

**A QUÍMICA VERDE APLICADA NA RECICLAGEM DO ÓLEO
RESIDUAL DE FRITURA EM UM PROJETO SOCIAL NA REGIÃO DO
RIO ARIBIRI, VILA VELHA-ES**

*THE GREEN CHEMISTRY APPLIED TO THE RECYCLING OF
RESIDUAL FRYING OIL IN A SOCIAL PROJECT IN THE ARIBIRI RIVER
REGION, VILA VELHA-ES*

Izabela de França Schaffel¹

Ingrid Langa Rodrigues¹

Nalia Santos Bozi¹

Raquel Augusta Barbosa Vindilino¹

Renata Adão de Carvalho¹

Wallace Nogueira Serafim dos Santos¹

Mauro Cesar Dias¹

¹Instituto Federal do Espírito Santo -Campus Vila Velha;

*Autor para correspondência: maurocesar@ifes.edu.br

Artigo submetido em 31/08/2018, aceito em 03/12/2019 e publicado em 15/08/2019.

Resumo: Neste trabalho foi feito o acompanhamento da coleta seletiva, adequação da reciclagem do óleo residual de fritura na produção de sabão ecológico e atividades de educação ambiental realizadas pelo Instituto Verde Vida na Região do Rio Aribiri, Vila Velha-ES no período de 2014-2018, com a responsabilidade técnica do Instituto Federal do Espírito Santo, campus Vila Velha. Os maiores registros dos insumos coletados na região no período avaliado foram de 0,9% para latas de alumínio, 66% para poli (tereftalato de etileno) e 1,7% para óleo residual de fritura, principalmente no ano de 2016. Com a aplicação dos princípios da Química Verde na reciclagem do óleo residual de fritura e produção de sabão ecológico foram alcançadas significativas melhoras na produção. O processo de fabricação em larga escala do sabão ecológico foi aperfeiçoado com planilha de controle de carga, o que proporcionou um produto final com os parâmetros avaliados de acordo com legislação (1% de alcalinidade livre e pH 11,50) e apresentou percentagem de limpeza acima de 98%. As ações de educação ambiental alcançaram um total de 641 pessoas entre público adulto, jovem e infato-juvenil no período avaliado.

Palavras-chave: Química Verde. Sabão. Óleo Residual de Fritura. Reciclagem.

Abstract: In this work, a follow-up of a selective collection was done, as well as the adaptation of the recycling of the residual frying oil to the production of ecological soap and environmental education activities carried out by the Green Living Institute in the Rio Aribiri Region, Vila Velha-ES, in the period of 2014-2018, with the technical responsibility of the Federal Institute of Espírito Santo, Vila Velha Campus. The highest records of inputs collected in the region during the evaluated period were 0.9% for aluminum cans, 66% for poly (ethylene terephthalate) and 1.8% for residual frying oil, especially in the year 2016. With the application of the principles of Green Chemistry in the recycling of residual frying oil and organic soap production we have achieved significant improvements in

production. The process of large-scale manufacture of ecological soap was improved with a load control worksheet, which provided a final product with the parameters evaluated according to legislation (1% free alkalinity and pH 11.50) and presented cleaning percentage above 98%. The actions of environmental education reached a total of 641 people among adult, young and child-juvenile during the evaluation period.

Keywords: Green Chemistry. Soap. Residual Frying Oil. Recycling.

1 INTRODUÇÃO

A Química está presente no nosso dia a dia e é encarada pelas pessoas de diversas maneiras. Isso pode ser exemplificado pelo conhecimento popular relacionado aos tratamentos de beleza, como por exemplo, os procedimentos de tingimento dos cabelos, bem como, corantes artificiais nos alimentos, que podem inclusive causar intoxicações. Neste contexto, devido à interação da população com esses produtos é necessário compreender que muitas substâncias químicas neles presentes podem gerar subprodutos potencialmente tóxicos ao homem ou agressivos ao meio ambiente (PRADO, 2003).

O óleo residual de fritura (ORF), utilizado por grande parte da população, é um perigoso agente poluente por provocar entupimento das tubulações das redes de esgoto e ocasionar sérios danos ambientais afetando a vida aquática, promovendo baixas concentrações de oxigênio. Além disso, o ORF quando degradado pode formar gás metano (CH_4), gás do efeito estufa (THODE FILHO et al., 2013; PITTA JR et al., 2013). Outro fator alarmante é a contaminação do solo porque gera impermeabilização, causando enchentes, comum no município de Vila Velha-ES em épocas de chuva intensa.

No entanto, a reciclagem do ORF é limitada à produção de biodiesel, produção informal de sabão ou destinada a aterro sanitário. Intensificando o problema, em 2016, a PETROBRÁS anunciou o fechamento da usina de biodiesel em Quixadá-CE e o início da

sua saída do setor, conforme divulgado na mídia (GLOBO, 2016). A partir dessa decisão, a reciclagem do ORF tende a ficar mais focada na produção de sabão ou destinada aos aterros sanitários.

O óleo de soja é a principal referência para quantificar a geração do ORF por ser o óleo comestível de maior consumo no Brasil. O consumo de óleo de soja aumentou de 4,2 milhões de t (toneladas) no período 2008/2009 para cerca de 8,0 milhões de t (8,7 bilhões de L) em 2016 segundo a Associação Brasileira de Óleos Vegetais (ABIOVE, 2016).

Assim, a geração de ORF no Brasil é estimada em cerca de 4 bilhões L/ano, sendo que 2 bilhões L são descartados (SILVEIRA e VIEIRA, 2014). Estima-se que 50% do óleo virgem se transformam em ORF durante os processos de fritura no preparo dos alimentos. Entretanto, a perspectiva da reciclagem de óleo vegetal comestível descartado é de somente 2,5 a 3,5% segundo a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), incluindo tanto a coleta para processo industrial, como produção de biodiesel, como a reciclagem caseira na fabricação de sabão. A reciclagem do ORF está diretamente relacionada ao desenvolvimento sustentável, cujo objetivo é melhorar a qualidade de vida diminuindo os danos ambientais. E isso está de acordo com os princípios da Química Verde.

A Química Verde (QV), conhecida como Química Limpa, foi definida pelos pesquisadores Paul T. Anastas e John C. Warner no livro “Química Verde: teoria e prática” de

1998 publicado pela Oxford University Press como "Química Verde consiste na utilização de um conjunto de princípios que reduzem ou eliminam o uso ou a geração de substâncias perigosas durante o planejamento, manufatura e aplicação de produtos químicos". Esses pesquisadores postularam os 12 princípios da Química Verde, que são:

1. Prevenção: é melhor prevenir a formação de subprodutos do que tratá-los posteriormente;
2. Economia de átomos: os métodos sintéticos devem ser desenvolvidos para maximizar a incorporação dos átomos dos reagentes nos produtos finais desejados;
3. Sínteses com compostos de menor toxicidade: sempre que possível deve-se substituir compostos de alta toxicidade por compostos de menor toxicidade nas reações químicas;
4. Desenvolvimento de compostos seguros: os produtos químicos deverão ser desenvolvidos para possuírem a função desejada, apresentando a menor toxicidade possível;
5. Diminuição de solventes e auxiliares: a utilização de substâncias auxiliares (solventes, agentes de separação) deverá ser evitado quando possível, ou usadas inócuas no processo;
6. Eficiência energética: os métodos sintéticos deverão ser conduzidos sempre que possível à pressão e temperatura ambientes, para diminuir a energia gasta durante um processo químico que representa um impacto econômico e ambiental;
7. Uso de substâncias recicladas: os produtos e subprodutos de processos químicos deverão ser reutilizados sempre que possível;
8. Redução de derivativos (uso de reagentes bloqueadores, de proteção ou desproteção, modificadores temporários): deverá ser minimizada ou evitada quando possível, pois estes passos reacionais requerem reagentes

adicionais e, conseqüentemente, podem produzir subprodutos indesejáveis;

9. Catálise: a aplicação de catalisadores para aumentar a velocidade e o rendimento dos processos químicos;
10. Desenvolvimento de compostos para degradação: produtos químicos deverão ser desenvolvidos para a degradação inócua de produtos tóxicos, para não persistirem no ambiente;
11. Análise em tempo real para a prevenção da poluição: as metodologias analíticas precisam ser desenvolvidas para permitirem o monitoramento do processo em tempo real, para controlar a formação de compostos tóxicos;
12. Química segura para a prevenção de acidentes: as substâncias usadas nos processos químicos deverão ser escolhidas para minimizar acidentes em potencial, tais como explosões e incêndios. Ou seja, a Química Verde incentiva uma produção mais limpa e com menos poluentes industriais, garantindo que os fabricantes assumam uma maior responsabilidade para os produtos que eles produzem (FERREIRA et al., 2014).

A coleta seletiva de resíduos sólidos, do óleo residual de fritura e sua reciclagem na produção de sabão realizada pelo Instituto Verde Vida (IVV) no município de Vila Velha-ES se enquadram no conceito de Química Verde porque contribui para a sustentabilidade conforme as inter-relações promovidas pela Economia Solidária (FERREIRA, 2014). O IVV é a uma organização social localizado na região do Rio Aribiri, Região 3, que promove ações dentro dos conceitos da Economia Solidária junto aos catadores e membros da comunidade e pela coleta seletiva de latas de alumínio, garrafas de poli(tereftalato de etileno) (PET) e de ORF. Os resíduos após pesagem são convertidos para o valor correspondente em moeda verde (1 verde = R\$1,00) que permite ao catador a troca pela quantidade de alimento vendida no

Supermercado Solidário do Instituto Verde Vida.

Para realizar a coleta seletiva do ORF o Instituto Verde Vida precisou adequar suas instalações como chão impermeável e o local adequado com caixa de esgoto 30 x 30 cm sifonada com parede rebocada própria para segurar gordura. Para isso foi elaborado um projeto da Fábrica de sabão nas dependências do IVV, em parceria com o Movimento Vida Nova (Movive) e o Instituto Federal do Espírito Santo, campus Vila Velha (Ifes-Vila Velha), aprovado com financiamento da PETROBRÁS em 2011. Com isso foi obtido o Licenciamento Ambiental seguindo as exigências da Secretaria Municipal do Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Vila Velha (SEMMA-PMVV) com LMAR No. 108/2014 Classe I, que autoriza a atividade de fabricação de sabão, detergentes e glicerina em 22/10/2014, publicada no Diário Oficial dos Poderes do Estado do Espírito Santo de 17 de junho de 2014 (OLIVEIRA, 2016a). O Licenciamento Ambiental é importante para as atividades de coleta seletiva do ORF respeitando a legislação vigente, como o Informativo Técnico no. 11 de 2003 da ANVISA e a Lei Municipal no. 5252 de jan/2012 da PMVV. A ANVISA determinou as recomendações de boas práticas sobre o ORF e a necessidade de ações de pesquisa que são importantes e fundamentais para respaldar futura legislação específica. Enquanto a Lei municipal instituiu o programa de coleta, reciclagem de óleos e gorduras usadas, tanto de origem vegetal como de origem animal no município. O Licenciamento Ambiental permite operar efetivamente a Fábrica de Sabão do IVV e realizar atividades de coleta seletiva e reciclagem.

O Instituto Verde Vida é a única organização social (ONG) que faz a coleta seletiva de óleo residual de fritura no município de Vila Velha e é uma

referência na coleta seletiva deste resíduo, sua reciclagem e produção de sabão ecológico. Grande parte do ORF coletado é vendida às empresas especializadas em multi tecnologias para o gerenciamento integrado de resíduos e o restante é usado na produção de sabão ecológico na Fábrica de Sabão, desenvolvendo um trabalho reconhecido na região. A produção de sabão a partir do ORF atende os princípios 7 e 10 da Química Verde porque é uma alternativa bastante interessante devido a eliminação deste resíduo extremamente nocivo ao meio ambiente.

A responsabilidade técnica do Instituto Verde Vida é feita em parceria com o Ifes-Vila Velha, que vem auxiliando nas atividades desta organização social com a participação de estudantes inseridos em projetos de Iniciação Científica, como o Pibic Jr. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi acompanhar a coleta seletiva realizada pelo Instituto Verde Vida na Região do Rio Aribiri, Vila Velha-ES, no período de 2014-2018, visando quantificar a geração dos resíduos no município, com foco no processo de reciclagem do óleo residual de fritura na produção de sabão ecológico, para aplicar práticas da Química Verde e dar o apoio necessário ao instituto e a comunidade local. A produção de sabão em barra em larga escala foi adequada com a realização de testes de produção, elaboração de planilha de cálculo de controle de carga e ordem de produção, conforme a estequiometria da reação de saponificação, e controle de qualidade dos lotes produzidos no período de modo a atender as especificações da legislação para produtos de limpeza. Visto que a ONG necessita da conscientização de todos para a coleta seletiva e reciclagem correta do óleo residual de fritura foram realizadas diversas oficinas de educação ambiental com a comunidade e nas escolas do município de Vila Velha e outras localidades.

2 MATERIAS E MÉTODOS

As oficinas educação ambiental foram elaboradas e aplicadas pelo Ifes-Vila Velha, Instituto Verde Vida (IVV) e Movive visando a capacitação dos membros das comunidades, direcionadas para público adulto para formação de grupo produtivo atuante na Fábrica de Sabão, e para estudantes de escolas do município de Vila Velha e outros locais,

direcionadas para público jovem e infanto-juvenil, com abordagens sobre temas como poluição ambiental, o problema do ORF, a coleta seletiva e sua reciclagem. Foram elaborados experimentos sobre a poluição do ORF, como a diminuição da passagem da luz solar na água contaminada (Figuras 1A e 1B), a química do sabão e a neutralização do ORF na produção de sabão (Figura 1C).



(A)



(B)



(C)

Fonte: Arquivo Próprio.

Figura 1 – Experimento ilustrativo sobre o efeito da luz na água contaminada pelo ORF (A e B), demonstração da produção de sabão em escola de Vila Velha (C).

O levantamento da coleta seletiva no período de 2014-2018 foi obtido dos registros mensais fornecidos pelo Instituto Verde Vida e de outros dados já publicados na literatura (Oliveira et al., 2016a; Oliveira et al., 2016b). São dados das quantidades de resíduos sólidos

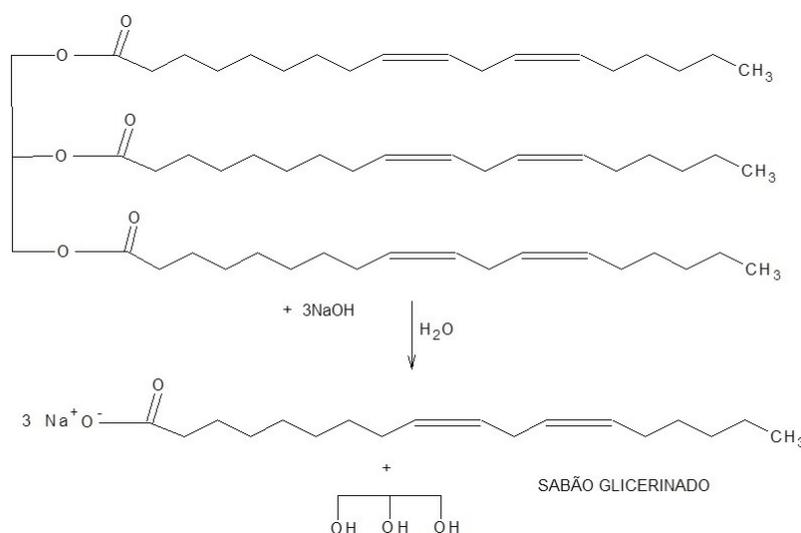
urbano (RSU) coletados, como garrafas de poli(tereftalato de etileno) (PET/kg) e latas de alumínio (Al/kg), e do óleo residual de fritura (ORF/L). Os dados foram tratados para estimar as quantidades de resíduos gerados e coletados para reciclagem na Região do

Rio Aribiri. Também foi feito o levantamento do número de atendimentos (No. Atend) e a quantidade de alimentos (Alim./kg) trocada pelos catadores conforme a quantidade de resíduo recolhido no período analisado.

Os dados da produção de sabão e, conseqüentemente, quanto de ORF foi neutralizado e eliminado do meio ambiente no período analisado foram obtidos a partir do consumo de soda cáustica usada na produção, conforme notas fiscais catalogadas nos arquivos do IVV. A quantidade de soda usada na produção é convertida para a quantidade dos produtos da reação de saponificação,

o linoleato de sódio e o glicerol (Figura 2) que formam o produto final, o sabão glicerinado.

A formulação definitiva em larga escala para produção do sabão ecológico foi elaborada considerando a estequiometria da reação de saponificação da soda (hidróxido de sódio, NaOH) com o triacilglicerol do ácido linoleico, o trilinoleato de glicerol (Figura 2). Isso porque esta gordura representa cerca de 44% do óleo de soja, óleo comestível mais comum usado nos processos de fritura que é o principal constituinte do ORF.

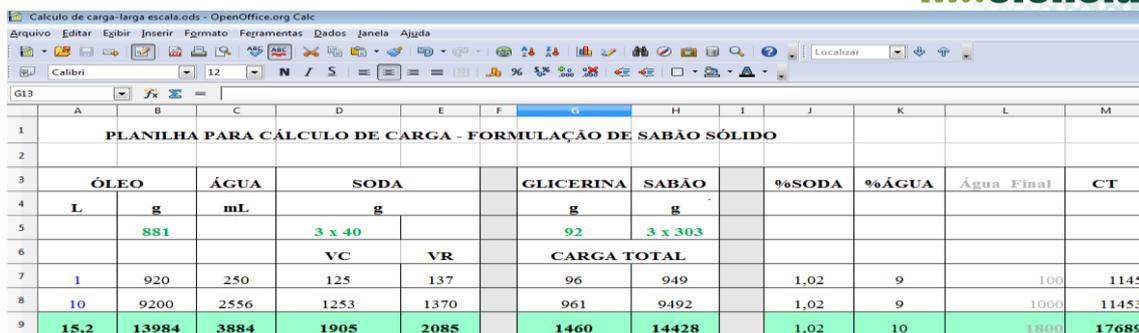


Fonte: Arquivo Próprio.

Figura 2 - Reação de saponificação do hidróxido de sódio com o triacilglicerol do ácido linoléico.

Baseado nesta reação elaborou-se uma planilha para cálculo e controle de carga em pequena e larga escala pelo programa livre OpenOffice.org Calc (Figura 3). Na elaboração da planilha foram considerados: as dimensões das formas de produção e da máquina de corte, os reagentes (óleo = triacilglicerol do ácido linoléico, soda = NaOH, água), os produtos (glicerina, sabão = sal de

sódio do ácido linoléico) e as especificações do produto final conforme o Controle de Qualidade pelo monitoramento da umidade, alcalinidade livre e pH (UCHIMURA, 2007; ANVISA, RDC 40/2008; CRQ, 2012). Para facilitar o processo de fabricação para os membros da Fábrica de Sabão, foi elaborada a Ordem de Produção (Figura 4).



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	PLANILHA PARA CÁLCULO DE CARGA - FORMULAÇÃO DE SABÃO SÓLIDO												
3	ÓLEO		ÁGUA	SODA			GLICERINA	SABÃO		%SODA	%ÁGUA	Água Final	CT
4	L	g	mL	g			g	g					
5		881		3 x 40			92	3 x 303					
6				VC	VR		CARGA TOTAL						
7	1	920	250	125	137		96	949		1,02	9	100	1145
8	10	9200	2556	1253	1370		961	9492		1,02	9	1000	11453
9	15,2	13984	3884	1905	2085		1460	14428		1,02	10	1800	17689

Fonte: Arquivo Próprio.

Figura 3 - Planilha OpenOffice Calc de controle de carga para produção em larga escala.

 Instituto Verde Vida Fábrica de Sabão Ecológico	INSTRUÇÃO DE TRABALHO Sabão em barra 23 kg	Código:	
		Página: 1/1	Revisão: 02

ORDEM DE PRODUÇÃO

ÍTEM	PRODUTOS	QUANTIDADE
1	ÓLEO RESIDUAL DE FRITURA	20 L
2	SODA	2,7 kg
3	AGUA	6 L
4	CORANTE	130 mL
5	ESSÊNCIA	150 mL

- 1 – Preparar a solução de soda (item 2 + item 3) em balde de 10 L e esperar por cerca de 20 minutos
- 2 – Medir o item 1, já coado, em balde de 30 L e adicionar o item 4 com agitador ligado
- 3 – Ainda com o agitador ligado adicionar a solução de soda (item 2 + item 3) no óleo com corante (item 1 + item 4) lentamente e continuamente, sem interrupção, e manter o agitador ligado
- 4 – Ainda com o agitador ligado adicionar o item 5 na carga e manter o agitador ligado até começar a ficar no ponto
- 5 – Adicionar a carga nas formas untadas com vaselina
- 6 – Aguardar a secagem por 2 a 3 dias
- 7 – Fazer o corte dos blocos e corte das barras, embalar para preservar a umidade.

Obs: Usar EPI sempre. O ponto é verificado conforme observação antes do endurecimento da carga.

Fonte: Arquivo Próprio.

Figura 4 – Ordem de produção para fabricação do sabão ecológico.

O teste de formação de rachaduras consiste na redução da barra de sabão a uma espessura de cerca de 6 mm colocada em recipiente plástico, com a face maior em posição vertical e

introdução de água comum de torneira em temperatura ambiente, até que a mesma cubra a metade da altura da barra. Após imersão durante 30 minutos a barra de sabão é retirada e seca a temperatura

ambiente, com a face plainada voltada para cima. Após a secagem examinou-se a superfície e os bordos da barra para observação da presença de fissuras (ZANIN et al., 2001).

A umidade (%U) foi feita em cápsula de porcelana com um conjunto de bastão e areia, colocando-se 5 g de amostra, levando-se à estufa a 105°C, durante duas horas. O resultado apresenta a perda de água a 105°C e materiais voláteis (ANVISA, 2008).

Para as análises de alcalinidade livre (%ALC) pesa-se exatamente cerca de 2,000 g de amostra de sabão em raspa e transfere para um erlenmeyer. Dissolve-se a amostra sob aquecimento com aproximadamente 50 mL de álcool etílico neutro. Adiciona-se três gotas de indicador fenolftaleína (1%), formando coloração rosa, e faz a titulação com solução padrão de HCl 0,100 N, até viragem para incolor. Os resultados deste parâmetro são expressos em % p/p de soda livre e calculados segundo a equação 1 abaixo (PRATES, 2006).

$$\%ALC = \frac{N \times Eq \times V}{10 \times MA} \quad (1)$$

Em que:

ALC = alcalinidade livre

N = normalidade do ácido clorídrico

Eq = equivalente grama da soda cáustica (40 g/Eq-g)

V = volume de ácido clorídrico/mL gasto na titulação

MA = massa da amostra/g.

Para medida do potencial hidrogeniônico (pH) dissolve-se 1g da amostra do sabão em 100 mL de água destilada e promove-se aquecimento até a completa dissolução. A solução é resfriada até a temperatura de calibração do medidor de pH (Mettler Toledo, modelo F20), efetuando-se a leitura logo após (PRATES, 2006).

Para determinação de ácidos graxos totais (%AGT) seguiu-se o método

utilizado por PRATES (2006): pesou-se exatamente cerca de 10,000 g da amostra de sabão em um béquer, dissolve em 100 mL de água destilada quente e transfere-se quantitativamente para um funil de separação. Adiciona-se algumas gotas do indicador de metil orange e um excesso de ácido clorídrico (1:1), até coloração vermelha característica. Após a solução resultante ser resfriada faz-se extração com cerca de 100 mL de éter etílico seguido de agitação até dissolução completa dos ácidos gordurosos e resinosos. Após separação em duas fases, transfere a fase aquosa para um erlenmeyer de 500 mL, e a fase etérea é filtrada para um béquer. Promove-se a extração da fase aquosa no mesmo funil de separação por mais duas vezes, com 50 mL de éter etílico, reunindo os extratos ao primeiro extrato etéreo. O béquer com o extrato etéreo foi imerso em banho-maria para evaporar o éter, quando necessário foram adicionados algum volume/mL de álcool absoluto para a retirada de água da solução etérea. Secou-se em estufa a 100-105 °C, durante 15 minutos. Em um dessecador foi esfriado e em seguida feito a medição do peso final. Os resultados obtidos representam os ácidos gordurosos e resinosos, mais as gorduras não saponificadas e os insaponificáveis, expressos em % p/p e calculados segundo a equação 2 abaixo.

$$\%AGT = \frac{100 \times (P1 - P2)}{MA} \quad (2)$$

Em que:

%AGT = ácidos graxos totais

P1 = peso do béquer mais AGT/g

P2 = peso do béquer/g

MA = massa da amostra/g

Para avaliar a capacidade dos sabões de limpar, o índice de limpeza (%Limp), optou-se por utilizar o tipo de sujidade da superfície suja oleosa e proteica com leite integral, segundo método de CARVALHO (2013). Os

melhores resultados aqui alcançados de testes preliminares foram na concentração de 5% do sabão, empregada na limpeza por imersão e agitação das superfícies. Em um béquer de vidro de 100 mL com massa previamente determinada, pesou-se exatamente cerca de 2,000 g de leite integral. A amostra foi evaporada em banho-maria por 1 h e, posteriormente, em estufa a 105 °C por 30 min. Após a secagem, a amostra foi mantida em dissecador para resfriar e em seguida pesada, obteve-se então a massa seca da sujidade. Uma alíquota de 10 mL da solução de sabão, de concentração definida (5%) foi transferida para o béquer contendo a sujidade seca, que foi mantido em agitação mecânica, em agitador magnético (velocidade 5) por 10 min. Após os 10 min, a agitação foi interrompida e, o sabão do interior do béquer foi descartado, em seguida iniciou-se o processo de enxágue. Para tal, 10 mL de água destilada foram transferidos para o interior do béquer e a agitação foi novamente programada na mesma condição (10 min em velocidade 5). Passado esse período, a água foi descartada e o recipiente voltou para estufa ar por mais 30 min, para garantir

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Instituto Verde Vida possui Licenciamento Ambiental desde 2014 o que permite realizar a coleta seletiva de óleo residual de fritura, sua reciclagem na produção de sabão e ações de conscientização ambiental. O trabalho de conscientização da sociedade para os públicos adulto, jovem e infato-juvenil é verificado pelas ações afirmativas aplicadas, tais como:

- Para público adulto: treinamentos para formação do grupo produtivo da Fábrica de sabão para membros da comunidade no IVV; oficinas para a União Nacional de

que toda a água do processo de enxágue fosse evaporada e somente o resíduo alimentício remanescente da lavagem pudesse ser quantificado. A secagem em estufa a 105 °C correspondeu a penúltima etapa da análise. O béquer lavado e seco, retirado da estufa, foi transferido para dissecador, onde permaneceu por mais 30 min e só então foi realizada a pesagem final, que caracterizou a massa do béquer limpo mais a da sujidade remanescente. A partir dos dados do béquer com o resíduo seco e do béquer passado pelo processo de lavagem e seco em estufa, realizou-se o cálculo do percentual de remoção de sujidade ou poder de limpeza dos sabões líquidos experimentais e comerciais conforme equação 3.

$$\%Limp = \frac{(MRS)-(MRSL)}{(Massa\ do\ resíduo\ seco)} \times 100$$

(3)

Sendo:

MRS = massa do resíduo seco / g

MRSL = massa do resíduo resultante do processo de lavagem / g

Moradia Popular do programa Minha Casa Minha Vida no IVV; oficina de sabão para estudantes e membros da empresa terceirizada de limpeza do Ifes-Vila Velha; oficina de produção de sabão para pais dos estudantes da UMEI Sultany Nader Valladares, Bairro 1° de Maio, Vila Velha-ES; Oficina no bairro São Conrado região 5 de Vila Velha; oficina de saboaria para surdos-mudos com tradução bilíngue em Libras no JINC-2018: 116 pessoas capacitadas.

- Para público jovem: ENPEX-2016 no Ifes campus Vila Velha; oficina de produção sabão e campanha de coleta de ORF para estudantes e membros das comunidades no Ifes-São Mateus; Feira

de Ciências no Ifes campus Vila Velha; Oficina Palestra sobre reciclagem do ORF e oficina de produção de sabão no SENAI, Vitória-ES: 255 pessoas atendidas.

- Para público infanto-juvenil: oficina de produção de sabão para estudantes carentes do projeto Dom Mauro das Obras Passionistas em no bairro Paul, Vila Velha; oficina em escola UMEF Marina Barcellos Silveira do Bairro Araçás, Vila Velha-ES; projeto

A Escola de olho no óleo na Escola Viva, EEEM Assissolina do Bairro Aribiri, Vila Velha-ES: 270 pessoas.

O trabalho abrangeu um total de 641 pessoas entre público adulto, jovem e infanto-juvenil no período estudado de 2014 a 2018. Uma interessante ação de sucesso foi realizada para público adulto de surdo-mudos com tradução bilíngue em Libras.



(A)



(B)

Fonte: Arquivo Próprio.

Figura 5 - Ações afirmativas de capacitação comunitária (A), educação ambiental para escolas de Vila Velha (B).

Os dados que permitiram quantificar a geração dos resíduos

gerados na Região 3 do município de Vila Velha, segundo a coleta seletiva de

resíduos sólidos urbanos (Al/kg e PET/kg) e de óleo residual de fritura (ORF/L) e os números de atendimentos juntos aos coletores (N. Atend) e quantidade de alimentos (Alim/Kg) trocados no Instituto Verde Vida no período 2014-2018 e suas respectivas estimativas, conforme o consumo per

capta da população da Região do Rio Aribiri, são apresentados na Tabela 1. Os menores dados do ano de 2017 registram a mudança de sede do IVV o que gerou grande impacto na coleta seletiva.

Tabela 1 – Dados da coleta seletiva do IVV no período 2014-2018.

	Al/kg	PET/kg	ORF/L	Alim/kg	No. Atend.
2014	1182	50474	9043	7903	1691
2015	1122	60200	12230	9431	1751
2016	758	63322	10490	6292	1893
2017	17	4209	228	BNR	80
2018	120	30752	11949	3707	1030

Fonte: Instituto Verde Vida.

Segundo dados da ABAL (Associação Brasileira do Alumínio) a reciclagem de alumínio em 2014 foi de 289000 toneladas de sucatas de latas de alumínio para bebidas, em uma população brasileira de 202768562 habitantes (IBGE, 2014). Considerando a população de 68635 habitantes na Região 3 do Rio Aribiri de Vila Velha (SEMPLA, 2013) pode-se estimar a geração anual de 97823 kg-Al e a coleta seletiva para os anos de 2014 e 2015, segundo dados de OLIVEIRA et al (2016b), corresponderam somente a 1,2%, com significativa diminuição nos anos seguintes.

Em relação a coleta de PET, segundo o 9º Censo de Reciclagem de PET no Brasil de 2010, último realizado pela Abipet (Associação Brasileira da Indústria do PET), foram coletados 282000000 kg-PET, correspondendo a 16,4% da composição dos RSU. Com isso pode-se projetar para a Região 3 a

geração anual de 95454 kg-PET e a coleta seletiva alcançou valores de 50,7% (2014) e 60,5% (2015), conforme dados de OLIVEIRA et al (2016b). O melhor resultado alcançado foi em 2016 com coleta acima da taxa de reciclagem pós-consumo que é estimada em 60% (Ipea, 2012). O menor valor de 2017 está relacionado a diversos fatores sociais que ocorreram naquele ano, mas principalmente, devido à mudança de endereço do Instituto Verde Vida cuja infraestrutura precisou ser construída e adaptada no novo local. Em 2018 houve uma melhora para 32% de coleta de PET.

Para o ORF considerando a população da Região 3 de Vila Velha (68635 habitantes), o consumo per capita de 20L/ano de óleo virgem e que durante os processos de fritura cerca de 50% do óleo virgem são convertidos em óleo residual (CASLINI FILHO, 2010) pode-se estimar a geração de 686350 L-ORF/ano. Portanto, as coletas atingiram

1,3 (2014) e 1,8% (2015) segundo OLIVEIRA et al (2016b) e 1,5% (2016), menor que 1% (2017) e 1,7% (2018), resultados bastante inferiores do que a estimativa da SABESP (entre 2,5 a 3%). Isso indica que o óleo de fritura gerado pelos hábitos alimentares da população não está com seu destino final correto. É uma avaliação que pode estar diretamente ligada aos problemas cada vez mais frequentes com solo mais impermeável e aumento de enchentes. No município foi verificado problemas nas nascentes dos rios que foram avaliadas com valor de conservação de 50,37% para uma escala de 0 - 100% (NETO, 2012). Em todo Rio Aribiri, observa-se grande impactado pela ocupação urbana desordenada, pela intensa atividade portuária, disposição de sucata metálica, esgoto doméstico e água de baixa potabilidade.

O sabão produzido na Fábrica de Sabão do Instituto Verde Vida é um produto com ótima aceitação pelos consumidores, sendo que toda produção é imediatamente comercializada em eventos e no Supermercado Popular do próprio Instituto Verde Vida. Os resultados da produção de sabão e a quantidade proporcional de ORF reciclado no IVV estão apresentados na Tabela 2. Segundo registros da Fábrica de Sabão do IVV a produção média de sabão total (sabão em barra, sabão ralado e pasta de sabão) foi de 1462 kg em 2014, logo no início do projeto, diminuindo para 865 kg em 2015 (OLIVEIRA et al, 2016b), cerca de 4700 kg no ano de 2016, de 1804 kg em 2017 e somente 595 kg em 2018. A maior produção foi cerca de 6000 kg de sabão

em 18 meses seguidos entre 2016/2017, aproximadamente 1667 barras/mês, gerando uma renda mensal média de R\$500,00 para cada membro do grupo produtivo. Isso equivale a reciclagem de 278 L de ORF/mês na produção de sabão ecológico o que equivale a neutralização de 3336 L de ORF/ano. Estes resultados correspondem a 39% do ORF coletado corretamente são neutralizados na produção de sabão ecológico.

Um grande problema enfrentado é a falta de liderança na parte financeira do grupo produtivo do sabão que atinge diretamente o pilar de sustentação do projeto que é a vendagem do produto. O aumento da produção observado em 2016 ocorreu devido ao projeto no CNPq destinado à produção e desenvolvimento de formulação de novos produtos. Isso demonstra a sensível auto sustentabilidade da Economia Solidária que precisa de grande dedicação de seus participantes para não depender de financiamento externo. No entanto, o reconhecimento da atividade principal do Instituto Verde Vida, que é a reciclagem do ORF na produção de sabão, foi o Prêmio BNDES de Boas Práticas em Economia Solidária-2015, cuja parte da verba foi destinada ao incremento na produção e consequente comercialização. O IVV recebeu o Prêmio Fundação Banco do Brasil de Tecnologia Social 2017, e conseguiu a sexta posição no evento “Desafio da Inovação” realizado pelo SEBRAE com o projeto “Detergente verde vida”, apresentado em conjunto com as instituições parceiras.

Tabela 2 – Produção de sabão e quantidade proporcional de ORF reciclado no período 2014-2018.

Período	Sabão/kg	ORF reciclado/L
2014	1462	1277
2015	865	756
2016	4700	4105
2017	1084	947
2018	595	520

Controle de qualidade do sabão

O Controle de Qualidade segue os valores de referência da legislação para saneantes classificados com grau de risco I (ANVISA, RDC 40/2008; CRQ, 2012). Os testes físicos de rachadura foram satisfatórios porque as amostras não apresentaram fissuras e as barras de sabão apresentaram valor médio de 9% de umidade, cujo valor de referência (VR) é de 10% (ANVISA, 2008).

Os valores alcalinidade livre (%ALC) e pH nos lotes entre 2014 e 2018 são apresentados na Tabela 3. A concentração média de alcalinidade livre nos lotes de 2014 foi de 2,6% com pH de 12,60 e nos lotes de 2015 foi de 1,2% atingindo pH de 11,70 (OLIVEIRA et al., 2016a), sendo que esses valores estão acima dos valores de referência conforme a legislação (ANVISA, RDC 40/2008; CRQ, 2012). Com as correções da formulação baseada na estequiometria da reação, pela aplicação da Planilha OpenOfficeCalc (Figura 3) e da Ordem de Produção (Figura 4) para produção em larga escala, os resultados do Controle de Qualidade nos lotes de 2016 foram relativamente satisfatórios. Porém, somente os lotes de 2018 apresentaram resultados totalmente satisfatórios em relação a legislação,

com valores abaixo de 1% de alcalinidade livre (RDC 40/2008) e pH abaixo de 11,50 (CRQ 2012), devido a maior rigidez na aplicação dos dados das ferramentas desenvolvidas no processo de fabricação.

A qualidade do sabão também é verificada pelos valores de ácidos graxos totais e da capacidade de limpeza (Tabela 4). Os valores de ácidos graxos totais, entre 63,0 e 68,5%, estão dentro da faixa encontrada sabões comerciais glicerizados, 60 a 70%, segundo o trabalho de PRATES (2006). Estes valores estão relacionados ao maior constituinte do ORF que é o óleo de soja, cujo principal triglicérideo é o triacilglicerol do ácido linoleico (C18:2), que nas condições ambientais e com o oxigênio atmosférico pode formar o 13-hidroperóxido podendo ser decomposto e gerar hidrocarbonetos voláteis, álcoois ou aldeídos (INSUMOS, 2016). Deste modo, o sabão produzido a partir da reciclagem do ORF tem grande potencial biodegradável, com a geração de subprodutos menos tóxicos o que atende os princípios 1, 2, 3, 4, 7 e 10 da Química Verde. A capacidade de limpeza de leite integral, sujeira oleosa e proteica, de solução 5% também foi melhorada comparando os lotes de 2015-2016, com 91 a 93% Limp (OLIVEIRA et al.,

2016b), em relação aos lotes 2017-2018, com 98-99% Limp.

Tabela 3 – Valores médios de alcalinidade livre e pH da produção de sabão do IVV no período 2014-2018.

Amostras	% ALC	pH
2014	2,6	12,60
2015	1,0 - 1,4	10,39 - 11,72
2016	0,1 – 1,4	10,75 - 11,40
2017	1,2	10,40 - 11,80
2018	0,03 – 0,15	9,81 - 10,20
VR	1,0	11,5

VR: Valores de referência da RDC 40/2008 e CRQ 2012. LI: leite integral (sujeira oleosa e proteica)

Tabela 4 – Valores de ácidos graxos totais e índice de limpeza da produção de sabão do IVV no período 2014-2018.

Amostras	%AGT	%Limp
		5%, LI
2015	68,5	91 - 93
2016	68,5	91
2017	63,0	98
2018	65,7	99
VR	60 -70	-

LI: leite integral (sujeira oleosa e proteica).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho desenvolvido no Instituto Verde Vida juntamente pelas parcerias com as empresas e instituições governamentais são importantes para as boas ações na coleta seletiva e reciclagem. Isso contribui para o reaproveitamento do lixo gerado na sociedade de consumo, envolvendo a conscientização das comunidades e formação dos estudantes. Verificou-se neste trabalho que é preciso maiores ações para incentivar a coleta seletiva e reciclagem de resíduos sólidos e de ORF em Vila Velha já que isso implica fortemente na qualidade de vida das pessoas. As ações de educação ambiental na sociedade alcançaram grande sucesso, principalmente para o público infanto-juvenil e jovem, que é a melhor forma de incentivar as futuras gerações para

a inovação da produção sustentável. A reciclagem do ORF na produção de sabão ecológico é uma boa alternativa para neutralizar um perigoso resíduo ao meio ambiente e gerar um produto final de alta qualidade desde que o processo de produção esteja adequado tecnicamente. É um produto mais direcionado às famílias de baixa renda uma vez que, segundo informações do Movive, têm cerca de 30% do orçamento familiar comprometido com material de limpeza. Mas os projetos de Economia Solidária precisam de ações responsáveis de toda sociedade. A geração de renda da reciclagem não é um sonho e deve ser mais centrada na conscientização ambiental, que é a meta da sobrevivência do nosso Planeta Terra.

AGRADECIMENTOS

Instituto Verde Vida, CNPq, PETROBRÁS, Cesan, Embaixada da Suíça no Brasil.

REFERÊNCIAS

ABIOVE, 2016. Disponível em: <<http://www.abiove.org.br/site/index.php?page=estatistica&area=NC0yLTE=>>>. Acesso em: dez. 2016.

ABAL, 2014. Disponível em: <<http://www.abal.org.br>>. Acesso em: dez. 2016.

ABELPRE, 2010. Disponível em: <<http://www.ablp.org.br/conteudo/artigos>>. Acesso em: dez. 2016.

ABIPET, 2010. Disponível em: <<http://www.abipet.org.br>>. Acesso em: dez. 2016.

ANASTAS, Paul T; WARNER, John P. **Green Chemistry: Theory and Practice**. New York: Oxford University Press, 1998.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC nº 40, de 05 de junho de 2008. Aprova o Regulamento Técnico para Produtos de Limpeza e Afins harmonizado no âmbito do Mercosul através da Resolução GMC no- 47/07. Brasília, DF. Disponível em: <<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:nrt0BCcVdQEJ:www.vigilanciasanitaria.sc.gov.br/index.php/download/category/128-aneantes%3Fdownload%3D1016:resolucao-rdc-n-40-2008-regulamento-tecnico-para-produtos-de-limpeza-e-afins+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>>. Acesso em: 30 dez. 2015.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Informe Técnico nº 11, de 5 de outubro de 2004. **Óleos e Gorduras Utilizados em Frituras**. Brasília, DF.

Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/alimentos/inform/11_051004.htm>. Acesso em: jan. 2017.

BNDES, 2015. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/premioeconomi asolidaria>>.

BRASIL. LEI nº 5.252, de 02 de janeiro de 2012. **Institui o programa municipal de coleta, reciclagem de óleos e gorduras usadas de origem vegetal e animal, no âmbito do município de Vila Velha**. Vila Velha, ES. Disponível em: <<http://www.vilavelha.es.gov.br/midia/paginas/lei%205225%20C3%B3leos%20e%20gorduras.pdf>>. Acesso em: jan. 2017.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em: dez. 2016.

CARVALHO, P. H. C. Qualidade física, química e antimicrobiana de sabões líquidos elaborados com óleo residual de fritura e diferentes agentes saponificantes. Dissertação de Mestrado da Universidade Federal de Goiás, 2013.

CRQ. Conselho Regional de Química – IV Região. Mai. 2012. Guia para empresas de saneantes. Disponível em: <http://www.crq4.org.br/sms/files/file/Guia_de_Saneantes5.pdf>. Acesso em: dez. 2016.

CASLINI FILHO, C. G.; PAGOTTO, L. D.; BARBOSA, R. M.; FILLETI, R. A. Avaliação de um projeto social de coleta de óleo na Unicamp. **Revista Ciências do Ambiente On-Line**, v. 6, n. 3, p. 68-70, dez. 2010.

FERREIRA, V. F.; ROCHA, D. R.; SILVA, F. C. Química Verde, Economia Sustentável e Qualidade de Vida, **Rev. Virtual Quim.**, v. 6, n. 1, p. 85-11, 2014.

FERREIRA, Anna Carolina Marimon Balbino; Reciclagem de alumínio e estimativa de poupança de energia no Brasil, **Revista Eletrônica de Energia**, v. 4, n. 1, p. 75 – 88, jan/dez 2014.

GLOBO, 2016. **Petrobras decide fechar usina de biodiesel no CE e inicia saída do setor**. Globo, 07 out. 2016. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/negocios/noticia/2016/10/0/peetrobras-decide-fechar-usina-de-biodiesel-no-ce-e-inicia-saida-do-setor.html>>. Acesso em: dez. 2016.

IBGE, 2010-2015. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: dez. 2015.

INSUMOS, 2016. **A rancidez oxidativa em alimentos**. Aditivos e ingredientes, São Paulo, n. 72, p. 31-37, ago. 2010. Disponível em: <http://insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/209.pdf>. Acesso em: jan. 2017.

Licenciamento Ambiental do Instituto Verde Vida (2012). Disponível em: <<http://www.vilavelha.es.gov.br/noticias/2014/11/instituto-verde-vida-recebe-licenca-ambiental-para-trabalhar-oleo-usado-5909>>.

NETO, Olipio Vieira; FASSIMA, Gustavo C.; PRATTE-SANTOS, Rodrigo; Estado de conservação das nascentes urbanas do município de Vila Velha, ES. *Natureza Online*, v. 10, n. 2, mai 2012, p. 85–88. <http://www.naturezaonline.com.br>

^aOLIVEIRA, G. V., PALOMÉ, L.; CARVALHO, R. M.; GEGENHEIMER, T. G. et al. MONITORAMENTO DA COLETA SELETIVA DE RESÍDUOS E PRODUÇÃO DE SABÃO NO INSTITUTO VERDE VIDA, REGIÃO DO RIO ARIBIRI – VILA VELHA-ES. **Revista Guará**, n. 5, v. 16, p. 69-100, 2016. DOI:

<https://doi.org/10.30712/guara.v1i5.14614>

^bOLIVEIRA, G. V.; CARVALHO, R. M.; DIAS, M.C.; SOARES, A. B. Coleta seletiva e formação de grupo produtivo para fabricação de sabão a partir do óleo residual de fritura no Instituto Verde Vida, Região do Rio Aribiri - Vila Velha-ES. **Corixo – Revista de Extensão Universitária**, Univ. Federal do Mato Grosso, n. 4, p. 61-69, jun/2016. INSSN 2359-6961.

PRATES, Márcia M. Determinação de propriedades físico-químicas de sabões comerciais para controle de qualidade. Trabalho de Conclusão de Curso da Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.

<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/105128>.

PITTA JUNIOR, O. S. R.; NOGUEIRA NETO, M. S.; SACOMANO, J. B.; LIMA, A. **Reciclagem do Óleo de Cozinha Usado: uma Contribuição para Aumentar a Produtividade do Processo**. 2nd International Workshop | Advances in Cleaner Production. São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.advancesincleanerproduction.net/second/files/sexoes/4b/2/M.%20S.%20Nogueira%20-%20Resumo%20Exp.pdf>>. Acesso em: dez. 2016.

PRADO, A. G. S. Química verde, os desafios da química do novo milênio. **Quim. Nova**, v. 26, n. 5, p. 738-744, 2003. ZANIN, S. M. W.; MIGUEL, M. D.; BUDEL, J. M.; DALMAZ, A. C. DESENVOLVIMENTO DE SABÃO BASE TRANSPARENTE. **Revista Visão**

Acadêmica, Curitiba, v. 2, n. 1, p. 19-22, Jan./Jun. 2001.

SILVEIRA, D. A.; VIEIRA, G. E. G.. Emprego do óleo residual de fritura na produção de biodiesel. Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, v.1, n.2, p. 9535-9542, 2015. SABESP, Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Disponível em:

<http://site.sabesp.com.br/uploads/file/asabesp_doctos/programa_reciclagem_oleo_completo.pdf>. Acesso em: 05 fev. 2016.

SEMPLA 2013, Secretaria Municipal de Planejamento Orçamento e Gestão da Prefeitura Municipal de Vila Velha, Perfil Socioeconômico dos Bairros de Vila Velha, 2013, p.40.

THODE Filho, Sérgio; SENA, Marcelo Fonseca Monteiro da; SILVA, Elemo Rodrigues da; CABRAL, Gabrielle Borges; MARANHÃO, Fabíola da Silveira. Sistema de análise estequiométrica para produção de sabão a partir do óleo vegetal residual: uma estratégia para redução do impacto ambiental. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental – REGET**, n. 15, p. 3019– 3025, set 2013. Uchimura, M. S. Dossiê Técnico, Instituto de Tecnologia do Paraná, 2007.