



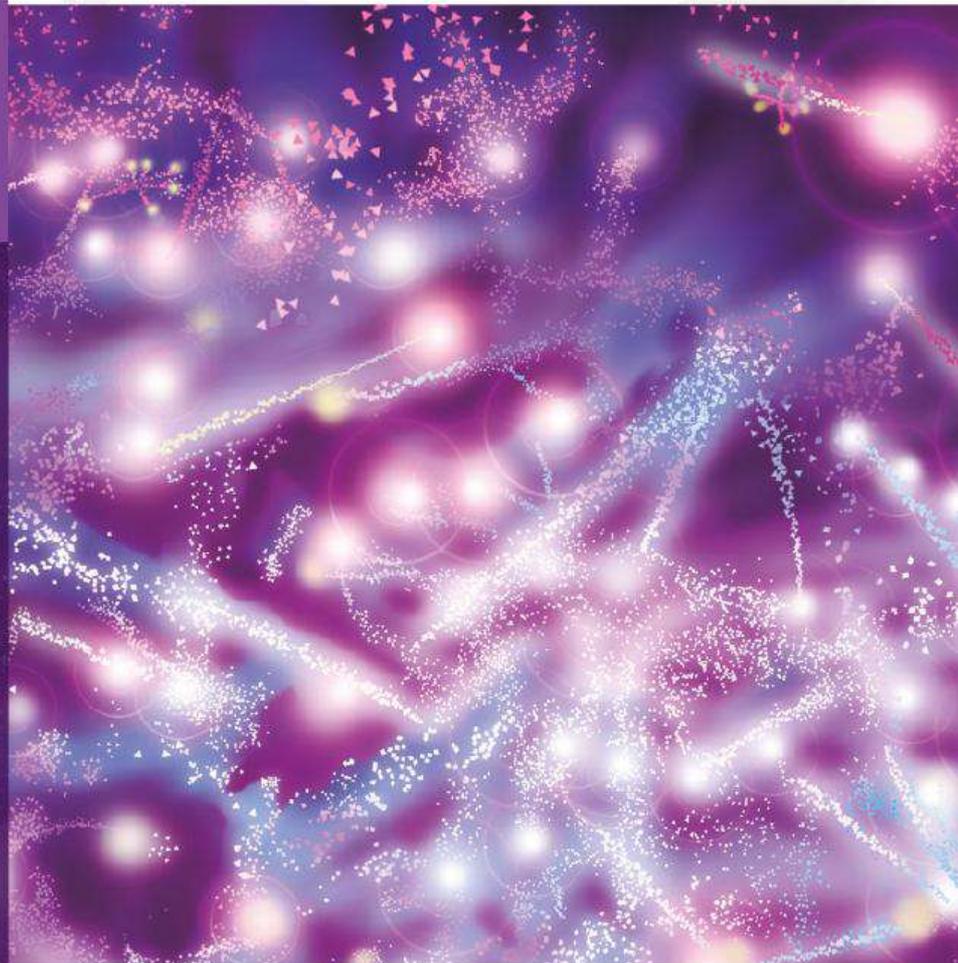
**scientia  
prima**

VOLUME 02

n<sup>o</sup>

**02**

SETEMBRO DE 2014



ISSN impresso: 2446-7804  
ISSN online: 2318-4299



**ABRIC**

Associação Brasileira  
de Incentivo à Ciência



Iniciaremos agora um breve percurso pela estrutura de um artigo científico, um texto que costuma ser utilizado especificamente por cientistas, na divulgação de seus estudos. É importante lembrarmos que, mesmo apresentando os mesmos elementos textuais, artigos científicos nem sempre possuem a mesma formatação. Isso significa que você poderá encontrá-los em variados formatos, ou seja, diferentes apresentações dos mesmos elementos textuais.

A seguir, percorreremos a estrutura proposta pelo Scientia Prima, para melhor compreendermos os textos do periódico.

**TÍTULO** É o primeiro contato que temos com o trabalho do qual trata o artigo. Ao tomarmos conhecimento do título, iniciamos a nossa compreensão do trabalho, ou seja, passamos a dar sentido ao texto. Por isso, é importante que o título seja de fácil entendimento e expresse com clareza o assunto do trabalho.

**AUTORES** Em seguida, conhecemos as pessoas que escreveram o texto e, portanto, são autoras das ideias que virão a seguir. Isso nos permite buscar mais informações a respeito do assunto do artigo, bem como de outros trabalhos produzidos por elas, capazes de complementar nosso entendimento do tema – antes ou depois da leitura do texto.

**RESUMO PALAVRAS-CHAVE** Logo após, a leitura do Resumo e das Palavras-Chave explica e, sobretudo, sintetiza não só o assunto do texto, mas também o percurso do trabalho, o modo como ele se desenvolveu, da sua concepção a sua conclusão. A partir de agora, já contamos com uma visão geral do estudo.

**ABSTRACT KEYWORDS** As versões em Inglês do Resumo e das Palavras-Chave, que aparecem em seguida, oferecem a possibilidade de buscarmos informações acerca do assunto em outra língua e, assim, diversificarmos nossas fontes de pesquisa.

**1. INTRODUÇÃO** Para que possamos iniciar a leitura mais aprofundada do trabalho, vamos à introdução, um pedacinho do artigo que, como o próprio nome diz, introduz o assunto com maior riqueza de detalhes. Aqui, geralmente, é mencionada a motivação da pesquisa e a relevância do trabalho.

**2. DESENVOLVIMENTO** Passamos, então, para desenvolvimento do trabalho realizado pelos autores, momento em que encontramos, detalhadamente, os conceitos trabalhados, a metodologia adotada e todo o processo de pesquisa descrito. Para melhor organizar e expor o processo aos seus leitores, os autores costumam dividi-lo em **subitens**, cada um destinado a uma etapa ou tópico específico do estudo que realizaram.

### 2.1 Subitens



#### Figuras

As figuras encontradas ao longo do artigo auxiliam nossa compreensão do texto ao ilustrarem os conceitos, métodos e processos mencionados pelos autores.



#### Tabelas

As tabelas, assim como as ilustrações, são inseridas ao longo do artigo com o objetivo de sistematizar dados, resultados e informações importantes para a nossa compreensão do trabalho. As tabelas, assim como as ilustrações, são inseridas ao longo do artigo com o objetivo de sistematizar dados, resultados e informações importantes para a nossa compreensão do trabalho.

**3. CONCLUSÃO** A chegada à conclusão nos aproxima do encerramento do artigo. Aqui, obtemos informações sobre os resultados e considerações finais dos autores acerca de todo o percurso de estudo percorrido.

**4. REFERÊNCIAS** O artigo se encerra com as referências adotadas pelos autores, ou seja, com a listagem de todos os trabalhos consultados, que compuseram a fundamentação científica do artigo que lemos. Muitas vezes, nós, leitores, recorreremos às referências para localizarmos um trabalho que foi mencionado no artigo e que gostaríamos de ler futuramente.

## PALAVRA DO EDITOR

A proposta do periódico Scientia Prima é apresentar à sociedade e à comunidade científica as descobertas realizadas por pesquisadores pré-universitários e referenciá-los como autores. Acreditamos na importância da valorização da pesquisa desenvolvida no ensino médio e técnico.

Ao longo de um ano, o periódico da ABRIC tem oportunizado a comunicação das produções científicas de talentos brasileiros. As pesquisas apresentadas na forma de artigos científicos têm impactado a sociedade incentivando iniciativas para o desenvolvimento da ciência e tecnologia no ensino pré-universitário.

Graças ao engajamento dos autores e do corpo editorial, o periódico, muito mais do que colecionar e organizar um conjunto de artigos, tem qualificado a documentação científica jovem e disseminado o conhecimento.

Boa leitura.

*William Lopes*  
Editor chefe

## EXPEDIENTE

### Associação Brasileira de Incentivo à Ciência

**Presidente:** Heitor Geraldo da Cruz Santos  
**Diretor Acadêmico:** William Lopes  
**Diretora de Ações Educativas:** Ana Cláudia Cassanti  
**Diretora de Projetos:** Ana Clara Cassanti  
**Diretor de Comunicação e Marketing:** Paolo Damas Pulcini  
**Diretor Financeiro:** Leonardo Turra

### Scientia Prima

ISSN Impresso: 2446-7804                      ISSN Online: 2318-4299

**Editor Chefe:** William Lopes  
**Gerente de Revisão Editorial:** Joana Paim da Luz  
**Gerente de Estratégia:** Pedro Machado de Godoy  
**Gerente de Produção Editorial:** Leonardo Reginato  
**Gerente Financeiro:** Carlos Henrique Leite da Silva

**Revisores Editoriais:** Carlos Henrique Leite da Silva e João Castro David Junior

**Comitê de Revisão Científica:** Ana Sofia Cardoso, Andrea Paula Santos, Claudius Jardel Soares, Dalton Luiz Rech Vidor, Danielle da Silva Trentin, Fabiana da Silva Felix, José de Souza, Karine Ringon Zimmer, Marina Scopel, Rinaldo dos Santos, Shirley Possidonio e Vivian Boldt Guazzelli.

**Supervisão Gráfica:** Paolo Damas Pulcini  
**Diagramação:** Na Mooca  
**Projeto Gráfico:** Na Mooca

**Realização:** Associação Brasileira de Incentivo à Ciência

**Apoio:** The Lang Center for Civic and Social Responsibility e Na Mooca





<b>4</b>	<b>Estudo das propriedades do biodiesel obtido a partir de diversas composições de matérias-primas</b> Bianca Simone Schneider, Ivens de Souza Lopes e Rosane Catarina dos Santos
<b>10</b>	<b>Avaliação das propriedades mecânicas dos tijolos ecológicos fabricados com resíduos cerâmicos</b> Fernanda Kelly Guedes de Souza e Sheyla Karolina Justino Marques
<b>15</b>	<b>Turismo e inclusão social: um estudo da acessibilidade nos meios de hospedagem em Balneário Camboriú</b> Amanda Fantatto de Melo, Priscila Gomes Welter e Sônia Regina de Souza Fernandes
<b>21</b>	<b>Desenvolvimento de um material de caráter apolar voltado para absorção seletiva</b> Gabriel Chiomento da Motta, Raíssa Müller e Schana Andréia da Silva
<b>27</b>	<b>C.O.D.: Cadeira ortostática dinâmica</b> Tales Valias de Paiva, Thiago Moreira de Carvalho Vieira, Walef Robert Ivo Carvalho e Ana Letícia Gomes Gonçalves
<b>33</b>	<b>Concentrados de plaquetas - Um estudo antimicrobiano</b> Amanda Maria Schmidt, Daniela Hoffmann Zibetti, Carla Kereski Ruschel e Leo Sekine
<b>39</b>	<b>A utilização da vermiculita na adsorção de hidrocarbonetos de ambientes aquáticos</b> Camila Andrade Uttler, Sérgio André Souza Mont'Alvere e João Batista de Castro David Junior
<b>44</b>	<b>Utilização da casca do abacaxi para o desenvolvimento de produtos de panificação</b> André de Lima Berzagui, Yasmin M. Ferrari Pereira, Mariane Alves Palacios, Tainara de Moraes Crizel, Simone Hickmann Flôres, Flávia Santos Twardowski Pinto



## ESTUDO DAS PROPRIEDADES DO BIODIESEL OBTIDO A PARTIR DE DIVERSAS COMPOSIÇÕES DE MATÉRIAS-PRIMAS

**Bianca Simone Schneider, Ivens de Souza Lopes e Rosane Catarina dos Santos**

Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha, Rua Inconfidentes nº 395, 93340-140, Novo Hamburgo -RS, Brasil.

**Resumo:** Este projeto teve por objetivo estudar as características de diversas formulações de biodiesel produzidas a partir de diferentes composições de óleo e/ou gorduras, além de determinar quais as composições de matérias-primas que, na reação de obtenção do biodiesel, geram produtos com características mais próximas aos parâmetros recomendados pela ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis). O biodiesel é uma alternativa de combustível e o Brasil apresenta abundância de matérias-primas, inclusive residuais. Diferentes proporções de matérias-primas usadas na produção de biodiesel podem interferir em seus parâmetros de qualidade, tais como aspecto, densidade, teor de água, índices de acidez, índice de iodo, entre outros, pois diferentes proporções de gordura animal e/ou óleo vegetal geram produtos com diferentes características físicas e químicas. Foram produzidas nove formulações distintas de biodiesel a partir de cinco matérias-primas: óleos de soja e óleo de girassol novos, mistura de óleos vegetais utilizados em frituras, sebo bovino e banha suína. Após o preparo das formulações de biodiesel, foram realizadas as seguintes análises: índice de acidez e de iodo pelo método de Wijs, cromatografia em camada delgada, cromatografia gasosa, aparência, densidade, viscosidade relativa e teor de água via Karl Fisher. De acordo com os resultados, a hipótese foi comprovada, a composição das matérias-primas influencia amplamente nas características do biodiesel produzido. As formulações com parâmetros mais próximos dos recomendados pela ANP foram: biodiesel de mistura de óleos vegetais utilizados em fritura e o biodiesel de mistura de óleos vegetais utilizados em fritura e banha suína.

**Palavras-chaves:** Biodiesel; Combustível; Óleo; Gordura.

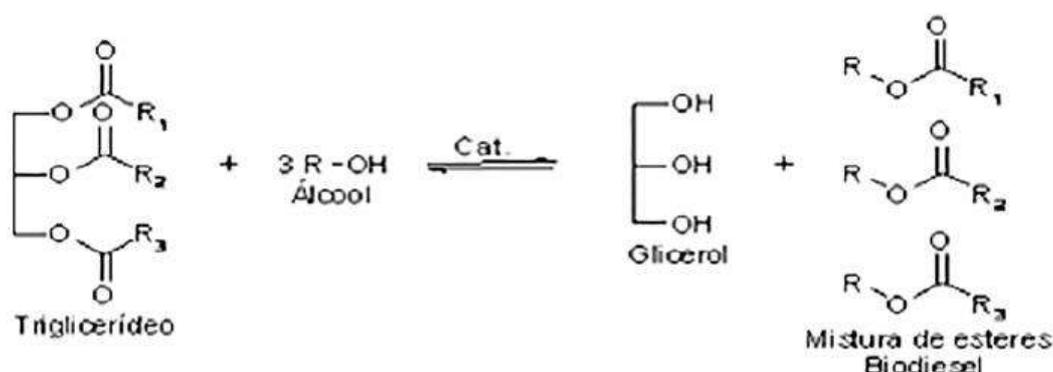
**Abstract:** This project aims to study the characteristics of different biodiesel formulations produced after different oils and/or fats compositions, and to determine the composition of raw materials that, in the obtaining reaction of biodiesel, can generate products with features that are close to the ANP (National Agency of Petroleum, Natural Gas and Biofuels) parameters. Biodiesel is an alternative fuel and our country has a great variety of raw materials, including residual raw materials. Can different proportions of raw materials used in the production of biodiesel interfere in its quality parameters, such as aspect, density, water content, acidity and iodine value? The hypothesis states that different proportions of animal fat and/or vegetable oil generate products with different physical and chemical characteristics. Nine different biodiesel formulations were produced with five raw materials, namely: new soybean oil, new sunflower oil, blend of vegetable oils used in cooking, bovine fat and swine fat. The analyses carried out in the formulations of biodiesel were: acidity, iodine value by the Wijs method, thin layer chromatography (TLC), gas chromatography (GC), appearance, density, relative viscosity and water content by the Karl Fisher method. After the results, the hypothesis was confirmed since the composition of raw materials greatly influences the characteristics of the biodiesel formulations. So far, the two formulations that presented parameters closer to the ones recommended by the ANP are the biodiesel made after a blend of vegetable oils, composed by oil used in cooking, and the biodiesel made after this blend was added to swine fat.

**Keywords:** Biodiesel; Fuel; Oil; Fat.

## 1 INTRODUÇÃO

O biodiesel é uma alternativa renovável de combustível e vem sendo utilizado cada vez mais em motores a diesel de veículos, substituindo os combustíveis fósseis. No Brasil, o biodiesel é adicionado ao óleo diesel comum numa proporção volumétrica de 5%. De acordo com a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, ANP, cada 5% de biodiesel misturado ao óleo diesel consumido no País representa uma economia de divisas de cerca de US\$ 350 milhões/ano. As matérias-primas para a fabricação do biodiesel são óleos e gorduras de origem animal ou vegetal. Um dos óleos utilizados nesse processo é o óleo de soja, novo ou usado em frituras. Uma das vantagens de se usar o óleo usado em frituras é a diminuição da poluição do solo e de água, pois geralmente estes resíduos não recebem um fim adequado. O sebo bovino e a gordura suína também podem ser utilizados na produção de biocombustíveis, pois são matérias-primas de baixo custo, de grande disponibilidade no mercado e não competem com a produção de alimentos. A qualidade do biodiesel é afetada pelas estruturas mole-

culares dos seus ésteres constituintes, pela presença de contaminantes oriundos da matéria-prima, do processo de produção ou formados durante a estocagem do biodiesel (LÔBO et al, 2009). Levando-se em conta a diversidade de matérias-primas que podem ser utilizadas na produção desse biocombustível, chegou-se ao problema: diferentes proporções de matérias-primas usadas na produção de biodiesel podem interferir em seus parâmetros de qualidade, tais como aspecto, densidade, teor de água, índices de acidez e de iodo, entre outros? A hipótese é a de que sim, as diferentes proporções de gordura animal e/ou óleo vegetal podem gerar, nesta reação, produtos com maior ou menor grau de pureza, interferindo, assim, em seus parâmetros de qualidade. O biodiesel é produzido por uma reação de transesterificação ou alcoólise, como também é conhecida, de um triglicerídeo com um monoálcool de cadeia curta, metanol ou etanol, os mais utilizados. A reação de transesterificação de óleos ou gorduras formará glicerol e uma mistura de ésteres de ácidos graxos, o biodiesel, conforme a figura 1.



**Figura 1:** Reação de obtenção do Biodiesel  
**Fonte:** SANTOS e PINTO (2009, p.58)

A razão molar estequiométrica de álcool e óleo na transesterificação é de 3:1, porém, um excesso de álcool é utilizado para deslocar o equilíbrio químico a fim de maximizar a produção de ésteres graxos (RAMOS et al, 2011). Os catalisadores mais utilizados nesta reação são os catalisadores homogêneos alcalinos. Os triglicerídeos de origem vegetal e animal são triésteres de glicerol e ácidos graxos. A partir de diversas análises químicas e físicas do biodiesel, podem-se obter informações quanto à escolha de matérias-primas mais adequadas, produção, estocagem, controle de emissões e eficiência do biocombustível. Entre os diversos parâmetros de controle de qualidade do biodiesel, podem-se citar: aspecto, densidade, viscosidade, água e sedimentos, ponto de fulgor, resíduos de carbono, enxofre total, ponto de entupimento de filtro a frio, estabilidade a oxidação, teor de metanol ou etanol, índices de iodo e de acidez entre outros (LÔBO et al, 2009).

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa teórica foi iniciada em abril de 2013 e a etapa experimental ocorreu durante os meses de junho a outubro de 2013 nos laboratórios do Curso Técnico de Química da Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha, salvo as análises do teor de umidade que foram executadas no Instituto de Química da PUCRS.

### 2.1 Matérias-primas

As matérias-primas utilizadas na pesquisa foram óleos de soja e de girassol novos, mistura de óleos vegetais usados em frituras, banha suína e sebo bovino. Para as análises de índice de acidez das matérias-primas, foram preparadas soluções de NaOH 0,01M e álcool-éter (2:1). As análises de índice de acidez das matérias-primas foram realizadas em duplicata.

## 2.2 Reação de transesterificação e purificação do biodiesel produzido

Os materiais utilizados na obtenção e purificação do biodiesel foram: agitador magnético com aquecimento, termômetro, provetas, balão de fundo chato ou erlenmeyer de 500mL, vidro de relógio, funil, papel de filtro, béqueres, funil de separação e coluna de vidro para cromatografia. As substâncias utilizadas na reação de transesterificação foram as matérias-primas e Metóxido de Potássio (KOH dissolvido em metanol). Para a reação de transesterificação foi preparada solução de Metóxido de Potássio: 1,5g de KOH foram dissolvidos em 35 mL de metanol com o auxílio de um agitador magnético e controle de temperatura (45°C). Essa quantidade de Metóxido de Potássio é utilizada para uma formulação que leva 100mL de óleos e/ou gorduras (GERIS et al, 2007). Em balões de fundo chato ou erlenmeyers de 500 mL foram adicionados 100 mL das misturas das matérias-primas dos quais foram preparadas as formulações de biodiesel. Em seguida, a solução de Metóxido de Potássio recentemente preparada, foi adicionada às misturas de óleos e/ou gorduras. As misturas reacionais permaneceram sob agitação por 30 minutos a 45°C (as misturas que continham gorduras animais foram aquecidas até 50°C)(GERIS et al, 2007). Para as reações de transesterificação, foram preparadas nove misturas com diferentes proporções de matérias-primas: Mistura 1: 100mL de sebo bovino; Mistura 2: 100mL de banha suína; Mistura 3: 100mL de mistura de óleos vegetais usados em frituras; Mistura 4: 50mL de mistura de óleos vegetais usados em frituras e 50mL sebo bovino; Mistura 5: 50mL de mistura de óleos vegetais usados em frituras e 50mL de banha suína; Mistura 6: 30mL de sebo bovino, 30mL de óleo de soja novo, e 40mL de mistura de óleos vegetais usados em frituras; Mistura 7: 25mL de sebo bovino, 25mL de banha suína, 25mL de óleo de soja novo e 25mL mistura de óleos vegetais usados em frituras; Mistura 8: 100mL de óleo de soja novo; Mistura 9: 100mL de óleo de girassol novo. As misturas reacionais foram transferidas para funis de separação, para permitir a decantação e separação das fases: superior, contendo biodiesel e inferior, composta de glicerol, sabões, excesso de base e álcool. Em seguida, foram executadas as lavagens para a purificação das formulações de biodiesel. Primeiro, foram lavadas com 50mL de solução aquosa de HCl a 0,5% (v/v), pois, como o catalisador é alcalino, o HCl neutraliza os possíveis resíduos do catalisador, deixou-se em repouso

e a fase inferior foi desprezada. A nova lavagem foi feita com 50mL de solução saturada de NaCl, pois ela aumenta a força iônica da fase aquosa. Novamente as misturas permaneceram em repouso e a fase inferior foi desprezada. A última lavagem foi feita com 50 mL de água deionizada. As misturas ficaram em repouso até a separação das fases e a fase inferior (aquosa) foi desprezada. Após as etapas de lavagem, mediu-se o pH da água de lavagem para verificar a eficiência da remoção de traços de alcalinidade. A cada formulação de biodiesel foi adicionada 0,5 g do secante  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , para remover a água do biodiesel. A seguir, cada amostra foi passada por uma coluna de Alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) a fim de reter compostos polares residuais.

## 2.3 Análises realizadas nas formulações de biodiesel

### 2.3.1 Índice de acidez

As soluções utilizadas para as análises de índice de acidez das formulações de biodiesel foram as mesmas utilizadas para as análises das matérias-primas. As análises de índice de acidez das formulações de biodiesel foram realizadas em duplicata.

### 2.3.2 Índice de iodo pelo método de Wijs

Para a análise de índice de iodo pelo método de Wijs, foi preparada solução de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0,05M, que foi posteriormente padronizada com a solução de padrão primário  $\text{KIO}_3$ . A solução de Wijs, de maior periculosidade, foi preparada por auxiliares de ensino. As análises de índice de iodo das formulações de biodiesel foram realizadas em simplicata.

### 2.3.3 Teor de água via Karl Fisher

A análise de teor de água via Karl Fisher foi realizada no Instituto de Química da PUCRS.

### 2.3.4 Testes de aparência

Para os testes de aparência, as formulações de biodiesel produzidas foram observadas após passagem pelas colunas de Alumina. As amostras foram colocadas em um tubo de ensaio e colocadas contra a luz, em que observou-se cuidadosamente a presença de impurezas e/ou água no fundo do recipiente e a turbidez.

## 2.4 Viscosidade Relativa

Para a determinação da viscosidade relativa do biodiesel se utilizou uma pipeta volumétrica na qual se traçou uma linha horizontal, com uma canetva marcadora, na parte superior. A pipeta foi presa na posição vertical em um suporte para buretas. O biodiesel foi introduzido com o auxílio de uma pera de sucção até o traço marcado. A

pera foi desconectada da pipeta e imediatamente se acionou um cronômetro. O cronômetro foi desligado quando todo o líquido escoou. O tempo foi anotado. Essa técnica foi realizada em triplicada com todas as formulações de biodiesel e com o óleo de soja novo. A viscosidade relativa é expressa como a razão entre os tempos médios de escoamento do óleo e do biodiesel (OLIVEIRA et al, 2013). O tempo de escoamento do óleo de soja novo foi de 13,35s.

### 2.5 Densidade

Para a realização desse teste, as amostras de biodiesel foram transferidas para uma proveta e a seguir mediu-se a temperatura. Logo após, utilizou-se um densímetro (0,700-1,000) para se medir a densidade a 20°C. Como não havia disponibilidade do densímetro adequado (0,850-0,900), fizemos uma adaptação da norma NBR 7148. Após medir a densidade e a temperatura, procedeu-se a sua correção para 20°C (Portaria ANP N° 248, DE 31.10.2000 - DOU 1º.11.2000).

### 2.6 Cromatografia de camada delgada (CCD) e cromatografia em papel

Foi preparado um eluente composto de 8mL de heptano, 2mL de éter etílico e 1gota de ácido acético glacial. Em seguida, uma placa de sílica gel foi marcada com lápis no ponto de aplicação das amostras e no ponto até onde o eluente deveria correr. A seguir, as amostras de biodiesel e de óleo de soja foram depositadas na placa com o auxílio de um capilar de vidro. A placa foi colocada no pote de vidro com tampa, onde já havia sido previamente colocado o eluente. Após a eluição, a placa secou em capela de exaustão e as manchas foram reveladas em uma câmara de iodo. O mesmo procedimento foi executado trocando a fase estacionária. Ao invés de usar a cromatoplaça, usou-se papel de filtro (cromatografia em papel).

### 2.7 Cromatografia gasosa

O objetivo desta análise foi verificar a presença de metanol residual no biodiesel. Foi utilizado um cromatógrafo a gás Shimadzu -GC4B e microsseringa Hamilton (10µL). As condições de análise foram: volume de amostra: 0,2µL, detector FID (ionização de chama, 280 °C, H2 30 mL/min e ar sintético 300mL/min), injetor Split (280 °C, taxa de divisão 1:100). Coluna 5%fenil-metilpolisiloxano, (30 metros/ 25mm/0,25µm), gás de arraste H2 (1mL/min) e gás make-up N2 (29mL/min). Programação de temperatura da coluna: 70°C, 2min; 15°C/min até 180°C - 2min; 20°C/min até 260 °C-15 min; 20°C/min até 290°C - 5 min. Antes da injeção, as amostras foram novamente tratadas com secante, Na2SO4, a fim de remover a umidade das mesmas. Estes experimentos foram executados pela professora Rosane

Catarina dos Santos (Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha).

### 2.8 Teste de solidificação

No teste de solidificação, as amostras de biodiesel purificadas e uma amostra de diesel B5 foram colocadas em uma geladeira, dentro de tubos de ensaio fechados. Após cada etapa, as amostras eram retiradas da geladeira para análise visual. O teste se deu em cinco etapas:

Etapas 1: As amostras permaneceram na geladeira durante 10 minutos a 7°C;

Etapas 2: As amostras permaneceram na geladeira durante 30 minutos a 7°C;

Etapas 3: As amostras permaneceram na geladeira durante 1 hora a 7°C;

Etapas 4: As amostras permaneceram na geladeira durante 2 horas a 6°C;

Etapas 5: As amostras permaneceram na geladeira durante 44 horas a 6°C.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises de índices de acidez das matérias-primas seguem na tabela 1.

**Tabela 1:** Índices de acidez das matérias-primas

Matéria-prima	I.A.
Mistura de óleos vegetais usados em frituras	1,39
Óleo de soja novo	0,37
Sebo bovino	0,58
Banha suína	0,43
Óleo de Girassol Novo	0,26

I.A. índice de acidez (mg KOH/g amostra)

Fonte: os autores, 2013.

Os resultados das análises de índice de acidez, índice de Iodo e teor de água das formulações de biodiesel produzidas seguem na tabela 2.

As formulações com a presença de óleos vegetais usados em frituras e óleo de soja novo apresentam valores maiores no Índice de Iodo do que as formulações de sebo bovino e banha suína, o que é válido, visto que os óleos vegetais apresentam maiores teores de ésteres de ácidos graxos insaturados do que as gorduras. No teor de

água, todas as misturas estão fora dos parâmetros. Uma das causas destes altos teores de água pode ter sido a grande umidade nos dias em que as formulações de biodiesel foram purificadas, bem como a presença de água nas matérias-primas residuais. Foi observado também o aspecto das formulações. O julgamento do aspecto foi: límpido e isento de impurezas; límpido e com impureza; turvo e isento de impurezas, ou turvo e com impurezas. Todas as amostras, ao final dos processos de purificação, estavam límpidas e isentas de impurezas. Os resultados do teste de solidificação seguem na tabela 3.

**Tabela 2:** Índices de acidez, índice de iodo e teor de água das formulações de biodiesel produzidas.

Biodiesel	IA	II	Teor de Água
Mistura 1	0,46	39,2	2825
Mistura 2	0,38	64,3	1411
Mistura 3	0,50	116,7	892
Mistura 4	0,97	88,5	2700
Mistura 5	0,22	94,4	1486
Mistura 6	0,74	100,4	1660
Mistura 7	0,43	84,6	2963
Mistura 8	0,59	125,5	988
Mistura 9	0,74	129,7	1307

Limites permitidos pela a ANP

IA=Índice de Acidez (0,5mg KOH/g amostra),

II=Índice de Iodo (120g I<sub>2</sub>/100g amostra), teor de água (500ppm)

Fonte: Os autores, 2013.

As misturas que apresentam sebo bovino em sua composição solidificaram a baixas temperaturas ou apresentaram indícios de solidificação. Ao contrário das misturas que continham banha suína, apenas a mistura 2 e a mistura 7 solidificaram (A mistura 7 também apresentava sebo bovino). Isso se deve aos ácidos graxos que compõem o sebo bovino e a banha suína. A banha contém maior teor de ácidos graxos insaturados do que o sebo bovino. Esses resultados confirmam que diversas proporções de óleos e gorduras devem ser testadas e analisadas para identificar em que medida essas matérias-primas podem contribuir para a qualidade do biodiesel, principalmente quando este estiver sujeito a grandes variações de temperatura. Os resultados da determinação da viscosidade relativa e da densidade a 20°C das formulações

seguem na tabela 4.

**Tabela 3:** Resultados do teste de solidificação

BODIESEL	Ti	T1	T2	T3	T4	T5
MISTURA 1	PS	PS	S	S	S	S
MISTURA 2	L	L	IS1	OS	S	S
MISTURA 3	L	L	L	L	L	L
MISTURA 4	L	L	L	PS	PS2	S
MISTURA 5	L	L	L	L	L	L
MISTURA 6	L	L	L	L	L	IS4
MISTURA 7	L	L	L	L	L	S
MISTURA 8	L	L	L	L	L	L
MISTURA 9	L	L	L	L	L	L
B5	L	L	L	L	L3	L3

Ti (ambiente)= 19°C, T1=7°C/15 minutos, T2=7°C/30 minutos,

T3=7°C/1 hora, T4= 6°C/2 horas, T5= 6°C/44 horas

PS=parcialmente sólida S=sólida L=líquida IS=indício de solidificação

1Cristais, 2Quase totalmente sólida, 3Aparentemente mais viscoso, 4Poucos pontos sólidos

Fonte: Os autores, 2013.

**Tabela 4:** Viscosidade relativa e densidade das formulações de biodiesel produzidas.

Biodiesel	Viscosidade relativa	Densidade a 20°C, kg/m <sup>3</sup>
Mistura 1	***	***
Mistura 2	4,06	862,4
Mistura 3	3,18	878,7
Mistura 4	3,49	878,7
Mistura 5	4,15	868,4
Mistura 6	3,33	***
Mistura 7	4,52	865,4
Mistura 8	4,54	868,4
Mistura 9	4,49	878,1

\*\*\*Teste não realizado por impossibilidade técnica

Fonte: Os autores, 2013.

Segundo os parâmetros de qualidade do biodiesel (instituídos pelas normas da ANP), o valor da viscosidade deve ficar entre 3,0 – 6,0 mm<sup>2</sup>/s e o valor da densidade a 20°C deve ficar entre 850 – 900kg/m<sup>3</sup>. Não se realizou os testes da viscosidade e densidade com o biodiesel de sebo bovino, pois ele solidificava a temperatura ambiente no dia em que foram realizados os demais testes. Foram realizadas as análises de cromatografia em todas as formulações de biodiesel produzidas. Em nenhuma das misturas foram detectados traços de metanol. Através da cromatografia em camada delgada e da cromatografia em papel, foi possível observar que as formulações de biodiesel produzidas não apresentaram quantidades apreciáveis de matérias-primas graxas residuais, demonstrando a pureza e o bom grau de conversão das matérias-primas.

## 5 CONCLUSÃO

Analisando os resultados preliminares obtidos até o momento, percebe-se que a composição das matérias-primas influencia amplamente nas características do biodiesel, principalmente no seu índice de iodo, um parâmetro muito importante, pois determina o número de insaturações presentes no biodiesel, apresentando efeitos nos valores de viscosidade, densidade, ponto de solidificação e na estabilidade oxidativa do biodiesel. Outro parâmetro utilizado na análise da qualidade do biodiesel é o índice de acidez que é muito importante para a sua estocagem, onde a alteração desses valores pode indicar a presença de água, bem como acelerar processos de corrosão dos materiais utilizados em seu transporte, transferência e estocagem. Outras características que são influenciadas são a viscosidade e a densidade. A viscosidade é importante, pois ela é responsável pela lubrificidade, o que influencia amplamente em seu uso em motores, porque reduz o desgaste das partes móveis do motor e a sua eficiência na queima é maior. A densidade está ligada diretamente a estrutura molecular das moléculas do biodiesel e a presença de impurezas. As formulações de biodiesel que apresentam características mais próximas dos parâmetros recomendados pela ANP até o momento são: mistura 3 (mistura de óleos vegetais utilizados em fritura) e mistura 5 (mistura de óleos vegetais utilizados em fritura e banha suína). Após a conclusão dos testes ainda em andamento, será possível analisar, de forma mais abrangente, a qualidade das formulações desenvolvidas, investigar métodos de purificação mais eficientes, bem como testar alternativas de formulações que aliem o maior aproveitamento de óleos e gorduras residuais sem comprometer a qualidade do biocombustível. Para continuação do projeto, além de formular outras misturas com maior concentração de óleos e gorduras residuais, investigaremos procedimentos para aperfeiçoar a purificação

dessas matérias-primas e do biodiesel, bem como buscar parcerias para execução de outras análises fundamentais para avaliar e garantir a qualidade dos biocombustíveis sintetizados. Fazer diluições do biodiesel produzido em diesel e analisar se essas misturas estão nos parâmetros da ANP.

## REFERÊNCIAS

- Agência Nacional do Petróleo, Gás natural e Biocombustíveis, Portaria ANP N° 248, DE 31.10.2000 - DOU 1º.11.2000. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/>> acessado em 17/09/2013.
- GERIS, Regina; SANTOS, Nádia Alessandra Carmo dos; AMARAL, Bruno Andrade; MAIA, Isabelle de Souza; CASTRO, Vinícius Dourado; CARVALHO, José Roque Mota Carvalho. **Biodiesel de Soja – Reação de Transesterificação Para Aulas Práticas de Química Orgânica**. Química Nova, Vol. 30, n° 5, 1369-1373, 2007.
- LÔBO, Ivon Pinheiro; FERREIRA, Sérgio Luís Costa. **Biodiesel: Parâmetros de Qualidade e Métodos Analíticos**. Química Nova, Vol. 32, n° 6, 1596-1608, 2009.
- MOTHÉ, Cheila G.; CORREIA, Denise Z.; CASTRO, Bruno C. S. de; CAITANO, Moises. **Otimização da produção de biodiesel a partir de óleo de mamona**. Revista Analytica, n° 19, 40-44, Outubro-Novembro 2005.
- OLIVEIRA, Diogo M.; ONGARATTO, Diogo P.; FONTOURA, Luiz Antônio M.; NAIUK, Fabrício F.; SANTOS, Vinícius O. B.; KUNZ, Jéssica D.; MARQUES, Marcelo V.. **Obtenção de biodiesel por transesterificação em dois estágios e sua caracterização por cromatografia gasosa: óleos e gorduras em laboratório de Química Orgânica**. Química Nova, Vol.36, n° 5, SI-S6, 2013.
- OLIVEIRA, Flavia C. C.; SUAREZ, Paulo A. Z.; SANTOS, Wildson L. P. dos. **Biodiesel: Possibilidades e Desafios**. Química Nova na Escola, No 28, 3-6, Maio 2008.
- QUADROS, Daiane P. C. de; CHAVES, Eduardo S.; SILVA, Jesse S. A. Silva; TEIXEIRA, Leonardo S. G.; CURTIUS, Adilson J.; PEREIRA, Pedro A. P.. **Contaminantes em Biodiesel e Controle de Qualidade**. Rev. Virtual Química, Vol3, n° 5, 376-384, Novembro 2011.
- RAMOS, Luiz P.; SILVA, Fabiano R. da; MANGRICH, Antonio S.; CORDEIROA, Claudiney S. **Tecnologias de Produção de Biodiesel**. Rev. Virtual Química, Vol. 3, n° 5, 385-405, Novembro 2011.



## AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DOS TIJOLOS ECOLÓGICOS FABRICADOS COM RESÍDUOS CERÂMICOS

**Fernanda Kelly Guedes de Souza e Sheyla Karolina Justino Marques**

Instituto Federal de Alagoas, Campus Palmeira dos Índios (IFAL PIn) – Palmeira dos Índios, Alagoas, Brasil.

**Resumo:** Atualmente no Brasil existem cerca de 33 milhões de pessoas sem moradia. Muitas das habitações existentes não oferecem condições salubres à vida. Mesmo diante desse dado, sabe-se que a construção civil é um setor crescente, que consome muita matéria-prima, que gera resíduo e poluição. Visando minimizar esses impactos sociais e ambientais, este estudo teve por finalidade formular um material muito utilizado por essa indústria, o tijolo, de modo que este não gerasse poluição gasosa e pudesse reaproveitar o entulho formado por essa indústria. Tijolos feitos com solo-cimento são chamados de ecológicos por não precisarem ser queimados. Ao introduzir resíduo de construção e demolição (RCD), foi possível confeccionar um material durável e que deu um novo destino a um material antes sem utilização. Para confirmação da sua resistência e durabilidade, realizou-se o estudo das características e propriedades tecnológicas de tijolos solo-cimento formulados a partir de misturas binárias e ternárias de cimento Portland, solo e água, com e sem adição de RCD. Para a determinação da mistura ótima, estudou-se a inclusão de teores de resíduos diferenciados (10%; 15%; 20%; e 25%). Foram realizados ensaios com sete e quatorze dias (período de cura), onde foram confeccionados dezoito corpos-de-prova para cada formulação. A avaliação dos tijolos confeccionados foi feita a partir de ensaios de compressão simples, perda de massa por imersão e absorção de água.

**Palavras-chaves:** Resíduo Cerâmico; Solo; Moradia.

**Abstract:** Today in Brazil there are about 33 million homeless people. Many houses do not provide healthy conditions for life. Despite this evidence, it is known that the construction industry is a growing sector, which consumes a lot of raw material generating waste and pollution. To minimize these social and environmental impacts, this study aimed to formulate a material widely used by the industry, the brick, so it did not gas generate pollution and the debris generated by this industry could be reused. Bricks made with soil-cement are called ecological because they do not need to be burned. By introducing the construction and demolition waste (CDW), it was possible to create a durable material, and reuse materials that were previously considered waste. To confirm the strength and durability of the material, we carried out a study of the characteristics and technological properties of soil-cement bricks made from binary and ternary mixtures of Portland cement, soil and water, with and without adding CDW. In order to determine the optimal mixture, we studied the inclusion of different residues (10%, 15 %, 20 % and 25%). Assays were performed at seven and fourteen days (cure period), creating eighteen bodies of the test piece for each formulation. The evaluation of the bricks was made from simple compression tests, weight loss and absorption by immersion in water.

**Keywords:** Ceramic residue; Soil; House.

## 1 INTRODUÇÃO

A lei nº 11.124, de 16 junho de 2005, em seu artigo 2º, diz que é de obrigação do Estado, por meio do Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social – SNHIS, viabilizar para a população de menor renda o acesso à terra urbanizada e à habitação digna e sustentável. Porém, é constatado que 1 bilhão de pessoas, de um total de 2,9 bilhões que vivem em áreas urbanas, não possuem moradias de qualidade ou sequer têm casa. No País, são 33,9 milhões de pessoas sem casa. Só nas áreas urbanas, são 24 milhões que não possuem habitação adequada ou não têm onde morar.

A falta de posses da população não permite a aquisição de moradias, principalmente num momento crescente da especulação imobiliária.

A execução de unidades habitacionais consiste numa importante área de atuação da engenharia civil. Todo empreendimento dessa indústria traz grandes impactos, sejam ambientais, sociais ou econômicos.

Algumas medidas podem ser tomadas de forma a evitar ou minimizar os impactos gerados por construções. Pode-se utilizar novos materiais ou simplesmente organizar o canteiro de obras para que os resíduos da construção sejam menores, sejam reutilizados e não tragam um grande impacto para o meio ambiente.

Na construção de casas populares, o uso de tijolos de solo-cimento, também conhecidos como tijolos ecológicos, é bastante difundido pela vantagem da sua rápida fabricação, podendo ser no próprio canteiro de obras; pelo fato da mão-de-obra, para operar os equipamentos, não precisar ser especializada, por garantir resistência e durabilidade, além de propiciar um excelente custo-benefício.

O cimento é um aglomerante, que ao misturar-se com o solo forma uma pasta, que ao endurecer tornar-se de boa resistência à compressão, bom índice de impermeabilidade, baixo índice de retração volumétrica e boa durabilidade.

Para prover as necessidades no mundo contemporâneo, é imprescindível um aumento de produção, o que contribui para uma maior quantidade de resíduo, que nem sempre tem um destino ecologicamente adequado. O reaproveitamento dos resíduos cerâmicos é bastante oportuno, do ponto de vista ambiental, por se tratar um material que, ao ser descartado de forma inadequada na natureza, provoca grandes impactos ao meio ambiente. Estima-se que a cada três anos um hectare é poluído por eles. Portanto, a recuperação e a reciclagem de resíduos têm um grande valor não só econômico, como também ecológico.

Desse modo, a fabricação de um tijolo, que use resíduo da construção civil em sua formulação, é muito bom para a sociedade, mas, para que este novo produto seja aceito no mercado, é necessário conhecer muito bem o

seu comportamento físico, químico e seu potencial de utilização. Para isso, este estudo foi realizado.

## 2 METODOLOGIA

O trabalho é de natureza experimental, os tijolos e os testes, que foram realizados neste estudo, aconteceram no Laboratório de Solos e Infra Estrutura – LSI, localizado no Instituto Federal de Alagoas – IFAL, Campus Palmeira dos Índios.

### 2.1 Coleta do solo

O solo foi coletado no IFAL, localizado na Micro-Região de Palmeira dos Índios, sendo limites Estrela de Alagoas (12 km), Igaci (15 km), Belém (22 km), Mar Vermelho (64 km), Paulo Jacinto (40 km), Quebrangulo (23 Km) e Bom Conselho, PE (42 Km) e encaminhados para o LSI, uma vez que o solo deste lugar atendeu às especificações do projeto.

### 2.2 Análise do solo

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, através da NBR (Norma Brasileira) 10832 e a NBR 10833, estabelece critérios para seleção de solos a serem utilizados na fabricação de tijolos maciços de solo-cimento. Para verificar se o solo atenderia as necessidades da pesquisa, foram realizados os seguintes testes com ele:

- (a) Determinação da massa específica dos grãos de solo (NBR 6508);
- (b) Análise granulométrica de solos (NBR 7181);
- (d) Determinação do limite de liquidez (NBR 6459);
- (e) Determinação do limite de plasticidade (NBR 7180).

### 2.3 Peneiramento do solo e moagem do resíduo

Uma amostra de solo pode ser analisada, granulometricamente, por secagem e peneiramento ou, então, submetendo-a a um ensaio de sedimentação. A análise granulométrica é realizada em laboratório de solos e é dividida em três etapas:

- a) Peneiramento grosso – análise granulométrica da fração grossa da amostra de solo grãos > 2,0 mm;
- b) Peneiramento fino- análise granulométrica da fração média da amostra de solo grãos > 0,074 mm e < 2,0 mm;
- c) Sedimentação – análise granulométrica da fração fina da mostra de solo – grãos < 0,074 mm.

## 2.4 Misturam e Homogeneização

Para a fabricação de tijolos de solo-cimento-resíduo, usou-se uma mistura constituída de solo, cimento e resíduo cerâmico.

Antes de misturar todos os componentes, o resíduo e o solo passaram pela peneira de 200 mm para desfazer de pequenos torrões presentes. Em seguida, adicionou-se aos poucos o cimento, solo, resíduo cerâmico (nas formulações adequadas), sendo realizada uma rigorosa homogeneização manual até adquirir uma coloração uniforme. Após essa etapa, foi gradualmente inserida água potável, até a mistura adquirir um aspecto de farofa.

## 2.5 Moldagem e Cura

Porções da farofa, aproximadamente 2 quilos para cada tijolo, foram colocadas em uma prensa manual com

capacidade de fabricação de um tijolo por vez, e em seguida a massa foi prensada. Os elementos fabricados foram estocados em uma área para cura e mantidos úmidos por um determinado tempo nunca inferior a sete dias.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para cada formulação, foram confeccionados 18 corpos de prova, sendo que 50% permaneceram em cura por sete dias e os demais por quatorze dias.

### 3.1 Análise granulométrica

Os ensaios permitiram constatar que o solo utilizado é adequado para fabricação de tijolos solo-cimento. Na Figura 1 tem-se a curva granulométrica do solo utilizado nas formulações e revela que o material é bem graduado, ou seja, possui vários tamanhos de grãos (partículas).

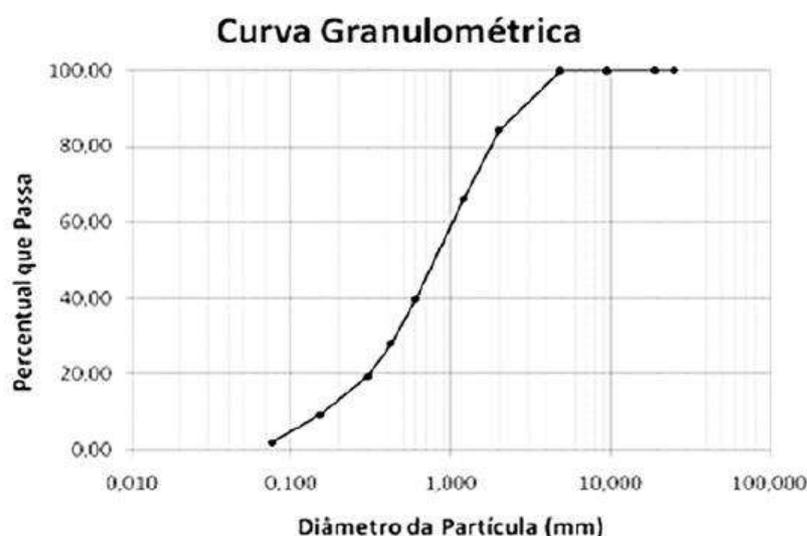


Figura 1: Curva Granulométrica

### 3.2 Limite de liquidez e limite de plasticidade

Ter liquidez e plasticidade adequada também é uma característica importante para que solo possa ser utilizado na fabricação de tijolos ecológicos. A Tabela 1 apresenta o resultado dos limites de liquidez e plasticidade, para o solo utilizado. Pelo resultado do índice de plasticidade, ficou comprovado que o solo é próprio para utilização na fabricação de tijolo solo-cimento, não havendo necessidade de correção no solo para obtenção de melhores resultados.

Tabela 1: Limite de Liquidez e Limite de Plasticidade.

Ensaio	%
Limite de liquidez	22,50%
Limite de plasticidade	15,60%
Índice de plasticidade	6,90%

### 3.3 Resistência dos Corpos de Prova (RM)

Seguindo a NBR 8492, onde é prescrito o método como devem ser ensaiados os tijolos maciços, estes foram submetidos a esse ensaio após sete e quatorze dias de cura. A máquina utilizada para este ensaio foi à prensa hidráulica, conforme na figura 2.



**Figura 2:** Ensaio de Resistência a Compressão.

Quanto à resistência à compressão simples, todos os tijolos atenderam aos requisitos da NBR adequada. Esta norma estabelece como mínimo o valor médio de 2,0 MPa e nenhum valor inferior a 1,7 MPa aos 7 dias de idade.

### 3.4 Absorção de Água

O ensaio foi realizado de acordo com a NBR 8492, onde os tijolos são secos em estufa e pesados. Em seguida, são imersos por 24 horas em água (Figura 3), de onde são retirados para nova pesagem e cálculo dos respectivos valores de absorção:

$$A = [(M2 - M1) / M1] \times 100$$

Sendo:

- M1= massa do tijolo seco em estufa;
- M2= massa do tijolo saturado;
- A= absorção de água, em porcentagem



**Figura 3:** Corpos-de-prova submersos para absorção de água.

Verificou-se que os traços de todas as formulações atenderam a norma brasileira, que prescreve absorção máxima de 20%. Nota-se que quanto mais resíduo cerâmico maior será a absorção de água.

### 3.5 Perda de Massa por Imersão (PMI)

Foram seguidas as diretrizes do ME 26 – IPT/BNH-. Neste teste os tijolos, após seu tempo de cura, foram colocados na estufa, depois em um recipiente com uma cápsula, que teve a função de evitar que o corpo-de-prova tivesse um contato direto com a vasilha. A água foi adicionada aos poucos para evitar que a força da água interferisse no ensaio, devendo estar no mínimo 1 centímetro acima do tijolo. O tijolo permaneceu submerso por 24 horas. Após esse período, coletamos a porcentagem retirada do tijolo e, através de uma peneira de 0,075 mm, descobrimos a massa desprendida. Esta equação permitiu saber qual foi a perda de massa:

$$Pi = [(Md \times 100) / Mo] \times 100$$

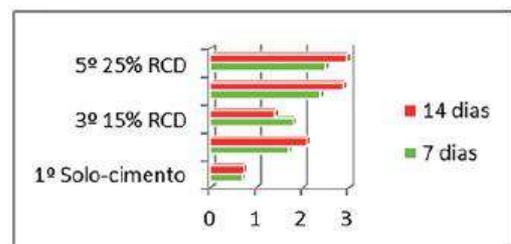
Sendo:

- Md= massa desprendida do corpo-de-prova;
- Mo= massa do corpo-de-prova após estufa;
- Pi= perda de massa por imersão, em porcentagem.



**Figura 4:** Corpos-de-prova submersos para perda de massa.

Conforme mostrado na tabela, os tijolos apresentaram uma perda de massa dentro dos padrões especificados na norma, que atribui uma perda de massa para o tijolo de solo-cimento até 5%. Foi observado que os tijolos moldados com o teor máximo de resíduo obtiveram uma maior perda de massa.



**Gráfico 1:** Ensaio de Perda de Massa por Imersão.

## 4 CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que o emprego do resíduo da construção civil para formulação de tijolos é eficiente, sendo uma alternativa tecnicamente viável, prática e ecologicamente correta, uma vez que contribui para a redução do volume de materiais descartados na natureza, reduz a exploração dos recursos naturais. E com a dispensa da queima na fabricação dos tijolos, evita o desmatamento e a emissão de gases tóxicos ao meio ambiente, economiza na fundação,

não necessita de preparação na alvenaria para fixar azulejos, reboco e pintura.

A incorporação do resíduo cerâmico possibilita condições técnicas favoráveis para se produzir tijolos solo-cimento com boa qualidade e custo inferior, tendo todos os ensaios atendidos às normas, sendo a formulação com 10% de resíduo cerâmico demonstrado melhores resultados.

Uma vez comprovada a sua eficiência, é possível oferecer ao mercado consumidor um produto mais barato que o tijolo cerâmico, pelo fato de que o tijolo composto de solo cimento já ser mais barato e quando adicionado ao resíduo torna-se ainda mais barato e evita que mais matéria prima seja extraída.

Em um país com um déficit tão grande de habitação, a construção de casas populares ficará mais acessível quando se produz um material de qualidade e de baixo custo.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 8492: Tijolo maciço de solo-cimento – Determinação da resistência à compressão e da absorção d'água.** Método de ensaio. Rio de Janeiro, RJ, 1984. 5p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 6508: Grãos de solos que passam na peneira de 4,8 mm – Determinação da massa específica.** Método de ensaio. São Paulo, 1984. 8p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 7180: Solo - Determinação do limite de plasticidade.** Método de ensaio. São Paulo, 1984. 3p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 7181: Solo – NEVES, Célia M.M. Análise granulométrica.** Método de ensaio. São Paulo, 1984. 15p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 7215: Cimento Portland – Determinação da resistência à compressão.** Rio de Janeiro, RJ, 1996. 8p.  
ANGULO, S. C. et al.

**BRASIL. Lei n.º 11.124/2005, de 17 de junho de 2005.** Dispõe sobre o sistema Nacional de Habitação de Interesse Social – SNHIS, Cria o fundo nacional de Habitação de interesse social – FNHIS e institui o conselho gestor do FNHIS. D.O.U. DE 17/06/2005, P.1

MARQUES. S.K.J- **Estudo da incorporação de cascalho proveniente da perfuração de poços de petróleo em formulações para tijolos de solo-cimento,** dezembro de 2010-Natal-RN.



## TURISMO E INCLUSÃO SOCIAL: UM ESTUDO DA ACESSIBILIDADE NOS MEIOS DE HOSPEDAGEM EM BALNEÁRIO CAMBORIÚ

**Amanda Fantatto de Melo, Priscila Gomes Welter e Sônia Regina de Souza Fernandes**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense, Campus Camboriú, Rua Joaquim Garcia, s/nº, 88340-000, Camboriú – SC, Brasil.

**Resumo:** A acessibilidade é um fator fundamental para as pessoas com deficiência e com mobilidade reduzida na prática do turismo. Deste modo, surge a necessidade de verificar até que ponto os meios de hospedagem, elemento essencial do turismo, estão preparados para recebê-los. Com esse intuito, foram realizadas visitas aos meios de hospedagem da cidade de Balneário Camboriú, onde as condições de acessibilidade foram registradas por meio de fotografias e identificadas através de uma lista de verificação, de um questionário e de observações criteriosas com base na norma da ABNT NBR 9050/2004 e na lei 11.126 de 2005. O material e as informações obtidas foram então analisados quantitativamente e qualitativamente, por meio da criação de gráficos, tabelas e comparação com a legislação e as normas em vigência. Ainda se fez uma tabela comparativa entre 2006 e 2013, observando se houve modificações e melhorias no que diz respeito ao tema. Como resultado, constataram-se as dificuldades que o turista enfrentaria devido ao despreparo dos meios de hospedagem em receber as pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida. Verificou-se também que a acessibilidade, por representar um papel tão importante na inclusão social, ainda está despercebida, embora tenha ganhado mais atenção nos últimos anos. A presente pesquisa de caráter exploratório teve como período de estudo junho de 2012 a junho de 2013. Durante esse período, contou com financiamento de bolsa de iniciação científica do Campus Camboriú, aprovada no Edital nº 037/GDG/IFC-CAM/2012.

**Palavras-chaves:** Acessibilidade; lazer; turismo; Meios de hospedagem.

**Abstract:** Accessibility is a key factor for people with disabilities and reduced mobility in tourism practice. Thus, it brings up the need to verify whether the lodging facilities, an essential element of tourism, are prepared to receive them. With this purpose, visits were made to the lodging facilities of the city of Balneário Camboriú, where the accessibility conditions were recorded through photographs and identified by means of a checklist, a questionnaire and insightful observations based on the rules of ABNT NBR 9050/2004 and the law 11.126 of 2005. The material and information obtained were then analyzed quantitative and qualitatively by the creation of graphs, charts and by a comparison with the laws and regulations in effect. It was also made a comparative table between 2006 and 2013, observing if there were changes and improvements related to the topic. As a result, we noticed the difficulties that tourists would face due to the lack of preparation on lodging facilities to receive people with disabilities or reduced mobility. It was also checked that accessibility, as it represents such an important role in social inclusion, is still unnoticed, although it has gained more attention in recent years. This exploratory research had as a studying period from June 2012 to June 2013. During this period it was received a scientific initiation scholarship from Campus Camboriú which was approved in the approval notice nº 037/GDG/IFC-CAM/2012.

**Keywords:** Accessibility; Leisure; Tourism; Lodging facilities.

## 1 INTRODUÇÃO

Acessibilidade é a tentativa de estabelecer uma série de conceitos arquitetônicos capazes de adequar os ambientes às necessidades de indivíduos com características físicas diferentes daquelas estabelecidas para o chamado “homem padrão”.

É direito de todo cidadão o acesso aos bens materiais e culturais da humanidade. Tais direitos estão previstos em vários documentos nacionais e internacionais, dentre eles a Declaração Universal de Direitos Humanos e a Constituição Federativa do Brasil de 1988. Por meio desses documentos, é também previsto o direito ao lazer, e, sendo o turismo um dos meios mais procurados para a sua prática, é necessário que os seus espaços estejam acessíveis, independentemente da habilidade ou condição física e sensorial apresentada.

Deste modo, surge a necessidade de discutir as razões que tornam difícil o que deveria ser fácil; restrito, o que deveria ser universal, e analisar até que ponto estamos prontos para proporcionar a interação e o direito ao acesso aos diferentes espaços, isto é a inclusão social.

Assim, a presente pesquisa desenvolveu um estudo de caráter exploratório visando verificar as condições de acessibilidade que os meios de hospedagem, elemento fundamental do turismo, de Balneário Camboriú/SC oferecem, bem como averiguar se os mesmos atendem as normatizações legais em torno do tema.

Com esse intuito, aplicamos entrevistas (abertas e fechadas), uma lista de verificação (com base na norma ABNT NBR 9050 de 2004 e na lei 11.126 de 2005, referentes à acessibilidade arquitetônica e à aceitação de cão-guia nos estabelecimentos respectivamente) e fotografias para melhor compreensão e visualização dos resultados.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente projeto de pesquisa teve início no mês de junho de 2012 e término em junho de 2013. Neste projeto, o tipo de pesquisa adotado foi de caráter exploratório, que segundo Gil (1999, p. 43) visa proporcionar uma visão geral de um determinado fato, do tipo aproximativo. Para tanto, com o intuito de verificar a acessibilidade física, baseado nas normas da ABNT NBR 9050/2004, elaboramos um check-list, que continha o número da norma, sua descrição em forma de pergunta e três opções de respostas: sim, não e não existe. Nele, ainda foi reservado espaço para anotações de medidas e outras observações pertinentes. Também preparamos um questionário com nove questões, duas abertas e sete fechadas, sendo duas delas específicas sobre a aceitação de cães-guias com base na lei nº 11.126 de 2005. Os informantes e entrevistados foram: proprietários, gerentes (geral e da recepção), recep-

cionistas e assistentes de reservas.

A verificação das condições de acessibilidade e sua compreensão através dos resultados exigiram ainda que utilizássemos outros instrumentos. Os mais importantes foram: régua, trena, régua de nível e máquina fotográfica.

O material e as informações obtidas, a partir de março de 2013, foram então comparados às leis e às normas vigentes, chegando-se assim aos resultados. No sentido de verificar as mudanças e melhorias ocorridas entre 2006 (pesquisa semelhante realizada por FLORES et. al) e 2013, fez-se uma tabela comparativa, onde se pode observar os resultados em comum encontrados entre as duas pesquisas.

Segundo informação da Secretaria de Turismo de Balneário Camboriú obtida em 2013, existe um total de 113 meios de hospedagem locais. Deles 13%, ou seja, 15 meios de hospedagem, sendo 4 pousadas e 11 hotéis, que foram selecionados por meio de amostra aleatória para colaborar com a pesquisa.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Depois de visitarmos 15 meios de hospedagem na cidade de Balneário Camboriú/SC, chegamos aos resultados que seguem abaixo, cujos itens abordados referem-se à norma da ABNT NBR 9050/2004 e à lei 11.126 de 2005.

### 3.1 Unidades Habitacionais adaptadas

A Unidade Habitacional (UH) é o grande motivo da estadia do hóspede e, por isso, deve garantir conforto aos seus hóspedes. No entanto, para usufruir de tal conforto, pessoas com deficiência necessitam que seja possibilitado seu uso pleno, autônomo e seguro. Por isso, devem existir UH's especiais: as UH's adaptadas.

Em relação ao número de UH's adaptadas, o item 8.3.1.1 da ABNT NBR 9050 de 2004 diz que “Pelo menos 5%, com, no mínimo, um do total de dormitórios com sanitário devem ser acessíveis”.

Analisando essa condição, chegamos ao seguinte resultado: dos 15 meios de hospedagem investigados 6 (40%) possuíam UH adaptada, os outros 9 (60%) não possuíam nenhuma UH adaptada. Além disso, dos 6 meios de hospedagem que possuíam UH's adaptadas, nenhum correspondia à porcentagem de 5% indicada.

Contudo, proporcionar acessibilidade não se resume apenas em oferecer UH's adaptadas. É imprescindível que se respeitem as normas e que outras áreas sociais também estejam adequadas às exigências. Do contrário, um meio de hospedagem que declara estar pronto para receber pessoas com deficiência apenas por possuir alguma UH que, segundo seu entendimento, é adaptada, tal estabelecimento poderá ocasionar uma enorme de-

cepção ao hóspede, tornando sua viagem comprometida e desagradável. Visto isso, vamos abordar nos próximos tópicos, as principais áreas de um meio de hospedagem, as exigências normativas em torno destas, bem como as especificações de uma UH adaptada.

### 3.2 Entrada e Recepção

A entrada e a recepção de um meio de hospedagem requerem bastante atenção, porque é o local da primeira impressão do hóspede e se não estiverem adaptadas tornam-se também o local dos seus primeiros desafios.

A primeira barreira arquitetônica que se pode encontrar é o desnível na entrada do meio de hospedagem. O item 6.1.4, da ABNT NBR 9050 de 2004, diz que desníveis devem ser evitados. No entanto, se existirem e forem superiores a 5 mm, devem ser tratados em forma de rampa e ter a inclinação adequada para que o cadeirante tenha a autonomia de usá-la.

Nesse estudo, percebemos que apenas 4 dos 15 meios de hospedagem não possuíam desnível na entrada; 9 estabelecimentos possuíam desníveis, cuja média resultante foi de aproximadamente 0,13m, e envolviam até mesmo meios de hospedagem com UH's adaptadas. Os outros 2 meios de hospedagem com desnível possuíam rampas, porém encontravam-se com inclinação de 30,4% e 10,5%, quando deveriam estar com inclinação máxima de 8,33% prevista em norma.

Uma segunda estrutura observada foram as portas de entrada, que devem ter vão livre mínimo de 0,80m e a mesma medida para pelo menos uma das folhas da porta, no caso de terem duas ou mais folhas (item 6.9.2.1 da ABNT NBR 9050 de 2004). Observou-se que esta estrutura, em geral, não é um problema, pois na maioria dos meios de hospedagem pesquisados as portas tinham 0,80m ou mais. Porém, em 2 deles o vão livre da porta era menor que o indicado: 0,77m e 0,70m.

O balcão da recepção é outra estrutura muito importante pelo qual se prestam diversos serviços de hospedagem e, por isso, deve estar adaptado para atender as necessidades especiais. Segundo o item 9.5 da ABNT NBR 9050 de 2004, uma parte do balcão deve ter altura de no máximo 0,90m e ter, no mínimo, extensão de 0,90m, altura livre, inferior de 0,73 e profundidade livre de 0,30m. Além disso, deve ser garantido um módulo de referência de 0,80m X 1,20m para a aproximação frontal e estar localizado em rota acessível.

Deste modo, dos 15 meios de hospedagem investigados apenas 4 possuíam uma parte do balcão de recepção rebaixado com até 0,90m. Desses, 4 meios de hospedagem com balcão rebaixado, apenas 2 contemplavam todos os requisitos.

### 3.3 Elevadores e acesso à Unidade Habitacional

Elevadores são importantes equipamentos utilizados para vencer degraus e escadas fixas (item 6.6 da ABNT NBR 9050 de 2004). O item 6.9.2.1 da ABNT NBR 9050 de 2004 diz que portas de elevadores “devem ter vão livre mínimo de 0,80m” e o item 6.8.2.4 da ABNT NBR 9050 de 2004 determina que tenha sinalização tátil nos elevadores.

Com base nesses itens, obtivemos os seguintes resultados: dos 12 meios de hospedagem com escadas para o acesso às UH's, 11 possuíam elevadores. Os outros 3 meios de hospedagem, na horizontal, possuíam acesso deficiente às UH's, incluindo aqueles com UH adaptada. Em um dos meios de hospedagem, o acesso à UH adaptada incluía vários desníveis, nem todos com presença de rampa, além de superfícies irregulares e íngremes. Nele, a entrada da área comum, que dá acesso à UH, continha desnível de 0,07m dificultando o acesso.

No caso dos elevadores, um primeiro ponto verificado foi o vão livre, onde concluímos que dos 11 meios de hospedagem com elevadores, 10 possuíam vão livre de 0,80m ou mais, apenas 1 possuía vão livre menor que o indicado e, nesse mesmo hotel, havia alguns degraus para chegar ao elevador, sem rampa adicionada.

Outro requisito observado foi a presença de Braille nos elevadores, onde verificamos que dos 11 meios de hospedagem que contavam com elevadores, apenas 5 contavam com Braille, um tipo de sinalização tátil muito importante para pessoas com deficiência visual. Outro elemento positivo observado foi a presença de barras de apoio presente em alguns elevadores.

### 3.4 Unidade Habitacional adaptada

Como já mencionamos apenas 40% dos meios de hospedagem visitados possuíam UH's adaptadas, o que não significa que elas estivessem realmente adaptadas às necessidades especiais, já que, para isso, é preciso que sejam respeitadas as normas em questão. Do contrário, encontraríamos uma situação de “pseudo-acessibilidade”, que decepcionaria muito o hóspede, negando, assim, o seu acesso. Exemplificando a situação, podemos dizer que ter uma barra de apoio não significa estar adaptado e tê-la fora das normas pode torná-la inútil. Assim, os resultados apresentados no item 3.4 referem-se apenas aos 6 meios de hospedagem que possuíam UH adaptada.

#### 3.4.1 Circulação interna da Unidade Habitacional

A circulação interna da UH é um fator importantíssimo para que um quarto seja considerado adaptado. Isso porque o espaço disponibilizado para a circulação dentro da UH pode garantir ou comprometer sua utilização, que deve se dar de forma plena, segura e sem obstáculos. Para que isso seja possível, é necessário atender ao item 8.3.1.2 da ABNT NBR 9050 de 2004. O item sugere que

em dormitórios, haja uma faixa livre mínima de circulação de 0,90m. Esta faixa, conforme o item 7.4.2 da ABNT NBR 9050 de 2004, não deve ser interferida pela projeção da abertura da porta dos armários. Deve haver, ainda, pelo menos, uma área com diâmetro de, no mínimo, 1,50m.

O que se pode observar é que, dos 6 meios de hospedagem, apenas 2 possuíam área de circulação mínima de 0,90m e área com diâmetro de 1,50m. Um meio de hospedagem possuía a circulação mínima de 0,90m, mas sem o diâmetro adequado. Os outros 3 não possuíam nenhum desses quesitos, situação esta bastante comprometida, pois obstruem a circulação de uma cadeira de rodas.

### 3.4.2 Banheiro

Os banheiros devem obedecer a uma configuração toda especial em quartos adaptados. Sua análise está dividida nos tópicos a seguir, pois são vários os aspectos, que, se respeitados em conjunto, garantirão a acessibilidade plena.

#### 3.4.2.1 Boxe para bacia sanitária acessível

Quanto à dimensão do boxe para bacia sanitária, o item 7.3.3.1 da ABNT NBR 9050 de 2004 propõe que atenda a dimensão mínima de 1,50m X 1,70m. Esse quesito estava contemplado por 50% dos boxes. Outros 50% não atendiam as indicações, mesmo aqueles que poderiam satisfazer às dimensões propostas nos casos de reforma.

#### 3.4.2.2 Barras de apoio junto à bacia sanitária

Conforme o item 7.3.1.2 da ABNT NBR 9050 de 2004, junto à bacia sanitária, na lateral e no fundo, deve haver barras horizontais. A estrutura foi observada em 100% dos banheiros, mas apenas em 4, a configuração correspondia às normas. Em desacordo a elas estava um banheiro com duas barras na lateral e outro com uma barra em frente à bacia sanitária.

Outra característica importante das barras de apoio é o diâmetro, que deve estar entre 3,0cm e 4,5cm (item 7.2.4 da ABNT NBR 9050 de 2004), diâmetro este, respeitado em apenas 4 banheiros.

Uma 4ª característica das barras de apoio é o comprimento e a altura, que devem ser de 0,80m (o mínimo) e 0,75m respectivamente (item 7.3.1.2).

Com a pesquisa, observamos que apenas 2 banheiros possuíam barras de apoio junto à bacia sanitária, com comprimento mínimo de 0,80m, os 4 restantes tinham comprimento inferior a este e nenhuma das barras de apoio possuíam altura de 0,75m. Portanto, nenhuma das barras de apoio estava totalmente de acordo às normas.

#### 3.4.2.3 Boxes para chuveiro e ducha

Segundo o item 7.3.4.2 da ABNT NBR 9050 de 2004,

os boxes para chuveiro e ducha devem oferecer dimensões mínimas de 0,90m X 0,95m. Ao serem medidos, pode-se verificar que todos os boxes possuíam dimensões maiores que a mínima indicada, um bom fator para acessibilidade.

#### 3.4.2.4 Banco para banho

Segundo o item 7.3.4.2 da ABNT NBR 9050 de 2004, os boxes para chuveiro e ducha devem oferecer banco articulado ou removível. Observou-se que apenas 1 banheiro dispunha do banco, mas o mesmo não era fixo na parede, não oferecendo, assim, a estabilidade e segurança exigida pela norma.

#### 3.4.2.5 Barras de apoio no boxe para chuveiro e ducha

Segundo o item 7.3.4.4, os boxes devem ser providos de barras de apoio, estrutura presente em 100% de todos os boxes.

Mas o que se constatou foi que nenhum banheiro obedecia à configuração proposta pela norma. Quanto à altura, nenhuma delas estava correta. Quanto ao comprimento, em apenas 2 boxes para chuveiro o comprimento das barras de apoio estava adequado à norma.

### 3.5 Áreas sociais

Além do restaurante e dos corredores que dão acesso às UH's, o hóspede circula por muitas outras áreas e, por isso, devem estar todas niveladas ou com rampas de inclinação adequada, e livre de obstáculos que impeçam a circulação mínima apropriada. Também é importante que haja banheiros sociais adaptados, estrutura contemplada em apenas 3 dos 15 meios de hospedagem analisados. Conforme mencionado nos tópicos anteriores, muitos meios de hospedagem possuem áreas sociais insatisfatórias quanto à acessibilidade.

### 3.6 Entrevista

Além de analisar as instalações e estruturas físicas dos meios de hospedagem, também fizemos uma entrevista com os funcionários, dando preferência aos gestores, com perguntas abertas e fechadas.

#### 3.6.1 Entrevista sobre o cão-guia

##### 3.6.1.1 O meio de hospedagem permite a entrada de cão-guia?

Nessa pergunta obtivemos os seguintes resultados: 67% permitem a entrada de cão-guia e 33% não permitem, por mais que a lei torne obrigatória a aceitação do cão-guia.

##### 3.6.1.2 O Sr. conhece a lei que garante a aceitação do cão-guia, mediante a apresentação da carteirinha, dentro de espaços como os estabelecimentos de hospedagem (Lei

11.126 de 27 de junho de 2005)?

Dos entrevistados, obtivemos o seguinte resultado: 53% conhecem a lei e 33% não conhecem a lei que diz respeito à entrada dos cães-guias nos estabelecimentos. O principal fato apontado nessa pergunta é que nem todos tinham ciência de que é direito da pessoa com deficiência visual, usuária de cão-guia, entrar e permanecer em meios de hospedagem com o cão. Essa falta de conhecimento é preocupante, já que o desconhecimento do direito muitas vezes acarreta no seu descumprimento e, mais uma vez, na ausência do direito ao acesso.

### 3.6.2 Entrevista sobre questões de acessibilidade em geral

#### 3.6.2.1 Como você avalia as instalações desse meio de hospedagem em relação às pessoas com deficiência?

Percebemos que a maioria dos meios de hospedagem (10) avaliaram suas instalações como “Bom”, mesmo com o grau de acessibilidade muito divergente entre os que assinalaram a opção. Observamos, também, que mesmo os mais adaptados marcaram a opção “Bom”, enquanto outro hotel, com acessibilidade bastante inferior, marcou a opção “Excelente”.

#### 3.6.2.2 Quais são (ou quais foram) as dificuldades para que o meio de hospedagem se torne (ou tenha se tornado) acessível?

As dificuldades apresentadas foram: construção antiga, falta de conhecimento sobre as questões de acessibilidade, falta de ocorrência, falta de recursos, alto custo e baixa demanda, burocracia ou complicações decorrentes das modificações na estrutura, falta de vontade, falta de mão-de-obra ou profissionais especializados e alguns ainda disseram não haver nenhuma dificuldade.

Aqui percebemos a visão dos hoteleiros quanto à questão da acessibilidade. Sobre a primeira dificuldade apresentada, a própria norma oferece algumas exceções para casos de reformas. A falta de recursos também não é justificável, pois muitas das adaptações são simples e baratas, além disso, não devemos pensar que são gastos a mais, mas que são investimentos e uma conduta de cidadania. A falta de ocorrência citada pode ser a consequência da falta de acessibilidade.

Talvez uma dificuldade justificável para a falta de acessibilidade seja a falta de conhecimento. Isso fica bem claro a partir do momento em que tentam se adaptar, mas fazem de modo incorreto. Tal falta de conhecimento também pode implicar na dificuldade citada, como falta de mão-de-obra ou profissionais especializados, visto que os próprios responsáveis pelo estabelecimento podem conduzir as adaptações pelas normas da ABNT disponíveis gratuitamente.

### 3.9 Comparação com estudo feito em 2006 e 2013

Comparando uma pesquisa realizada por alunos na UNIVALI (FLORES et. al, 2006), também sobre a acessibilidade nos meios de hospedagem em Balneário Camboriú/SC e a presente pesquisa, chegamos ao seguinte resultado: o número de UH's adaptadas passou de 0% em 2006 para 40% em 2013, uma significativa melhora que também reflete nas melhorias de outras estruturas nos meios de hospedagem.

## 4 CONCLUSÃO

Na visita dos onze hotéis e das quatro pousadas, nos colocamos no lugar das pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida e, analisando o que enfrentariam chegamos, a seguinte conclusão: a situação é preocupante. A experiência dessas visitas compartilhadas nesses pequenos resultados mostram apenas um pouco das dificuldades que o turista enfrentaria devido ao despreparo, não só desses estabelecimentos, mas de outras estruturas físicas em geral. São estruturas que, por terem sido construídas com medidas baseadas em apenas uma parcela da população, se tornam deficientes e que, agora, têm o dever de consertar.

O que observamos é que a acessibilidade, por representar um papel tão importante na inclusão social, ainda está bastante despercebida, embora tenha ganhado mais atenção nos últimos anos. Mas o problema é que mesmo os hoteleiros, que se prontificam em adaptar suas unidades habitacionais, não têm ideia do que é realmente estar adaptado e da amplitude que isso envolve, como nos apontam os dados dessa pesquisa.

Outro problema diz respeito à falta de conhecimento de uma lei que garante a aceitação do cão-guia em meios de hospedagem. É importante observar que o primeiro passo, que é conceder às pessoas com deficiência visual o cão-guia, já está em andamento por meio do Centro de Treinamento para Cães-guia (Programa do Instituto Federal Catarinense/ Campus Camboriú) criado em 2013. Mas isso pouco resolve se ele não for aceito nos estabelecimentos. Então é imprescindível garantir que os cães-guias tenham acesso a todos os espaços, garantia que, hoje, não seria plena.

Portanto, o que percebemos é que a falta de informação, de conhecimento e de incentivo talvez sejam as principais causas da falta de acessibilidade. Mas durante as nossas visitas, notamos que isso não significou falta de interesse, pois ao informarmos a norma e a lei que estavam sendo utilizadas para a análise da acessibilidade, alguns se mostraram bastante interessados, inclusive fazendo perguntas que foram esclarecidas por nós.

Mas, a adaptação das estruturas arquitetônicas é ainda apenas uma pequena parte do que ainda falta para

incluir as pessoas com deficiência e lhes oportunizar os mesmos direitos e oportunidades das pessoas que não possuem dificuldade de mobilidade. Enquanto isso não ocorre, a discriminação continua acontecendo sem mesmo percebemos. Pode ser um simples desnível na calçada ou mesmo um hotel sem um quarto adaptado, as duas são formas de discriminação, mesmo que de amplitudes, para nós, tão diferentes. Em outras palavras, a não garantia do acesso, como Direito Social e Humano, especialmente das pessoas com necessidades específicas.

## REFERÊNCIAS

ABNT NBR 9050: **Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. 2004. p.97. Disponível em: <<http://www.mpdft.gov.br/sicorde/NBR9050-31052004.pdf>>. Acesso em: 01 maio 2012.

BRASIL. **LEI Nº 11.126, DE 27 DE JUNHO DE 2005**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2005/Lei/L11126.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/Lei/L11126.htm)>. Acesso em: 22 abr. 2012.

**CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL DE 1988**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constitui%C3%A7ao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constitui%C3%A7ao.htm)>. Acesso em: 22 abr. 2012.

**DECLARAÇÃO Universal dos Direitos Humanos**: Versão na Íntegra. [1948]. Disponível em: <<http://www.dhnet.org.br/direitos/deconu/textos/integra.htm>>. Acesso em: 22 abr. 2012.

FLORES E SILVA, Yolanda; GONÇALVES, Patrícia Spindola. **A Estrutura Hoteleira de Balneário Camboriú para Turistas Portadores de Necessidades Especiais**. In: Revista Turismo - Visão e Ação - vol.8 - n.1 p.9-29 jan./abr. 2006.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.



## DESENVOLVIMENTO DE UM MATERIAL DE CARÁTER APOLAR VOLTADO PARA ABSORÇÃO SELETIVA

**Gabriel Chiomento da Motta, Raíssa Müller e Schana Andréia da Silva**

Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha, Rua Inconfidentes n° 395, 93340-140, Novo Hamburgo -RS, Brasil.

**Resumo:** No presente trabalho estudou-se o desenvolvimento de uma membrana porosa e com alta capacidade de absorção de líquidos apolares como uma alternativa sustentável e economicamente viável às atuais formas de contenção dos derramamentos de petróleo, gasolina e óleos. Tal membrana desenvolvida com material poroso, criptomelano, foi obtida a partir de  $MnSO_4 \cdot H_2O$ ,  $HNO_3$  e  $KMnO_4$ , em uma reação sob refluxo por 24h. Com o objetivo de aumentar a porosidade do material, provocou-se a troca iônica dos íons potássio do criptomelano por amônio, seguida de uma decomposição do cátion em forno mufla a  $600^\circ C$ , temperatura na qual amônio decompõe-se em nitrogênio, aumentando a porosidade. Por fim, efetuou-se o revestimento da membrana com vapores de silicone, em temperatura de  $234^\circ C$  a fim de que fragmentos da cadeia de silicone fossem depositados sobre a película, tornando-a hidrofóbica. Através de difração de raio-X, foi possível determinar os parâmetros de rede do material obtido, que foram compatíveis com os valores indicados na literatura para o criptomelano. Em análise de microscopia eletrônica de varredura (MEV) observamos a organização lamelar do material. A membrana desenvolvida apresentou capacidade de absorção de 8 a 15 vezes seu próprio volume, ainda podendo ser utilizada com recobrimento de tecido não tecido (TNT) para facilitar a utilização. A membrana não só representa um método de retirada e reutilização dos óleos em derramamentos como também uma resposta mais eficiente à proteção do bioma marinho e terrestre, sendo uma alternativa para substituição dos métodos atualmente aplicados.

**Palavras-chaves:** Membrana; Seletividade; Absorção; Petróleo; Óleo.

**Abstract:** In this work we have studied the development of a porous membrane highly absorbent to nonpolar liquids as a sustainable and economically viable option to petroleum, gasoline and oil spills containment. This membrane was developed with a porous material, the cryptomelane, and it was obtained from  $MnSO_4 \cdot H_2O$ ,  $HNO_3$  and  $KMnO_4$  solution, that was refluxed for 24 hours. To increase the porosity, the membrane was left in contact with  $NH_4Cl$  solution to enable ionic exchange of potassium ions with ammonium and subsequently brought to the muffle furnace at  $600^\circ C$ , temperature that decomposes into ammonium nitrogen, increasing the porosity of the film. Furthermore, the membrane was coated with silicon vapor, at a temperature of  $234^\circ C$  so that the silicone chain fragments could be deposited onto the film, making it hydrophobic. Through X-ray diffraction analysis it was possible to determine the lattice parameters of the material obtained, which were consistent with the values given in the literature for cryptomelane. We also observed the lamellar organization of the material using scattering electron microscopy (SEM) analysis. The membrane developed had absorption capacity of 8 to 15 times its own volume and can also be used with a non-woven tissue covering in order to ease its use. The membrane produced not only represent a method of reusing the oils spilled as well as a more efficient protection of the marine and terrestrial biomes, being an alternative to replace the existing methods.

**Keywords:** Membrane; Selectivity; Absorption; Petroleum; Oil.

## 1 INTRODUÇÃO

Os acidentes envolvendo derramamento de petróleo nos oceanos, apesar de toda tecnologia da indústria petrolífera, ainda são constantes. Todavia, a quantidade anual de óleo introduzida nos mares e oceanos é de difícil estimativa, seja pela incapacidade dos sistemas fiscalizadores, seja pela falta generalizada de dados devido à omissão dos poluidores. Segundo pesquisa realizada pelo ITOPF (International Tanker Owners Pollution Federation Limited), de 1970 a 2012 foram registrados 1350 vazamentos, totalizando cerca 6,75 bilhões de litros de petróleo derramado nos mares e oceanos. Dados referentes somente a derramamentos de médio porte, entre 7 e 700 toneladas. Quando o petróleo é lançado aos oceanos, afeta a base da cadeia alimentar dos ecossistemas aquáticos, prejudicando desde a absorção de nutrientes dos fitoplânctons e os seguintes níveis tróficos, até o envenenamento de espécies devido ao acúmulo de substâncias tóxicas, lesões nas mucosas do sistema respiratório e hipotermia em aves.

As técnicas atualmente aplicadas para contenção dos vazamentos de petróleo são bastante trabalhosas, pois procura-se por um método eficaz, que não cause mais danos ao meio ambiente e ainda seja economicamente viável. Os principais métodos utilizados atualmente são as barreiras mecânicas, os dispersantes químicos, a queima in situ e o uso de materiais absorventes, como a palha de milho. A desvantagem da palha de milho como absorvente é o grande volume que ocupa e sua baixa capacidade de absorção.

A fim de solucionar este problema, propõe-se a produção de uma membrana de absorção seletiva (MASE) porosa e extremamente hidrofóbica, à base de criptomelano (K<sub>1,5</sub>-2Mn<sub>8</sub>O<sub>16</sub>), que possibilite a retirada de líquidos apolares de ambientes marítimos e represente uma forma de remediação para vazamentos de óleos em geral. Membranas podem ser definidas como barreiras permeáveis e seletivas, que restringem o movimento de massa entre duas fases. A alta absorção da membrana desenvolvida se deve ao fenômeno de capilaridade por sua porosidade em escala nanométrica e micrométrica, enquanto que sua hidrofobicidade se deve ao revestimento com óleo de silicone.

Estabelecendo como meta a preservação dos recursos naturais e o conceito de sustentabilidade inserido nos processos de desenvolvimento tecnológico, o trabalho apresenta uma alternativa eficiente para preservação dos ecossistemas aquáticos e terrestres, além de economicamente viável. Assim atingindo aspectos econômicos, sociais e ambientais.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Todos os materiais usados foram fornecidos pela Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha. A seguir são descritos os passos para obtenção da membrana de absorção seletiva e os testes realizados com a mesma.

### 2.1 Obtenção da membrana de criptomelano

Utilizando a técnica sol-gel, produziu-se criptomelano a partir de uma reação em solução aquosa a 50°C com sulfato de manganês monohidratado, sulfato potássio e persulfato de potássio em uma concentração de, respectivamente, 1:1:2 mol seguido de um tratamento térmico a 250°C, em um molde de Teflon, a fim de evaporar a água e favorecer a formação do composto criptomelano. Posteriormente, o sólido obtido foi suspenso e os compostos solúveis foram separados por filtração. O precipitado foi misturado com água deionizada, depositado em um molde de Teflon e colocado em uma estufa a 80°C para a evaporação lenta da água e o favorecimento da formação de um filme.

O outro método utilizado consistiu na produção de criptomelano a partir do refluxo de uma mistura de sulfato de manganês monohidratado, água deionizada, ácido nítrico concentrado, permanganato de potássio em uma relação molar de 1,6:1,3:1 e água deionizada (GAO, NORBY, 2013). Após a mistura de ambas, a solução final foi submetida a um processo de refluxo durante 24h, a fim de possibilitar a formação do composto criptomelano. A solução foi filtrada, lavada e aquecida a 80°C para uma evaporação lenta.

### 2.2 Formação dos nanoporos e microporos

Após a formação dos filmes de criptomelano a partir dos métodos citados, esses foram colocados em contato com soluções contendo cloreto de amônio em excesso. Os sólidos foram deixados em contato com as respectivas soluções, a fim de modificar a estrutura da membrana através da troca de íons potássio por íons amônio. Para a determinação do tempo ideal de exposição à solução de NH<sub>4</sub>Cl, diferentes fragmentos da membrana foram deixados em contato com a solução por períodos de 4h, 6h e 20h.

Uma vez que ocorresse a troca iônica completa, garantida pelo excesso de íons amônio, o filme foi colocado em um forno mufla, à temperatura de 600°C, com intuito de promover a oxidação dos íons amônio e subsequente liberação do gás nitrogênio. A remoção do cátion permite a abertura dos poros, promovendo um aumento considerável na porosidade da superfície da película. O tempo de exposição à mufla foi testado em 2h e 4h.

Ainda, foi testado um segundo método para troca iônica. Em outro erlenmeyer foi realizada a mistura de solu-

ção de cloreto de amônio em excesso com o criptomelano em fase líquida. Após um período de agitação por 12h, a solução foi levada a uma estufa em baixa temperatura (80oC) a fim de possibilitar a formação do filme de criptomelano e então, levada ao forno mufla.

### 2.3 Revestimento com silicone

A membrana produzida foi revestida com vapores de óleo de silicone a fim de torná-la hidrofóbica, durante períodos de 30 e 60 minutos. Esta técnica tem o objetivo de revestir toda a superfície da película, incluindo seus poros. O processo consistiu no aquecimento do óleo até a temperatura de 234oC, na qual ocorre a clivagem heterolítica das ligações Si-O, formando vapores constituídos por pequenos fragmentos da cadeia original. SOARES (1997) alega que a ocorrência desse tipo de cisão mostra que os poli (siloxano)s, em condições de temperatura elevada, tem a propriedade de reação com superfícies inorgânicas.

### 2.4 Testes de absorção

Foi testada a capacidade de absorção da membrana revestida de silicone utilizando três líquidos apolares: petróleo, gasolina e óleo de cozinha. Para a avaliação da polaridade da membrana, a mesma ainda foi testada com água, sendo o líquido polar. A massa do filme foi pesada antes e após a aplicação dos líquidos, visando identificar a capacidade de absorção do filme em peso, através da quantificação da massa de líquido absorvido em relação ao peso inicial da película.

Os testes de absorção também foram realizados recobrando a membrana com TNT (tecido de não tecido), pois o mesmo tem a capacidade de permitir a passagem de líquidos apolares e repelir a água, além de apresentar baixo custo. O uso de TNT é uma alternativa de sustentação da membrana, caso a mesma se quebre durante a utilização. O sistema foi colocado em contato com 3 misturas: água + óleo vegetal; água + petróleo; água + gasolina.

### 2.5 Estabilidade térmica e reciclabilidade

Para testar a capacidade de reutilização da membrana, se realizou dois testes diferentes. O primeiro deles foi o teste de estabilidade térmica, que consistiu em aquecer a membrana em forno mufla em diferentes temperaturas e avaliação da variação da massa. O segundo teste consistiu em colocar a membrana em contato com o líquido apolar, determinação da massa absorvida, extração do líquido por extração Soxhlet e reutilização em nova porção de líquido apolar. A absorção nesta segunda utilização foi comparada com a primeira.

### 2.6 Testes de caracterização da estrutura

Para a análise de difração de raio X a amostra foi ma-

cerada em uma placa de vidro a fim de que o feixe de radiação pudesse transpô-la de maneira adequada. A radiação utilizada foi CuK $\alpha$  ( $\lambda$  1,54060 Å), gerada a 40 kV, com corrente de 17,50mA. A varredura de medição foi feita entre 5 e 120° com incremento de 0,05°.

O MEV (microscópio eletrônico de varredura) permitiu a análise da estrutura da membrana, sendo que essa foi feita em um MEV Zeiss, modelo EVO MA15, e a amostra utilizada foi fixada em um stub com auxílio de fita dupla face condutiva, e recebeu uma deposição de ouro para aumento da condutividade e melhoria da qualidade de imagem.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Obtenção do filme de criptomelano

A partir das diferentes técnicas de obtenção do filme de criptomelano, foi possível identificar o método de refluxo como o mais adequado, proporcionando a formação de uma película visualmente uniforme e resistente. O método sol-gel promoveu a formação de um filme, porém de superfície irregular e quebradiço.

A membrana obtida por refluxo com revestimento de silicone indicou melhores resultados em comparação ao filme sem revestimento, apresentando seletividade considerando os testes de absorção conforme a polaridade dos líquidos.

Quando aplicado o líquido de caráter polar sobre a superfície da membrana, tanto como película uniforme quanto em forma de sólido macerado, a gota de água foi repelida, apresentando um elevado ângulo de contato, enquanto os líquidos apolares foram absorvidos pela membrana, mostrando o caráter hidrofóbico e absorvente do criptomelano revestido com silicone. Como o ângulo de contato representa uma medida qualitativa do processo de molhabilidade, quanto mais próximo de zero for o valor do ângulo, mais o líquido molha determinada superfície (CETEC, 2013).

Determinou-se o volume de material absorvido pelo criptomelano obtido pelo método de refluxo e submetidos a diferentes períodos de contato com solução de cloreto de amônio, diferentes tempos em forno mufla a 600oC e a diferentes durações de revestimento de silicone. Não houve significativa variação das taxas de absorção da membrana conforme as alterações realizadas durante as etapas, apenas foi verificado que os maiores tempos de exposição a elevadas temperaturas provocaram uma diminuição das propriedades mecânicas da membrana, que se tornou mais quebradiça.

Foram analisados os resultados obtidos a partir do segundo método testado para troca iônica, realizado com a mistura das soluções de NH<sub>4</sub>Cl e criptomelano em fase

líquida. Sendo a solução de cloreto de amônio adicionada à suspensão de criptomelano após a lavagem e filtração do precipitado. Os resultados obtidos para este ensaio são apresentados na tabela.

**Tabela 1:** Análise da absorção da membrana (Método nº 2)

LÍQUIDO / ABSORÇÃO	TESTE 1	TESTE 2	TESTE 3
ÓLEO VEGETAL	14,26	15,46	12,95
PETRÓLEO	11,67	13,28	8,36
GASOLINA	9,81	9,91	10,74

Fonte: Os autores, 2013.

Os resultados indicam que a membrana apresentou capacidade de absorção em relação aos líquidos apolares de 8 a 15 vezes seu volume.

Uma das dificuldades encontradas na utilização da membrana foi sua tendência a se quebrar e se desintegrar. Como alternativa a este problema, foi testada a capacidade de absorção da mesma revestida, para utilização na forma de sachê. Para tal, foi desenvolvido o sistema de recobrimento da membrana com um tecido não tecido (TNT), o qual apresenta polaridade semelhante a da membrana e baixo custo. O sistema não acometeu as taxas de absorção da membrana, se mostrando um método viável para aplicação em diferentes locais de derramamentos, facilitando o recolhimento da membrana e dos óleos em questão.

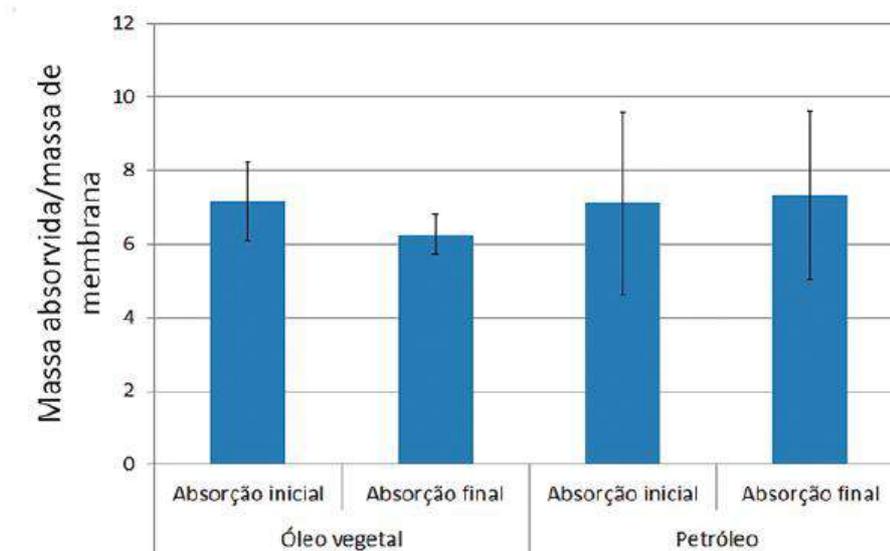
A termoestabilidade da membrana foi comprovada submetendo a mesma por períodos de 60 minutos a temperaturas de 200oC, 400oC, 600oC e 800oC. Foi realizada

a pesagem da massa inicial e após cada um dos tratamentos térmicos gradativos, sendo que a massa manteve-se estável até 600oC, apenas havendo alteração na mesma a 800oC. Este teste teve como objetivo determinar se a membrana poderia ser reutilizada após a evaporação dos materiais orgânicos absorvidos, sem que a mesma sofresse degradação térmica.

Desta forma, a recuperação de líquidos voláteis pode ser feita através de um processo de destilação simples. Também é possível a evaporação sob aquecimento a 380oC. Em tal temperatura, líquidos de maior volatilidade, como a gasolina, evaporam, propiciando a reabertura dos poros. A membrana manteve-se estável após o ensaio, mantendo taxa de absorção de 12 vezes o seu volume antes e depois do tratamento térmico. A gasolina pode ser recuperada através de evaporação e sistema de captação de seus vapores.

Para líquidos viscosos foi utilizado o processo de extração Soxhlet seguido de destilação simples. A massa do sistema membrana + tecido não tecido manteve-se estável antes dos processos de absorção, extração e destilação e após os mesmos. Ainda, o sistema apresentou alta taxa de absorção após os processos, comprovando a possibilidade de sua reutilização (Figura 1). Em relação ao reaproveitamento dos líquidos absorvidos através de extração Soxhlet, para o óleo de cozinha foi obtido rendimento de 97,9%. Já o petróleo obteve rendimento de 93,7%.

Também foi possível identificar os planos de difração do criptomelano, que estão identificados no gráfico da Figura 2. A comparação do difratograma obtido para a MASE com difratogramas obtidos para o criptomelano em outros trabalhos (FAN, LU, LI, WANG, 2008; GAO, NORBY, 2013), comprovam a estrutura do material obtido.



**Figura 1:** Testes de reutilização da membrana. Fonte: Os autores, 2013.

Aplicando a Lei de Bragg (equação 1) e a equação de distância interplanar para o sistema tetragonal (equação 2), foi possível calcular os parâmetros de rede  $a$  e  $c$  do criptomelano. Estes parâmetros são característicos para cada tipo de sólido cristalino. Obteve-se com isso um valor médio para  $a$  de  $9,8784 \pm 0,0607 \text{ \AA}$  e para  $c$  de  $2,8793 \pm 0,05661 \text{ \AA}$ . Encontramos na literatura valores de  $9,8241 \text{ \AA}$  e  $2,8523 \text{ \AA}$ , respectivamente, para estes parâmetros (GAO, NORBY, 2013) e  $9,79 \text{ \AA}$  e  $2,88 \text{ \AA}$  (Webmineral, 2013).

$$n\lambda = 2 d \sin\theta \quad (1)$$

$$\frac{1}{d^2} = \frac{h^2}{a^2} + \frac{l^2}{c^2} \quad (2)$$

O pico máximo observado no difratograma não é característico do material em estudo pode ser atribuído ao silicone ou outros resíduos da síntese.

A microscopia eletrônica de varredura (MEV) permitiu uma melhor caracterização estrutural do absorvente seletivo. As imagens obtidas (Figura 3) possibilitaram a medição do tamanho de poros presentes no material, esses resultados foram avaliados utilizando ferramentas estatísticas. O material apresentou estruturas porosas na escala de nanômetros e micrômetros, sendo que o poro de tamanho mínimo obtido na amostragem foi de  $485,1 \text{ nm}$  e o de tamanho máximo foi de  $2,423 \mu\text{m}$ . A média obtida através do tamanho dos poros medidos foi de  $935,419 \text{ nm}$  e o desvio padrão das medidas foi de  $497,186 \text{ nm}$ .

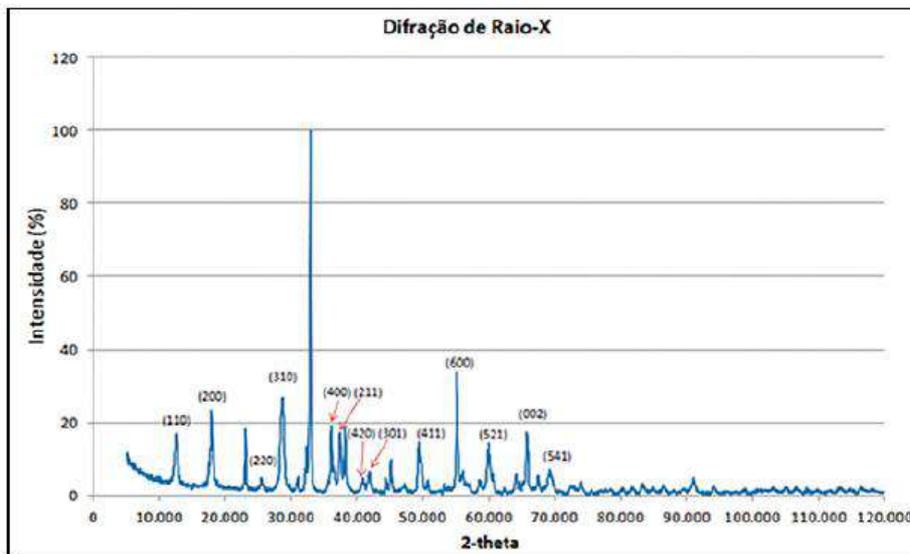


Figura 2: Difratograma do criptomelano revestido de silicone

Fonte: Os autores, 2013.

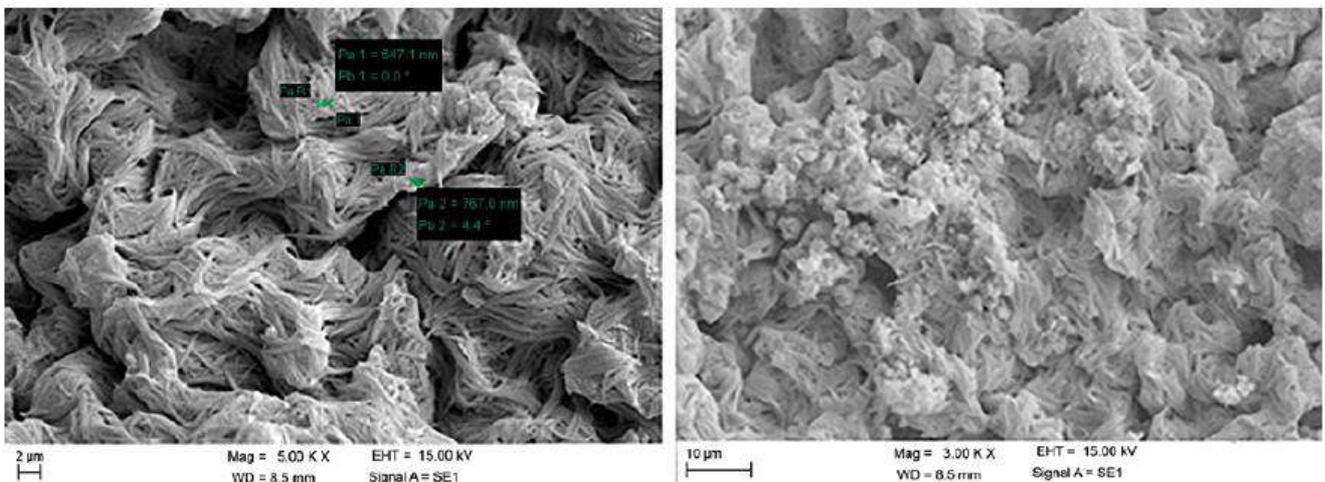


Figura 3: MEV da membrana.

Fonte: Os autores, 2013.

#### 4. CONCLUSÃO

A hipótese do projeto foi comprovada e os objetivos alcançados, sendo que foi possível o desenvolvimento de uma membrana porosa de caráter hidrofóbico apresentando taxa de absorção para líquidos apolares entre 8 e 15 vezes seu próprio volume, com custo de produção de R\$ 15,75/kg. Sendo possível afirmar que a membrana pode ser reutilizada diversas vezes e o óleo pode ser recuperado, a taxa de redução econômica do método vai além dos custos diretos de produção.

Como forma de aplicação da membrana em mares ou locais de risco para derramamentos de óleos, foi comprovada a compatibilidade da membrana com o tecido não tecido (TNT), o qual se apresenta como uma excelente escolha devido a seu baixo custo e caráter apolar, semelhante ao do filme de criptomelano obtido. Assim, comprovando a viabilidade de sua aplicação em vazamentos de natureza diversa.

Foi comprovada a composição referente ao criptomelano através da análise de difração de raio-x. O material apresentou estruturas porosas na escala de nanômetros e micrometros.

Como forma alternativa de obtenção de matéria-prima necessária para produção de criptomelano, é possível a extração do sulfato de manganês de pilhas, sendo este um resíduo de grande preocupação ambiental. Considerando as próximas etapas do projeto, visa-se a extração de sulfato de manganês de pilhas através da rota eletrolítica e a utilização do mesmo para a produção do composto poroso seletivo. Ainda, propõe-se a reprodução dos testes de obtenção do filme utilizando a análise de difração de raio-x em cada etapa realizada, a fim de determinar a composição do mesmo e as diferentes variáveis.

A membrana produzida representa uma alternativa sustentável para contenção de derramamentos de óleos e preservação do bioma marinho e terrestre, ainda proporcionando a recuperação dos líquidos apolares absorvidos e a possibilidade de reutilização da membrana diversas vezes, devido a sua alta seletividade e termoestabilidade. Assim, impulsionando uma redução de impactos econômicos e ambientais, o que comprova sua eficiência e viabilidade.

#### REFERÊNCIAS

CETEC. **Capítulo 12 - Propriedades das Superfícies**. Disponível em: <<http://www.cienciadosmateriais.org/index.php?acao=exibir&cap=17&top=173>>. Acessado em: 29/09/13.

FAN, Chenzi, LU, Anhuai, LI, Yan, WANG, Changqiu. **Synthesis, characterization, and catalytic activity of cryptomelanenano-materials produced with industrial sulfate**. Journal of Colloid

and Interface Science 327 (2008) 393–402.

GAO, Tao, NORBY, Poul. **Frame Stability of Tunnel-Structured Cryptomelane Nanofibers: The Role of Tunnel Cations**. Eur. J. Inorg. Chem. 2013, 4948–4957

ITOPF. **Oil Tanker Spill Statistics 2012**. Acessado em: 11/06/2013. Disponível em: <[http://www.itopf.com/information-services/data-and-statistics/statistics/documents/StatsPack\\_001.pdf](http://www.itopf.com/information-services/data-and-statistics/statistics/documents/StatsPack_001.pdf)>.

SOARES, Ricardo Ferreira. **Reações Interfaciais de Poli(dimetil-siloxano)s com Superfícies Hidroxiladas**. UNICAMP: Campinas, 1997.



## C.O.D.: CADEIRA ORTOSTÁTICA DINÂMICA

**Tales Valias de Paiva, Thiago Moreira de Carvalho Vieira, Walef Robert Ivo Carvalho e Ana Leticia Gomes Gonçalves**  
Escola Técnica de “Eletrônica Francisco Moreira da Costa”, Avenida Sinhá Moreira nº 350, 37540-000, Santa Rita do Sapucaí – MG, Brasil.

**Resumo:** Os índices brasileiros revelam que há cerca de 24,6 milhões de portadores de deficiência física no país. Para minimizar as dificuldades de acessibilidade no cotidiano dessas pessoas, foi proposta, nesta pesquisa, uma aplicação da engenharia de reabilitação e de conceitos eletrônicos, abordando o desenvolvimento de equipamento móvel capaz de deixar os deficientes físicos em posição ereta e permitir-lhes a locomoção com o aparelho, denominado C.O.D – Cadeira Ortostática Dinâmica, para o local que desejar. O equipamento supre as dificuldades enfrentadas pelos acometidos da lesão medular, auxiliando-os no processo de locomoção em qualquer recinto, fornecendo independências. Dessa forma, é possível recuperar a autoeficiência, dentro dos limites impostos pela deficiência, promovendo uma reinserção social. O protótipo é controlado via controle remoto e um joystick. O usuário pressiona um botão e um braço mecânico férreo dirige-se até o peitoral do paciente. Findas essas etapas, a pessoa realiza os procedimentos de segurança, acoplado ao equipamento e, então, pressiona outro botão. A unidade de controle, uma memória EEPROM 28C64, movimenta os motores localizados no interior da estrutura mecânica. As engrenagens permitem uma melhor mobilidade do aparelho, fornecendo movimentos ao protótipo para levantar o deficiente e, em pé, oferecer a possibilidade de locomoção. Os circuitos, ao entrarem em funcionamento, permitem a movimentação da estrutura quando o usuário realiza um comando de controle. Certifica-se que COD é um equipamento de tecnologia assistiva de baixo custo e supre as necessidades dos deficientes físicos, auxiliando-os em sua reabilitação física e autocuidado. Dessa forma, é possível tornar usuário o mais autônomo possível.

**Palavras-chaves:** Deficiência física; Acessibilidade; Estrutura Mecânica.

**Abstract:** There are currently about 24.6 million physically disabled people living in Brazil. This special group of people constantly faces mobility difficulties in their day-to-day lives. In order to ease their problems and improve the accessibility of the disabled, this research proposes an application of rehabilitation engineering and electronic concepts to develop an equipment capable of allowing disabled people to sit in the upright position and enable them move. This equipment is called C.O.D - Orthostatic Dynamic Chair. The equipment meets the difficulties faced by those affected by spinal cord injury, assisting them in the process of locomotion in any enclosure, providing independence. Thus, it is possible to recover the self-efficacy, within the limits imposed by disability, promoting social reintegration. The prototype is controlled via remote control and a joystick. The user presses a button and a mechanical arm iron is directed to the patient's chest. After that step, one performs security procedures, sitting at the equipment, and presses another button again. The control unit, an EEPROM 28C64, moves motors located inside the mechanical structure. The gears allow greater mobility of the device, allowing the prototype to move in order to lift the patient and offering the possibility of locomotion in case the patient is standing. Circuits, when activated put into operation, allow the movement of the structure when the user performs a control command. We realized that COD is a low cost piece of assistive technology and meets the needs of disabled people, helping them in their physical rehabilitation and self-care. Thus, it is possible to make the user more autonomous.

**Keywords:** Physical Disabilities; Accessibility; Mechanic Structure.

## 1 INTRODUÇÃO

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) revela que existem 24,6 milhões de pessoas com deficiências no Brasil. Nessa estimativa, é expressiva a quantidade de pessoas com deficiência física e motora e, as causas dessas deficiências, na maioria das vezes, estão ligadas às imprudências e acidentes que comprometem a medula espinhal. De acordo com uma pesquisa realizada pela fisioterapeuta Tatiane Rondini, de São Paulo, são várias as causas geradoras de comprometimentos motores; dentre elas, está a lesão medular. A incidência nacional anual de casos de Traumas Raquimedulares (TRM) com hospitalização é de 30 a 40 por milhão. A prevalência nacional é de 183.000 a 230.000 indivíduos. Pode-se supor que de 5 a 6 mil pessoas por ano apresentam esse grave comprometimento neurológico.

A população mais afetada é jovem e do sexo masculino. Um levantamento estatístico realizado pela equipe de lesão medular da AACD no ano de 2000 aponta que a média etária dessa população é de 30 anos, 80% da qual corresponde ao sexo masculino e 20%, ao sexo feminino.

Existem muitos fatos ocorridos com amigos e familiares que, por conta de um descuido ou imprudência, perdem os movimentos dos membros inferiores, tornando-se dependentes de uma cadeira de rodas. Nota-se que essa realidade está bem próxima de nós. O pai de um dos integrantes do grupo enfrenta tais dificuldades. Intentando beneficiar o pai do integrante e todos que passam por esse problema (de não poder andar ou ficar em pé), motivou-se a criação de um projeto que auxiliasse os acometidos pela lesão medular e promovesse acessibilidade. Contudo, há a necessidade de conhecer a tecnologia assistiva para, assim, compensar as capacidades ausentes ou deficientes, pois, por meio dessas, os lesados medulares são capazes de administrar uma variedade de atividades de vida diária com independência. Pelo fato de os deficientes ficarem muito tempo sentados, isso pode acarretar em uma série de problemas físicos. Portanto, desenvolve-se um equipamento que os deixa em pé e promove uma série de benefícios ao corpo, tais como: ajuda a melhorar o bombeamento sanguíneo, ações intestinais, cardíacas e pulmonares; permite mobilidade das diversas partes do corpo, impedindo o surgimento de escaras (úlceras de decúbito); previne doenças ligadas aos ossos, pois os cadeirantes que não se movimentam perdem cálcio e ferro em seu organismo; auxilia, ainda, na recuperação relacionada à fisioterapia, podendo substituir o terapeuta ocupacional. A C.O.D. (Cadeira Ortostática Dinâmica) é um equipamento de tecnologia assistiva para auxiliar essa expressiva quantidade de pessoas que são dependentes de familiares ou outros indivíduos para realizar suas atividades habituais ou necessitam de cadeiras de rodas para a locomoção.

O equipamento tem como objetivo estimular e promover a máxima autonomia e independência do usuário nas atividades da vida diária, tendo como foco principal reinserir o indivíduo na sociedade de forma autônoma, porém, respeitando suas limitações. Ele facilita os movimentos e auxilia na realização de atividades habituais no próprio domicílio ou outro espaço que ofereça dificuldade de acesso.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Pensando em um projeto de cunho social, desenvolveu-se a C.O.D. (Cadeira Ortostática Dinâmica), cuja finalidade é beneficiar os portadores de necessidades físicas, dependentes de uma cadeira de rodas. Tem por objetivo colocar os deficientes em pé e permitir a sua locomoção sobre o equipamento, sem esforço físico, fornecendo acessibilidade e segurança. Objetiva também fazer o levantamento do usuário até a postura ideal, de maneira ereta, deixando-o na posição vertical.

Foi desenvolvida uma pesquisa tecnológica com o objetivo de montar um protótipo e aplicá-lo às pessoas que não conseguem se locomover sem o auxílio de uma cadeira de rodas. Para sua materialização, a fim de comprovar sua viabilidade e desenvolver novos produtos com uma maior eficácia e de baixo custo às pessoas com deficiência, realizou-se uma pesquisa descritiva, explicativa, estudo de caso, documental, bibliográfica e, por último, uma pesquisa experimental.

Estudou-se o caso e analisou os protótipos já existentes no mercado. No entanto, certificou-se que não havia protótipos semelhantes. Uma fisioterapeuta acompanhou e auxiliou no desenvolvimento das pesquisas sobre o sistema nervoso e seus periféricos, de modo que proporcionasse maior segurança e estabilidade ao usuário do equipamento.

Após essas etapas de pesquisas, promoveu-se um estudo de viabilidade em conversa com portadores de deficiência física. Foi possível avaliar a viabilidade do protótipo e se, de fato, este os auxiliaria. Os resultados foram satisfatórios, motivando o desenvolvimento.

Para que os deficientes possam ser levantados, é necessário que, primeiramente, seja realizado os ajustes de segurança. Dessa forma, após discutir e debater com a fisioterapeuta, optou-se em utilizar almofadas de colchão “casca de ovo” e elásticos flexíveis, pois eles fornecerão um melhor conforto e segurança aos deficientes no momento em que eles forem utilizar o equipamento.

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica mais aprofundada para adotar a parte mecânica mais viável para o desenvolvimento do equipamento. Após isso, avaliou-se o conceito do desenvolvimento de um braço mecânico que, após um comando, desceria até a altura do peitoral do usuário e o levantasse. No entanto, para isso ser possí-

vel, deveria ser utilizado um motor de alto torque, de 24 V. Para tanto, uma estrutura férrea foi montada, pois fornece uma melhor estabilidade, firmeza e é livre de quebras.

Desenvolveu-se a C.O.D. (Cadeira Ortostática Dinâmica), um equipamento móvel que objetiva no levantamento do deficiente físico, permitindo sua movimentação para o local em que desejar ir. Para isso, conta com uma série de comandos eletrônicos e mecânicos que trabalham reciprocamente, proporcionando eficácia com relação ao propósito referido.

Um controle remoto é agregado à C.O.D. Sua função é permitir que o usuário guie a cadeira no momento em que ela estiver distante dele.

Assim que o usuário estiver em frente ao equipamento, ele deve:

- 1- colocar os pés na plataforma do equipamento;
- 2- prender o cinto de segurança, que está em anexo à C.O.D., em uma almofada ajustável situada no quadril do usuário;
- 3- pressionar o botão para realizar a subida;
- 4- amarrar um elástico no equipamento, localizado na parte peitoral do paciente, prendendo-o.

Utilizaram-se três motores DC de corrente contínua,

com 24V de operação, em sua parte inferior para permitir a locomoção e o levantamento do usuário. Um dos motores é ligado a uma rosca sem fim. Logo, ao pressionar o botão que realiza a subida, o motor envia comandos à rosca sem fim, fazendo-a girar. Esse processo move um braço mecânico ligado ao terminal dessa engrenagem, puxando um suporte em que o paciente está fixo. Assim, o levantamento do usuário é realizado. Após ficar na posição desejada, aperta-se o botão no painel de controle, fazendo com que o motor pare.

A movimentação da cadeira é realizada por duas rodas de 12 polegadas contidas em sua parte inferior, ligadas a motores contínuos. Por meio de um controle joystick, o usuário pode escolher o lado que deseja ir: para frente, para trás, direita ou esquerda. Adotam-se potenciômetros para ajustar a velocidade de operação do equipamento, ajustando-os em velocidades maiores ou menores. Quando o usuário ligar o equipamento, são informados em um display a data, o horário e o percentual da carga das baterias. Isso é possível devido ao uso do microcontrolador MSP430G3553. O Diagrama em blocos apresentado na figura 1 ilustra a solução adotada para atender à especificação do projeto.

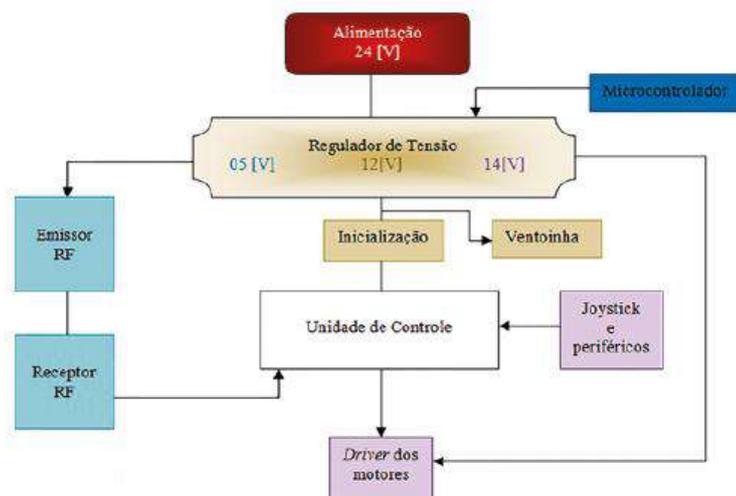


Figura 1: Diagrama em Blocos. Fonte: Os autores.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 Parte Elétrica

O driver do motor foi feito no sistema de ponte H com transistores MOSFET's. Os motores são DC (corrente contínua) de alta potência que consomem bastante corrente. Foi ajustada a mesma frequência no transmissor e no receptor para que comutassem entre si. A frequência utilizada foi 300 [MHz]. Após ligar o emissor no controle remoto e o receptor no protótipo, procederam-se os testes.

Ao apertar o botão no controle remoto para ir para frente, o equipamento executou a tarefa corretamente.

Assim também aconteceu quando foi pressionado para ir para o lado direito, esquerdo e para trás. Houve uma boa comunicação entre o TX e o RX. A distância entre o controle remoto e equipamento pode ser grande, pois possui a possibilidade de estender uma antena, dando maior limite de resposta entre eles. Para analisar se estava, de fato, transmitindo o sinal, foi medido o sinal nos transmissores e receptores.

Quando o usuário estava em pé, foi testada a descida, apertando o outro botão, e o usuário voltou à posição em que estava anteriormente. O driver do motor funciona corretamente no processo de subida e descida.

Pressionando o joystick para frente, os drivers dos motores enviaram comandos às rodas, fazendo-as girar para o mesmo sentido; para ir para o lado direito, o driver fez a roda esquerda parar e apenas a direita realizar o movimento de rotação. Para o lado esquerdo aconteceu o contrário. E para ir para trás, o driver manda os mesmos comandos para as rodas, mas inverte o sentido das duas, indo para trás.

Testou-se, ainda, por meio de um potenciômetro de 100 [kΩ], a velocidade dos motores. Caso aumente a resistência, ele age mais rapidamente. Quando diminui, ele anda com menos velocidade. Com suas variações, atingiu-se a velocidade máxima de 7 km/h.

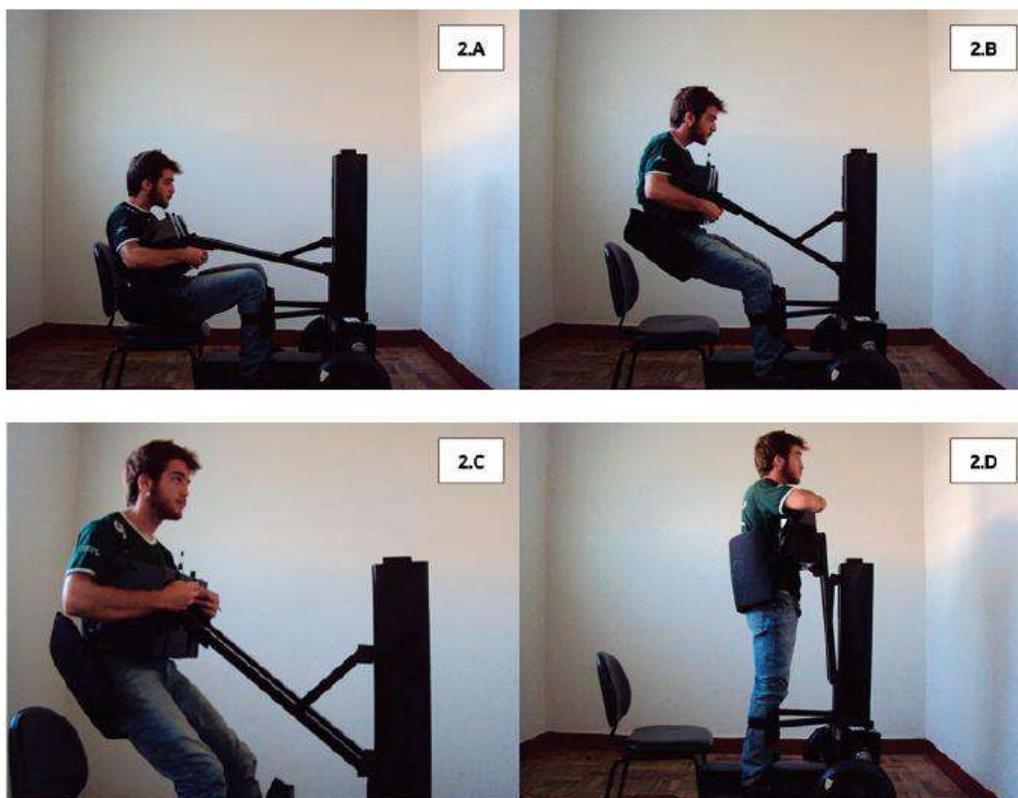
### 3.2 Parte Mecânica

Assim que o motor foi acionado, a rosca começou a girar, movimentando um braço mecânico que faz o processo de levantamento do usuário.

Foram colocadas caixas de redução nos motores para que aumentassem suas forças, mas isso diminuiu a velocidade. Se as caixas de redução forem mais potentes, ou os motores tiverem um maior torque, é possível movimentar uma maior quantidade de peso. Os motores conseguiram mover uma pessoa de até 92 Kg.

### 3.3 Testes com o público-alvo

A Cadeira Ortostática Dinâmica, primeiramente foi testada com os integrantes da equipe. Ao pressionar os botões, o braço mecânico desceu até a altura do peitoral do usuário. Finda essa etapa, o usuário necessita realizar os ajustes de segurança. Foram testadas diversas vezes para ver se os elásticos não cederiam e verificou-se uma eficácia. Procederam-se os testes com as almofadas ajustáveis situadas no quadril e peitoral do usuário e foi possível analisar o conforto que lhe era oferecido, conforme mostrado na figura 2.



**Figura 2:** Processo de Levantamento do usuário.

Fonte: Os autores

Após ter realizado testes com os integrantes da equipe, o equipamento foi levado até um local de reabilitação para portadores de deficiência física e motora no município de Santa Rita do Sapucaí - MG. Primeiramente, testou-se com um paraplégico e ele mesmo realizou os ajustes de segurança. Posteriormente, um tetraplégico fez uso do equipamento. No entanto, ele precisou de auxílio da fisioterapeuta para realizar os ajustes. Todos os procedi-

mentos foram realizados com cautela. Pôde-se observar a aderência do equipamento às pessoas às quais a equipe visava atingir. Houve aceitação por todos os que testaram a C.O.D. (Cadeira Ortostática Dinâmica), revelando que os materiais aplicados foram eficazes para o seu funcionamento correto.

A lógica desenvolvida pela equipe e gravada na memória EEPROM 28C64, para movimentar o equipamento

ao pressionar o joystick para um determinado lado, é a parte com o rigor científico mais complexo. Sem essa comunicação entre o hardware e software, a C.O.D. não entra em funcionamento, pois é só pressionando os botões que o programa é desenvolvido, liberando a comunicação entre os hardwares.

Um fusível de 10[A] deve ser colocado na bateria de alimentação, pois se a corrente consumida pelos motores for maior do que esse valor, há um rompimento no fusível, não danificando os demais circuitos do protótipo. O transistor IRFZ34N possui uma corrente máxima de 10 [A]. Se esse valor for ultrapassado, o circuito é danificado.

Deve ser ligada uma antena no transmissor e no receptor para que haja uma comunicação mais distante entre eles. As chaves dos Dip-Switchs do TX e RX devem estar posicionadas em mesmo sentido, para que a frequência seja similar e ocorra a comunicação. É importante lembrar que o transmissor (TX) é alimentado com uma tensão de 12[V] e o receptor (RX) com apenas 5[V], e o pino TE do codificador deve ser conectado ao GND, pois, dessa forma, transmite para o decodificador apenas se houver nível lógico alto em algumas das entradas (AD8, AD9, AD10, AD11).

Se não obedecer à correta ligação dos fios com suas respectivas cores para movimentar os motores, ele não funciona da forma esperada. Primeiramente foi acoplado um motor com menor torque e possui um consumo de 2[A] na segunda parte do equipamento, porém ele não conseguiu movimentar a parte da estrutura, mesmo havendo uma relação de redução por parte das engrenagens. Sendo assim, esse motor foi substituído por outro que apresenta um maior torque.

Os motores de corrente contínua são os ideais para o equipamento e a relação de redução está adequada, conseguindo obter um ganho significativo de força. Basta o usuário mover o potenciômetro para que o motor movimente mais rápido.

#### 4 CONCLUSÕES

C.O.D. é um equipamento que intervém na saúde ocupacional do indivíduo, adaptando suas atividades cotidianas. Foi possível tornar o sujeito acometido pela lesão medular o mais autônomo e independente possível, promovendo e estimulando o autocuidado do usuário em suas atividades rotineiras.

Trata-se de um equipamento de tecnologia assistiva que compensa os déficits apresentados pelo indivíduo que sofreu lesão medular no desempenho de suas atividades de vida diária, como o cuidado pessoal e, principalmente, o alimentar-se independentemente. Certifica-se que C.O.D. oferece suporte ao indivíduo para a reinserção social e uma promoção na sua qualidade de vida.

O foco na área eletrônica e tecnológica foi significativo. Todas as placas de circuito impresso foram montadas e funcionaram da maneira desejada. A parte mecânica que, para o grupo foi a mais difícil de manusear, funcionou perfeitamente.

Os softwares desenvolvidos e hardwares montados foram eficazes com relação ao funcionamento do projeto. O sistema de transmissão e recepção via radiofrequência deve ser ajustado com o mesmo valor de frequência entre ambos para não haver erros de comunicação entre eles. Os ajustes de segurança devem ser realizados de modo cauteloso para que não haja riscos ao usuário, deixando-o bem fixo ao aparelho. Os comandos para o usuário ser levantado, abaixado ou se locomover devem ser realizados apenas quando o paciente já estiver bem seguro ao protótipo.

O driver de motor DC adotado é bastante eficaz quanto ao acionamento dos motores. É possível certificar que, quanto mais peso puser

Em cima do equipamento, mais corrente os motores consumirão. Desse modo, é preciso estar atento ao peso do paciente, que não pode ultrapassar os 100 kg, pois os MOSFETS utilizados suportam apenas 10 [A] de operação. Para um maior peso, devem-se alterar os transistores.

A botoeira executou as funções pré-estabelecidas na programação, permitindo a comunicação entre o hardware e o software. Em um display, foram mostradas as mensagens gravadas no microcontrolador MSP430F2553.

A estrutura férrea foi eficaz, pois deixou o equipamento mais estável e livre de quebras. Primeiramente, os motores com menor torque não conseguiram movimentar a estrutura e houve dificuldades para encontrar outros com maior torque e com tensão contínua de 24 [V] de operação para mover ou levantar a estrutura mecânica, mas foram encontrados e substituídos pelos anteriores.

O projeto não está completamente pronto, pois sempre há melhorias possíveis a serem feitas e, a cada benefício que se acrescenta, surge outra ideia para evoluir ainda mais. É necessário ficar atento aos objetivos propostos e ao custo final do desenvolvimento, evitando gastos excessivos, mas sempre atendendo às propostas iniciais. Em C.O.D., o investimento foi da ordem de R\$2.100,00.

Como sugestão de evolução do projeto, é importante trabalhar para trocar os motores por outros mais fortes ou alterar o sistema de engrenagens que promovem o sistema de redução. Outra possível melhoria é a colocação de um circuito carregador de bateria interno que facilite a recarga.

A meta desse projeto, em uma versão futura, é aprimorar o software e o hardware, acrescentando mais funções ao projeto, assim como o acréscimo de um alto-falante para comunicação com deficientes visuais; além disso, desenvolver uma estrutura para ser acoplada ao braço e pernas

das pessoas com membros amputados, mas sendo de baixo custo. Todavia, essas ideias precisam de uma longa jornada de trabalho pela equipe.

## REFERÊNCIAS

AACD. **Áreas de atuação:** Índices e resultados sobre deficiências. Disponível em: < <http://www.aacd.org.br/default.aspx>>. Acesso em 20 de outubro de 2012.

BERSCH, R. SCHIRMER, C. Tecnologia assistiva no processo educacional. In: **Ensaio pedagógico:** construindo escolas inclusivas, MEC, SEESP, 2005. p. 87-92

IBGE. **Indicadores:** Índices sobre as deficiências. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/default\\_censo\\_2000.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/default_censo_2000.shtm)>. Acesso em 24 de abril de 2012.

PAPALEO, M. **Clínica da coluna:** Doenças da coluna. Disponível em: < <http://www.clinicadacoluna.net/doencas-da-coluna.php>> Acesso em 19 de agosto de 2013.

RONDINI, Tatiane. Anatomia: **A medula espinhal.** São Paulo. 2010. 13 f. Documento acadêmico (Fisioterapeuta). Acesso em 14 de abril de 2012.

PAGILUCA, L. M. F; ARAGÃO, A. E. A; ALMEIDA, P. C. **Acessibilidade e deficiência física: identificação de barreiras arquitetônicas em áreas internas de hospitais de Sobral, Ceará.** São Paulo. 2007. 8 f. Documento Acadêmico (Professor). Universidade de São Paulo. Acesso em 14 de abril 2012.

ORNAGHI, Josiane Marina. Considerações acerca do uso da tecnologia assistiva no tratamento de terapia ocupacional para o lesado medular. **Curitiba. 2009. 107 f. Documento acadêmico (Estudante).** Universidade Tuiuti do Paraná. Acesso em 15 de abril de 2012.



## **CONCENTRADOS DE PLAQUETAS – UM ESTUDO ANTIMICROBIANO**

**Amanda Maria Schmidt<sup>1</sup>, Daniela Hoffmann Zibetti<sup>1</sup>, Carla Kereski Ruschel<sup>1</sup> e Leo Sekine<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha, Rua Inconfidentes nº 395, 93340-140, Novo Hamburgo – RS, Brasil

<sup>2</sup>Banco de Sangue do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Rua São Manoel nº 543, 90620-110, Porto Alegre – RS, Brasil

**Resumo:** As plaquetas são células sanguíneas fundamentais no processo de coagulação do sangue. Existe mais de um método de obtenção destas células, porém o mais utilizado é a aférese, que consiste na centrifugação do sangue do doador para separar as plaquetas das demais células sanguíneas. As plaquetas doadas são armazenadas em concentrados de plaquetas, que são essenciais durante transplantes de órgãos, cirurgias e tratamentos anticâncer. Estima-se que o número de pacientes com câncer aumentará em 75% até 2030, sendo que serão 17 milhões de óbitos ao ano e 75 milhões de pessoas vivas, anualmente, com câncer. O Brasil é o segundo país do mundo que mais realiza cirurgias cardíacas. Além disso, o número de transplantes dobrou nos últimos dez anos, o que indica que cada vez mais se necessita de concentrados de plaquetas. Muitas vezes, estes concentrados acabam sendo contaminados por micro-organismos, geralmente bactérias, causando infecções aos pacientes que irão receber a transfusão, uma vez que a maioria se encontra com o sistema imunológico debilitado. Visando garantir a integridade dos concentrados de plaquetas para proporcionar a segurança na sua utilização, a pesquisa busca uma alternativa para minimizar ou inibir o crescimento microbiano neste e, assim, dar uma esperança aos pacientes que precisam recebê-los.

**Palavras-chaves:** Concentrado de plaquetas; Transfusão de plaquetas; Integridade.

**Abstract:** Platelets are blood cells essential in the process of blood coagulation. There is more than one method that can be used to obtain it, but the most used is the apheresis, which consists in centrifuging the blood to separate the platelets from the other blood cells. The donated platelets are stored in platelet concentrates that are essential for organ transplants, surgery and anticancer treatments. It is estimated that the number of cancer patients will increase by 75% until 2030, accounting to about 17 million deaths per year and 75 million people living annually with cancer. Brazil is the second country that most performs cardiac surgeries. In addition to this, the number of transplants doubled throughout the last 10 years, indicating the great need for platelet concentrates. Eventually, these concentrates are contaminated by microorganisms, usually bacteria, causing infections in the patients who will receive a transfusion, since they are with weakened immune systems. In order to ensure the safety of the platelet concentrates and to allow a safe use, this research seeks an alternative to minimize or inhibit microbial growth in these concentrates.

**Keywords:** Platelets; Platelet transfusion; Integrity

## 1 INTRODUÇÃO

As plaquetas são as células sanguíneas responsáveis pela coagulação no organismo. Existe mais de um método de obtenção destas, mas o mais utilizado em diversas regiões do mundo é o método de aférese, no qual somente as plaquetas são extraídas do doador. Após a extração, as plaquetas ficam armazenadas em uma bolsa, que é conhecida como concentrado de plaquetas (INCA, 2013; CARVALHO, TAVARES, 2008; ALBERT EINSTEIN – Sociedade Beneficente Israelita Brasileira, 2013). A falta de plaquetas no corpo pode predispor a sangramentos e, por isso, utiliza-se a transfusão de concentrados de plaquetas nos pacientes. Essa transfusão é necessária durante cirurgias, transplante de órgãos e tratamentos anticâncer (ALBERT EINSTEIN, 2013; Banco de Sangue do Grupo GSH – Gestor de Serviços de Hemoterapia, 2013; FUNDAÇÃO PRÓ SANGUE, 2012).

Os casos de câncer estão em constante crescimento no Brasil e no mundo, e estima-se que a partir de 2030 haverá 17 milhões de óbitos por câncer ao ano, sendo que serão 75 milhões de pessoas vivas com câncer, anualmente. Além disso, o Brasil é um país onde o número de cirurgias realizadas é grande, sendo o segundo país no mundo que mais realiza cirurgias cardíacas. O número de procedimentos cirúrgicos dobrou nos últimos dez anos, o que indica que a demanda por concentrados de plaquetas também cresceu (LE MOS, 2012; ONU, 2012).

As plaquetas utilizadas nos tratamentos devem, obrigatoriamente, estar íntegras e livres de quaisquer contaminantes. Porém, durante o tempo que as plaquetas se mantêm úteis nos concentrados (até cinco dias após a doação) alguma contaminação pode ocorrer. Caso essa contaminação atinja o paciente que receberá as plaquetas, provavelmente ele desenvolverá uma infecção, o que pode se tornar algo muito sério, uma vez que esses pacientes geralmente estão com o sistema imunológico debilitado (IAG – Instituto Adriana Garófolo, [s.d]).

A contaminação dos concentrados de plaquetas geralmente é bacteriana, e é a principal causa de efeito adverso relacionada à transfusão, além de a segunda maior causa de morte relacionada a esta (GIACOMINI, STROPARO, LIDANI, 2013).

Os concentrados de plaquetas têm duração de até cinco dias, devido à perda da função das células ao fim deste período. Todavia, outros fatores podem interferir nesse período no qual as plaquetas se mantêm úteis, como os micro-organismos, que podem promover infecções aos pacientes que as recebem infectadas (Hematologistas Associados, [s.d]). As contaminações geralmente são provenientes do paciente doador, do local onde é inserida a agulha para ser efetuada a doação e, desta forma, ocorrem durante o processo de aférese.

Diante da importância do controle microbiológico em concentrados de plaquetas e da biossegurança, o presente trabalho investigou a utilização da radiação ultravioleta (UV) para minimizar ou inibir os micro-organismos presentes nos concentrados de plaquetas.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras analisadas foram disponibilizadas pelo Banco de Sangue do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA) no dia em que haviam sido coletadas, de forma que fosse possível fazer um controle do crescimento microbiano todos os dias durante o período em que as plaquetas estão viáveis (até cinco dias após a doação).

Como metodologias, utilizou-se (i) a verificação de crescimento de micro-organismos a fim de se verificar o crescimento microbiano antes e após a exposição à radiação UV nos concentrados de plaquetas; e (ii) o Tempo de Tromboplastina Parcial ativada (TTPa), realizado para garantir que a aplicação da radiação UV não estaria afetando a função plaquetária (coagulação do sangue).

### 2.1 Verificação de crescimento de micro-organismos

Para o desenvolvimento dessa análise, as amostras foram inoculadas utilizando-se meio para crescimento e isolamento, Ágar Sangue (MC BARTH, Brasil), os quais foram disponibilizados pela Faculdade de Farmácia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e também pela empresa MC Barth Ltda.

A verificação de crescimento de micro-organismos foi realizada em dois momentos: -- Durante a primeira análise, foi possível identificar o crescimento microbiano nos concentrados de plaquetas. Para isso, foram realizadas duas inoculações por dia (com exceção do primeiro dia) durante os cinco dias. As inoculações foram realizadas sempre em duplicata, em ambiente estéril. Para pipetar a alíquota de amostra a ser inoculada, utilizou-se um pipetador automático, colocou-se a amostra na placa contendo o meio de cultura e ela foi espalhada com uma alça de drigalski estéril. Utilizou-se uma capela de fluxo laminar e o bico de Bunsen para a realização das inoculações, e, após este procedimento, as amostras foram incubadas em estufa a 35°C. Os tubos que continham a amostra (tanto a irradiada com a radiação UV quanto a não irradiada) ficaram em agitação para reproduzir as condições que os concentrados de plaquetas são armazenados no Banco de Sangue.

No primeiro dia, foi realizada uma inoculação em duplicata com plaquetas que haviam sido expostas à radiação para observar se haveria diferença daqueles inóculos, que não possuíam a radiação. Essa análise foi procedida durante o primeiro dia, porque seria nesse exato dia (dia da coleta) que as plaquetas iriam receber esse tratamento. -- Na segunda verificação de crescimento

de micro-organismos, com o objetivo de avaliar e comparar o crescimento nas placas e o inóculo exposto e o não exposto à radiação UV, o concentrado de plaquetas que havia sido coletado no primeiro dia de análise foi dividido em tubos de ensaio previamente esterilizados, e logo após metade deles foi exposta à radiação UV. Para isso, eles permaneceram em uma câmara de fluxo laminar por 25 minutos com a radiação UV ligada, a fim de inativar os micro-organismos presentes. A análise foi realizada também inoculando duas placas por dia. Porém, desta vez, uma placa continha o concentrado de plaquetas sem a radiação UV, e a outra possuía o concentrado exposto à radiação. As placas foram incubadas a 35°C e os tubos que possuíam a amostra ficaram sob agitação constante.

O concentrado, que não havia sido inoculado, permanecia sob agitação e temperatura controladas para simular a situação como os concentrados de plaquetas ficam armazenados no Banco de Sangue até serem enviados para a transfusão.

## 2.2 Tempo de Tromboplastina Parcial Ativada (TTPa)

Tempo de Tromboplastina Parcial ativado indica o tempo necessário para ocorrer a coagulação do plasma do sangue. Esse teste é o mais apropriado para determinar se há alguma alteração no tempo de coagulação plaquetária. Essa análise foi desenvolvida em paralelo à última verificação de crescimento de micro-organismos para verificar se a radiação UV poderia alterar a função das plaquetas. Como controle, realizou-se o TTPa a cada 24h, uma vez que se sabe que as propriedades das células sanguíneas presentes no concentrado de plaquetas são alteradas com o passar do tempo.

A análise foi realizada em tubos estéreis mantidos à temperatura de aproximadamente 37°C, nos quais foram introduzidos uma alíquota de amostra e uma mesma alíquota do reagente cefalina-caolin (comercialmente chamado de Cefaloplastina-ativada). Essa substância ativa os fatores do sistema intrínseco de coagulação do plasma em presença de cálcio (VIVAS, [s.d]). A coagulação, por sua vez, foi provocada por uma solução de cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>), que também estava a uma temperatura aproximada de 37°C, simulando a temperatura corporal humana.

Após a adição de CaCl<sub>2</sub>, o cronômetro era acionado e os tubos eram levados ao banho-maria por 25s. Finalizou-se o teste invertendo-se os tubos a cada segundo, observando o momento da coagulação para parar o cronômetro. O TTPa corresponde ao tempo de coagulação do sangue.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com a realização da primeira verificação, observou-se que os concentrados de plaquetas apresentam crescimento microbiano. Mesmo que pequeno, esse crescimento deve ser considerado, pois, dependendo do micro-organismo, a infecção gerada pode causar sérias complicações ao paciente.

Na inoculação realizada com as plaquetas expostas à radiação não foi observado crescimento microbiano, enquanto no mesmo dia a amostra, sem a exposição à radiação, apresentou crescimento, o que pode ser visualizado na figura 1.

**Tabela 1:** Resultado do crescimento microbiano da primeira verificação de crescimento de micro-organismos no concentrado de plaquetas.

CRESCIMENTO MICROBIANO	1° DIA	2° DIA	3° DIA	4° DIA	5° DIA
1ª ANÁLISE	+	-	+	-	-
2ª ANÁLISE	-	-	-	+	-

Legenda: + crescimento/- sem crescimento.

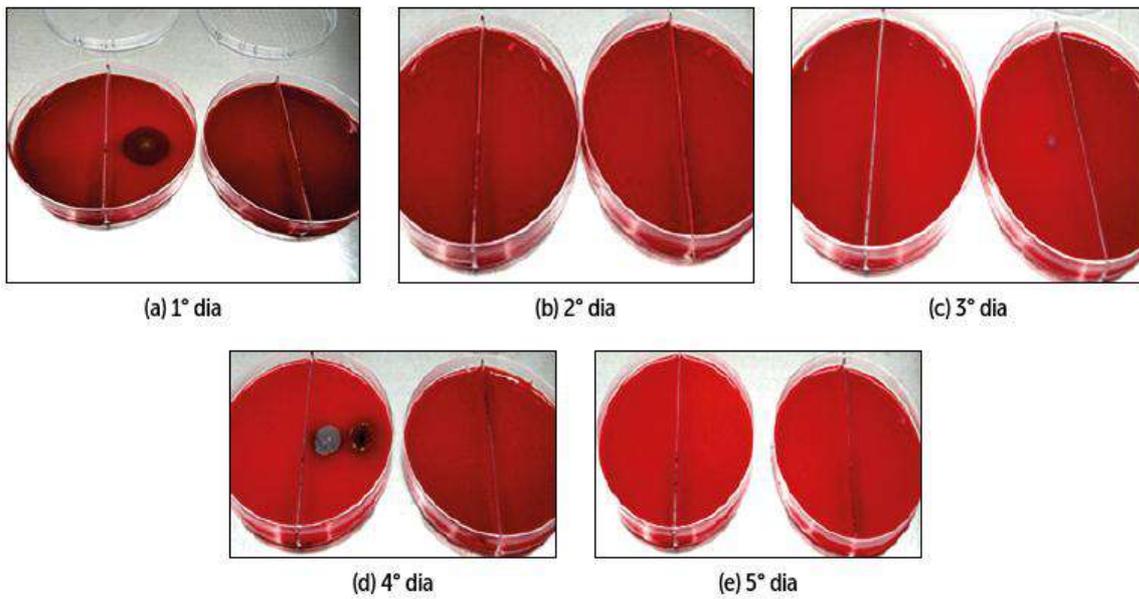
Fonte: As autoras, 2013.

**Tabela 2:** Resultado do crescimento microbiano do primeiro dia de análise com e sem radiação

CRESCIMENTO MICROBIANO	COM UV	SEM UV
1° DIA	-	+

Legenda: + crescimento/- sem crescimento.

Fonte: As autoras, 2013.



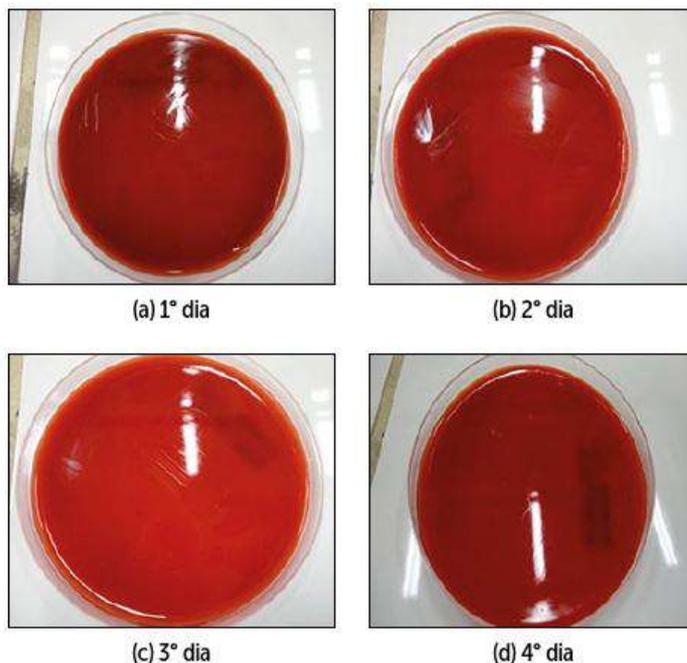
**Figura 1:** Plaquetas inoculadas com e sem radiação por dia.

Após a realização da segunda verificação de crescimento de micro-organismos, verificou-se que a amostra do concentrado de plaquetas não apresentou nenhum crescimento microbiano em ambos os casos devido à inexistência de colônias (com a aplicação e sem a aplicação da radiação UV). Paralelamente às inoculações, o TTPa foi realizado e verificou-se que o tempo de coagulação foi o mesmo em ambos os tubos que continham as plaquetas, tanto as irradiadas quanto as não irradiadas. Isso significa que, ao aplicar a radiação UV, as plaquetas não perdem a sua função.

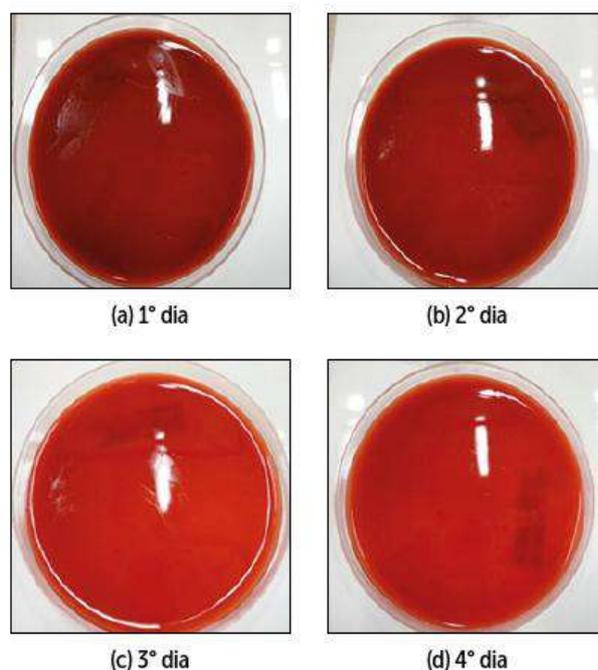
**Tabela 3:** Resultado do Tempo de Tromboplastina Parcial Ativada

	PLAQUETAS IRRADIADAS	PLAQUETAS NÃO IRRADIADAS
1º DIA	1 min 37s	1 min 37s
2º DIA	57s	57s
3º DIA	48s	48s
4º DIA	52s	52s

**Fonte:** As autoras, 2013.



**Figura 2:** Segunda verificação de crescimento de micro-organismos. Inoculação com a radiação UV.



**Figura 3:** Segunda verificação de crescimento de micro-organismos. Inoculação sem a radiação UV.

Os resultados demonstram que o concentrado de plaquetas exposto à radiação UV não sofre modificações significativas com relação ao TTPa, podendo ser usado como medida preventiva para contaminações.

#### 4 CONCLUSÃO

Após a realização da pesquisa, foi constatado que ocorrem contaminações nos concentrados de plaquetas e que estas podem ser facilmente eliminadas utilizando a radiação UV. Pode-se concluir, ainda, que a radiação UV não interfere no tempo de coagulação do sangue, sendo uma alternativa para contribuir na biossegurança dos concentrados de plaquetas. O objetivo da pesquisa foi alcançado e a hipótese confirmada, uma vez que a radiação UV inibiu o crescimento microbiano nos concentrados de plaquetas e não modificou suas propriedades.

A aplicação da radiação ultravioleta é um método bastante simples, fácil de ser executado e que permitiria assegurar a integridade dos concentrados de plaquetas.

É de grande importância pesquisas que, de alguma maneira, possam melhorar as condições da vida de pessoas que estão com problemas de saúde, em tratamento anticâncer, em cirurgias ou durante o transplante de órgãos. Garantir a biossegurança dos concentrados de plaquetas significa ter uma maior quantidade de plaquetas íntegras disponível nos bancos de sangue e aumentar a esperança de pacientes que estão em tratamento, garantindo-lhes um tratamento mais seguro.

#### REFERÊNCIAS

- ALBERT EINSTEIN – Sociedade Beneficente Israelita Brasileira. **O processo de doação de plaquetas.** 2013. Disponível em < <http://www.einstein.br/Hospital/banco-de-sangue/doacao-de-plaquetas/Paginas/doacao-de-plaqueta.aspx>>, acesso 21/04/2013.
- BANCO de Sangue do Grupo GSH – Gestor de Serviços de Hemoterapia. **Perguntas frequentes sobre doação de plaquetas.** 2013. Disponível em < <http://www.doesanguesh.com/site/index.php?/%C3%9Altimas-Not%C3%ADcias/faqplaq.html>>, acesso em 21/04/2013.
- BOTTERO, Lydiana Ghiott. **Desinfecção por Ultravioleta.** Disponível em: < <http://alergohouse.com.br/blog/index.php/vale-a-pena-ler/desinfeccao-por-ultravioleta/>> acesso em 01/05/2013.
- FUNDAÇÃO PRÓ- SANGUE. Hemocentro de São Paulo. **Nosso Produto: O Sangue.** Disponível em: <<http://www.prosangue.sp.gov.br/artigos/institucional>>, acesso em 27/08/2013.
- GIACOMINI, Alex; STROPARO, Elenice; LIDANI, Kárita Cláudia Freitas. **Baixa prevalência de contaminação bacteriana em concentrados de plaquetas randômicas justifica o uso de medidas preventivas.** [2013]. Disponível em <[http://www.rbhh.org/wp-content/uploads/2013/06/199-200\\_CE\\_2143.pdf](http://www.rbhh.org/wp-content/uploads/2013/06/199-200_CE_2143.pdf)>, acesso em 01/09/2013.
- HEMATOLOGISTAS Associados. **Transfusão de Hemocomponentes.** [s.d]. Disponível em <<http://www.hematologistas.com.br/transfesangria.html>>, acesso dia 11/06/2013.

IAG – Instituto Adriana Garófolo. **Câncer**. [s.d]. Disponível em <[http://www.nutri\\_cancer.com.br/cancer.htm](http://www.nutri_cancer.com.br/cancer.htm)>, acesso em 26/09/2013.

INCA – Instituto Nacional de Câncer. **Orientações aos doadores de plaquetas**. [2013]. Disponível em <[http://www.inca.gov.br/conteudo\\_view.asp?id=1680](http://www.inca.gov.br/conteudo_view.asp?id=1680)>, acesso em 01/05/2013.

LEMOS, Iara. **Governo diz que total de transplantes mais que dobrou entre 2001 e 2011**. Disponível em: <<http://g1.globo.com/politica/noticia/2012/02/governo-diz-que-total-de-transplantes-mais-que-dobrou-entre-2001-e-2011.html>>, acesso em 16/07/2013.

OMS – Organização Mundial da Saúde. **Estimativa 2012**. Disponível em: <<http://www.inca.gov.br/estimativa/2012/index.asp?ID=2>>, acesso em 25/08/2013.

SAUDÁGUA. **Fatos e mitos sobre a tecnologia ultravioleta**. Disponível em <<http://www.saudagua.com.br/fatos-e-mitos-sobre-uv.html>>. Acesso em 01/05/2013.

TAVARES, José Roberto; CARVALHO, Antônio Carlos. **ANTIPLAQUETÁRIOS NA SÍNDROME CORONÁRIA AGUDA**. Disponível em <<http://clinicamedicaepm.wordpress.com/2008/09/02/antiplaquetarios-na-sindrome-coronaria-aguda/>>, acesso em 01/05/2013.

VIVAS, Wanessa Lordêlo P. **Manual prático de hematologia**. [s.d]. Disponível em <<http://www.aa.med.br/upload/biblioteca/Manual%20de%20Hematologia.pdf>>, acesso em 09/08/2013.



## A UTILIZAÇÃO DA VERMICULITA NA ADSORÇÃO DE HIDROCARBONETOS DE AMBIENTES AQUÁTICOS

Camila Andrade Uttler<sup>1</sup>, Sérgio André Souza Mont'Alvere<sup>1</sup> e João Batista de Castro David Junior<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Fortaleza, Avenida Treze de Maio nº 2081, 60040-215, Fortaleza – CE, Brasil.

<sup>2</sup>Universidade Federal do Ceará (UFC), Avenida da Universidade nº 2853, 60020-181, Fortaleza – CE, Brasil.

**Resumo:** Uma das maiores catástrofes ambientais que podem acontecer são os grandes derramamentos de petróleo, fundamentalmente quando estes acontecem em regiões costeiras. O petróleo fica suspenso, formando manchas na camada superficial das águas, bloqueando a passagem da luz, afetando a fotossíntese, além de impedir as trocas de gases entre a água e o ar. Além da degradação ambiental, a remediação de ambientes marinhos contaminados por hidrocarbonetos possui alto custo. Portanto, o objetivo principal do projeto é desenvolver um método, barato e eficaz, para a remoção de óleo da superfície do mar com a vermiculita. A vermiculita foi expandida e hidrofobizada com cera de carnaúba. Realizaram-se testes para avaliar a eficiência do mineral na adsorção do petróleo da superfície marinha. Os testes obtiveram resultados expressivos, qualificando a água contaminada como não poluída (ppm < 2,4). Pretende-se, com o projeto, substituir os métodos convencionais de remediação de águas poluídas, que são caros e, em grande parte, ineficazes, pela vermiculita expandida hidrofobizada uma vez que mostrou-se eficaz e com baixo custo de produção. Os testes continuam a ser realizados para otimizar os métodos e a aplicação do mineral.

**Palavras-chaves:** Hidrocarbonetos; Adsorção; Vermiculita.

**Abstract:** Oil spills are one of the major environmental disasters that can, especially when they occur in coastal regions. The oil is suspended, forming spots on the surface layer of water, blocking the light, affecting photosynthesis, and impeding gas exchange between water and air. In addition to the remediation of environmental consequences, degradation of marine environments contaminated by oil has a high cost. This, the project's main objective is to develop and inexpensive and effective method for removing oil from the sea surface with the vermiculite. The vermiculite was expanded and hydrofobized with carnauba wax. We conducted tests to evaluate the efficiency of the mineral in absorbing oil from the surface of the ocean. The expressive results that we obtained qualified the contaminated water as unpolluted (ppm < 2.4). The main purpose of this project is to replace the conventional methods of remediation of polluted waters, which are expensive and largely ineffective, for the expanded hydrofobized vermiculite since it is proven effective and had low cost of production. The tests continue to be performed to optimize the methods and the application of the mineral.

**Keywords:** Hydrocarbons; Adsorption; Vermiculite.

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 Poluição Marinha por Petróleo

O ambiente marinho, devido à sua vastidão, sempre absorveu concentrações elevadas de substâncias estranhas. Estas substâncias incluem subprodutos de indústrias, águas contaminadas com pesticidas e herbicidas agrícolas, efluentes urbanos, óleos e misturas oleosas lançadas ao mar por embarcações.

Outras substâncias, como o petróleo, que tem origem em fontes naturais, não apresentam danos significativos aos organismos marinhos, mas o aumento desenfreado do consumo de petróleo pelas economias desenvolvidas alterou significativamente esse quadro.

A poluição marinha com petróleo não respeita fronteira, pois certas substâncias, ao serem lançadas ao mar, se dispersam com facilidade. Algumas sofrem alterações biológicas, físicas e químicas, são transportadas pelo vento e correntes marinhas para longe ou próximo da linha da costa de alguns países e acabam por se misturarem aos sedimentos, à atmosfera e à biota (plânctons, animais), podendo causar efeitos indesejáveis.

As principais fontes responsáveis pela poluição dos mares e oceanos por óleo no mundo estão distribuídas em cinco categorias:

- Fontes naturais;
- Poluição atmosférica;
- Operações e Acidentes com petroleiros (vazamentos);
- Produção off-shore;
- Despejos industriais e urbanos.

Dentre as causas principais de poluição marinha no mundo, as atividades envolvendo navios petroleiros (Gráfico 1) são os que mais contribuem para contaminar e, conseqüentemente, poluir o meio ambiente.



**Gráfico 1:** Principais contribuintes da poluição marinha.

Fonte: ITOPF, 2001.

### 1.2 A vermiculita

A vermiculita, é um silicato hidratado de magnésio, alumínio e ferro com uma estrutura micáceo-lamelar e clivagem basal. O termo vermiculita é utilizado também para designar comercialmente um grupo de minerais micáceos constituído por cerca de dezenove variedades de silicatos hidratados de magnésio e alumínio, com ferro e outros elementos. O nome vermiculita é derivado do latim *vermiculus*, que significa pequeno verme, e se deve ao fato de que esse material se expande sob aquecimento, durante o qual suas partículas movimentam-se de forma semelhante à dos vermes.

O mineral comercializado na forma expandida apresenta propriedades, como baixos valores de massa específica aparente e de condutividade térmica.

Essas características, associadas à granulometria, tornam o produto de vermiculita bastante atrativo para sua utilização em diversas áreas, dentre as quais, na construção civil, na agricultura, nas indústrias química, de tintas, etc.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Caracterização Tecnológica da Vermiculita

A composição química das amostras foi obtida por fluorescência de raios X em um equipamento modelo TPW - 2400 da marca Philips, que identificou os principais compostos químicos:  $Fe_2O_3$ ,  $P_2O_5$ ,  $CaO$ ,  $MgO$ ,  $SiO_2$  e  $Al_2O_3$ .

Para identificação em difração de raios X (DRX), utilizou-se um difratômetro de raios X Bruker - AXS, com radiação  $CuK$  e operando com 40KV e 35mA. O ângulo de detecção variou entre 5 e 70º com passo de 0,02º, com tempo de contagem de 1,0 segundo por passo. A interpretação dos difratogramas, para identificação das fases mineralógicas, foi realizada por comparação com os padrões contidos no banco de dados PDF-02 (ICDD, 1996) em software Bruker DiffracPlus.

### 2.2 Processos de expansão e hidrofobização da vermiculita

No processo de expansão, as amostras de vermiculita, de tamanho uniforme, foram pesadas e colocadas em cadinhos, logo após foram levadas ao forno mufla durante 15 minutos na temperatura de 800º C (condições determinadas por Pinto, 1994), com o objetivo de eliminar a umidade adsorvida na argila nas condições ambientais.

No processo de hidrofobização, as amostras de vermiculita foram submetidas a tratamentos com a cera de carnaúba (agente hidrofobizante), visto que, nos estudos realizados por Pinto (1994), este agente apresentou um dos melhores resultados, entre outros agentes testados. Para cada grama (g) de vermiculita, 5% em peso de cera

de carnaúba foram utilizadas para hidrofobizá-la. Estas massas foram misturadas e agitadas, em um beaker, por dois minutos e aquecidas em manta na temperatura de 190°C.

Cuidados foram tomados durante a hidrofobização, para que a temperatura não ultrapassasse este valor, pois, acima de 200° C, a cera de carnaúba se evapora. Deixou-se esfriar a temperatura ambiente e as amostras foram acondicionadas em recipientes de vidro.

Durante o processo de hidrofobização, as amostras de vermiculita foram pesadas antes e depois, para confirmar o ganho de 5% em massa, correspondente à cera de carnaúba.

A cera de carnaúba foi gentilmente doada pelo Laboratório de Tecnologia de Tensoativos, fornecida pela Empresa Machado S. A. Comércio e Indústria, Fortaleza – CE, denominada como cera de carnaúba (em escamas) de cor amarela.

### 2.3 Teste com petróleo bruto e refinado

Os testes foram realizados nos laboratórios de tecnologia química e química analítica do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE. O petróleo foi gentilmente cedido pela empresa Petróleo Brasileiro S/A – PETROBRAS CE.

Baseando-se nas regras internacionais, os parâmetros da qualidade da água, segundo o teor de óleos e graxas em ppm, é de:

**Tabela 1:** Classificação da água segundo o teor de óleos e graxas.

TOG (ppm)	Classificação
0,0 – 2,4	Boa
2,5 – 5,0	Tolerável
> 5	Ruim

Fonte: SILVAMAR, 2001.

Os testes de adsorção de óleo contaminante pela vermiculita expandida e hidrofobizada foram realizados em superfície de água doce. Os óleos contaminantes utilizados foram o petróleo bruto e o HD SAE40 (1 kg), e massa de 100g de vermiculita expandida e hidrofobizada, com o objetivo de se obter a quantidade máxima adsorvida de óleo por grama do mineral. O procedimento experimental utilizado nos testes de adsorção baseou-se na simulação de um derramamento de óleo em uma superfície aquática. Uma massa de óleo foi derramada cuidadosamente sobre a superfície da água contida em um recipiente e em seguida a vermiculita hidrofobizada foi espalhada por sobre este óleo.

Após intervalos de tempo pré-determinados, o leito de vermiculita impregnado com óleo foi recolhido.

O aparato experimental utilizado foi um reservatório de água, retangular, feito em polipropileno e com capacidade para 40 L (utilizando 75% da capacidade total). A remoção da vermiculita impregnada com óleo foi feita cuidadosamente, para que não haja a desaglomeração do leito.

Após o experimento, um novo teste foi realizado para avaliar a eficiência da absorção da vermiculita expandida hidrofobizada.

O procedimento experimental de medida de quantidade de óleo adsorvida é utilizado como uma avaliação preliminar da eficiência do processo, mas aconselha-se que, para as medidas finais de eficiência, sejam feitas análises químicas ou testes físicos de remoção do óleo mais precisos.

O objetivo destes ensaios foi verificar a quantidade de massa de óleo adsorvida com o tempo, a eficiência da adsorção e a concentração residual de óleo não adsorvida, ou seja, remanescente.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 3.1 Resultado da caracterização tecnológica

Na composição química das vermiculitas, nas formas natural e expandida, verifica-se que não ocorreu variação significativa nos valores dos compostos identificados nas amostras na forma natural e expandida. Basicamente as vermiculitas são compostas pelos óxidos: SiO<sub>2</sub>, MgO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, e a maior perda ao fogo foi observada na vermiculita da UBM na forma natural. Com base no resultado, foram estimadas as fórmulas químicas das amostras como mostra a Tabela 2.

**Tabela 2:** Fórmulas químicas das amostras de vermiculita.

FORMA	FÓRMULA QUÍMICA
Natural	(Mg) <sub>3,31</sub> (Fe) <sub>0,37</sub> [(Si) <sub>3,20</sub> (Al) <sub>0,58</sub> O <sub>6,52</sub> ] (OH) <sub>2</sub> 7H <sub>2</sub> O
Expandida	(Mg) <sub>3,60</sub> (Fe) <sub>0,35</sub> [(Si) <sub>3,60</sub> (Al) <sub>0,61</sub> O <sub>7,10</sub> ] (OH) <sub>2</sub> 1,58 H <sub>2</sub> O
Natural	(K) <sub>0,33</sub> (Mg) <sub>2,82</sub> (Fe) <sub>0,38</sub> [(Si) <sub>3,00</sub> (Al) <sub>0,64</sub> O <sub>7,04</sub> ] (OH) <sub>2</sub> 4 H <sub>2</sub> O
Expandida	(K) <sub>0,34</sub> (Mg) <sub>3,18</sub> (Fe) <sub>0,37</sub> [(Si) <sub>3,17</sub> (Al) <sub>0,73</sub> O <sub>6,63</sub> ] (OH) <sub>2</sub> 2 H <sub>2</sub> O

Fonte: Os autores.

### 3.2 Processo de expansão

A vermiculita foi submetida à expansão em forno mufla, onde ocorreu, aproximadamente, 15% de perda de água.

**Tabela 3:** Comparativo da massa da vermiculita antes/após o processo de expansão.

FAIXA GRANULOMÉTRICA	MASSA INICIAL DO MINERAL (MI)	MASSA FINAL DO MINERAL (MF)
-10+14# *	400g	338,10g

\* Faixa granulométrica classificada de acordo com a Tabela 4.  
Fonte: Autores

**Tabela 4:** Classificação da faixa granulométrica.

COMPRIMENTO, L	10 CM
VOLUME, $V_L$	166,106 cm <sup>3</sup>
MASSA DO ADSORVENTE, $M_L$	45 g
DENSIDADE DO LEITO, $P_L$	0,271 g/cm <sup>3</sup>
POROSIDADE, $E_L$	0,5457

### 3.3 Resultado do processo de hidrofobização

Depois de ter feito o balanço de massa, verificou-se que houve uma perda de massa da cera de carnaúba na hidrofobização de aproximadamente 0,26%, isto pode ser devido ao manuseio do material na etapa de pesagem.

Os testes mostraram que a vermiculita, depois da hidrofobização, sofreu alteração de 4,74% em peso de cera carnaúba após balanço de massa.

### 3.4 Resultado do teste com petróleo bruto e refinado

Os testes realizados para avaliar o teor de óleos e graxas antes de aplicado à vermiculita foi classificado como ruim, pois mostrou parâmetros de qualidade do teor de óleos e graxas acima de 8,6 ppm quando acima de 5 ppm a qualidade da água é considerada ruim.

Após os testes com a vermiculita expandida hidrofobizada, a água mostrou ppm de 0,9, classificando a água como de boa qualidade e não prejudicial ao meio ambiente.

Nos testes com petróleo refinado realizados para avaliar o teor de óleos e graxas na água onde foi colocado óleo refinado HD SAE40, foi classificado como ruim, pois mostrou parâmetros de qualidade do teor de óleos e graxas de 8,3 ppm.

Após os testes com a vermiculita expandida hidrofobizada, a água mostrou ppm de 0,76, classificando a água como de boa qualidade.

## 4 CONCLUSÃO

O estudo comprova a viabilidade técnica da utilização da vermiculita hidrofobizada como um material de alta capacidade de adsorção de compostos orgânicos, podendo ser empregada no tratamento de derramamentos de óleos e derivados do petróleo, em superfícies aquáticas.

Os resultados do projeto mostram a possibilidade da utilização de um método que reduz os impactos e a degradação ambiental causados pelo derrame de óleo no mar, superando os métodos convencionais em custo-produção e efetividade.

Desenvolveu-se um produto que evita que o óleo alcance as regiões costeiras, onde seus danos são maiores, removendo o óleo em alto mar.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, M.R.M.P.; NOV AES, A.C. -Remoção de Metais Pesados de Efluentes Industriais por Aluminossilicatos, Química Nova, Vol. 25, No. 6B, pp. 1145-1154,2002.

Al-Subu, M. M.; The interaction effects of cypress (*Cupressus sempervirens*), cinchona (*Eucalyptus longifolia*) and pine (*Pinus halepensis*) leaves on their efficiencies for lead removal from aqueous solutions, Advances in Environmental Research, p. 1-8, 2001.

Brito, Walkiria Maria Lima de, Contribuição da cera de carnaúba e suas aplicações tecnológicas: emulsões, Dissertação de Mestrado, UFRN, PPGEQ, Natal – RN, Brasil,1992.

FRANÇA, S.C.A. e LUZ, A.B. Utilização de vermiculita como adsorvente de compostos orgânicos poluentes. Relatório Técnico, CETEM/MCT, Rio de Janeiro, 35p, 2002.

França, S.C.A.; Luz, A.B. – Utilização da Vermiculita como Adsorvente de Compostos Orgânicos Poluentes da Indústria do Petróleo. In: XIX Encontro Nacional de Tratamento de Minérios E Metalurgia Extrativa, Recife, Pernambuco. Anais do Congresso, Vol. 2, pp. 547-553, 2002.

ILOPF - International Tanker Owners Pollution Federation, Accidental Tanker Oil Spill Statistics. International Tanker Owners Pollution Federation Ltd., London, 2001a.

NIHOUL, C. e DUCROTY, J.P., Impact of Oil on The Marine Environment: Policy of the Paris Commission on Operation Discharges from Off-Shore Industry, Marine Pollution Bulletin, v.29, n. 6, pp. 323-329, 1994.

Pinto, Carlos Henrique Catunda, Vermiculita Hidrofobizada como agente adsorvente de óleo em águas, Dissertação de Mestrado, PPGEQ - UFRN, Natal, RN, Brasil, 1994.

Silva Jr., U.G.; Mello, M.A.F.; Silva, A.F. **Adsorption of crude oil on anhydrous and hydrophobized vermiculite**, *Journal of Colloid and Interface Science*, No. 260, pp. 302-304, 2003.

SIVAMAR – **Sistema de Vigilância Marítima. Poluição Marinha por Petróleo** [on line]. Disponível na internet via <http://www.sivamar.org/pesquisa/polho1.htm> Acesso em Junho de 2001.



## UTILIZAÇÃO DA CASCA DO ABACAXI PARA O DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS DE PANIFICAÇÃO

André de Lima Berzagui<sup>1</sup>, Yasmin M. Ferrari Pereira<sup>1</sup>, Mariane Alves Palacios<sup>1</sup>, Tainara de Moraes Crizel<sup>2</sup>, Simone Hickmann Flôres<sup>2</sup>, Flávia Santos Twardowski Pinto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal do Rio Grande do Sul, Campus Osório, Avenida Santos Dumont n° 2127, 95520-000, Osório – RS, Brasil.

<sup>2</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Avenida Paulo Gama n° 110, 90040-060, Porto Alegre – RS, Brasil.

**Resumo:** A indústria de alimentos vem sendo constantemente desafiada a desenvolver novos produtos a fim de atender o mercado consumidor. Enquanto se observa o crescimento do número de pessoas preocupadas em aumentar a ingestão de fibras alimentares em suas dietas visando uma alimentação mais saudável, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) afirma que o consumo de fibras pela população brasileira é insuficiente em 68% da população brasileira. Tendo em vista que a casca do abacaxi é um resíduo agroindustrial e que a mesma é rica em fibras, o objetivo deste projeto foi elaborar a farinha da casca de abacaxi (FCA) e utilizá-la no desenvolvimento de um produto de panificação. Foram desenvolvidos dois produtos de panificação com a FCA, um bolo de chocolate e um pão integral. Foi realizado um planejamento fatorial 2<sup>2</sup> com quatro pontos centrais, a fim de avaliar a influência das variáveis FCA e farinha de trigo no desenvolvimento do bolo de chocolate e outro planejamento fatorial 2<sup>2</sup>, com quatro pontos centrais, com a finalidade de avaliar a influência das variáveis FCA e farinha integral no desenvolvimento do pão integral. Os produtos produzidos foram avaliados por assessores sensoriais através de um método quantitativo, método de escala hedônica estruturada de nove pontos. A Análise de Variância foi utilizada para avaliar a significância do modelo proposto a 5% e 10% e para verificar a diferença significativa entre as diferentes formulações. Pode-se observar que a formulação melhor aceita pelos assessores foi a de número 2.

**Palavras-chaves:** Análise sensorial; Fibra alimentar; Panificação; Resíduo agroindustrial.

**Abstract:** The food industry has been constantly challenged to develop new products to consumers. People are concerned about increasing the intake of fiber in their diets towards a healthier diet. The National Agency for Sanitary Surveillance (ANVISA) said fiber intake by the Brazilian population is insufficient in 68% of the population. Considering that pineapple's peels are an agro-industrial residue and that it is rich in fiber, the main purpose of this project was to produce a flour of pineapple peel (FPP) and use it in the development of a bakery product. We developed two bakery products with FPP, a chocolate cake and brown bread. We conducted a 2<sup>2</sup> factorial design with four central points in order to assess the influence of variables FPP and wheat flour in the development of chocolate cake and another 2<sup>2</sup> factorial design with four central points in order to assess the influence of variables FPP and whole wheat flour in the development of bread. The products were evaluated by sensory assessors through a quantitative method - the method of hedonic scale of nine points. Analysis of variance was used to assess the significance of the proposed model to 5% and 10% and to verify significant differences between the different formulations. It can be observed that the formulation was better accepted by the assessors was the number 2.

**Keywords:** Sensory analysis; Dietary fiber; Baking; Agro-industrial residue.

## 1 INTRODUÇÃO

A produção brasileira de frutas vem crescendo com o passar dos anos. Uma parte desta produção é destinada para as agroindústrias processarem. Junto a este crescimento pode-se identificar discussões sobre o adequado descarte dos resíduos gerados durante o beneficiamento. Pereira et al. (2003) afirmam que existe uma preocupação mundial focada na possibilidade de aproveitamento máximo dos recursos alimentícios disponíveis aliada ao esforço de melhorar o valor nutritivo da dieta da população bem como reduzir a geração de resíduos oriundos das indústrias de alimentos.

Tendo em vista a grande escala de cultivo do abacaxi no Brasil, torna-se preocupante o fato de que as empresas, que processam o fruto, aproveitam, na maioria das vezes, somente a polpa, descartando as demais partes. Como consequência, o descarte da casca, talo e cora torna-se preocupante, pois esse valor é cerca de 73 % (BOTELHO et al., 2002). Desta forma, torna-se importante que se vise uma utilização dos resíduos descartados do abacaxi, pois estas partes da fruta são ricas em nutrientes. Um exemplo é o alto teor de fibras da casca do abacaxi.

Além disso, esse aproveitamento é de suma importância para a população tendo em vista do consumo brasileiro de fibras, que é abaixo do recomendado. Esse aproveitamento pode ser visto como uma das soluções possíveis na utilização dos resíduos do abacaxi em produtos de panificação.

Desta forma, produtos de panificação podem ser utilizados como veículos para incorporação de fibras. Considerando a atual carência da população da ingestão de fibras alimentares aliado à importância de minimizar os impactos ambientais gerados pelas indústrias de alimentos, este trabalho tem como objetivo a produção de uma farinha da casca do abacaxi para aplicar em produtos de panificação.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

A Metodologia utilizada neste projeto abrange uma pesquisa aplicada, realizada através de experimentação, onde a abordagem selecionada para quantificação dos dados será quantitativa.

Abaixo seguem as etapas, procedimentos e variáveis desta pesquisa.

### 2.1 Produção da farinha da casca de abacaxi

As cascas do abacaxi foram doadas pela empresa Degasperi Atacadista, situada no município de Estrela. Esta empresa produz produtos minimamente processados para grandes mercados.

Foi realizado um estudo para a adequação da produção da farinha de abacaxi. As operações unitárias, ini-

ciais, para a produção da farinha foram: (i) higienização dos frutos em água corrente; (ii) higienização com cloro; (iii) enxague em água corrente; (iv) cortes em pedaços de aproximadamente 3 cm<sup>2</sup>; (v) secagem em forno a 55°C até atingir umidade de 10%; (vi) trituração em liquidificador.

### 2.2 Produção do produto de panificação

Foram realizados testes preliminares para verificar o comportamento da farinha da casca do abacaxi e a aceitação dos consumidores através da produção de um bolo de chocolate e um pão integral. Nos pães integrais foram utilizadas a farinha integral e farinha de centeio. Foram utilizados 17% de FCA (farinha da casca do abacaxi) no bolo de chocolate e 9% no pão integral.

### 2.3 Planejamento fatorial

Foram realizados dois Planejamentos Fatoriais, um para o desenvolvimento de um bolo de chocolate e outro para o desenvolvimento de um pão integral.

No desenvolvimento do bolo de chocolate foram realizados 7 (sete) experimentos, utilizando-se o planejamento fatorial 2<sup>2</sup>, com três pontos centrais, a fim de avaliar a influência das variáveis farinha de trigo e farinha da casca do abacaxi (FCA), de acordo com a metodologia desenvolvida por Neto, Scarminio e Bruns (2001). Os fatores de resposta avaliados foram os atributos sensoriais sabor, sabor residual, textura e aceitação global (Dutcosky, 2011). Os demais insumos permaneceram constantes, como o fermento químico, ovos, óleo, açúcar, achocolatado e água. A Tabela 1 apresenta os valores codificados e reais do planejamento.

**Tabela 1:** Valores codificados e reais do Planejamento Experimental - bolo

ENSAIOS	NÍVEIS CODIFICADOS		NÍVEIS REAIS (G)	
	X1*	X2*	X1*	X2*
1	-1	-1	270	40
2	1	-1	310	40
3	-1	1	270	80
4	1	1	310	80
5	0	0	290	60
6	0	0	290	60
7	0	0	290	60

\* X1 = FARINHA DE TRIGO; X2 = FCA

O modelo linear para a predição das quantidades de farinha de trigo e FCA para o bolo de chocolate pode ser visualizado na equação 1.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \varepsilon \quad (1)$$

Onde  $Y$  representa a resposta para o atributo sensorial avaliado pelos assessores sensoriais,  $\beta_0$  é o coeficiente de intercepção,  $\beta_1$  e  $\beta_2$  são os coeficientes lineares e  $x_1$  e  $x_2$  representam as variáveis estudadas, farinha de trigo e FCA respectivamente. As variáveis codificadas foram definidas de acordo com a equação 2:

$$x_i = \frac{X_i - X_0}{\Delta X_i} \quad (2)$$

Onde  $x_i$  é o valor codificado para a variável independente,  $X_i$  é o valor real para a variável independente,  $X_0$  é o valor real da variável independente no ponto central e  $\Delta X_i$  é o valor de mudança de passo.

No desenvolvimento do pão integral foram realizados 8 (oito) experimentos, utilizando-se o planejamento fatorial 2<sup>2</sup>, com quatro pontos centrais, a fim de avaliar a influência das variáveis farinha de trigo integral (FI) e FCA de acordo com a metodologia desenvolvida por Neto, Scarminio e Bruns (2001). Os fatores de resposta avaliados foram os atributos sensoriais sabor, sabor residual, textura e aceitação global (Dutcosky, 2011).

Os demais insumos permaneceram constantes, como o fermento biológico, farinha de trigo, água, sal, e água. A Tabela 2 apresenta os valores codificados e reais do planejamento.

Salienta-se que foi avaliado um modelo matemático para cada um dos atributos sensoriais estudados, sendo  $Y$  a resposta medida para cada um destes atributos.

O modelo linear para a predição das quantidades de farinha de trigo integral (FI) e FCA para o pão integral são semelhantes às equações 1 e 2.

O software utilizado para verificar o modelo foi o Statistica 10.0 da Statsoft para Windows. ANOVA foi utilizada para avaliar a significância do modelo proposto a 5% e 10%.

**Tabela 2:** Valores codificados e reais do Planejamento Experimental - pão

ENSAIOS	NÍVEIS CODIFICADOS		NÍVEIS REAIS (G)	
	X1*	X2*	X1*	X2*
1	-1	-1	340	50
2	1	-1	540	50
3	-1	1	340	250
4	1	1	540	250
5	0	0	440	150
6	0	0	440	150
7	0	0	440	150
8	0	0	440	150

\* X<sub>1</sub> = FI; X<sub>2</sub> = FCA

## 2.4 Análise sensorial

Foi utilizado um método quantitativo, método de escala hedônica estruturada de 9 pontos, onde 1 corresponde a “desgostei muitíssimo”, 5 “nem gostei nem desgostei” e 9 a “gostei muitíssimo”. Os julgadores avaliaram as amostras e quantificaram a aceitação dos atributos sabor, sabor residual, textura e a aceitação global. Todas as amostras foram codificadas utilizando-se três dígitos ao acaso (Dutcosky, 2011).

Foi realizada ainda a Análise de Variância de um fator para cada atributo a 5 e 10% de confiança. O teste de Tukey foi utilizado quando houve diferença significativa. Através desse teste é possível identificar uma ou mais formulações que possuem médias atípicas. O primeiro passo é calcular um limite de decisão ( $L_d$ ) baseado no desvio padrão das médias das formulações -  $L_d = 3 \times \sqrt{MQR/n_c}$  onde  $n_c = (n_1 + n_2 + \dots + n_i) / I$ . O segundo passo é ordenar as formulações em ordem crescente ou decrescente dos valores médios e compará-las duas a duas. A diferença entre as médias será considerada significativa se o valor for maior que  $L_d$  (Montgomery, 2008).

As fichas de Análise Sensorial utilizadas para o planejamento fatorial, descritas no item 2.3, podem ser observadas no modelo de Ficha de análise sensorial na Figura 1.

Nome:		Data:			
Você está recebendo quatro amostras de pão integral / bolo elaborado utilizando a farinha da casca do abacaxi. Avalie as amostras de acordo com a ficha:					
Aceitação 1 – Desgostei muitíssimo 2 – Desgostei muito 3 – Desgostei moderadamente 4 – Desgostei levemente 5 – Nem desgostei nem gostei 6 – Gostei levemente 7 – Gostei moderadamente 8 – Gostei muito 9 – Gostei muitíssimo		Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4
	Sabor				
	Sabor Residual				
	Textura				
	Aceitação Global				
	Você compraria este produto?				
	Comentários:				

**Figura 1:** Modelo de Ficha de análise sensorial para o Planejamento Experimental. Atribua a cada característica uma nota de acordo com a tabela acima.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Abaixo seguem os resultados descritos e discutidos.

#### 3.1 Produção da farinha da casca de abacaxi

A farinha da casca do abacaxi (FCA) foi produzida de acordo com as etapas descritas no item 2.1. Como a granulometria ficou elevada com a produção de forma artesanal, foram realizadas adaptações nas operações unitárias, sendo estas: (i) higienização dos frutos em água corrente; (ii) higienização com cloro; (iii) enxague em água corrente; (iv) cortes em pedaços de aproximadamente 3 cm<sup>2</sup>; (v) secagem em estufa a 55 °C por 24 horas; (vi) moagem em moinho tipo Arbel, modelo MCF55; (vii) peneiramento em peneiras de 35 mesh.

A farinha produzida teve sua umidade em 10%.

#### 3.2 Planejamento fatorial

Antes da realização do planejamento fatorial, foram realizados testes preliminares para verificar a aceitabilidade de bolo e pão utilizando a FCA. Nestes, foi verificado que os assessores sensoriais aprovaram os produtos produzidos, não havendo diferença significativa nos atributos Sabor e Aceitação Global a 5 e 10% de confiança em relação aos pães produzidos com FCA e farinha de centeio ou integral. Os atributos ficaram com média de 8,0.

Os testes preliminares dos bolos também foram aceitos pelos assessores sensoriais, tendo uma média de aceitabilidade no atributo Aceitação Global de 8,2.

Através do planejamento fatorial para o bolo de chocolate verificou-se que a interação entre a farinha de trigo e FCA foram significativas para o atributo Sabor a 10% de confiança. Para os atributos Sabor Residual, Textura e

Aceitação Global não houve efeito significativo.

A influência das variáveis farinha de trigo e FCA foram avaliadas estatisticamente, bem como as interações entre elas. Os efeitos foram calculados com o auxílio do programa Statistica 10.0. Segundo Box, Hunter e Hunter (1978), através da comparação dos valores dos efeitos estimados para cada variável, com erro padrão associado, é possível prever a influência de cada resposta estudada. Por isso, de acordo com a Tabela 3, verificou-se que um parâmetro afetou significativamente o atributo Sabor do bolo, sendo ele a interação entre a farinha de trigo e a FCA a 90% de confiança.

**Tabela 3:** Análise de Variância do modelo matemático para o atributo

Fonte	SQ	GL	MQ	F calculado	P
Farinha de trigo (L)	0,0001	1	0,00012	0,0028	0,96
FCA (L)	0,2012	1	0,20125	4,6030	0,12
Farinha de trigo x FCA	0,3290	1	0,32903	7,5255	0,07
Erro	0,1311	3	0,04372		
Total	0,6615	6			

SQ=soma quadrática, GL=graus de liberdade, MQ=média quadrática

O modelo matemático para o atributo Sabor pode ser observado na equação 3.

$$y = 7,44 + 0,0055x_1 - 0,224x_2 - 0,286x_1 x_2$$

Onde,  $x_1$  é a quantidade de farinha de trigo e  $x_2$  é a quantidade de FCA. A porcentagem de ajuste da regressão foi de 80%.

Observou-se que houve interação entre as variáveis farinha de trigo e FCA, conforme pode ser observado na Superfície de Resposta na Figura 2. À medida que a quan-

tidade de farinha de trigo é aumentada e a quantidade de FCA é diminuída, há um aumento da aceitação do atributo Sabor pelos assessores sensoriais. De forma semelhante, quando há o aumento da quantidade de FCA e diminuição da farinha de trigo, os assessores sensoriais também aceitam o atributo Sabor.

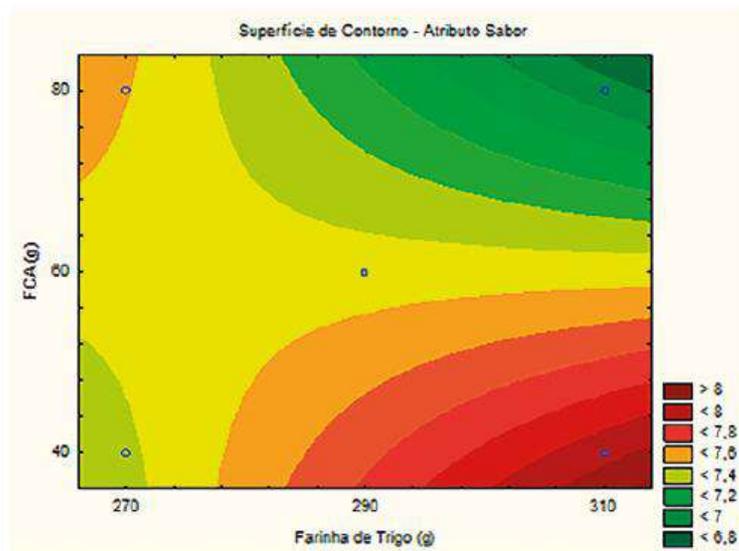


Figura 2: Superfície de contorno do atributo sabor

Realizou-se também a Análise de Variância (ANOVA) de um fator para as formulações, a fim de verificar se os assessores sensoriais diferenciavam as formulações propostas. Verificou-se que, para todos os atributos - Sabor, Sabor Residual, Textura e Aceitação Global - os assessores observaram diferença significativa nas diferentes formulações a 5% de confiança.

Devido ao fato destes atributos mostrarem diferença significativa, foi realizado o teste de Tukey, com objetivo de identificar qual formulação apresentava a diferença. Desta forma, foi constatado que a formulação 2, apresentou diferença, para os atributos Sabor, Sabor Residual e Aceitação. Esta formulação possui menores quantidades de FCA e maiores quantidades de farinha de trigo. Ressalta-se que a formulação 2 foi a melhor aceita pelos assessores sensoriais, uma vez foi a formulação com as maiores notas atribuídas pelos assessores sensoriais. Além disso, os assessores indicaram, na análise sensorial,

que comprariam o produto degustado. Já para o atributo Textura as formulações 3 e 2 foram melhor aceitas pelos consumidores, não havendo diferença de médias entre elas. Já a formulação 3 é a que contém maior quantidade de farinha de trigo e maior quantidade de FCA. Portanto, em relação ao atributo Textura, pode-se utilizar tanto a formulação 3 como a 2 para obtenção das melhores texturas.

Foi realizada ainda uma quantificação matemática da quantidade de fibra dos produtos produzidos, obtendo-se os resultados apresentados na Tabela 4. Pode-se observar que a adição da FCA proporcionou um aumento considerável na quantidade de fibra alimentar dos produtos produzidos, passando a ser um produto "fonte de fibras", segundo a legislação, pois contém mais de 3g de fibra por 100g de produto. Anteriormente, era um produto sem quantidades consideráveis de fibra (Brasil, 1998).

**Tabela 4:** Comparação da quantidade de Fibra Alimentar nos bolos com e sem a FCA

FORMULAÇÕES	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
% DE FIBRA ALIMENTAR	Com FCA						
	2	2	4	4	3	3	3
	Sem FCA						
	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4

F = Formulação

Através do planejamento fatorial para o pão integral verificou-se que a farinha integral (FI) e a FCA foram significativas para o atributo Aceitação Global a 10% de confiança. Verificou-se também que a FCA apresentou efeito significativo para o atributo sabor residual. Já para os atributos sabor e textura, não houve efeito significativo.

A influência das variáveis FI e FCA foi avaliada estatisticamente, bem como as interações entre elas. Os efeitos

foram calculados com o auxílio do programa Statistica 10.0. Segundo Box, Hunter e Hunter (1978), através da comparação dos valores dos efeitos estimados para cada variável com erro padrão associado, é possível prever a influência de cada resposta estudada. Por isso, de acordo com a Tabela 5, verificou-se que dois parâmetros afetaram significativamente o atributo de Aceitação Global pão integral a 90% de confiança.

**Tabela 5:** Análise de variância do modelo matemático para o atributo Aceitação Global

Fonte	SQ	GL	MQ	F calculado	p
FI (L)	0,422	1	0,4228	5,092	0,0869
FCA (L)	0,842	1	0,8425	10,148	0,0333
FI x FCA	0,198	1	0,1986	2,392	0,1968
Erro	0,332	4	0,0830		
Total	1,796	7			

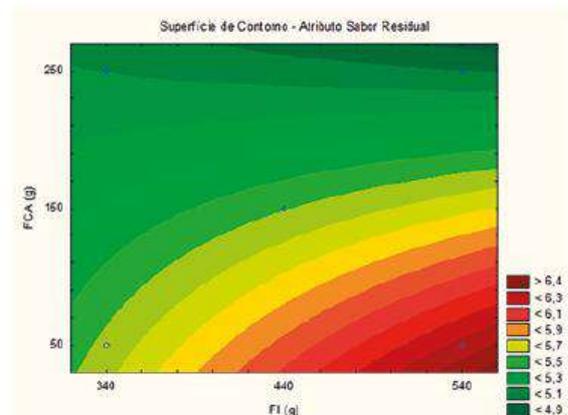
SQ=soma quadrática, GL=graus de liberdade, MQ=média quadrática

O modelo matemático para o atributo Sabor pode ser observado na equação 4.

$$y = 5,65 + 0,325x_1 - 0,458x_2 - 0,222x_1 x_2 \quad (4)$$

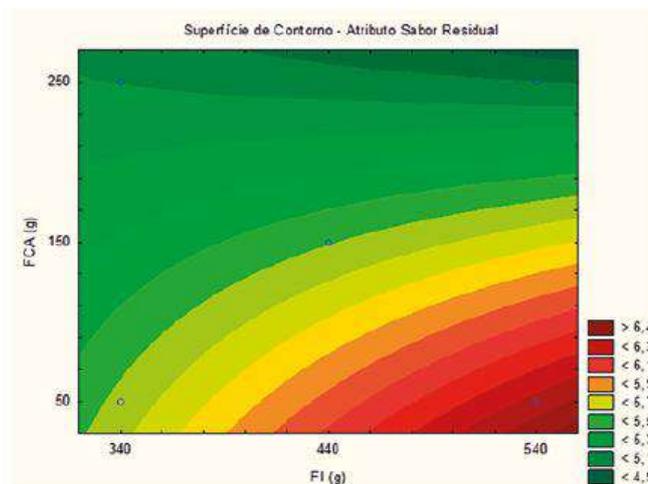
Onde,  $x_1$  é a quantidade de FI e  $x_2$  é a quantidade de FCA. A porcentagem de ajuste da regressão foi de 81,5%. Observou-se que, conforme aumenta a quantidade de FI e diminui a quantidade da FCA nas formulações, aumenta a aceitabilidade do produto pelos assessores sensoriais, conforme pode ser observado a Superfície de Resposta na Figura 3.

Situação semelhante ocorre no atributo Sabor residual. Neste, conforme aumenta a quantidade de FI e diminui a quantidade da FCA nas formulações, também ocorre o aumento da aceitabilidade do produto pelos assessores sensoriais, conforme pode ser observado a Superfície de Resposta na Figura 4.



**Figura 3:** Superfície de contorno do atributo Aceitação Global

A Tabela 6 apresenta a ANOVA para o atributo Sabor Residual a 90% de confiança.



**Figura 4:** Superfície de contorno do atributo Sabor Residual

**Tabela 6:** Análise de Variância do modelo matemático para o atributo Sabor Residual

Fonte	SQ	GL	MQ	F calculado	p
FI (L)	0,1263	1	0,126	1,097957	0,353852
FCA (L)	0,7794	1	0,779	6,773971	0,059879
FI x FCA	0,2029	1	0,202	1,763320	0,254918
Erro	0,4602	4	0,115		
<b>Total</b>	<b>1,5690</b>	<b>7</b>			

SQ=soma quadrática, GL=graus de liberdade, MQ=média quadrática

O modelo matemático para o atributo Sabor pode ser observado na equação 5.

$$y = 5,49 + 0,177x_1 - 0,441x_2 - 0,225x_1x_2 \quad (5)$$

Onde,  $x_1$  é a quantidade de FI e  $x_2$  é a quantidade de FCA. A porcentagem de ajuste da regressão foi de 70,6%.

Para os atributos Sabor e Textura, não houve efeito significativo.

Realizou-se também a Análise de Variância (ANOVA) de um fator para as formulações, a fim de verificar se os assessores sensoriais diferenciavam as formulações propostas. Verificou-se que, apenas para o atributo Aceitação Global, houve diferença significativa nas diferentes formulações a 5% de confiança. A Tabela 7 mostra a ANOVA.

**Tabela 7:** Análise de Variância para o atributo Aceitação Global

Fonte	SQ	GL	MQ	F calculado
Entre Grupos	58,39	7	8,34	2,06
Dentro Grupos	1085,91	268	4,05	
<b>Total</b>	<b>1144,30</b>	<b>275</b>		

SQ=soma quadrática, GL=graus de liberdade, MQ=média quadrática

Foi realizado o teste de Tukey, a fim de verificar qual a Formulação apresentava diferença significativa. Através desse teste, foi possível identificar que a Formulação 2 foi diferente das demais. Esta é a formulação que apresenta menores quantidades de FCA.

Foi realizada, ainda, uma quantificação matemática da quantidade de fibra dos produtos produzidos, obtendo-se os resultados apresentados na Tabela 8. Pode-se

observar que a adição da FCA proporcionou um aumento considerável na quantidade de fibra alimentar dos produtos produzidos, passando a ser um produto com “alto teor de fibras”, segundo a legislação, pois contém um mínimo de 6g de fibra por 100g de produto em todas as formulações. Anteriormente, era um produto sem quantidades consideráveis de fibra nas formulações 3 a 8 e fonte de Fibras nas formulações 1 e 2 (Brasil, 1998).

**Tabela 8:** Comparação da quantidade de Fibra Alimentar nos pães com e sem a FCA

FORMULAÇÕES	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
% DE FIBRA ALIMENTAR	Com FCA							
		6	9	8	8	8	8	8
	Sem FCA							
		3	3	2	2	2	2	2

F = Formulação

#### 4 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo geral o desenvolvimento de um produto de panificação acrescido de fibras alimentares oriundas da casca do abacaxi. A motivação partiu da constatação de que o consumo de fibras pela população brasileira é insuficiente e que os resíduos agroindustriais são um problema socioambiental. Pode-se verificar que a utilização de resíduos agroindustriais contribui diretamente na Produção mais Limpa propiciando a redução de resíduos e emissões.

A casca do abacaxi foi adequada para a produção de farinha, produto este rico em fibras alimentares. Além disso, foi possível produzir produtos de panificação, bolos e pães integrais, palatáveis e com boa aceitação pelos assessores sensoriais a partir da farinha produzida. A Metodologia de Superfície de Resposta aliada à análise sensorial foi utilizada neste projeto a fim de verificar a quantidade de FCA que poderia ser adicionada no desenvolvimento de produtos de panificação sem prejudicar o sabor.

Através do Planejamento Fatorial para o desenvolvimento do bolo de chocolate e pão integral pode-se verificar que houve boa aceitabilidade dos mesmos pelos assessores sensoriais em algumas formulações. Houve diferença significativa para os atributos Sabor Residual e Aceitação Global no desenvolvimento dos pães, indican-

do que os assessores preferiram as formulações com menores quantidades de FCA e maiores quantidades da farinha integral. Para o bolo de chocolate, constatou-se que houve diferença significativa para o atributo Sabor Residual, indicando que maiores quantidades de farinha de trigo e menores de FCA e menores quantidades de farinha de trigo e maiores quantidades de FCA são melhores aceitas. Os assessores indicaram ainda a intenção de compra destes produtos.

A Formulação 2 foi a melhor aceita pelos assessores sensoriais, tanto para o bolo quanto para o pão integral, fato este verificado estatisticamente a 5% de confiança. Verificou-se também que os produtos desenvolvidos apresentam quantidades elevadas de fibras alimentares em relação aos produtos sem adição da FCA.

Para a finalização deste trabalho, os modelos matemáticos descritos na seção anterior serão validados e a formulação obtida será testada em uma padaria local. Algumas questões relevantes que surgiram no decorrer dessa pesquisa podem ser apontadas como sugestões para os próximos estudos: (i) utilização de outros resíduos agroindustriais para a incorporação de fibras alimentares em produtos de panificação; (ii) desenvolvimento de outros produtos de panificação utilizando a FCA, como, por exemplo, iogurtes acrescidos de fibras e pastifícios.

## REFERÊNCIAS

BOTELHO, L. et al. Caracterização de fibras alimentares da casca e cilindro central do abacaxi Smooth cayenne. **Ciência e Agrotecnologia**, n.2, v.26, p.362-367, 2002.

BOX, G.E.; HUNTER, W.G.; HUNTER, J.S. **Statistics for experimental**: introduction to design, data analysis and model building. New York: John Wiley, 1978. P.406-416.

BRASIL. Portaria SVS/MS n.º27 de 13 de janeiro de 1998. Informação nutricional complementar.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 3ed. Curitiba: Champagnat, 2011.

MONTGOMERY, D.C. **Design and Analysis of Experiments**. New York: John Wiley and Sons, 2008.

NETO, B.B.; SCARMINIO, I.S.; BRUNS, R.E. **Como fazer experimentos**: pesquisa e desenvolvimento na ciência e na indústria. Campinas, Unicamp, 2001. 401p

PEREIRA, G. I. S. et al. Avaliação química da folha de cenoura visando ao seu aproveitamento na alimentação humana. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 4, 2003.

## Agradecimentos

CNPq, IFRS, UFRGS.



REALIZAÇÃO



APOIO

