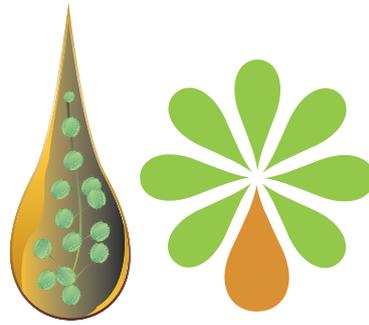


ISBN 978-85-65615-02-0



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 Margaretti 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



G-ÓLEO

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.



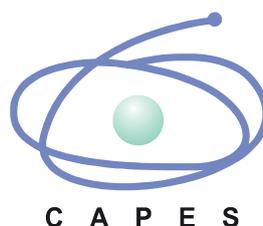
REALIZAÇÃO

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

Avaliação da localização de usinas de biodiesel com o uso de lógica fuzzy

Monique da Silva dos Santos (EQ/UFRJ, monique.dsds@gmail.com), Donato Alexandre Gomes Aranda (EQ/UFRJ, donato@eq.ufrj.br), Carlos Alberto Nunes Cosenza (PEP-COPPE/UFRJ, cosenza@pep.ufrj.br)

Palavras Chave: Lógica fuzzy, Modelo COPPE-COSENZA, localização industrial, usinas de biodiesel

1 - Introdução

Com o propósito de fornecer subsídios para políticas públicas e iniciativas privadas de desenvolvimento da cadeia produtiva do biodiesel, este trabalho avaliou a localização das usinas do setor no Brasil.

A avaliação foi realizada por meio do Modelo de Análise Hierárquica COPPE-COSENZA, elaborado pelo Programa de Engenharia de Produção (PEP) da COPPE/UFRJ e aprimorado pelo Professor Carlos Alberto Nunes Cosenza.

A metodologia é fundamentada nos mecanismos de raciocínio proporcionados pela lógica fuzzy e na Teoria dos Conjuntos Fuzzy. O modelo viabiliza uma comparação entre as demandas das usinas de biodiesel e a oferta territorial de fatores relativos aos seus insumos, produtos e resíduos, às utilidades básicas, à infraestrutura e às questões socioeconômicas e políticas relevantes para o tema. Esses fatores não são analisados adequadamente apenas por parâmetros numéricos, mas também por parâmetros linguísticos, o que dificulta o uso de métodos convencionais^{1,2}.

2 - Material e Métodos

Conforme já citado, para a avaliação foi aplicado o Modelo de Análise Hierárquica COPPE-COSENZA. Esta metodologia permite a determinação do nível de atendimento de alternativas locais a um conjunto de fatores solicitados por um projeto. Sua estrutura detalhada é encontrada na dissertação de mestrado³ que serviu como base para a elaboração do presente trabalho.

Foi avaliado o nível de atendimento de 51 municípios brasileiros a 4 tipos de usina de biodiesel, considerando 24 fatores locais.

As configurações das plantas industriais abordadas foram:

- Usina não integrada com uso de metanol;
- Usina não integrada com uso de etanol;
- Usina integrada com uso de metanol;
- Usina integrada com uso de etanol.

Os termos “integrada” e “não integrada” são referentes à produção de óleos vegetais, isto é, se a usina produz ou não produz as suas matérias-primas.

Os fatores locais englobados no estudo foram: água; energia; telecomunicações e tecnologia da informação (TI); transporte rodoviário; transporte ferroviário; transporte hidroviário; porto marítimo; produção de metanol; produção de etanol; armazenamento de oleaginosas; processamento de oleaginosas; produção de óleos vegetais; produção de gorduras animais; mercado de farelo para ração; mercado de torta para adubo; mercado de diesel; armazenamento de diesel; PIB industrial; PIB

agropecuário; PIB de serviços; agricultura familiar; IDH; mão de obra; e incentivos fiscais.

A última etapa do procedimento foi o cálculo de um índice locacional (δ) que agrega os resultados obtidos em relação a cada fator, o que possibilita uma avaliação geral das localidades selecionadas.

Quando o índice δ é igual a 1, há equilíbrio entre a oferta e a demanda. Resultados superiores a 1 indicam excedente de oferta, enquanto valores numéricos abaixo de 1 apontam insuficiência de oferta.

3 - Resultados e Discussão

A tabela a seguir contém os maiores e os menores índices obtidos entre os 51 municípios em relação aos 4 tipos de usina analisados.

Tabela 1. Municípios brasileiros com os maiores e os menores índices locais (δ).

Maiores índices gerais				
Município	Usina não int. ^a / metanol	Usina não int./ etanol	Usina int. ^b / metanol	Usina int./ etanol
Araraquara (SP)	1,0722	1,0534	0,9861	0,9569
Cachoeira do Sul (RS)	1,0133	0,922	0,9261	0,8431
Catanduva (SP)	1,0010	1,0072	0,9307	0,9028
Lapa (PR)	1,1540	1,0674	1,0701	0,9917
Lins (SP)	1,0138	1,0011	0,9307	0,8861
Marialva (PR)	1,0242	0,9783	0,9573	0,8931
Rolândia (PR)	1,0172	0,9498	0,9573	0,8764
Sumaré (SP)	1,0081	0,959	0,9519	0,8958
Menores índices gerais				
Município	Usina não int./ metanol	Usina não int./ etanol	Usina int./ metanol	Usina int./ etanol
Guamaré (RN)	0,5878	0,5402	0,5402	0,4944
Ji-Paraná (RO)	0,5824	0,5607	0,5452	0,5417
Iraquara (BA)	0,6161	0,6224	0,5875	0,5875
Quixadá (CE)	0,6752	0,6246	0,6044	0,5583
Nova Marilândia (MT)	0,6647	0,6794	0,6212	0,5778
Paraíso do Tocantins (TO)	0,7129	0,6435	0,6388	0,5722
Porto Nacional (TO)	0,7393	0,6388	0,6643	0,5931
Candeias (BA)	0,7574	0,7136	0,7463	0,7042

^a Não integrada.

^b Integrada.

Somente oito municípios não apresentam déficit no atendimento às usinas não integradas com rota metilica. São eles: Araraquara (SP), Cachoeira do Sul (RS), Catanduva (SP), Lapa (PR), Lins (SP), Marialva (PR), Rolândia (PR) e Sumaré (SP). Dentre estes, os municípios com os três melhores índices são: Lapa (PR) – $\delta = 1,1540$; Araraquara (SP) – $\delta = 1,0722$; e Marialva (PR) – $\delta = 1,0242$. Por outro lado, dentre as 43 áreas que não atendem plenamente a esse

tipo de empreendimento, os municípios com os menores índices são: Ji-Paraná (RO) – $\delta = 0,5824$; Guamaré (RN) – $\delta = 0,5878$; Iraquara (BA) – $\delta = 0,6161$; Nova Marilândia (MT) – $\delta = 0,6647$; e Quixadá (CE) – $\delta = 0,6752$.

No que tange às usinas não integradas com rota etílica, apenas quatro municípios apresentam $\delta \geq 1$: Lapa (PR) – $\delta = 1,0674$; Araraquara (SP) – $\delta = 1,0534$; Catanduva (SP) – $\delta = 1,0072$; e Lins (SP) – $\delta = 1,0011$. Em contrapartida, 47 áreas apresentam déficit no atendimento a esse tipo de planta, sendo os piores resultados verificados para: Guamaré (RN) – $\delta = 0,5402$; Ji-Paraná (RO) – $\delta = 0,5607$; Iraquara (BA) – $\delta = 0,6224$; Quixadá (CE) – $\delta = 0,6246$; e Porto Nacional (TO) – $\delta = 0,6388$.

No que concerne às plantas com processo metílico e produção integrada de óleos vegetais, somente o município da Lapa (PR) apresenta atendimento pleno ($\delta = 1,0701$). As demais localidades atendem a essa modalidade de usina em nível insuficiente. Sem contar com a Lapa (PR), os três melhores resultados foram verificados para: Araraquara (SP) – $\delta = 0,9861$; Marialva (PR) – $\delta = 0,9573$; e Rolândia (PR) – $\delta = 0,9573$. De outro modo, os índices gerais mais baixos foram constatados para: Guamaré (RN) – $\delta = 0,5402$; Ji-Paraná (RO) – $\delta = 0,5452$; Iraquara (BA) – $\delta = 0,5875$; Quixadá (CE) – $\delta = 0,6044$; e Nova Marilândia (MT) – $\delta = 0,6212$.

Em relação às usinas com rota etílica e processamento de oleaginosas integrado, verificou-se que nenhuma localidade apresenta atendimento suficiente. Dessa forma, se uma empresa desejar operar com essa modalidade de usina em algum dos municípios estudados, serão necessários investimentos e modificações para obtenção de condições mais favoráveis ao projeto. Os municípios que requerem menos adaptações são: Lapa (PR) – $\delta = 0,9917$; Araraquara (SP) – $\delta = 0,9569$; e Catanduva (SP) – $\delta = 0,9028$. De outro ponto de vista, nas últimas posições do *ranking* de atendimento estão: Guamaré (RN) – $\delta = 0,4944$; Ji-Paraná (RO) – $\delta = 0,5417$; Quixadá (CE) – $\delta = 0,5583$; Paraíso do Tocantins (TO) – $\delta = 0,5722$; e Nova Marilândia (MT) – $\delta = 0,5778$.

É indispensável esclarecer que o objetivo deste trabalho não foi avaliar a viabilidade técnica ou econômica da instalação de uma planta em certo local, os custos envolvidos nas atividades das usinas nem a competitividade dos tipos de plantas. O estudo averiguou as condições dos locais nos quais as usinas de biodiesel estão instaladas, isto é, as características (favoráveis ou não) que determinados municípios oferecem para a produção do biocombustível.

Além disso, é essencial compreender que a escolha de um processo produtivo não está somente sujeita à existência de determinados recursos ou infraestrutura, mas também a aspectos econômicos, tecnológicos, mercadológicos, organizacionais, entre outros, que não constituem o escopo deste estudo.

Nesse sentido, os menores índices para as plantas integradas em comparação às plantas não integradas não significam que as usinas devem produzir biodiesel comprando óleos vegetais em vez de investir em produção própria. Os resultados apenas indicam que a produção integrada é mais exigente em termos de fatores territoriais, uma vez que as questões relacionadas às fontes de oleaginosas e aos processos de esmagamento passam a ser relevantes para essas plantas industriais.

Nos últimos anos, o setor brasileiro tem evoluído para a verticalização das usinas, isto é, para a integração à obtenção de óleos vegetais. Sendo assim, este trabalho sinaliza a importância de investimentos para que essas plantas tenham acesso a melhores condições de operação.

4 – Conclusões

Constatou-se que é possível aplicar o Modelo COPPE-COSENZA em um contexto de avaliação de localização industrial. Para o caso de usinas de biodiesel, a metodologia se mostrou bastante útil e interessante, permitindo examinar o atendimento de 51 municípios brasileiros, distribuídos entre as cinco regiões do país, a 4 configurações desses empreendimentos, em termos de 24 fatores.

Em relação aos resultados finais da análise, no caso de produção de biodiesel com rota metílica, somente oito municípios apresentam índices favoráveis aos empreendimentos não integrados, enquanto apenas um município pode atender satisfatoriamente às usinas integradas.

No caso de utilização de rota etílica, só quatro localidades possuem índices apropriados às plantas não integradas, enquanto nenhuma localidade apresenta atendimento suficiente aos projetos integrados.

Para as quatro configurações de usina, os melhores índices obtidos se referem aos municípios da Lapa (PR), de Araraquara (SP) e de Catanduva (SP). Em contrapartida, os piores resultados foram verificados para Guamaré (RN), Iraquara (BA), Ji-Paraná (RO), Nova Marilândia (MT), Paraíso do Tocantins (TO), Porto Nacional (TO) e Quixadá (CE), indicando maior necessidade de investimentos nestes locais.

5 – Agradecimentos

Ao apoio financeiro da PETROBRAS por meio do seu Programa de Formação de Recursos Humanos – PFRH – sob a coordenação geral da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP – e, em particular, ao PRH 13 da Escola de Química/UFRJ.

6 – Bibliografia

- 1 Cosenza, C. A. N. Hierarchy models for the organization of economic spaces: metrics and operators for facility site selection. Pesquisa Acadêmica submetida ao Professor Philip Arestis. Department of Land Economy, Cambridge University, Cambridge, UK, 2009.
- 2 Martins, G. W. Uma contribuição aos estudos de localização industrial: determinando o potencial de transporte aéreo de uma região com base no Modelo de Análise Hierárquica COPPE-COSENZA. 2010. Dissertação (Mestrado) – COPPE/UFRJ.
- 3 Santos, M. da S. dos. Avaliação da localização de usinas de biodiesel com o uso de lógica fuzzy. 2015. Dissertação (Mestrado) - Escola de Química/UFRJ.