sua reutilização em irrigação de canteiros públicos na Cidade de Natal – RN, sem causar danos à saúde da população e dos envolvidos diretamente com a operação do sistema. A pesquisa foi realizada no período de março a setembro de 2002, durante o qual foram monitorados parâmetros microbiológicos (coliformes totais, *Escherichia coli* e ovos de helmintos) e físico-químicos (oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio solúvel e total, demanda química de oxigênio, formas de nitrogênio, fósforo total, pH, sólidos em suspensão totais, odor turbidez, temperatura e condutividade elétrica), escolhidos conforme sua importância para o reúso em irrigação. Os resultados obtidos foram comparados com padrões de qualidade previamente estabelecidos e expressam a viabilidade técnica para a reutilização do efluente da ETE Ponta Negra em irrigação urbana, sendo necessário alguns tratamentos adicionais. Dentro dos critérios adotados, o efluente final necessita passar por unidades de pós-tratamento compostas de coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção.

PALAVRAS-CHAVE: Reutilização, Água Residuária, Critérios de Qualidade, Reúso Urbanos, Tratamento de Efluentes.

INTRODUÇÃO

A água é um elemento essencial à vida, tanto como constituinte biológico dos seres vivos, como meio de vida de várias espécies vegetais e animais, como elemento representativo de valores sociais e culturais e até como fator de produção

de vários bens de consumo final e intermediário.

Com o aumento da densidade demográfica e, conseqüentemente da urbanização, os mananciais começaram a ter sua qualidade deteriorada havendo sérios prejuízos à saúde das populações e das atividades econômicas. Esse fato aliado a grande demanda por água, gerada pelo aumento do consumo para fins domésticos e na produção de alimentos e produtos industrializados, têm reduzido ou até mesmo esgotado as disponibilidades de água superficial e subterrânea.

O Brasil dispõe de aproximadamente 8% do total de água doce do planeta, porém desigualmente distribuídos no território nacional. A Amazônia detém cerca de 70% da reserva hídrica do País, enquanto que outras regiões, como o semi-árido nordestino, apresentam graves situações de escassez relativa de água (BASTOS, *et. al.*. 2003).

Portanto, a escassez dos recursos hídricos associados à poluição ambiental exige soluções que possam adequadamente integralizar os resíduos líquidos gerados nos centros urbanos, em sua maioria causadores da degradação dos mananciais, com a crescente busca pela água. No setor urbano, o efluente pode ser empregado, entre outros, na irrigação de áreas verdes, limpeza de vias públicas, descarga de sanitários e sistemas contra incêndios.

A reutilização de águas residuárias tratadas pressupõe riscos sanitários, no entanto, devidamente tratadas e controladas, em áreas onde os recursos hídricos são limitados podem ser aproveitadas como um recurso não convencional. O nível de tratamento exigido dependerá do uso proposto, devendo, no entanto, apresentar características físicas, químicas e biológicas que assegurem a proteção da saúde pública.

A utilização de esgotos tratados na irrigação é uma prática corrente em vários países como EUA, Israel, Austrália, Japão, Espanha, Alemanha. Os exemplos em todo mundo abrangem desde a reutilização planejada como parte de políticas governamentais de otimização de recursos hídricos, até as práticas espontâneas por parte de alguns agricultores com riscos sérios para a saúde pública. No Brasil, a reutilização de efluentes ocorre, em geral, de forma não controlada sem nenhum controle técnico e sanitário.

Neste contexto, a reutilização de águas residuárias tratadas para irrigação de canteiros públicos na cidade de Natal, pode ser considerada como uma atividade sustentável, uma vez que restringe o uso da água potável para fins menos nobres. O reúso de esgotos deve abranger, os seus inter-relacionamentos com as peculiaridades ambientais e socioculturais, tendo em vista alcançar e garantir, prioritariamente, a qualidade de vida da população.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Ponta Negra, localizada no bairro de Ponta Negra, zona sul da cidade de Natal, no Estado do Rio Grande do Norte.

Segundo dados da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN), o clima dessa região é o tipo tropical úmido, com temperaturas médias anuais de 26,8 °C, com máximas de 31,3 °C e mínimas de 21,3 °C registrados de 1960 a 1990. A umidade relativa média do ar é de 78,14% e os meses mais quentes do ano são janeiro, fevereiro, março e dezembro e os mais frios correspondem à estação chuvosa, no período de junho, julho e agosto. A precipitação pluviométrica anual média situa-se em 1454,3 mm e evaporação média anual é de 1689,6 mm. A região apresenta um regime de ventos moderados com predominância na direção sudeste e velocidade variando numa faixa de 3,6 a 12,6 m/s. A pressão atmosférica média anual é igual a 1007,5 milibares e a média anual de insolação é de 2792,3 horas.

A ETE Ponta Negra é composta de um tratamento preliminar, constituído de grades para retenção de material grosseiro, por duas caixas de areia operando alternadamente, por uma calha Parshall e um conjunto de três lagoas de estabilização/oxidação de esgotos, dispostas em série, passando de uma lagoa para outra após um período de detenção, até atingir níveis adequados de lançamento, como é mostrado no esquema da figura 01. Os efluentes tratados são dispostos no solo, em um sistema de infiltração direta. As características físicas do sistema de lagoas de estabilização se encontram na tabela 01.

A ETE Ponta Negra foi projetada para atender uma população de 33.514 habitantes, na fase final de ligações, com uma vazão média afluente de 95 l/s (ENGESOFT, 1998). Atualmente, a estação está operando com aproximadamente 43,35% de sua capacidade, que corresponde a uma vazão média de 41,18 l/s.

Tabela 01 - Características físicas das lagoas de estabilização da ETE Ponta Negra.

Reator	Área a meia profundidade (m ²)	Profundidade (m)	Tempo de detenção Hidráulica ¹ (dias)	Tempo de detenção Hidráulica ² (dias)	Volume (m ³)	Área do fundo (m ²)
Lagoa Facultativa	51.707,31	2,00	12,60	29,06	103.414,63	49.665,00
Lagoa de Maturação I	27.360,00	1,50	5,00	11,53	41.040,00	26.427,00
Lagoa de Maturação II	27.360,00	1,50	5,00	11,53	41.040,00	26.483,00
Total	106.427,30	-	22,60	52,12	185.494,83	102.575,00

Fonte: Adaptado de Silva (2000).
¹ tempo de detenção hidráulica de projeto
² tempo de detenção hidráulica atual

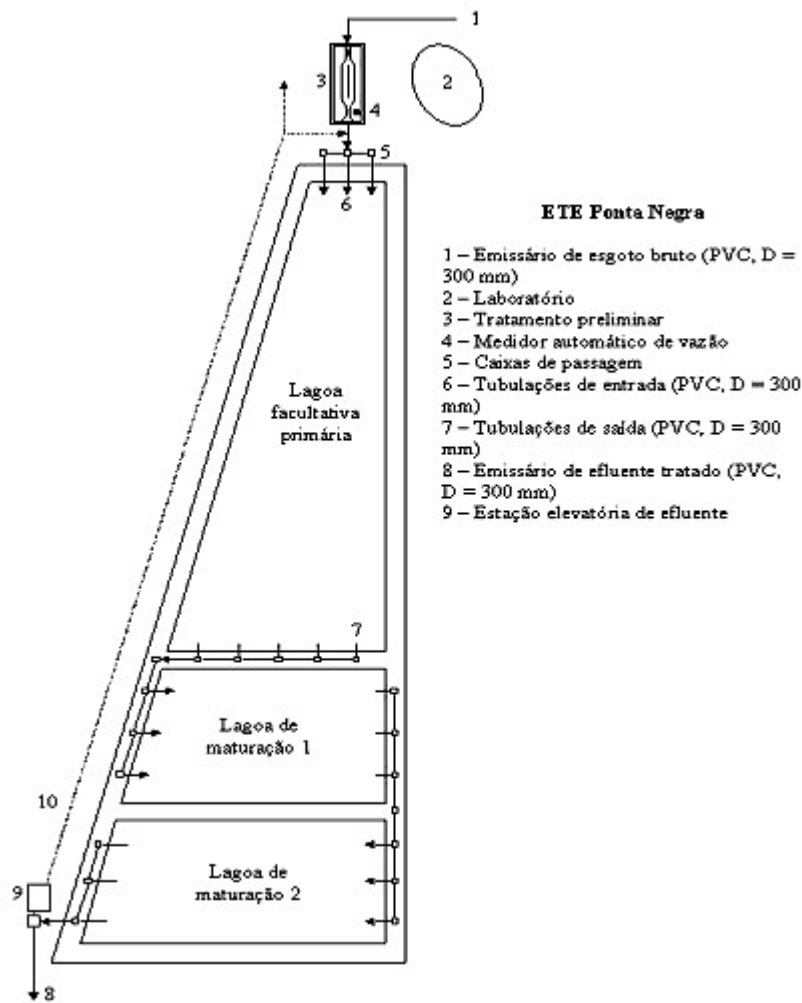


Figura 01 – Esquema da Estação de Tratamento de Esgoto Ponta Negra.

Com vistas a reutilizar o efluente da ETE Ponta Negra em irrigação de canteiros, foram estabelecidos padrões de qualidade da água com base em Normas e Regulamentos de outros países, como: Estados Unidos da América, Japão, Espanha, Alemanha, Austrália e da OMS, uma vez que o Brasil ainda não dispõe de resoluções que estabeleçam a utilização de águas residuárias tratadas.

Foi definido um ponto de coleta da amostragem na lagoa de maturação II, na última caixa de passagem anterior a Estação Elevatória (EE), de circulação do sistema. Os procedimentos de coleta, preservação e armazenamento das amostras foram realizados conforme a orientação de APHA *et al.* (1992).

A escolha das variáveis monitoradas foi feita tendo em vista sua importância para o reúso em irrigação. Os parâmetros analisados foram de natureza microbiológica e físico-química. São eles: coliformes totais (CT), *escherichia coli* (*E. Coli*), ovos de helmintos, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) solúvel e total, demanda química de oxigênio (DQO), formas de nitrogênio, fósforo total (PT), pH, sólidos em suspensão totais (SST), odor, turbidez (Tur), temperatura (T) e condutividade elétrica, com vistas a comparar com os padrões de qualidade previamente estabelecidos para reúso agrícola. A tabela 02 indica o método utilizado em cada parâmetro.

Tabela 02 - Características físicas das lagoas de estabilização da ETE Ponta Negra.

Parâmetros	Metodologia Utilizada
PH	pHmetro de bancada
Odor	Percepção <i>in loco</i> (presença ou ausência de odor)
Temperatura	Termômetro de filamento de mercúrio
Turbidez	Absorbância (com auxílio de um espectrofotômetro digital)
Condut. Elétrica	Condutivímetro de bancada
Sólidos Susp. Totais	APHA, <i>et al.</i> (1992)
Oxig. Dissolvido	Método Titulométrico de Winkler Modificado com Azida de Sódio – APHA, <i>et al.</i> (1992)
DBO	Método dos Frascos Padrões, com incubação a 20°C, durante 5 dias – APHA, <i>et al.</i> (1992)
DQO	Método Titulométrico de Refluxo Fechado – APHA, <i>et al.</i> (1992)
Nitrato	Método Colorimétrico do Salicilato de Sódio – RODIER (1981)
Nitrito	Método da Sufanilamida – RODIER (1981)
Nitrog. Amoniacal	Método do Macro-Kjedhal – APHA, <i>et al.</i> (1992)
Nitrog. Orgânico	Método do Macro-Kjedhal – APHA, <i>et al.</i> (1992)
Fósforo Total	Método da Digestão em Meio Ácido (ácidos sulfurico e nitrico) – APHA, <i>et al.</i> (1992)
Coliformes Totais	Substrato Cromogênico – APHA <i>et al.</i> (1998)
<i>Escherichia coli</i>	Substrato Cromogênico – APHA <i>et al.</i> (1998)
Helmintos	Sedimentação de Sólidos Contendo Ovos de Helmintos – Desenvolvido por Bailenger (WHO, 1989) e modificado por Ayres & Mara em 1996 (GRILLO JÚNIOR, 2000)

Fonte: Tinôco,2003

Todas as análises, com exceção da identificação de ovos de helmintos foram realizadas no Laboratório Central da CAERN. As identificações de ovos de helmintos foram efetuadas no Laboratório de Parasitologia do Departamento de microbiologia e Parasitologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Para conhecer a área passível de ser irrigada com a vazão efluente atual da ETE Ponta Negra, realizou-se medições em campo das áreas superficiais dos canteiros, utilizando-se trenas de 20 m para medições das larguras e veículo capacitado de odômetro com leitura em metros para quantificação da extensão, bem como, dados de projetos cedidos pela Secretaria Municipal de Serviços Urbanos (SEMSUR). Por fim, utilizou-se como base de cálculo, uma aplicação de regadio de 9 mm/dia (1 l/s.ha), com o sistema funcionado 24 horas por dia, considerando como adequado para o desenvolvimento da maioria das culturas de jardinagem.

O pós-tratamento foi determinado com base nos rendimentos teóricos obtidos na literatura garantindo assim a adequação do efluente da ETE Ponta Negra aos padrões de qualidade previamente estabelecidos.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os padrões de qualidade (tabela 03) da água residuária foram escolhidos de acordo com as características do uso proposto (irrigação de canteiros públicos), procurando proporcionar, os menores custos de capital e operacionais, com o máximo de proteção aos grupos de risco envolvidos.

Os dados amostrais obtidos no monitoramento da ETE Ponta Negra, foram submetidos à análise estatística descritiva, gerando um resumo sobre tendência central expresso na tabela 03 como valor médio obtido.

Tabela 03 – Padrões recomendados para o reúso em irrigação urbana e dados amostrais do efluente final da ETE Ponta Negra.

Parâmetros	Valores Médios	Padrões
	Obtidos	Recomendados
PH	7,22	6 – 9
Odor	Ausente	Ausente
Temperatura	26,8 °C	-
Turbidez	193,36 uT	≤ 10 uT
Condutividade Elétrica	419,38 μ S/cm	250 a 750 μ S/cm
Sólidos Suspenso Totais	108,79 mg/L	≤ 30 mg/L
Oxigênio Dissolvido	2,29 mg/L	-
Demanda Bioquímica de Oxigênio Total	55,23 mg/L	≤ 25 mg/L
Demanda Bioquímica de Oxigênio Solúvel	36,67 mg/L	≤ 25 mg/L
Demanda Química de Oxigênio	171,76 mg/L	-
Nitrogênio Total	3,74 mg/L	≤ 15 mg/L
Fósforo Total	5,28 mg/L	≤ 4 mg/L
Coliformes Totais	2,33 x 10 ⁵ CT/100mL	-
<i>Escherichia coli</i>	2,98 x 10 ³ <i>E.coli</i> /100mL	≤ 10 ³ <i>E.coli</i> /100 mL
Helmintos	Ausente	< 1 ovo de nematóide/L

Fonte: Tinôco, 2003

(-) Não definidos

Na figura 02 estão apresentados os valores obtidos de Coliformes Totais (valor máximo 1,41 x 10⁷/100mL, mínimo 1,46 x 10³/100mL e média 2,33 x 10⁵ CT/100mL) e *Escherichia coli* (valor máximo 1,55 x 10⁵/100mL, mínimo 2,60 x 10²/100mL e média 2,98 x 10³ *E.coli*/100mL) em cada coleta. Percebe-se que os mesmos são bastante elevados se comparados com os valores permitidos pelas legislações consultadas, até mesmo as mais permissivas (OMS – 1000 CF/100mL).

Em todas as amostras do efluente tratado da ETE de Ponta Negra, não houve presença de larvas ou ovos de qualquer espécie de helminto. O fato de se conseguir tal eficiência de remoção se deve, principalmente, ao tempo de detenção hidráulica de 29,06 dias na 1ª lagoa.

A figura 03 apresenta os valores obtidos de pH, temperatura e OD, em cada coleta. Os valores de pH permaneceram praticamente constantes e próximos da condição básica, propiciando assim a utilização do efluente de irrigação, uma vez que o mesmo não causaria qualquer problema de corrosão nas tubulações e/ou equipamentos de sistema de irrigação.

Os valores da temperatura da água apresentaram amplitude de 5 °C, com mínima de 24,5°C e máxima de 29,5°C. Os altos valores da temperatura se associam com a temperatura ambiente da região, com médias anuais de 26,5°C, mínimas de 21,3 °C e máximas de 31,3 °C. Por outro lado, influenciou também o horário de coleta, geralmente entre 8:30 e 11:00 horas, horário de forte insolação. Não haveria qualquer restrição na utilização do efluente para irrigação dos canteiros, uma vez que a vegetação existente é irrigada com águas com temperaturas próximas à do ambiente.

Em 95% das amostras pesquisadas não se detectou odores. Mesmo não representando risco potencial à saúde da

população este parâmetro foi considerado, levando em conta a sensação de bem estar e aceitação pública.

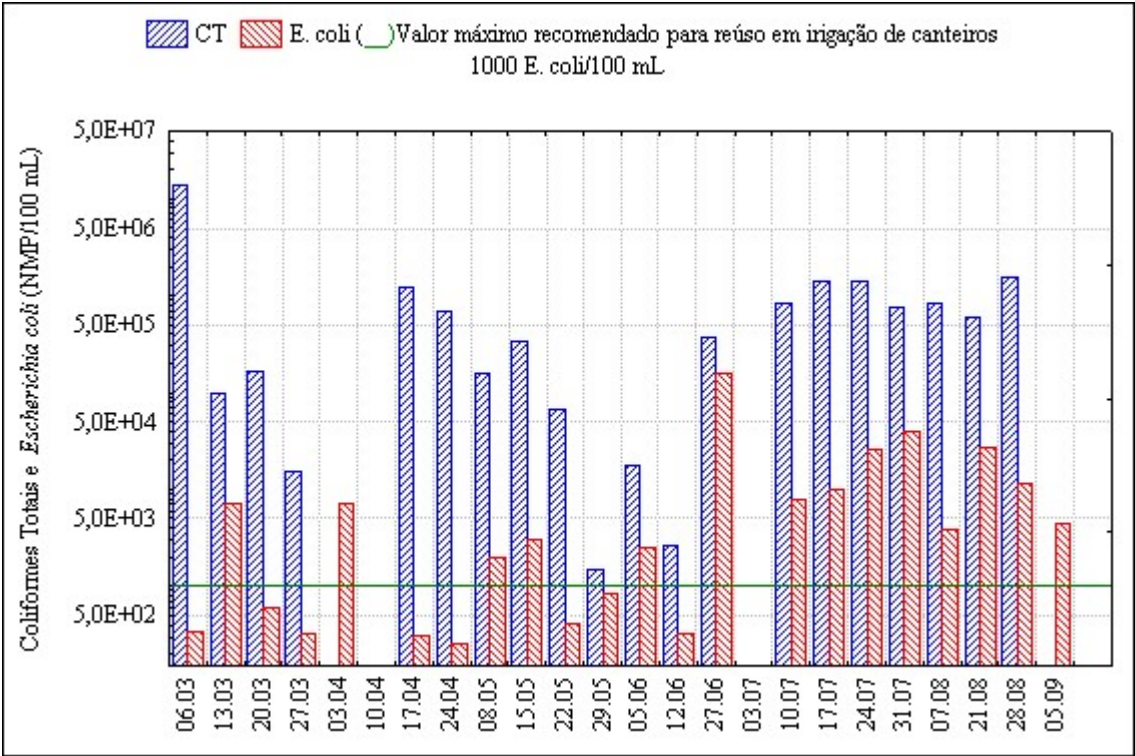


Figura 02 – Variação Temporal de Coliformes Totais e *Escherichia coli*.

Fonte: Tinôco,2003

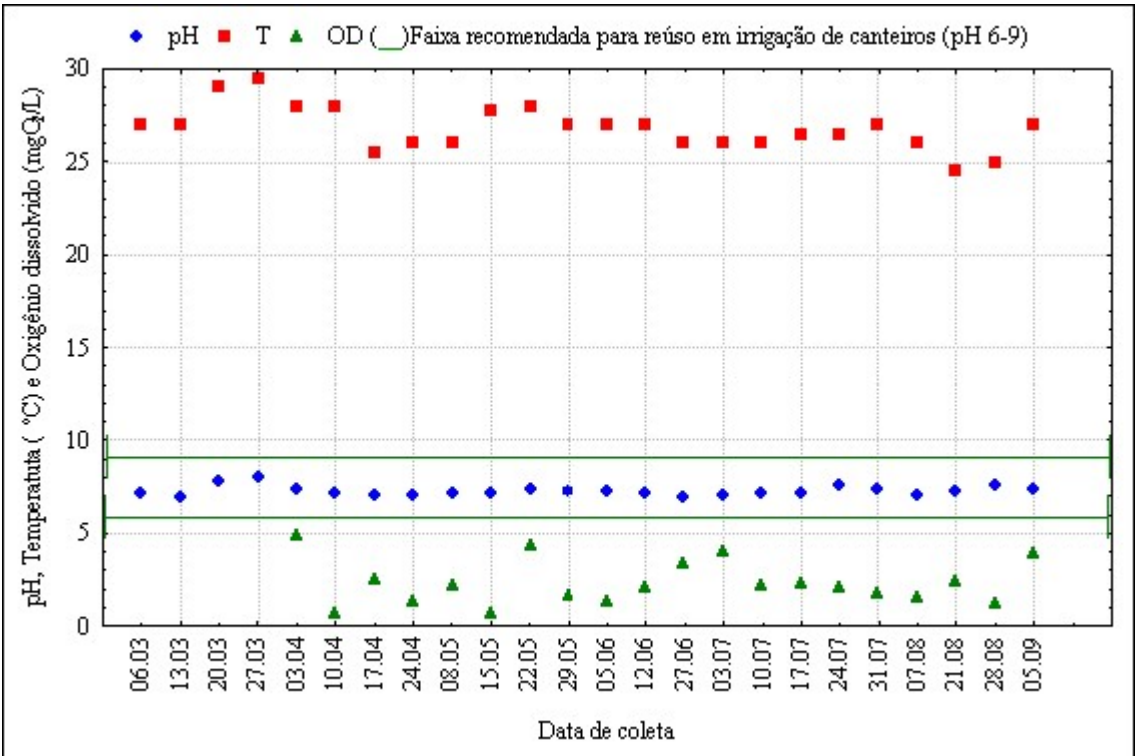


Figura 03 – Variação temporal de pH, temperatura e oxigênio dissolvido.

Fonte: Tinôco,2003

Na figura 04 estão apresentados os valores de Turbidez e Sólidos Suspensos Totais, obtidos em cada coleta. Os valores de Turbidez (mínimo de 89,60 uT, máximo de 316 uT e médio 193,36 uT) estão muito acima dos valores determinados para reúso. A turbidez não traz inconveniente sanitário direto. Porém, é esteticamente desagradável na água para irrigação e os sólidos em suspensão podem servir de abrigo para microrganismos patogênicos. Os valores obtidos de sólidos suspensos também foram elevados, variando de 42 mg/L a 249 mg/L e não homogêneos. Com valor médio de 108,79 mg/L, muito acima dos valores permitidos para reúso. O teor da matéria sólida em suspensão pode gerar um possível risco sanitário para a população, como também, para os trabalhadores envolvidos no processo de irrigação. Os sólidos em suspensão podem servir de abrigo para microrganismos patogênicos e conseqüentemente, propagar enfermidades.

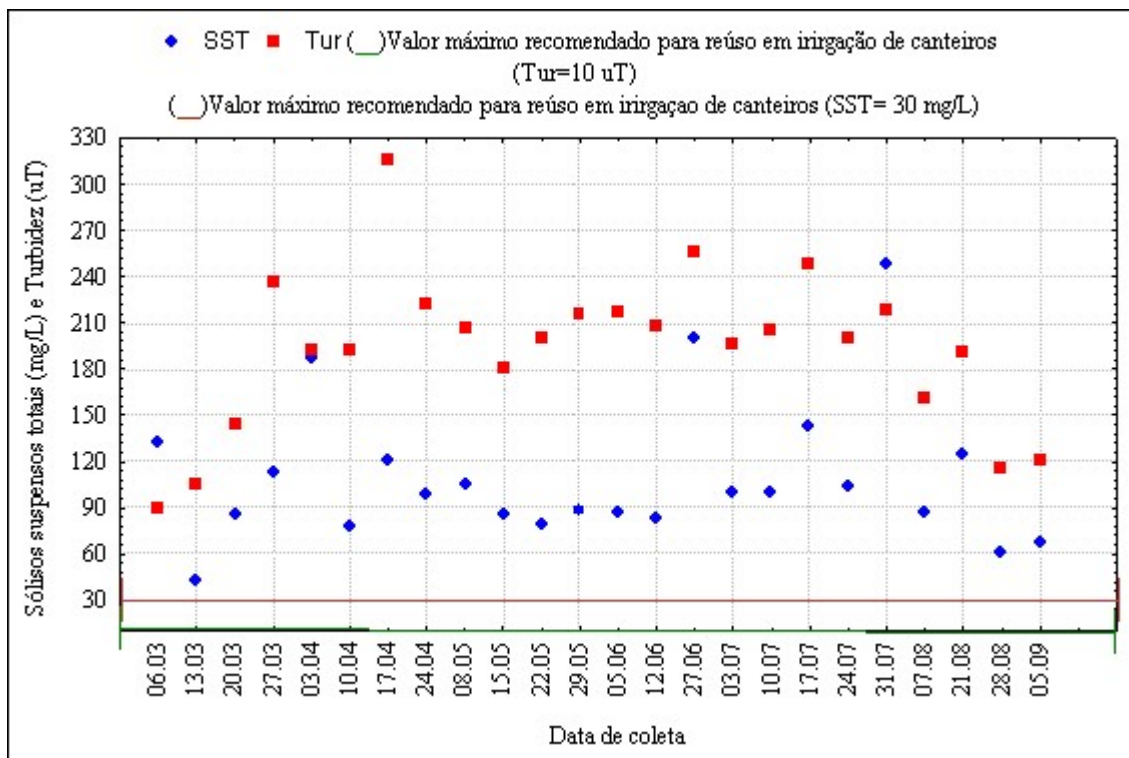


Figura 04 - Variação temporal de turbidez e sólidos em suspensão totais.

Fonte: Tinôco,2003

A figura 05 permite verificar a não homogeneidade das amostras no que se diz respeito a condutividade elétrica (variando entre 375 μ S/cm e 546 μ S/cm). Segundo Bernardo (1987) esse efluente se caracteriza como de pouca probabilidade para causar problemas de salinização. Os valores de condutividade elétrica proporcionam grau de restrição para irrigação de solos com permeabilidade extremamente baixa. Em geral, o solo característico da cidade de Natal é do tipo areia quartzosa distrófica de grande permeabilidade e, predominantemente, cultivam-se, nos canteiros, gramíneas e arbustos considerados tolerantes aos sais.

A figura 06 apresenta a distribuição temporal dos valores de DBO₅ total e solúvel e DQO. Nota-se que os valores de DBO₅ e DQO não estão compatíveis com os valores determinados para este tipo de reúso (irrigação de canteiros). A relação média da DQO/DBO₅ foi de 3,1. Para esgotos domésticos brutos, a relação da DQO/DBO₅ varia em torno de 1,7 a 2,4. Na medida que o esgoto passa pelas diversas unidades da estação de tratamento, a tendência para a relação é de aumentar, devido a redução paulatina da fração biodegradável, ao passo que a fração inerte permanece aproximadamente inalterada. Assim, o efluente final do tratamento biológico possui valores da relação DQO/DBO₅ superiores a 3,0.

A figura 07 apresenta os valores obtidos de Nitrogênio Total e Fósforo Total, em cada coleta. Os valores de Nitrogênio Total (varia de 0,9mg/L a 10,0mg/L) foram relativamente baixos podendo assim o efluente ser reutilizado para irrigação sem restrições. Os valores de Fósforo Total (varia de 3,97mg/L a 6,87mg/L) estão um pouco superior ao

critério adotado. O excesso de fósforo aplicado com a irrigação pode ser controlado, aplicando a lâmina mínima de irrigação requerida pelas culturas existentes nos canteiros (em sua maioria gramas e arbustos), no qual, apresentam elevada capacidade de assimilação de nutrientes. Outra alternativa, é a eliminação do fósforo pela precipitação química ou tratamentos biológicos específicos.

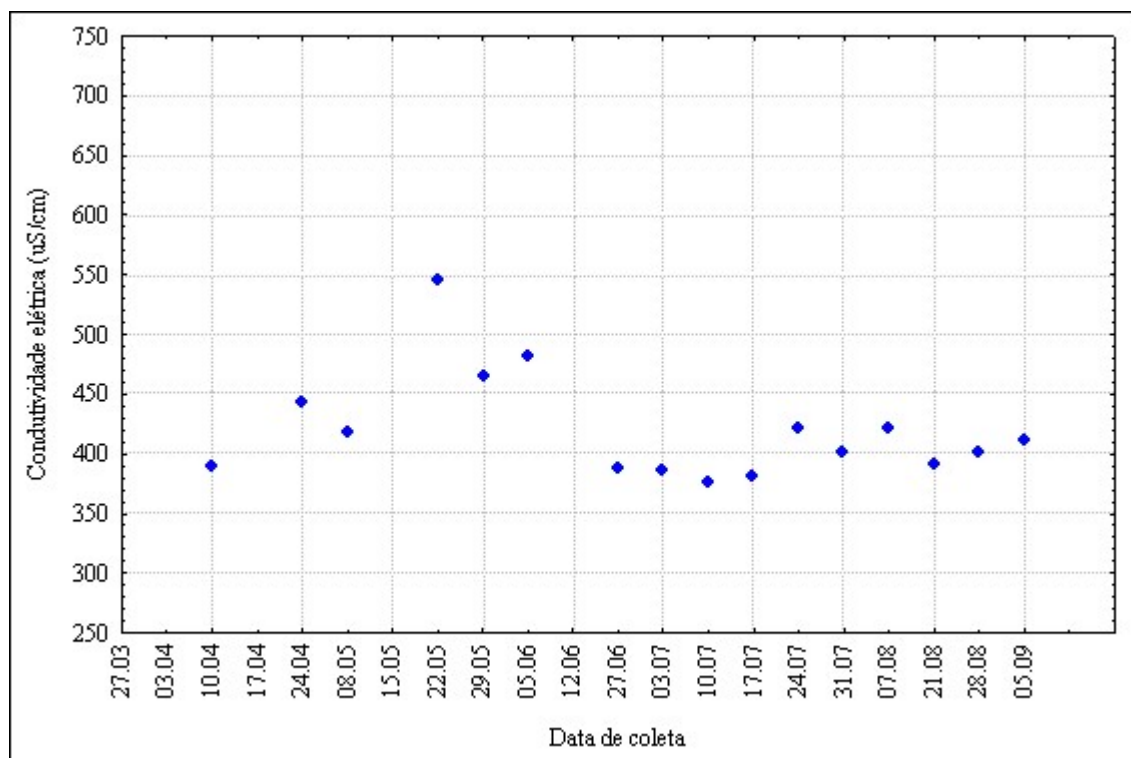


Figura 05 - Variação temporal de condutividade elétrica.

Fonte: Tinôco, 2003

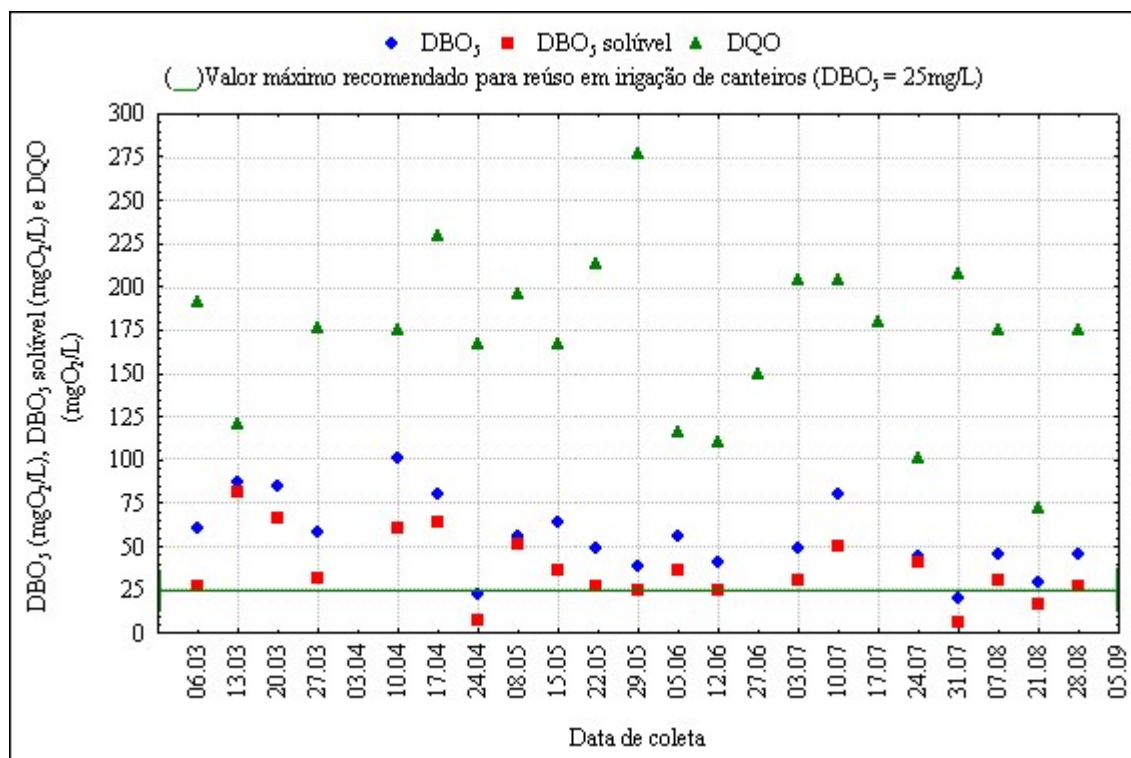


Figura 06 - Variação temporal de DBO₅, DBO₅ solúvel e DQO.

Fonte: Tinôco,2003

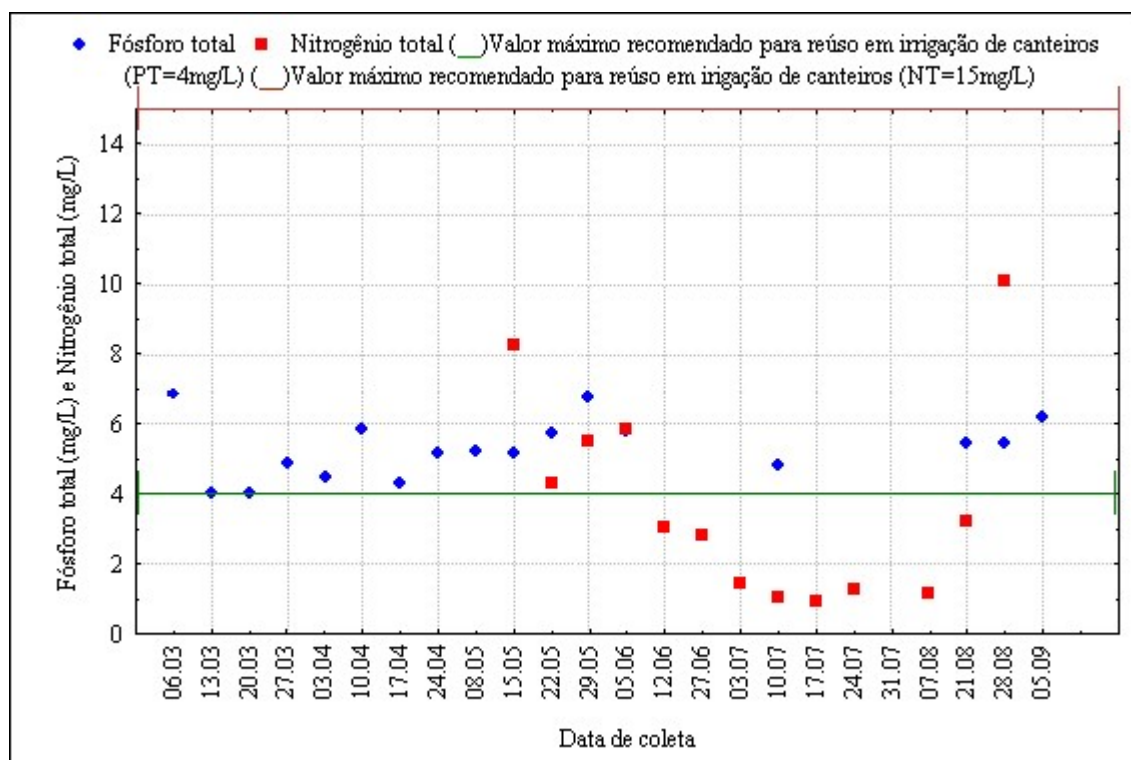


Figura 07 - Variação temporal de nitrogênio total e fósforo total.

Fonte: Tinôco,2003

Para atender aos padrões de qualidade pré-estabelecidos neste estudo (reúso em irrigação de canteiros urbanos) é necessário realizar um pós-tratamento da água residuária tratada. O efluente deverá passar por um sistema de precipitação química (coagulação, floculação e sedimentação) seguido de filtração e desinfecção.

Deseja-se primeiramente tratar quimicamente a água, de modo que as partículas coloidais presentes sejam desestabilizadas e aglutinadas umas às outras. Em tais condições, elas sedimentarão mais rápido, facilitando a decantação, e serão mais facilmente retiradas no filtro.

O cloro residual combinado presente na água pode ser extremamente perigoso, já que ao reagir com compostos orgânicos pode originar substâncias como cloraminas ou trihalometanos, potencialmente perigosas para a saúde humana. Por esta razão, recomenda-se a eliminação dos sólidos, antes da desinfecção e a cloração para além do "break-point" (ponto de ruptura), no qual são destruídas parcialmente as cloraminas e compostos orgânicos de cloro, tendo-se a partir daí o cloro residual livre.

Os poucos dados da literatura existente indicam que o sistema adotado de precipitação química, filtração e desinfecção não é capaz de adequar o efluente para o padrão de turbidez. Entretanto, sabe-se que a turbidez está diretamente correlacionada com o teor de sólidos suspensos totais, é de esperar que em escala real o sistema venha ter um desempenho semelhante para a remoção de turbidez.

Utilizando-se uma aplicação de regadio de 9 mm/dia (1 L/s.ha), com o sistema funcionado 24h por dia, estima-se que 42 hectares de solo poderão efetivamente ser irrigados com o efluente da ETE Ponta Negra, abrangendo assim os canteiros existentes na zona sul, leste e oeste da cidade de Natal.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os resultados obtidos expressam a viabilidade técnica para a reutilização do efluente da ETE Ponta Negra em irrigação urbana, sendo necessários alguns tratamentos adicionais. O efluente, dentro dos critérios adotados, necessita passar por unidades de tratamento de coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção. Recomenda-se também, a instalação de um sistema de armazenamento do efluente.

A reutilização dos efluentes domésticos do sistema de pós tratamento deve ser constantemente monitorada. Recomenda-se o uso de luvas e botas para os operários que trabalham diretamente na operação de irrigação. Na irrigação por aspersão os aspersores utilizados deverão ser de curto alcance e baixa pressão.

Embora já bastante utilizado em alguns lugares do mundo, o reúso de águas residuárias tratadas ainda é uma prática não muito difundida no Brasil. Não está institucionalizado e em geral é feita de uma forma não planejada e até inconsciente porque não incluem na sua prática, barreiras de proteção para garantir a saúde pública. Há necessidade de iniciativas técnicas e governamentais de modo a determinar as melhores formas de utilização dos esgotos tratados e os critérios e cuidados a serem observados.

O Brasil não dispõe, até os dias atuais, de um plano de gestão integrada dos recursos hídricos que contemple a reutilização de águas residuárias tratadas. A falta de tal política, de sua regulamentação e de prioridade de investimentos na área resultam em graves conseqüências para a sociedade, uma vez que a não definição de "normas reguladoras" faz com que, parte da população, principalmente a rural, use os efluentes gerados nas estações de tratamentos de esgotos de forma inadequada com riscos sérios para a saúde da população e do meio ambiente.

Devido à falta de regulamentação para o reúso no Brasil e pela divergência dos padrões de qualidade das legislações referentes ao tema, se fez necessário adequar alguns parâmetros de controle de qualidade do efluente para que fosse possível aplicá-lo a irrigação de canteiros públicos. Para a determinação destes padrões, considerou-se a proteção à saúde da população e do meio ambiente.

O reúso de águas residuárias tratadas representa uma alternativa favorável para os municípios, cidades, estados ou países que enfrentam problemas de escassez de recursos hídricos. Com o reúso dessas águas haverá uma economia dos recursos hídricos, já limitados, para fins mais nobres, e uma conseqüente redução da contaminação ambiental.

A aplicação da água residuária em irrigação de jardins não implica na necessidade em adequar a água para padrões de potabilidade, dado que inviabilizaria a sua utilização em termos econômicos, principalmente em se tratando de países em desenvolvimento. Necessita-se apenas, à adequação do efluente tratado para o uso em irrigação, levando em consideração a segurança sanitária da população.

Uma estação de tratamento de águas residuárias, devidamente operada, pode reduzir as concentrações de microorganismos patogênicos em concentrações de valores aceitáveis para a reutilização. A eliminação completa e contínua destes microorganismos pode descartar a possibilidade de transmissão de enfermidades através da reutilização destas águas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA), WATER ENVIROMENT FEDERATION (WEF). **Metodos normalizados para el analisis de aguas potables y residuales**. 17 ed. Madrid, Espanha. 1992.
2. BASTOS, R. K. X; MARQUES, M. O; HAANDEL, A. V. *et al.* **Utilização de esgotos tratados em fertirrigação, hidroponia e psicultura**. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária– ABES. Projeto PROSAB. Rio de Janeiro. 253 p. 2003
3. BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 4 ed. Viçosa, UFV, Impr. Univ. 488 p. 1987.
4. BRITO, L. P. **Investigación sobre reutilización de aguas residuales para fines urbanos (recreativos y limpieza viaria), com vistas a justificar uma propuesta de normativa**. Madrid. Universidade Politecnica de Madrid. 321 p. Tesis doctoral. 1997.
5. SILVA, ANSELMO SALOMÃO. **Parecer técnico – Impermeabilização dos fundos das lagoas de estabilização, para o tratamento das águas residuárias domésticas da praia de Ponta Negra e Via Costeira – Natal – Rio Grande do Norte**. Campina Grande, PB. 2000
6. TINOCO, JULIANA DELGADO. **Caracterização do Efluente da Estação de Tratamento de Esgoto Ponta Negra, visando sua Reutilização em Irrigação de Canteiros Públicos na Cidade de Natal - RN**. Dissertação de Mestrado, UFRN, Programa de Pós Graduação em Engenharia Sanitária. Natal-RN, Brasil. 2003.