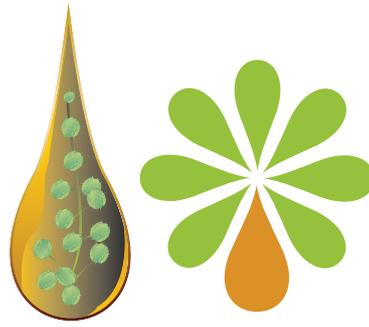


ISBN 978-85-65615-02-0



6° Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel  
9° Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel

# BIODIESEL: 10 ANOS DE PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO NO BRASIL



**VOLUME 2**  
ANAIS - ARTIGOS CIENTÍFICOS  
2016



6° Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel  
9° Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel

**BIODIESEL:**  
**10 ANOS DE PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO NO BRASIL**  
**Anais - Trabalhos Científicos**

**Editores:**

**Pedro Castro Neto**

**Antônio Carlos Fraga**

**Rafael Silva Menezes**

**Gustavo de Lima Ramos**

**Natal, 22 a 25 de Novembro de 2016**

**Rio Grande do Norte - Brasil**

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca da UFLA**

Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel  
(6. : 2016 : Natal, RN).

Anais do 6. Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia  
de Biodiesel, 9. Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas,  
Óleos, Gorduras e Biodiesel, Natal, RN, 22 a 25 de novembro  
de 2016 / Editores: Pedro Castro Neto ... [et al.]. – Lavras :  
UFLA, 2016.

1432 p.

Bibliografias

ISBN 978-85-65615-02-0

1. Biodiesel. 2. Plantas oleaginosas. 3. óleos vegetais. I

Castro Neto, Pedro et al. II. Congresso Brasileiro de Plantas  
Oleaginosas, óleos, Gorduras e Biodiesel.

CDD – 633.85

## APRESENTAÇÃO

O Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) possui papel fundamental no processo de aprimoramento tecnológico do biodiesel brasileiro. No âmbito do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), o módulo de Desenvolvimento Tecnológico é coordenado pelo MCTIC e objetiva organizar e fomentar a base tecnológica existente no País e norteá-la a gerar resultados que atendam às demandas do PNPB.

Nesse sentido, foi implantada a Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel (RBTB), que articula os diversos atores envolvidos, permitindo a convergência de esforços e a otimização de investimentos públicos na busca por soluções para os desafios tecnológicos da cadeia produtiva, levando em consideração aspectos de sustentabilidade, geração de empregos e desenvolvimento regional.

Como ferramenta de avaliação e divulgação dos resultados dos projetos fomentados, o MCTIC promove, desde 2006, o Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel e a Universidade Federal de Lavras promove, desde 2004, o Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel. Eventos que em suas edições anteriores foram um sucesso, tanto em termos de público, como na divulgação do conhecimento gerado por pesquisadores de inúmeras universidades e institutos de pesquisa de todo o país. A partir de 2010 esses dois eventos foram realizados simultaneamente constituindo o maior evento técnico científico em biodiesel do mundo. Este evento é referência para as áreas de produção de plantas oleaginosas, óleos, gorduras e biodiesel.

## APRESENTAÇÃO

É estratégico para o setor de biodiesel possuir fóruns de discussão para se debater temas ligados à pesquisa, desenvolvimento e inovação em Biodiesel, como também promover encontros entre especialistas, estudantes, empresários e a sociedade civil para discutir meios para o desenvolvimento desse novo combustível.

Para o evento deste ano os organizadores receberam 884 trabalhos, dos quais 715 foram aprovados e serão expostos nas sessões de apresentação de pôster. Foram destacados trabalhos que também serão apresentados oralmente nas sessões temáticas. Busca-se atingir com a divulgação dos Anais do evento a difusão do conhecimento gerado, servindo como base para a continuidade das ações e como motivação para que a inovação tecnológica contribua de forma efetiva para os objetivos do PNPB.

Cordialmente,

Professor Pedro Castro Neto  
**Presidente do Congresso**

Professor Antônio Carlos Fraga  
**Presidente da Comissão Técnico-Científica**

Rafael Silva Menezes  
**Coordenador de ações de  
desenvolvimento  
energético RBTB-MCTIC**

## COMISSÃO ORGANIZADORA

Pedro Castro Neto  
**Presidente do Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas,  
Óleos, Gorduras e Biodiesel**

Rafael Silva Menezes  
**Presidente do Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia  
de Biodiesel**

Gustavo de Lima Ramos  
**Secretário-Geral**

Antônio Carlos Fraga  
**Presidente da Comissão Técnico-Científica**

Juliana Espada Lichston  
**Presidente da Comissão Local da UFRN**

Rafael Peron Castro  
Anderson Lopes Fontes  
**Secretários Comissão Local da UFRN**

## COMISSÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

Antônio Carlos Fraga (UFLA) - Presidente

Pedro Castro Neto (UFLA) - Vice-Presidente

Lucas Ambrosano (UEM) - Secretário

Geovani Marques Laurindo (G-Óleo/UFLA) - Secretário

Douglas Pelegrini Vaz-Tostes (G-Óleo/UFLA) - Secretário

### MEMBROS DAS ÁREAS TEMÁTICAS

Aristeu Gomes Tininis (IFSP)

Bill Jorge Costa (TECPAR)

Bruno Galvêas Laviola (EMBRAPA)

Cláudio José de Araujo Mota (UFRJ)

Danilo Luiz Flumignan (IFSP)

Donato Alexandre Gomes Aranda (UFRJ)

Eduardo Homem de Siqueira Cavalcanti (INT)

Fátima Menezes Bento (UFRGS)

Gustavo Lima Ramos (SETEC/MCTIC)

Iêda Maria Garcia dos Santos (UFPB)

Luiz Pereira Ramos (UFPR)

Maria Aparecida Ferreira César-Oliveira (UFPR)

Nelson Roberto Antoniosi Filho (UFG)

Paulo Anselmo Ziani Suarez (UnB)

Rafael Silva Menezes (SETEC/MCTIC)

Roberto Bianchini Derner (UFSC)

Rosenira Serpa da Cruz (UESC)

Sérgio Peres Ramos da Silva (UPE)

Simoni Margaretta Plentz Meneghetti (UFAL)

## COMISSÃO EXECUTORA

Associação dos  
Pesquisadores em Plantas Oleaginosas,  
Óleos, Gorduras e Biodiesel



Rede Brasileira de  
Tecnologia de Biodiesel

SECRETARIA DE  
DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO  
E INOVAÇÃO

MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,  
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES



## REVISÃO E EDITORAÇÃO

Pedro Castro Neto (UFLA)  
Antônio Carlos Fraga (UFLA)  
Lucas Ambrosano (UEM)  
Douglas Pelegrini Vaz-Tostes (G-Óleo/UFLA)  
Geovani Marques Laurindo (G-Óleo/UFLA)

## COMISSÃO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

Pedro Castro Neto (UFLA) - Presidente  
Antônio Carlos Fraga (UFLA)  
Gilson Miranda Júnior (BCC/UFLA)  
Jaime Daniel Corrêa Mendes (BCC/UFLA)  
João Paulo de Araújo (BCC / G-Óleo/UFLA)  
Ferguson Antônio Gomes Peres de Souza (G-Óleo/UFLA)  
Henrique Fidencio (G-Óleo/UFLA)  
Arnon de Castro Oliveira (G-Óleo/UFLA)  
Saulo Kirchmaier Teixeira (G-Óleo/UFLA)

## AGRADECIMENTOS

Apoiadores, Autores, Congressistas, Expositores e Palestrantes.

## MEMBROS DA G-ÓLEO

Associação dos Pesquisadores em Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel

Pedro Castro Neto (Presidente)  
Lucas Ambrosano (Vice-Presidente)  
Douglas Pelegrini Vaz-Tostes (Tesoureiro)  
Vinícius Reis Bastos Martins (Secretário)  
Antônio Carlos Fraga  
Arnon de Castro oliveira  
Bárbara Lemes  
Camilla Freitas Maia  
Camilo José Rodrigues Dal Bó  
Carlos Henrique Santos Fonseca  
Carlúcio Queiroz Santos  
Clara de Almeida Filippo  
Daniel Augusto de Souza Borges  
Danilo da Silva Souza  
Diego Flausino Brasileiro  
Erika Tokuda  
Ferguson Antonio Gomes Peres de Souza  
Gabriel Dlouhy Alcon  
Gabriele de Faria Castro  
Geovani Marques Laurindo  
Gilson Miranda Júnior  
Guilherme de Oliveira Martins  
Gustavo de Almeida Adolpho  
Hamilton Olinto Pimenta Lima Junior  
Henrique Fidencio  
Jaime Daniel Corrêa Mendes  
Janice Alvarenga Santos Fraga  
João Paulo de Araújo  
Julia Andrade de Ávila  
Juliana de Xisto Silva  
Maraiza Assis Mattar Silva  
Marcela Santos Moreira  
Matheus Sterzo Nilsson  
Paulo Rogério Ribeiro Pereira  
Pedro Henrique Barcelos Mota  
Pedro Rodolfo Bianchim de Oliveira  
Rafael Peron Castro  
Rodrigo Martins Santos  
Sandra Regina Peron Castro  
Sandro Freire de Araújo  
Saulo Kirchmaier Teixeira  
Stênio Carvalho  
Thalita Caroline Azevedo Gonçalves  
Thiago Matiulli  
Vitor Favareto Silva

## REALIZAÇÃO

O Núcleo de Estudos em Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biocombustíveis (G-Óleo) idealizado

pelos professores Antônio Carlos Fraga

do Departamento de Agricultura

e Pedro Castro Neto do

Departamento de Engenharia

da Universidade Federal de

Lavras, desde 2006 promove a



produção científica e realiza eventos acadêmicos voltados a estudantes, pesquisadores e empreendedores que atuam nas diversas etapas da cadeia produtiva do biodiesel, transferindo ao produtor rural por meio de eventos de extensão, onde inovações da pesquisa e indústria são levadas e apresentadas à comunidade.

A diversidade das áreas de atuação do grupo torna os projetos amplamente diversificados, englobando atividades em fitotecnia, química, projetos e manutenção de máquinas agrícolas e industriais, gerência e tecnologia de informação, administração, extração e purificação de óleos e gorduras, gestão de coprodutos e resíduos, todas associadas à produção científica visando inovação para a indústria e melhoria na produção rural.

## REALIZAÇÃO

Com o objetivo de impulsionar o desenvolvimento tecnológico e a inovação do biodiesel no Brasil, o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) promove diversas ações, principalmente por meio da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel (RBTB), que envolve diversos atores da cadeia produtiva. Isso permite a convergência de esforços e a otimização de investimentos públicos, buscando soluções para os desafios tecnológicos do setor. Desde 2006, a Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (SETEC/MCTIC) promove o Congresso da RBTB com objetivo de disseminar os conhecimentos tecnológicos gerados, a divulgação das potencialidades da Rede, as competências e os trabalhos em andamento. A realização do evento envolve a comunidade científica e empresarial e abrange sete diferentes áreas temáticas: Matéria Prima; Armazenamento, Estabilidade e Problemas Associados; Caracterização e Controle da Qualidade; Co-Produtos; Produção do Biocombustível; Uso de Biodiesel; e Políticas Públicas e Desenvolvimento Sustentável.



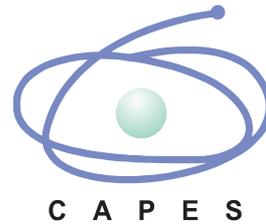
REALIZAÇÃO

SECRETARIA DE  
**DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO  
E INOVAÇÃO**

MINISTÉRIO DA  
**CIÊNCIA, TECNOLOGIA,  
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES**



## APOIO





6° Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel  
9° Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel

# TRABALHOS CIENTÍFICOS APROVADOS

## Metanólise do óleo de soja empregando o complexo *n*-butil tricloro estanho (IV)

Rafael Saraiva Nunes (NCEx-Arapiraca/UFAL, [saravos@yahoo.com.br](mailto:saravos@yahoo.com.br)), Simoni Margareti Plentz Meneguetti (IQB/UFAL, [Simoni.plentz@gmail.com](mailto:Simoni.plentz@gmail.com)), Mario Roberto Meneghetti (IQB/UFAL, [mrmeneghetti@gmail.com](mailto:mrmeneghetti@gmail.com)).

**Palavras Chave:** Metanólise, estanho, soja.

### 1 - Introdução

Mesmo estando em pleno século XXI, cerca de 80% de toda a energia produzida no mundo é de combustíveis de origem fóssil, fonte não-renovável. O aumento do consumo mundial dessas fontes naturais é uma consequência do crescimento das populações urbanas e dos níveis de industrialização, que apesar dos seus benefícios, proporcionam o aumento da emissão de poluentes provenientes da queima de combustíveis fósseis (FORNARO, 2006; SOUZA, 2007).

Nesse contexto, pesquisas foram incentivadas a fim de produzir combustíveis alternativos oriundos de recursos renováveis e ambientalmente corretos. Os biocombustíveis, por serem produzidos a partir da biomassa, são uma boa alternativa frente aos combustíveis de origem fóssil. Além disso, reduzem significativamente as emissões de óxidos de carbono e óxidos de enxofre. O biodiesel pode ser preparado a partir da transesterificação de óleos e gorduras de origem vegetal ou animal ou da esterificação de ácidos graxos, enquanto o bio-óleo pode ser obtido por craqueamento (SUAREZ e MENEGHETTI, 2007).

Muitos estudos têm sido realizados para o desenvolvimento de catalisadores alternativos homogêneos ou heterogêneos de transesterificação e/ou esterificação, que sejam eficientes e seletivos para a produção de biodiesel (GERIS, 2007; DI SERIO, 2006). Devido a importante atividade catalítica exibida por compostos à base de estanho (IV) em reações de policondensação, poliesterificação e transesterificação para a obtenção de polímeros e intermediários (LEE et al., 2003; SIDDARAMAIAH, 2004), nosso grupo de pesquisa tem se dedicado à investigação destes compostos em condições de catálise homogênea e heterogênea, em reações de interesse comercial e estratégico como a reação de esterificação e transesterificação para a obtenção de biodiesel (FERREIRA, 2007; MENDONÇA, 2009; SERRA et al., 2011; SILVA, 2013, DA SILVA, 2012).

Neste trabalho, um catalisador a base de estanho(IV) contendo diferentes ligantes coordenados foi empregado, em diferentes condições reacionais, na metanólise do óleo de soja para a obtenção de biodiesel. O objetivo principal foi avaliar a influência das condições reacionais frente à atividade catalítica do complexo de estanho (IV) na reação de metanólise do óleo de soja.

Nas reações de transesterificação, o óleo de soja comercial foi utilizado como fonte de triglicerídeo. Como álcool, foi utilizado o metanol, que é um álcool proveniente do gás natural, que apesar de possuir características tóxicas, é preferido devido ao seu baixo custo e maior reatividade, quando comparado a outros alcoóis.

Os experimentos foram realizados com a utilização dos reagentes obtidos comercialmente. O catalisador de estanho (IV) usado foi o *n*-butiltricloroestanho (BTC-Sn,  $C_4H_9Cl_3Sn$ ). O catalisador foi caracterizado por ressonância magnética nuclear (RMN) obtido no espectrômetro de Bruker DRX-400 utilizando clorofórmio deuterado como solvente e espectroscopia na região do infravermelho médio através de espectrofotômetro da marca NICOLET IR 200, usando método de reflectância com acessório de ATR. As reações de transesterificação foram realizadas em reator fechado descontínuo (batelada) de aço inoxidável (Figura 1) usando as razões molares 400:100:1 para o álcool, óleo e catalisador, respectivamente.



**Figura 1.** Reator fechado de inox com agitação mecânica.

Os tempos de reação variaram de 15 min até 10 h. As alíquotas foram retiradas a cada 15 min na primeira hora de reação e, após a primeira hora, foi retirado 1 (uma) alíquota de 5 mL a cada hora. As temperaturas foram de 80, 120 e 150 °C. Os produtos obtidos nas reações de transesterificação foram lavados com salmoura e centrifugados (2500 rpm por 5 min). e estocada com agente dessecante.

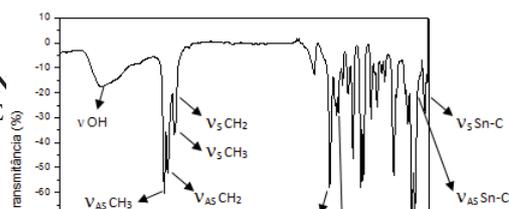
Após isso, as amostras foram analisadas por cromatografia gasosa empregando o equipamento VARIAN CP – 3800GC equipado com um sistema de injeção capilar e detector de ionização de chama (FID). Tricaprilina foi usada como padrão interno e o gás hidrogênio de alta pureza usado como gás de arraste (MENDONÇA, 2009).

### 3 - Resultados e Discussão

Inicialmente, o catalisador foi caracterizado na região do infravermelho médio (Figura 2), usando a técnica de reflectância (ATR):

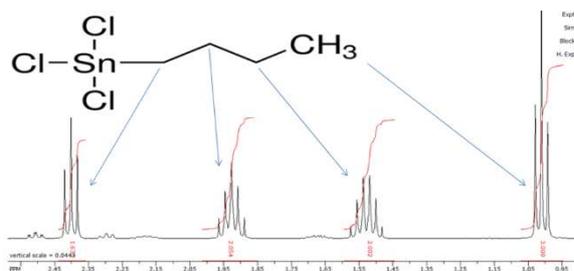
### 2 - Material e Métodos

NATAL – RIO GRANDE DO N  
22 a 25 DE NOVEMBRO DE



**Figura 2.** Espectro na região do infravermelho médio do complexo BTC-Sn.

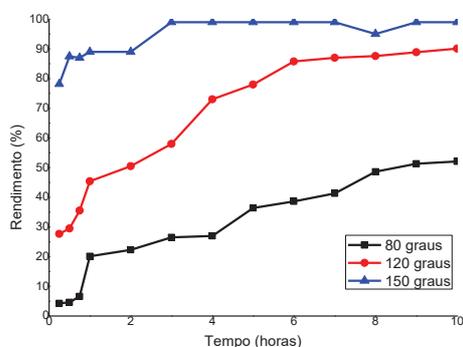
A análise da Figura 2 permite evidenciar que o BTC-Sn apresenta bandas de absorção referentes a grupos  $\text{CH}_2$  e  $\text{CH}_3$  evidenciando a presença do ligante butil. Vale lembrar que o estiramento da ligação Sn-Cl referente ao ligante cloreto possui número de onda  $282\text{ cm}^{-1}$ , portanto, não é mostrado no espectro, pois o mesmo apresenta números de onda entre  $400$  e  $4000\text{ cm}^{-1}$ . Além disso, é observada a presença de banda referente à umidade ( $3536\text{ cm}^{-1}$ ). Para se confirmar a estruturas do BTC-Sn, foi feita também análise de RMN  $^1\text{H}$  usando como solvente clorofórmio deuterado e o resultado é mostrado na Figura 3:



**Figura 3.** Espectro de RMN  $^1\text{H}$  do BTC-Sn obtido com clorofórmio deuterado

No espectro de RMN  $^1\text{H}$  do BTC-Sn (Figura 3), observa-se a presença de sinais típicos de tripletos das metilas terminais ( $\delta = 0,9\text{ ppm}$  e integração 3) e sinais típicos (tripletos, quintetos e sextetos) referentes a metilas no meio da cadeia (deslocamentos entre  $\delta = 1,45$  e  $2,45\text{ ppm}$  com integração por volta de 2).

A Figura 4 apresenta os resultados dos testes catalíticos em função do tempo na metanólise do óleo de soja empregando temperatura de  $80$ ,  $120$  e  $150$  graus:



**Figura 4.** Rendimentos em função do tempo na metanólise do óleo de soja usando o BTC-Sn

De acordo com a Figura 4, à  $80^\circ\text{C}$ , o complexo BTC-Sn possui conversão inicial baixa, mas esta aumenta com o passar do tempo, atingindo seu máximo em  $52\%$ . A  $120^\circ\text{C}$ , entre 1 e 6 h de reação, ocorre um aumento mais leve no rendimentos. De 6 a 10 horas, observa-se uma tendência ao equilíbrio, A conversão máxima foi de  $87\%$  para o BTC-Sn. Em  $150^\circ\text{C}$ , a conversão inicial do complexo já inicia alta, por volta de  $80\%$  e permanece alta com o andamento da reação, atingindo  $99\%$  em 15 horas de reação.

#### 4 – Conclusões

Diante do exposto, conclui-se que a atividade catalítica do BTC-Sn depende diretamente da temperatura, apresentando rendimento máximo em  $150^\circ\text{C}$ . Conclui-se também que este complexo é muito promissor para a reação de transesterificação, pois mesmo em temperaturas mais baixas, possui atividade catalítica satisfatória.

#### 5 – Agradecimentos

O autores agradecem à UFAL, MCTIC, CAPES, FINEP, FAPEAL, INCT Catálise e ao CNPQ

#### 6 - Bibliografia

1. Fornaro, A. **Revista usp versão impressa**. Rev. USP, são paulo. N. 70, 2006.
2. Souza, R. A. F. Simpósio brasileiro de sensoriamento remoto, Florianópolis, Brasil. **Anais. INPE**. Pp 4289-4291, 2007.
3. Suarez, P.A.; Meneghetti, M.R.; Meneghetti, S.M.P.; Wolf, C.R.; revisão **Quim. Nova**. N. 3, vl. 30, pp 667-676, 2007a.
4. Geris, R.; Santos, N.A.C.; Amaral, B.A.; Maia, I.S.; Castro, V.D.; Carvalho, J.R.M. **Química Nova**, n. 5, vl. 30, pp1369-1373, 2007.
5. Di Serio, M.; Tesser, R.; Dimiccoli, M.; Cammarota, F.; Nastasi, M.; Elschenbroich, C. **Organometallics**. 3ª ed. Weinheim, Germany: Wiley-vch, 2006.
6. Lee, H.; Kim, S. J.; Ahn, B. S.; Lee, W. K.; Kim, H. S. **Catalysis Today**, vl. 87, pp 139-144, 2003.
7. Siddaramaiah, M. B. **Journal of materials science**, vl. 39, pp 4615-4623, 2004.
8. Ferreira, D.A.C.; meneghetti, M.R.; Meneghetti, S.M.P. **Applied Catalysis a: general**, vl. 317, pp 58-61, 2007.
9. Mendonça, D. R.; Silva, J. P. V.; Almeida, R. M.; Wolf, C.R.; Meneghetti, M. R.; Meneghetti, S. M. P. **Applied Catalysis a: general**, vl.365, pp 105-109, 2009.
10. Serra, T. M.; Mendonça, D. R.; Silva, J. P. V.; Meneghetti, M. R.; Meneghetti, S. M. P. **Fuel**, vl. 90, pp 2203-2206, 2011.
11. Silva, M.A.. Maceió: 2013. Dissertação de mestrado- Universidade Federal de Alagoas.
12. Da Silva, J.P.V.. Maceió: 2012. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Alagoas.