



**COBENGE 2005**

**XXXIII - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia**

"Promovendo e valorizando a engenharia em um cenário de constantes mudanças"

12 a 15 de setembro - Campina Grande Pb

Promoção/Organização: ABENGE/UFPG-UFPE

## **POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DA ÁGUA RESIDUÁRIA COMO FERTILIZANTE AGRÍCOLA NA CULTURA DA MAMONA**

**Maria Betania Hermenegildo do Nascimento** - [betaniahn@yahoo.com.br](mailto:betaniahn@yahoo.com.br)

Universidade Federal de Campina Grande - Departamento de Engenharia Agrícola

Rua: Aderaldo de Almeida – n 361, apart. 07 – 58397000 – Areia - Paraíba

**Vera Lucia Antunes de Lima** - [antunes@deag.ufcg.edu](mailto:antunes@deag.ufcg.edu).

Universidade Federal de Campina Grande – Departamento de Engenharia Agrícola

**Ana Karla Fernanda Hermenegildo do Nascimento** – [anakarlafernanda@yahoo.com.br](mailto:anakarlafernanda@yahoo.com.br)

Universidade Federal da Paraíba – Departamento Zootecnia

Areia, PB.

**Ivana Cordeiro de Moura Figueirêdo** – [ivanacmf@yahoo.com.br](mailto:ivanacmf@yahoo.com.br)

Universidade Federal de Campina Grande - Departamento de Engenharia Agrícola

Campina Grande, PB.

**René Anísio da Paz** – [rene@cct.ufcg.edu](mailto:rene@cct.ufcg.edu)

Universidade Federal de Campina Grande

**Resumo:** A água residuária tem elevados teores de matéria orgânica e minerais, principalmente nitrogênio, fósforo e micronutrientes. A utilização desses insumos na agricultura diminui e em alguns casos elimina a necessidade de utilização de fertilizantes químicos. Com o objetivo de avaliar o potencial da água residuária como fertilizante agrícola, foi instalado um experimento em área coberta no Programa de Pesquisa em Saneamento Básico (PROSAB), Campina Grande, PB. O experimento constou de sete tratamentos avaliando três níveis de biossólido, equivalente a (0, 75 e 150 kg ha<sup>-1</sup> de N), 2 tipos de água (água de abastecimento e água residuária tratada), e uma testemunha com adubação química, com três repetições cada. Avaliaram-se os dados referentes à qualidade das águas: pH, C.E. ( $\mu\text{mho.cm}^{-1}$ ), Ca ( $\text{mg.L}^{-1}$ ), Mg ( $\text{mg.L}^{-1}$ ), amônia ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) e fósforo ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) e da fertilidade do solo: pH, fósforo total – PT ( $\text{mg/L}$ ), potássio – K ( $\text{cmol/L}$ ), cálcio – Ca ( $\text{cmol/L}$ ), magnésio – Mg ( $\text{cmol/L}$ ), acidez potencial -  $\text{H}^+ + \text{AL}^{3+}$  ( $\text{cmol/L}$ ) carbono (g/Kg), matéria orgânica (g/Kg), nitrogênio total (g/Kg). O solo dos tratamentos irrigado com água residuária apresentou um bom incremento de matéria orgânica, nitrogênio e fósforo, nutrientes essenciais ao crescimento e desenvolvimento da planta, potencializando, assim o seu uso como fertilizante agrícola.

**Palavras-chave:** Fertilidade do solo, Esgoto tratado, Lodo.

## 1. INTRODUÇÃO

A educação ambiental permitirá, pelos seus pressupostos básicos, uma nova interação criadora que redefina o tipo de pessoa que queremos formar e os cenários futuros que desejamos construir para a humanidade, em função do desenvolvimento de uma nova racionalidade ambiental (MEDINA; SANTOS, 2001).

O conhecimento de técnicos de reuso na agricultura, visa à determinação de alternativas viáveis no gerenciamento de recursos hídricos, já que o crescimento populacional nos centros urbanos tende a aumentar a oferta deste recurso, sejam eles de origem doméstica ou industrial. Segundo Melo et. al. (2001), a preocupação com o meio ambiente, para onde esses resíduos são lançados em muitos centros urbanos, tem levado à procura de um destino que seja ecológico e economicamente correto para os mesmos.

Diante do exposto torna-se necessário à formação de indivíduos que possam responder aos desafios colocados pelo estilo de desenvolvimento dominante, a partir da construção de novos estilos harmônicos entre a sociedade e a natureza e que, ao mesmo tempo, sejam capazes de superar a racionalidade meramente instrumental e economista, que deu origem às crises ambiental e social que hoje nos preocupam (MEDINA; SANTOS, 2001).

Estamos frente a uma crise generalizada e global não somente econômica, ecológica ou social; é uma crise do próprio sentido da vida e de nossa sobrevivência como espécie, é uma crise de nossa forma de pensar e agir no mundo. Sobrevivemos a ela na medida em que formos capazes de construir uma nova racionalidade ambiental que possa responder aos desafios presentes (MEDINA; SANTOS, 2001).

Segundo Hespanhol (2003), o uso de água para a agricultura no Brasil, é de 70% do total consumido. Os 30% remanescentes destinam-se a usos domésticos e industriais, em partes iguais. Provavelmente, antes do término desta década, a agricultura apresente uso próximo a 80%, aumentando os conflitos que hoje ocorrem na grande maioria das bacias hidrográficas brasileiras, principalmente naquelas com desenvolvimento agrícola e urbano significativo.

Diante, desta problemática diversos são os instrumentos, mecanismos e tecnologias a serem empregadas no trato dessa questão e uma das alternativas que se têm apontado para o enfrentamento do problema é o reuso de água, importante instrumento de gestão ambiental do recurso água e detentor de tecnologias já consagradas para a sua adequada utilização (PHILIPPI JÚNIOR, 2003).

A irrigação com águas residuárias de esgotos domésticos é uma prática freqüente na maioria dos países da América Latina, por oferecer vantagens como a reciclagem da água, além de proporcionar melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo, porém inadequadamente manejada, podem constituir-se em riscos de transmissão de doenças infecto-contagiosas e agressão ao meio ambiente (ROS et al. 1991; FONSECA, 2001; SOUZA; LEITE, 2003).

Segundo Parente (2003), a mamona constitui, no momento, a cultura de sequeiro mais rentável entre as grandes culturas, em certas áreas do semi-árido nordestino, sendo uma excelente opção para a agricultura familiar, em especial no Estado da Paraíba, onde segundo a Embrapa Algodão, tem-se 47 municípios com aptidão para a ricinocultura (Beltrão, 2001) e por não ser consumida, in natura, e ter a maioria de seus produtos industrializados, esta cultura apresenta-se como uma alternativa viável para ser explorada usando água residuária e do biossólido.

Além disto à mamoneira tem uma extraordinária capacidade de adaptação, multiplicidade de aplicações industriais do seu óleo e valor da sua torta, como fertilizante e suplemento protéico, situa-se entre as oleaginosas tropicais mais importantes da atualidade (Júnior 1986).

Além disto o óleo de mamona se apresenta como a melhor e mais econômica matéria prima para a produção de biodiesel, devido à condição única de total solubilidade no etanol (PENIDO FILHO; VILLANO, 1984; PARENTE, 2003).

Diante do exposto e tendo em vista a geração de emprego, a conservação dos recursos naturais, a proteção ao meio ambiente e a não contaminação das águas, este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de utilização da água residuária como fertilizante agrícola, além de contribuir para criar juntos aos alunos de engenharia agrícola uma conscientização sobre a importância do uso racional dos recursos hídricos e a reutilização das águas residuárias.

## 2. METODOLOGIA UTILIZADA

O experimento foi conduzido em uma área coberta, nas instalações do Programa de Pesquisa em Saneamento Básico (PROSAB), conveniado ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande. A cultura foi explorada em lisímetros confeccionados em caixas de fibra de vidro de volume de 500 L, diâmetro da face superior e inferior iguais a 110 cm e 90 cm, respectivamente, e 70 cm de altura. Na pesquisa, foram utilizados água de abastecimento e água residuária. A água de abastecimento pública utilizada como testemunha no experimento proveio da rede de abastecimento público de água da cidade de Campina Grande – PB e foi armazenada em uma caixa d'água de fibra de vidro com volume igual a 500 L. Esta se encontrava sob uma plataforma de concreto, fazendo com que, a água fosse aduzida por gravidade. A caixa d'água permaneceu fechada durante todo o experimento, evitando, assim, a entrada de pequenos animais e insetos para o interior da mesma, preservando a qualidade da água. Para a irrigação da cultura com águas residuárias, utilizou-se efluente decantado de um reator anaeróbio de fluxo ascendente (UASB), o qual tratava o esgoto bruto doméstico da cidade de Campina Grande – PB. O reator UASB foi confeccionado em uma caixa d'água de fibra de vidro com capacidade igual a 5.000 l e tempo de detenção de 5h. O efluente do reator passava para uma lagoa de decantação com as seguintes dimensões: 10 m de comprimento, 1,00 m de largura e 0,60 m de profundidade. Através de uma bomba de 0,5 CV de potência, a água era captada e levada ao cabeçal de controle, para que fosse realizada a irrigação, através de um sistema de irrigação pressurizado por gotejamento. O material de solo utilizado no experimento, daqui por diante denominado de solo foi coletado nas proximidades da Universidade Federal de Campina Grande sendo classificado, como um Regossolo, de acordo com Embrapa (2001). O material foi seco ao ar, destorroado e passado na peneira de 4 mm. Foram retiradas amostras para análises químicas e físicas e para avaliação da fertilidade e salinidade inicial do solo. Em cada lisímetro foram colocados 0,36 m<sup>3</sup> de solo passados na peneira de 4 mm. A acomodação do solo nos lisímetros foi obtida através de saturação realizada de baixo para cima, ou seja a partir do ponto de descarga. No experimento utilizou-se dois tipos de adubo: químico e biossólido. As fontes de adubo químico foram: sulfato de amônio (20% N); cloreto de potássio (60% K<sub>2</sub>O) e superfosfato (40% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), com objetivo de elevar sua fertilidade. Foram realizadas uma adubação de fundação no 01/03/02 com as seguintes doses para a fundação: 15 kg N ha<sup>-1</sup>, 60 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> e 30 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> e duas de cobertura nos dias 29/04/02 e 24/05/02 com 20 kg N ha<sup>-1</sup> cada. Para os lisímetros adubados com biossólidos, seguiram-se recomendações de (TSUTIYA, 2001a). Utilizou-se como biossólido o lodo de esgoto obtido da digestão anaeróbia do esgoto doméstico em um reator UASB desidratado ao sol, por um período de 60 dias em leito de secagem constituído de tanque provido de sistema de drenagem composto por uma camada de brita de 10 cm, uma camada de areia de igual espessura, uma tela e na parte inferior drenos, por onde era percolado o excesso de umidade. Foi utilizado a cultivar de

mamona (*Ricinus Communis L.*) BRS 149 (Nordestina), obtida através da seleção individual com testes de progênies, na variedade local Baianita, obteve-se a linhagem de porte médio CNPA M 90-120, avaliada em vários municípios dos Estados da Bahia, Pernambuco e Paraíba. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com os tratamentos dispostos em esquema fatorial  $[(2 \times 3) + 1]$  com 3 repetições, sendo os fatores dois tipos de água (de abastecimento e residuária tratada); três doses de biossólidos (0; 75 kg N ha<sup>-1</sup> e 150 kg N ha<sup>-1</sup>) e uma testemunha na qual se usou adubação química. Avaliaram-se os dados referentes à qualidade das águas: pH, C.E. ( $\mu$  mho.cm<sup>-1</sup>), Ca (mg.L<sup>-1</sup>), Mg (mg.L<sup>-1</sup>), amônia (mg.L<sup>-1</sup>) e fósforo (mg.L<sup>-1</sup>) e da fertilidade do solo: pH, fósforo total – PT (mg/L), potássio – K (cmol<sub>c</sub>/L), cálcio – Ca (cmol<sub>c</sub>/L), magnésio – Mg (cmol<sub>c</sub>/L), acidez potencial - H<sup>+</sup>+AL<sup>3+</sup> (cmol<sub>c</sub>/L) carbono (g/Kg), matéria orgânica (g/Kg), nitrogênio total (g/Kg).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A alta concentração de nutrientes é uma das principais razões para se preferir a irrigação com águas residuárias, pois estas contêm nutrientes suficientes para o desenvolvimento das culturas, aumentando a produtividade das áreas irrigadas, diminuindo até 50% do custo da produção causando assim uma economia de fertilizantes químicos comerciais. Além de poupar a água de melhor qualidade, e promover agricultura orgânica (Leon, 1991; Sousa & Leite, 2003). Segundo Ayers & Wescot (1991), o pH normal das águas destinadas à irrigação podem variar de 6,8 a 8,4 e o cálcio de 0 a 400 mg/L, portanto, conforme a Tabela 1, as águas utilizadas no experimento mostraram-se dentro dos padrões adequados. De acordo com Ayers & Wescot (1991), as águas que apresentam condutividade elétrica menor que 700  $\mu$  mho.cm<sup>-1</sup> podem ser utilizadas sem restrições, enquanto as águas que tiverem condutividade elétrica entre 700 e 3000  $\mu$  mho.cm<sup>-1</sup> poderão ser utilizadas desde que haja um manejo adequado do solo, da cultura e do sistema de irrigação. Os teores de magnésio existentes tanto na água de abastecimento quanto na água de irrigação se mostraram levemente acima dos teores recomendados por Ayers & Wescot (1991), os quais deveriam variar de 0 a 60 mg/L. O fósforo, juntamente com o nitrogênio, são nutrientes essenciais para a vida das plantas e as águas residuárias são uma importante fonte destes elementos, como pode ser observado na Tabela 1. Quando utilizadas na irrigação, as águas residuárias restabelecem as fontes destes nutrientes no solo, resultando em uma reserva desses fertilizante (Feigin et al., 1991).

**Tabela 4.3** Composição física-química das águas de abastecimento (AA) e residuária (AR) usadas no experimento.

Tipo de água	pH	C.E. (dS m <sup>-1</sup> )	DQO (mg L <sup>-1</sup> )	Ca (mg L <sup>-1</sup> )	Mg (mg L <sup>-1</sup> )	HCO <sub>3</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	Alcalinidade (mg L <sup>-1</sup> )
AA	7,89	0,59	30	113	76	66,92	80

AR	7,79	1,36	197	135	134	282	350
	Amônia	Nitrito	Nitrato	Fósforo Total	Ortofosfato	Sólidos Suspensos Totais	Sólidos Totais
	(mg L <sup>-1</sup> )	(mg L <sup>-1</sup> )	(mg L <sup>-1</sup> )	(mg L <sup>-1</sup> )	(mg L <sup>-1</sup> )	(mg L <sup>-1</sup> )	(mg L <sup>-1</sup> )
AA	0,88	0,00	0,18	0,09	0,05	5	454
AR	45	0,02	0,47	5,51	4,79	36	877

Análises realizadas no Laboratório de Análises químicas, físicas e microbiológicas do PROSAB – Campina Grande – PB – 2002.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 2, verifica-se que para todas as variáveis da fertilidade do solo, os tratamentos diferenciaram entre si, significativamente, exceto para a acidez potencial, evidenciando o potencial das águas residuárias na irrigação.

Tabela 2: Médias das Variáveis de fertilidade: fósforo total – PT (mg/L), sódio - Na (cmol<sub>c</sub>/L), magnésio – Mg (cmol<sub>c</sub>/L), acidez potencial - H<sup>+</sup>+AL<sup>3+</sup> (cmol<sub>c</sub>/L) carbono (g/Kg), matéria orgânica (g/Kg), nitrogênio total (g/Kg), em função dos tratamentos. UFCG/Prosab. Campina Grande, PB. 2002

Tipo de Água	Variáveis						
	PT	Na	Mg	HAL	Carbono	Matéria Orgânica	Nitrogênio Total
Abastecimento	5,664B	69,667B	0,811B	0,155A	16,466B	28,390B	2,761B
Residuária	23,883A	362,717A	1,033A	0,172A	22,400A	38,617A	22,788A

Para cada linha e coluna médias possuidoras de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a nível de 5% de probabilidade

#### 4. CONCLUSÕES

De acordo com as análises dos resultados obtidos, podem ser apresentar as seguintes conclusões e recomendações:

- A água residuária tratada mostrou um potencial positivo e promissor de uso como fertilizante agrícola
- Novas pesquisas sobre o uso de águas residuárias tratadas devem ser incentivadas, de forma a se determinar melhores forma de aproveitamento das mesmas, com riscos ambientais mínimos.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Pesquisa em Saneamento Básico (PROSAB) pelo apoio financeiro ao trabalho e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) pelo apoio técnico.

#### 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Tradução de GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; DAMASCENO, F. A. V. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. (Estudos FAO – Irrigação e Drenagem, 29).

BELTRÃO, N. E. de M. Mamoneira e seu cultivo no Nordeste brasileiro: Excelente opção para a agricultura familiar, em especial no Estado da Paraíba. **Bahia Agrícola**. V. 4, n. 2, p. 21-22. 2001.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**. Brasília, EMBRAPA. Produção de Informação, Rio de Janeiro, EMBRAPA Solos, CNPS, 1999. 412 p.

FEIGIN, A.; RAVINA, I.; SHALHEVET, J. Irrigation with treated sewage effluent. **Advanced Series in Agricultural Science**. v. 17, 1991. 216p.

FERREIRA, O. E. **Efeitos da aplicação de água residuária doméstica tratada e adubação nitrogenada na cultura do algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch.) e no meio edáfico**. 2003. 78 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental), Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, PB.

FONSECA, A. D. da. **Disponibilidade de nitrogênio, alterações nas características do solo e do milho pela aplicação de efluente de esgoto tratado**. 2001. 126p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, São Paulo.

HESPANHOL, I. Potencial de reúso de água no Brasil: agricultura, indústria, município e recarga de aquíferos. In: MANCUSO, C. S. A; SANTOS, H. F. (Editores). **Reúso de água**. Barueri, SP: Manole, 2003 a. p.37-95.

JÚNIOR, A. F. **Mamona: uma rica fonte de óleo e de divisas**. Ed. Cone. São Paulo. 1986.

LEON, S. G.; CAVALLINI, J. M. **Tratamento e uso de águas residuárias**. Tradução de GHERY, H. R.; KONIG, A.; CEBALLOS, B. S. O.; DAMASCENO, F. A. V. Campina Grande: UFPB. 1999. 108p.

MEDINA, N. M.; SANTOS, E. da C. Educação Ambiental: Uma metodologia participante de formação. Petrópolis, RJ: Vozes, 2 ed. 2001.

MELO, W. J. de.; MARQUES, M. O.; MELO, V. P. de. O uso agrícola do biossólido e as propriedades do solo, In: TSUTIYA, M. T.; COMPARINI, J. B.; SOBRINHO, P. A.; HESPANHOL, I.; CARVALHO, P. C. T.; MELFI, A. J.; MELO, W. J.; MARQUES, M. O. (Editores). **Biossólidos na Agricultura**. São Paulo: SABESP, 2001, cap. 11. p. 289-363.

PARENTE, E. DE S. **Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado**. Fortaleza, CE: Tecbio, 2003. 68p.

PENIDO FILHO, P.; VILLANO, F. O emprego do éster da mamona nos motores dos veículos Fiat. In: **Congresso Brasileiro de Energia**. 3<sup>o</sup>, Anais. Rio de Janeiro, RJ. 1984. p. 903-912.

PHILIPPI JÚNIOR, A. Potencial de reúso de água no Brasil: agricultura, indústria, município e recarga de aquíferos. In: MANCUSO, C. S. A; SANTOS, H. F. (Editores). **Reúso de água**. Barueri, SP: Manole, 2003, p.37-95.

ROS, C. O.; AITA, C; CERETTAM, C. A.; FRIES, M. R. Lodo de esgoto: efeito imediato no milho e residual na associação aveia-ervilhaça, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. **Campinas**, v. 17, p. 257 – 261, 1991.

SOUSA, J. T. de.; LEITE, V. D. **Tratamento e utilização de esgotos domésticos na agricultura**. 2.ed. Campina Grande: EDUEP, 2003. 135p.

TSUTIYA, M. T. Alternativas de disposição final de biossólidos, In: TSUTIYA, M. T.; COMPARINI, J. B.; SOBRINHO, P. A.; HESPANHOL, I.; CARVALHO, P. C. T.; MELFI, A. J.; MELO, W. J.; MARQUES, M. O. (Editores). **Biossólidos na Agricultura**. São Paulo: SABESP, 2001, cap. 5. p. 133-180.

**ABSTRACT:** Wastewater have high contents of organic material and minerals, especially nitrogen and phosphorus as well as micronutrients. The use of these materials in agriculture decreases and in some cases eliminates the need for the use of chemical fertilizers. In this thesis an experimental investigation is described into the effect of irrigation with wastewater on the culture of castor bean, the work installed in covered area and was carried out in the context of the Program for Basic Sanitation Research (PROSAB), Campina Grande, PB. The experiment consisted of 7 treatments, in which were evaluated three concentrations of biosolids (0, 75 e 150 kg ha<sup>-1</sup> de N), two types of water (water from the supply system and treated wastewater), and a chemical control, with three replications each. The data were evaluated regarding the quality water: pH, C.E. ( $\mu\text{mho.cm}^{-1}$ ), Ca (mg.L<sup>-1</sup>), Mg (mg.L<sup>-1</sup>), ammonium (mg.L<sup>-1</sup>) e phosphate (mg.L<sup>-1</sup>) and the soil fertility: pH, phosphorus – PT (mg/L), potassium – K (cmol/L), calcium – Ca (cmol/L), magnesium – Mg (cmol/L), hydrogen and aluminum - H<sup>+</sup>+AL<sup>3+</sup> (cmol/L), carbon (g/Kg), organic matter (g/Kg) and total nitrogen. The soil of the treatments irrigated with wastewater presented an increment of organic matter, nitrogen and phosphorus, essential nutrients to the growth and development of the plant, potential the use as agricultural fertilizer.

**Key – words:** soil fertility, wastewater, sewage sludge