



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA
CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA
TRABALHO FINAL DE CURSO

DAVI MATHEUS FREIRE DE ARAÚJO RIBEIRO

DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO
Sabão Tripla Ação (Limpa, amacia e perfuma)

João Pessoa

2020

DAVI MATHEUS FREIRE DE ARAÚJO RIBEIRO

DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

Sabão Tripla Ação (Limpa, amacia e perfuma)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia Química da
Universidade Federal da Paraíba como requisito parcial
para a obtenção do título de **Bacharel em Engenharia
Química**.

Orientador: Vital de Sousa Queiroz

João Pessoa
2020

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

R484d Ribeiro, Davi Matheus Freire de Araujo.

Desenvolvimento de Produto - Sabão Tripla Ação (Limpa,
amacia e perfuma) / Davi Matheus Freire de Araujo
Ribeiro. - João Pessoa, 2020.

50 f.

Orientação: Vital de Sousa Queiroz.

Monografia (Graduação) - UFPB/CT.

1. Sabão líquido para roupas. 2. Amaciante. 3.
Tensoativos. I. Queiroz, Vital de Sousa. II. Título.

UFPB/BC

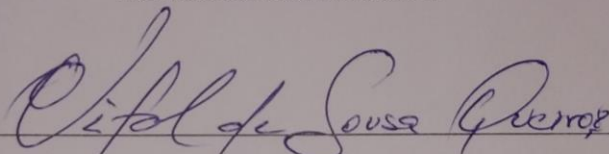
DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

Sabão Tripla Ação (Limpa, amacia e perfuma)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia Química
da Universidade Federal da Paraíba como
requisito necessário para a obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Química.

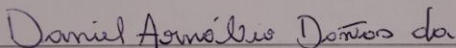
Aprovado em 05/02/2020

BANCA EXAMINADORA



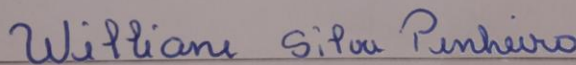
Prof. Dr. Vital de Sousa Queiroz

(Orientador) DEQ/CT/UFPB



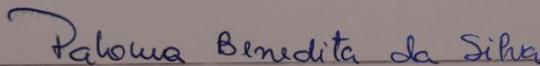
Engenheiro Químico Daniel Arnóbio Dantas da Silva

(Avaliador) PPGEQ/CT/UFPB



Engenheira Química Williane Silva Pinheiro

(Avaliadora) PPGEQ/CT/UFPB



Engenheira Química Paloma Benedita Da Silva

(Avaliadora) PPGEQ/CT/UFPB

“A vida acontece onde você está, quer você
queira ou não”

(Tio Iroh)

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Professor Vital por me dar a oportunidade de desenvolver o presente trabalho.

Aos meus pais, Marconi e Laudicéia, e colegas de trabalho, Thays e Matheus, que me incentivaram a finalizar o TCC, sempre perguntando como estava indo (foi irritante, porém necessário).

À Jéssica mestranda do laboratório de termodinâmica, que disponibilizou o laboratório enquanto a UFPB estava de recesso, possibilitando a conclusão deste trabalho.

Aos colegas estagiários e aos técnicos do laboratório por estarem presentes, ajudando com dúvidas e manipulação dos equipamentos.

RESUMO

Sabões são usados pela humanidade desde a antiguidade, existem mitos sobre como essa substância foi descoberta, mostrando a incerteza em torno do assunto. Ao longo da história os sabões nem sempre foram usados para limpeza, houve uma época em que eram usados como meio de embelezamento. Os sabões sintéticos domissanitários começaram a ser produzidos a partir de 1933. No Brasil, o comércio de sabões líquidos é estável e fechou o ano de 2018 com 2,25 bilhões arrecadados, que não varia muito desde 2016, quando arrecadou R\$ 2,19 bilhões. O objetivo do presente trabalho é desenvolver um sabão líquido com amaciante cuja produção seja viável no LAPQ. As formulações foram feitas variando quantidades de tensoativos aniônicos e catiônicos (amaciante). Foram realizados testes de pH, viscosidade e poder de limpeza das formulações desenvolvidas bem como de marcas comerciais disponíveis no mercado. Os resultados foram então comparados a fim de elencar a melhor formulação. A formulação 210 foi a melhor das desenvolvidas, apesar do pH elevado (10,64), problema presente em todas as formulações, tem boa viscosidade (545,83) e poder de limpeza aceitável mesmo em baixas concentrações.

Palavars-chave: Sabão líquido para roupas, amaciante, tensoativos.

ABSTRACT

Soaps have been used by humanity since ancient times, there are myths about how it was discovered, and showing the uncertainty around the subject, throughout history soaps were not always used for cleaning, there was a time when it was used as means to beautify. Synthetic household cleaner detergents production started since 1933. In Brazil, the market for high duty liquid detergents is stable and finished the year of 2018 raising R\$ 2.25 billion, not very different from the raised in 2016, when it raised R\$2.19 billion. The objective of this current work is to develop a liquid detergent with softener that's viable to be manufactured at LAPQ. The formulations were made varying the quantity of anionic and cationic (softener) surfactants. Tests were conducted to determine the pH, the viscosity and the cleaning power of the developed formulations as well as the commercial brands available. The results were compared to find out which formulation was the best. The formulation 210 is the best of the developed ones, although the high pH (10.64), a problem present in all formulations, has a good viscosity (545.83) and consistent cleaning power even at lower concentrations.

Keywords: High duty liquid detergent, softener, surfactants.

SUMÁRIO

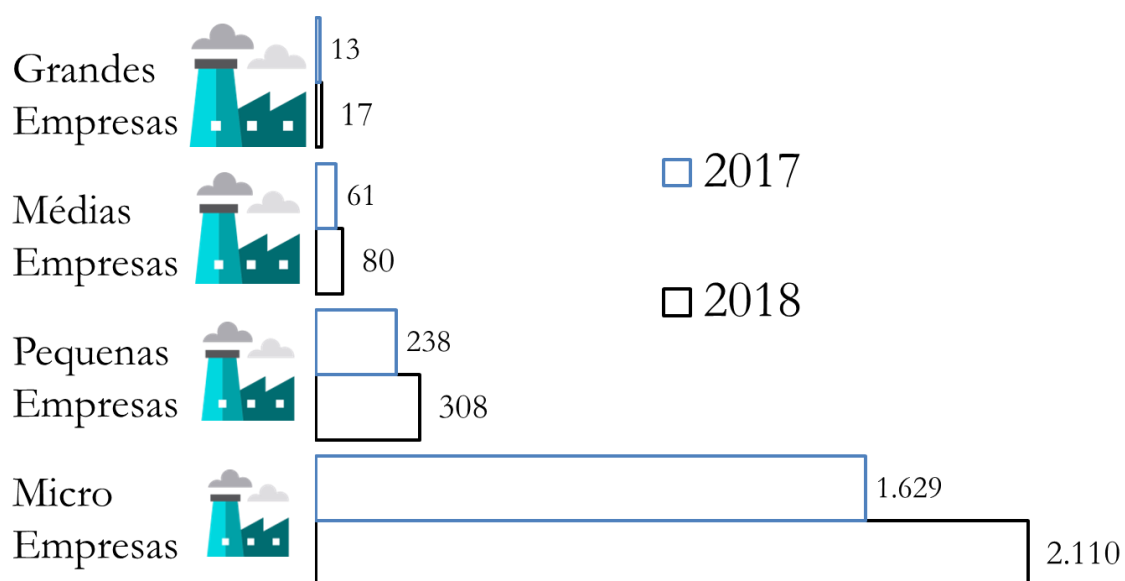
1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETIVOS	14
2.1	Objetivos gerais	14
2.2	Objetivos específicos	14
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
3.1	Revisão Histórica	15
3.1.1	Sabão na antiguidade	15
3.1.2	Sabão na era comum	15
3.1.3	Etimologia	17
3.2	Tipos de sabão	18
3.2.1	Sabão líquido estruturado	18
3.2.2	Sabão líquido desestruturado	18
3.3	Componentes	19
3.3.1	Tensoativos	19
3.3.1.1	Tensoativos catiônicos	21
3.3.1.2	Tensoativos aniônicos	21
3.3.1.3	Tensoativos não-iônicos	22
3.3.1.4	Tensoativos zwitteriônicos	23
3.3.2	Builders	23
3.3.3	Agentes alvejantes	24
3.3.3.1	Alvejante de oxigênio	24
3.3.4	Aditivos	25
3.3.4.1	Enzimas	25
3.3.4.2	Agentes antirre deposição	25
3.3.4.3	Zeólitos	25
3.3.4.4	Agentes alcalinizantes	26
3.3.4.5	Inibidores de corrosão	26
3.3.4.6	Auxiliadores de processo	26
3.3.4.7	Corantes	27
3.3.4.8	Aromatizantes	27
3.3.4.9	Reguladores de espuma	27
3.3.4.10	Outros ingredientes	27
3.4	Propriedades físico-químicas	28
3.4.1	Viscosidade	28
3.4.2	pH	28

3.5	Classificação	29
3.5.1	Quanto ao risco	29
3.5.2	Classificação Da Anvisa Quanto À Finalidade	31
3.5.3	Classificação Da Anvisa Quanto À Venda E Ao Emprego	31
3.6	Equipamentos de Proteção Individual (EPI'S)	31
3.6.1	ÓCULOS DE SEGURANÇA	31
3.6.2	MÁSCARA	32
3.6.3	LUVAS	32
3.6.4	JALECO	32
4	MATERIAIS E MÉTODOS	32
4.1	Produção do sabão	33
4.1.1	Sobre o amaciante	33
4.1.2	Formulações	33
4.2	Determinação do pH	34
4.3	Determinação da viscosidade	34
4.4	Avaliação de detergência	35
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
6	CONCLUSÃO	43
7	REFERÊNCIAS	44
Anexo I		48
Anexo II		49

1 INTRODUÇÃO

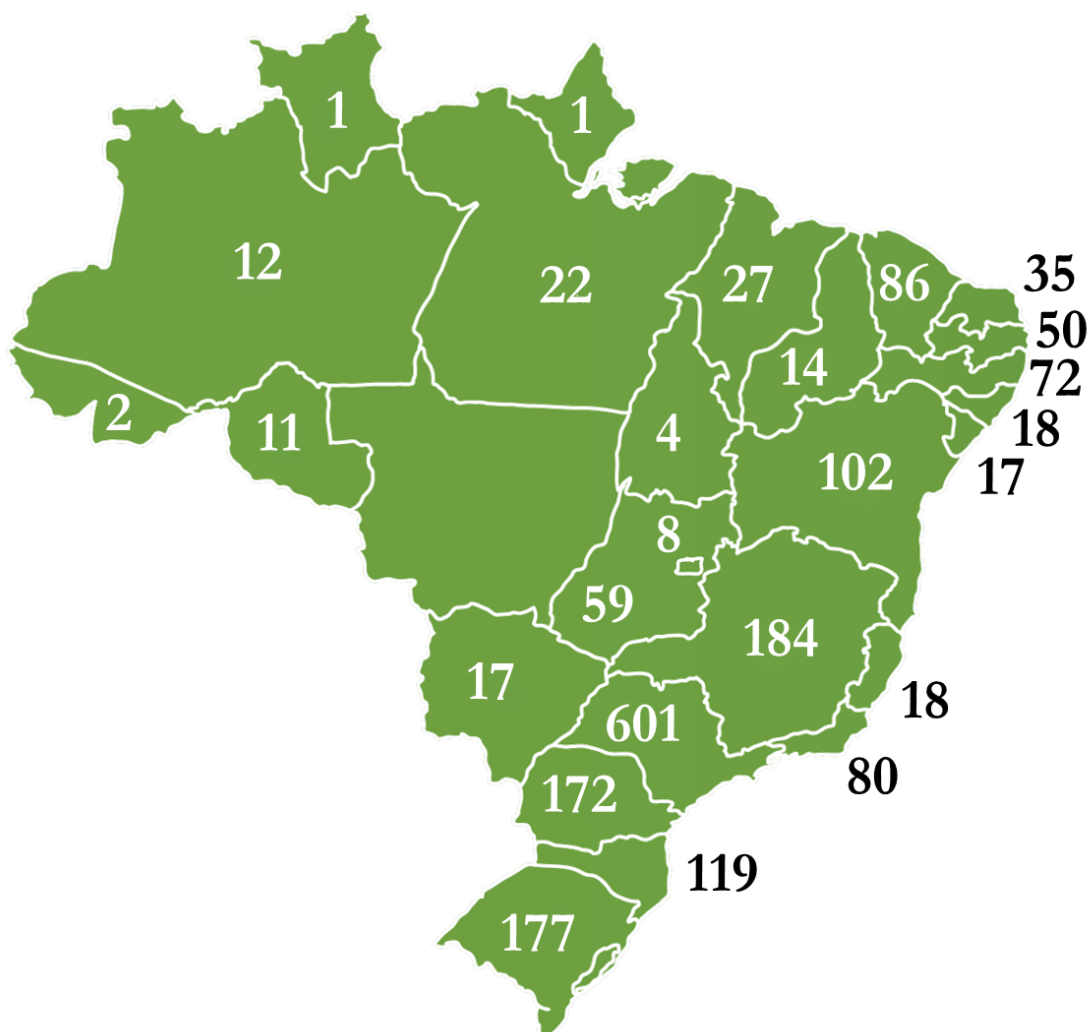
Entre 2017 e 2018 houve, no Brasil, um crescimento na quantidade de empresas produtoras de materiais de limpeza, compostas majoritariamente por micro empreendimentos como mostra a Figura 1. A distribuição das mesmas nas unidades federativas está apresentada na Figura 2. Pode-se ver que as empresas estão concentradas nas regiões Sul e Sudeste. Na Paraíba há cerca de 50 empresas. (ABIPILA, 2018) (ABIPILA, 2019)

Figura 1 – Empresas de produtos de limpeza brasileiras por porte nos anos de 2017 e 2018.



Fonte: adaptado de Anuário ABIPLA 2018 página 18 e Anuário ABIPLA 2019 página 21.

Figura 2 – Empresas brasileiras de produtos de limpeza por unidade federativa (2017).

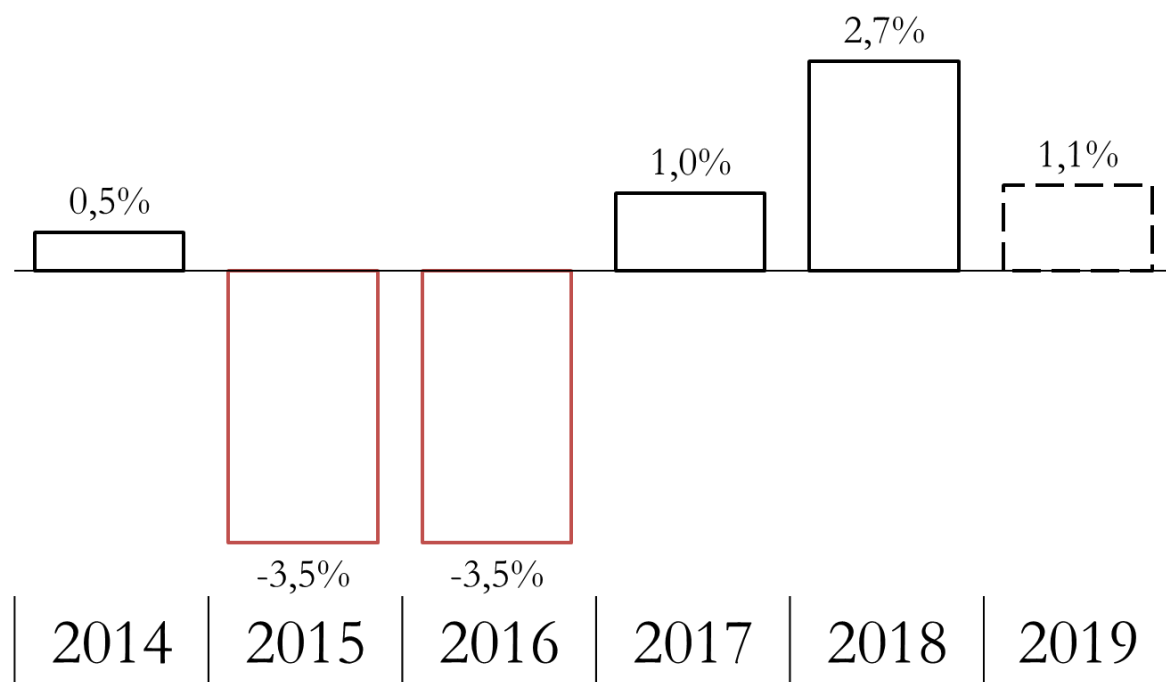


Fonte: adaptado de Anuário ABIPLA 2018 página 16.

A análise da situação econômica do país é importante para entendermos o que acontece com as indústrias.

Apesar das instabilidades econômicas em 2014, o produto interno bruto (PIB), apresentado na Figura 3, ainda se mantém em alta de 0,5% ao final do ano. Os anos de 2015 e 2016 considerados anos de recessão, que pode ser justificada pelo desgaste político deste período, evidenciado por uma queda brusca no PIB que fecha ambos os anos com baixa de 3,5%. Somente em 2017 a economia ganha fôlego novamente e o PIB volta a crescer, de forma modesta, crescimento que continua em 2018. (ABIPLA, 2018)

Figura 3 – Produto Interno Bruto do Brasil entre 2014.I e 2019.I.



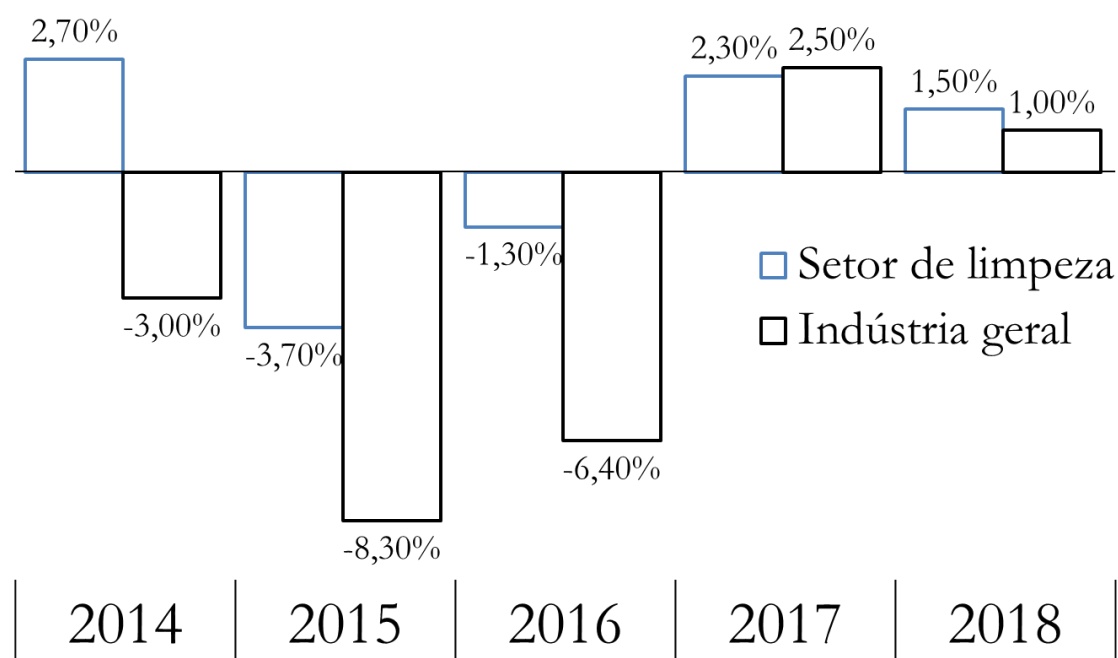
Fontes: adaptado de ABIPLA 2019 página 28.

Ao comparar o setor de “Fabricação de sabões, detergentes, produtos de limpeza, cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal” com as demais indústrias, na Figura 4, percebe-se que a produção desse setor se manteve em alta durante 2014, enquanto a indústria geral estava em queda. Nos anos de recessão (2015 e 2016) o setor termina em baixa, porém com desempenho melhor que a indústria geral. O ano de 2017 marca a retomada da indústria com uma modesta recuperação da economia brasileira que se mantém em 2018. (ABIPLA, 2018)

Analisando especificamente a produção de sabões e amaciantes, observa-se que a quantidade produzida de ambos têm um comportamento similar; um aumento entre 2014 e 2015 seguido por uma queda até 2017, como mostram as Figuras Figura 5 e Figura 6. (ABIPLA, 2018) Em 2018 a produção de sabão aumenta enquanto a produção de amaciantes não sofre grandes variações.

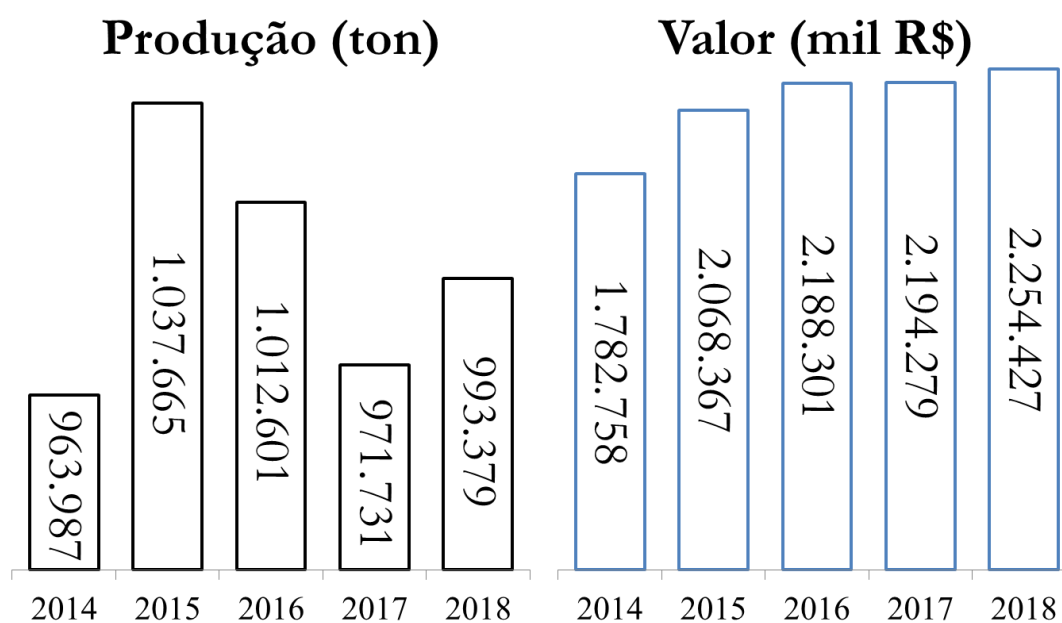
Nota-se também que o valor arrecadado pelas vendas de sabões líquidos, mesmo que modestamente, é sempre crescente nesse período, isso se dá pois o valor agregado deste produto aumentou. Já os amaciantes têm crescimento entre 2014 e 2016, seguidos por uma queda modesta em 2017 mantendo-se constante em 2018. (ABIPLA, 2019)

Figura 4 – Variação percentual anual da Produção Física Industrial, por seções e atividades industriais.



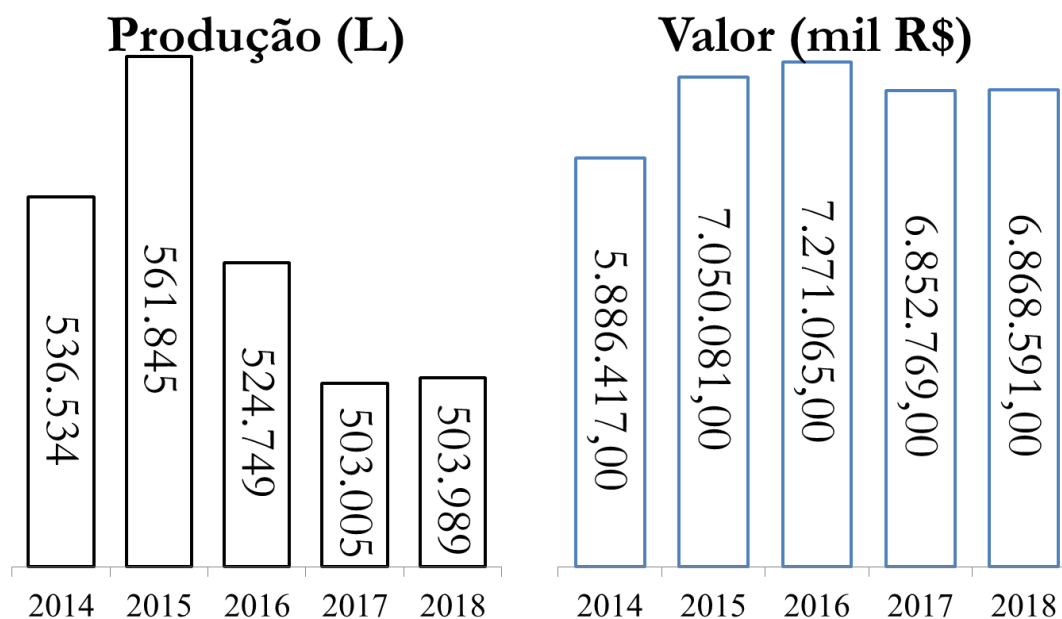
Fonte: Adaptado de IBGE

Figura 5 – Produção e vendas de sabões líquidos para roupas entre 2014 e 2018.



Fonte: Adaptado de Anuário ABIPLA 2019 página 64.

Figura 6 – Produção e vendas de amaciantes entre 2014 e 2018



Fonte: Adaptado de Anuário ABIPLA 2019 página 65.

Dentre a fabricação de produtos saneantes: sabões e detergentes sintéticos [Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) 2061], desinfetantes (CNAE 2052) e produtos de limpeza e polimento (CNAE 2062). Os sabões sintéticos são os produtos mais fabricados no país como ilustra a Tabela 1. Note que o CNAE 2061 contabiliza, em média, mais de 70% da produção desde 2008.

Para mais informações dos produtos compreendidos pelos CNEA citados, consultar o Anexo I.

Tabela 1 – Produção do setor de limpeza entre 2007 e 2017.

	CNAE 2052	CNAE 2061	CNAE 2062	% de CNAE 2061
2007	847.376	6.031.692	1.768.232	69,75%
2008	683.892	8.345.859	1.788.425	77,15%
2009	531.126	8.796.165	2.051.529	77,30%
2010	647.542	8.985.425	2.088.585	76,66%
2011	825.068	9.399.584	2.076.842	76,41%
2012	814.568	10.286.496	1.989.897	78,58%
2013	987.085	12.718.314	2.344.566	79,24%
2014	1.187.261	13.874.914	3.012.655	76,76%
2015	1.443.780	15.516.866	3.169.342	77,08%
2016	1.518.826	16.323.416	3.334.081	77,08%
2017	1.599.050	17.185.615	3.510.186	77,08%

Fonte: adaptado de Anuário ABIPLA 2018 página 16.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos gerais

Desenvolver um sabão líquido tripla ação para roupas, que limpa, perfuma e amacia. Devendo também sua produção ser viável no Laboratório Piloto de Química Industrial (LAPQ).

2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos desse trabalho foram:

- Formular sabões com amaciante em sua composição, cuja produção seja viável no LAPQ;
- Realizar os testes das propriedades físico-químicas pH e viscosidade, além do poder de detergência dessas formulações;
- Realizar os testes do pH, da viscosidade e do poder de detergência das marcas comerciais disponíveis em supermercados;
- Comparar os resultados e eleger a melhor das formulações desenvolvidas.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Revisão Histórica

A determinação da origem do sabão é algo complicado, já que a saponificação ocorre naturalmente, portanto, são necessárias evidências escritas para determinar o desenvolvimento das técnicas de fabricação do sabão. (KONKOL e RASMUSSEN, 2015)

3.1.1 SABÃO NA ANTIGUIDADE

Em Tello (região onde atualmente se encontra o Iraque), foi descoberto um texto da terceira dinastia de Ur [2200 antes da era comum (AEC)] detalhando o processo de preparação de uma substância composta por 1 qa (aproximadamente 1 L) de óleo, 5 e ½ qa de potash (cinzas de plantas guardadas em vasos), que produziram um sabão líquido primitivo. (KONKOL e RASMUSSEN, 2015)

O papiro de Eber (1550 AEC) contém algumas receitas nas quais substâncias alcalinas são fervidas junto a óleos e gorduras, o produto seria o sabão.

Plínio o velho (Roma, 23 – 79 da era comum), escreve que os fenícios, que viveram por volta de 600 AEC, descobriram técnicas de fabricação do sabão. Em Roma, contudo, os sabões eram utilizados como meios de embelezamento. (KONKOL e RASMUSSEN, 2015) (ROUTH, BHOWMIK, *et al.*, 1996)

3.1.2 SABÃO NA ERA COMUM

Entre 700 e 800 EC (era comum) o sabão começou a ser fabricado artesanalmente na Itália e Espanha. O sabão de Castela original era fabricado com azeite, cinzas de madeira e perfumes na Espanha. (ROUTH, BHOWMIK, *et al.*, 1996)

No final do século XVIII alguns eventos mudaram drasticamente a indústria produtiva dos sabões: em 1775 O governo francês, através da academia de ciência anunciou um prêmio pelo desenvolvimento de um processo industrialmente viável para a conversão do cloreto de

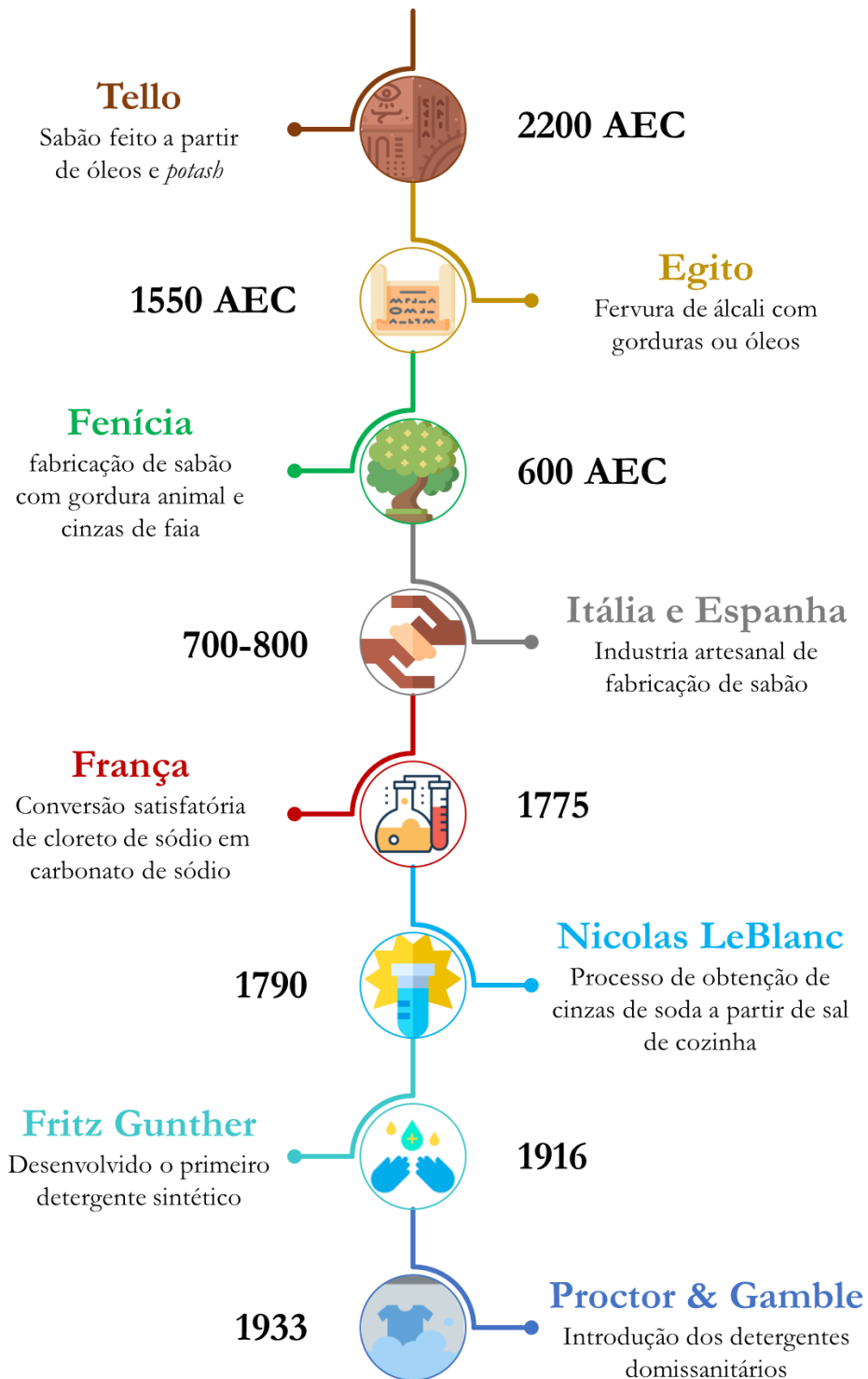
sódio em carbonato de sódio. Em 1790 Nicolás LeBlanc desenvolveu o processo de produção de cinzas de soda a partir do sal de cozinha. (ROUTH, BHOWMIK, *et al.*, 1996)

Os europeus trouxeram as técnicas de saponificação europeias, colocando água quente sobre cinzas de plantas e fervendo junto com gordura animal. A produção industrial de sabão nas Américas começou no século XXI quando as sobras de gorduras eram coletadas nos vilarejos. O sabão era feito ao ar livre em grandes caldeiras. A mistura era colocada em grandes formas de madeira, cortadas em barras e vendidas de porta em porta. (ROUTH, BHOWMIK, *et al.*, 1996)

O primeiro tensoativo sintético foi desenvolvido em 1916 por Fritz Gunther, era um detergente bastante rudimentar. Apenas em 1933 foi introduzido o primeiro detergente domissanitário do mundo, por Proctor & Gamble. (ROUTH, BHOWMIK, *et al.*, 1996)

A Figura 7 apresenta a linha do tempo do sabão brevemente.

Figura 7 – Linha do tempo do sabão.



Fonte: Do autor.

3.1.3 ETIMOLOGIA

A palavra “sabão” deriva do termo latim *sapo*, porém a origem da palavra “sabão” é incerta. Segundo as lendas: no monte Sapo, em Roma, animais eram queimados em sacrifício aos deuses, a gordura deles misturada com as cinzas do altar escorriam montanha abaixo até um sujeira argiloso. Mulheres que passavam pelo templo perceberam que essa mistura argilosa ajudava na limpeza de roupas. (ROUTH, BHOWMIK, *et al.*, 1996)

O termo “detergente” é comumente utilizado para se referir a sabões sintéticos, ele deriva do latim *detergee*, que significa limpar. (ROUTH, BHOWMIK, *et al.*, 1996)

3.2 Tipos de sabão

Os sabões líquidos para roupas podem ser divididos em duas categorias: os estruturados e os desestruturados. A formulação e a venda de ambas as formas dependem das preferências e hábitos do consumidor, escolha e disponibilidade de matéria prima e dos custos. (SACHDEV, KRISHNAN e SHULMAN, 2006)

3.2.1 SABÃO LÍQUIDO ESTRUTURADO

Líquidos que contêm altos níveis de tensoativos aniônicos e builders eletrólitos tendem a formar fases distintas, a formação de fases é favorecida pelo uso de cadeias alquílicas mais longas, cadeias ramificadas ou pelo uso de mais eletrólitos. (SACHDEV, KRISHNAN e SHULMAN, 2006)

O líquido resultante é opaco e extremamente viscoso e normalmente fisicamente instável. Podendo se separar em duas ou mais fases: uma grossa e opaca rica em tensoativos e outra fina, translúcida e rica em eletrólitos. (SACHDEV, KRISHNAN e SHULMAN, 2006)

Neste tipo de sabão o desafio consiste no desenvolvimento de uma formulação que não se separe e tenha uma viscosidade baixa o suficiente para ser derramado. (SACHDEV, KRISHNAN e SHULMAN, 2006)

3.2.2 SABÃO LÍQUIDO DESESTRUTURADO

Líquidos desestruturados são normalmente formulados com quantidades maiores de tensoativos e menores níveis de builder. (SACHDEV, KRISHNAN e SHULMAN, 2006)

Os líquidos desestruturados permitem uma maior flexibilidade na escolha de tipos de tensoativos e das proporções, desde que uma única fase seja mantida. (SACHDEV, KRISHNAN e SHULMAN, 2006)

Os líquidos desestruturados, por sua própria natureza, normalmente não permitem o uso de materiais insolúveis. Fazendo com que somente pequenas quantidades de solúveis em água possam ser utilizados, impedindo o uso de zeólitos. (SACHDEV, KRISHNAN e SHULMAN, 2006)

3.3 Componentes

Detergentes líquidos para roupas são normalmente compostos por três grupos principais de substâncias: tensoativos, builders, e alvejantes. Os demais componentes são chamados de aditivos ou agentes auxiliares. A Tabela 2 mostra uma composição genérica de um sabão. (SMULDERS, RÄHSE, *et al.*, 2002) (SACHDEV, KRISHNAN e SHULMAN, 2006)

Tabela 2 – Formulação genérica de um *high duty liquid detergent*.

Ingrediente	Função	%
Alquilbenzeno sulfonato linear de sódio	Tensoativo aniônico	0-30
Alquil éter sulfato de sódio	Tensoativo aniônico	0-10
Álcool etoxilato	Tensoativo não iônico	0-10
Carbonato de sódio	Builder	0-25
Zeólito	Builder	0-25
Perborato de sódio	Alvejante	0-10
Polímero	Estabilizante	0-1
Protease	Enzima	0-1,5
Agente de branqueamento fluorescente	Branqueador	0-0,5
Ácido bórico	Estabilizador de enzima	0-5
Conservante		0,05-0,2
Aromatizante		0-0,6
Corante		0-0,2

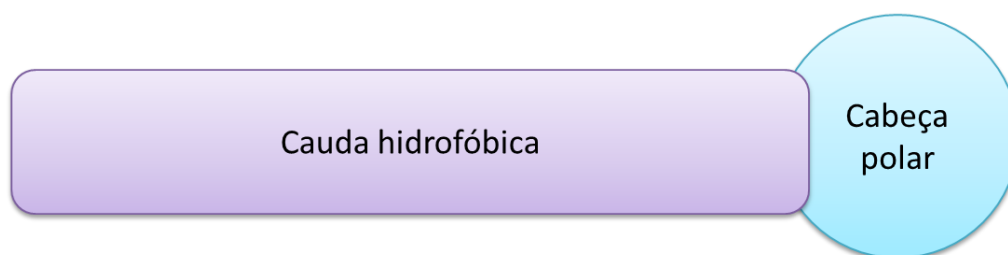
Fonte: Liquid Detergent 266 exemplo formulação Structured HDLD

3.3.1 TENSOATIVOS

Tensoativos ou surfactantes (do inglês *surface active agent*) são caracterizados por uma tendência a absorver em superfícies ou interfaces, diminuindo a **energia livre por unidade de área** na fronteira entre fases (ou **tensão superficial**). (HOLMBERG, JONSSON, *et al.*, 2002)

Tensoativos normalmente são associados ao termo anfifílico, isso porque deriva da palavra grega *amphi*, que significa "ambos", fazendo referência ao fato de que todas as moléculas de tensoativo consistem de pelo menos duas partes, uma solúvel em um fluido específico (a parte liofílica) e outra insolúvel (a parte liofóbica). Quando se trata da água, essas partes são chamadas de hidrofílica e hidrofóbica, respectivamente, como mostra a Figura 8. A parte hidrofílica pode ser chamada de cabeça, cabeça polar ou grupo de cabeça, enquanto a parte hidrofóbica é chamada de cauda. (HOLMBERG, JONSSON, *et al.*, 2002)

Figura 8 – Tensoativo genérico.



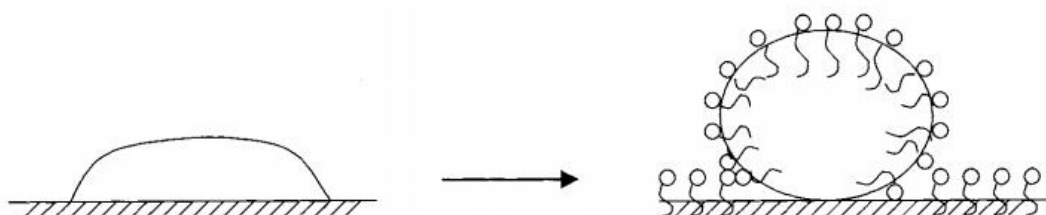
Fonte: do autor.

A cabeça polar normalmente é conectada ao fim de uma cadeia alquílica chamada de cauda podendo ser ramificada ou linear, o comprimento desta cadeia varia de 8 a 18 carbonos. O grau de ramificação, o comprimento da cadeia e a posição do grupo polar são parâmetros importantes que influenciam as propriedades físico-químicas do tensoativo. (HOLMBERG, JONSSON, *et al.*, 2002)

Tensoativos, quando em grandes concentrações, podem formar micelas com os óleos e sujeiras. nelas o grupo hidrofóbico aponta para o interior (para a sujeira) do *cluster* e a cabeça polar se direciona para o solvente. A micela, portanto é um agregado polar com alta solubilidade em água e sem muita atividade superficial. (HOLMBERG, JONSSON, *et al.*, 2002) (LAURENT, BUZZACCARINI, *et al.*, 2007)

A Figura 9 mostra um mecanismo importante: “embrulhamento” e emulsificação, que envolve a adsorção dos tensoativos na interface solução-óleo e solução-tecido, seguido da remoção da gotícula de óleo do tecido. (LAURENT, BUZZACCARINI, *et al.*, 2007)

Figura 9 – Mecanismo de ação dos tensoativos.



Fonte: (LAURENT, BUZZACCARINI, *et al.*, 2007)

Tensoativos também se adsorvem nas interfaces sujeira-água e água-ar, formando espuma. Apesar das espumas não contribuírem para a limpeza, elas servem para que o consumidor identifique a presença ou atividade de detergente durante a lavagem. Portanto detergentes devem apresentar espuma durante a lavagem. (LAURENT, BUZZACCARINI, *et al.*, 2007)

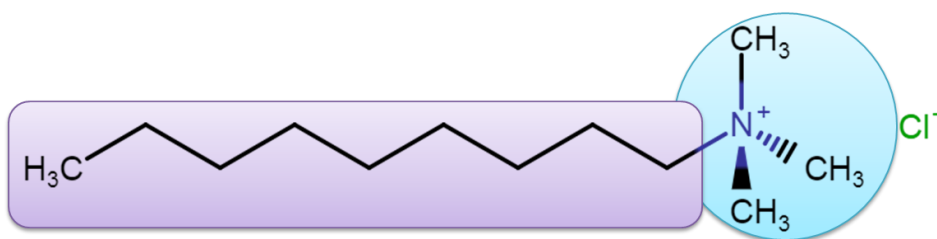
A classificação primária dos tensoativos é baseada na carga da cabeça. É comum dividir tensoativos em aniônicos, catiônicos, não iônicos e zwitteriônicos.

3.3.1.1 Tensoativos catiônicos

Baseados em átomos de nitrogênio carregando a carga catiônica. Tanto aminas quanto quaternários de amônia são comuns. Entretanto, aminas só funcionam como tensoativos quando protonadas, sendo assim, não podem ser utilizadas em formulações de pH elevado. Por outro lado quaternários de amônia (Figura 10), ou "quats", não são sensíveis ao pH. (HOLMBERG, JONSSON, *et al.*, 2002)

Os catiônicos compõem a terceira maior classe de tensoativos, geralmente incompatíveis com aniônicos, são hidroliticamente estáveis e apresentam maior toxicidade aquática do que as demais classes de tensoativos. (HOLMBERG, JONSSON, *et al.*, 2002)

Figura 10 – Exemplo de um tensoativo catiônico (quaternário de amônia).



Fonte: do autor.

3.3.1.2 Tensoativos aniônicos

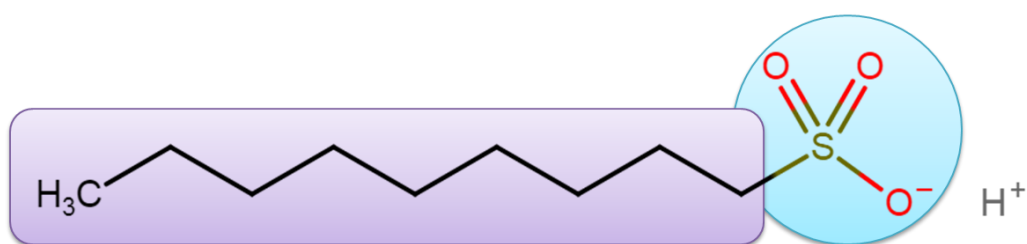
Nos tensoativos aniônicos (Figura 11) os grupos de cabeça são normalmente carboxilatos, sulfatos, sulfonatos e fosfatos. Os contra íons mais comumente utilizados são sódio, potássio, ammonium, cálcio e alquilaminas protonadas. Sódio e potássio concedem

solubilidade em água, enquanto cálcio e magnésio promovem a solubilidade em óleos. (HOLMBERG, JONSSON, *et al.*, 2002)

Os aniônicos compõem a maior classe de tensoativos, geralmente são incompatíveis com catiônicos e são sensíveis à água dura. (HOLMBERG, JONSSON, *et al.*, 2002)

Uma curta cadeia de polioxipropileno entre o grupo aniônico e o hidrocarboneto aumenta a tolerância ao sal consideravelmente, bem como a solubilidade em solventes orgânicos, mas diminui sua biodegradabilidade. (HOLMBERG, JONSSON, *et al.*, 2002)

Figura 11 – Exemplo de tensoativo aniônico (ácido sulfônico).



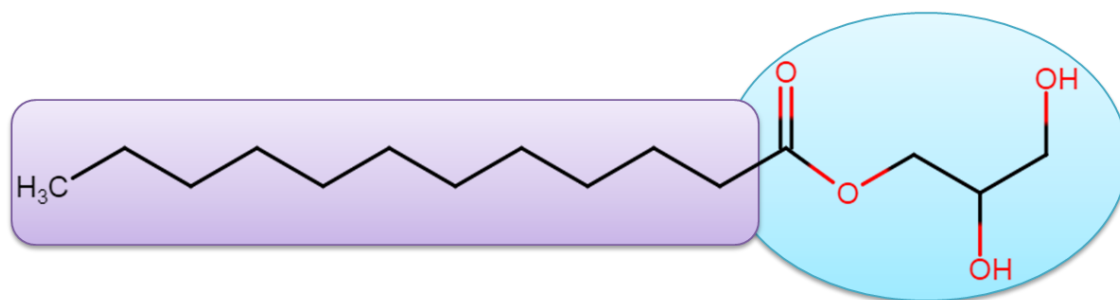
Fonte: do autor.

3.3.1.3 Tensoativos não-iônicos

Os tensoativos não iônicos (Figura 12) têm um poliéter ou uma polihidroxiila como seu grupo polar. Na vasta maioria, poliéteres consistindo de unidades de oxietileno. (HOLMBERG, JONSSON, *et al.*, 2002)

Compõem a segunda maior classe de tensoativos, normalmente compatíveis com todos os outros tipos de tensoativos, não são sensíveis à água dura. Suas propriedades físico-químicas não são afetadas por eletrólitos, com o aumento da temperatura se tornam menos solúveis em água. (HOLMBERG, JONSSON, *et al.*, 2002)

Figura 12 – Tensoativo não-iônico.

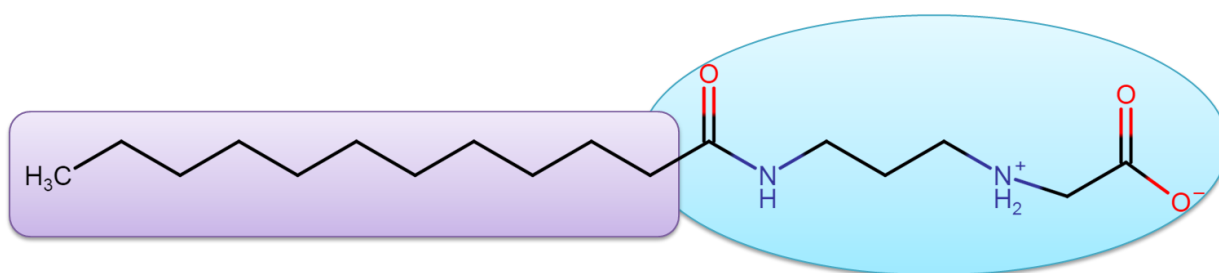


Fonte: do autor.

3.3.1.4 Tensoativos zwitteriônicos

Zwitteriônicos (Figura 13) contém tanto uma carga catiônica quanto aniônica em condições normais. A carga positiva é quase invariavelmente amônio e enquanto a carga negativa pode variar, carboxilato é de longe a mais comum. (HOLMBERG, JONSSON, *et al.*, 2002)

Figura 13 – Tensoativo zwitteriônico.



Fonte: do autor.

Os anfotéros têm uma característica peculiar: dependendo do pH podem agir como catiônicos, aniônicos ou zwitteriônicos. (HOLMBERG, JONSSON, *et al.*, 2002)

Anfotérico: nem o sítio ácido nem o básico estão permanentemente carregados, isto é, o composto só é zwitteriônico em certa faixa de pH. (HOLMBERG, JONSSON, *et al.*, 2002)

Menor classe de tensoativo (possivelmente devido aos altos custos), compatíveis com todas as outras classes de tensoativos, não são sensíveis à água dura. Geralmente estáveis em ácidos e bases, particularmente, as betáinas retêm suas propriedades tensoativas em álcali fortes. (HOLMBERG, JONSSON, *et al.*, 2002)

A maioria apresenta baixa irritabilidade da pele e dos olhos. Fazendo, portanto, com que sejam usadas em xampus e outros produtos de cuidados pessoais. (HOLMBERG, JONSSON, *et al.*, 2002)

3.3.2 BUILDERS

Segundo Yangxin *et. al.* o desempenho dos tensoativos é reduzido em águas duras. Para diminuir a quantidade de tensoativos nas formulações são usados *builders*, que têm as seguintes funções principais: (YANGXIN, JIN e BAYLY, 2008)

1. Reduzir a dureza da água se ligando aos minerais duros

2. Prevenir a formação de íons que deixam a água dura
3. Ajudar o tensoativo a se concentrar na remoção de sujeira dos tecidos
4. Aumentar o desempenho dos tensoativos
5. Dar um nível desejável de alcalino para ajudar o processo de limpeza
6. Dispersar e suspender sujeiras de forma que eles não se redepositem nas roupas.

Os *Builders* deixam a água menos dura por sequestro ou precipitação. (BAJPAI e TYAGI, 2007)

Builders sequestradores, como polifosfatos, desativam os íons minerais responsáveis pela dureza da água e os sequestram em solução. Citratos, embora menos eficientes que os fosfatos, contribuem para a detergência em alguns tipos de sabões. (BAJPAI e TYAGI, 2007)

Builders precipitadores, como o carbonato de sódio ou silicato, removem os íons responsáveis pela dureza da água por meio de uma reação irreversível, formando um precipitado. São especialmente eficientes em íons de cálcio. (BAJPAI e TYAGI, 2007)

3.3.3 AGENTES ALVEJANTES

Agentes alvejantes e ativadores são usados para limpar roupas brancas. Alvejantes à base oxigênio conferem aos detergentes a capacidade de alvejar todos os tecidos e a remoção de sujeiras. O percarbonato de sódio ou perborato de sódio e os produtos líquidos que contêm peróxido também são usados para esse propósito. (BAJPAI e TYAGI, 2007)

3.3.3.1 Alvejante de oxigênio

Alvejantes de oxigênio fazem com que o detergente tenha ação alvejante em todos os tecidos para remoção de odor e sujeiras. Alvejantes de oxigênio estão disponíveis tanto na forma seca quanto na líquida. Todos os alvejantes de oxigênio seco contêm compostos de peroxigênio (peroxygen) inorgânico, como tetrahidrato perborato de sódio e percarbonato de sódio. Quando dissolvido, os compostos inorgânicos se convertem no peróxido de hidrogênio. Os alvejantes de oxigênio líquido contêm peróxido de hidrogênio, que proporciona o agente oxidante diretamente. O peróxido de hidrogênio reage com o sujeira e o material orgânico na lavagem tanto para quebra-las quanto descolorizá-las. Peróxido de hidrogênio proporciona

uma ação alvejante mais gentil que o hipoclorito de sódio usado em alvejantes clorados. (BAJPAI e TYAGI, 2007)

3.3.4 ADITIVOS

3.3.4.1 Enzimas

Enzimas são usadas em detergentes há mais de 45 anos, e contabilizam mais de 30% da produção global de enzimas. São biodegradáveis, e ajudam a diminuir o custo energético da lavagem. (LAURENT, BUZZACCARINI, *et al.*, 2007)

As enzimas também apresentam especificidades nas reações que elas catalisam e só reagem com compostos estruturalmente similares. A seletividade é boa, pois a enzima pode ser selecionada para não danificar o tecido, mas também implica que é necessário adicionar vários tipos de enzimas, uma para cada sujeira específica. Elas ajudam a quebrar sujeiras complexas, especialmente proteínas como sangue e grama, de forma que elas possam ser facilmente removidas dos tecidos. Por exemplo, protease e lipase são usadas para digerir as proteínas da sujeira de proteínas e lipídios, respectivamente. (BAJPAI e TYAGI, 2007) (LAURENT, BUZZACCARINI, *et al.*, 2007)

Enzimas funcionam melhor em temperaturas de 20°C a 60°C e pH de 7 a 10,5, apesar de que cada enzima tem suas condições ótimas de operação. (LAURENT, BUZZACCARINI, *et al.*, 2007)

3.3.4.2 Agentes antirre deposição

Evitam que a sujeira removida se redeposite em tecidos limpos. O mais popular é o carboximetil celulose (cmc), que é derivado da celulose natural e é bastante solúvel em água. (BAJPAI e TYAGI, 2007)

3.3.4.3 Zeólitos

Em águas duras os íons de cálcio e magnésio formam sais com tensoativos aniônicos aumentando a temperatura mínima para a formação de micelas e precipitando a solução limpante, comprometendo a capacidade surfactante. Zeólitos são agentes sequestrantes de íons metálicos multivalentes, que previnem a precipitação dos tensoativos aniônicos. (BAJPAI e TYAGI, 2007)

3.3.4.4 *Agentes alcalinizantes*

Uma condição alcalina numa solução limpante é útil para fornecer cargas negativas às sujeiras e aos substratos. Carbonatos e silicatos de sódio são exemplos de agentes alcalinizantes. Se a sujeira contiver ácidos graxos, estas serão espontaneamente removidas pela reação de saponificação. (BAJPAI e TYAGI, 2007)

3.3.4.5 *Inibidores de corrosão*

Os tambores e tubos das máquinas de lavar atuais são feitas normalmente de aço inoxidável, ou revestidos com algum material inerte aos fluidos alcalinos da lavagem. Outras partes das máquinas, entretanto, contam com materiais menos resistentes, para prevenir sua corrosão, são adicionados inibidores de corrosão aos sabões na forma de silicato de sódio. O silicato coloidal se deposita como uma fina camada sobre superfícies metálicas, protegendo-a de ataques do álcali. (SMULDERS, RÄHSE, *et al.*, 2002)

3.3.4.6 *Auxiliadores de processo*

Auxiliadores de processo (*fillers*) cobrem uma grande variedade de ingredientes, como sulfato de sódio, água, solventes como álcool ou xylene sulfonato. Eles concedem ao produto as condições físicas apropriadas para o uso. Sulfato de sódio, por exemplo, ajuda a promover o fluxo de pós. Álcools são normalmente usados em produtos líquidos como solventes para ingredientes do detergente, ajustar a viscosidade e prevenir a separação do produto. Já que o conteúdo de água é relativamente alto, álcoois também proporciona proteção ao produto sob condições de estocagem extremamente frias, diminuindo seu ponto de congelamento. (BAJPAI e TYAGI, 2007)

3.3.4.7 *Corantes*

Corantes são aplicados para dar individualidade ao produto, ou dramatizar um aditivo especial que contribui para o desempenho do produto. Adicionalmente, corantes azuis podem proporcionar um “azulamento” que implica em uma cor azulada/esbranquiçada em tecidos brancos. (BAJPAI e TYAGI, 2007)

3.3.4.8 *Aromatizantes*

Aromatizantes têm três funções, independente da essência usada. Cobrem o odor químico do sabão e o odor das sujeiras na solução de lavagem. Ainda, deixam um cheiro agradável nos tecidos, reforçando o desempenho da limpeza. Adicionalmente, uma fragrância contribui para a característica do produto. Alguns detergentes são oferecidos em versões sem odor, apelando para consumidores que preferem pouco ou nenhum cheiro na roupa. Também pode apelar para pessoas cuja pele é sensível aos ingredientes presentes na essência. (BAJPAI e TYAGI, 2007)

3.3.4.9 *Reguladores de espuma*

Reguladores de espuma podem ser estabilizadores ou supressores. Estabilizadores de espuma são desejáveis em detergentes para louças, onde uma grande quantidade de espuma confere a percepção da presença de surfactantes. Supressores de espuma são usados para limitar a quantidade de espuma produzida. Supressores são mais comumente utilizados em sabões na Europa, onde o padrão de máquina de lavar a pequeno e uma alta formação de espuma pode fazer com que a solução de lavagem transborde. (BAJPAI e TYAGI, 2007) (LAURENT, BUZZACCARINI, *et al.*, 2007)

3.3.4.10 *Outros ingredientes*

Outros ingredientes são adicionados aos sabões de acordo com a necessidade de prover um resultado especializado, ou conveniente aos consumidores. Alguns sabões contêm “branqueadores óticos”. Que são corantes fluorescentes que brilham numa luz branco-azulada

na luz ultravioleta. Fazendo com que tecidos amarelados pareçam brancos. (BAJPAI e TYAGI, 2007)

3.4 Propriedades físico-químicas

3.4.1 VISCOSIDADE

Representa uma propriedade do fluido que oferece resistência ao movimento. “A viscosidade resulta da força de atrito interno desenvolvida entre as diferentes camadas de fluidos, à medida que são forçadas a se mover uma em relação às outras.” (ÇENGEL e CIMBALA, 2015) É uma propriedade reológica que deve ser medida universalmente em todos os produtos líquidos. (ZYZYCK, GORLIN, *et al.*, 2006)

Em líquidos, a viscosidade é originada das forças coesivas das moléculas. Um aumento de temperatura faz com que as forças intermoleculares do líquido se enfraqueçam, permitindo que se movam mais livremente e conseqüentemente a viscosidade diminui. (ÇENGEL e CIMBALA, 2015) (BISTAFA, 2016)

A viscosidade dos líquidos não varia expressivamente com variações pequenas de pressão, apenas quando a variação é muito expressiva. (ÇENGEL e CIMBALA, 2015)

3.4.2 pH

O conceito de Brønsted-Lowry explica ácidos como doadores de prótons (íon H^+) e bases como receptoras, uma base de Brønsted tem um par de elétrons livre ao qual o próton pode se ligar. Dessa forma, uma substância só age como ácido na presença de outra que possa agir como uma base, recebendo os prótons ácidos. (ATKINS e JONES, 2012)

Ácidos fortes são completamente desprotonados em solução, enquanto ácidos fracos são apenas parcialmente. Analogamente, as bases fortes são completamente protonadas em solução, já as fracas são parcialmente protonadas. (ATKINS e JONES, 2012)

É importante ressaltar que a força do ácido ou da base está relacionada ao meio no qual se encontra, um ácido forte em água pode ser fraco em outro solvente, por exemplo. (ATKINS e JONES, 2012)

A água pode agir tanto como doador de prótons, quanto como receptor. Em outras palavras, pode agir como ácido ou como base. Esse tipo de composto é chamado de anfiprótico. (ZUMDAHL e DECOSTE, 2015)

Em água pura, a 25°C, as concentrações molares de H_3O^+ e OH^- são iguais a:

$$[H_3O^+] = [OH^-] = 1 \times 10^{-7} \text{ mol L}^{-1}$$

Além disso, o produto matemático de $[H_3O^+]$ e $[OH^-]$ é sempre constante:

$$[H_3O^+][OH^-] = (1 \times 10^{-7})(1 \times 10^{-7}) = 1 \times 10^{-14}$$

Para evitar a dificuldade de trabalhar com uma faixa de valores tão grande, essas concentrações são comumente expressas em termos do pH da solução, isto é, o logaritmo negativo em base 10 da concentração de hidrônio (H_3O^+). (ZUMDAHL e DECOSTE, 2015)

$$pH = -\log[H_3O^+]$$

Em uma solução neutra, $[H^+] = [OH^-]$ ou $pH = 7$

Em uma solução ácida, $[H^+] > [OH^-]$ ou $pH < 7$

Em uma solução básica, $[H^+] < [OH^-]$ $pH > 7$

3.5 Classificação

Segundo a RESOLUÇÃO-RDC Nº 59, DE 17 DE DEZEMBRO DE 2010, os produtos saneantes são classificados quanto ao risco, finalidade, venda e emprego.

3.5.1 QUANTO AO RISCO

Produtos de Risco 1 podem ser comercializados após notificação por meio de peticionamento eletrônico, e divulgação na página da Anvisa, na internet. Enquanto os de Risco 2 só podem ser comercializados após concessão de registro publicado no Diário Oficial da União. (ANVISA, 2010)

No que diz respeito ao pH, produto será de Risco 1 quando estiver na faixa de 2 a 11,5. Fora dessa faixa (ou seja, entre 0 e 2 ou 11,5 e 14), será considerado de Risco 2, como mostra a Figura 14. (ANVISA, 2010)

Figura 14 – Classificação de risco para saneantes de acordo com pH.



Fonte: adaptado de (ANVISA, 2010).

DL50 representa a dose letal necessária para matar 50% de uma população de ratos em miligramas do produto por quilograma de rato intoxicado. Para produtos de Risco 1 a DL50 deve ser superior a 2000 mg/kg em líquidos ou 500 mg/kg em sólidos no **produto puro**, enquanto produtos de Risco 2 devem ter essa concentração na **diluição de uso**. (ANVISA, 2010)

Produtos de Risco 1 não podem apresentar corrosividade, atividade antimicrobiana, ação desinfestante, nem podem ser à base de microrganismos viáveis. Já os produtos de Risco 2, podem apresentar quaisquer dessas características ou ser à base de microrganismos viáveis. (ANVISA, 2010)

Produtos de Risco 1 não podem conter em sua composição: ácido fluorídrico (HF), ácido nítrico (HNO₃), ácido sulfúrico (H₂SO₄); ou sais que os liberem nas condições de uso do produto. Produtos de Risco 2 podem quaisquer desses ácidos. (ANVISA, 2010)

O quadro abaixo mostra de forma concisa uma comparação entre as características de produtos de Risco 1 e 2.

Quadro 1 – Classificação de outras características dos produtos de Risco 1 e Risco 2.

Risco 1	Risco 2
Sólidos: DL50 > 500 Líquidos: DL50 > 2000 (produto puro)	Sólidos: DL50 > 500 Líquidos: DL50 > 2000 (produto na diluição de uso)
Não contenha na formulação: Ácido fluorídrico (HF) Ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄) Ácido fluorídrico (HNO ₃)	Contenha na formulação: Ácido fluorídrico (HF) Ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄) Ácido fluorídrico (HNO ₃)
Não pode apresentar características de	Pode apresentar características de

corrosividade, atividade antimicrobiana, ação desinfestante e não sejam à base de microrganismos viáveis.	corrosividade, atividade antimicrobiana, ação desinfestante e não sejam à base de microrganismos viáveis.
---	---

Fonte: adaptado de (ANVISA, 2010).

3.5.2 CLASSIFICAÇÃO DA ANVISA QUANTO À FINALIDADE

Os produtos saneantes são classificados quanto à sua finalidade em:

- Limpeza em geral e afins;
- Desinfecção, esterilização, sanitização, desodorização, além de desinfecção de água para o consumo humano, hortifrutícolas e piscinas;
- Desinfestação;
- Tira manchas.

3.5.3 CLASSIFICAÇÃO DA ANVISA QUANTO À VENDA E AO EMPREGO

- Produtos de venda livre;
- Produtos de uso profissional ou de venda restrita a empresa especializada.

3.6 Equipamentos de Proteção Individual (EPI'S)

A Norma Regulamentadora nº6, (NR6) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), define equipamentos de proteção individual como: "todo dispositivo ou produto de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho." É obrigatório que a empresa forneça EPI adequados aos riscos de forma gratuita. (TRT, 2018)

3.6.1 ÓCULOS DE SEGURANÇA

Os óculos de proteção com lentes de policarbonato com abas laterais de proteção são usados para proteger os olhos de partículas volantes leves, de poeiras e de respingos de produtos cáusticos ou ácidos. (SESMT)

3.6.2 MÁSCARA

Para a preparação da soda caustica é utilizado um respirador semi-facial descartável de CLASSE PFF1 com uma válvula de exalação, com filtro de manta sintética, para ser usada contra partículas líquidas ou sólidas. (EPI TUIUTI)

3.6.3 LUVAS

Luva de segurança em látex super-reforçado, sem revestimento interno, antiderrapante na face palmar, nos dedos e na ponta dos dedos **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

3.6.4 JALECO

Jalecos previnem o contato de respingos com a pele e roupas do usuário, evita a propagação de contaminantes fora do laboratório, e portanto deve ser removido ao sair do ambiente. Em casos de acidentes envolvendo o derramamento ou respingo de substância perigosa, o jaleco pode ser removido.

Para máxima proteção um jaleco deve:

- Ter pulsos apertados com elásticos ou botões;
 - Ter fechos de pressão na frente para fácil remoção em caso de contaminação;
 - Ter ajuste adequado;
 - Ser feito de material apropriado para os perigos a serem encontrados.
- (MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY, 2018)

4 MATERIAIS E MÉTODOS

A primeira etapa deste trabalho consiste da produção de seis formulações diferentes de sabão, seguindo o mesmo procedimento, mudando apenas as concentrações de amaciante e tensoativo.

Os sabões foram produzidos no Laboratório Piloto de Química (LAPQ), localizado no Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, as matérias primas também foram fornecidos pelo mesmo.

Após a preparação dos sabões, foram realizados testes de suas propriedades físico-químicas, como viscosidade e pH e do poder de limpeza dos sabões. Esses testes também foram realizados em mais três sabões atualmente comercializados, a fim de comparar com as formulações produzidas.

4.1 Produção do sabão

Primeiramente foram transferidos 500 mL de água potável para uma jarra, seguido da adição do ácido sulfônico e sua neutralização para formar o tensoativo. O pH foi medido com papel de pH e corrigido quando necessário para que ficasse na faixa de 7 a 8.

Enquanto isso 500 mL de água num béquer eram misturados aos poucos com metassilicato e tripolifosfato sob agitação de 600 rpm por pelo menos 5 minutos. Essa solução era então adicionada ao tensoativo.

Em seguida foram adicionados os tensoativos secundários: lauril e AMIDA. Foram adicionados o amaciante, o conservante, o corante e a essência.

4.1.1 SOBRE O AMACIANTE

O amaciante foi previamente preparado no laboratório com a seguinte formulação: 3kg de base para amaciante (quaternários de amônia com cadeia variando entre c14 e c19) e 93 L de água adicionados ao longo de duas semanas, a ficha de preparação do amaciante está disponível no Anexo II.

4.1.2 FORMULAÇÕES

As formulações preparadas estão apresentadas na Tabela 3, inicialmente as variáveis foram as quantidades de amaciante (10% e 15%) e de ácido sulfônico (5% a 8%).

Tabela 3 – Composição das formulações.

Formulação	464	154	676	668	210	320
Água potável	64,7%	65,8%	57,6%	58,7%	59,7%	60,8%

Ácido sulfônico	6,0%	5,0%	8,0%	7,0%	6,0%	5,0%
Soda caustica	0,4%	0,3%	0,5%	0,4%	0,4%	0,3%
Lauril	15,0%	15,0%	15,0%	15,0%	15,0%	15,0%
Metassilicato	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%
Tripolifosfato	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%
AMIDA	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%
Amaciante	10,0%	10,0%	15,0%	15,0%	15,0%	15,0%
Essência	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%
Corante	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Conservante	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%

Fonte: do autor.

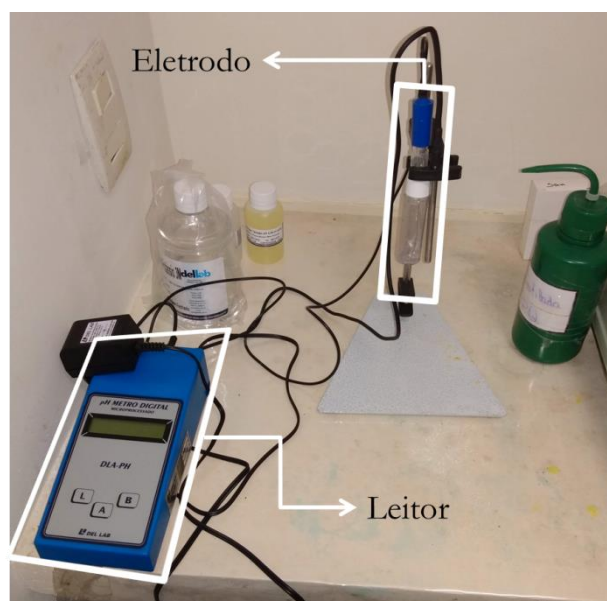
4.2 Determinação do pH

Para medição do pH foi utilizado um pHmetro digital de bancada como mostra a Figura 15. Foi calibrado usando três soluções padrão de pH 4, 7 e 10 conforme explicado no manual do equipamento. O eletrodo foi então lavado com água destilada e enxugado com um pano limpo, esse processo foi repetido antes de cada medição.

Uma alíquota de cada formulação foi transferida para um béquer e então medida.

As medições foram feitas pela imersão do eletrodo nas formulações de sabão e o pH foi anotado quando este permaneceu estável por 30 segundos.

Figura 15 – pHmetro.



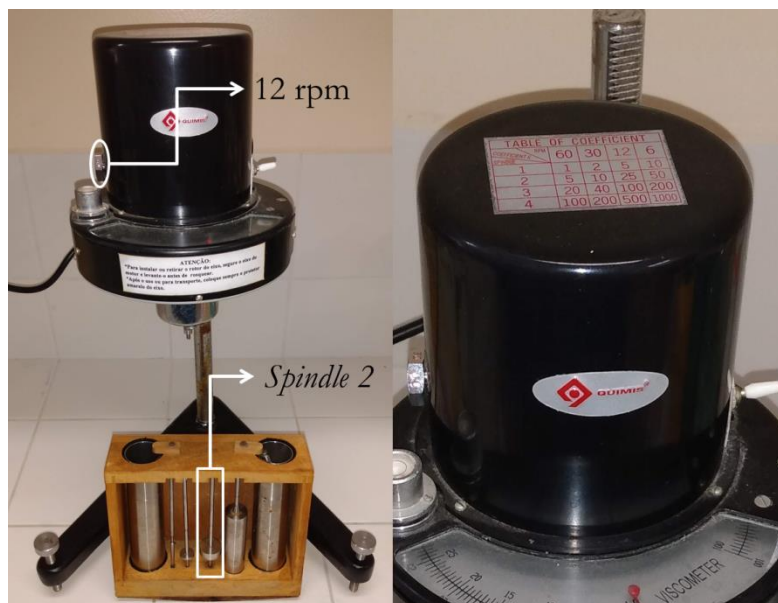
Fonte: do autor.

4.3 Determinação da viscosidade

Foi retirada uma alíquota de cada formulação e transferida para um béquer de 600 mL.

Para fazer as medições foi utilizado um viscosímetro por torque, como mostra a Figura 16, com *spindle* 2 e velocidade 12 (fator 25), ao colocar o béquer com a amostra sob o equipamento, este foi nivelado e ligado, quando a medição permaneceu estável a viscosidade foi anotada. As medições de viscosidade foram feitas em triplicata.

Figura 16 – Viscosímetro por torque.



Fonte: do autor.

4.4 Avaliação de detergência

Os equipamentos utilizados para essa parte do procedimento foram: uma balança eletrônica (Figura 17), um banho termostático (Figura 18), uma estufa com circulação de ar (Figura 19), um dissecador (Figura 20) e um agitador magnético (Figura 21).

Figura 17 – Balança eletrônica.



Fonte: Do autor.

Figura 18 – Banho termostático.



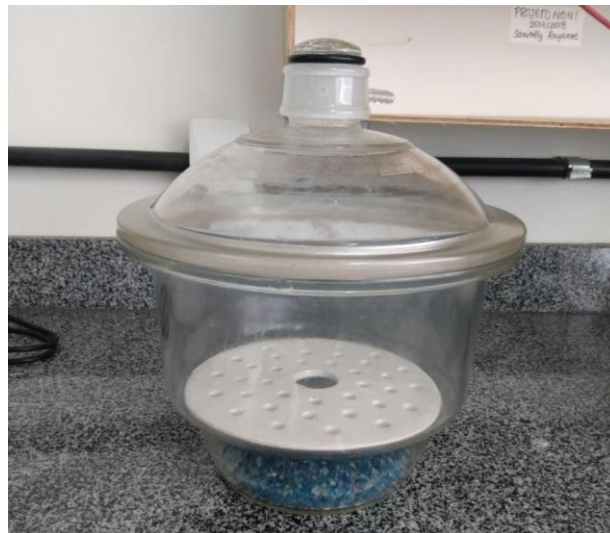
Fonte: Do autor.

Figura 19 – Estufa com circulação de ar.



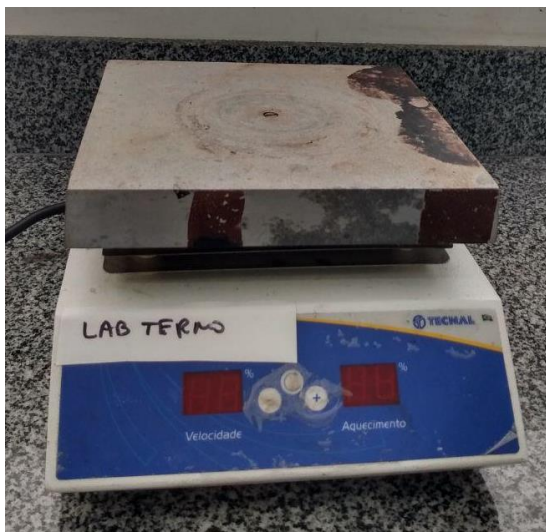
Fonte: Do autor.

Figura 20 – Dissecador



Fonte: Do autor.

Figura 21 – Agitador magnético

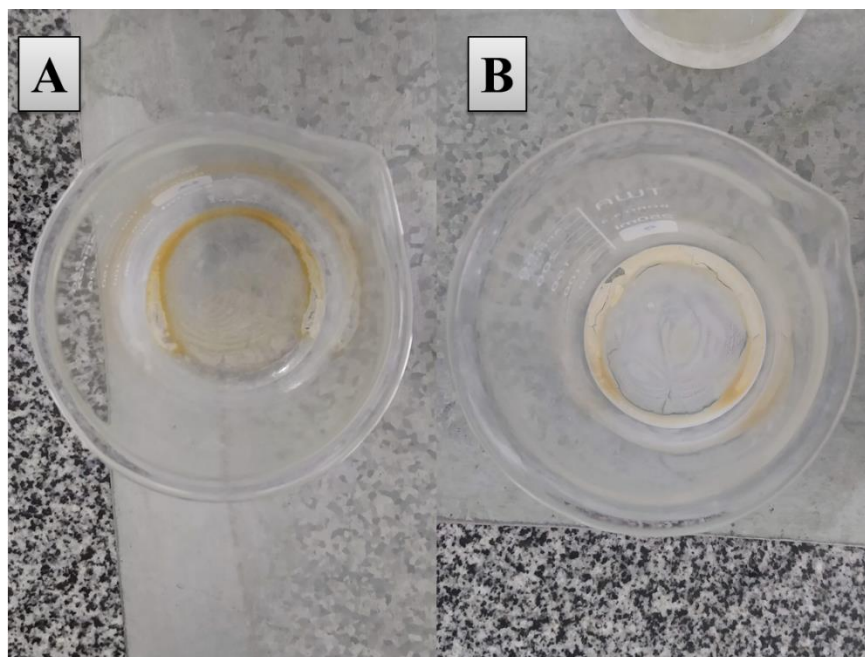


Fonte: Do autor.

Para o teste de detergentia foi empregada a metodologia sugerida por Carvalho, em sua dissertação de mestrado, adaptada para os equipamentos e condições disponíveis na UFPB. (CARVALHO, 2013)

A detergentia dos sabões foi avaliada de maneira empírica utilizando duas superfícies sujas: oleosa e proteica (leite integral) e proteica (leite desnatado). Em béqueres de 250 mL previamente tarados foram pesados 4 g do leite. As amostras foram evaporadas em banho termostático por 1 h em torno de 100,1 °C e secos em estufa com circulação de ar a 105 °C por 30 minutos para garantir maior padronização na secagem dos resíduos, além de incrustar a sujidade na parte inferior do béquer, tornando-a “difícil de limpar” como mostra a Figura 22. (CARVALHO, 2013)

Figura 22 – (A) Leite integral seco (sujidade de caráter protéico e oleoso); (B) leite desnatado seco (sujidade de caráter proteico).



Fonte: do autor.

Após a secagem a amostra foi colocada em um dessecador por 30 minutos e pesada, para obter a massa seca de sujidade 25 mL de solução de sabão (de 5%, 25% e 45%) foram adicionadas ao béquer que foi, em seguida, submetido à agitação mecânica de um agitador magnético em velocidade 5 por 5 minutos. Posteriormente a solução de sabão foi descartada e foram transferidos 25 mL de água destilada para o béquer sob agitação nas mesmas condições por mais 5 minutos. (CARVALHO, 2013)

Após o descarte da água o béquer foi colocado novamente em estufa a 105 °C por mais 30 minutos para remover a água remanescente do processo, em seguida foi colocado em dessecador por 30 minutos e pesado. (CARVALHO, 2013)

$$\%limpeza = \frac{\text{Peso do resíduo seco} - \text{Peso do resíduo após lavagem}}{\text{Peso do resíduo seco}}$$

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 4 estão apresentados os resultados das medições de pH das amostras de sabão produzidas em laboratório bem como das três marcas comerciais (MC) analisadas.

Tabela 4 – Resultado dos testes de pH.

Formulação	pH
464	10,29
154	10,65
676	10,58
668	10,46
210	10,64
320	10,65
MC01	7,11
MC02	7,65
MC03	7,70

Fonte: Do autor.

Como não há legislação específica sobre o pH de sabões líquidos para roupas, abaixo de 11,5 ele será de livre comércio desde que haja peticionamento eletrônico, como estabelecido no item 3.5.1.

Sabões são sais alcalinos, os comerciais têm pH entre 7,11 e 7,70, enquanto os produzidos em laboratório estão na faixa de 10,29 a 10,65.

O pH das formulações testadas é mais próximo ao de sabões em pó, como mostra o estudo de Boonchai que fica em torno de 10,84 e 11,69. (BOONCHAI e IAMTHARACHAI, 2010)

Como citado no item 3.3.4.4, o pH alcalino ajuda no poder de limpeza do detergente, sendo porém irritante ao “manto ácido” que reveste a superfície da pele humana, cujo pH varia de 4,2 a 5,6. O uso manual dessas formulações não é recomendado, pois pode afetar, mesmo que a curto prazo, a flora bacteriana da pele. Fazendo com que o produto seja recomendado para uso apenas em máquinas de lavar. (KORTING e BRAUN-FALCO, 1996)

O pH pode ser corrigido com a diminuição da quantidade de soda caustica usada ou a adição do *builder* borato de sódio na formulação. (BASCOM e RHODES, 1931)

A Tabela 5 mostra os dados coletados de viscosidade das formulações produzidas em laboratório bem como das três marcas comerciais (MC).

Tabela 5 – Resultado dos testes de viscosidade.

Formulação	Viscosidade
464	525,00
154	437,50
676	887,50
668	587,33
210	545,83
320	441,67

MC01	262,50
MC02	587,50
MC03	233,33

Fonte: Do autor.

A viscosidade dos sabões comerciais analisados varia bastante e estão entre 233,33 e 587,5 cP, e pela aparência física (única fase límpida) eles caem na categoria de sabões líquidos desestruturados, enquanto o sabão desenvolvido é estruturado (se separa em duas fases, sendo uma opaca e outra translúcida). A viscosidade de sabões estruturados pode variar normalmente entre 500 e 9000 cP. (SACHDEV, KRISHNAN e SHULMAN, 2006)

A aparência e viscosidade do produto podem impactar na aceitabilidade do mesmo no mercado, apesar da viscosidade ser baixa o suficiente para fluir sem problemas. Neste aspecto, os sabões 154 e 320 estão mais próximos das marcas comerciais com viscosidades de 437,50 e 441,67, respectivamente. Com exceção do 676 todos os outros sabões produzidos em laboratório estão na faixa de viscosidade das marcas comerciais.

A separação das fases pode ser amenizada pela adição de emulsificantes, mas o problema da aceitabilidade pode ser contornado utilizando uma embalagem opaca com um rótulo indicando que o sabão deve ser agitado levemente antes de ser utilizado.

Na Tabela 6 estão apresentados os dados de poder de limpeza de sujidades proteicas dos sabões produzidos em laboratório e das três marcas comerciais (MC).

Tabela 6 – Poder de limpeza (%), para superfície de vidro suja com leite integral seco, de soluções de sabões líquidos experimentais formulados e comerciais.

Poder de limpeza, para superfície de vidro suja com leite integral seco, de soluções de sabões líquidos experimentais (%)			
Sabão/Concentração	5%	25%	45%
464	53,06	58,33	63,27
154	50,00	51,02	54,17
676	45,83	64,58	69,23
668	55,10	55,10	67,35
210	62,50	61,22	65,31
320	52,08	54,00	64,58
MC01	60,42	63,27	70,83
MC02	62,00	66,00	79,59
MC03	42,86	59,18	62,50

Fonte: Do autor.

Para os testes de lavagem de sujidade oleosa e proteica (leite integral seco) com 5% de sabão a remoção de sujeira variou de 45,83% a 62,50% nas formulações teste enquanto as de mercado foram de 42,86% a 60,42%. Os sabões que apresentaram melhor resultado nessa concentração foram 210 e 668 com 62,50% e 55,10%, respectivamente.

Com o aumento da concentração de sabão para 25% o poder de limpeza também se eleva, variando de 51,02% a 64,58% nas formulações teste, enquanto as de mercado variam de 59,18% a 66,00%, os melhores sendo o 676 e 210 com 64,58% e 61,22%, respectivamente. Com a concentração de sabão em 45%, o poder de limpeza varia de 54,17% a 69,23% nos sabões teste e de 62,50% a 79,59% nos comerciais, os melhores sendo as 676 e 668 com 69,23% e 67,35%, respectivamente.

Das formulações preparadas, a que teve melhor desempenho geral na remoção de sujeiras oleosas e proteicas foi a 676, exceto quando muito diluída. E faz sentido, já esta é a formulação com maior concentração de tensoativos, quando comparada com as demais.

Em seguida vem a formulação 210, que tem um desempenho aceitável em todas as concentrações.

As formulações com menor concentração de tensoativo (154 e 320) apresentaram baixa remoção de sujeira, também condizendo com a quantidade de tensoativo aniônico em suas composições, ao aumentar a concentração da 320 para 45% o desempenho da mesma aumentou grandemente em comparação com as demais

Na Tabela 7 estão apresentados os dados de poder de limpeza de sujidades proteicas dos sabões produzidos em laboratório e das três marcas comerciais (MC).

Tabela 7 – Poder de limpeza (%), para superfície de vidro suja com leite desnatado seco, de soluções de sabões líquidos experimentais formulados e comerciais.

Sabão/Concentração	Poder de limpeza, para superfície de vidro suja com leite desnatado seco, de soluções de sabões líquidos experimentais (%)		
	5%	25%	45%
464	76,32	57,89	64,86
154	71,05	86,49	81,08
676	76,32	78,95	65,79
668	78,38	70,27	64,86
210	63,16	73,68	67,57
320	71,05	81,08	64,86
MC01	73,68	89,19	81,58
MC02	73,68	75,68	81,58
MC03	72,97	86,49	80,56

Fonte: Do autor.

No teste de lavagem da sujidade proteica (leite desnatado) com concentração de sabão 5% o poder de limpeza variou de 63,16% a 78,38 nas formulações teste e de 73,68% a 78,38% nas comerciais, o de melhor desempenho nesse quesito sendo de 668, 464 e 676 com 78,38%, 76,32% e 76,32%.

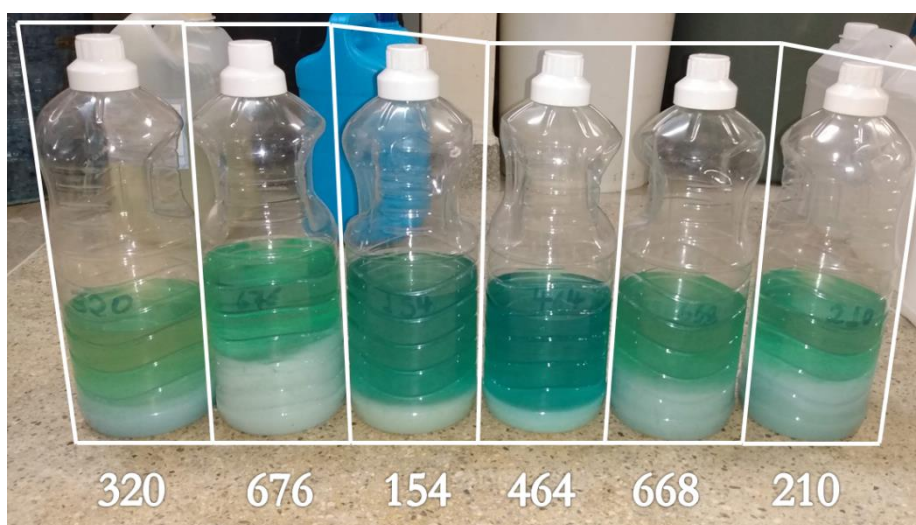
Com o aumento da concentração de sabão para 25% o percentual de sujeira removida em geral aumenta, exceto nos sabões 464 e 668, que diminuíram. Os mais eficientes sendo as formulações 154 e 320 com 86,49% e 81,08%, respectivamente.

Quando a concentração de sabão é aumentada para 45% o percentual de sujeira removida em geral diminui em relação à solução de sabão com concentração de 25%, exceto nos ensaios 464 e MC02. Variando de 64,86% a 81,08% para as formulações e de 80,56 a 81,58% para os comerciais. As melhores sendo a 154 e a 210 com 81,08% e 67,57%, respectivamente.

A formulação que teve melhor desempenho geral para remoção de sujidades proteicas foi a 154, seguido das formulações 320 e 676, respectivamente.

A Figura 23 mostra os sabões em repouso por três meses, mostrando a separação das fases, as formulações com menor separação são as 154, 464 e 320.

Figura 23 – Sabão após 1 mês sem agitação.



Fonte: Do autor.

6 CONCLUSÃO

As formulações foram desenvolvidas de forma a serem de produção viável no LAPQ, portanto foram utilizadas apenas matérias primas disponíveis no laboratório.

Quanto às propriedades físico-químicas das formulações teste em comparação com as disponíveis no mercado, o pH estava excessivamente elevado, restringindo seu uso, já a

viscosidade estava, em geral, numa faixa aceitável. A única formulação com viscosidade fora da faixa sendo a 676.

Nos testes de poder de remoção de sujidades oleosas e proteicas, as formulações 676 e 210 se destacaram, enquanto para remoção de sujidades proteicas foram as 154, 320 e 676. Apesar do bom desempenho da 676, ela é muito mais viscosa do que as marcas comerciais, podendo ser um aspecto positivo (o sabão grosso ser percebido como com maior poder de limpeza) ou negativo (podendo entupir máquinas de lavar e fazendo com que seja de manuseio mais difícil).

Portanto o sabão que teve melhor resultado geral foi a formulação 210, que apesar de não ser tão eficiente quanto a 676, tem menor custo de produção devido à sua formulação que contém menor quantidade de ácido sulfônico, ambas tem uma separação de fases muito parecida.

7 REFERÊNCIAS

ABIPLA. **Associação Brasileira das Indústrias de Produtos de Limpeza e Afins (ABIPLA)**. 13^a. ed. São Paulo: BB Editora, 2018.

ABIPLA. **Associação Brasileira das Indústrias de Produtos de Limpeza e Afins (ABIPLA)**. 14^a. ed. São Paulo: grupo planmark, 2019.

ANVISA. **RESOLUÇÃO-RDC Nº 59, DE 17 DE DEZEMBRO DE 2010**, 17 Dezembro 2010. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/res0059_17_12_2010.pdf/194ebbe3-15ea-4817-b472-f73cc76441c2>. Acesso em: 11 Fevereiro 2019.

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 5^a. ed. Porto Alegre: [s.n.], 2012.

BAJPAI, D.; TYAGI, V. K. Laundry Detergents: An Overview. **Journal of Oleo Science**, v. 56, n. 7, p. 327-338, Fevereiro 2007.

BASCOM, C. H.; RHODES, F. H. Effect of pH upon the Detergent Action of Soap. **ACSPublications**, v. XXIII, n. 7, p. 778-780, Julho 1931.

BISTAFA, S. R. **Mecânica dos Fluidos - Noções e Aplicações**. 2^a. ed. [S.l.]: Editora Edgard Blücher Ltda., 2016.

BOONCHAI, W.; IAMTHARACHAI, P. The pH of Commonly Available Soaps, Liquid Cleansers. **Dermatitis**, v. XXI, n. 3, p. 154-156, Maio-Junho 2010.

CARVALHO, A. P. H. D. **Qualidade Física, Química E Antimicrobiana De Sabões Líquidos Elaborados Com Óleo Residual De Fritura E Diferentes Agentes Saponificantes**. Universidade Federal de Goiás. Goiânia, p. 60-62. 2013.

ÇENGEL, Y. A.; CIMBALA, J. M. **Mecânica dos Fluidos - fundamentos e aplicações**. 3ª. ed. Porto Alegre: AMGH Editora Ltda., 2015.

EPI TUIUTI. **Respirador PFF1 com válvula**. Disponível em: <<https://www.epi-tuiuti.com.br/produtos/epi/mascaras-de-protecao/mascaras-de-protecao-descartaveis/respirador-pff1-com-valvula-tuiuti/>>. Acesso em: 05 Abril 2019a.

EPI TUIUTI. **Luva Látex Ranhurada Volk**. Disponível em: <<https://www.epi-tuiuti.com.br/produtos/epi/luva-latex-ranhurada-volk/>>. Acesso em: 05 Abril 2019c.

HOLMBERG, K. et al. **Surfactants and Polymers in Aqueous Solution**. 2ª. ed. [S.l.]: John Willey & Sons, 2002.

JALECO-MANGA-LONGA-G_3.JPG (700×560). Disponível em: <https://www.shopveterinario.com.br/media/catalog/product/cache/1/image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/j/a/jaleco-manga-longa-g_3.jpg>. Acesso em: 07 Abril 2019.

KONKOL, K. L.; RASMUSSEN, S. C. An Ancient Cleanser: Soap Production and Use in Antiquity. In: RASMUSSEN, S. C. **Chemical Technology in Antiquity**. Washington, DC: Oxford University Press, 2015. p. 246-266.

KORTING, H. C.; BRAUN-FALCO, O. The effect of detergents on skin pH and its consequences. **Clinics in Dermatology**, New York, v. 14, n. 1, p. 23-27, Janeiro 1996.

LAURENT, J. B. S. et al. Laundry Cleaning of Textiles. In: JOHANSSON, I.; SOMASUNDARAN, P. **Handbook for cleaning/decontamination of surfaces**. 1ª. ed. [S.l.]: Elsevier, v. I, 2007. Cap. B.1.I, p. 57-102.

MABORE. **Óculos de Proteção SS1 Incolor - SUPER SAFETY**. Disponível em: <<https://www.mabore.com.br/oculos-de-protecao-ss1-incolor-super-safety-3782/p>>. Acesso em: 05 Abril 2019.

MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY. **Guidance | Lab Coat Selection, Use, and Care at MIT**, Fevereiro 2018. Disponível em: <<https://labcoats.mit.edu/guidance>>. Acesso em: 2019 Abril 07.

ROUTH, H. B. et al. Soaps: From the Phoenicians to the 20th Century — A historical review. **Clinics in Dermatology**, v. 14, p. 3-6, Janeiro 1996.

SACHDEV, A.; KRISHNAN, S.; SHULMAN, J. Heavy-Duty Liquid Detergent. In: SCHICK, M. J. **Liquid Detergents**. 2ª. ed. [S.l.]: Taylor & Francis Group, 2006. Cap. 8, p. 239-.

SESMT. **MANUAL DE ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS E PADRONIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL - EPI** -. Disponível em: <<http://www.piracicaba.sp.gov.br/upload/kceditor/files/Manual%20de%20EPI%281%29.pdf>> . Acesso em: 20 Fevereiro 2019.

SMULDERS, E. et al. **Laundry Detergents**. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2002.

TABELA de CNAE - 2052-5/00 - Fabricação de desinfestantes domissanitários - Cosmos. Disponível em: <<https://cosmos.bluesoft.com.br/tabelas/cnae/2052500-fabricacao-de-desinfestantes-domissanitarios>>. Acesso em: 05 Janeiro 2020.

TABELA de CNAE - 2061-4/00 - Fabricação de sabões e detergentes sintéticos - Cosmos. Disponível em: <<https://cosmos.bluesoft.com.br/tabelas/cnae/2061400-fabricacao-de-saboes-e-detergentes-sinteticos>>. Acesso em: 05 Janeiro 2020.

TABELA de CNAE - 2062-2/00 - Fabricação de produtos de limpeza e polimento - Cosmos. Disponível em: <<https://cosmos.bluesoft.com.br/tabelas/cnae/2062200-fabricacao-de-produtos-de-limpeza-e-polimento>>. Acesso em: 05 Janeiro 2020.

TRT. **NR 6 – EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (206.000-0/10)**, 2018. Disponível em: <http://www.trtsp.jus.br/geral/tribunal2/LEGIS/CLT/NRs/NR_6.html>. Acesso em: 05 Abril 2019.

YANGXIN, Y.; JIN, Z.; BAYLY, A. E. Development of Surfactants and Builders in Detergent Formulations. **Chinese Journal of Chemical Engineering**, v. 16, n. 4, p. 517-527, 2008.

ZUMDAHL, S. S.; DECOSTE, D. J. **Introdução à Química: Fundamentos**. 8ª. ed. São Paulo: Cengage Learning Edições Ltda., 2015.

ZYZYCK, L. et al. Liquid Automatic Dishwasher. In: SCHICK, M. J. **LIQUID DETERGENTS**. 2^a. ed. Santa Barbara, California: Taylor & Francis Group, 2006. Cap. 9, p. 319-377.

Anexo I

Tabela 8 – CNAE 2061: Fabricação de sabões e detergentes sintéticos.

CNAE 2061	
Compreende	Não compreende
A fabricação de sabões em diversas formas, tais como: em pó, líquida, em escamas e em barras.	a fabricação de intermediários para detergentes e tensoativos (2029-1/00).
A fabricação de suavizantes de tecidos.	a fabricação de xampus (2063-1/00).
A fabricação de glicerina.	a fabricação de sabonetes (2063-1/00).
A fabricação de detergentes nas formas em pó e líquida, para uso industrial e doméstico.	a fabricação de sabões medicinais, em barras, pedaços, etc. (2063-1/00).

Fonte: (Tabela de CNAE - 2061-4/00 - Fabricação de sabões e detergentes sintéticos - Cosmos)

Tabela 9 – CNAE 2052: Fabricação de desinfetantes domissanitários

CNAE 2052	
Compreende	Não compreende
A fabricação de formulações químicas para o controle de insetos e fungos para uso doméstico, comercial e/ou industrial.	A fabricação de intermediários de síntese (2029-1/00).
A fabricação de formulações químicas para controle de ervas daninhas na jardinagem.	A fabricação de princípios ativos para desinfetantes domissanitários (2051-7/00).
A fabricação de acaricidas, bactericidas, cupinícidas, formicidas, moluscicidas, pesticidas, raticidas, rodenticidas para uso doméstico, comercial e/ou industrial.	A fabricação de produtos e preparações com propriedades anti-sépticas, bactericidas ou germicidas, com fins terapêuticos ou profiláticos (2123-8/00).
A fabricação de espirais mata mosquito para uso doméstico.	
A fabricação de repelentes.	

Fonte: (Tabela de CNAE - 2052-5/00 - Fabricação de desinfetantes domissanitários - Cosmos)

Tabela 10 CNAE 2062: Fabricação de produtos de limpeza e polimento

CNAE 2062	
Compreende	Não compreende
A fabricação de graxas, ceras artificiais ou mistas, polidores, saponáceos, branqueadores e desinfetantes.	A produção de ceras de origem vegetal (1042-2/00).
A fabricação de preparados para perfumar e desodorizar ambientes.	

Fonte: (Tabela de CNAE - 2062-2/00 - Fabricação de produtos de limpeza e polimento - Cosmos)

Anexo II

Tabela 11 Preparação do amaciante.

3kg de amaciante		
11:00	22/05/2019	6 L
14:30	22/05/2019	5 L
08:00	23/05/2019	4 L
10:00	23/05/2019	3 L
12:00	23/05/2019	3 L
14:30	23/05/2019	3 L
07:30	24/05/2019	3 L
08:30	27/05/2019	3 L
10:50	27/05/2019	3 L
15:30	27/05/2019	9 L
10:00	29/05/2019	6 L
09:00	30/05/2019	9 L
12:00	30/05/2019	6 L
15:50	30/05/2019	6 L
08:00	31/05/2019	6 L
12:00	31/05/2019	6 L
10:00		6 L
10:00		6 L
TOTAL		93 L

Fonte: Do autor.