

ESTUDO HIPOTÉTICO SOBRE ÁGUAS RESIDUÁRIAS

Francisco Carlos Andrade Císias¹, Ruben Dario Mayorga²

RESUMO – A escassez de água no Nordeste brasileiro aumenta o interesse na plantação de culturas resistentes à seca. Nesse contexto, a mamona (*Ricinus communis* Linn) apresenta-se como uma alternativa na produção de biodiesel a partir do reuso da água residuária. Com isso, cabe questionar-se: é possível tornar vantajosa econômica, social e ambientalmente, essa prática para a Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE) e para o produtor agrícola? O objetivo geral desse trabalho é fazer um estudo hipotético mediante o reuso de efluentes em Pacatuba-Ce para responder a essa questão. Como metodologia fez-se uma simulação da Gestão Integrada de Recursos (GIR) entre vazões de lagoas de estabilização e seu emprego no campo. Realizou-se, também, um mapeamento das lagoas de estabilização, uma análise isolada e uma conjunta dos recursos necessários à produção de mamona, por meio do modelo GIR para a CAGECE e o produtor agrícola. Durante a pesquisa obteve-se os seguintes resultados: economicamente a CAGECE aumentaria sua receita com a água de reuso em nove por cento (9%) e acréscimo na margem bruta de 11%; o agricultor teria um decréscimo de 50% em seus gastos com água e margem bruta de meio por cento (0,5%). Ambientalmente, observou-se que haveria notável ganho ambiental, haja vista não mais existir o descarte de efluentes por parte da CAGECE em mananciais da COGERH e uso de água potável pelo produtor. Socialmente, apoiado em Moreira Cesar *et al.* (2008) numa hipótese otimista de 6% de participação da agricultura familiar no mercado de biodiesel, seriam gerados em torno de 22 mil empregos, considerando-se o reuso da água nos sistemas existentes e a conclusão dos sistemas em execução e projetados.

PALAVRAS-CHAVE: efluentes, gestão integrada de recursos, lagoas de estabilização.

STUDY ON HYPOTHETICAL WASTEWATER

ABSTRACT - Water scarcity in Brazilian Northeast adds interest to drought resistant crops culture, such as the castor-oil plant (*Ricinus communis* Linn), whose beans are raw material for the manufacture of biodiesel by using residuary water. In this context, it can be asked: is it possible to increase the economic, social and environmental benefit of wastewater reuse in the cultivation of the castor oil plant, for the State Sanitation Company (Companhia de Água e Esgoto do Ceará - CAGECE) and for the farmers? The overall objective of this research is to make a hypothetical study using the Integrated Resource Management model to simulate the production of castor beans by reusing wastewater in Pacatuba, Ceará, Brazil to answer that question. As methodology it was made a simulation including the integration of the process of wastewater stabilization ponds and the use of the outflow in the cultivation of the castor-oil plant by a mapping of them, and an analysis to the (isolated and combined) resources needed for the castor beans. As result, it was observed that: (1) Economically CAGECE would increase its revenue by 9%, having a gross margin about 11%. Therefore, for the farmer, the cost of water would be reduced, because the bulk water would be replaced by reuse water, which would represent a decrease in water cost of 50%, with a consequent increase in gross margin by approximately 0.5%. (2) In environment terms this would represent notable gain with neither use of potable water nor discharge of waste one into the springs. And, finally, (3) socially supported by Moreira Cesar *et al.* (2008), it is possible to say that in an optimistic hypotheses of 6% of

¹ Universidade Federal do Ceará. E-mail: carloscisias@yahoo.com.br. Parte da Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós- Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará (PRODEMA-UFC). Centro de Ciências, Bloco 902, Campus do Pici, CEP: 60.455-970. Fortaleza, CE. E-mail: prodema@ufc.br.

² Departamento de Economia Agrícola – Universidade Federal do Ceará. E-mail: dario@ufc.br.

the familiar agriculture in the biodiesel market, it would be gotten about 22 thousands of jobs, considering water reuse in the existent systems, and the conclusion of the new systems in execution and those which are projected.

KEYWORDS: effluents, integrated resource management, wastewater stabilization ponds.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com o que diz Machado (2004), atualmente, o consumo de água doce duplica a cada vinte e cinco anos. Este fato exige que se dê uma maior atenção para o atendimento das diferentes necessidades de uso da água por causa da sua escassez. Assim, o colapso do abastecimento de água potável nos grandes centros urbanos já se torna visível e tem despertado a defesa do seu reuso ou reaproveitamento.

Conforme diz Freitas (2004), no Brasil, o reuso de águas residuárias nos canaviais para atender a agroindústria canavieira, juntamente com trabalhos realizados por universidades e centros de pesquisa, deixa claro o potencial do reuso de águas residuárias no cultivo da mamona (*Ricinus communis L.*) para fins energéticos, na fabricação de biodiesel.

Observa-se no presente estudo que proporcionar o reuso de água residuária é do mais alto interesse estratégico em políticas públicas tendo em mente a busca do desenvolvimento sustentável da agricultura irrigada da mamona. Por ser o esgoto tratado um componente de valor econômico, social e ambiental importante e estratégico para a produção desta oleaginosa, contribui para reduzir a pressão sobre o recurso (água) que no nordeste brasileiro, e especialmente no Estado do Ceará, é caracterizado pela escassez.

Neste ínterim, para a ocorrência da agricultura irrigada, produtores agrícolas necessitam efetuar o pagamento de tarifas

pelo uso da água bruta necessária a irrigação de suas culturas. Em todo o país, empresas de água e esgoto lançam de forma permanente águas residuárias, tratadas ou não, em mananciais públicos, ocasionando poluição e desperdício.

Perante esta situação cabe o seguinte questionamento: é possível tornar mais vantajoso do ponto de vista econômico, social e ambiental, a prática do reuso de águas residuárias no cultivo da mamona, para a Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE), e o produtor agrícola, utilizando a Gestão Integrada de Recursos (GIR)?

Percebe-se no estudo a seguir que, atuando de forma isolada, a CAGECE lança águas residuárias em mananciais da COGERH de forma permanente, contribuindo assim, para a ocorrência de poluição e desperdício deste recurso. Além disso, o produtor agrícola paga a COGERH pelo recebimento da água bruta necessária à irrigação de culturas, ou seja, de um lado acontece o desperdício dos efluentes pela CAGECE, além da poluição dos mananciais, do outro, o produtor agrícola é onerado pelo custo de uso da água bruta, acarretando uma menor margem bruta.³

A hipótese desta pesquisa é de que, por meio da GIR a prática do reuso de águas residuárias no cultivo da mamona pode ser

³ Informação verbal fornecida por Castro, supervisor de Esgotos e Meio Ambiente da Unidade de Negócios da Bacia Metropolitana (UNBME) da CAGECE, em Fortaleza, em abril de 2008.

mais vantajosa do ponto de vista econômico, social e ambiental para as partes envolvidas. Neste sentido, tanto para a Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará como para o produtor agrícola interessado há vantagens.

O objetivo geral desse trabalho é fazer um estudo hipotético mediante o reuso de efluentes em Pacatuba-Ce para responder a essa questão. Para tanto, fez-se uma simulação da Gestão Integrada de Recursos (GIR) entre vazões de lagoas de estabilização e seu emprego no campo.

Especificamente o estudo objetiva analisar a literatura disponível, para embasamento teórico da pesquisa, sobre o reuso de águas residuárias no cultivo da mamona. Identificar as Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs) do Estado do Ceará para a determinação das áreas irrigáveis com base em suas vazões e da projeção de empregos diretos gerados pelo cultivo da mamona no campo. Propõe-se também, nesse sentido, comparar a viabilidade financeira do reuso de efluentes entre a CAGECE e o produtor agrícola levando-se em consideração o recurso água como determinante e sua influência sobre o social e o ambiental por intermédio da GIR.

Como metodologia, construiu-se hipoteticamente um instrumento de gestão de reuso de águas. Utilizou-se, para tanto, o modelo de Gestão Integrada de Recursos (GIR), elaborado seguindo procedimento técnico referente a uma pesquisa documental fornecida pela CAGECE para a simulação do cultivo da mamona por meio do reuso de efluentes.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente A área de estudo compreende os municípios do Estado do Ceará que dispõem de Estações de Tratamento de Esgotos compostas por lagoas de estabilização, com ênfase em Pacatuba (Figura 1). A Figura 1 mostra os municípios contemplados com Unidades de Tratamento de Esgotos compostas por lagoas de estabilização configurando uma boa distribuição ao longo de todo o Estado, que o caracteriza como detentor de um potencial significativo de esgoto tratado pronto para a prática do reuso.

Pacatuba possui área absoluta de 132,43 km² e área de 0,09% em relação ao total do Estado do Ceará. Com uma altitude de 65,4 m, dista 31 km em linha reta da Capital (IPECE⁴, 2007). É um município de clima tropical quente e úmido, pluviosidade anual média de 1479,5 mm, temperatura média que varia entre 26° a 28° e período chuvoso de janeiro a maio, relevo como parte dos tabuleiros pré-litorâneos, maciços residuais e depressões sertanejas com solos majoritariamente podzólico vermelho-amarelo e vegetação de Caatinga arbustiva densa, floresta subcaducifólia tropical pluvial e floresta subperenifólia tropical pluvio-nebular (Ibidem).

O município possui um sistema de tratamento de esgotos composto de duas lagoas facultativas em paralelo, três de maturação em série e quinze módulos de disposição no solo, com dimensões de 25m x 45m, destes, nove já foram construídos (existentes) e prontos para serem utilizados pela prática do reuso. No entanto, cada módulo possui dimensões muito pequenas para o cultivo que está sendo proposto

⁴ IPECE (Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará).

(mamona), servindo apenas como experimento. Assim, foi considerada a título de exemplo, uma área maior e, portanto,

externa ao projeto de reuso. O valor da área foi calculado a partir da vazão anual de esgoto da ETE de Pacatuba.

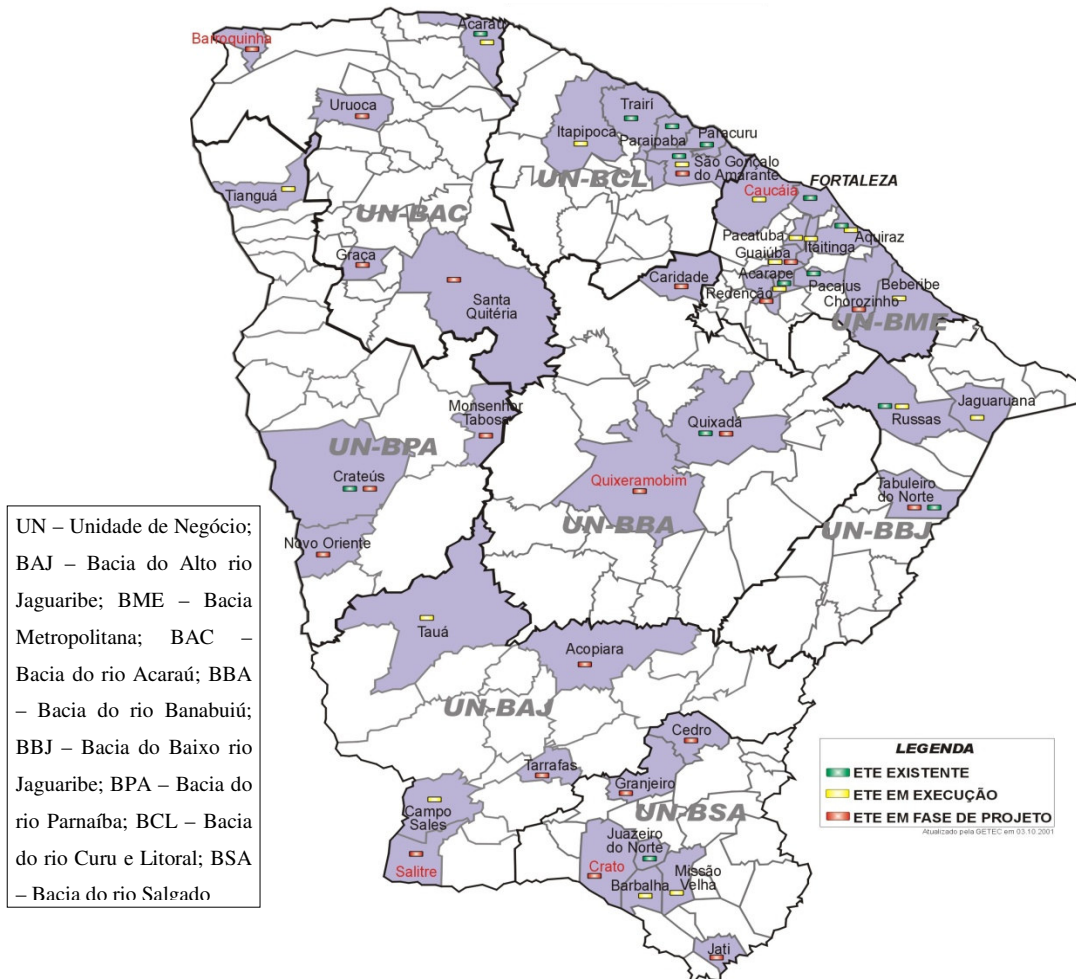


Figura 1. Municípios com ETEs de lagoas de estabilização no Ceará.

Durante a pesquisa, foram utilizados dados secundários embasados em informações colhidas a partir de documentos pertencentes à CAGECE (2007) relativos às vazões de esgotos da ETE de Pacatuba. Este procedimento teve a finalidade de calcular as áreas irrigáveis que tiveram como suporte as águas de vazão, bem como conhecer dados referentes a receitas e custos da Companhia durante o ano de 2008. Feito isto, dados de Moreira *et al.* (2008) serviram de base para o cálculo do número estimado de empregos diretos gerados a partir da implantação das áreas irrigáveis.

Estudos publicados por AGRICULTURA... (2008) e Gargantini e Hernandez (2003) serviram de base para o cálculo estimado do número total de empregos gerados a partir da agricultura familiar, utilizando-se as vazões consideradas. Os dados sobre despesas de produção da mamona foram fornecidos pela Petrobrás (ALVES *et al.* 2004). O custo operacional da mamona, que inclui despesas de custeio da lavoura e despesas pós-colheita foi fornecido pela Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (2008).

Os dados relativos à energia elétrica foram fornecidos pelo Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos – DIEESE (2007), bem como pesquisadores e autores de diversos trabalhos, tais como Beltrão (2004); Alves *et al.* (2004).

O presente trabalho empregou como métodos de pesquisa o indutivo e o analítico. O método indutivo consiste em obter conclusões particulares a partir de uma lei universal. Esta lei é o fundamento da amostragem estatística, em que, para obter os dados necessários, em vez de utilizar a

população, se utiliza uma amostra representativa. No método analítico se estudam separada e ordenadamente os elementos de um fenômeno e a partir da análise, se estabelecem leis universais conforme afirmam Münch e Angeles (2005). A análise tabular e descritiva e a Gestão Integrada de Recursos (GIR).

Desta orma, foram analisadas as receitas, os custos e a margem bruta para a ETE e para o produtor rural de forma isolada e de forma integrada segundo a GIR. Posteriormente, as duas situações foram comparadas e observadas com o objetivo de se encontrar possíveis vantagens de cada arranjo.

Utilizou-se como técnica de pesquisa fontes bibliográficas e documentais para informar a respeito de escassez de água, de águas residuárias, de poluição, do reuso de águas, de irrigação com efluentes domésticos, de mamona e de GIR. Buscou-se, com isto, o aprofundamento do conhecimento sobre todos os tópicos envolvidos e incluídos na pesquisa a partir de livros, periódicos, dissertações e sítios de *internet*.

As áreas irrigáveis em hectares foram calculadas com base em uma constante (BELTRÃO, 2004), a partir da qual foram levadas em consideração: a necessidade da mamoneira em mm/mês, as vazões em L/s. Os empregos diretos foram calculados com base em dados de Moreira Cesar *et al.* (2008) publicados no XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (SOBER).

Para a produtividade da mamona foi considerado o valor mínimo citado por Beltrão (2004), haja vista que se buscou a verificação da menor margem bruta para o

produtor agrícola. Foi considerada a receita de esgoto e o custo de Operação e Manutenção (OAM) da CAGECE para o mês de junho de 2008.

De acordo com o Prosaneamento..., (2002), o método de irrigação a ser utilizado é definido em função de vários fatores, entre eles o tipo de cultura e custos requeridos. A partir deste fato, propõe-se para este trabalho a irrigação realizada por aspersão convencional, pois se apresentou como a melhor opção devido ao menor custo de implantação, segundo pesquisa de mercado realizada no ano de 2007 em lojas especializadas em irrigação.

Para o cálculo da água bruta e o seu custo, foi utilizado o valor referente ao consumo de 6.000 m³/mês até 11.999 m³/mês, fornecido pela COGERH, considerado suficiente para um pequeno produtor (BRASIL, 2008).

Usou-se este valor porque a implantação de uma quantia a ser cobrada para a bacia metropolitana ainda se encontra em discussão, não existindo desta feita, a cobrança para o uso da água bruta em Pacatuba.⁵ Com o valor da vazão da ETE de Pacatuba pode-se calcular a área irrigável. Para tanto foram feitas as seguintes suposições:

- Ciclo chuvoso = 3 meses
- Quantidade de água necessária para a mamona = 800 m³/ha/mês

Para o cálculo do valor anual da quantidade de água multiplica-se o valor por 12, obtendo-se como resultado o seguinte:

- Quantidade de água necessária para a mamona = 800 x 12 = 9.600 m³/ha/ano

Levou-se em consideração para este cálculo Beltrão (Op.cit. 2004). Vale ressaltar que o cálculo de 9.600 m³/ha/ano foi corrigido (multiplicado) pelo fator a seguir que depende do ciclo chuvoso.

Durante o ciclo chuvoso, não foi necessária a irrigação, portanto somente nos nove meses de estiagem foi utilizada a água de reuso. O fator de correção foi: 9/12 = 0,75. A quantidade de água de reuso necessária nos nove meses de estiagem foi:

- Quantidade de água necessária para a mamona = 9.600 m³/ha/ano x 0,75

Dividindo-se a quantidade de água de reuso produzida (441.504 m³/ano) pela quantidade de água necessária para a mamona (7.200 m³/ha/ano) obteve-se o valor da área a ser irrigável, neste caso, 61 ha.

Conforme mencionado na introdução do trabalho, o uso da água de forma isolada consiste no lançamento de águas residuárias em mananciais públicos de forma permanente contribuindo para a poluição e desperdício da mesma. Além disso, o produtor agrícola paga à COGERH pelo recebimento da água bruta necessária na irrigação de culturas. Com estes fatos em mente, seguiram-se o seguinte procedimento e cálculo durante o andamento da pesquisa:

2.1 Análise do sistema de forma isolada para a COGERH

$$R_{Ab} = P_{Ab} \times V_{Ab} \quad (1)$$

$$M_{b1C} = R_{Ab} \quad (2)$$

Observando-se que:

$$R_{Ab} = \text{Receita da água bruta (R\$/ano)}$$

$$P_{Ab} = \text{Preço da água bruta (R\$/m}^3\text{)}$$

$$V_{Ab} = \text{Vazão de água bruta (m}^3\text{/ano)}$$

⁵ Informação fornecida pela COGERH em setembro de 2009.

M_{b1C} = Margem bruta 1 da COGERH (R\$/ano)⁶

2.2 Análise do sistema de forma isolada para o produtor agrícola

$$V_{Abir} = Q_{Abir} \times A_{ir} \quad (3)$$

$$Q_M = P_{rM} \times A_{ir} \quad (4)$$

$$R_M = P_M \times Q_M \quad (5)$$

$$M_{b1P} = R_M - (C_M + C_{Ag}) \quad (6)$$

Observando-se que:

V_{Abir} = Vazão de água bruta necessária para a irrigação (m³/ano)

Q_{Abir} = Quantidade de água bruta necessária para a irrigação (m³/ha/ano)⁷

A_{ir} = Área irrigada (ha)

Q_M = Quantidade de mamona produzida (Kg/ano)

P_{rM} = Produtividade da mamona (Kg/ha/ano)⁸

R_M = Receita da mamona (R\$/ano)

P_M = Preço da mamona (R\$/Kg)⁹

M_{b1P} = Margem bruta do produtor (R\$/ano)

C_M = Custo de produção da mamona (R\$/ano)

C_{Ag} = Custo da água bruta para o produtor (R\$/ano)¹⁰

Conforme o modelo de Gestão Integrada de Recursos, efluentes tratados pela CAGECE não mais seriam lançados em mananciais da COGERH, pois estes seriam utilizados na agricultura irrigada. Com esta informação em mente seguiram-se os procedimentos abaixo:

2.3 Análise do sistema de forma integrada (GIR) para a ETE de Pacatuba

⁶ M_{b1C} significa que esta margem refere-se ao sistema de forma isolada.

7800 m³/ha/ano x (12 - período chuvoso).

8Beltrão (2004).

9 Dado atualizado pelo IGP-M (2008).

10 Preço da água x Volume de água necessário.

$$R_e = P_e \times V_e \quad (7)$$

$$M_{b2C} = R_e - C_e^{11} \quad (8)$$

Sendo:

R_e = Receita do esgoto (R\$/ano)¹²

P_e = Preço do esgoto (R\$/m³)

V_e = Vazão de esgoto (m³/ano)

M_{b2C} = Margem bruta 2 da CAGECE (R\$/ano)

C_e = Custo de tratamento do esgoto para a CAGECE (R\$/ano)

2.4 Análise do sistema de forma integrada (GIR) para o produtor agrícola

$$V_{Arir} = Q_{Arir} \times A_{ir} \quad (9)$$

$$Q_M = P_{rM} \times A_{ir} \quad (10)$$

$$R_M = P_M \times Q_M \quad (11)$$

$$M_{b2P} = R_M - (C_M + C_{Ar}) \quad (12)$$

Sendo:

V_{Arir} = Vazão de água de reuso necessária para a irrigação (m³/ano)

Q_{Arir} = Quantidade de água de reuso necessária para a irrigação (m³/ha/ano)

A_{ir} = Área irrigada (ha) calculada com base em dados da CAGECE acompanhado de dados de Beltrão (2004).

Q_M = Quantidade de mamona produzida (Kg/ano)

P_{rM} = Produtividade da mamona (Kg/ha/ano)¹³

R_M = Receita da mamona (R\$/ano)

P_M = Preço da mamona (R\$/Kg)¹⁴

M_{b2P} = Margem bruta do produtor (R\$/ano)

C_M = Custo de produção da mamona (R\$/ano)

C_{Ar} = Custo da água de reuso (R\$/ano)

¹¹ M_{b2C} significa que esta margem refere-se ao sistema de forma integrada.

12 Ano Base 2008.

13Beltrão (2004).

14Dado atualizado pelo IGP-M (2008).

Observa-se que a viabilidade econômica para a ETE de Pacatuba foi estudada considerando-se os custos de implantação da ETE pela CAGECE e do projeto de reuso como mostrado nos resultados. Para a análise da viabilidade econômica da ETE de Pacatuba foram considerados ainda os seguintes indicadores: investimento da ETE de Pacatuba (R\$); projeto de reuso (R\$); taxa efetiva de juros (% aa); vazão em m³/h; vida útil em anos; custo de OAM¹⁵ em R\$/m³; e custo de fornecimento de água em R\$/mês.

O valor referente à parcela do empréstimo foi obtido por meio das seguintes relações:

- Juros = Investimento total x Taxa efetiva de juros x Prazo de pagamento

- Valor a ser pago = Investimento total + Juros

- Valor da parcela = Valor a ser pago / Prazo de pagamento

Para a obtenção dos resultados foi considerada a taxa efetiva de juros fixa. Na pesquisa ficou observado que se solicitado um prazo maior para a liquidação da dívida, poderia haver variações na taxa considerada. Entretanto, não foi objetivo deste trabalho analisar pormenorizadamente tais variações. O valor referente a essa parcela, deverá ser cobrado dos usuários do sistema de água e esgoto.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados mostrados aqui foram feitos tendo em mente as Bacias de Alto Jaguaribe, Metropolitana, Acaraú, Banabuiú, Baixo Jaguaribe, Parnaíba, Curú e Litoral e

Salgado. Estas bacias foram agrupadas em Sistemas Existentes; Sistemas em Execução; Sistemas em Projeto. A Tabela 1 a seguir mostra a capacidade de cada unidade, sendo a utilização média de 62% (das existentes) em relação à sua capacidade de projeto.

Segundo Moreira Cesar *et al.* (2008) há uma projeção de 0,6 empregos diretos para cada hectare de área plantada com mamona (relativo ao cultivo). Para cada 1% de substituição do óleo diesel por biodiesel produzido com a participação da agricultura familiar, e para cada 0,1 emprego no campo/ha, é gerado 0,3 empregos na cidade/ha. (AGRICULTURA..., 2008).

Numa hipótese otimista de 6% de participação da agricultura familiar no mercado de biodiesel, seriam gerados nos sistemas de lagoas de estabilização do Ceará, em torno de 22 mil empregos, considerando-se o reuso da água nos sistemas existentes e a conclusão dos sistemas em execução e projetados.

Tomando-se por base a agricultura não irrigada que gera apenas 0,22 empregos diretos e 0,66 indiretos segundo estudos de Gargantini e Hernandez (2003), o cultivo da mamoneira plantada nestas condições de sequeiro geraria para a mesma área considerada anteriormente, em torno de oito mil empregos.

A análise dos resultados foi executada fazendo-se uso de comparativos entre os dados obtidos para cada um dos integrantes do sistema. Essa análise apresentou diferenças para o produtor e para a CAGECE. A vazão de água de reuso, em Pacatuba, fornecida pela CAGECE para a pesquisa foi de 441.504 m³ / ano.

15OAM: Operação e Manutenção.

Tabela 1. Capacidade das unidades de tratamento.

SISTEMAS EXISTENTES				
ITEM	UNIDADE DE NEGÓCIO	VAZÃO (L/s)	ÁREA IRRIGÁVEL (ha)	EMPREGOS DIRETOS ¹⁶
01	Metropolitano	867	2.797	1678
02	UN ¹⁷ - MTN ¹⁸	17	55	33
03	UN - BME - FORTALEZA	98	316	190
04	UN - BAC - SOBRAL	162	523	314
05	UN - BBA - QUIXADÁ	5	16	10
06	UN - BBJ - RUSSAS	97	313	188
SISTEMAS EXISTENTES				
ITEM	UNIDADE DE NEGÓCIO	VAZÃO (L/s)	ÁREA IRRIGÁVEL (ha)	EMPREGOS DIRETOS ¹⁹
07	UN - BAJ - IGUATÚ	37	119	71
08	UN - BPA - CRATEÚS	70	226	136
09	UN - BCL - ITAPIPOCA	103	332	199
10	UN - BSA - JUAZEIRO	186	600	360
TOTAL		1.642	5.297	3.178
SISTEMAS EM EXECUÇÃO				
01	UN - BCL - ITAPIPOCA	49	158	95
02	UN - BSA - JUAZEIRO	115	371	223
03	UN - BME - FORTALEZA	177	571	343
TOTAL		341	1.100	660
SISTEMAS EM PROJETO				
01	UN - BME - FORTALEZA	48	155	93
02	UN - BAC - SOBRAL	27	87	52
03	UN - BBA - QUIXADÁ	338	1.090	654
04	UN - BBJ - RUSSAS	36	116	70
05	UN - BPA - CRATEÚS	106	342	205
06	UN - BCL - ITAPIPOCA	67	216	130
07	UN - BSA - JUAZEIRO	146	471	283
TOTAL		768	2.477	1.486

A quantidade de água de reuso necessária para o cultivo da mamona nos nove meses de estiagem foi 7.200 m³/ha/ano, total obtido por meio do seguinte cálculo: 9.600 m³/ha/ano x 0,75, em que 9.600 equivale à quantidade de água apresentada por Beltrão (2004), para a irrigação da mamona; e 0,75 equivale ao fator de correção baseado no total de meses em que a mamona pode ser irrigada, razão entre o número de meses de estiagem (9) e o

número de meses do ano (12). Dividindo-se a quantidade de água de reuso produzida (441.504 m³ / ano) pela quantidade de água necessária para a mamona (7.200 m³/ha/ano), obteve-se o valor da área a ser irrigável, neste caso, 61 ha.

Constatou-se também que, de acordo com pesquisa de mercado, o custo com o sistema de irrigação para os 61 ha seria de R\$ 29.306,25. Para o cultivo da mamona, foi assumido este valor.

¹⁶ Empregos Diretos: 0,6 x área (ha)

¹⁷ UN: Unidade de Negócio

¹⁸ MTN: Metropolitana Norte

¹⁹ Empregos Diretos: 0,6 x área (ha)

Para o custo de OAM da mamona foi assumido o valor de R\$ 523,00/ha (ALVES; SOBRINHO; CARVALHO, 2004) atualizado para R\$ 784,93/ha corrigido pelo IGP-M.

Conforme citado por Beltrão (2004), o valor referente à produtividade da mamona varia entre 3.500 e 5.000 kg/ha. Nos cálculos realizados, foi utilizado o valor mínimo, uma vez que esta é a situação de menor margem bruta para o produtor agrícola.

A receita financeira do esgoto para a CAGECE referente ao mês de junho do ano de 2008 foi de R\$ 16.471,28 (CAGECE - 2008). Esta receita não se deve à cobrança pelo fornecimento de águas residuárias, pois

esta não existe de forma isolada, mas à cobrança da taxa de esgoto aos usuários, que é baseada no consumo de água. No entanto, com o pagamento futuro de serviços pelo fornecimento de águas de reuso efetuado pelo produtor agrícola, a CAGECE aumentará a margem bruta com a inclusão desta receita para este fim específico. O custo de OAM em dinheiro para a CAGECE referente ao sistema em questão no mês de junho do ano de 2008 foi de R\$ 3.431,42.

Observando os dados da Tabela 2, pode-se constatar uma única receita para a CAGECE, haja vista esta atuar de maneira isolada, sem o fornecimento da água de reuso ao produtor agrícola interessado.

Tabela 2. Margem bruta no sistema de forma isolada.

Receita do esgoto (R\$)	16.471,28
Custo de tratamento do esgoto (R\$)	3.431,42
Margem bruta (R\$)	13.039,86

Fonte: CAGECE (junho de 2008).

Conforme se pode observar nos dados obtidos na Tabela 3 à frente é mais vantajoso, do ponto de vista econômico, para a CAGECE, o uso do sistema de forma integrada, pois este implica em aumento de receita, uma vez que a água de reuso pode

ser vendida ao produtor a um custo menor do que a COGERH oferece.

Outra vantagem do sistema de gestão integrada está relacionada ao meio ambiente, uma vez que este não corre o risco de ser prejudicado pela poluição dos mananciais.

Tabela 3. Margem bruta no sistema de forma integrada.

Receita do esgoto (R\$)	16.471,28
Custo de tratamento do esgoto (R\$)	3.431,42
Receita da venda dos efluentes tratados (R\$)	1.475,71
Margem bruta (R\$)	14.515,57

Fonte: CAGECE (junho de 2008).

A Tabela 4 mostra o balanço entre os custos e receita observados a partir da produção de mamona. Foram feitas simulações para vários valores de vazão de esgoto. Aumentando-se a vazão (área irrigável), teve-se como consequência o aumento na razão entre a margem bruta e o custo.

Na Tabela 5 a seguir é apresentada a margem bruta obtida a partir da análise do sistema utilizado de forma integrada. Conforme pode ser observado, há a ocorrência de redução dos custos, pois com a sugestão de que o preço da água fosse menor, em torno de 50% do que o oferecido pela COGERH, os resultados mostraram que houve um aumento significativo no valor da margem bruta.

Com estes dados, pode-se inferir, portanto, que, para o produtor, de acordo

com a Gestão Integrada de Recursos, o custo da água torna-se menor. Para a CAGECE, a receita torna-se maior.

Os custos de implantação da ETE de Pacatuba e do projeto de reuso são apresentados na Tabela 6. Conforme pode ser observado, o investimento total, que inclui a implantação da ETE de Pacatuba e do projeto de reuso foi de R\$ 4.618.399,94.

Considerando-se que este investimento seja executado por meio de empréstimos utilizando taxa de juros de 12 % ao ano, pode-se calcular o valor da parcela a ser paga pela CAGECE. Para tanto se considerou um prazo de dois anos necessários à finalização do pagamento. Nos cálculos feitos durante o presente estudo, obteve-se como resultado um valor de R\$ 238.617,33, referente à parcela do empréstimo.

Tabela 4. Margem bruta no sistema de forma isolada.

ITENS	VALORES
Tarifa pelo uso da água bruta (R\$/1000m ³)	6,72
Quantidade de água necessária (m ³ /ha/ano)	7.200,00
Produtividade da mamona (Kg/ha/ano)	3.500,00
Área irrigada (ha)	61,00
Vazão de água necessária (m ³ /ano)	439.200,00
Preço da mamona (R\$/Kg)	1,25
Quantidade produzida (Kg/ano)	213.500,00
Receita da mamona (R\$/ano)	266.875,00
Custo de produção da mamona (R\$/ha/ano)	1.407,27
Custo da água bruta (R\$/ano) ²⁰	2.951,42
Margem bruta (R\$/ano)	262.516,31

Fonte: COGERH (2008); Beltrão (2004); CAGECE (2008); Alves; Sobrinho; Carvalho, (2004); CONAB (2008).

²⁰ Custo da água bruta = Preço da água bruta x Volume de água necessário.

Tabela 5. Margem bruta no sistema de forma integrada.

ITENS	VALORES
Tarifa da água de reuso (R\$/1000 m ³)	3,36
Quantidade de água necessária (m ³ /ha/ano)	7.200,00
Produtividade da mamona (Kg/ha/ano)	3.500,00
Área irrigada (ha)	61,00
Vazão de água necessária (m ³ /ano)	439.200,00
Preço da mamona (R\$/Kg)	1,25
Quantidade produzida (Kg/ano)	213.500,00
Receita da mamona (R\$/ano)	266.875,00
Custo de produção da mamona (R\$/ha/ano)	1.407,27
Custo da água de reuso (R\$/ano)	1.475,71
Margem bruta (R\$/ano)	263.992,02

Fonte: COGERH (2008); Beltrão (2004); CAGECE (2008); Alves; Sobrinho; Carvalho, (2004); CONAB (2008).

Tabela 6. Custos de implantação da ETE de Pacatuba e do projeto de reuso.

ITENS	VALORES
Investimento da ETE PACATUBA (R\$)	3.964.087,47
Projeto de reuso (R\$)	654.312,47
Investimento total (R\$)	4.618.399,94
Taxa efetiva de juros (aa)	0,12
Vazão (m ³ /h)	50,4
Vida útil (anos)	20
Custo de OAM (R\$)	3.431,42
Custo de fornecimento de água (R\$/m ³)	0,0693
Prazo de pagamento (anos)	2
Juros (R\$)	1.108.415,99
Valor a ser pago (R\$)	5.726.815,93
Valor da parcela (R\$)	238.617,33

Fonte: CAGECE, (2008).

4. CONCLUSÕES

mamona por meio do reuso de efluentes em Pacatuba-Ce, utilizando-se do modelo de

Após o estudo feito pelo presente trabalho, para a simulação do cultivo da Gestão Integrada de Recursos (GIR), constatou-se que haveria vantagens do

sistema de Gestão Integrada em relação ao sistema isolado para a CAGECE e para o produtor agrícola.

Mediante a revisão bibliográfica e documental a respeito do reuso de águas, primeiro objetivo específico desse trabalho, observou-se que o aumento da procura por água doce e potável tem se tornado cada vez mais acelerado na atualidade, realidade que tem feito do reuso de águas residuárias tema de grande importância, também para o Estado do Ceará, onde a água é um bem escasso.

Na identificação das Estações de Tratamento de Esgotos do Estado do Ceará que utilizam lagoas de estabilização, para a determinação das áreas irrigáveis, com base nas vazões e da projeção de empregos diretos gerados pelo cultivo da mamona no campo, o presente estudo identificou, considerando-se os sistemas existentes, em execução e projetados, as Bacias de Juazeiro do Norte e Quixadá como sendo as que apresentam maior potencial de reuso das águas no Estado e, conseqüentemente, maior potencial na geração de empregos com o plantio da mamoneira utilizando-se água de reuso.

Mediante a comparação entre a viabilidade financeira do reuso de efluentes entre a CAGECE e o produtor agrícola, em atendimento ao último objetivo específico, o presente estudo observou que, pelo modelo de Gestão Integrada de Recursos, a água bruta passaria a ser substituída parcialmente por água de reuso, com qualidade inferior, aumentando a margem para o agricultor, ou seja, agindo de forma integrada, surgiria uma nova receita, constituída pelo uso dos efluentes tratados (água de reuso) ao produtor agrícola que, se somada à receita

anterior, implicaria em aumento da margem bruta.

Agindo de forma isolada, observa-se na pesquisa que o produtor pagaria pelo uso da água bruta fornecida pela COGERH um valor superior ao que ele teria de pagar se agisse de forma integrada a companhia de água. Conseqüentemente, o custo da água bruta seria maior. Doutro modo, vê-se que, ao agir de forma integrada com a CAGECE, considerando-se uma queda de 50% no preço de água reutilizada, haveria uma queda no custo da água de reuso, com aumento da margem bruta para a CAGECE.

Com isso, verifica-se que a hipótese do trabalho, de que, por meio da GIR a prática do reuso de águas residuárias representa vantagens do ponto de vista econômico, social e ambiental para as partes envolvidas, foi confirmada. Ou seja, tanto para a CAGECE como para o produtor agrícola envolvido existem vantagens neste sentido. Pelo modelo de GIR, a COGERH deixa de obter o ganho financeiro proveniente do fornecimento da água bruta para o produtor agrícola. No entanto, há notável ganho ambiental, haja vista não mais existir o descarte de efluentes por parte da CAGECE em mananciais da COGERH.

A simulação para o cultivo da mamona, com o reuso de águas residuárias, apresentou um ganho de 0,5 % e 11% para o produtor agrícola e para a CAGECE, nessa ordem respectivamente.

Portanto, conclui-se que a água residuária deveria ser reaproveitada em, por exemplo, cultivos agrícolas, tendo em mente ser vantajosa esta prática do ponto de vista econômico, social e ambiental para a COGERH, para a CAGECE e para o produtor agrícola, utilizando a GIR.

Assim, espera-se que o presente estudo sirva de apoio para novas pesquisas na área, haja vista a sua importância para o desenvolvimento da região do semiárido brasileiro, este tendo como princípio o reaproveitamento da água em cultivos agrícolas, notadamente o de oleaginosas para a produção de biodiesel.

REFERÊNCIAS

- AGRICULTURA familiar, emprego e o lado social do biodiesel. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/biodiesel/social/aspectos-sociais.htm>>. Acesso em: 27 dez. 2008.
- ALVES, Maria Odete; SOBRINHO, José Narciso; CARVALHO, José Maria Marques de. **Possibilidades da mamona como fonte de matéria-prima para a produção de biodiesel no Nordeste Brasileiro**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2004.
- BELTRÃO, Napoleão Esberard de Macêdo. **Sistema de produção de mamona em condições irrigadas: considerações gerais**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. Disponível em: <<http://www.cnpa.embrapa.br/publicacoes/2004/DOC132.PDF>>. Acesso em: 30 set. 2008.
- BRASIL. **Decreto nº 29.373, de 08 de agosto de 2008**. Regulamenta o Art. 7º da Lei nº 11.996 de 24 de Julho de 1992 e suas alterações posteriores, no tocante à cobrança pelo uso dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos e dá outras providências. Disponível em: <http://portal.cogerh.com.br/categoria3/legislacao-estadual/copy_of_decreto-no28-300-de-30-de-junho-de-2006>. Acesso em: 14 set. 2009.
- CASTRO, Francisco José Ferreira de. *et al.* **Volumes de efluentes tratados em lagoas de estabilização para reuso no Ceará**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24, 2007, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte, 2007. Disponível em: <<http://www.saneamento.poli.ufrj.br/documentos/24CBES/II-447.pdf>>. Acesso em: 22 out. 2007.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Custo de produção estimado para a mamona. Safra 2008/09. Safra da seca**. Irecê, BA. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/custodeproducao_safradaseca.xls>. Acesso em: 28 set. 2008.
- DIEESE - Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos. As tarifas de energia elétrica no Brasil: sistemática de correção e evolução dos valores. **Nota Técnica**, n. 58, p. 8-12, 2007. Disponível em <<http://www.dieese.org.br/notatecnica/notatec58TarifaEnergia.pdf>>. Acesso em: 28 set. 2008.
- FREITAS, Ana Carolina. **Regulamentação para reuso da água deve sair em outubro**, Campinas, 26 jul. 2004. Disponível em: <<http://www.abcon.com.br/news.php/131>>. Acesso em: 8 jun. 2007.
- GARGANTINI, Paulo Eduardo; HERNANDEZ, Fernando Braz Tangerino. **Desenvolvendo com a agricultura irrigada e o agronegócio**. Unesp, Ilha Solteira, 27 dez. 2008. Disponível em: <<http://www.agr.feis.unesp.br/ji18062003.htm>>. Acesso em: 27 dez. 2008.
- GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ (IPECE). **Perfil básico municipal 2007**: Pacatuba. 2007. Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/PBM_2007/Pacatuba.pdf>. Acesso em: 3 abr. 2008.
- MACHADO, Carlos José Saldanha. Reuso da água doce. **Revista Eco 21**, Ano XIV, Edição 86, jan. 2004. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=/agua/doce/index.html&conteudo=/agua/doce/artigos/reuso.html>>. Acesso em: 8 jun. 2007.
- MOREIRA, José César Pontes; MAYORGA, Ruben Dario; MAYORGA, Maria Irles de Oliveira. **Análise revisional de estudos do cultivo da mamona na região dos Inhamuns, no estado do Ceará**. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 46., 2008, Rio Branco. Disponível em: <www.sober.org.br/palestra/9/951.pdf>. Acesso em: 25 dez. 2008.
- MÜNCH, L. e ANGELES, E. **Métodos e Técnicas de Investigação**. 2ª Ed. México: Trillas, 2005.
- PROSANEAMENTO: readequação do projeto executivo do sistema de esgotamento sanitário – 1ª Etapa – Pacatuba/Ce – memorial descritivo. Ceará, 2002.