

GABRIEL CAOBIANCO

**PRODUÇÃO DE SABÃO A PARTIR DO ÓLEO VEGETAL
UTILIZADO EM FRITURAS, ÓLEO DE BABAÇU E SEBO BOVINO E
ANÁLISE QUALITATIVA DOS PRODUTOS OBTIDOS**

Declaro que esta monografia foi revisada e encontra-se apta para avaliação
e apresentação perante a banca avaliadora.

Data: ___/___/2015

ASSINATURA DO ORIENTADOR

Lorena – SP

2015

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE LORENA – EEL/USP**

GABRIEL CAOBIANCO

**Produção de sabão a partir do óleo vegetal utilizado em frituras,
óleo de babaçu e sebo bovino e análise qualitativa dos produtos
obtidos**

LORENA – SP

2015

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Automatizado
da Escola de Engenharia de Lorena,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Caobianco, Gabriel

PRODUÇÃO DE SABÃO A PARTIR DO ÓLEO VEGETAL
UTILIZADO EM FRITURAS, ÓLEO DE BABAÇU E SEBO BOVINO E
ANÁLISE QUALITATIVA DOS PRODUTOS OBTIDOS / Gabriel
Caobianco; orientador Eduardo Triboni - ed. reimp.,
corr. - Lorena, 2015.
57 p.

Monografia apresentada como requisito parcial
para a conclusão de Graduação do Curso de Engenharia
Industrial Química - Escola de Engenharia de Lorena
da Universidade de São Paulo. 2015
Orientador: Eduardo Triboni

1. Sabão. 2. óleo vegetal. 3. Babaçu. 4. Sebo. 5.
Qualidade. I. Título. II. Triboni, Eduardo, orient.

**Produção de sabão a partir do óleo vegetal utilizado em frituras,
óleo de babaçu e sebo bovino e análise qualitativa dos produtos
obtidos**

Monografia apresentada à Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Industrial Químico.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Rezende Triboni

LORENA – SP

2015

DEDICATÓRIA

Aos meus pais,
que sempre me apoiaram, aconselharam e deram suporte para que eu chegasse
a esta etapa da minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por criar tudo, por me dar a vida com saúde.

Ao meu pai Olavo e minha mãe Terezinha por sempre me darem conselhos valiosos.

Ao meu irmão Rafael por partilhar seus conhecimentos.

A esta universidade, onde sem duvida, tive muitos aprendizados e vivi anos inesquecíveis.

Ao Prof. Dr. Eduardo Rezende Triboni por disponibilizar seu tempo para a conclusão desta monografia.

A minha namorada Naiane pela paciência e por ajudar na conclusão deste trabalho.

A Poty cosméticos por disponibilizar toda a estrutura para a realização deste trabalho.

A todos aqueles que de alguma forma estiveram e estão próximos de mim e me ajudaram de forma direta e indireta neste trabalho.

EPÍGRAFE

“Esqueça sua cobiça pelo ouro do homem rico, tudo o que você precisa está na sua alma”

Ronnie VanZant

RESUMO

Caobianco, G. **Produção de sabão a partir do óleo vegetal utilizado em frituras, óleo de babaçu e sebo bovino e análise qualitativa dos produtos obtidos.** 2015. f55. Monografia – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2015.

Certamente o mais antigo produto de limpeza geral é o sabão e atualmente consumimos uma enorme quantidade de produtos derivados de sabões e detergentes em nosso cotidiano. Segundo informações da Associação Brasileira das Indústrias de Produtos de Limpeza e Afins (Abipla), o consumo por pessoa de sabão em barra no Brasil é de 1,28 quilo/ano (2012) e a compra é planejada e ocorre em média uma vez a cada mês, as classes C e D são as responsáveis pela maior fatia de vendas. Nos últimos anos o mercado de sabões em barras enfrentou uma pequena queda no consumo, devido a grande concorrência de outros produtos de limpeza com maior praticidade e tecnologia, este fato forçou uma significativa evolução do sabão em barra, desde o processo produtivo até o nível de formulação. Aquele produto que apenas limpa, já não satisfaz o consumidor, que busca também facilidades, inovações e cuidados com as mãos, por isso, as novas formulações destes sabões em barra estão cada vez mais elaboradas e os processos melhorados para reduzir custos. Dentro deste contexto encaixa-se também a conscientização ambiental devido ao descarte de óleos no esgoto, causando graves problemas de poluição, e as dificuldades enfrentadas pela indústria saboeira com respeito ao custo das matérias primas. Este trabalho visa a utilização do óleo de cozinha utilizado em frituras, óleo de babaçu e sebo bovino para a produção de sabão em barras, buscando alternativas com o melhor custo - benefício e obtenção de um produto final de boa qualidade.

Palavras – chave: Sabão, óleo vegetal, babaçu, sebo, limpeza, qualidade.

ABSTRACT

Caobianco, G. **Soap production from vegetable oil used in frying, babassu oil and beef tallow and qualitative analysis of the products obtained.** 2015.f55. Monograph - School Lorena Engineering, University of São Paulo, Lorena, 2015.

Certainly the oldest general cleaning product is soap and currently we consume a huge amount of products derived from soaps and detergents in our daily lives. According to information from the Brazilian Association of Cleaning and Related Products Industry (Abipla), consumption per person in bar soap in Brazil is 1.28 kg / year (2012) and the purchase is planned and occurs on average once each month, the C and D classes are responsible for the largest share of sales. In recent years the soap market in bars faced a slight drop in consumption due to strong competition from other cleaning products with greater convenience and technology, this fact has forced a significant evolution of bar soap, from the production process to the level of formulation. One product that only clean, no longer meets the consumer also seeking facilities, innovations and care of hands, so the new formulations of these bar soaps are becoming more elaborate and improved processes to reduce costs. Within this contest also fits-environmental awareness due to the disposal of oils in the sewer, causing serious pollution problems, and the difficulties faced by soap industry with respect to the cost of raw materials. This work aims at the use vegetable oil used in frying, babassu oil and beef tallow for soap production in bars, seeking alternatives with the best cost - benefit and obtain a final product of good quality.

Keywords: Soap, vegetable oil, babassu, beef tallow, cleaning, quality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ácido graxo laurato de sódio	20
Figura 2: Interface da micela com um meio polar.....	22
Figura 3: Reação de esterificação.....	25
Figura 4: Reação de hidrólise do éster	31
Figura 5: Reação de saponificação.....	31
Figura 6: Gordura bovina.....	35
Figura 7: Gordura bovina após a extração do óleo	36
Figura 8: Óleo de babaçu em diferentes temperaturas	37
Figura 9: Sebo bovino em diferentes temperaturas	37
Figura 10: Hidróxido de sódio 99% em escamas	40
Figura 11: Temperaturas do óleo e da lixivia	41
Figura 12: Defeitos na amostra 3	43
Figura 13: Defeitos na amostra 4	44
Figura 14: Defeitos na amostra 5	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Índice de saponificação de diferentes gorduras e óleos.....	30
Tabela 2: Composição das amostras	42
Tabela 3: Resultados do pH para as amostras	47
Tabela 4: Resultados para a formação e variação da altura da espuma em relação ao tempo	49
Tabela 5: Avaliação do poder emulgente	50
Tabela 6: Desgaste das amostras	51
Tabela 7: Custos de cada amostra.....	52

LISTA DE SIMBOLOS

kg	Quilograma
g	Gramma
ml	Mililitro
°C	graus Celsius
°GL	Gay-Lussac
cm	Centímetros
R\$	Real
mg/kg	Miligramma/Quilograma
p/p	peso/peso
min	Minuto

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1. Histórico	15
1.2. Justificativa.....	16
1.3. Objetivo.....	17
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1. Propriedades do sabão.....	17
2.1.1. Característica polar e apolar	19
2.1.2. Redutor da tensão superficial.....	20
2.1.3. Solubilidade	21
2.1.4. Poder de limpeza.....	21
2.2. Comparação entre detergente e o sabão.....	22
2.3. Matérias – primas do sabão	24
2.3.1. Óleos e gorduras	24
2.3.2. Hidróxido de sódio ou hidróxido de potássio	25
2.3.3. Água.....	26
2.3.4. Cloreto de sódio	26
2.3.5. Glicerina.....	27
2.3.6. Branqueadores ópticos	27
2.3.7. Agentes quelantes ou sequestrantes	28
2.3.8. Abrasivos	28
2.3.9. Corantes	28
2.3.10. Fragrâncias e perfumes.....	28
2.4. Processos de produção	29
2.4.1. Sistema de fervura integral ou convencional	29
2.4.2. Índice de saponificação.....	29
2.4.3. Saponificação.....	30
2.4.4. Semi – cotura.....	32
2.4.5. Refino	32
2.4.6. Descanso	32
2.4.7. Descarte de resíduos	32

3. MATERIAIS E MÉTODOS	33
3.1. Materiais	33
3.1.1. Para a fabricação.....	33
3.1.2. Para a análise	34
3.2. Métodos	34
3.2.1. Produção das amostras de sabão	34
3.2.2. Preparo das matérias – primas para a fabricação.....	35
3.2.3. Metodologia analítica	43
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	47
4.1. pH	47
4.2. Poder espumante	49
4.3. Poder emulgente	50
4.4. Desgaste.....	51
4.5. Custo	52
5. Conclusão.....	53
6. REFERÊNCIAS.....	55

1. INTRODUÇÃO

A indústria de sabões e perfumarias há muito tempo é uma das maiores e mais importantes indústrias. À medida que aumentou o consumo e a fabricação destes artigos, tanto a química como a técnica tomaram parte ativa no desenvolvimento destas indústrias. A química com novas descobertas, explicando e ensinando os fatos verdadeiros que acontecem na formação do sabão, e a técnica com melhorias em processos, aparelhos e utensílios (MELO, 1964).

O acesso à máquina de lavar contribuiu para a redução no consumo deste produto, já que os consumidores a partir desta aquisição migraram para categorias de maior valor agregado, portanto, a tendência é o setor se estagnar, já que há uma forte associação deste sabão com os cuidados com a roupa. Os sabões tiveram então que passar de um simples produto de limpeza, cuja única função era a de eliminar a sujidade, para um item diferenciado, que teve incorporado à sua formulação vários tipos de aditivos, assumindo múltiplas funções, como por exemplo, o de antibactericida, branqueante e amaciante, além de apresentarem um cuidado especial com o meio ambiente (FREIRE, 2012).

1.1. Histórico

A fabricação de sabão é uma das mais antigas atividades industriais da nossa civilização. Têm-se registros desde o ano 2800 a.C.. Nesses mais de 4500 anos de existência, a indústria saboeira evoluiu, acumulando enorme experiência prática, além de estudos teóricos desenvolvidos por incansáveis pesquisadores (BORSATO; GALÃO; MOREIRA, 2004).

O sabão, “descoberto”, surgiu gradualmente de misturas brutas de materiais alcalinos e matérias graxas. Somente a partir do século XIII que o sabão começou a ser produzido em quantidades condizentes com a classificação de indústria. Onde até então se pensava que o sabão fosse uma mistura mecânica de gordura, nos princípios do século XIX, o químico francês Chevreul, graças aos seus exaustivos trabalhos, desvendou a estrutura das gorduras e mostrou que a

formação de sabão era uma reação química (BORSATO; GALÃO; MOREIRA, 2004).

Um importante acontecimento no avanço da tecnologia do sabão foi a invenção do químico belga, Ernest Solvay, que usou o sal de mesa comum, ou cloreto de sódio, para fazer o carbonato de sódio. O processo Solvay reduziu ainda mais o custo da soda e aumentou tanto a qualidade quanto a quantidade de soda disponível para a fabricação de sabão. Com a maior disponibilidade de soda cáustica, mais barata e reativa que lixívia potássica, obtidas das cinzas de vegetais, as unidades fabris ampliaram significativamente suas escalas de produção e desenvolverem processos de refino, que além de permitirem a recuperação de glicerol, possibilitaram melhorar significativamente a pureza do produto (AMERICAN CLEANING INSTITUTE, 2014).

1.2. Justificativa

Com a chegada de outros produtos de limpeza mais práticos, como os detergentes em pó e líquidos, observou-se uma queda no consumo dos sabões em barra em termos de volume nos últimos anos, mas devido ao seu baixo preço e a flexibilidade no uso, como na lavagem de roupas, utensílios domésticos e limpeza em geral, o sabão em barra continuará a ter o seu espaço no mercado.

Para o setor o maior desafio está no fornecimento de matérias e o seu alto custo. Uma alternativa de baixo custo tem sido a utilização de óleo vegetal de cozinha usado como matéria prima no processo de fabricação.

Além de ser uma alternativa de baixo custo é também uma alternativa ambientalmente correta, pois o descarte inadequado do óleo de cozinha causa o entupimento das tubulações residenciais e de esgoto fazendo com que seja necessária a aplicação de diversos produtos químicos para a sua remoção. Se não existir um sistema de tratamento de esgoto, o óleo acaba se espalhando na superfície dos rios e das represas, contaminando a água e prejudicando a vida de muitas espécies que vivem nesses habitats.

Dados apontam que com um litro de óleo é possível contaminar 20 mil litros de água. Se acabar no solo, o líquido pode impermeabilizá-lo, o que contribui com enchentes e alagamentos. Além disso, quando entra em processo

de decomposição, o óleo libera o gás metano que, além do mau cheiro, agrava o efeito estufa (SISTEMA AMBIENTAL PAULISTA, 2012).

A reciclagem do óleo para a produção de sabão surge então como alternativa para evitar que os resíduos gerem a poluição de afluentes e ainda transformam o que seria lixo em produtos biodegradáveis.

1.3. Objetivo

O presente estudo tem como objetivo reproduzir o processo de fabricação de sabão utilizando como matéria prima o óleo vegetal de cozinha usado, óleo de babaçu e sebo bovino buscando a melhor formulação para a produção do sabão com uma boa relação custo benefício e com características de qualidade desejadas como:

- Massa com certa dureza;
- Massa homogênea;
- Poder de limpeza;
- Baixo custo;

Será feita também uma análise da qualidade através do pH em solução, poder espumante, poder emulgente e desgaste em água do sabão obtido e uma análise preliminar dos custos de fabricação.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Propriedades do sabão

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (2015) define o sabão como um produto para lavagem e limpeza doméstica, formulado à base de sais alcalinos de ácidos graxos associados ou não a outros tensoativos.

A ANVISA ainda classifica o sabão como:

- Quanto à aplicação/manipulação;
- Quanto à destinação bem como seus limites quantitativos para cada destinação;
- Quanto à finalidade de emprego.

O sabão convencional enquadra-se na aplicação não profissional, na destinação domiciliar com limite quantitativo de até 5 quilos por embalagem e a finalidade de emprego para limpeza.

Os sabões em barra podem ainda ser classificados de acordo com sua composição, definindo seus tipos como:

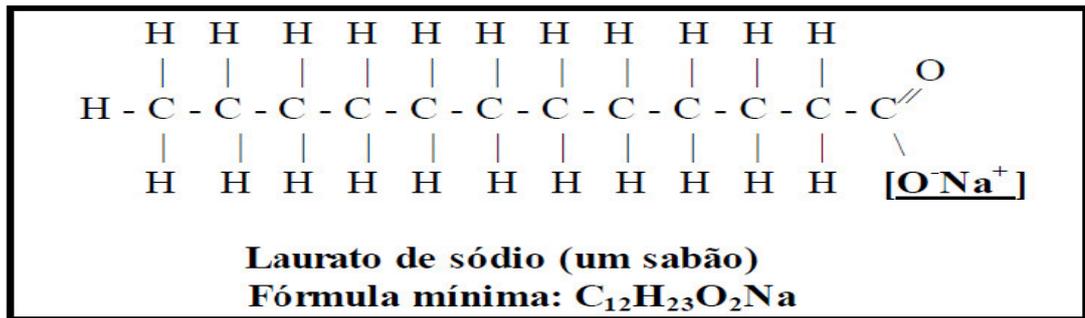
- **Sabão Higroscópico:** Sabão que em sua forma de comercialização, apresentam em sua composição componentes que são capazes de conferir ao produto a propriedade de absorver água quando exposto às condições ambientes.
- **Sabão não Higroscópico:** Sabão que em sua forma de comercialização, quando exposto às condições ambientes, perde peso por evaporação parcial do seu conteúdo volátil.
- **Sabão Extrusado:** Sabão em barra em cuja composição pode ser utilizada qualquer combinação de matéria graxa ou resinosa, associada ou não a outros tensoativos e que seja fabricado pelo processo de extrusão.
- **Sabão Extrusado Glicerinado:** Sabão em cuja composição pode ser utilizada qualquer combinação de matéria graxa ou resinosa, associada ou não a outros tensoativos obtido por processo de extrusão e que se apresenta com características de translucidez própria do seu tipo, que contem pelo menos 0,5% (meio por cento) de glicerina em sua formulação.
- **Sabão Extrusado Tipo Coco:** Sabão no qual pelo menos 40% da matéria graxa total devem ser de origem exclusivamente láurica em combinação com outras matérias graxas ou resinosas, associada ou não a outros tensoativos.
- **Sabão Tipo Coco:** Sabão no qual pelo menos 60% da matéria graxa total devem ser de origem exclusivamente láurica, em combinação com outras matérias graxas ou resinosas, associada ou não a outros tensoativos.
- **Sabão de Coco:** Sabão formulado a base de sabão sódico obtido pela saponificação de gordura de origem exclusivamente láurica, pelo processo à frio.

- **Sabão Alcoólico ou de Glicerina:** Sabão em cuja composição pode ser utilizada qualquer combinação de matéria graxa ou resinosa, associada ou não a outros tensoativos, que contem pelo menos 10% (dez por cento) de álcool (etanol) em sua formulação, quando de sua fabricação.
- **Sabão Marmorizado ou Pintado:** Sabão, com pintas coloridas características, dispersas em massa homogênea, colorida ou não, que contém pelo menos 35% (trinta e cinco por cento) de matéria graxa total em sua formulação, em cuja composição pode ser utilizada qualquer combinação de matéria graxa ou resinosa, associada ou não a outros tensoativos.
- **Sabão Forma Simples:** Sabão em cuja composição pode ser utilizada qualquer combinação de matéria graxa ou resinosa, associada ou não a outros tensoativos, que contem pelo menos 25% (vinte e cinco por cento) de matéria graxa total em sua formulação.

2.1.1. Característica polar e apolar

O sabão é uma substância obtida pela reação de óleos ou gorduras com hidróxido de sódio ou de potássio. Sendo a reação de um ácido com uma base, o produto obtido é um sal. Sabe-se que os sais são substâncias que possuem, pelo menos, uma ligação com caráter tipicamente iônico. As ligações iônicas são caracterizadas quando os elementos ligantes apresentam acentuada diferença de eletronegatividade, o que dá origem a uma forte polarização, já que se forma um dipolo elétrico. Desta forma dizemos que os sabões, por serem sais, apresentam pelo menos um ponto de forte polarização em sua molécula. A Figura 1 apresenta a estrutura do sal de ácido graxo laurato de sódio, uma molécula anfifílica com uma parte polar e outra apolar (DEL PINO; NETO, 2011).

Figura 1: Ácido graxo laurato de sódio



Fonte: (DEL PINO; NETO, 2011).

2.1.2.Redutor da tensão superficial

A tensão superficial é o fenômeno no qual as moléculas de um líquido exercem forças de atração mútuas; a força resultante sobre qualquer molécula situada no interior do volume do líquido é igual a zero, porém, uma molécula é puxada para dentro do volume, ou seja, o líquido tende a minimizar a área da superfície, da mesma forma que uma membrana. A tensão superficial explica porque as gotas de chuva caindo livremente são esféricas; a esfera é a forma que possui menor área superficial para um dado volume. Explica também porque água com sabão serve para limpeza. Para lavar bem as roupas, a água precisa ser forçada a entrar nos minúsculos espaços entre as fibras. Isso exige um aumento superficial das moléculas de água, que é difícil de obter devido à tensão superficial (SEARS; ZEMANSKY, 2012).

As moléculas que constituem o sabão possuem característica polar e apolar sendo a cadeia carbônica a parte apolar da molécula, e a extremidade $-COO^-Na^+$ a parte polar. Estas moléculas, quando entram em contato com líquidos, polares ou apolares dissolvem-se, interagindo com as moléculas deste líquido. Ocorre, então, uma redução do número de interações entre as moléculas do líquido dissolvente e, como consequência, reduz-se amplamente sua tensão superficial. Por esse motivo, sabões e detergentes são chamados de substâncias tensoativas. Como efeito, observa-se que quando colocamos sabão em água e agitamos a solução, forma-se espuma em sua superfície (DEL PINO; NETO, 2011).

Portanto o sabão tem por função diminuir a tensão superficial entre a água e a superfície, e a água e a impureza, diminuindo assim o trabalho de adesão entre a superfície e a impureza e aumentando a facilidade com que a partícula de sujeira pode ser removida por agitação mecânica. Se a impureza for gordurosa, sua remoção pode ser considerada como um fenômeno de ângulos de contato. O ângulo de contato na interface tríplice sólido-óleo-água é diminuído com a adição de um tensoativo, e como consequência a gotícula de óleo é facilmente desprendida (ADAM; STEFERSON, 1953).

2.1.3.Solubilidade

Os sabões são sódicos ou potássicos. Suas propriedades variam consideravelmente, sendo os potássicos mais solúveis em água e álcool do que os sódicos. Os sabões formados com ácidos graxos saturados são menos solúveis que os feitos com ácidos graxos não saturados. Independente dessas considerações de ordem geral, a solubilidade dos sabões depende em grande parte da natureza do corpo graxo (MELO, 1964).

Como dito acima, a solubilidade dos sabões depende em grande parte do tamanho da cadeia carbônica e do grupo hidrofílico que tem influência sobre o seu poder detergente. Para cadeias alifáticas, de fórmula geral $\text{H}_3\text{C}(\text{CH}_2)_n - \text{COO}^- \text{X}^+$ ($\text{X} = \text{Na}^+$ ou K^+), as atividades sobre a tensão superficial e as propriedades coloidais da solução dos seus sais aparecem quando n é igual ou superior a oito. Acima de vinte os sais alcalinos são praticamente insolúveis em água fria e não podem ser utilizados como sabão. A solubilidade também é influenciada pela presença de duplas ligações na cadeia carbônica. Para uma molécula de tensoativo, com igual número de átomos de carbono, quanto maior a insaturação, maior a solubilidade em água (BORSATO; GALÃO; MOREIRA, 2004).

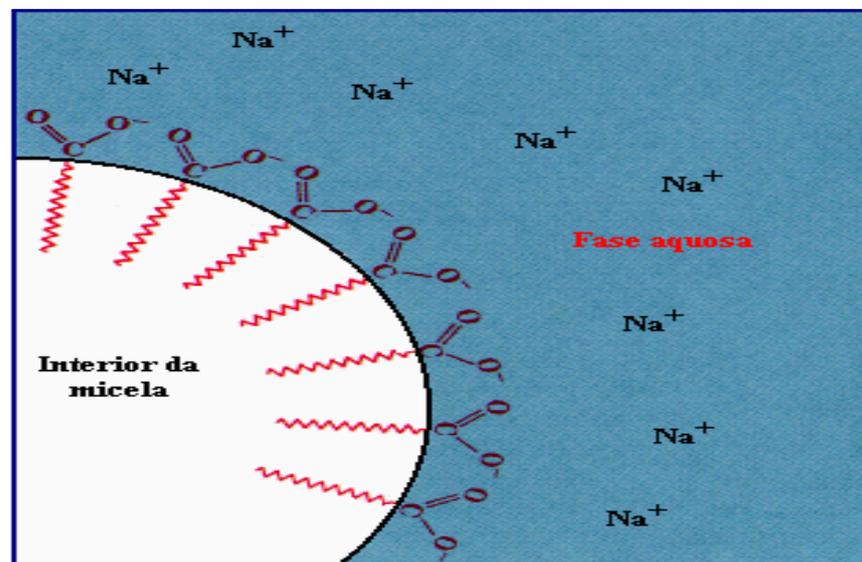
2.1.4.Poder de limpeza

Como já foi visto, a molécula que constitui o sabão pertence à função química sal; logo, possui pelo menos uma ligação com característica tipicamente iônica, e portanto, polar. Essa polaridade, bem como o tamanho da cadeia

carbonada apolar, possibilita que o sabão se dissolva em substâncias polares e apolares e até mesmo em ambas simultaneamente. É essa propriedade que atribui ao sabão seu poder de limpeza (DEL PINO; NETO, 2011).

As moléculas de sabão ou detergente envolvem as partículas de sujeira de modo a colocá-la em um envelope solúvel em água, a micela (Figura 2). Partículas sólidas de sujeira se dispersam na emulsão.

Figura 2: Interface da micela com um meio polar



Fonte: (CENTRO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E CULTURA – USP, 1999)

A forma de organização nas micelas possibilita que os sabões dispersem glóbulos de óleo em água. Quando uma gota de óleo é atingida pelo sabão, a cadeia hidrocarbônica do sabão penetra nos globos oleosos, e as extremidades polares ficam na água, o que arrasta a gota de gordura envolta por sabão e água em forma de micela (NETO; PINO, 2011).

2.2. Comparação entre detergente e o sabão

O uso de detergentes com base sulfatos e sulfonatos, é bastante amplo e tem sido o maior concorrente dos sabões. Todas as indústrias fazem uso, mas destaca-se sua aplicação na higienização doméstica. Porque os detergentes, sulfatos e sulfonatos, mostram-se superior ao sabão na sua ação de lavar louça.

Uma explicação, certamente, é um perfeito balanceamento polar/apolar. O grupo carboxilato no sabão é proveniente do ácido graxo, então um ácido fraco, enquanto os sulfatos e sulfonatos são derivados do ácido sulfúrico, inegavelmente um ácido forte. Significa que qualquer acidez na água de lavagem (as origens podem ser restos de molho de tomate, refrigerante, limão, vinho, vinagre, etc.) conseguem facilmente protonar o sabão e transformá-lo em ácido graxo, que por sua vez não tem propriedades de limpeza. Isso não ocorre com os sulfatos/sulfonatos: ácidos orgânicos e o ácido fosfórico usado em alimentos industrializados, não têm força suficiente para protonar estes detergentes em quantidades notáveis. Sendo assim, eles continuam atuando com o mesmo efeito hidrofílico-lipofílico, isto é, com a mesma eficácia detergente, independente do pH da água do meio de lavagem. Além disso, os detergentes não se perdem por reação com os íons de dureza da água, Ca^{2+} e Mg^{2+} (ISENMANN, 2012).

Porém o sabão tradicional ainda é muito usado na limpeza de mãos e do corpo em geral, mas é relativamente pouco usado para lavar roupa onde tensoativos sintéticos, sulfonatos e sulfatos, dominam esta área.

De acordo com ISENMANN (2012) as desvantagens e as vantagens do sabão tradicional podem ser resumidas nos seguintes pontos:

- O sabão não só remove a sujeira, mas também parte da gordura natural da pele. Isto pode, especialmente na lavagem excessiva, levar à pele áspera e quebradiça. Esse ressecamento da pele é atenuado quando se usa sabão com elevado teor em glicerina, que automaticamente já está no produto se a massa não for tratada com salmoura.
- O sabão reage com a água, liberando a base forte hidróxido. Esta, por sua vez, pode prejudicar o objeto da lavagem, os tecidos e especialmente a nossa pele.
- Quando encontrar-se em ambiente de caráter ácido, o sabão será facilmente protonado. Então se transforma em um ácido graxo livre que não tem mais as características de limpeza.

As vantagens do sabão em comparação aos detergentes líquidos são:

- São biodegradáveis.

- Sabões puros (por exemplo, feito de azeite de oliva) são adequados para pessoas alérgicas, porque as gorduras naturais são mais bem toleradas por estas pessoas do que os tensoativos artificiais.
- Sabões ricos em lauril (C 12:0, em alta concentração no sabão de coco) geram uma espuma fina e gostosa, especialmente agradável na hora de tomar banho.

Sabões são fabricados a partir de substâncias presentes na natureza viva (os óleos e as gorduras) e existem muitos microrganismos capazes de degradá-los. Já os detergentes sintéticos podem ou não ser biodegradáveis. Experiências mostraram que os detergentes de cadeia carbônica não-ramificada (óleos e gorduras utilizados na fabricação do sabão) são biodegradáveis, ao passo que os de cadeia ramificada não são (PERUZZO;CANTO, 2003).

2.3. Matérias – primas do sabão

Segundo MOTTA (2007) as matérias-primas empregadas na fabricação de sabões estão divididas em três grupos:

- Essenciais: São os óleos e gorduras e os álcalis.
- Secundárias: São aqueles componentes que, incorporados ao produto, melhoram a qualidade ou diminuem o custo. Podem ser: resinas, substâncias de recheio, corantes e perfumes.
- Coadjuvantes: As matérias-primas consideradas como coadjuvantes são aquelas empregadas como veículo no processo de fabricação. As principais são a água e o cloreto de sódio.

2.3.1.Óleos e gorduras

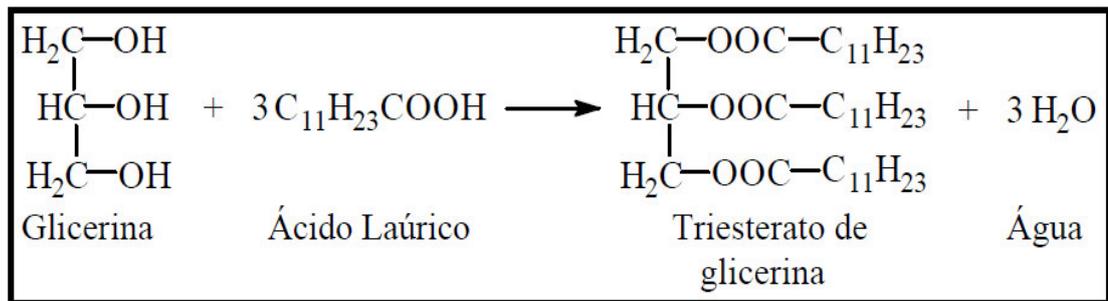
Os óleos e gorduras são formados por diversos compostos simples que quimicamente são ésteres. O componente alcoólico é invariavelmente o glicerol, um triol com três grupos hidroxílicos, e o componente ácido é formado pelos ácidos monocarboxílicos não ramificados ou ácidos graxos (CASTRO, 2009).

Tais ésteres são divididos em mono, di ou tri-glicerídeos. Os glicerídeos geralmente contêm dois ou três ácidos graxos diferentes. Portanto, os óleos e

gorduras são misturas de glicerídeos de diversos ácidos graxos, cuja composição é dependente do tipo e origem da matéria prima que pode ser de origem animal ou vegetal (CASTRO, 2009).

A Figura 3 apresenta a reação de formação de um óleo.

Figura 3: Reação de esterificação



Fonte: (DEL PINO;NETO, 2011)

Entre as gorduras de origem animal a mais usada para fabricação de sabão é a gordura bovina, comumente conhecida como sebo. Entre as gorduras vegetais as mais usadas para essa finalidade são: o óleo de palma extraído do fruto do dendezeiro ou popularmente como óleo de dendê e o óleo de coco, extraído, principalmente do babaçu (NEVES, 2003).

Todos os óleos e gorduras animais e vegetais destinados à fabricação de sabão devem ser o mais livre possível de matérias insaponificáveis, de uma boa cor e aparência, em uma condição de frescor. A matéria insaponificável naturalmente presente como o colesterol, varia nos diferentes óleos e gorduras de 0,2 a 2%. Todos os óleos e gorduras contem mais ou menos acidez livre, mas um excesso de acidez, embora possa ser devido à decomposição do glicerídeo nem sempre denota ranço, mas é indesejável na produção de sabão (APPLETON;SIMMONS,1908).

2.3.2.Hidróxido de sódio ou hidróxido de potássio

O hidróxido de sódio ou o hidróxido de potássio desempenham papel de primeira ordem na fabricação de sabões, eles são misturados com os óleos e gorduras que, ao reagirem, desencadeiam o processo de saponificação (MELO, 1964).

A escolha do álcali vai influenciar diretamente na dureza do sabão acabado, onde sabões formulados com hidróxido de potássio formam sabões moles já com hidróxido de sódio formarão sabões duros (RITTNER, 1995).

2.3.3. Água

Grande importância se deve dar a água na produção de sabões, pois durante o processo ela produz a emulsão das matérias graxas e facilita assim a combinação destas com os álcalis, melhorando a saponificação (MELO,1964).

Nem todas as águas são de boa qualidade para a fabricação de sabões. A água destinada a fabricação de sabões deve ser o mais mole possível. Se a água for dura, assim chamada por possuir principalmente sais de cálcio e magnésio (Ca^{2+} e Mg^{2+}) dissolvidos, deve ser tratada quimicamente com cal e carbonato de sódio em conjunto, carbonato de sódio sozinho ou soda cáustica (APPLETON;SIMMONS,1908).

A utilização de água dura favorece uma reação de substituição de íons sódio ou potássio, existentes na molécula de sabão, pelos íons de cálcio ou magnésio, existentes na solução aquosa. Como os sais formados são insolúveis, verifica-se, como efeito, a formação de um precipitado. É este o fato que o impossibilita de exercer a função de limpeza (DEL PINO; NETO,2011).

2.3.4.Cloreto de sódio

O cloreto de sódio tem como finalidade separar o sabão da lixívia depois de verificado o empaste, ou seja, separa o sal sódico de ácido graxo (sabão) de suas soluções em água, água lixivial e glicerina (MELO,1964).

O produto primário da saponificação é uma emulsão grossa que tem a aparência de uma goma. Nesta, acrescenta-se uma quantidade considerável de NaCl. Como dito anteriormente, o cloreto de sódio tem o efeito de separar o sistema em duas fases, pois torna a fase aquosa mais polar e assim repelente frente à fase orgânica. Além disso, a dissolução do sal aumenta a densidade da fase aquosa - o que facilita a separação do sabão que é menos densa. Sendo assim, separa-se a lixívia aquosa contendo soda cáustica que foi acrescentada

em excesso, a glicerina e o NaCl do sabão que forma de uma camada superior que pode ser facilmente separada (ISENMANN, 2012).

2.3.5. Glicerina

Popularmente conhecida como glicerina, o glicerol ou 1,2,3-Propanotriol é um composto orgânico pertencente a função álcool com três hidroxilas de fórmula molecular $C_3H_8O_3$. Naturalmente produzida a partir de óleos e gorduras, pode ser obtida como subproduto na produção de sabão, biocombustíveis, ácidos graxos, álcoois de ácidos graxos, etc. A demanda industrial de glicerina é bastante alta e esta pode ser vendida na sua forma bruta (glicerina natural) que geralmente apresenta 80% de glicerol, ou purificada, classificada como glicerina técnica com aproximadamente 99,5% de glicerol. É adicionada aos cremes de beleza e sabonetes, pois é um bom umectante, isto é, mantém a umidade da pele. Em produtos alimentícios ela também é adicionada com a finalidade de manter a umidade do produto (PRATES, 2006).

2.3.6. Branqueadores ópticos

Hoje em dia, boa parte dos produtos para lavagem de roupas e tecidos apresentam substâncias chamadas de branqueadores ópticos, que se fixam nas fibras do tecido, mas não são removidos durante o enxágue (UCHIMURA, 2007).

Os branqueadores ou alvejantes ópticos são substâncias que se depositam nas roupas absorvendo radiações invisíveis da luz ultravioleta oriundas do Sol, realçando a brancura, passando a impressão de que o material está mais branco do que realmente é. Os principais alvejantes ópticos são compostos do diaminoestilbenzeno, cumarim, benzimidazoles, difenilimidazolonas, benzidina, diaminodefinilurea, e perborato de sódio e são usados em proporções inferiores a 0,05% em relação ao peso do sabão. O efeito dessas substâncias é puramente estético (NEVES, 2000).

A estrutura química desses branqueadores ópticos como foi observado é geralmente complicada e muitos deles são secretos.

2.3.7. Agentes quelantes ou sequestrantes

São usados para prevenir que o desempenho do sabão diminua na presença de água dura. Um dos agentes quelantes mais utilizados é o EDTA (UCHIMURA, 2007).

Fosfatos, como por exemplo, o trifosfato de sódio ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$), que agem como substâncias básicas neutralizando a eventual acidez da água e ainda ajudam na ação de sequestrar os cátions Ca^{2+} e Mg^{2+} que podem reduzir e prejudicar a ação dos tensoativos aniônicos presentes nos sabões e detergentes. Esses fosfatos aparecem praticamente em todas as fórmulas de produtos de limpeza. (DEL PINO; NETO, 2011).

2.3.8. Abrasivos

São minerais insolúveis ao sabão, tais como o talco, a terra diatomácea, a sílica, o mármore, a pedra-pomes, etc. para, além de promover limpeza, conferir-lhe também abrasividade, para limpar melhor certos tipos de sujidade (UCHIMURA, 2007).

2.3.9. Corantes

Visam melhorar o aspecto do sabão. As anilinas solúveis em água são empregadas, geralmente, para coloração do sabão comum, qualquer que seja o processo de obtenção (UCHIMURA, 2007).

2.3.10. Fragrâncias e perfumes

As fragrâncias têm o objetivo de mascarar o odor característico das matérias-primas utilizadas no processo produtivo. As mais utilizadas são: eucalipto, gerânio, limão, etc (UCHIMURA, 2007).

2.4. Processos de produção

2.4.1. Sistema de fervura integral ou convencional

É considerado o melhor e mais empregado, isso porque ele pode produzir sabões mais puros e também subprodutos de glicerina. Nesse processo, a gordura, o óleo e a soda cáustica líquida são adicionados numa caldeira ocorrendo a saponificação, seguindo-se os estágios os de semi - cotura, refino e descanso (MOTTA , 2007).

Além do sistema de fervura integral existem o sistema de semi - fervura e o sistema a frio. Tanto o processo de semi - fervura, quanto o processo a frio são econômicos e simples na preparação de sabões de potassa, requerendo investimentos pequenos em equipamentos e técnicas não muito sofisticadas. O uso de ambos os processos, contudo, está apresentado notável decréscimo em virtude da pobre qualidade do sabão produzido e da impossibilidade da recuperação de glicerina e, como se sabe, a produção de sabão exige uma alta qualidade do produto que, aliás, é o fator crítico (MOTTA, 2007).

2.4.2. Índice de saponificação

O índice de saponificação (I.S) é definido como o número de miligramas de hidróxido de potássio ou sódio necessário para saponificar um grama de gordura ou óleo. Este parâmetro é importante na formulação do sabão porque através dele é possível calcular, para uma dada quantidade de óleo, a quantidade de álcalis necessários para a reação (CASTRO, 2009).

Tabela 1: Índice de saponificação de diferentes gorduras e óleos.

1 Kg de gordura ou óleo precisa para saponificação	Gramas de soda cáustica 99%
Sebo bovino	138 até 143g
Banha de porco	138 até 139,5g
Manteiga de Cacau	137g
Óleo de Babaçu	176g
Óleo de Amendoim	133 até 140g
Óleo de Coco	181 até 188g
Óleo de Palma	140 até 146g
Óleo de Oliva	134 até 140g
Óleo de Linhaça	134 até 138g
Óleo de Girassol	134 até 137g
Óleo de Algodão	137 até 140g
Óleo de Mamona	128 até 130 g
Óleo de Milho	136 até 138 g
Óleo de Soja	137 até 139 g
Gordura vegetal	136 até 140 g
Estearina	141 g

Fonte: (ISENMANN, 2012).

2.4.3.Saponificação

O processo de fabricação tem início com o carregamento das matérias primas (gorduras líquidas e soda), previamente medidos e pesados, em um recipiente de ferro ou aço, circular ou retangular com fundo inclinado para um tubo central de descarga. A reação é exotérmica e autocatalítica. O triglicerídeo é atacado pelo álcali, liberando glicerina e ácidos graxos os quais são neutralizados pela soda formando o sabão (CASTRO, 2009).

A hidrólise de ésteres, em presença da base, formando o sal do ácido carboxílico e um álcool é conhecido como "saponificação". Realmente, a produção de sabão, a partir de gordura, é uma das reações mais antigas da humanidade. Curiosamente, até o século 19 ninguém sabia que se trata

2.4.4.Semi – cotura

Consiste na fervura da massa com excesso de álcali para garantir uma completa saponificação, evitando deste modo, a formação de blocos de gordura ou soda que possam permanecer sem reagir (CASTRO, 2009).

2.4.5.Refino

Consiste na separação da massa em duas fases imiscíveis de sabão e glicerina. O processo baseia-se na enorme diferença de solubilidade dos componentes da massa em salmoura. O sabão fica na superfície devido a sua menor densidade em relação à solução de salmoura e glicerina, a qual é separada pelo fundo do recipiente, esta lavagem é repetida sucessivas vezes até se obter a pureza desejada no sabão. Este processo tradicional de refino tornou-se anti-econômico e obsoleto para as grandes indústrias. Modernamente utiliza-se um processo no qual a solução de salmoura percorre em contracorrente a mistura que contém sabão, numa torre de lavagem. A medida que progride, a solução de salmoura se enriquece em glicerina (CASTRO, 2009).

2.4.6.Descanso

Consiste em deixar o produto descansar por 24 a 48 horas, com o resfriamento a massa solidifica formando blocos que antes de serem embalados podem ser cortados e prensados a quente, processos geralmente feitos numa máquina injetora (descontínuo) ou numa extrusora (contínuo) (ISENMANN, 2012).

2.4.7.Descarte de resíduos

Conforme a ABNT (NBR 9800/87), “efluente líquido industrial é o despejo líquido proveniente do estabelecimento industrial, compreendendo emanções de processo industrial, águas de refrigeração poluídas, águas pluviais poluídas e esgoto doméstico”.

Se a massa base será feita pelo próprio fabricante e se houver necessariamente uma etapa de lavagem da massa base que gera um efluente líquido com vestígios de óleo, sebo e soda cáustica, o efluente líquido deverá ser destinado a uma estação de tratamento de efluentes, onde passará por tratamento químico adequado antes de ser descartado como esgoto industrial (UCHIMURA, 2007).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Materiais

3.1.1. Para a fabricação

- Béquer de vidro de 250 mililitros;
- Béquer de vidro de 500 mililitros;
- Béquer de vidro de 2 litros;
- Vidro de teste;
- Pá de plástico;
- Formas de aço inox;
- Prensa;
- Fita de pH;
- Placa de aquecimento elétrica;
- Panos para limpeza;
- Balança de precisão;
- Agitador de bancada;
- Termômetro a laser;
- Fogão industrial;
- Tacho de alumínio de 20 litros;
- Hidróxido de sódio 99%;
- Óleo de babaçu;
- Óleo de cozinha utilizado em frituras;
- Sebo bovino;

- Água;
- Essência;
- Embalagem;
- EDTA;
- BHT;
- Álcool Etílico 97°GL;
- Glicerina;
- Peneira em forma de cone.

3.1.2. Para a análise

- Béquer de vidro de 250 mililitros;
- Proveta de plástico de 1000 mililitros;
- Balão volumétrico de 250 mililitros;
- pHmetro;
- Fita de pH;
- Enxofre em pó;
- Água;
- Óleo de cozinha usado;
- Álcool 97°GL;
- Régua;
- Filtro de papel;
- Amostras dos sabões;
- Funil pequeno;
- Balança de precisão.

3.2. Métodos

3.2.1. Produção das amostras de sabão

Neste trabalho foi feito um estudo experimental sobre a produção de sabão a partir do óleo de cozinha usado, óleo de babaçu e sebo bovino, visando uma

boa relação custo benefício, posteriormente foram realizados testes de qualidade nos produtos obtidos.

Para a realização dos experimentos foram feitas diversas formulações variando-se apenas a porcentagem em peso da carga graxa, os critérios para a obtenção das amostras foram os seguintes:

Primeiramente foram produzidas 3 amostras, uma com 100% de sebo bovino, uma com 100% óleo de cozinha usado e uma com 100% óleo de babaçu.

Cada sabão obtido foi analisado de acordo com a dureza da amostra, tempo de reação e custo do óleo utilizado. A partir da análise dos dados foi-se testando outras formulações até que se chegasse a um produto satisfatório.

A seguir serão descritos os métodos para a produção das amostras de sabão.

3.2.2. Preparo das matérias – primas para a fabricação

Para a obtenção do sebo pesou-se aproximadamente 15 kg de gordura bovina (Figura 6) no tacho de alumínio de 20 litros aqueceu-se durante 2 horas.

Figura 6: Gordura bovina



Fonte: O autor, (2015).

Conforme ANDRADE FILHO (2007) pode-se diferenciar sebo e graxa conforme o seu ponto de fusão, pois é classificado como sebo o produto gorduroso que se funde em temperatura de até 40°C e como graxa o que se funde em temperatura superior.

Com o calor o sebo se fundiu (Figura 7) e foi extraído da gordura obtendo-se aproximadamente 5 kg de óleo. O óleo foi então armazenado em um recipiente opaco e devidamente fechado para evitar o contato com a luz e o oxigênio do ar que podem oxidá-lo, prejudicando suas propriedades.

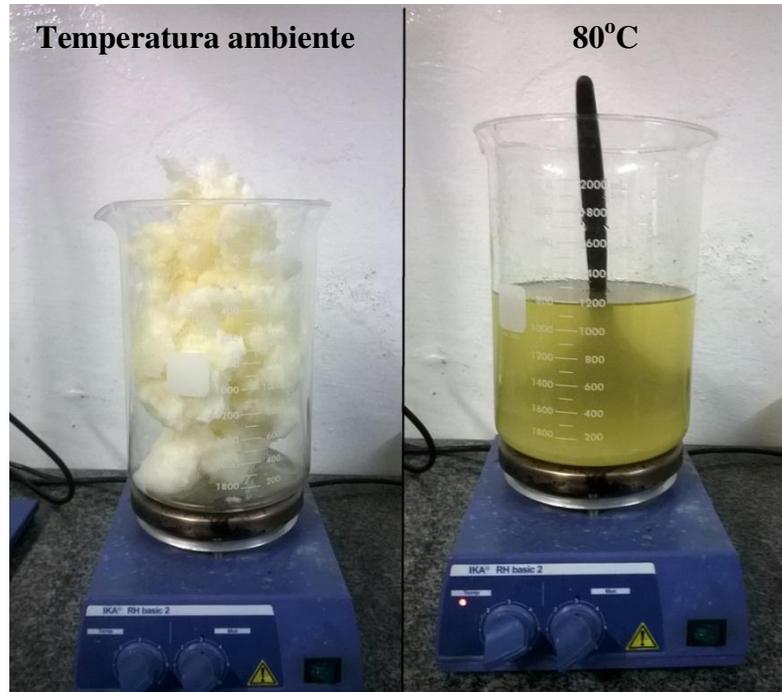
Figura 7: Gordura bovina após a extração do óleo



Fonte: O autor, (2015).

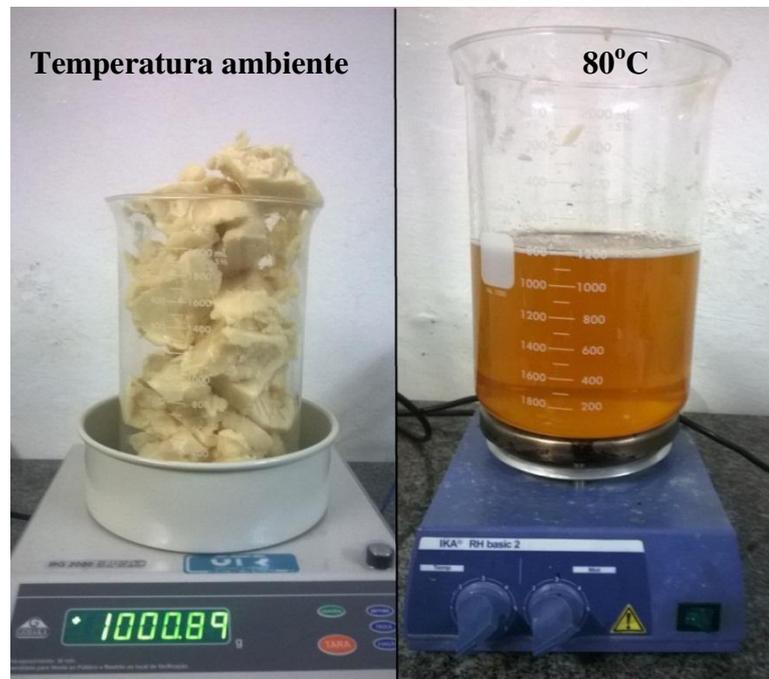
Como no babaçu e no sebo predominam glicerídeos de ácidos saturados, temos a massa sólida à temperatura ambiente sendo necessário aquecê-la para se obter o óleo. Em todas as amostras contendo esses óleos, o béquer contendo as massas devidamente pesadas foram aquecidas na placa de aquecimento até que toda massa sólida derretesse (Figuras 8 e 9), adicionou-se então o agente quelante e o agente antioxidante. Para o óleo usado o béquer foi colocado na placa aquecedora e aquecido até a temperatura de 80°C e então foram adicionados o agente quelante e o agente antioxidante.

Figura 8: Óleo de babaçu em diferentes temperaturas



Fonte: O autor, (2015).

Figura 9: Sebo bovino em diferentes temperaturas



Fonte: O autor, (2015).

Para o cálculo da quantidade de NaOH 99% necessária para a saponificação de 1 kg de óleo foi consultada a Tabela 1 dos índices de saponificação, conforme os cálculos:

Sebo bovino:

Óleo	NaOH
1000 gramas →	143 gramas
A →	Y

Onde:

A= gramas do óleo em cada amostra;

Y= gramas de NaOH 99% para saponificar a quantidade de óleo usada.

$Y \times 10\% \text{ excesso} = Y'$ gramas NaOH

Onde Y' é a quantidade real a ser pesada.

O cálculo da quantidade de água para a preparação da lixívia variou de 20 a 40% conforme o tipo de carga graxa utilizada, e foi feito com base no peso da massa total, conforme os cálculos:

$X \text{ gramas de óleo} + Y' \text{ gramas de NaOH} = \text{massa total} \times \% \text{ em peso} =$
gramas de H₂O para dissolver o NaOH e preparar a lixívia.

Óleo usado:

Óleo	NaOH
1000 gramas →	138 gramas
B →	Y

Onde:

B= gramas do óleo em cada amostra;

Y= gramas de NaOH 99% para saponificar a quantidade de óleo usada.

$Y \times 10\% \text{ excesso} = Y'$ gramas NaOH

Onde Y' é a quantidade real a ser pesada.

O cálculo da quantidade de água para a preparação da lixívia variou de amostra para amostra e foi feito com base no peso da massa total, conforme os cálculos:

$X \text{ gramas de óleo} + Y' \text{ gramas de NaOH} = \text{massa total} \times \% \text{ em peso} =$
gramas de H₂O para dissolver o NaOH e preparar a lixívia.

Óleo de babaçu:

Óleo		NaOH
1000 gramas	→	176 gramas
C	→	Y

Onde:

C= gramas do óleo em cada amostra;

Y= gramas de NaOH 99% para saponificar a quantidade de óleo usada.

Y x 10% excesso = Y' gramas NaOH

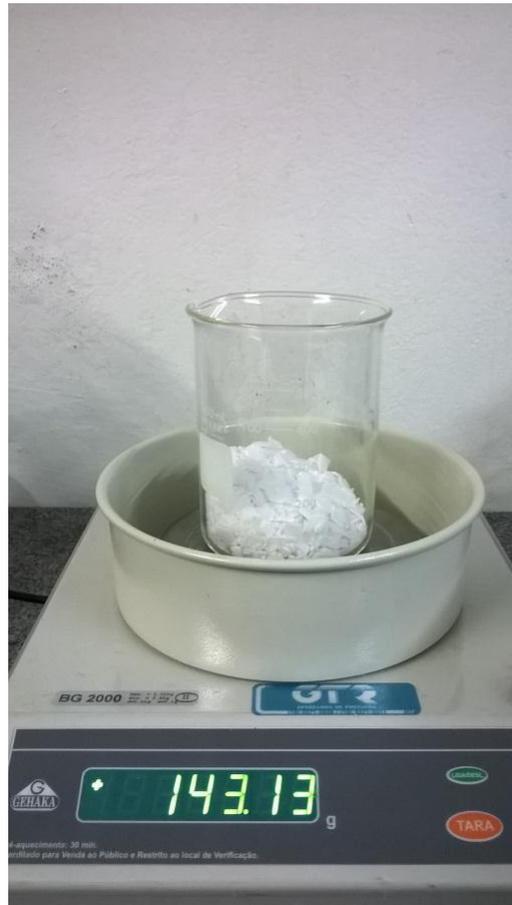
Onde Y' é a quantidade real que foi pesada.

O cálculo da quantidade de água para a preparação da lixívia variou de 20 a 40% da massa total de acordo com o tipo de óleos e gorduras usadas, conforme os cálculos:

X gramas de óleo + Y' gramas de NaOH = massa total x % em peso = gramas de H₂O para dissolver o NaOH e preparar a lixívia.

Dissolveu-se o NaOH contido no béquer (Figura 10) com a água, nesta etapa utilizou-se os EPI's necessários pois o hidróxido de sódio 99% pode causar queimaduras severas quando em contato com os olhos e a pele, a dissolução em água libera calor e um gás que pode causar danos ao trato respiratório. Com a dissolução total do NaOH em água foi obtida a lixívia. Em algumas lixívias foi adicionado álcool etílico que atua como um catalisador da reação, este tem a função de dissolver mais rapidamente o hidróxido de sódio que não tem facilidade de se dissolver em óleos. O álcool foi adicionado vagarosamente, pois a dissolução do NaOH em água torna o meio muito quente, podendo ocorrer acidentes se este for adicionado muito rápido.

Figura 10: Hidróxido de sódio 99% em escamas



Fonte: O autor, (2015).

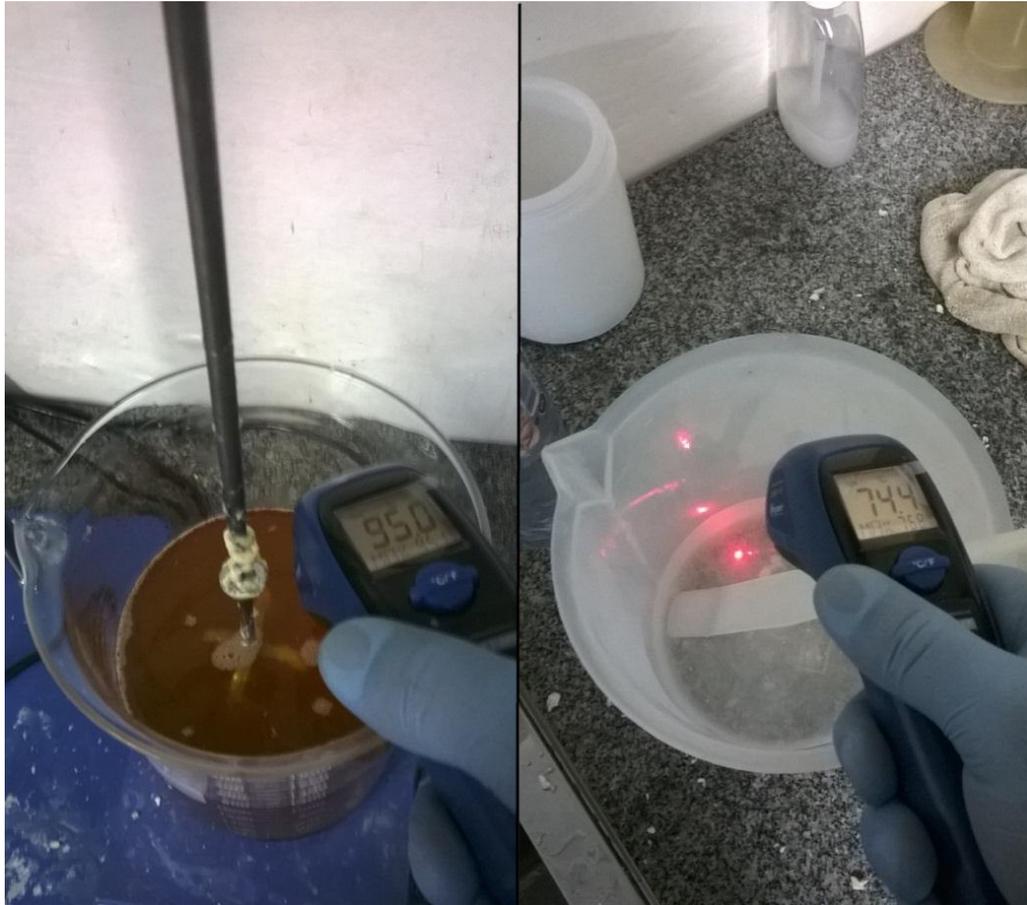
Foram medidas as temperaturas da lixívia e do óleo (Figura 11), então a lixívia pronta foi adicionada vagarosamente e com agitação ao béquer de 2 litros contendo o óleo.

A agitação foi mantida até que se começou a formar uma massa mais densa, em algumas amostras a massa ficou muito densa a ponto de o agitador não suportar, então foi adicionado glicerina com álcool etílico nesta etapa, este procedimento foi adotado visando dar mais fluidez a massa, então mediu – se o pH e colocou-se uma gota da massa no vidro de teste até que esta esfriasse para verificação da textura.

Nas formas de aço inox foi derramada a massa ainda quente e deixou-se repousar por um período de 24 horas.

Após as 24 horas a massa estava dura e foi desenformada, a barra foi cortada em pedaços uniformes e foi obtida a amostra.

Figura 11: Temperaturas do óleo e da lixívia



Fonte: O autor, (2015).

A Tabela 3 contém as composições das amostras.

Tabela 2: Composição das amostras

Amostra	A	B	C	Y'	H₂O	A.E.*	A.O.*	A.Q.*	G*
	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(mL)
1	0	0	1000	193,6	295	0	1	2	0
2	0	1000	0	120	300	0	1	2	0
3	1000	0	0	157,3	286	0	0	0	0
4	333,33	335,16	333,74	167,55	339	0	1	2	0
5	0	501,60	500,90	172,7	269	0	1	2	0
6	80,86	600,36	319,61	163,36	520	87	1	2	0
7	500,05	501,81	0	146,12	345	49	1	2	0
8	500,56	0	500,34	170,7	400	87	1	2	0
9	300,54	500,35	200,83	163,76	331	169	1	2	0
10	0	702,30	300,50	166,44	308	95	1	2	0
11	750,32	0	249,7	167,77	426	0	1	2	0
12	581	0	194,56	132,64	358	0	1	2	0
13	581	0	194,56	132,64	358	10	1	2	5
14	581	0	194,56	132,64	358	30	1	2	10
15	0	700,51	301,87	157,78	375	20	1	2	17
16	700	0	300	168,85	420	10	1	2	40

Fonte: O autor, (2015).

A = Sebo bovino;

B = Óleo usado;

C = Óleo de babaçu;

Y' = NaOH com excesso de 10%;

***A.E.**= Alcool etílico;

***A.O.**= Agente antioxidante;

***A.Q.**= Agente quelante;

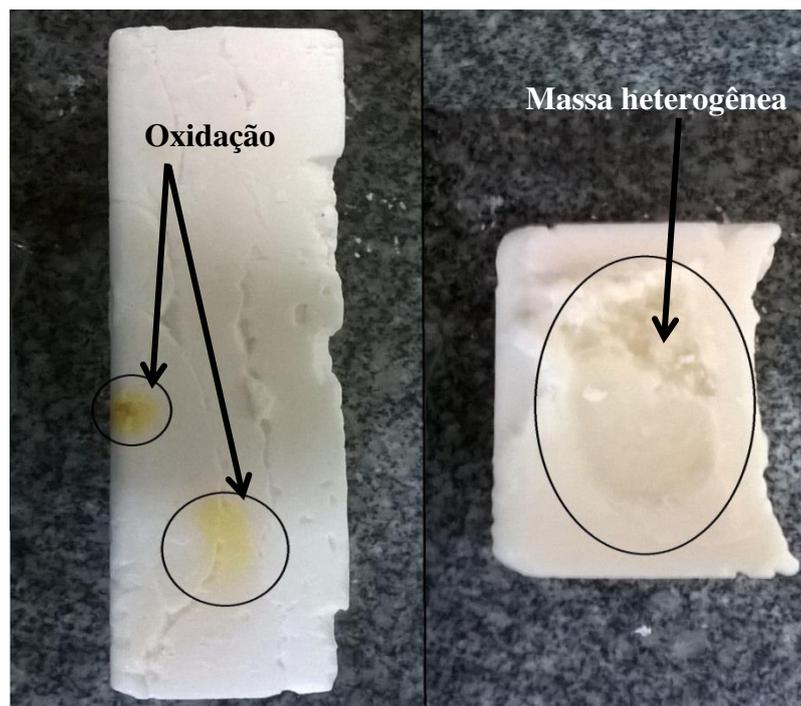
***G**= Glicerina.

3.2.3. Metodologia analítica

Os cinco parâmetros escolhidos para análise das amostras foram: pH conforme os procedimentos da ANVISA, poder espumante, poder emulgente, desgaste e custo do produto. As amostras 3,4,5,13,e 14 foram descartadas.

A amostra 3 (Figura 12) apresentou irregularidades devido a ausência do agente antioxidante e do agente quelante, os compostos graxos se degradaram causando manchas amareladas e um cheiro desagradável quando o sabão foi usado para lavagem das mãos, a massa também se apresentou muito dura e não homogênea devido a erro na formulação e no processo.

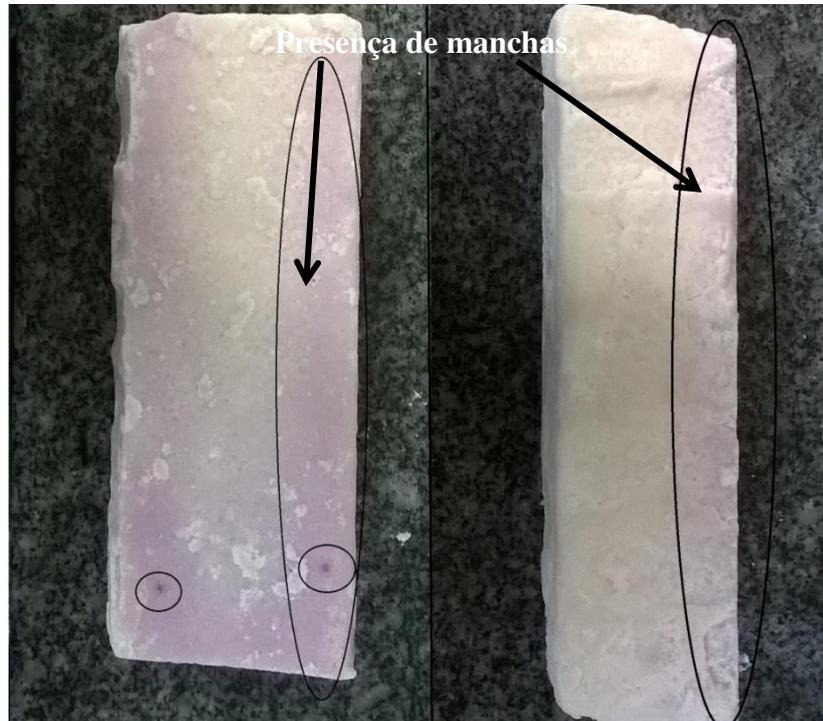
Figura 12: Defeitos na amostra 3



Fonte: O autor, (2015).

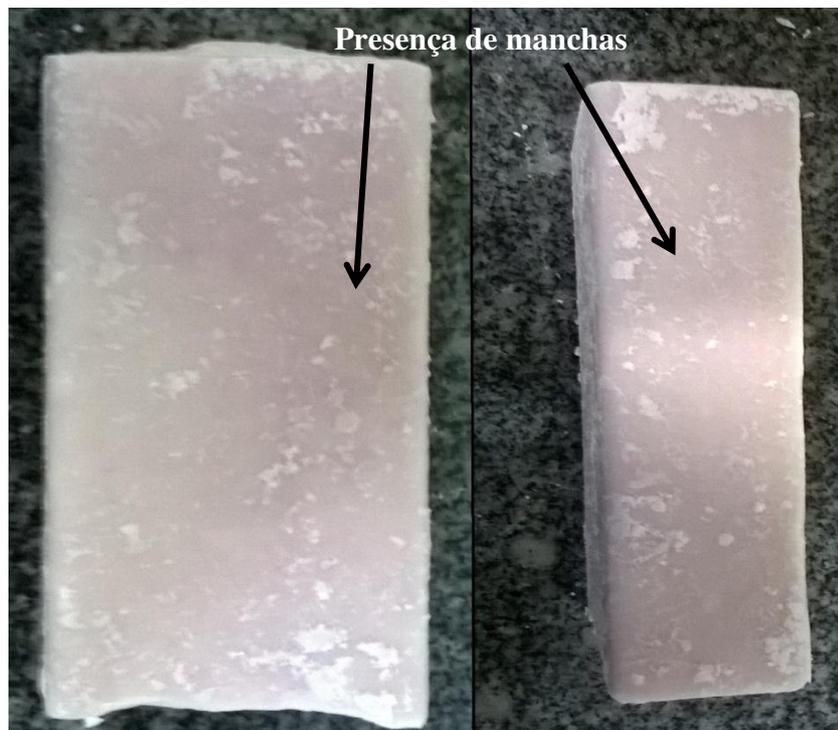
A amostra 4 não apresentou uma massa consistente, quando era apertada com os dedos esta esfarelava, isso ocorreu devido a erros no processo como excesso de hidróxido de sódio e reação de saponificação incompleta. A amostra 5 apresentou-se muito dura e com um líquido na superfície devido ao excesso de hidróxido de sódio na formulação. As duas amostras apresentaram também manchas roxas (Figuras 13 e 14).

Figura 13: Defeitos na amostra 4



Fonte: O autor, (2015).

Figura 14: Defeitos na amostra 5



Fonte: O autor, (2015).

As amostras 13 e 14 foram descartadas, pois possuem igual formulação da amostra 12, onde variou-se apenas a quantidade de álcool etílico e glicerina usada. A amostra 12 foi utilizada, pois apresentou melhor aspecto.

- **pH**

A avaliação do pH tem como objetivo determinar o potencial de hidrogênio de uma solução de amostra de sabão por potenciometria, ou seja, pela determinação da diferença de potencial entre dois eletrodos, o de referência e o de medida, imersos na amostra a ser analisada.

Inicialmente dissolveu-se na placa aquecedora 1 grama da amostra em 100 mL de água no béquer de 250 mL formando uma solução. Resfriou-se a solução até a temperatura de calibração do pHmetro e logo após efetuou-se a leitura.

Após medir com o pHmetro, efetuou-se também a medição do pH da solução com fita de pH.

- **Poder espumante**

A avaliação do poder espumante tem como objetivo mostrar a variação da altura da espuma.

Pesou-se 2 gramas da amostra no béquer de 250 mL, e dissolveu-se na placa de aquecimento com 200 mL de água. Resfriou-se a solução até aproximadamente 30 °C.

Com auxílio de um funil em uma proveta de 1000 mL previamente rinsada com a solução, derramou-se a solução de forma a formar um filete bem no centro da proveta e imediatamente ao fim do escoamento mediu-se a altura da espuma formada com uma régua. A variação da altura da espuma foi medida com um intervalo de dois minutos até ao final de quatro minutos.

- **Poder emulgente**

A avaliação do poder emulgente tem como objetivo determinar a capacidade de uma solução do sabão de estabilizar emulsões gordurosas.

Inicialmente dissolveu-se na placa aquecedora 2 gramas da amostra em 200 mL de água no béquer de 250 mL formando uma solução. O poder emulgente do sabão foi analisado adicionando-se uma mistura com 50 mL de água e 20 mL óleo num balão volumétrico de fundo redondo contendo rolha esmerilhada, em seguida 20 mL da solução. Essa mistura foi mantida sob agitação manual por dois minutos. Deixou-se repousar por 10 segundos a mistura e observou-se a formação de espuma e a presença ou não de duas fases.

- **Desgaste**

A avaliação do desgaste tem como finalidade mostrar a perda de massa da amostra de sabão, mergulhado em água e sem nenhum tipo de interferência mecânica.

Primeiramente cortou-se um pedaço da amostra com as medidas 4 cm de largura por 4 cm de comprimento por 3 cm de altura. Colocou-se água no béquer de 250 mL e submergiu a amostra na água.

A amostra foi retirada após 18 horas de submersão e delicadamente raspou-se com uma espátula todo o sabão que estava mole e pastoso. Deixou-se secar por 36 horas e pesou-se a barra.

- **Custo**

A análise de custo dos sabões foi feita apenas para as matérias primas, descartando-se custos industriais de produção como:

- Energia consumida por motores elétricos, lâmpadas, balanças, chapa de aquecimento e outros aparelhos;
- Embalagem para o produto acabado;
- Mão de obra utilizada;
- Salários da supervisão;

- Depreciação das máquinas;
- Aluguel do prédio;

O sebo bovino e o óleo de cozinha usado tiveram seus custos estimados, pois os dois foram tratados como materiais de descarte.

Algumas matérias primas têm seus custos baseados no valor do dólar, para este trabalho foi considerado o valor do dólar de R\$ 3,164 correspondente ao dia 28/05/2015.

Os resultados são expressos em Reais por Kg do óleo usado na amostra.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. pH

A Tabela 4 apresenta os resultados obtidos para o pH das amostras com o pHmetro e a fita:

Tabela 3: Resultados do pH para as amostras

Amostra	pH (pHmetro)	pH (fita)
1	9,82	Entre 9 e 10
2	10,01	Entre 9 e 10
6	9,71	Entre 9 e 10
7	10,03	Entre 9 e 10
8	10,03	10
9	10,14	10
10	9,87	Entre 9 e 10
11	10,11	Entre 9 e 10
12	10,83	10
15	9,67	Entre 9 e 10
16	9,94	Entre 9 e 10

Fonte: O autor, (2015).

De um modo geral houve pequenas variações do pH entre as amostras, todas elas ficaram em torno de 9,67 a 10,83.

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) os sabões classificam-se como saneantes com a finalidade de produtos de limpeza e afins pertencentes aos produtos de grau de Risco I e devem obedecer as seguintes normas:

- Apresentem DL50 oral para ratos superior a 2000 mg/kg de peso corpóreo para produtos líquidos e superior a 500 mg/kg de peso corpóreo para produtos sólidos;
- O valor de pH na forma pura, avaliado na diluição a 1% p/p à temperatura de 25° C (vinte e cinco graus Celsius), seja maior que 2 ou menor que 11,5;
- Não apresentem características de corrosividade, atividade antimicrobiana, ação desinfetante e não sejam à base de microrganismos viáveis; e
- Não contenham em sua formulação um dos seguintes ácidos inorgânicos:
 - a) fluorídrico (HF);
 - b) nítrico (HNO₃);
 - c) sulfúrico (H₂SO₄); ou
 - d) seus sais que os liberem nas condições de uso do produto.

De acordo com estas informações e os resultados obtidos, podemos afirmar que todas as amostras analisadas encontram-se dentro das especificações para produtos de Risco I, pois os valores encontrados estiveram dentro da faixa estabelecida para o pH em soluções a 1% p/p à temperatura de 25° C.

Os valores do pH indicam ainda que poderia ser usado mais hidróxido de sódio nas formulações dos sabões, de certo modo isto aumentaria o seu poder de limpeza porém deixaria o sabão mais agressivo a pele, visto que é um produto de uso diário por muitas pessoas este fator poderia ser prejudicial.

4.2. Poder espumante

A Tabela 5 apresenta os resultados obtidos para o teste de formação de espuma e variação da altura da espuma das amostras:

Tabela 4: Resultados para a formação e variação da altura da espuma em relação ao tempo

Amostra/ Altura	0 (min) cm	2 (min) cm	4 (min) cm
1	3,8	2,3	1,9
2	2,8	2,4	2,3
6	3,9	3,8	3,5
7	3,5	3,3	3,3
8	4,0	3,8	3,8
9	3,9	3,7	3,4
10	3,5	2,7	2,3
11	3,0	2,8	2,7
12	3,9	3,7	3,6
15	4,0	3,4	3,0
16	4,2	4,0	4,0

Fonte: O autor, (2015).

As amostras 1, 6, 8, 9, 12, 15 e 16 apresentaram bons resultados com relação a formação de espuma imediata, porem as amostras 1, 9 e 15 não mostraram ter uma boa consistência devido a alta variação da espuma maior que 0,5 cm ao final dos 4 minutos.

As amostras 2, 7, 10 e 11 apresentaram baixos valores para formação de espuma imediata, porem as amostras 7 e 11 apresentaram boa consistência na espuma.

As amostras 2 e 10 apresentaram baixos valores para a formação de espuma imediata e de consistência.

4.3. Poder emulgente

A Tabela 6 apresenta os resultados obtidos para o teste do poder emulgente das amostras:

Tabela 5: Avaliação do poder emulgente

Amostra	Espuma	Duas fases
1	Muita	Sim
2	Pouca	Sim
6	Pouca	Não
7	Muita	Não
8	Pouca	Sim
9	Muita	Não
10	Media	Sim
11	Muita	Não
12	Muita	Não
15	Pouca	Sim
16	Muita	Não

Fonte: O autor, (2015).

De modo geral, bons agentes espumantes, também são bons agentes emulsificantes, já que os fatores que influenciam a estabilidade de emulsões e a estabilidade de espumas são até certo ponto semelhantes.

Com os resultados obtidos observamos que as amostras 6, 12 e 16, que mostraram bons resultados com o teste do poder espumante, também demonstraram resultados satisfatórios com o teste do poder emulgente. Outro fator que pode ser observado é a coincidência de que as amostras 2, 10 e 15 não apresentaram resultados satisfatórios neste teste, essas amostras contêm em maior parte o óleo de cozinha usado em suas formulações que é o mesmo óleo usado no teste.

4.4. Desgaste

A Tabela 7 apresenta os resultados obtidos para o teste de desgaste das amostras:

Tabela 6: Desgaste das amostras

Amostra	P ₀ (g)	P ₁ (g)	Desgaste (%)
1	47,29	25,82	45,40
2	60,43	26,62	55,95
6	57,47	32,20	43,97
7	52,94	49,34	6,78
8	52,84	41,37	21,71
9	46,09	39,99	13,23
10	45,70	3,59	92,14
11	43,88	43,53	0,79
12	48,06	41,88	12,86
15	43,87	19,28	56,05
16	45,55	45,33	0,48

Fonte: O autor, (2015).

P₀ = Peso inicial;

P₁ = Peso final.

O desgaste em água foi testado, expondo – se uma superfície de dimensões conhecidas do sabão em contato com a água durante um intervalo de tempo conhecido.

Pelos dados da Tabela 7 nota-se que as amostras apresentaram valores bem diferentes para o desgaste. As amostras 2, 10 e 15, que são sabões com quantidades maiores de óleo de cozinha usado em sua formulação, apresentaram desgastes maiores.

As amostras 11 e 16 apresentaram desgastes muito semelhantes devido ao fato de terem suas formulações muito parecidas. Através dessas duas amostras e das amostras 7, 9 e 12 que apresentaram desgastes menores que 15%, notamos também que as amostras que contém sebo bovino em sua formulação em sua grande maioria apresentaram desgastes menores.

4.5. Custo

A Tabela 8 apresenta os resultados obtidos para o custo das amostras:

Tabela 7: Custos de cada amostra

Amostra	Custo (R\$)
1	5,93
2	0,73
6	2,76
7	1,36
8	4,00
9	2,57
10	2,63
11	2,75
12	2,97
15	2,46
16	3,11

Fonte: O autor, (2015).

Observando a Tabela 8 pode-se concluir que as amostras 2, 7, 9, 10 e 15 que contem em maior parte o óleo de cozinha usado em sua formulação, foram os sabões com os menores custos de matérias primas, porém estes sabões apresentaram dois pontos negativos:

- As amostras apresentaram cheiro característico do óleo;
- Com exceção da amostra 9, as amostras apresentaram os maiores valores no teste desgaste.

Estes dois fatores podem prejudicar a venda do produto, o cheiro característico por desagradar o consumidor e o alto desgaste por diminuir seu rendimento.

As amostras 1 e 8 apresentaram os custos mais elevados devido ao custo maior do óleo de babaçu refinado, o único ponto negativo dessas amostras foi a dureza excessiva da massa.

As amostras 6, 7, 11, 12 e 16 apresentaram custos equilibrados devido ao uso do sebo bovino juntamente com os outros óleos. O uso do sebo bovino além do seu baixo custo conferiu certa dureza ao sabão o que explica os bons resultados no teste de desgaste.

5. Conclusão

Com base no que foi apresentado neste trabalho pode-se concluir que o sabão, sem dúvida, é uma mistura de várias substâncias químicas unidas por duas matérias-primas principais e uma reação química, sendo esses fatores determinantes em suas propriedades. Os triacilglicerídeos que são os óleos, gorduras e sebos, ácidos graxos e as resinas, são de maior importância nas propriedades dos sabões, eles influenciam diretamente na solubilidade e dureza, e o hidróxido de sódio que sem ele não ocorreria a reação química, a saponificação.

A escolha das matérias-primas e a proporção em que elas devem ser usadas para a formulação de sabões sem dúvida devem ser feitas tendo em vista as propriedades se deseja no produto acabado e os aspectos econômicos. Com relação a escolha das matérias primas, concluiu-se neste trabalho que:

- Os sabões formulados com as misturas de sebo bovino e óleo de babaçu, em geral, produziram amostras de menor desgaste, boa solubilidade, bons resultados nos testes de formação de espuma e poder emulgente e custo relativamente baixo.
- Para a utilização do sebo bovino deve-se levar em conta os custos para sua extração da gordura animal bem como os equipamentos adequados para tal finalidade.
- A utilização do óleo de cozinha usado nas formulações deve ser em conjunto com o sebo bovino ou o óleo de babaçu, sua utilização é de grande valor estratégico nos custos.
- De fato o uso de 10% de excesso de hidróxido de sódio nas formulações foi bem proveitoso, pois isso favoreceu a reação de saponificação e produziu sabões com pH equilibrado.

- O uso de matérias primas de boa qualidade é de fundamental importância para a boa qualidade do sabão.

Além da escolha correta das matérias primas, existem fatores muito importantes como a temperatura, o tempo e a agitação nas quais a reação de saponificação é realizada que não foram estudados neste trabalho.

Sem duvida o fator custo é de extrema importância para a fabricação de sabão em escala industrial, porem não se pode comprometer a qualidade do produto apenas para se ter um bom custo, é preciso que haja um meio termo entre esses dois fatores.

6. REFERÊNCIAS

AMERICAN CLEANING INSTITUTE: Soaps & Detergent: Prehistoric to Middle Ages, 2014. Disponível em: < http://www.cleaninginstitute.org/clean_living/soaps__detergent_history.aspx > Acesso em 21 de Ago. de 2014.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, 2015. Disponível em:< <http://portal.anvisa.gov.br/wps/portal/anvisa/home>> Acesso em 15 de maio de 2015.

ANDRADE FILHO, M. **Aspectos Técnicos e Econômicos da Produção de Biodiesel: o caso do sebo bovino como matéria-prima.** Dissertação de Mestrado em Energia. Universidade Salvador, Bahia, 2007, 120 p.

APPLENTON, H.A.; SIMMONS, W.H. **The handbook of soap manufacture.** London: Scott, Greenwood & Son "The oil and colour trades journal" offices, 1908.

ADAM, N. K. ; STEFERSON, D. G.; **Detergent Action**, Endeavour, 1953

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Disponível em: < <http://www.abntcatalogo.com.br/normagrid.aspx> > Acesso em 2 de Out. de 2014.

BORSATO, D.; GALÃO, O. F.; MOREIRA, I. **Detergentes Naturais e Sintéticos: Um guia Técnico.** 2ª edição. Londrina. Universidade Estadual de Londrina, 2004. Edição Revisada.

CASTRO, H.F. **Processos Químicos Industriais II: Óleos e gorduras.** Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de Lorena, 2009.

CASTRO, H.F. **Processos Químicos Industriais II: Sabão e detergentes**. Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de Lorena, 2009.

CENTRO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E CULTURAL – USP. Disponível em: < <http://www.cdcc.sc.usp.br/quimica/experimentos/sabao.html> > Acesso em 28 de Ago de 2014.

DEL PINO, J.C.; NETO, O.G.Z. **Trabalhando a química dos sabões e detergentes**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Instituto de Química, 2011.

FREIRE, L. A indústria brasileira de sabão. Revista espuma. São Paulo, edição 72, p. 22-23, Set/Out 2012. Disponível em: <<http://www.mflip.com.br/pub/stilo/index3/index.jsp?ipg=79943>> Acesso em 28 de Ago. de 2014.

ISENMANN, A.F. **Cosméticos sob o olhar químico**. 1ª edição. Timóteo, MG: edição do autor, 2012. ISBN 978-85-913050-5-6.

MELO, R. **Manuais técnicos LEP: Fabricação de sabões e artigos de toucador**. 4ª edição. São Paulo: Editora LEP S.A., 1964.

MOTTA, E.F.R. **Dossiê técnico: Fabricação de produtos de higiene pessoal**. REDETEC Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro, 2007.

NEVES, J. F. **Controle da Qualidade na Indústria de Sabão**. Imprensa Universitária-UFRRJ, Rio de Janeiro, 1988.

NEVES, J. F.; **Curso de Tecnologia de Sabão**. Imprensa Universitária-UFRRJ, Seropédica, 2000.

NEVES, J. F.; **Produtos de Higiene e Limpeza e Controle de Processo.** Imprensa Universitária-UFRRJ, Rio de Janeiro, 2003.

PERUZZO, F.M. ; CANTO, E.L. ; **Sabões e Detergentes, Texto de: Química na abordagem do cotidiano.** , Editora Moderna, 2003.

PRATES, M. M.; **Determinação de propriedades físico-químicas de sabões comerciais em barra para controle de qualidade.** Trabalho de Conclusão de Curso em Química, UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2006.

RITTNER, H. **Sabão: tecnologia e utilização.** 2ª edição. São Paulo: Câmara Brasileira do livro, 1995.

SEARS, F. W.; ZEMANSKY, M.W. **Física II: Termodinâmica e Ondas.** 12ª edição. São Paulo: Editora Pearson, 2012. ISBN 978-85-886393-3-1.

SISTEMA AMBIENTAL PAULISTA. Disponível em:
< <http://www.ambiente.sp.gov.br/coleta-de-oleo-de-cozinha/> > Acesso em 2 de Set. de 2014.

UCHIMURA, M.S. **Dossiê técnico: sabão.** Instituto de Tecnologia do Paraná, 2007.