

## PRODUÇÃO DE BIODIESEL A PARTIR DE ÓLEO DE SOJA DE COZINHA USADO

*Paloma Maria Amorim dos Santos<sup>1</sup>  
Fabrício Fasolo<sup>2</sup>  
Márcia Veloso<sup>3</sup>*

**Resumo:** *Este trabalho apresenta o processo de obtenção do biodiesel através da transesterificação via metílica com o catalisador hidróxido de sódio a partir do óleo de soja usado de cozinhas, com o intuito de evitar o descarte indevido destes óleos em pias, diminuindo a contaminação de rios e solo. E também busca comprovar que o biodiesel possui propriedades físico-químicas semelhantes ao diesel. A metodologia empregada para a produção deste biodiesel atendeu as normas da agência Nacional do Petróleo e Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), pela qual se analisou todo o procedimento para a obtenção e análise destas propriedades comparadas ao diesel, sendo este um combustível com propriedades semelhantes ao biodiesel. Foram observados que o reservatório com tempo de estocagem longo e com frituras constantes formavam mais fases, odor desagradável e mais acidez quando comparado com os outros dois reservatórios de coleta. Como não foi possível realizar o experimento que comprovasse as semelhanças físico-químicas do biodiesel em relação ao diesel, buscou através de arquivos científicos esta comprovação. Logo, a partir destes resultados se observou que o número de cetano 57,8 para o biodiesel de soja e 45 para o diesel. Assim como a massa específica de 877kg/m<sup>3</sup> e uma faixa de 820 kg/m<sup>3</sup> a 880 kg/m<sup>3</sup> para o diesel. Mostrando resultados muito próximos entre o biodiesel e o diesel. Todos os procedimentos foram realizados no Laboratório de Química Orgânica do campus Valonguinho em Niterói especializado em produção de biodiesel na Universidade Federal Fluminense no estado do Rio de Janeiro.*

**Palavras-chave:** *Biodiesel. Óleo de Soja. Transesterificação.*

### 1. INTRODUÇÃO

Em razão à preocupação com o meio ambiente e o uso excessivo de fontes não renováveis, surgiu um combustível substituto ao diesel, que é uma fonte de energia renovável e biodegradável. Um combustível em substituição ao diesel, deve possuir características economicamente competitivas, possuir propriedades físico-químicas semelhantes ao diesel, ser aceito ambientalmente e estar disponível, ou seja, ser renovável (DIB, 2010). Muitos desses requisitos estão presentes no combustível Biodiesel, pois é uma fonte disponível, e tipicamente originado de óleos de plantas e de gorduras animais (PARENTES, 2003).

---

<sup>1</sup> Acadêmica do curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário União das Américas – UniAmérica, Foz do Iguaçu, Paraná. E-mail: Paloma\_amorim@id.uff.br.

<sup>2</sup> Docente Orientador do curso do Curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário União das Américas – UniAmérica, Foz do Iguaçu, Paraná. E-mail: fabricio.fasolo@uniamerica.br.

<sup>3</sup> Docente Co-Orientador do curso de Engenharia Química da Universidade Federal Fluminense – UFF, Niterói, Rio de Janeiro. E-mail: Marcia.veloso@id.uff.br.

As matérias-primas vegetais são derivadas de óleos vegetais, tais como soja, mamona, amendoim, entre outros, e os de origem animal são obtidas do sebo bovino, suíno e de aves (LIMA, 2012). O biodiesel também pode ser obtido por óleos residuais, como o óleo de fritura já usado (MARTÉN; MORÉ, 2014).

A utilização de óleos residuais de fritura como matéria-prima na produção de biodiesel transforma o resíduo descartável do processo alimentício em um combustível, além de diminuir os impactos ambientais, que acontece quando o seu descarte ocorre inadequadamente ao meio ambiente (DIB, 2010).

O biodiesel pode ser obtido por diferentes processos, tais como o craqueamento, a esterificação ou pela transesterificação.

O processo por transesterificação é o mais utilizado atualmente e consiste numa reação química dos óleos vegetais ou gorduras animais com o álcool comum (etanol) ou o metanol, estimulada por um catalisador, da qual também se extrai a glicerina, produto com aplicações diversas na indústria química. Nesse processo ocorre a transformação de triglicerídeos em moléculas menores, denominados de ésteres de ácidos graxos. (GERIS *et al.*, 2007).

A agência Nacional do Petróleo e Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) regulamenta a produção de biodiesel. As propriedades físicas e químicas são analisadas antes e após a produção de biodiesel com parâmetros normalizados que serão vistos no decorrer do texto com base nos padrões ANP. Através da criação do Programa Nacional de Produção e uso de Biodiesel (PNPB) houve a organização da produção de biodiesel em todo território brasileiro, favorecendo sustentabilidade (ANP, 2014).

Desta forma, o objetivo deste trabalho é a produção de Biodiesel a partir do óleo de soja de cozinha usado, através do processo de transesterificação via metílica com o catalisador NaOH, resultando em uma alternativa sustentável para a reutilização e redução dos impactos ambientais gerados pelo descarte incorreto desse resíduo.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

Para a realização desse estudo foram utilizadas matérias primas provenientes de coletas de óleos residuais de cozinha de uma residência e de um restaurante localizado no Campus Valonguinho na UFF em Niterói, conforme Figura 1.



**Figura 1.** Amostras de óleo de soja de cozinha usado  
**Fonte:** Autores (2020)

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Química Orgânica do Campus Valonguinho na UFF em Niterói – RJ, especializado em produção de biodiesel.

As etapas para a realização da obtenção de biodiesel a partir do óleo de soja usado foram: Preparação da matéria-prima; Produção de biodiesel; Retirada do excesso de álcool; Purificação do biodiesel e finalmente os estudos das propriedades físicas e químicas deste biodiesel.

A produção de biodiesel foi realizada através do processo de transesterificação via metílica com o catalisador NaOH, sendo posteriormente analisadas as propriedades fisico-químicas: Índice de cetano; Índice de acidez e Massa específica, comparando ao biodiesel especificado pela ANP.

## **2.1. Pré-Tratamento do óleo de soja de cozinha usado**

A etapa inicial após o recebimento do óleo de soja usado, foi analisar o teor de acidez, sendo realizada em três amostras coletadas de óleo residual.

Os materiais utilizados para esta etapa foram: Hidróxido de Sódio; Tornassol azul; Fita indicadora de pH; Bastão de vidro; 1 gota de óleo de cada amostra.

Inicialmente sob a bancada, as amostras foram colocadas lado a lado com uma gota do óleo em um bastão de vidro sobre cada material de forma individual. Foram realizadas três vezes para cada material, da mesma forma.

## **2.2. Produção de Biodiesel**

Após analisar o teor de acidez das amostras, foi realizado o procedimento experimental com a amostra que não teve a necessidade de correção do grau de acidez, apesar de ser um óleo de soja reutilizado.

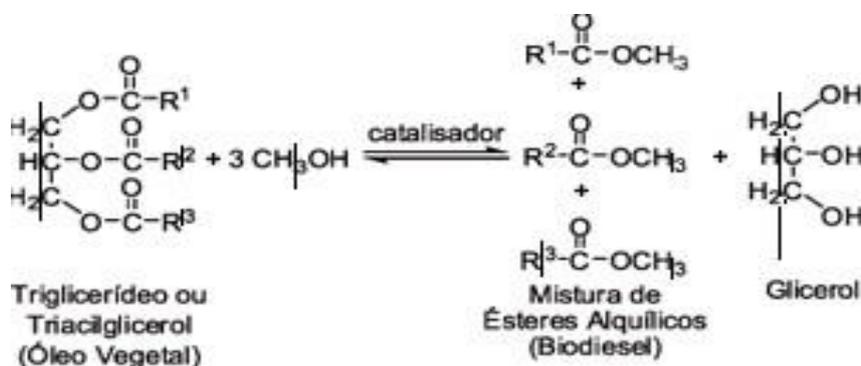
Os materiais utilizados nesta etapa foram: Béquer 100 mL; Chapa de aquecimento; Agitador magnético; Proveta 100 mL; Funil de decantação; Balança de precisão; Bastão de vidro; Termômetro; Suporte para o termômetro; Óleo de soja usado; Hidróxido de sódio (NaOH); Metanol; Água.

A reação de síntese de biodiesel, geralmente empregada a nível industrial, utiliza uma razão molar óleo: álcool de 1:6 na presença de 0,4% de hidróxido de sódio ou de potássio, porque o meio básico apresenta melhor rendimento e menor tempo de reação do que em meio ácido (NETO; ROSSI, 2000).

Foi realizado a diluição de 0,02 g de Hidróxido de sódio em 4,4 mL de metanol em um béquer e logo após se acrescentou a diluição de 20 mL de óleo de soja. Após, a mistura foi levada a uma chapa de aquecimento e agitada constantemente, e foi utilizado também um termômetro para aferir a temperatura.

Alguns estudos observaram que a temperatura da reação acima de 60°C, tende à formação de sabões, e por isso foi realizado a 45°C (AUTH *et al*, 2010). Quando a temperatura alcançou 40°C, esperou-se 1 hora.

O processo foi realizado com a reação de transesterificação por via metílica e com o catalisador de base (NaOH). A Figura 2 demonstra a reação utilizada no processo.



**Figura 2.** Reação de transesterificação com metanol  
**Fonte:** RINALDI et al. (2007)

O processo de transesterificação via metílica converte os ésteres triglicerídeos em ésteres alcalinos (biodiesel) mediante um catalisador (NaOH) e um álcool (metanol) que forma metilésteres. Neste processo a molécula de triglicerídeo se divide em três moléculas de metiléster e uma de glicerina (KNOTHE, 2005).

Através de destilação simples foi feita a remoção do excesso de metanol utilizado na etapa da reação química. Pois o excesso de metanol não participou da reação de transesterificação.

### 2.3. Separação do glicerol e do biodiesel

Foi colocado a mistura que sobrou em um funil de separação, e foi deixado em repouso até esfriar. Após, apareceram duas fases, conforme Figura 3. Em seguida, foi separado o glicerol (a fase mais escura) que ficou na parte inferior do funil, estando na parte superior o éster (biodiesel).



**Figura 3.** Separação do biodiesel

**Fonte:** Autores (2020)

Glicerol é um composto orgânico pertencente à função álcool. E o termo glicerina refere-se ao produto na forma comercial, com pureza acima de 95%. A glicerina é um produto de valor comercial e que possui inúmeras aplicações industriais, porém a glicerina obtida no processo de produção de biodiesel apresenta-se mais escura e contendo algumas impurezas (FERRARI *et al*, 2005).

A fase inferior contém a glicerina, um subproduto da reação de transesterificação do óleo vegetal, seja de soja, mamona, girassol e etc, junto a outro subproduto, o éster (biodiesel). Se fosse realizado a produção de biodiesel com gorduras animais, a reação seria de esterificação, que é o processo que faz a conversão de um ácido graxo combinado com um álcool, gerando água e éster (biodiesel) (SABINO, 2008).

### 2.4. Processo de limpeza do biodiesel

Ao final da transesterificação foi necessário fazer a purificação do biodiesel, que consiste na remoção dos excessos de glicerol, álcool e demais elementos (água, sedimentos e odores), neutralização do catalisador utilizado e assim como alguns outros elementos (DIB, 2010).

O líquido de coloração mais clara é constituído, basicamente, de biodiesel. Mas esse ainda não está na forma adequada para uso uma vez que contém resíduos maléficis aos veículos, como o hidróxido de sódio. Os passos abaixo descrevem todo o procedimento para a obtenção do biodiesel de óleo de soja usado (AUTH *et al*, 2008).

a) Foi colocado água nesse líquido, aproximadamente, um terço do volume de biodiesel e agitado a nova mistura até misturar bem os dois líquidos. Posteriormente esperou-se até ocorrer a separação de substâncias diferentes;

b) Em um funil de decantação, foi separada a parte que ficou no fundo;

c) Foi colocado uma fita indicadora de pH na substância para identificar o pH. Após foi verificado se esse é ácido, neutro ou básico;

d) Após verificar se o pH foi básico, foi repetido os procedimentos a); b) e c), até chegar num pH, aproximadamente, neutro para que o biodiesel esteja livre de impurezas prejudiciais ao motor.

e) Por fim, colocou-se o biodiesel num balão de fundo redondo e evaporou a água residual (água que ficou retida durante a lavagem) no rotaevaporador, sob pressão reduzida (bomba a vácuo). Também se removeu o excesso de água adicionando o biodiesel em um béquer e aquecê-lo em sistema aberto até a evaporação completa;

f) O excesso de água foi realizado pela evaporação completa por aquecimento e finalmente o biodiesel foi obtido sem impurezas.

## **2.5. Propriedades do biodiesel**

Após a síntese de biodiesel, realizou-se um estudo de algumas propriedades físicas-químicas importantes para verificar a qualidade do biodiesel, como a densidade, viscosidade cinemática, corrosividade, solubilidade, ponto de fulgor, índice de cetano entre outras propriedades.

Para analisar a qualidade do biodiesel, foram verificados alguns parâmetros de qualidade que são aplicados em amostras de biodiesel, conforme os ensaios apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Ensaios para controle de qualidade de combustíveis fósseis

<b>Ensaios para combustíveis fósseis</b>	<b>Ensaios de óleos vegetais</b>	<b>Ensaios para biodiesel</b>
Aspecto visual	Índice de iodo	Teor de ésteres
Massa específica	Fósforo	Glicerina livre
Ponto de fulgor	Estabilidade à oxidação	Glicerina total
Acidez		Teor de mono, di e triacilglicerídeos
Água		Teor de álcool
Resíduo de carbono		Teor de Na+k e Ca+Mg
Cinzas sulfatadas		
Enxofre		
Viscosidade cinemática		
Corrosividade ao cobre		
Ponto de entupimento de filtro		
Cetano		

**Fonte:** RAMOS *et al* (2016)

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta a análise do teor de acidez das amostras.

**Tabela 2.** Teor de acidez das amostras

<b>AMOSTRAS</b>	<b>TEMPO DE ESTOCAGEM (DIAS)</b>	<b>ASPECTO</b>	<b>Ph</b>
1 (residencial)	25 *	Heterogêneo	Ácido (5)
2 (residencial)	20 *	Heterogêneo	Básico (8)
3 (restaurante)	1	Homogêneo	Neutro (7)

\* É o tempo em que o óleo usado era coletado e colocado várias vezes em um reservatório de 2 litros.

**Fonte:** Autores (2020)

A amostra 1 deveria ser corrigido o grau de acidez, pois apresentou caráter ácido, para que pudesse ser aproveitada para a produção de biodiesel. No entanto não foi necessário a correção, pois esta amostra será descartada devido a gastos de energia e materiais, já que uma das amostras se apresentou adequada a produção de biodiesel.

Dependendo do grau de acidez, não tem viabilidade a matéria prima para a produção de biodiesel, sendo mais favorável para a indústria de produção de sabões.

O índice de acidez está diretamente relacionado com a quantidade de ácidos graxos livres presentes no material lipídico e representa a quantidade de hidróxido de sódio ou potássio, em miligramas necessários para neutralizar os ácidos graxos livres do material. Para produzir uma reação catalisada por base o teor de ácidos graxos livres, precisa estar abaixo de 3%. Quanto mais alta a acidez da matéria-prima, menor é a eficiência da conversão. Ambos, excessos e insuficiência do catalisador podem causar formação de sabão (SILVA, 2011).

Quanto ao pré-tratamento, a amostra 1 apresentou acidez quando comparado com uma base (hidróxido de sódio) e o uso de tornassol azul, apresentou a cor rosa, mostrando um caráter ácido. A amostra 2 apresentou um caráter básico, apesar de estar com duas fases bem visíveis a olho nu de impurezas e a amostra 3 apresentou um comportamento neutro, tendo seu ph próximo do óleo de soja cru, aspecto sem impurezas, pois não apresentou fases e com um odor agradável.

Foi observado que quanto maior o tempo de armazenamento de um reservatório, mais chances o óleo de coleta se tornar mais impuro, pois vão surgindo fases. Além de o odor ser pior quando comparado com o reservatório de um único dia de coleta, já que frituras constantes de alimentos apresentam odor desagradável.

Quanto as amostras, foram descartadas duas e tendo sido aproveitada a amostra 3, devido seu comportamento neutro. Logo, não houve necessidade de corrigir o grau de acidez da amostra aproveitada.

Quanto a produção de biodiesel do óleo de soja usado de cozinha, o processo de transesterificação ocorreu normal, dentro do esperado. Quanto ao tempo reacional, como indicam algumas pesquisas, a reação de transesterificação no início é muito rápida, pois a conversão de ésteres metílicos é em torno de 5 minutos, e no segundo periodo, a reação já vai evoluindo devagar até atingir o equilíbrio.

Houve a necessidade de remover o excesso de álcool que não participou da reação, sendo eliminado por uma destilação simples. Os produtos gerados deste processo foram o éster e o glicerol, onde posteriormente foram separadas por um funil de decantação. Para certificar que não havia resíduo do catalisador e demais contaminantes, foi realizado a evaporação da água que lavou o biodiesel, tornando-o puro.

Em relação a análise das propriedades do biodiesel, o laboratório não possuía equipamentos em condições de operação, insumos e tempo para a realização das análises, onde então são apresentadas comparações das propriedades físico-química do biodiesel conforme estudos técnicos já realizados, comparado com a especificação do biodiesel pela ANP.

A Tabela 3 apresenta um comparativo das especificações técnicas do diesel, biodiesel e biodiesel de soja.

**Tabela 3.** Comparativo das especificações técnicas do Diesel biodiesel e biodiesel de soja

<b>Características</b>	<b>Diesel</b>	<b>Biodiesel</b>	<b>Biodiesel de soja</b>
Aspecto	Limpo, isento de impurezas	–	
Enxofre total,máx	0,35%	–	
Massa específica a 20°C (kg/m <sup>3</sup> )	820 a 880	875 a 900	877,5
Índice de cetano, min	45	–	57,8
Resíduo de carbono, máx	0,25%	< 0,5%	0,14%
Índice de acidez	–	<0,5mg KOH/g	0,50mg KOH/g
Índice de iodo	–	<115gI <sub>2</sub> /100g	

**Fonte:** (FERRARI *et al*, 2005)

Da Tabela acima, se observa o número de cetano igual a 45 para o diesel e 57,8 para o biodiesel de soja, sendo maior que o especificado para o diesel. Isso representa uma diminuição no ruído do motor e um menor consumo de combustível (FERRARI *et al*, 2005).

A resolução 45/2014 estabelece a especificação do biodiesel contida no Regulamento Técnico ANP nº 3/2014, onde a Tabela 4 demonstra como deve ser realizado os ensaios de qualidade do biodiesel produzido para a comercialização.

**Tabela 4.** Especificações para o biodiesel ANP 45 (26/08/2014)

<b>PROPRIEDADES</b>	<b>LIMITES</b>	<b>MÉTODOS</b>
Ponto de fulgor (°C)	100 mín.	NBR14598/D93/ISO3679
Viscosidade cinemática a 40 °C (mm <sup>2</sup> /s)	3,0 a 6,0	NBR10441; D445; EN/ISO3104
Número de cetano	Anotar	D613/6890; EN/ISO5165
Índice de acidez (mg KOH/g);	0,50 máx.	NBR14448; D664; EN14104
Massa específica a 20°C (kg/m <sup>3</sup> )	850 a 900	NBR7148/14065; D1298/4052; EN/ISO 3675/12815
Enxofre total (mg/kg)	10 máx.	NBR15867; D5453; EN/ISO20846/20884
Contaminação total (mg/kg)	24 máx.	NBR15995; EN12662
Teor de água (mg/kg)	200 máx.	D6304; EN/ISO12937
Metanol e/ou etanol (% , m/m)	0,20 máx.	NBR15343; EN14110

**Fonte:** RAMOS *et al* ( 2016)

#### 4. CONCLUSÃO

Após o término do estudo, conclui-se que é possível produzir biodiesel a partir do óleo de soja reutilizável de cozinha dentro dos padrões de qualidade, fazendo uso da reação de transesterificação via metílica. Com isso, também se demonstrou a importância de se reaproveitar esta matéria-prima, pois o seu descarte inadequado nas pias ou em meios que direcionam as estações de tratamento de esgostos são nocivos ao meio ambiente.

O biodiesel de qualidade tem que ser produzido com bases no regulamento da ANP, com o objetivo de boa funcionalidade do motor a diesel, para isso é de fundamental interesse o rigoroso padrão de qualidade em suas propriedades físicas e químicas obtidos através de processos regulamentados por esses padrões.

Diante disso, segue-se estudos futuros que seja possível analisar as propriedades físico-químicas, a fim de verificar se elas estão de acordo com as normas da ANP.

## 5. AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer ao meu finado professor Doutor Nestor Panizutti, que me deu a oportunidade de conhecer outra área de concentração e também por ter acreditado e me incentivado a escrever um projeto final em Biodiesel, já pensando no futuro. Também gostaria de agradecer às pessoas que me auxiliaram neste projeto, e, principalmente ao Professor Fabrício Fasolo por sua dedicação e paciência ao me auxiliar a escrever este artigo e á professora Márcia Veloso que dedicou uma parte de seu tempo no laboratório de química.

## 6. REFERÊNCIAS

ANP. **Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Biodiesel.** Disponível em:<http://www.anp.gov.br/biocombustiveis/biodiesel>. Acesso em: 19 mai. 2019.

AUTH, M. A *et al.* **Estudo e preparação do biodiesel . Tese (Doutorado) – curso de engenharia química, Univates – Centro Universitário, 2008.**

DIB, Fernando. Henrique.; **Produção de biodiesel a partir de óleo residual reciclado e realização de testes comparativos com outros tipos de biodiesel e proporções de mistura em um motor-gerador.** Dissertação (Mestrado) - curso engenharia mecânica, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Ilha Solteira, 2010.

FERRARI , R. A.; OLIVEIRA, V. S.; SCABIO, A. **Taxa de conversão em ésteres etílicos, caracterização físico-química \_ e consumo em gerador de energia.** Revista Virtual química, V.28, No. 1, p. 19-23, 2005.

GERIS, R. *et al.* **Biodiesel de soja – reação de transesterificação para aulas práticas de química orgânica.** Revista Química Nova, V.30, No.5, p. 1678-7064, 2007.

KNOTHE, G. **Dependence of biodiesel fuel properties on the structure of fatty acid alkyl esters.** *Fuel Processing Technology*, V. 86,p. 1059-1070, 2005.

LIMA, Alice Medeiros .; **Estudos recentes e perspectivas da viabilidade técnico-econômica da produção de biodiesel /**, Brasília, Embrapa Agroenergia, 2012.

MARTÉN, L. N; MORÉ, J. D. **A importância da produção de biodiesel a partir de óleo de cozinha.** *Congresso Nacional de Excelência em Gestão*. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <http://www.excelenciaemgestao.org/pt/edicoes-antiores/vii-cneg/anais.aspx>. Acesso em junho de 2019.

NETO, P. R.; ROSSI, F. S. **Produção de Biocombustível Alternativo ao óleo Diesel através da Transesterificação de óleo de soja usado em frituras.** Revista Química Nova, V.23, No. 4, p. 531 – 537, 2000.

PARENTES, Expedito José. **Biodiesel: uma Aventura Tecnológica num País Engraçado,** Fortaleza:Tecbio, 2003.

RAMOS, L.P. *et al.* **Biodiesel: Matérias - primas, tecnologias de produção e propriedades de combustíveis.** Revista Química Nova, V.9, No. 1, p. 317-369, 2016.

RINALD, R.; *et al.* **Síntese de biodiesel: uma proposta contextualizada de experimento para laboratório de química geral.** Revista Química Nova, V.30, No.5, p. 1374-1380, 2007

SABINO, S. J. **Biodiesel: Definição-Características-Matéria-Prima-Tecnologia-Especificações,** Escola de Engenharia Mecânica de Volta Redonda. Out. 2008. Disponível em: <<http://www.uff/semanacademica/biodiesel.br>>. Acesso em: 14 out. 2008.

SILVA, Tatiane Aparecida Rosa da Silva.; **Biodiesel de óleo residual: Produção através da transesterificação por metanólise e etanólise básica, caracterização físico-química e otimização das condições reacionais.** Tese (Doutorado) – curso química, Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, 2011.

