

Efeito da Fertilização do Solo com Resíduos de Rochas Ornamentais na Qualidade do Biodiesel Extraído

Carolina Nascimento de Oliveira

Bolsista de Iniciação Científica, Engenharia de Petróleo, UNES

Joedy Patricia Cruz Queiróz

Orientadora, Geóloga, D. Sc.

Roberto Carlos da Conceição Ribeiro

Co-orientador, Professor – Engenheiro Químico, D. Sc.

Resumo

O Governo Federal vem estimulando a produção de fertilizantes como um instrumento para conter uma possível ausência na sua oferta e reverter o quadro de dependência externa. Nesse contexto, aparece o setor de rochas ornamentais, geradora de toneladas de resíduos, ricos em cálcio, magnésio e potássio, que são lançados no meio ambiente gerando um grande impacto ambiental. O objetivo deste trabalho foi verificar como a fertilização utilizando resíduos de rochas influencia a qualidade do biodiesel gerado. Foram aplicados resíduos de mármore para correção do pH e resíduos de granito para fertilização do solo. Observou-se que os resíduos de mármore corrigiram o pH de 5,3 para 6,6 e os resíduos de granito aumentaram o teor de potássio no solo onde a compostagem estava associada. Em termos de biodiesel, verificaram-se maiores teores de ácido recinoléico e maior poder calorífero no biodiesel extraído das mamoneiras onde o solo sofrera o mesmo tratamento, comprovando que fertilização do solo afeta diretamente a qualidade do biodiesel processado.

1. Introdução

1.1. Resíduos de rochas ornamentais

Segundo Campos e Castro (2007), da lavra ao processamento final das rochas ornamentais gera-se uma quantidade expressiva de resíduos sólidos, atingindo em média 65 a 75%, em peso, afetando o meio ambiente e à produtividade, devido à grande perda de sua produção. Além dos resíduos sólidos, as atividades de corte e beneficiamento de rochas ornamentais geram também uma quantidade significativa de lama, composta de água, pó de rocha e algum tipo de abrasivo.

O grande problema gira em torno da estocagem e destinação final dada a esses resíduos, que muitas das vezes é feita de forma inadequada, comprometendo ambientes aquáticos e terrestres. Isso porque são necessários grandes espaços para estocagem até que haja o recolhimento do resíduo, causando assim maior custo para o produtor, (Silva, 1998).

Buscando-se maneiras de mitigar o impacto gerado por esses resíduos, várias medidas têm sido tomadas visando utilizar esse resíduo em diferentes setores da indústria como, por exemplo, seu aproveitamento na agricultura com a finalidade de fertilizante e corretivo de acidez de solos.

1.2 Fertilizantes no Brasil

Fertilizantes são compostos químicos que visam suprir as deficiências em substâncias vitais à sobrevivência dos vegetais sendo aplicados na agricultura com o intuito de melhorar a produção. De acordo com a Rede de Tecnologia Social – RTS (2008) grande parte dos fertilizantes utilizados na agricultura brasileira são procedentes de fontes não-renováveis e atualmente, cerca de 80% são importados, o que gera problemas de ordem econômica para o país e na sustentabilidade dos sistemas de produção agrícola em longo prazo.

1.3 Rochagem e Compostagem

A adição de resíduos de rochas poderia melhorar as condições de fertilidade dos solos, sem afetar, contudo, o equilíbrio do meio ambiente. Esta técnica é conhecida como rochagem, que pode ser definida como uma prática de rejuvenescimento para solos de baixa fertilidade. Theodoro e Rocha (2005) descrevem que as rochas utilizadas devem conter quantidades consideráveis de fósforo, potássio, cálcio ou magnésio, além de vários micronutrientes, indispensáveis à nutrição vegetal.

A fim de acelerar o processo de liberação desses nutrientes, uma metodologia em estudo é a utilização do processo de compostagem associado ao resíduo. A compostagem se trata de um processo biológico através do qual a matéria orgânica constituinte, que não está em condições de ser incorporada ao solo, é transformada, pela ação de microorganismos, em material estável e utilizável na preparação do húmus.

1.4 Biocombustíveis

Os biocombustíveis são produzidos a partir de fontes renováveis, como biomassa e produtos agrícolas, como a cana de açúcar, plantas oleaginosas e gordura animal. O Brasil é um país de grande destaque no cenário mundial no setor de biocombustíveis, devido sua extensão territorial e localização privilegiada, sendo excepcionais para o cultivo de matéria-prima utilizada para a produção de biocombustíveis (Petrobrás, 2009).

2. Objetivo

O objetivo deste trabalho foi verificar como a fertilização do solo utilizando resíduos do corte de rochas ornamentais afeta as características do biodiesel gerado a partir de mamoneiras plantadas nesses solos.

3. Experimental

3.1. Origem dos Materiais

Utilizou-se uma um latossolo vermelho oriundo da cidade de Iconha-ES e dois tipos de resíduos, um exclusivo do corte de mármore e um exclusivo do corte de granitos, da cidade de Cachoeiro de Itapemirim-ES.

3.2 Caracterização do Solo e dos Resíduos

O solo foi seco ao ar, passado em peneira (< 2mm) para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA) e analisado química e fisicamente no Laboratório de Ciências Agrárias da UFES. Os resíduos foram secos em estufa a 70°C, peneirados (< 2mm) e submetidos à análise química na Coordenação de Análises Químicas da UFES.

3.3. Montagem e condução dos experimentos em casas de vegetação

3.3.1 Aplicação de resíduos no solo

Amostras de 0,5 dm³ de TFSA foram adicionadas e homogeneizadas em sacos plásticos onde se realizou a aplicação de resíduo de mármore na dosagem de 60%, em massa, uma vez que estudos de Machado *et al.* 2008 indicaram essa dosagem como suficiente para correção. Posteriormente, as amostras foram umedecidas e incubadas por 30 dias. Passados 30 dias, repetiu-se o mesmo procedimento, substituindo-se o resíduo de mármore por resíduo de granito. Após o período de incubação os solos foram depositados em vasos e procedeu-se a aplicação de pelo menos três sementes de mamonas para germinação.

3.3.2 Determinação do pH

Para determinação do pH do solo, alíquotas de 20 dm³ foram retiradas dos sacos plásticos e foram secas ao ar. Em seguida realizou-se a medição do pH em água e repetiu-se o mesmo procedimento no 3°, 6°, 9°, 12°, 15°, 20°, 25° e 30° dia.

3.3.3 Compostagem

O processo de compostagem foi realizado utilizando-se como resíduo orgânico o material oriundo das podas de bananeiras (80 t.ha⁻¹) coletadas em Cachoeiro de Itapemirim. As misturas dos compostos orgânicos e resíduos de rochas (10 t.ha⁻¹) foram homogeneizadas e adicionadas em recipientes de 40L ou 60L com perfurações laterais possibilitando a sua aeração e mantida sua umidade no decorrer da compostagem, os recipientes foram mantidos em casa de vegetação do Centro de Ciências Agrárias da UFES.

3.3.4 Colheita das mamonas

Foram colhidas mamonas de vasos onde não houve nenhum tratamento de fertilização do solo, onde houve apenas fertilização direta de resíduos de granito e por fim, foram colhidas mamonas de vasos que foram tratados com material compostado associado aos resíduos de granito, caracterizando três tipos distintos de mamonas. Esses três conjuntos distintos de mamonas colhidas foram secas em estufa a 70°C, durante 24h. Após esse período, foram moídas e caracterizadas por infravermelho.

3.4 Caracterização das Mamonas

3.4.1 Avaliação por espectroscopia de infravermelho

Os espectros de cada uma das mamonas trituradas foram obtidos na faixa de 4.000 a 650 cm⁻¹ com resolução de 8 cm⁻¹ em um espectrofotômetro por transformada de Fourier, equipado com sonda de ATR (*attenuated total reflectance*), a uma temperatura de 18°C, usando uma média de 20 varreduras. Tal procedimento foi realizado no Instituto de Química da Universidade Federal Fluminense - UFF.

3.4.3 Extração e avaliação do óleo

A extração e caracterização do óleo foram realizadas segundo as especificações de utilização de materiais como combustíveis determinadas pela Agência Nacional do Petróleo - ANP, avaliando-se os seguintes parâmetros: densidade, viscosidade, poder calorífero e ponto de ebulição, que foram realizados pelo Centro de Pesquisas Leopoldo A. Miguez de Mello - CENPES.

4. Resultados e Discussões

4.1. Caracterização do solo e dos resíduos

O solo apresentou característica ácida ($\text{pH} = 5,3$) e os teores de cálcio, magnésio e potássio são, respectivamente, 0 mg.dm^{-3} , $0,1 \text{ mg.dm}^{-3}$ e 12 mg.dm^{-3} , valores extremamente baixos, indicando a necessidade de tratamento do solo.

Na tabela 1 encontra-se a caracterização dos resíduos de mármore e granito onde se verifica o alto teor de cálcio e magnésio do resíduo de mármore e um teor significativo de potássio no resíduo de granito.

Tabela 1. Composição (%) química dos resíduos de rochas.

Corretivos	Al_2O_3	CaO	MgO	SiO_2	K_2O	Fe_2O_3
Resíduo de mármore	1,1	58,9	12,4	1,2	0,0	0,1
Resíduo de granito	8,7	13,2	7,2	53,1	4,5	5,7

4.2 Experimentos em Casa de Vegetação

4.2.1 Determinação do pH

Verifica-se na Tabela 2 que ocorre um aumento gradativo do pH no decorrer do tempo e que a partir do 20º dia este aumento é significativo, e permanece constante desde então. Isso indica que a regularização do pH ocorre a partir do 20º dia e que a partir desse dia o solo não absorve com tanta intensidade os elementos oriundos do resíduo de mármore.

Tabela 2. Determinação dos valores de pH do solo por dia.

Corretivo	3º dia	6º dia	9º dia	12º dia	15º dia	20º dia	25º dia	30º dia
Resíduo de mármore	5,6	5,7	5,9	5,9	6,0	6,5	6,5	6,6

4.2.1 Determinação do teor de potássio

Na tabela 3 observa-se que o solo que foi tratado apenas com resíduos oriundos do corte de granitos não apresentou aumento significativo no teor de potássio, indicando que os resíduos não apresentam potencialidade para fornecimento de potássio para o solo. No entanto, se o resíduo for associado ao processo de compostagem, observa-se um aumento substancial no teor de potássio, a partir do 20º dia.

Tabela 3. Determinação do teor de potássio do solo, (mg.dm^{-3}), por dia.

Tipo de Corretivo	3º dia	6º dia	9º dia	12º dia	15º dia	20º dia	25º dia	30º dia
Resíduo de granito	11,0	12,1	11,6	11,8	11,8	12,0	12,1	12,0
Resíduo + compostagem	12,0	12,1	12,0	14,5	16,3	21,3	24,3	24,9

4.3 Caracterização das Mamonas

4.3.1 Avaliação por espectroscopia de infravermelho

Espectros representativos das amostras são mostrados na Figura 1. Em azul está caracterizado o espectro da amostra de mamona que foi colhida do solo compostado enquanto que o espectro em vermelho refere-se à mamona oriunda do solo tratado apenas com resíduo de granito. Ambos os espectros apresentam uma banda nítida e intensa na região de (1850-1650) cm^{-1} , referente à frequência de estiramento do grupo carbonila, característico dos ésteres (Alpert *et al.*, 1970). Nos dois espectros há uma outra banda de absorção nítida na região de 3333 cm^{-1} , referente à deformação axial do grupo O–H (Pimentel *et al.*, 2006), característico do ácido ricinoléico, principal componente do biodiesel de mamona. Observa-se também que esta banda é muito mais intensa no espectro da amostra de mamona colhida do solo que foi compostado, indicando que a melhor fertilização do solo afeta diretamente a qualidade final do produto gerado.

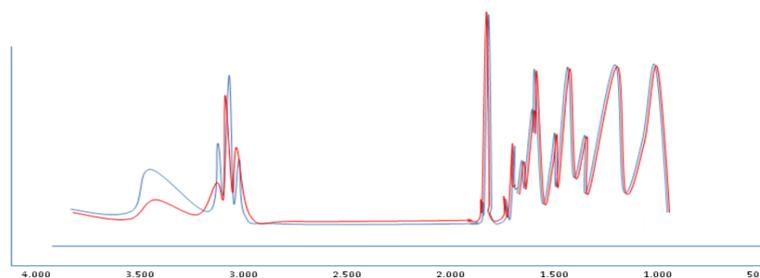


Figura 1. Espectro de infravermelho (absorbância versus comprimento de onda) das mamonas.

4.3.2. Caracterização do óleo

Na tabela 4 estão apresentadas as características dos três tipos de biodieseis gerados a partir das mamoneiras, onde se pode observar a similaridade entre os óleos 1 e 2, que são óleos extraídos das mamoneiras dos solos sem tratamento e tratados diretamente com resíduo de granito, respectivamente. No entanto, o óleo 3, oriundo do solo tratado com resíduo de granito e material compostado, se diferencia completamente dos outros dois tipos de óleos, com maiores valores de densidade e viscosidade, maior poder calorífero e maior ponto de ebulição. Tal fato pode ser explicado pela presença mais pronunciada de ácidos ricinoléicos observados no espectro de infravermelho, que de acordo com a Figura 2, apresentam uma quantidade considerável de carbonos em sua cadeia, 17, refletindo os maiores valores de viscosidade e densidade e, conseqüentemente o maior poder calorífero e maior ponto de ebulição.

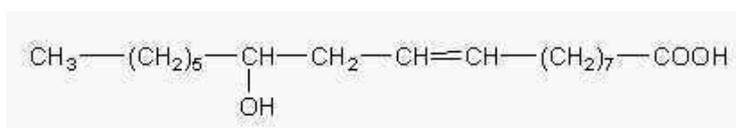


Figura 2. Estrutura do ácido ricinoléico.

Tabela 4. Caracterização dos três diferentes tipos de biodiesel

Características	Óleo (1)	Óleo (2)	Óleo (3)
Densidade relativa	0,912	0,899	0,959
Viscosidade	289	286	297
Poder calorífero (kcal.L ⁻¹)	8.000	8.140	8.677
Ponto de ebulição (°C)	211	211	216

(1) solo sem tratamento, (2) tratado com resíduo de granito, (3) resíduo de granito + compostagem

5. Conclusões

Por meio deste trabalho pôde-se verificar que o resíduo oriundo do corte de mármore foi responsável pela correção do pH do solo e que os resíduos oriundos do corte de granitos foi responsável pelo aumento da concentração de potássio no solo, desde que associados ao material compostado.

Além disso, observou-se que os óleos, oriundos de mamoneiras onde o solo teve seu pH corrigido e o teor de potássio foi aumentado, apresentaram qualidades superiores, indicando que o tratamento do solo influencia a qualidade do produto cultivado.

A aplicação de resíduos de rochas na agricultura é um método alternativo de fertilização que, além de mitigar o impacto ambiental causado por esses resíduos, converge com os incentivos do Governo brasileiro para busca de novas fontes de fertilizantes.

6. Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pelo apoio financeiro, ao professor Dr. Felipe Vaz Andrade do Departamento de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), ao professor PhD Peter Rudolf Seidl da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e à professora Kátia Zakur da Universidade Federal Fluminense (UFF).

7. Referências Bibliográficas

- ABIROCHAS, Associação Brasileira de Rochas Ornamentais, 2007.
- ALPERT, N. L., KEISER, W.E., SZYMANSKI, H. A., **Theory and practice of infrared spectroscopy**. Plenum Press. Second Edition. New York. 1970.
- CAMPOS, A. R. ; CASTRO, N. F. Tratamento e Aproveitamento de Resíduos de Rochas Ornamentais. **XXII Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa - ENTMME**, Ouro Preto – MG, 2007.
- MACHADO, R.V.; RIBEIRO, R.C.C.; ANDRADE, F.V. Nutrição Mineral e a Utilização de Resíduos de Rochas Ornamentais. **XVII Jornada de Iniciação Científica**. Centro de Tecnologia Mineral. Rio de Janeiro, RJ, 2009.
- PIMENTEL, M. F., RIBEIRO, G. M. G. S., CRUZ, R. S., STRAGEVITCH, L., PACHECO FILHO, J. G.A., TEIXEIRA, L. S.G.. Determination of biodiesel content when blended with mineral diesel fuel using infrared spectroscopy and multivariate calibration. **Microchemistry Journal**. 2006.

PETROBRÁS, Petróleo Brasileiro S.A. Biocombustíveis. 2009. Disponível em: <<http://www.petrobras.com.br/pt/energia-e-tecnologia/fontes-de-energia/biocombustiveis/>> Acesso em: 25 jun 2010.

RTS, Rede de Tecnologia Social. CNPq seleciona projetos para o uso de fertilizantes alternativos. 2008 Disponível em: <<http://www.rts.org.br/noticias/destaque-2/cnpq-seleciona-projetos-para-o-uso-de-fertilizantes-alternativos>>. Acesso em: 17 de mai 2010.

SILVA, S. A. C. **Caracterização do Resíduo da Serragem de Blocos de Granito: Estudo do Potencial de Aplicação na Fabricação de Argamassas de Assentamento e de Tijolos de Solo-Cimento.** Dissertação (Mestrado). Engenharia Ambiental. Universidade Federal do Espírito Santo - UFES. Vitória - ES. 1998.

THEODORO, S.H.; ROCHA, E.L. **Rochagem: Equilíbrio do Solo e Vigor para as Plantas.** Universidade de Brasília. 2005.