

QUALIDADE DE ÓLEO DE GIRRASSOL IRRIGADO COM ESGOTO DOMÉSTICO TRATADO

Yago Genner França da Silva^{1*}, Luiz Di Souza¹, Sandra Maria Campos Alves²,
Fabrícia Gratyelli Bezerra Costa², Rafael Oliveira Batista²

¹Departamento de Química, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Campus
Universitário Central, Costa e Silva, Mossoró, RN 59610-090 Brasil

²Universidade Federal Rural do Semi-árido, Campus de Mossoró, Costa e Silva,
Mossoró, RN 59.625-900 Brasil

RESUMO

A busca de alternativas racionais que permitam a reutilização de águas residuais tem se tornado mais necessário a cada dia, tanto do ponto de vista ambiental, como do ponto de vista econômico, especialmente em regiões áridas e semi-áridas, onde os recursos hídricos são escassos. Assim, este estudo teve como objetivo avaliar o efeito da utilização de água residual de esgoto doméstico na irrigação de sementes de girassol, conforme recomenda a Sociedade Americana de Testes e Materiais. Com o intuito de minimizar danos ambientais e obter economia de recursos hídricos e econômicos sem prejudicar as propriedades do óleo de girassol como índice de saponificação, ponto de fulgor e combustão, densidade e acidez, foram estudados 5 proporções de água residual primária misturada com água de abastecimento. Desse estudo foi determinada a proporção ideal de 50 %.

Palavras-chave: Reutilização; óleo de qualidade; *Helianthus Annuus L.*

* E-mail: yago.genner@yahoo.com.br

GIRRASSOL OIL QUALITY IRRIGATED BY TREATED RESIDUAL WASTEWATER

ABSTRACT

The search for rational alternatives that allow the reuse of wastewater becomes every day more necessary, both from an environmental standpoint, as the economic point of view, especially in arid and semiarid regions where water resources are scarce. Thus, this study aimed to evaluate the effect of the application of treated domestic wastewater residual in the production of sunflower seeds according to the recommendation of American Society of Testing and Materials. In order to minimize environment damages, water and economic resources and not affect oil properties such as saponification index, flash and combustion point, density and acidity, were studied 5 proportions of residual wastewater mixture with water supply. From this study it was determined the proportion of 50 %.

Keywords: Reutilizing, oil quality, *Helianthus annuus* L.

INTRODUÇÃO

Na região semiárida do Nordeste brasileiro, onde a precipitação pluviométrica anual varia de 300 a 800 mm de chuvas distribuídas, geralmente, durante um período de três meses, ocorre evapotranspiração excedente e as plantas sofrem déficit hídrico. Desta forma, a irrigação se torna a prática mais segura para garantir a produção agrícola na região. No entanto, a região é pobre em recursos hídricos e para suprir a demanda da água precisa-se implantar uma política racional de reutilização dos mesmos. O reuso dos esgotos domésticos como valiosa fonte de água na agricultura pode ser uma alternativa valiosa que proporciona, tanto o aumento da oferta hídrica como a fertirrigação orgânica.¹ Em virtude da escassez qualitativa e quantitativa de água, diversos pesquisadores apontam para importantes litígios locais e mesmo possíveis conflitos entre nações em um futuro próximo, considerando que o consumo mundial dobra a cada 20 anos.²

Dessa forma, a busca por alternativas racionais que viabilizem o uso de águas residuárias são cada dia mais necessárias, tanto do ponto de vista ambiental como do ponto de vista econômico, sobretudo em regiões áridas e semi-áridas, onde os recursos hídricos são

bastante escassos.³ Quando aplicadas no solo, as águas residuárias de origem doméstica bruta ou tratada são depuradas, por meio de processos físicos, químicos e biológicos, que reduzem sua carga poluidora.⁴

O girassol (*Helianthus annuus L*) é uma planta da família das Asteracea, e originária do sudoeste do México, cuja semente vem sendo utilizada principalmente para a extração de óleo, o qual é considerado de alta qualidade nutricional e sensorial (aroma e sabor). A espécie foi introduzida na Europa, no século XIV, como planta cultivada, e reintroduzida na América, a partir da Europa, no século XIX.⁵ A semente de girassol possui aproximadamente 24 % de proteínas e 47,3 % de óleo, sendo rica em ácidos graxos polinsaturados, além de possuir baixa quantidade de ácidos graxos saturados, sendo considerado um óleo saudável para o coração.

O girassol é uma das principais culturas anuais produtoras de óleo do mundo, juntamente com a soja, a palma e canola, o que representa grande importância na economia mundial.⁶ No Brasil o seu cultivo tem se intensificado com a sua utilização como matéria prima para a produção de biocombustível, ocupando uma área de aproximadamente 68 mil hectares, concentrada, principalmente, na região Centro-oeste (48800 ha).⁷ Esta espécie de girassol (*Helianthus annuus L.*) responde por cerca de aproximadamente 13 % de todo o óleo vegetal produzido mundialmente e ocupa posição de destaque entre as cinco maiores culturas produtora de óleo vegetal comestível.⁸ Atualmente, esta cultura se inseriu entre as espécies vegetais de maior potencial para a produção de energia renovável no Brasil, sendo enquadrada como importante fornecedora de matéria-prima para a produção de biocombustíveis.

Nesse sentido, este trabalho visou avaliar o efeito da aplicação do efluente residual doméstico tratado na produção de grãos de girassol, bem como sua influência na quantidade e na qualidade do óleo produzido a partir de diferentes concentrações de efluente em água pura nas lâminas de irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

Todos os reagentes químicos utilizados foram PA, as suas soluções foram preparadas usando água destilada e o adubo usado foi de boa qualidade e comprado de fornecedor conceituado. O estudo foi desenvolvido no projeto de Assentamento Rural Milagres em Apodi-RN (Figura 1), situado a 100 km de Mossoró-RN, cujas coordenadas geográficas são

5°35'17''S e 37°54'07''O, altitude de 153 m ao nível do mar, coordenado pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). O assentamento possui 28 residências e dispõe de rede coletora e interceptora de esgoto, além de uma estação para tratamento preliminar e primário do esgoto doméstico bruto.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima predominante na região é do tipo BSw'h', caracterizado por ser muito quente e semiárido, com a estação chuvosa se atrasando para o outono.



Figura 1. Foto aérea do assentamento rural Milagres-Apodi-RN. **Fonte:** GOOGLE EARTH.

O solo da área foi classificado como Cambissolo TA Eutrófico Típico de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.³ A cultura utilizada foi o girassol (*Helianthus annuus*), cultivar H-251 da Embrapa, sendo transplantada para o campo 20 dias após a sementeira. O semeio foi realizado em 39 bandejas de polietileno de 200 cédulas/cada, preenchidas com substrato comercial GOLDEN MIX a base de fibra de coco. O transplante aconteceu no dia 20 de outubro de 2011.

O espaçamento utilizado foi de 1,0 m entre fileiras de plantas por 0,30 m entre plantas. As partes experimentais foram constituídas de cinco fileiras de plantas de 2,5 m sendo duas bordaduras e três fileiras centrais, a fração útil totalizou-se em 25 parcelas de uma área de 12,5 m². As cinco parcelas submetidas ao tratamento T5 (somente água de abastecimento e adubação química) receberam adubação de fundação com uma única aplicação de uréia, MAP, cloreto de potássio e ácido bórico seguindo as recomendações de Ribeiro *et al.*⁹ e Rajj *et al.*¹⁰

para o desenvolvimento inicial da cultura do girassol, enquanto as demais parcelas receberam apenas o aporte de nutrientes presentes na água residuária doméstica primária.

Os tratamentos consistiram na aplicação da água residuária de origem doméstica primária (ARP) e água de abastecimento (AA) com cinco distintas proporções (T1 – 100 % de ARP e 0 % de AA; T2 – 75 % de ARP e 25 % de AA; T3 – 50 % de ARP e 50 % de AA; T4 – 25 % de ARP e 75 % de AA e T5 – 0 % de ARP e 100 % de AA mais adubação química). Para a caracterização do esgoto doméstico primário e da água do poço artesiano foram coletadas amostras de água e efluentes que foram imediatamente conservadas em caixas isotérmicas com gelo a temperatura de 4 °C. Em seguida, as amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Análise de Solo, Água e Planta e para o de Inspeção de Produtos de Origem Animal, ambos da UFERSA, bem como para o Laboratório de Catálise, Ambiente e Materiais - LACAM da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte - UERN para a obtenção das características físico-químicas e microbiológicas.

A extração do óleo e as avaliações de sua qualidade foram feitas no LACAM/UERN utilizando as seguintes metodologias:

- a) Índice de acidez, determinado de acordo com metodologia recomendada na ASTM D-664;
- b) Densidade, determinada conforme as normas da ASTM;
- c) Viscosidade, cujas análises foram obtidas em um viscosímetro Sayboults na temperatura de 40 °C, conforme a norma ASTM D 445;
- d) Índice de saponificação, cujo método utilizado para se fazer esta análise foi a volumetria de neutralização, usando um sistema simples de titulação;
- e) Ácidos graxos livres, determinado por volumetria. O índice de ácidos graxos livres indica a quantidade de material que é passível de ser transformada em biodiesel no óleo e sua determinação nas amostras foi realizada seguindo o mesmo método para o índice de saponificação. Junto ao índice de acidez, o índice de ácidos graxos livres é importante para se verificar a qualidade do óleo visando seu uso na produção de biodiesel.

Para verificar a produtividade do girassol e a qualidade dos óleos obtidos dos grãos, o experimento foi montado no delineamento em blocos casualizados com cinco tratamentos e

cinco repetições (T1 – 100 % de ARP e 0 % de AA; T2 – 75 % de ARP e 25 % de AA; T3 – 50 % de ARP e 50 % de AA; T4 – 25 % de ARP e 75 % de AA e T5 – 0 % de ARP e 100 % de AA mais adubação química).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da qualidade da água e dos macro e micronutrientes foram apresentadas em dissertação de mestrado¹² e mostram que a quantidade de macronutrientes aumenta à medida que aumenta a quantidade de ARP e são superiores aos proporcionados pela AA. Nesta, mostrou-se também que os diferentes tratamentos não resultaram em mudanças significativas na produtividade das sementes de girassol, entretanto o resultado foi superior a média nacional esperada para a safra 2011/12 de 1216 kg ha⁻¹, atingindo a produtividade de 1321 kg ha⁻¹ para o T2. No entanto, uma boa produtividade somente não deve ser motivo para aplicar a ARP na produção de sementes de girassol, já que outros fatores como o percentual de óleo e a qualidade do óleo contido nas sementes são importantes, especialmente, se o objetivo desta produção é fornecer sementes para extração de óleo a ser usado como matéria prima na síntese de biodiesel.

A Figura 2 mostra o percentual de óleo obtido para cada tratamento. Estes resultados mostram que o percentual de óleo obtido aumenta à medida que diminui a quantidade de ARP usada, ou seja, a produtividade em óleo é inversamente proporcional a quantidade de ARP presente. Estes resultados estão de acordo com o percentual de macronutrientes presentes nas amostras, cujas concentrações decrescem à medida que diminui a porcentagem de ARP. O nitrogênio desempenha importante função no metabolismo e na nutrição da cultura do girassol, e a sua deficiência causa a desordem nutricional. Portanto, esse nutriente é o que mais limita a sua produção, enquanto seu excesso ocasiona decréscimo na porcentagem de óleo e doses elevadas podem aumentar a incidência de pragas e doenças, afetando a produção de grãos.

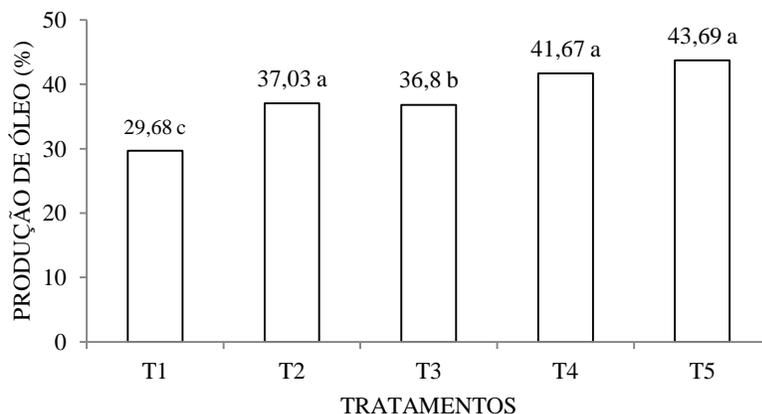


Figura 2. Produção do óleo de girassol (%) em função das distintas proporções de ARP.

Nota: Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra nas colunas; para cada proporção de esgoto doméstico tratado, os dados não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

As Figuras 3 e 4 mostram os resultados dos índices de acidez e de ácidos graxos livres para os óleos obtidos com os diferentes tratamentos. Os resultados mostram que a qualidade do óleo é modificada pela concentração de ARP usada, passando por um ponto de máximo em 50 % de ARP. No entanto, o ponto que oferece material de melhor qualidade para a produção de biodiesel é com o porcentual de 25 de ARP cujo índice de acidez é 1,54, sendo a condição obtida que mais se aproxima para a produção de biodiesel, visto que na literatura exige índice de acidez máximo para o óleo de 0,5. Valores maiores de acidez prejudicam a síntese via rota básica, tradicionalmente usada e exigirão tratamento do óleo, alterações das condições de síntese ou alteração da rota de síntese para catálise ácida ou heterogênea.

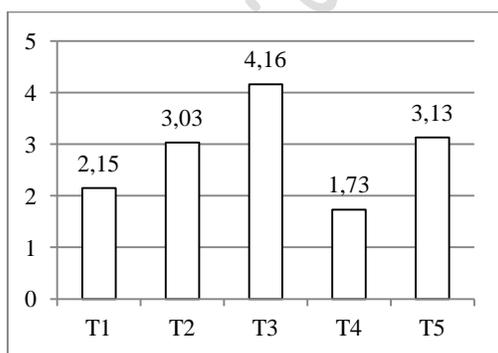


Figura 3. Índice de Acidez em função das distintas ARP usadas

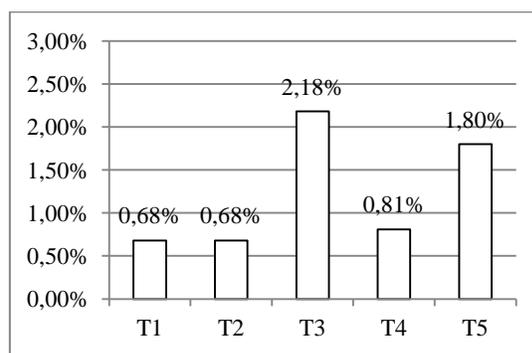


Figura 4. Índices de ácidos graxos livres (%) em função das distintas ARP usadas.

A Figura 5 mostra os valores de viscosidade das amostras e indicam que esta tem efeito inverso ao teor de óleo obtido e diminuem a medida que aumenta o % de ARP. Os valores obtidos são altos e podem ser transmitidos para o biodiesel resultando em combustível de qualidade inferior.

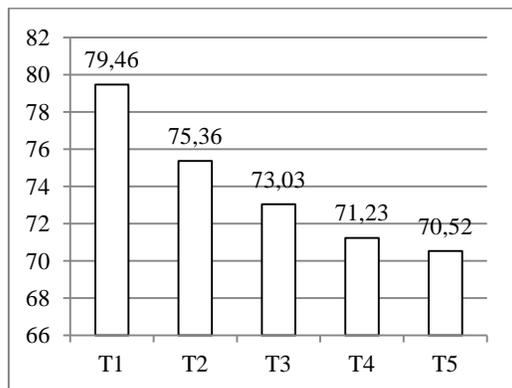


Figura 5. Valores médios de viscosidade em função da ARP.

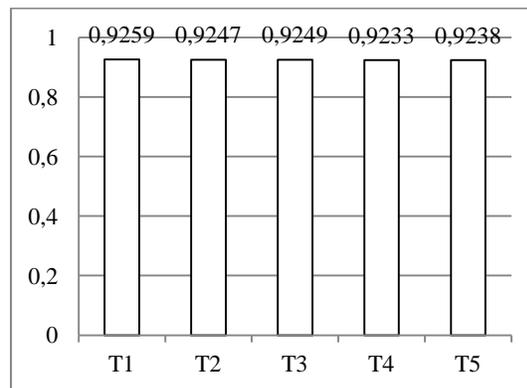


Figura 6. Valores médios de densidade (g dcm⁻³) em função da ARP.

A Figura 6 apresenta os valores de densidade das amostras e mostram que a porcentagem de ARP não altera os valores de densidade do óleo e que os mesmos se apresentam numa faixa ideal para preparação de biodiesel. A Figura 7 mostra os resultados dos índices de saponificação e indica que as amostras com maior percentual de ARP seriam as mais indicadas para a produção de biodiesel, já que não causariam as reações paralelas que levam a formação de sabão. Eles indicam ainda que estes compostos são de tamanho molecular maior e que o tamanho aumenta à medida que a porcentagem de ARP diminui.

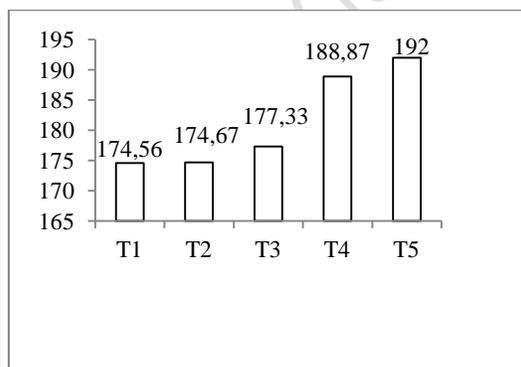


Figura 7. Valores médios de índice de saponificação em função das ARP.

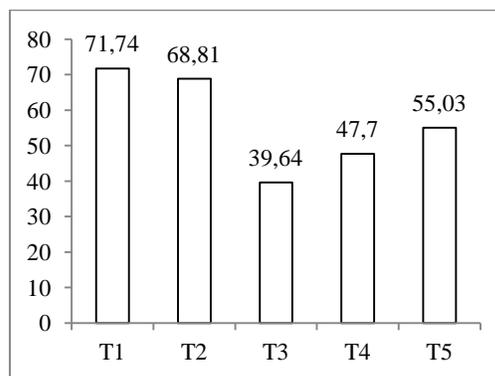


Figura 8. Valores médios de índice de peróxido em função das ARP.

O teor de oxidação do óleo analisado com base no índice de peróxido pode ser considerado alto, já que foi visto na literatura que os valores de índice de peróxidos não devem

ultrapassar o valor de 10 meq/1000 g da amostra, sendo que o obtido foi bem acima do desejado, indicando que o óleo de girassol analisado já se encontrava oxidado.

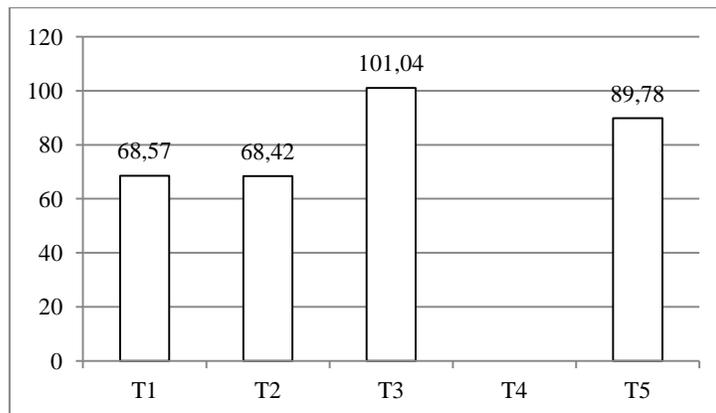


Figura 9. Índice de Iodo Valores médios de índice de Iodo em função das ARP.

O índice de iodo obtido possuem valores relativamente baixos, onde foi medido o grau de insaturação de um triglicerídeo. O número de insaturação não apenas tem efeito nos valores de densidade e viscosidade do biodiesel, mas também é de grande importância no que se refere à sua estabilidade oxidativa. No Brasil não se tem um limite máximo estabelecido, por isso a legislação manda anotar o valor encontrado.

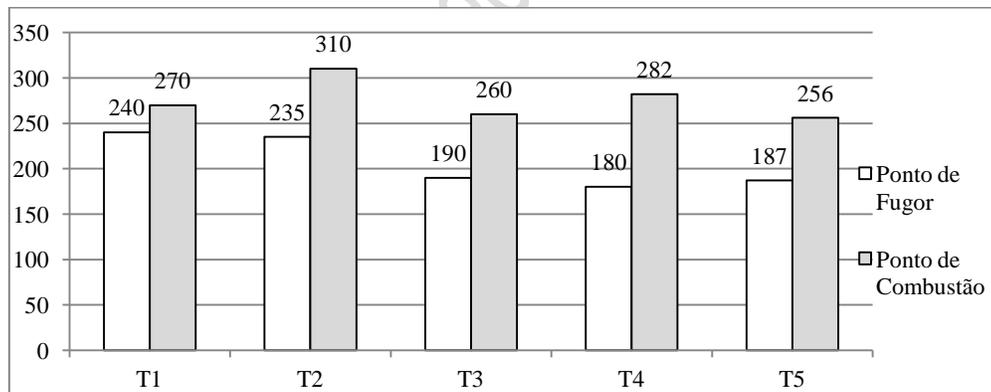


Figura 10. Valores de Ponto de Fulgor e Combustão em função das ARP.

Estes resultados mostram que os compostos com maior porcentagem de ARP apresentam maior ponto de fulgor e combustão e, portanto, confirmam os resultados dos índices de saponificação e de viscosidade, já que compostos menores tem menos possibilidades de enrosco e evaporam em temperaturas menores.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nos permite concluir que o uso de ARP não altera a produção das sementes, mas altera o teor e a qualidade do óleo produzido; o aumento do teor de ARP leva à produção de compostos moleculares de maior massa molar e menor acidez, fatores esses que alteram as propriedades medidas; o uso de um teor intermediário de ARP (50 %) seria o indicado para ser usado na produção de girassol, já que permitiria a sua produção reutilizando os efluentes, reduzindo o custo de produção com benefícios ambientais e produzindo óleo de qualidade aceitável para uso na síntese de biodiesel.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] SOUZA, L. S.; COGO, N. P.; VIEIRA, S. R. Variabilidade de fósforo, potássio e matéria orgânica no solo em relação a sistemas de manejo. **Revista Brasileira Ciência Solo**, v.22, n.3, P.77-86, 1998.
- [2] PAZ, V. P. S.; TEODORO, R. E. F.; MENDONÇA, F. C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 3, p. 465-473, 2000.
- [3] BEZERRA, J. R. C.; AMORIM NETO, M. DA S.; SILVA, M. J. DA. L.; BARRETO, A. N.; SILVA, L. C. Irrigação do algodoeiro herbáceo. In: BELTRÃO, N. E. de M; Organizador. **O Agronegócio do Algodão no Brasil**. Campina Grande: EMBRAPA/Algodão, v.2, p.617-682. 1999.
- [4] GLOAGUEN, T. V.; FORTI, M. C.; LUCAS, Y.; MONTES, C. R.; GONÇALVES, R. A. B.; HERPIN, U.; MELFI, A. J. Soil solution chemistry of a Brazilian Oxisol irrigated with treated sewage effluent. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v.88, n.1-3, p.119-131, 2007.
- [5] SALUNKHE, D. K.; DESAI, B. B. Sunflower. In: SALUNKHE, D.K.; DESAI, B. B. **Postharvest biotechnology of oilseeds**. Boca Raton: CRC Press, 1986. p.57-92.
- [6] EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO RIO GRANDE DO NORTE.
- [7] CONAB. Acompanhamento da safra brasileira: grãos, nono levantamento, junho 2010. Brasília: Conab, 2010. 42 p.

- [8] Prado, R. de M.; Leal, R. M. Desordens nutricionais por deficiência em girassol var. Catissol 01. Pesquisa Agropecuária Tropical, v.36, p.187-193, 2006.
- [9] RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. **Recomendações para uso de corretivo e fertilizantes de Minas Gerais – 5a Aproximação**. Viçosa: CFSEMG, 1999. 359p.
- [10] RAIJ, B. van.; ANDRADE, H. C.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Instituto Agrônômico e Fundação IAC, Campinas. 1996. 285 p.
- [11] ASTM International; *ASTM D445:2011, Standard Test Method for Kinematic Viscosity of Transparent and Opaque Liquids (and Calculation of Dynamic Viscosity)*; *ASTM D664:2011, Standard Test Method for Acid Number of Petroleum Products by Potentiometric Titration*; <http://www.astm.org/Standard/index.shtml>, acessada em Janeiro 2013.[[Links](#)]
- [12] COSTA, F. G. B. – **Uso de água residuária de origem doméstica no cultivo do girassol no assentamento milagres, apodi-rn**. Dissertação de mestrado, UFERSA, 2012.
- [13] Recomendações técnicas para o cultivo do girassol. Disponível em: http://www.emparn.rn.gov.br/contentproducao/aplicacao/emparn/arquivos/pdf/cartilha_cultivo_do_girassol.pdf. 2009. Acesso em 25/02/2012.