

## II-269 - REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA RESIDUÁRIA DA FABRICAÇÃO DE BIODIESEL NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE PINHÃO MANSO

**Cláudio Luís Souza Pinto**<sup>(1)</sup>

Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ, Brasil, [claudio.pinto@ifrj.edu.br](mailto:claudio.pinto@ifrj.edu.br), [monicamarques@uerj.br](mailto:monicamarques@uerj.br), [michelle.rigo@gmail.com](mailto:michelle.rigo@gmail.com), [alexandreacerq@ig.com.br](mailto:alexandreacerq@ig.com.br),

**Mônica Regina Marques**<sup>(1)</sup>

Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ, Brasil, [claudio.pinto@ifrj.edu.br](mailto:claudio.pinto@ifrj.edu.br), [monicamarques@uerj.br](mailto:monicamarques@uerj.br), [michelle.rigo@gmail.com](mailto:michelle.rigo@gmail.com), [alexandreacerq@ig.com.br](mailto:alexandreacerq@ig.com.br),

**Michelle Machado Rigo**<sup>(1)</sup>

Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ, Brasil, [claudio.pinto@ifrj.edu.br](mailto:claudio.pinto@ifrj.edu.br), [monicamarques@uerj.br](mailto:monicamarques@uerj.br), [michelle.rigo@gmail.com](mailto:michelle.rigo@gmail.com), [alexandreacerq@ig.com.br](mailto:alexandreacerq@ig.com.br),

**Alexandre Andrade Cerqueira**<sup>(1)</sup>

Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ, Brasil, [claudio.pinto@ifrj.edu.br](mailto:claudio.pinto@ifrj.edu.br), [monicamarques@uerj.br](mailto:monicamarques@uerj.br), [michelle.rigo@gmail.com](mailto:michelle.rigo@gmail.com), [alexandreacerq@ig.com.br](mailto:alexandreacerq@ig.com.br),

**Daniel Vidal Perez**<sup>(2)</sup>

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa do Solo, Rio de Janeiro-RJ, [daniel@cnps.embrapa.br](mailto:daniel@cnps.embrapa.br)

### RESUMO

O interesse pelo reaproveitamento de águas residuárias é cada vez maior em atividades como a agricultura, em decorrência da escassez de recursos hídricos disponíveis ou de sua qualidade. Com essa pesquisa, objetiva-se avaliar a viabilidade do reaproveitamento da água residuária da fabricação de biodiesel, tanto para o uso na irrigação ou fertirrigação da cadeia produtiva de sementes de pinhão manso. As sementes de pinhão manso estudadas foram fornecidas pela EMBRAPA Solo - RJ – do cultivar 152 e a água residuária foi fornecida pela Empresa CESBRA-Biodiesel localizada em Volta Redonda-RJ. O experimento refere-se apenas aos resultados obtidos na fase de germinação das sementes em papel Germitest®. Os tratamentos propostos para o trabalho foram de diluições de água residuária em água destilada com concentrações de 5, 10, 20 e 40% para umedecer os papéis Germitest®. Manteve-se a testemunha umedecida com água destilada para efeito de comparação. Assim, foram avaliadas as médias do percentual de plantas germinadas, de plântulas normais, Índice de Velocidade de Germinação-IVG, Índice de Velocidade de Plântulas Emergidas- IVE, comprimento de raiz e comprimento de parte aérea. Para analisar os resultados, foi utilizada a metodologia Análise de Variância One Way (ANOVA). De acordo com os resultados, não houve diferenças significativas entre a germinação com os tratamentos aplicados comparando com a testemunha, entretanto, foi o tratamento 5% de diluição o que apresentou melhor resultado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Água Residuária, Biodiesel, Pinhão Manso, Germinação.

### INTRODUÇÃO

Pertencente à família das euforbiáceas, o pinhão manso (*Jatropha Curcas* L.) tem seu uso associado à propriedade medicinal, a artesanatos e óleo de lamparinas (SATURNINO et al., 2005). O pinhão manso pode ser encontrado em regiões de clima intertropicais desde a América Central até a China (HELLER, 1996). No Brasil, o encontramos em várias regiões desde o nordeste ao Paraná (CORTESÃO, 1956) (PEIXOTO, 1973).

Sendo considerada uma planta oleaginosa de grande produtividade de óleo/semente (SATURNINO et al., 2005), o pinhão manso ganhou destaque nas pesquisas a partir do lançamento do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel em dezembro de 2004 pelos Decretos nº 5.297 e 5.298; e Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005. O programa estimula o uso de distintas matérias primas (plantas oleaginosas e gorduras animais) na produção de biodiesel. Contendo no seu fruto aproximadamente 56% de óleo, alta produtividade se compararmos com a soja, o pinhão manso passa a receber atenção dos setores de pesquisa e econômico para produção de biodiesel (SATURNINO et al., 2005).

Mesmo sendo uma planta de fácil adaptação, para se obter alta produtividade de sementes, a planta necessita de água e de solos férteis (ARRUDA et al., 2004). Diante destas condições, se faz necessário, a partir da análise de solo e da pluviosidade da região, a correção da acidez do solo, da sua fertilidade e de um sistema de irrigação conforme a demanda nutricional da planta (LAVIOLA et al., 2008).

A emergência de problemáticas relacionadas ao uso da água na atualidade como a demanda, a qualidade, o desperdício, a contaminação, entre outros, faz com que o interesse na sua reutilização, reciclagem e reaproveitamento para diversos fins aumentem. Segundo Villela (2003) muitas pesquisas vêm sendo realizadas com o objetivo de avaliar a utilização de resíduos agroindustriais na composição de substratos de cultivo. A água residuária, potencialmente impactante ao meio ambiente a partir do seu descarte nos rios, lagos, mares e oceanos, expõe a saúde da população e a fauna e flora do planeta (BOWER, 2000). As atividades concentradas tanto nas indústrias como no sistema urbano ou ainda em atividades difusas como na aplicação de defensivos agrícolas no solo, contribuem para a introdução de compostos na água afetando a sua qualidade (BOWER, 2000). Outro aspecto importante quanto às questões hídricas é a escassez (HESPANHOL, 2003).

Para diminuir a pressão sobre esse bem da humanidade, buscam-se meios de tratar e de reaproveitar esse recurso, economizando água potável e mantendo a qualidade ambiental (NOBRE et al. 2010). Cabe aqui destacar que a reutilização para fins potáveis tem várias restrições, sendo permitido o uso de efluentes exclusivamente domésticos; porém, para fins não potáveis, os riscos são menores. Desta forma, a irrigação de algumas plantas não comestíveis, sistemas de proteção de incêndios, controle de poeira, descargas sanitárias em banheiros públicos, na construção civil e nas indústrias o seu emprego é bem visto no âmbito ambiental (HESPANHOL, 2002). O reaproveitamento de águas residuárias, embora não seja novo, é uma estratégia interessante e eficaz na conservação da água potável tanto em aspectos relacionados à sua qualidade quanto no que tange a sua escassez.

Na cadeia produtiva de biodiesel, meio do processo de transesterificação (SUAREZ et al. 2007), o efluente gerado contém na sua composição química o potássio, o sódio, além dos ácidos graxos e glicerina (NOUREDINI, 2001), (LARSEN, 2009). O potássio, por sua vez, é o segundo mineral requerido em maior quantidade pelas plantas em geral, depois do nitrogênio (OLIVEIRA et al., 2012). Os resultados dos experimentos de Saturnino et al. (2005) destacam o potássio como o macro nutriente encontrado em maior concentração no pinhão manso, donde deduz-se que essa espécie depende prioritariamente desse mineral para desenvolver-se. Com base nessas observações, acredita-se que o reaproveitamento da água residuária da produção de biodiesel na fertirrigação do pinhão manso seja possível nas várias fases do cultivo de pinhão manso iniciando na germinação das sementes.

Em experiências do reaproveitamento de águas residuárias em geral em outras culturas tem-se mostrado viável o uso dessa água nos processos de irrigação ou de fertirrigação. Para Medeiros et al (2007) o uso de águas residuárias constitui um recurso importante no suprimento de N, P, e K para a cultura da gerbera, com produtividade compatível com a produção convencional. Outros pesquisadores apresentam a viabilidade do uso de lodos domésticos em culturas como o milho e feijão (Nogueira et al., 2006), algodão (PEDROZA et al. 2005), cana de açúcar (MARQUES et al., 2006), pinhão manso (SOUSA, 2011; SILVA, 2009).

O objetivo deste trabalho é analisar a viabilidade do reaproveitamento da água residuária da fabricação de biodiesel na germinação de sementes de Pinhão Manso visando à obtenção de mudas para posterior produção de óleos utilizados na fabricação de biocombustíveis.

## MATERIAIS E MÉTODOS

No teste de germinação foi utilizada a água residuária fornecida pela empresa CESBRA- BIODIESEL. S.A. localizada na Cidade de Volta Redonda - RJ. As amostras foram coletadas em recipientes de vidro de capacidade de 5 litros e acondicionadas à temperatura de  $\pm 4^{\circ}\text{C}$  para análise. O mesmo foi coletado e utilizado sem processo de filtração ou outro tratamento além do executado pela empresa. As análises físico-químicas da água residuária seguiram as metodologias preconizadas por APHA (2005) e compreenderam a determinação dos seguintes parâmetros: pH, salinidade e sólidos totais dissolvidos (STD), turbidez através; cor, demanda química de oxigênio (DQO) e análises de cátions e ânions (amônio, Fluoreto, nitrito, nitrato, brometo, sulfato, fosfato, cloreto, Ca, Mg, K, Fe, Al, Cd, Cr, Cu, Pb, Ni e Zn), para analisar sua viabilidade de reaproveitamento

no experimento. Para o teste de germinação a água residuária foi diluída em quatro tratamentos e foi utilizada a água destilada como testemunha para efeito de comparação.

As sementes de pinhão manso utilizadas no experimento foram fornecidas pela EMBRAPA do cultivar 152 provenientes da cidade de Janaúba - MG em um único lote, da safra 2014. As sementes foram submetidas a um tratamento de desinfecção superficial, que consiste na lavagem com hipoclorito de sódio a 2% durante 2 min., seguida da lavagem com água corrente.

Cada experimento foi montado em fatorial, com delineamento inteiramente casualizado, consistindo de quatro dosagens mais a testemunha com água destilada e quatro repetições cada [5 x 4], sendo 100 por tratamento, totalizando 500 sementes avaliadas. Os testes de germinação foram realizados em rolos de papel Germitest® umedecidos com cada dosagem estabelecida, na proporção de 3 vezes o peso do papel seco, dispostos verticalmente na incubadora de demanda bioquímica de oxigênio (incubadora tipo BOD), em temperatura  $\pm 25^{\circ}\text{C}$  e foto período de 12 horas, durante quatorze dias. Esse procedimento é fundamental para o processo de germinação, pois nele a semente sai de um estado de repouso a partir da intensificação da atividade metabólica, cujos principais agentes são água e luz (BORGES & RENA, 1993). De acordo com Copeland & McDonald (1995) a absorção de água pelas sementes durante o processo de germinação é fundamental na retomada das atividades metabólicas, os quais podem ser manipulados a fim de otimizar a porcentagem, velocidade e uniformidade de germinação resultando na obtenção de plântulas mais vigorosas e na redução de gastos de produção.

As contagens foram realizadas ao quarto dia (1ª leitura), no sétimo dia (2ª leitura), no décimo primeiro dia (3ª leitura e finalizadas ao décimo quarto dia (4ª leitura) para observar o percentual de plantas germinadas, percentual de plântulas normais, IVG, IVE, comprimento de raiz e parte aérea (variáveis independentes)). Os parâmetros avaliados seguiram as Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009). O índice de velocidade de germinação foi determinado anotando-se diariamente o número de sementes com radículas protundidas durante o teste de germinação e calculado pela fórmula proposta por (MAGUIRE, 1962):

Onde:

$$\text{IVG} = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_n}{N_n}$$

IVG = índice de velocidade de germinação;

G1, G2, Gn = número de sementes germinadas computadas na primeira contagem, na segunda contagem e na última contagem.

N 1, N 2, Nn = número de dias de semeadura à primeira, segunda e última contagem.

Os dados obtidos foram submetidos às Análises de Variância One-Way (ANOVA), seguida do teste de comparações múltiplas de Tukey caso fosse identificado efeito estatisticamente significativo da variável independente (tratamento). Todos os testes de hipóteses desenvolvidos nesse trabalho consideraram uma significância de 5%, ou seja, a hipótese nula foi rejeitada quando p-valor foi menor ou igual a 0,05.

## RESULTADOS

A Tabela 1 contém os resultados das análises físico-químicas da água residuária. Conforme Almeida (2010), a qualidade da água para irrigação se define em função de três critérios básicos: (1) salinidade dentro dos limites estabelecidos para avaliar se há altas concentrações de sais na água; (2) sodicidade para analisar se a água induz uma elevada Porcentagem de Sódio Trocável (PST) que causará a deterioração na estrutura do solo; (3) a toxicidade que pode criar determinados íons acumulados nos tecidos das plantas.

Considera-se que o parâmetro de salinidade é de suma importância na irrigação, já que pode ocasionar danos imediatos no desenvolvimento das plantas. Segundo Almeida (2010) mesmo as águas dentro dos padrões estabelecidos podem se tornar prejudiciais conforme evoluem no solo, isto ocorre, por exemplo, com o fenômeno de evapotranspiração ocasionando a diminuição de umidade e o aumento de concentração de sais. A Condutividade Elétrica encontrada na água residuária foi de  $2,12 \text{ dS m}^{-1}$ , comparando com (ALMEIDA, 2010)

que apresenta o intervalo ideal do parâmetro salinidade que é de 0 – 3 dS m<sup>-1</sup> de Condutividade Elétrica, esta água pode ser utilizada para irrigação para o parâmetro de salinidade.

Comparando os resultados encontrados na caracterização da água residuária com os valores preconizados por Almeida (2010) com relação aos micronutrientes somente o ferro está acima das concentrações máximas recomendáveis para água residuária irrigada no solo com valor de 17,5 mg L<sup>-1</sup>, sendo que a recomendação é de no máximo 5,00 mg L<sup>-1</sup>. Portanto, sendo aplicada no solo será pertinente analisar se há a necessidade de correção de acidez.

Um resultado a ser considerado na análise da água residuária é quanto à quantidade de potássio disponível, o que é muito positivo para seu reaproveitamento como fertirrigação. Segundo Malavolta et al. (1997), o teor de potássio encontrado nas plantas de alto potencial produtivo excede o teor de nitrogênio por participar de diversas fases do metabolismo das plantas, fato também observado por Saturnino et al. (2005).

**Tabela 1: Características físico-químicas da água residuária.**

Parâmetros	Valores
DQO (mg L-1)	1980
Cor (400 nm)	0,041
Turbidez (NTU)	8
pH	6,4
Condutividade (uS/cm)	2120
Salinidade (mg L-1)	1030
STD (mg L-1)	1490
O&G (mg L-1)	23
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg L-1)	Na*
Fluoreto (mg L-1)	60,8
Nitrito (mg L-1)	Na*
Nitrato (mg L-1)	Na*
Brometo (mg L-1)	Na*
Ca (mg L-1)	1974
Mg (mg L-1)	Na*
K (mg L-1)	1912
Sulfato (mg L-1)	1689
Fosfato (mg L-1)	Na*
Cloreto (mg L-1)	0,46
Fe (mg L-1)	17,5
Al (mg L-1)	0,56
Cd (mg L-1)	0,005
Cr (mg L-1)	0,07
Cu (mg L-1)	0,014
Pb (mg L-1)	0,11
Ni (mg L-1)	0,054
Zn (mg L-1)	0,46

\* Não foram identificados elementos na água analisada

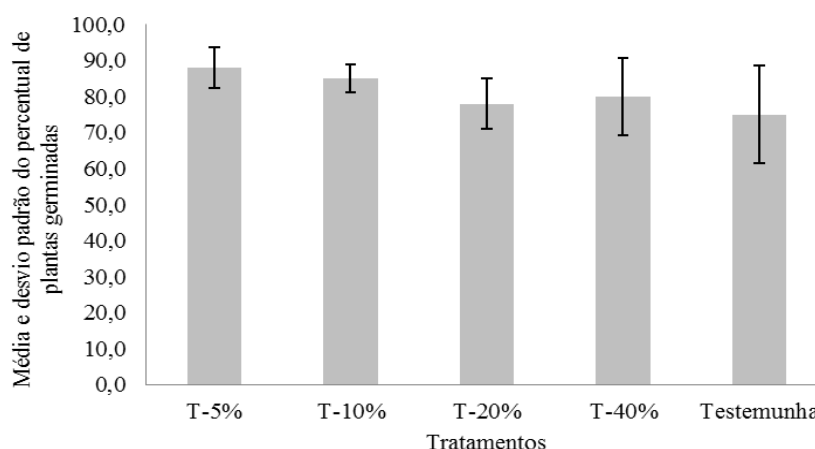
Após a ultima leitura foram feitas as contagens das sementes que germinaram e a análise do desenvolvimento das plântulas. Foram avaliados parâmetros como o comprimento das raízes e da parte aérea emergida. Outra avaliação importante foi a da incidência de fungos em algumas sementes, que contribuiu para alterar os resultados nos testes. Isto pode ocorrer e afetar diretamente na redução do seu poder germinativo mesmo com a desinfecção das sementes (LASCA et al., 2004). Vale ressaltar a necessidade de uma melhor avaliação na escolha das sementes e seu tratamento pré-germinativo para diminuir o risco dessas incidências.

Os resultados da análise de variância dos dados estão dispostos na Tabela 2. Para o percentual de plantas germinadas, percentual de plântulas normais, IVG e IVE, é possível observar que os valores médios são sempre mais altos no tratamento 5% de diluição (T-5%) e mais baixos do que a testemunha. O percentual médio de plantas germinadas foi igual a 88% em T-5% e de 75% na Testemunha. O percentual médio de plântulas normais foi igual a 87% em T-5%, comparado com os 74% da Testemunha. Os valores de 6,2 para o IVG médio e o IVE médio em T-5% foram maiores do que os obtidos para a Testemunha (ambos 5,3%). Porém, apesar das diferenças observadas entre as médias dos diferentes tratamentos e Testemunha, não foi identificado efeito estatisticamente significativo do tratamento no percentual de plantas germinadas, percentual de plântulas normais, IVG, IVE, raiz e parte aérea, uma vez que p-valor da ANOVA foi de 0,28, 0,45, 0,41, 0,46, 0,18 e 0,22, respectivamente. Uma vez que não foi identificado efeito estatisticamente significativo do tratamento em nenhuma das variáveis dependentes analisadas, a ANOVA não seguiu com as comparações múltiplas de Tukey. Já em relação à raiz e à parte aérea, os valores médios para cada tratamento e Testemunha são muito parecidos.

**Tabela 2:** média e desvio padrão, seguido do p-valor da ANOVA, do percentual de plantas germinadas, percentual de plântulas normais, IVG, IVE, raiz e parte aérea, para cada tratamento e testemunha.

Tratamento	N	Plantas germinadas (%)		Plântula normais (%)		IVG		IVE		Raiz		Parte aérea	
		Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
T-5%	4	88,0	5,7	87,0	6,0	6,2	0,5	6,2	0,5	5,4	0,3	5,5	0,3
T-10%	4	85,0	3,8	81,0	6,0	5,8	0,3	5,7	0,4	4,9	0,6	5,4	0,9
T-20%	4	78,0	6,9	76,0	8,6	5,4	0,6	5,4	0,6	5,0	0,8	5,0	0,6
T-40%	4	80,0	10,8	76,0	13,5	5,4	1,0	5,4	1,1	4,6	0,7	5,3	0,4
Testemunha	4	75,0	13,6	74,0	15,5	5,3	1,0	5,3	1,0	5,5	0,3	6,0	0,5
p-valor (ANOVA)		0,28		0,45		0,41		0,46		0,18		0,22	

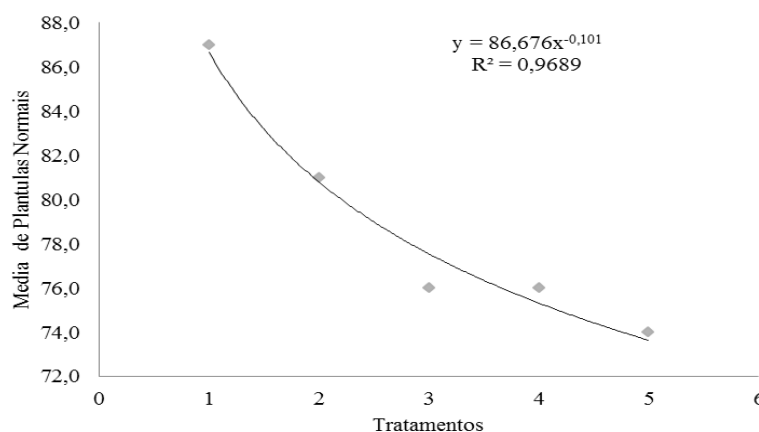
Na média de resultados do índice de germinação, foi identificado que não houve diferença no percentual de germinação, independente do tratamento realizado. O elevado valor do desvio padrão obtido no tratamento Testemunha foi influenciado pela presença de fungos na semente que contribuiu para a interrupção no processo germinativo (figura 1).



**Figura 1:** Média e Desvio Padrão do percentual de plantas germinadas.

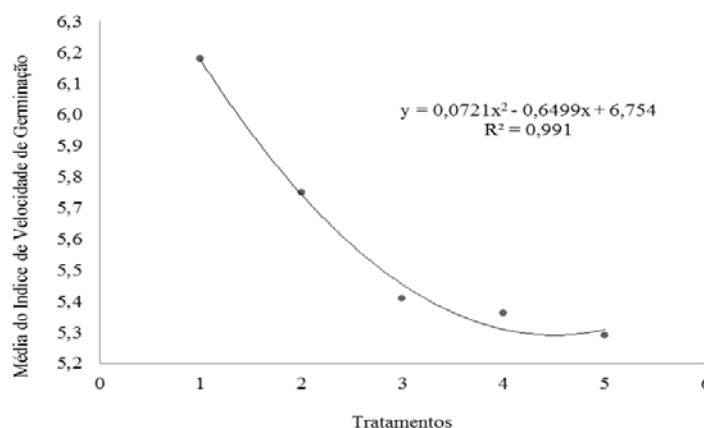
Na figura 2 visualiza-se graficamente o comportamento das sementes germinadas quanto às plântulas normais em cada tratamento conforme a tabela 3. Nessa figura podemos observar que o percentual de plântulas normais vai diminuindo com o aumento da porcentagem da diluição do tratamento representado pelos números 1: 5%; 2: 10%; 3: 20%; 4: 40% e 5: Testemunha. A mesma quantidade de água foi disponibilizada nos experimentos já que o déficit hídrico durante a germinação inibe o início do desenvolvimento da radícula e o alongamento do hipocótilo, prejudicando o desenvolvimento do eixo embrionário (BELCHER, 1975). Este déficit eleva a porcentagem de plântulas anormais, como foi verificado para sementes de amendoim (TANAKA et al., 1991) e algodão (DUTRA et al., 1995), não sendo esta a causa da diferença encontrada.

Neste caso um fator que pode ter influenciado nos resultados na germinação e na formação das plântulas é o teor de sais, especialmente de cloreto de sódio, devido à diminuição do potencial osmótico, ocasionando prejuízos às demais fases do processo (LIMA et al., 2005). Considerando que mesmo com a diluição da água residuária, o aumento gradativo da concentração, no caso de germinação em papel, os sais encontrados podem influir de forma negativa formação das sementes.



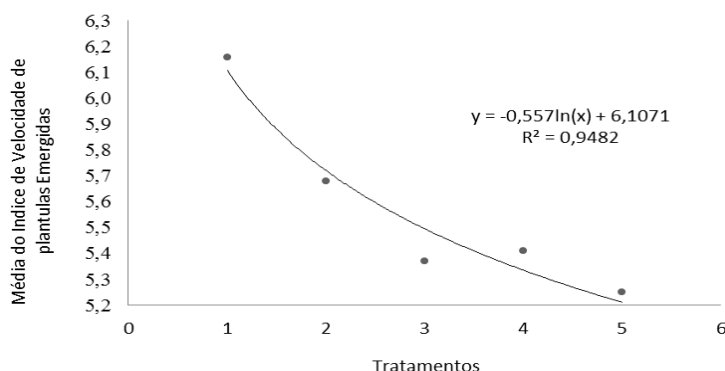
**Figura 2: Média de plântulas germinadas.**

Na Figura 3 e 4 são apresentados os valores de IVG e IVE e suas linhas de tendências indicando que quanto maior a porcentagem da água residuária diluída na água menor é o percentual de germinação e de plântulas emergidas, apresentando coeficientes de rendimentos significativos e bem próximos  $R^2 = 0,991$  e  $R^2 = 0,9482$ .



**Figura 3: Média do Índice de Velocidade de Germinação de sementes.**

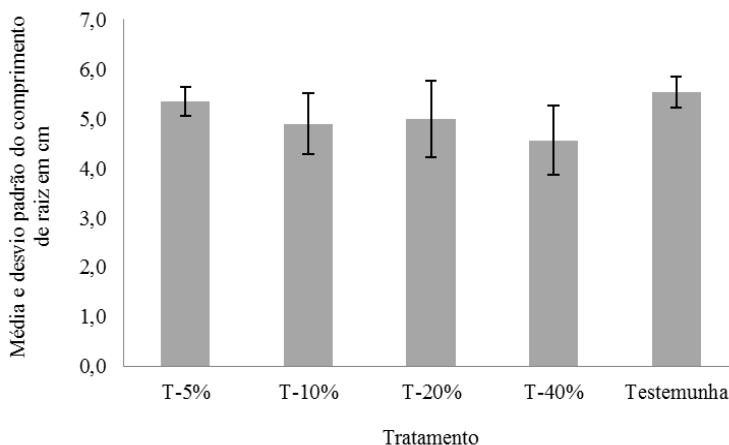




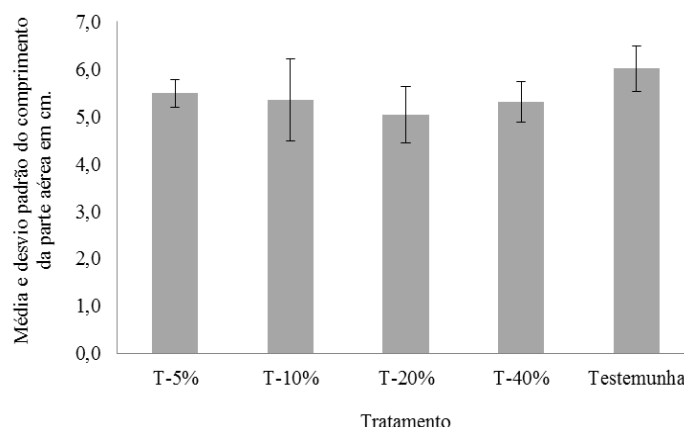
**Figura 4: Média do Índice de Velocidade de plântulas Emergidas.**

Quanto ao comprimento da raiz e da parte aérea, podemos concluir que foram satisfatórios, já que em condições ótimas no desenvolvimento das plantas jovens de pinhão manso há uma razão equânime no o crescimento da parte aérea com o crescimento das raízes. Segundo Carneiro *et al.*, (2004) a relação parte aérea/raízes de plantas de pinhão manso decresce quando cultivadas em ambiente salinizado artificialmente e isto, segundo os autores, ocorreu devido ao efeito negativo que a salinidade causou às raízes, no experimento isto não ocorreu.

Nas figuras 5 e 6, estão apresentados os gráficos do comprimento da parte aérea e de raiz com o desvio padrão. Um dado importante é que mesmo com os valores percentuais de plantas germinadas para testemunha ter sido menor que as diluições, as médias dos comprimentos das raízes e partes aéreas foram maiores.



**Figura 5: Comprimento de raiz das sementes germinadas em função do tratamento aplicado.**



**Figura 6: Comprimento de parte aérea das sementes germinadas em função do tratamento aplicado.**

## CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que é possível utilizar as águas residuárias da fabricação de biodiesel produzido na empresa CESBRA na etapa de germinação de sementes para pinhão manso, considerando a mesma composição química da água fornecida.

No experimento em questão houve diferenças nos resultados dos tratamentos, porém, não foram significativas comparando com a água destilada, assim a função da água residuária na fase de germinação foi de irrigação, que, conforme o padrão das Regras e Análises de Sementes(RAS), obteve um bom percentual de germinação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALMEIDA, O. A de. Qualidade da Água de Irrigação. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010.
2. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION et al. APHA.(2005). Standard method for examination of water and waste water, p. 2-61.
3. ARRUDA, F. P. de, N. E. de M. BELTRÃO, A. P.de ANDRADE, W. E. PEREIRA, e L. S SEVERINO. Cultivo do Pinhão Manso (*Jatropha curcas* L.) como Alternativa para o Semiárido Nordeste. Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas 8 (2004).
4. BELCHER, E.W. Influence of substrate moisture level on the germination of seed of selected *Pinus* species. Seed Science and Technology, Zürich, v.3, n.3, p.597-604, 1975.
5. BORGES, E.E.L.; RENA, A.B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. Sementes florestais tropicais. Brasília: ABRATES, 1993. 350 p.
6. BOWER, H. – Integrated Water Management: Emerging Issues and Challenges. Agr. Water Mngt. 45, pp. 217-228, 2000.
7. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Regras para análise de sementes. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009.
8. CARNEIRO, P. T.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L.; VIANA, S. B. A. Salt tolerance of precocious dwarf cashew rootstocks - physiological and growth indexes. Scientia Agricola, v. 61, n. 1, p. 9-16, 2004
9. COPELAND, L.O.; McDONALD, M.B. Principles of seed science and technology. 3. ed. New York: Hapman & Hall, 1995. 409p
10. CORTESÃO, M. Culturas tropicais: plantas oleaginosas. Clássica, 231p, 1956.
11. DUTRA, A.S.; CASTRO, J.R. de; AMARO FILHO, J. Influência da quantidade de água no substrato sobre a germinação de sementes de algodão herbáceo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 9, 1995, Florianópolis Anais... Informativo Abrates, Londrina, v.5, n.2, p. 089, 1995.
12. HELLER, J. Physic nut. *Jatropha curcas* L.: promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 1 ed. Roma: IPGRI, 66 p. 1996.



12. HESPANHOL, I. Potencial de reuso de água no Brasil - agricultura, indústria, municípios e recarga de aquíferos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. Porto Alegre, v.7, p.75-95, 2002.
13. HESPANHOL, I. Potencial de reuso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. *Bahia, Análise & Dados*, v.13, p.411- 437, 2003.
14. LARSEN, A. C. Co-digestão anaeróbia de glicerina bruta e efluente de fecularia. 2009. 41 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas / UNIOESTE, Cascavel, PR, 2009.
15. LASCA, C. C.; VECHIATO, M. H.; FANTIN, G. M.; KOHARA, E. Y. Efeito do tratamento químico de sementes de milho sobre a emergência e a produção. *Arquivos do Instituto Biológico*, São Paulo, v. 72, n. 4, p. 461-468, 2004.
16. LAVIOLA, B.G.; DIAS, L.A.S. Teor e acúmulo de nutrientes em folhas e frutos de pinhão manso. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, n.5, p.1969-1975, 2008.
17. LIMA, M.G.S.; LOPES, N.F.; MORAES, D.M.; ABREU, C.M. Qualidade fisiológica de sementes de arroz submetidas a estresse salino. *Revista Brasileira de Sementes*, v.27, n.1, p.54-61, 2005.
18. MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation of seedling emergence and vigour. *Crop Science*, v.2, n.1, p.176-177, 1962.
19. MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.
20. MARQUES, M. O.; NOGUEIRA, T. A. R.; FONSECA, I. M.; MARQUES, T. A. Metais pesados em solo tratado com lodo de esgoto e cultivado com cana-de-açúcar. *Colloquium Agrariae*, v.2, n.1, p.46-56, 2006.
21. MEDEIROS, S. S.; SOARES, F. A. L.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D. Uso de água residuária de origem urbana no cultivo de gérbereas: efeito nos componentes de produção. *Eng. Agrícola*, Jaboticabal, v.27, n.2, p.569-578, 2007.
22. NOBRE, R. G. et al. Produção do girassol sob diferentes lâminas com efluentes domésticos e adubação orgânica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 14, n. 7, p. 747-754, 2010.
23. NOGUEIRA, R. A. T.; SAMPAIO, R. A.; SOARES, F. C.; MACHADO, F. I. Produtividade de milho e de feijão consorciados adubados com diferentes formas de lodo de esgoto. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v.6, n.1, p.122-131, 2006.
24. NOUREDDINI, D.R. "System and process for producing biodiesel fuel with reduced viscosity and a cloud point below thirty-two (32) degrees fahrenheit." (2001).
25. OLIVEIRA, E. L.; FARIA, M.I A.; EVANGELISTA, A. W. P. and MELO, P.lo C.. Resposta do pinhão-manso à aplicação de níveis de irrigação e doses de adubação potássica. *Rev. bras. eng. agríc. ambient.* [online]. 2012, vol.16, n.6, pp. 539-598. ISSN 1807-1929.
26. PEDROSA, J. P.; BELTRÃO, N. E. de M.; HAANDEL, A. C. VAN; GOUVEIA, J. P. G. Doses crescentes de biossólido e seus efeitos na produção e componentes do algodoeiro herbáceo. *Revista de Biologia e Ciência da Terra*, v.5, n.2, p.2-5, 2005.
27. PEIXOTO, A.R. Plantas Oleaginosas Arbóreas. São Paulo: Nobel, 1973.
28. SATURNINO, H.M., D.D. PACHECO, J. KAKIDA, N TOMINAGA, e N. P. GONÇALVES. "Cultura do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.)." *Informe agropecuário* 26 (2005): 44-78.
29. SILVA, M. B. R.; NERY, A. R.; FERNANDES, P. D.; NETO, J. D.; LIMA, V. L. A.; VIÉGAS, R. A. Produção do pinhão-manso, primeiro ano, irrigado com água residuária. *I Congresso Brasileiro de Pesquisa em Pinhão-Manso*, Brasília, 2009
30. SOUSA, A. E. C., et al. "Crescimento e consumo hídrico de pinhão manso sob estresse salino e doses de fósforo." *Revista Ciência Agronômica* 42.2 (2011): 310-318.
31. SUAREZ, P. A. Z.; MENEGHETTI, S. P. M. 70º Aniversário do Biodiesel em 2007: Evolução Histórica e Situação Atual no Brasil. *Química Nova*, São Paulo, v. 30, n. 8, 2007.
32. TANAKA, M.A.S.; MARIANO, M.I.A.; LEÃO, N.V.M. Influência da quantidade de água no substrato sobre a germinação de sementes de amendoim. *Revista Brasileira de Sementes*, 13(1): 73-76. 1991.
33. VILLELA J. L. V. E.; ARAÚJO, J. A. C.; FACTOR, T. L. Efeito da utilização do efluente de biodigestor no cultivo hidropônico do meloeiro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.7, p.72-79, 2003.