

Artigo

Aproveitamento de Óleos e Gorduras Residuais para Obtenção de Produtos de Alto Valor Agregado: Formulação de Tinta de Impressão a Partir de Óleo Residual de Fritura**Montenegro, M. A.; Pereira, R. C.; Hofmann-Gatti, T.; Martins, G. B. C.; Suarez, P. A. Z.****Rev. Virtual Quim.*, 2013, 5 (1), 26-37. Data de publicação na Web: 20 de janeiro de 2013<http://www.uff.br/rvq>**The Use of Waste Oils and Fats to Produce High Value Products: Formulation of Printing Inks Involving Used Frying Oils**

Abstract: Used frying oil was heated at 315 °C in the presence of nickel (II) acetate, leading to a viscous polymer and a mixture of hydrocarbons and oxygenated compounds. Polymers were obtained with different viscosities, depending on the stirring, nitrogen flux and reaction time. The polymeric materials were used as binders in printing ink formulations, together with calcium carbonate and adequate pigments. The prepared formulations were tested to produce gravures by xylograph process, with performance similar to commercial printing inks.

Keywords: Wasted frying oil, Polymerization, Gravure inks.

Resumo

Óleo residual de fritura foi aquecido a 315 °C na presença de acetato de níquel (II), sendo obtido um polímero viscoso e uma mistura de hidrocarbonetos e compostos orgânicos oxigenados. Obtiveram-se polímeros com viscosidades diversas, dependendo da agitação, fluxo de N₂ e do tempo de reação. Os materiais poliméricos foram utilizados como veículo na formulação de tintas de impressão tipo offset, juntamente com carbonato de cálcio e diversos pigmentos. Foram testadas as formulações obtidas para a impressão de gravuras pela técnica de xilogravura, as quais apresentam desempenho semelhante ao de tintas comerciais.

Palavras-chave: Óleo de fritura residual, Polimerização, Tintas de gravura.

* Universidade de Brasília, Instituto de Química, Laboratório de Materiais e Combustíveis, INCT-Catálise, CP 4478, CEP: 70919-970, Brasília-DF, Brasil.

✉ psuarez@unb.br

DOI: [10.5935/1984-6835.20130004](https://doi.org/10.5935/1984-6835.20130004)

Aproveitamento de Óleos e Gorduras Residuais para Obtenção de Produtos de Alto Valor Agregado: Formulação de Tinta de Impressão a Partir de Óleo Residual de Fritura

Mateus A. Montenegro,^a Ramon C. Pereira,^b Thérèse Hofmann-Gatti,^b Guilherme B. C. Martins,^a Paulo A. Z. Suarez^{a,*}

^a Universidade de Brasília, Instituto de Química, Laboratório de Materiais e Combustíveis, INCT-Catálise, CP 4478, CEP: 70919-970, Brasília-DF, Brasil.

^b Universidade de Brasília, Instituto de Artes, Departamento de Artes Visuais, Laboratório de Materiais Expressivos, Brasília-DF, Brasil.

* psuarez@unb.br

Recebido em 17 de janeiro de 2013. Aceito para publicação em 17 de janeiro de 2013

1. Introdução
2. Parte experimental
3. Resultados e discussão
4. Conclusões

1. Introdução

A sociedade moderna gera diversos materiais graxos residuais. As agroindústrias geram resíduos graxos decorrentes do processamento de carnes ou fabricação de alimentos e extração e purificação de óleos e gorduras (OGs), além de enormes quantidades de óleos e gorduras residuais (OGRs) geradas em residências e restaurantes. Um exemplo disso são os OGRs produzidos durante o processo de fritura.

De acordo com a Associação Brasileira das Indústrias de Óleo Vegetal (ABIOVE) sabe-se que aproximadamente 3 bilhões de litros de óleos são destinados para o consumo alimentício anualmente no Brasil, para indústrias, comércios em geral e residências.¹

De acordo com o Programa de Reciclagem de Óleo de Fritura da Sabesp, no mínimo metade dessa quantidade é descartada após o uso. Como no Brasil não há políticas para a destinação deste resíduo, grande parte dele é descartado inadequadamente e acaba no sistema de esgoto sanitário urbano ou atingindo o sistema límnico. No primeiro caso, depósitos gordurosos causam entupimento do sistema de escoamento de esgotos sanitários e pluviais, além de dificultar os processos nas unidades de tratamento, causando enormes prejuízos econômicos para as cidades. No segundo caso tem-se um significativo impacto ambiental, uma vez que é estimado que 1 L de OGRs é suficiente para contaminar 25.000 L de água.²

Pelas razões acima, diversas iniciativas

pontuais para a coleta e reciclagem dos OGRs são realizadas em diversas cidades brasileiras com o intuito de diminuir os impactos econômicos e ambientais do descarte inadequado desses materiais. No entanto, estas iniciativas esbarram na dificuldade, tanto para a coleta de OGRs como no seu difícil tratamento. Uma alternativa seria a reciclagem dos mesmos, sendo usual a produção de massa de vidraceiro, sabões e biodiesel. Porém, o baixo valor agregado destes produtos não consegue viabilizar a sustentabilidade econômica da reciclagem.³

Tintas são misturas de diversos insumos que quando aplicada sobre uma superfície forma uma fina camada que a recobre, protegendo-a ou embelezando-a.⁴ A tinta também pode ser usada na impressão de um texto ou na criação de uma obra de arte. No caso de tintas para impressão em sistemas *offset*, utilizadas em sistemas gráficos, ou em técnicas de produção de obras de arte conhecidas como gravura, as formulações envolvem cerca de 80 % de uma resina e 20 % de pigmentos e cargas. A resina adere à superfície formando o filme, além de aglutinar os pigmentos e cargas que são responsáveis por conferir a cor e a textura da tinta.⁴

Durante a década de 1990 foram desenvolvidas tintas para impressão em sistema *offset* utilizando uma resina produzida a partir da polimerização térmica de óleos refinados.^{5,6} Estas tintas foram rapidamente utilizadas em processos industriais tipográficos e litográficos por apresentaram diversas vantagens frente às tintas de impressão formuladas com resinas derivadas de petróleo.⁷ Neste processo, o óleo é submetido a altas temperaturas na ausência de oxigênio, em torno de 300 °C, onde sofrem transformações químicas e geram tanto produtos leves, principalmente hidrocarbonetos de baixa massa molecular, quanto polímeros de alta viscosidade, o qual pode ser aproveitado como veículo para tintas, substituindo o veículo derivado do petróleo tradicionalmente usado na formulação de tinta de impressão. Recentemente, foi mostrado que a partir de

óleos residuais oriundos de processos de fritura, pode-se obter uma resina com propriedades físico-químicas similares as obtidas com óleos refinados,^{8,9} o que abre a possibilidade de se formular tintas de impressão após o processamento desse resíduo. Deve-se destacar que durante o processo de fritura o material graxo sofre uma série de reações devido à ação do oxigênio do ar e da água presente nos alimentos aliado às altas temperaturas a qual ele é submetido durante o processo (para o entendimento de todos os processos envolvidos com OGs durante a fritura, sugere-se a leitura do artigo publicado nesta edição da RVQ que trata especificamente dos processos térmicos de modificação de OGs).¹⁰

De um ponto de vista econômico, a obtenção de tintas de impressão a partir de OGRs pode ser um fator decisivo para viabilizar economicamente a reciclagem destes passivos ambientais, conferindo sustentabilidade ao processo. Esta avaliação se sustenta em uma breve consulta de mercado, onde foram consultados os preços de mercado de sabões, biodiesel e de tintas de impressão: o preço médio do sabão em barra é de R\$ 5,80 /Kg, o valor médio do biodiesel vendido no 27º leilão da ANP foi de R\$ 2,09 /L e o de tintas *offset* situa-se entre R\$ 25 a 30 /Kg. Assim, a formulação de tintas utilizando polímeros obtidos a partir de OGRs parece extremamente atraente. Neste sentido, este artigo pretende avaliar o uso de OGRs para a produção de tintas de impressão. Para tal, foi obtido um polímero a partir de óleo residual de fritura e este foi usado para a formulação de tintas de diversas cores, as quais foram testadas na produção de gravuras pelo processo de xilogravura e o seu desempenho comparado com o de tintas comerciais.

2. Parte experimental

Materiais e reagentes

O óleo de fritura residual foi obtido a partir de restaurantes do Distrito Federal.

Este foi submetido a um processo de filtração simples para a remoção de materiais sólidos. O catalisador utilizado para a reação de polimerização termocatalítica foi o acetato de Ni (II), o qual foi adquirido na Vetec, sendo utilizado como recebido. Os pigmentos utilizados para a formulação das tintas podem ser divididos em dois grupos: (i)

pigmentos comerciais: negro de fumo, terra de siena marrom avermelhada, azul ultramar médio, ocre escuro alemão, vermelho de cádmio e aloe mosselbay brown; (ii) óxidos metálicos de grau analítico: dióxido de titânio (IV), óxido de ferro (III), tetróxido de chumbo (II,IV) e óxido de cromo (III). Os pigmentos podem ser observados na Figura 1.



Figura 1. Pigmentos utilizados na confecção das tintas: a) óxido de ferro (III); b) azul ultramar médio; c) vermelho de cádmio; d) aloe mosselbay brown; e) ocre escuro alemão; f) tetróxido de chumbo (II,IV); g) terra de siena marrom avermelhada; h) dióxido de titânio (IV); i) negro de fumo; j) óxido de cromo (III). Foto: Mateus A. Montenegro

Sistema de reação

A polimerização do óleo foi realizada na presença de catalisador de níquel utilizando metodologia adaptada da literatura.^{9,11} Foi utilizado para a reação um sistema de vidraria, em batelada, com montagem similar a um sistema de destilação, como pode ser observado na Figura 2. O sistema consiste em um balão de vidro de cinco bocas, onde é colocado o óleo de fritura residual. O balão é acomodado em uma manta aquecedora controlada por um sistema digital acoplado a um termopar introduzido por uma das bocas do balão e que permanece em contato com meio de reação. Por outra boca do balão é

introduzido um sistema para agitação mecânica com velocidade de rotação constante. Por outra boca do balão é introduzido um fluxo de gás N_2 , para inertização e retirada de oxigênio do sistema e arraste dos compostos leves formados durante a reação. É importante frisar que o gás de arraste utilizado deve ser inerte, pois a presença de oxigênio pode inflamar o óleo na temperatura utilizada para a reação. Alternativamente, o gás de arraste pode ser substituído pela utilização de pressão reduzida (vácuo) no sistema. Finalmente, em outra boca do balão é acoplado um condensador reto ligado a um cotovelo para o escoamento e coleta dos voláteis gerados durante a reação.



Figura 2. Foto do sistema reacional utilizado para as reações de polimerização do óleo de fritura residual. Foto: Guilherme B. C. Martins

Parâmetros das reações

Foram realizadas duas reações em condições distintas para se observar a influência de algumas das variáveis no processo, a fim de gerar polímeros com características diferentes. Ambas as reações foram realizadas com 650 g de óleo de fritura residual, utilizando 0,650 g de acetato de níquel (II) como catalisador, sendo este adicionado junto ao óleo antes do início da reação. As reações foram realizadas na temperatura de 315 °C, mantendo-se constantes o fluxo de N₂ e a agitação mecânica. Ao término da reação, a manta aquecedora foi retirada para o resfriamento do sistema e foram aumentados o fluxo de N₂ e a agitação mecânica para retirada de voláteis gerados na reação remanescentes no balão. Os parâmetros variados foram à velocidade de agitação, o fluxo de N₂ e o tempo de reação, com o intuito de modificar a viscosidade do polímero obtido ao final. Na primeira reação foi utilizado o tempo de 10 h. Nas primeiras 5 h foi utilizado um fluxo de N₂ de aproximadamente 1 L/min, com velocidade de rotação de agitação de 120 rpm. Posteriormente, foi utilizado um fluxo de N₂ de aproximadamente 9 L/min com agitação de 180 rpm até o final da reação. Na segunda reação foi utilizado um tempo de 8,5 h, com fluxo de N₂ de aproximadamente 9 L/min com velocidade de rotação de agitação de 200 rpm durante toda a reação. As

vidrarias utilizadas foram pesadas antes e depois da reação para o cálculo do balanço de massa de sistema.

Caracterização dos produtos

Para o óleo de fritura residual, os polímeros sintetizados e a blenda dos polímeros em proporção 1:1 (m/m), foram determinadas a viscosidade cinemática e o índice de acidez total, sendo todas as medidas realizadas em triplicata. A viscosidade cinemática foi realizada utilizando um viscosímetro de Ubbelohde em um banho termoestabilizado à temperatura constante de 40 °C, seguindo a norma ASTM D445. O índice de acidez total foi realizado utilizando uma solução 1:1 de tolueno e isopropanol para diluir aproximadamente 0,5 g de amostra e 1 % de fenolftaleína como indicador. A solução de titulação utilizada foi uma solução de 0,1 % de hidróxido de potássio em metanol, previamente padronizada com biftalato de potássio, de acordo com a norma AOCS Cd 3d-63. Os voláteis obtidos através da condensação foram diluídos em diclorometano e analisados por cromatografia gasosa para identificação de seus componentes. A análise foi realizada em um equipamento CG-EM-QP5050 da Shimadzu utilizando uma coluna capilar do tipo CBPI PONA com 50 m de comprimento, 0,15 mm de diâmetro e 0,42

um de espessura. Mantendo-se o injetor a uma temperatura constante de 250 °C, a temperatura da coluna foi variada de 60 a 250 °C, com taxa de aquecimento de 10 °C/min. totalizando 39 min. de corrida.

Confeção das tintas

Para a confeção das tintas foram utilizados dois materiais como veículo: (i) a

blenda obtida pela mistura dos dois polímeros sintetizados na proporção 1:1 em massa; e (ii) o polímero obtido na segunda reação. Numa porção do material polimérico foram adicionados um ou mais pigmentos, dependendo da cor e textura desejadas, sendo realizada uma mistura manual. Foi adicionado às tintas carbonato de cálcio (CaCO₃) como carga, o qual auxilia a atingir a textura adequada para utilização da tinta em xilogravura. As quantidades utilizadas e os pigmentos estão discriminados na Tabela 1.

Tabela 1. Quantidades utilizadas de veículo (polímero), pigmentos e carga (CaCO₃) para confeção das tintas

Amostra	Cor da tinta	Massa do veículo (g)		Pigmento 1		Pigmento 2		CaCO ₃ (g)
		Polím. 1	Polím. 2	Nome	(g)	Nome	(g)	
1	Branco	15	15	Dióxido de Titânio	9,0	-	-	14,0
2	Preto	15	15	Negro de fumo	4,0	-	-	5,0
3	Vermelho	15	15	Vermelho de cádmio	3,2	-	-	15,0
4	Azul	15	15	Dióxido de Titânio	1,0	Azul ultramar	3,5	13,0
5	Verde	15	15	Óxido de cromo	4,0	-	-	13,0
6	Laranja	15	15	Tetróxido de chumbo	5,0	-	-	14,0
7	Salmão	15	15	Dióxido de Titânio	9,0	Tetróxido de chumbo	10,0	2,5
8	Vermelho escuro	15	15	Óxido de ferro	5,0	-	-	13,5
9	Amarelo ocre	15	15	Ocre escuro	5,0	-	-	13,0
10	Marrom claro	15	15	Dióxido de Titânio	1,5	Terra de siena	4,0	8,0
11	Cinza	15	15	Dióxido de Titânio	1,0	Aloe mosselbay	5,0	-
12	Vermelho	0	15	Vermelho de cádmio	2,5	-	-	5,5
13	Laranja	0	20	Tetróxido de chumbo	4,0	-	-	7,0
14	Preta	0	29	Negro de fumo	7,5	-	-	5,0

3. Resultados e discussão

Reação de polimerização e balanço de massa

Em temperaturas acima de 300 °C, os OGs sofrem várias alterações químicas, principalmente polimerização e craqueamento, sendo que o primeiro é mais acentuado quando próximo de 300 °C e o segundo acentua-se com o incremento da temperatura. Porém, deve-se notar que ambos os processos ocorrem simultaneamente, em taxas variáveis de acordo com a temperatura utilizada. A viscosidade do polímero pode ser aumentada de duas maneiras. A primeira, e mais importante, é devido ao aumento do tamanho e do grau de reticulação (*crosslink*) das cadeias, o que ocorre via reações de

Diels-Alder que ocorrem com maiores tempos de reação.¹⁰ A segunda é a retirada de voláteis gerados por processos de craqueamento dos triacilglicerídeos, o qual gera moléculas orgânicas leves e gases, que são retirados mais rapidamente com o auxílio de fluxo de gás.

Na primeira reação pôde-se observar que o fluxo de N₂ utilizado não era suficiente para arrastar os voláteis formados, gerando muito pouco condensado durante as primeiras 5 h de reação. Porém, quando o fluxo foi aumentado observou-se uma importante retirada de voláteis. O condensado obtido foi um sólido branco, com aspecto de parafina, conforme ilustrado na Figura 3. Notou-se, também, a presença de água no condensado, gerada durante o processo de craqueamento secundário de ácidos graxos,¹⁰ considerando o óleo residual de fritura possui uma pequena quantidade de água.



Figura 3. Condensado parafínico obtido a partir das reações de polimerização. Foto: Guilherme B. C. Martins

O óleo de fritura residual após a reação de polimerização, quando já transformado em polímero, tem sua aparência totalmente alterada, como pode ser observado na Figura 4. O polímero fica muito mais viscoso que o óleo original, ficando praticamente inodoro. Apesar de um aparente escurecimento do

polímero obtido, quando na forma de filmes com baixa espessura a intensidade da coloração é pouco intensa. Mais a frente será visto que por esse motivo há pouca interferência na coloração após a adição de pigmentos.



Figura 4. Óleo de fritura residual antes da reação (esq.) e a 315 °C (dir.). Foto: Guilherme B. C. Martins

Apesar das diferentes condições de reação, o balanço de massa das duas reações variou pouco, conforme pode ser observado na Tabela 2, o que pode ser facilmente entendido uma vez que as condições ao final da reação forçam a retirada dos voláteis formados. De fato, em ambas as condições o polímero foi obtido em rendimentos acima de 60 %. Devido às condições drásticas utilizadas para remoção de voláteis e à baixa

eficiência do sistema para condensar os voláteis arrastados, observou-se uma condensação ineficiente dos compostos orgânicos leves gerados no processo. Entretanto, deve-se destacar que este aspecto pode ser contornado pela otimização do sistema, de modo que haja uma recuperação mais eficiente dos voláteis, o que não foi visado neste trabalho.

Tabela 2. Balanço de massa das reações de polimerização

1ª Reação			2ª Reação		
Polímero (%)	Condensado (%)	Perda (%)	Polímero (%)	Condensado (%)	Perda (%)
65	20	15	63	20	17

Análise dos materiais

De acordo com os dados da Tabela 3, pode-se observar que a viscosidade do óleo de fritura foi completamente alterada. A reação 2, mesmo feita com tempo menor de reação (25 %), culminou na formação de um polímero com viscosidade maior em relação

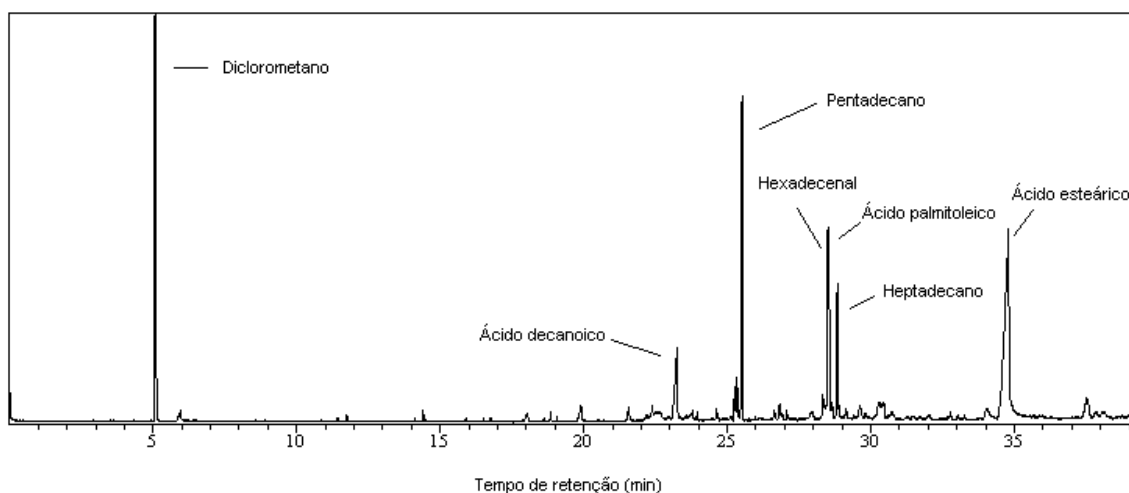
ao da reação 1. Isto pode ser resultado do arraste constante de voláteis formados e da maior velocidade de agitação durante toda a reação. Por outro lado, a acidez dos polímeros é superior à acidez do óleo de fritura residual devido aos processos de quebra dos triglicerídeos e pela formação de ácidos graxos livres entre outros compostos oxigenados que conferem acidez ao material.

Tabela 3. Dados da caracterização dos materiais

	Óleo de fritura residual	Polímero 1	Polímero 2	Blenda (1:1)
Índice de acidez (mg KOH/g)	2,0	35,8	13,6	25,4
Viscosidade cinemática (cSt)	60,3	1.495,6	4.012,0	2.415,0

A análise do material condensado por CG-EM indicou a presença de vários compostos leves típicos de craqueamento, como pode ser visto na Figura 5. Entre os compostos formados foram identificados ácidos graxos e hidrocarbonetos saturados ou insaturados, sendo a maior parte com cadeias carbônicas

grandes na faixa de C₁₅ a C₁₈. Estes compostos podem ser aproveitados de diversas maneiras, por exemplo, como material combustível para gerar a energia necessária para o próprio processo de polimerização térmica.

**Figura 5.** Cromatograma das parafinas formadas durante o processo térmico do óleo de fritura residual

Obtenção das tintas

Os pigmentos utilizados, tanto os reagentes analíticos quanto os pigmentos comerciais, dispersaram-se facilmente nos polímeros obtidos a partir do óleo residual de fritura, obtendo-se tintas com uma aparência homogênea, conforme pode ser observado na Figura 6. A coloração do polímero não impediu que a mistura adquirisse a tonalidade do pigmento. A única exceção foi à tinta de cor branca, a qual não ficou totalmente alva, exigindo uma grande

quantidade de pigmento, porém a diferença só é notada quando comparada a um padrão de branco. O único pigmento que decantou, ou seja, que a suspensão não ficou estável, foi o aloe mosselbay brown. Sua diferença para os outros pigmentos é que este é um extrato orgânico.

Para ajustar a textura da formulação com as tintas comerciais para impressão *offset*, as quais possuem um aspecto pastoso, foi adicionado CaCO₃. A presença desta carga não alterou significativamente as cores das tintas, porém modificou sua textura.

Observou-se que quanto maior a viscosidade do polímero menor é a quantidade de CaCO_3 necessária para dar a textura correta na tinta. A quantidade utilizada também varia com o pigmento utilizado, tendo em vista que o

pigmento, de modo geral, possui o efeito de incrementar a viscosidade, sendo que os pigmentos que possuem essa característica de forma mais acentuada são o dióxido de titânio e o negro de fumo.



Figura 6. Tintas obtidas a partir da mistura de diversos pigmentos com o veículo sintetizado a partir de óleo residual de fritura. Foto: Guilherme B. C. Martins

Obtenção da gravura

As tintas formuladas com o polímero obtido a partir de óleo residual foram testadas na obtenção de gravuras em papel arroz pela técnica de xilogravura. Esta técnica é um tipo de gravura que utiliza madeira como matriz.¹² Primeiramente a superfície da madeira é entalhada fazendo uma imagem em altoprelevo, sendo o sulco a região onde não é desejado que se imprima cor no papel. Então, a tinta é espalhada em uma superfície lisa utilizando um rolo de borracha, até a formação de um filme homogêneo na superfície do rolo. Logo, utilizando o rolo de borracha, a tinta é aplicada na superfície não entalhada da madeira de modo a formar um filme homogêneo. Então, o papel é colocado cuidadosamente em cima da camada pintada

da madeira, aplicando-se uma pressão sobre o mesmo, seja com o auxílio de uma prensa ou com um rolo de borracha, ocorrendo à impressão da imagem no papel. Finalmente, o papel é retirado lentamente, obtendo-se a gravura. A xilogravura tem como referência as ranhuras naturais da madeira, as quais são gravadas no papel, sendo este um dos seus detalhes mais apreciados. A tinta a ser utilizada deve possuir alta viscosidade, para aderir no rolo uniformemente sem formar bolhas e também para não penetrar nos sulcos entalhados e nas ranhuras naturais da madeira a fim de não perder a definição da imagem. Para testar as tintas obtidas neste trabalho foi utilizada uma placa de mogno de tamanho A3 e papel arroz, sendo o processo realizado em 5 etapas, conforme ilustrado na Figura 7.

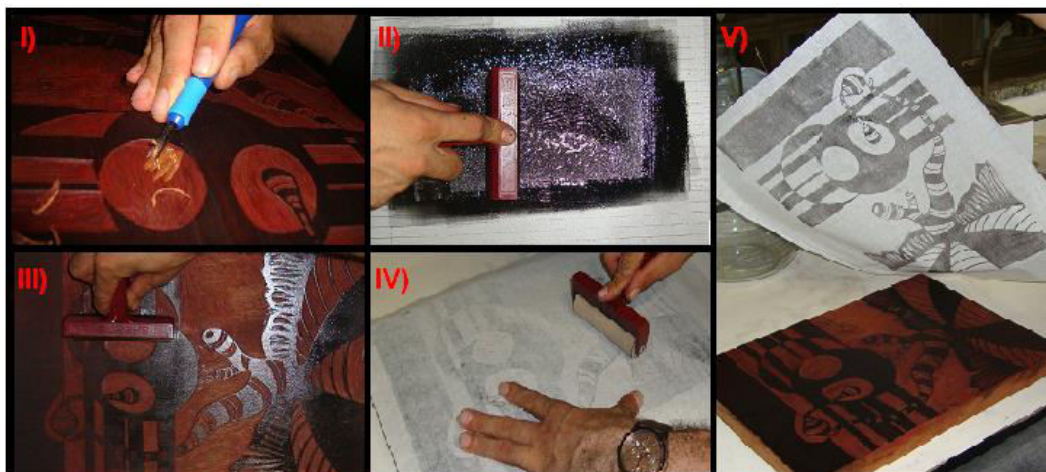


Figura 7. Confeção da gravura passo a passo: (I) entalhe de uma prancha de mogno; (II) formação de filme homogêneo de tinta sobre rolo de borracha em uma superfície plana; (III) transferência da tinta do rolo de borracha para formação de filme de tinta no alto relevo da prancha de mogno; (IV) impressão do desenho em papel exercendo pressão com um rolo de borracha; e (V) retirada da gravura. Fotos: Ramon C. Pereira (I) e Paulo A. Z. Suarez (II, III, IV e V)

4. Conclusões

A polimerização de óleo residual de fritura foi facilmente realizada com o auxílio de acetato de níquel como catalisador. Foi observado que a polimerização é favorecida com uma agitação vigorosa e com a retirada de moléculas leves geradas durante a reação de polimerização, o que foi garantido com o uso de um fluxo de gás N_2 .

Os polímeros obtidos mostraram-se viáveis para serem usados como veículo para formulação de tintas de impressão. Foi observada uma excelente interação dessa matriz polimérica com a maioria dos pigmentos testados, levando a um produto com aparência homogênea, o que permitiu a obtenção de formulações com textura adequada, similar aos produtos disponíveis no mercado.

Assim, acredita-se que a preparação de tintas para impressão pode ser uma alternativa tecnológica interessante para se viabilizar economicamente a reciclagem de OGRs. De fato, a obtenção de um produto com alto valor agregado poderá tornar

sustentável toda uma cadeia produtiva que envolva a coleta e processamento de OGRs, gerando renda e diminuindo o impacto ambiental e econômico do manejo inadequado deste passivo ambiental.

Agradecimentos

Os autores agradecem às diferentes agências que financiam as pesquisas do Grupo de Pesquisas Rede de Estudos em Oleoquímica (CNPq, FINEP, FAPEAL, FAPDF), ao INCT-CATÁLISE e em especial à CAPES (PROCAD 2005, Projeto nº 0023051; e PROCAD NF 2009, Projeto nº 735/2010) que permitiram a mobilidade de alunos e professores das equipes. Os autores agradecem também ao CNPq e CAPES pelas bolsas de pesquisa concedidas aos pesquisadores e alunos de graduação e pós-graduação.

Referências Bibliográficas

- ¹ Sítio da Associação Brasileira das Indústrias de óleo Vegetal. Disponível em: <<http://www.abiove.org.br>>. Acessado em: 01 janeiro 2013.
- ² Sítio do Programa de Reciclagem de óleo de fritura da Sabesp. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/uploads/file/asabesp_doctos/programa_reciclagem_oleo_comp_letto.pdf>. Acessado em: 01 janeiro 2013.
- ³ Mello, V. M.; Suarez, P. A. Z. Em: *Universidade para o século XXI: educação e gestão ambiental na universidade de Brasília*; Catalão, V.; Layrargues, P.; Zaneti, I. Eds.; UnB: Brasília, 2011.
- ⁴ Mello, V. M.; Suarez, P. A. Z. *Rev. Virtual Quim.* **2012**, 4, 2. [[Link](#)]
- ⁵ Erhan, S. Z.; Bagby, M. O. *J. Am. Oil Chem. Soc.* **1991**, 68, 635. [[CrossRef](#)]
- ⁶ Erhan, S. Z.; Bagby, M. O. *Ind. Crops Prod.* **1995**, 3, 237. [[CrossRef](#)]
- ⁷ Derksen, J. T. P.; Cuperus, F. P.; Kolster, P. *Prog. Org. Coat.* **1996**, 27, 45. [[CrossRef](#)]
- ⁸ Panizzi, M. C. C.; Mandarino, J. M. G.; Suarez, P. A. Z.; Mello, V. M.; Oliveira, G. V.; Patente brasileira *INPI 012110000484* **2011**.
- ⁹ Mello, V. M.; Oliveira, G. V.; Suarez, P. A. Z. *J. Braz. Chem. Soc.* **2013**, No Prelo.
- ¹⁰ Martins, G. B. C.; Mello, V. M.; Suarez, P. A. Z. *Rev. Virtual Quim.* **2013**, 5, 16. [[Link](#)]
- ¹¹ Mello, V. M.; Oliveira, G. V.; Mandarino, J. M. G.; Panizzi, M. C. C.; Suarez, P. A. Z. *Ind. Crops Prod.* **2013**, 43, 56. [[CrossRef](#)]
- ¹² Carvalho, G. *Rev. Inst. Est. Bras.* **1995**, 39, 143. [[Link](#)]