



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE
UBERLÂNDIA INSTITUTO DE QUÍMICA**

LORENA LUIZA DE CASTRO SOUSA

**ESTUDO DA ESTABILIDADE FÍSICO-QUÍMICA DO SABONETE EM
BARRA CONTENDO O ÁLCOOL POLIVINÍLICO (PVA).**

Uberlândia - MG

2020

LORENA LUIZA DE CASTRO SOUSA

**ESTUDO DA ESTABILIDADE FÍSICO-QUÍMICA DO SABONETE EM BARRA
CONTENDO O ÁLCOOL POLIVINÍLICO (PVA).**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Química Industrial, do Instituto de Química da Universidade Federal de Uberlândia, como exigência para a obtenção do título de Bacharel em Química Industrial.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Pasquini

Uberlândia - MG

2020

**ESTUDO DA ESTABILIDADE FÍSICO-QUÍMICA DO SABONETE EM BARRA
CONTENDO O ÁLCOOL POLIVINÍLICO (PVA).**

Trabalho de conclusão de curso aprovado para
obtenção do título de Bacharel em Química
Industrial, pelo Instituto de Química da
Universidade Federal de Uberlândia (MG),
pela banca examinadora formada por:

Orientador: Prof. Dr. Daniel Pasquini

Uberlândia, 18 de Dezembro de 2020.

Prof^a. Dr^a. Vivian Consuelo Reolon Schmidt, UFU / MG

Prof^a. Dr^a. Mariana Alves Henrique, UFPE / PE

Prof. Dr. Daniel Pasquini, UFU / MG

Dedico esse trabalho de conclusão de curso aos meus pais, Tatiane e Luciano por todo o amor, por sempre terem me apoiado, incentivado e nunca me deixaram desistir.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades encontradas e por sempre me direcionar por onde devo caminhar.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Daniel Pasquini, pela paciência, dedicação e por todo conhecimento.

Ao pessoal da Tec Bel Indústria e Comércio de Cosméticos LTDA, especialmente a Bárbara Catrine, Nilton Araújo e ao Raphael Gomes, e ao pessoal da Lima & Pergher Indústria e Comércio S/A, principalmente ao Cleber de Lima, por todas as contribuições e suporte durante o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço principalmente aos meus pais, Tatiane Aparecida de Oliveira Sousa e Luciano de Sousa, por sempre estarem comigo me dando forças e calma nos momentos mais difíceis.

Aos meus irmãos Lara e Juliano, por todo o companheirismo nessa jornada e na vida.

À toda a minha família, por todo o carinho e inúmeros incentivos.

A minha professora de química do ensino médio, Keli Lamounier, que foi a minha maior inspiração da escolha do curso de Química Industrial até a finalização dele.

Carinhosamente a todos os meus amigos e em especial a Ana Carolina Nascimento e Bárbara Catrine por serem as minhas maiores inspirações de força de vontade e dedicação. Obrigada por sempre terem me ajudado, pelos conselhos, conversas e companheirismo durante os anos.

As amigas que fiz durante o curso, Fer Souza, Iane Michelle, Josi Reis e Natacha Fidelis por toda a ajuda durante o curso, por todas as horas de alegria e estresse que passamos juntas e principalmente por todos os bons momentos de conversas e diversão. À Amanda da Silva mesmo seguindo uma jornada diferente se fez presente na minha vida.

Ao meu amigo Samuel Silva que sempre esteve comigo entre idas e vindas, por toda a ajuda durante o curso, por todas as conversas boas, por todos os desabafos e principalmente pela ajuda na execução desse trabalho.

Ao João Donzelli agradeço por todo o amor demonstrado ao longo desses anos, pela amizade, paciência e por ter dividido comigo tantos conhecimentos e momentos bons durante o curso e no trabalho.

A todos os docentes da Universidade Federal de Uberlândia, aos meus colegas do laboratório LABREPOL, em especial a Mel e a Betina pelo suporte e conversas e a todos do Instituto de Química da UFU.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
	1.1 Sabonetes em barra.....	3
	1.2 Óleos e Gorduras.....	5
	1.3 Reação de Saponificação.....	7
	1.4 Tensoativos e detergência.....	8
	1.5 Aditivos na indústria de sabonetes.....	13
	1.6 Polímeros.....	14
	1.7 Álcool Polivinílico.....	18
	1.8 Propriedades físico-químicas.....	20
2	OBJETIVOS.....	21
3	PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL	22
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	27
	4.1 Testes de rachadura.....	27
	4.2 Análise de textura.....	30
	4.3 Microscopia eletrônica de varredura.....	34
5	CONCLUSÕES.....	38
	REFERÊNCIAS.....	39

RESUMO

Este trabalho buscou apresentar uma alternativa de aditivo, o álcool polivinílico (PVA), a ser utilizado nos sabonetes em barra focando na melhora, principalmente, de redução das rachaduras. O PVA é um polímero capaz de absorver grande quantidade de água e foi incorporado em concentrações de 0,25%, 0,5% e 1,0% na formulação dos sabonetes a fim de se observar a diminuição de rachaduras no produto final. Os sabonetes foram submetidos aos testes de rachadura onde as concentrações de 0,25% e 0,5% foram consideradas mais satisfatórias com rachaduras de nível I. No texturômetro onde avaliou-se a dureza dos sabonetes com e sem PVA verificou-se que sabonetes com 1,0% de PVA apresentaram uma estrutura menos sólida depois de submetidos ao teste de rachadura resultando em rachaduras nível III e os sabonetes com 0,5% de PVA apresentaram uma estrutura mais rígida após serem lavados e classificaram-se como de nível I. Sabonetes com 0,25% e 1,0% de PVA também apresentaram maleabilidade após o teste de rachadura devido ao valor limite de adição de PVA que não foram alcançados ou ultrapassados. Por último foram realizadas análises de microscopia eletrônica de varredura com a finalidade de avaliar as estruturas internas dos sabonetes e verificou-se a presença de estruturas reticuladas advindas do hidrogel com maiores ou menores uniformidades. Sabonetes com 0,5% de PVA apresentaram resultados dentro do esperado com rachaduras de nível I.

Palavras-chaves: Sabonetes em barra; hidrogel; álcool polivinílico.

ABSTRACT

This work sought to present an alternative additive, polyvinyl alcohol (PVA), a being used in bar soaps focused on improving, mainly, crack reduction. PVA is a polymer capable of absorbing a large amount of water and was incorporated to the requirements of 0.25%, 0.5% and 1.0% in the supply of soaps in order to observe the reduction of cracks in the final product. The soaps were evaluated in the crack tests where the 0.25% and 0.5% procedures were analyzed more satisfactorily with level I cracks. No texturometer where the hardness of soaps with and without PVA was evaluated that soaps with 1.0% independent PVA a less solid structure after completing the crack test obtained in cracks level III and soaps with 0.5% independent PVA a more rigid structure after being washed and classified as de level I. Soaps with 0.25% and 1.0% PVA also dissipation of malleability after the crack test due to the limit value of adding PVA that have not been reached or exceeded. Finally, scanning electron microscopy analyzes were performed with an evaluation criterion such as soap structures and the presence of reticulated structures from the hydrogel with greater or lesser uniformities was verified. Soaps with 0.5% PVA results as expected with level I cracks.

Key-words: Bar soaps; hydrogel; polyvinyl alcohol.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema do processo de produção de sabonetes em barra.....	5
Figura 2. Reação de formação de triacilglicerol.....	5
Figura 3: Estrutura química do ácido palmítico.....	6
Figura 4: Reação de saponificação genérica.....	7
Figura 5: Molécula de dodecanoato de sódio.....	9
Figura 6. Molécula de um sal quaternário de uma amina graxa.....	9
Figura 7. Molécula de álcool dodecílico etoxilado.....	10
Figura 8. Representação da atuação do sabão em gordura.....	11
Figura 9. Formação da micela na interação entre o sabão, gordura e água.....	12
Figura 10.: Esquema do efeito detergência.....	13
Figura 11. Estrutura polimérica da celulose a direita e do amido a esquerda.....	15
Figura 12. Estrutura de um polímero termoplástico.....	16
Figura 13. Estrutura de um polímero termofixo.....	16
Figura 14. Esquemas representativos das estruturas dos hidrogéis químico e físico.....	17
Figura 15. Retículos de um hidrogel no estado seco e intumescido.....	18
Figura 16. Reação química para a obtenção do PVA.....	19
Figura 17. Escala para avaliação de rachaduras.....	21
Figura 18. Maquinário piloto de sabão em barra utilizado na produção piloto.....	23
Figura 19. Maquinário do processo de fabricação piloto visto de cima.....	23
Figura 20. Teste de rachadura.....	25
Figura 21. Imagem do texturômetro Stable Micro Systems TA-XTplus.....	26
Figura 22. Compressão por penetração da sonda nos sabonetes.....	26
Figura 23. Sabonete após o teste de dureza com os furos após sofrer compressão da sonda..	27
Figura 24. Ilustração do teste de rachadura realizado no sabonete.....	28
Figura 25. Imagens referentes ao teste de rachadura com diferentes concentrações de PVA onde, A (0%), B (0,25%), C (0,5%) e D (1,0%).....	29
Figura 26. Histograma da força média em relação à variação de concentração de PVA (A) região não imersa em água e (B) região imersa em água dos sabonetes submetidos aos testes de rachadura.....	32
Figura 27. Resultado obtido no texturômetro para sabonetes sem adição de PVA. O gráfico (A) representa as curvas dos pontos do sabonete testados na parte imersa em água no teste de	

rachadura, e o gráfico (B) representa as curvas dos pontos do sabonete testados da parte que não foi imersa em água no teste de rachadura..... 32

Figura 28. Resultado obtido no texturômetro para sabonetes com 0,25% de PVA. O gráfico (A) representa as curvas dos pontos do sabonete testados na parte imersa em água no teste de rachadura, e o gráfico (B) representa as curvas dos pontos do sabonete testados da parte que não foi imersa em água no teste de rachadura..... 33

Figura 29. Resultado obtido no texturômetro para sabonetes com 0,5% de PVA. O gráfico (A) representa as curvas dos pontos do sabonete testados na parte imersa em água no teste de rachadura, e o gráfico (B) representa as curvas dos pontos do sabonete testados da parte que não foi imersa em água no teste de rachadura..... 33

Figura 30. Resultado obtido no texturômetro para sabonetes com 1,0% de PVA. O gráfico (A) representa as curvas dos pontos do sabonete testados na parte imersa em água no teste de rachadura, e o gráfico (B) representa as curvas dos pontos do sabonete testados da parte que não foi imersa em água no teste de rachadura..... 34

Figura 31. Imagens de MEV da região dos sabonetes que não foram imersos em água no teste de rachadura sendo (A) sem adição de PVA, (B) presença de 0,25% de PVA, (C) 0,5% de PVA e (D) 1,0% de PVA. Todas as imagens estão aproximadas em 5000 vezes..... 35

Figura 32. Imagens de MEV da região dos sabonetes que foram imersos em água no teste de rachadura sendo (A) sem adição de PVA, (B) presença de 0,25% de PVA, (C) 0,5% de PVA e (D) 1,0% de PVA. Todas as imagens estão aproximadas em 5000 vezes..... 36

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1: Maiores valores de força apresentados no texturômetro em cada ponto dos sabonetes em diferentes concentrações.....	31
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ABIHPEC – Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos

a.C – Antes de Cristo

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

D.O.U. – Diário Oficial da União

HPPC – Produtos de higiene pessoal, perfumes e cosméticos

1. INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa o quarto lugar de um dos maiores mercados consumidores global de produtos de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos (HPPC), com um total de USD 30 bilhões em vendas ao consumidor no ano de 2018 segundo estudo do Euromonitor ficando atrás apenas dos EUA, China e Japão (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE HIGIENE PESSOAL, PERFUMARIA E COSMÉTICOS - ABIHPEC, 2019).

De acordo com a Resolução RDC N° 211, de 14 de julho de 2005, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), produtos de higiene pessoal, perfumes e cosméticos (HPPC) são definidos como:

Preparações constituídas por substâncias naturais ou sintéticas, de uso externo nas diversas partes do corpo humano, pele, sistema capilar, unhas, lábios, órgãos genitais externos, dentes e membranas mucosas da cavidade oral, com o objetivo exclusivo ou principal de limpá-los, perfumá-los, alterar sua aparência e ou corrigir odores corporais e ou protegê-los ou mantê-los em bom estado (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA, 2005, p.58).

Ainda na Resolução RDC N° 211, de 14 de julho de 2005, publicada no Anexo II do Diário Oficial da União, D.O.U., de 18 de julho de 2005, a ANVISA também classifica os produtos HPPC em grau 1 e grau 2 de acordo com a probabilidade de ocorrência de efeitos não desejados devido ao mau uso do produto, de acordo com a formulação, utilidade, áreas destinadas ao corpo e cuidados necessários durante a utilização. Os riscos são definidos como:

Grau 1: Produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes que se caracterizam por possuírem propriedades básicas ou elementares, cuja comprovação não seja inicialmente necessária e não requeiram informações detalhadas quanto ao seu modo de usar e suas restrições de uso, por causa das características intrínsecas do produto (ANVISA, 2005, p.58).

No grau 1 podemos exemplificar produtos como sabões, shampoos, cremes de barbear, loções pós-barba, escovas dentais, fios dentais, pós, cremes de beleza, loções de beleza, óleos, batom, lápis para os lábios e delineadores, produtos para os olhos e perfumes (ANVISA, 2005).

Grau 2: Produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes que possuem indicações específicas, cujas características exigem comprovação de segurança e/ou eficácia, bem como informações e cuidados, modo e restrições de uso (ANVISA, 2005, p.58).

No grau 2 se encontram produtos que apresentam risco alto, tais como: shampoos anticaspa, cremes dentais anti cárie e antiplaca, desodorantes de axilas, esfoliantes químicos para a pele, protetores para os lábios com proteção solar, filtros UV, loções bronzeadoras,

tinturas para cabelos, descolorantes, produtos para ondulação permanente, produtos para crescimento de cabelos, depiladores, removedores de cutícula, removedores químicos de manchas de nicotina, endurecedores de unhas e repelentes de insetos (ANVISA, 2005).

O setor HPPC apresenta uma característica inigualável no Brasil devido ao conjunto de itens que o compõem serem considerados indispensáveis para saúde, bem-estar e qualidade de vida. De acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (ABIHPEC), para os consumidores, higiene representa prevenção e vai além da questão de beleza e cuidados cosméticos (DA SILVA; SCHERER; PIVETTA, 2018).

Neste mesmo seguimento, de acordo com Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES), a HPPC pode ser dividida em três segmentos. O primeiro é higiene pessoal que incluem sabonetes, desodorantes, produtos de higiene oral, talcos, fraldas descartáveis e outros. O segundo segmento é perfumaria que são os perfumes, águas de colônias, produtos pós-barba dentre vários outros. Por fim, o terceiro segmento é o dos cosméticos que são produtos de tratamento de cabelos, maquiagens, protetores solares, cremes para pele e corpo, cremes depilatórios e outros (DA SILVA; SCHERER; PIVETTA, 2018).

Os três segmentos da HPPC são, portanto, um conjunto distinto de atividades que permite que grandes empresas internacionais diversificadas ou especializadas neste segmento, e por pequenas e médias empresas nacionais focadas na produção de cosméticos, adotem posicionamentos estratégicos dependendo do nível corporativo que pretendem atingir. A necessidade de estar sempre inovando nesse setor é uma das estratégias adotadas por essas empresas, e devido a isso são investidos grandes recursos anualmente visando sempre lançamentos com custo acessível ao consumidor (XAVIER et al., 2007).

Os produtos HPPC possuem ligação direta com outros setores de produção como a indústria farmacêutica para desenvolvimento de princípios ativos e também é um forte demandador de produtos da indústria de embalagens. Por se tratar de um setor muito segmentado, os principais componentes de custo das empresas variam de acordo com os produtos fabricados ou com a linha de produtos (XAVIER et al., 2007).

No mercado consumidor, os componentes de custo afetam o público aos quais as empresas vão atingir variando de acordo com faixa etária, gênero, raça e principalmente poder aquisitivo. O setor de HPPC é sensivelmente dependente da renda, ou seja, qualquer aumento de renda do consumidor implica aumento das vendas de produtos desse setor (XAVIER et al., 2007).

Os produtos HPPC são importantes no quesito exportação de diversos países, mas os países desenvolvidos são os principais exportadores mundiais que praticam, em geral, níveis de tarifas bastante reduzidos, ou seja, não apresentam qualquer restrição de ordem tarifária ou comercial. Alguns países, por razões culturais, apresentam maior propensão em consumir cosméticos como, por exemplo, Japão, França e a China sendo o país considerado mais promissor para este mercado registrando nos últimos anos um crescimento exponencial (XAVIER et al., 2007).

De acordo com Oliveira citado pelo Euromonitor, o Brasil ocupa a posição principal da categoria de banho da América Latina e apesar das vendas de sabonetes líquidos serem crescentes devido ao seu uso ser mais conveniente e ao grande investimento em publicidade por empresas líderes desse mercado, o consumo de sabonetes em barra ainda se apresenta em maior volume (EUROMONITOR, 2013 apud OLIVEIRA, 2014), presente em 99% dos lares no Brasil enquanto na Grã - Bretanha apenas em 32% sendo o sabonete líquido de maior sucesso com presença de 75% (FISCHER, 2019).

1.1 Sabonetes em barra

Em países industrializados, o sabonete é o produto de higiene e cuidado pessoal de mais fácil acesso e usado diariamente. Desde o seu surgimento, os sabonetes sempre tiveram a função de proteger a saúde das pessoas. A saúde está diretamente relacionada à limpeza e, no caso das crianças, dados mostram que quanto maior o consumo de sabonete em um dado país, menor a taxa de mortalidade infantil. Em alguns países em desenvolvimento, por outro lado, esse produto ainda permanece caro e escasso (SPITZ, 2004).

O sabonete provavelmente é o mais antigo dos produtos de HPPC e sua referência literária mais antiga relaciona-se à lavagem de lã e foi encontrada em pedaços de argila pertencentes aos sumérios, que foi um povo que habitava a região da Mesopotâmia onde atualmente é o Iraque, de aproximadamente 2500 anos a.C.. O conceito de limpeza possui origens religiosas, mas nem sempre foi relacionado a algo positivo. Por séculos, os banhos tinham usos estritamente ritualísticos e sagrados, e não relacionados à limpeza. Os gregos foram os primeiros a considerar o banho por razões estéticas, eles não tinham regras e nem o faziam por questões religiosas. Os romanos, assim como os gregos também possuíam casas de banho públicas e estimulavam a limpeza (SPITZ, 2004).

Não se sabe ao certo quando o primeiro sabão foi descoberto, acredita-se que foi de forma acidental. De acordo com uma lenda romana, o sabão teria sido descoberto próximo ao

Monte Sapo, local onde eram realizados sacrifícios de animais. Quando chovia, a gordura animal resultante dos sacrifícios se misturava com as cinzas de madeiras, escorria pelas montanhas e atingia o rio Tibre, onde as mulheres romanas lavavam suas roupas. Elas então perceberam que quando usavam essa espécie de barro, as roupas ficavam muito mais limpas, com menos esforço. Outra teoria afirma que o sabão foi descoberto pelo povo de Gália, em uma tentativa de extrair óleo a partir do sebo (SPITZ, 2004).

A fabricação de sabão teve início em países ao redor do Mediterrâneo uma vez que sua produção dependia da fervura de óleos com um álcali e nesses países o azeite de oliva e uma planta chamada Barilla, rica em carbonato de sódio, eram abundantes. A partir das cinzas da Barilla, deixavam a mistura de cinzas, água e azeite de oliva cozinhando por aproximadamente sete dias para só então ser despejada em um recipiente onde ficaria em processo de secagem por aproximadamente dois meses até que as barras fossem cortadas e então vendidas ou utilizadas. Acredita-se que os fenícios foram os primeiros a desenvolver a fabricação de sabão em uma arte, que foi levada para a Inglaterra pelos celtas e a partir de então, disseminada por toda Europa (SPITZ, 2004).

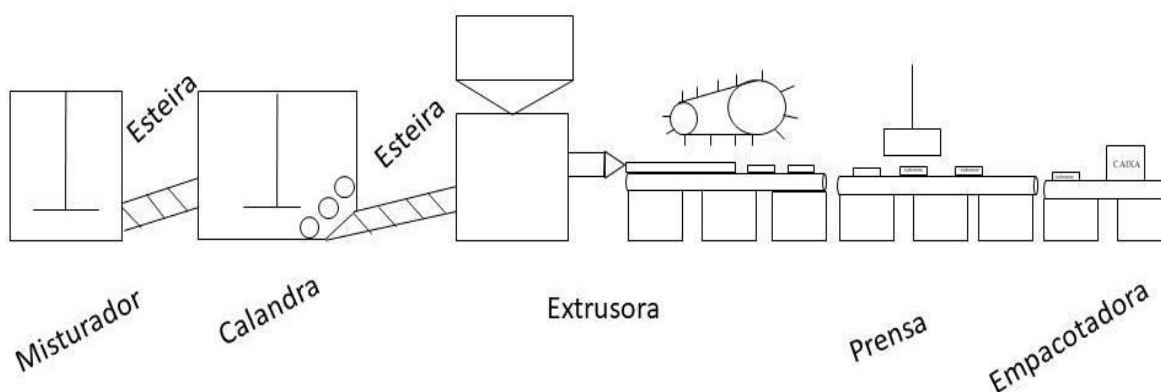
A produção em maior escala ocorreu na Inglaterra a partir do século XIV, mas a relutância em usar o produto para lavar o corpo manteve-se até o século XVI. Após, o sabão continuou a ser algo raro, uma vez que seu alto custo permitia que apenas a elite o utilizasse, assim como o banho em si. No século XVIII, dois químicos franceses criaram as condições para a produção industrial de sabão, como é conhecido hoje, Nicholas Leblanc desenvolveu o processo de obtenção de soda cáustica a partir do cloreto de sódio e Michel Eugene Chevreul descobriu a química dos óleos e gorduras (SPITZ, 2004).

Em muitos países, incluindo o Brasil, a principal fonte de gordura utilizada para a produção de sabonetes é advinda de fonte animal, especialmente bovina. O sebo é um subproduto da indústria pecuária, corriqueiramente produzido por grandes frigoríficos e sua utilização em sabonetes em barra resulta de sua grande disponibilidade com baixo custo quando comparado às fontes vegetais de material graxo como, o óleo de palma. Mesmo passando por diversas etapas de purificação durante seu processamento, incluindo o branqueamento e a desodorização, parte do forte odor característico do sebo permanece no material, impactando negativamente o odor final do sabão base. Devido a isto, a fragrância utilizada na fabricação de sabonetes onde a base provém do sebo, deve perfumar e mascarar o odor desagradável assegurando que não seja sentido pelo consumidor final (SPITZ, 2004).

Atualmente, os sabonetes em barra são produzidos industrialmente onde

primeiramente acontece a saponificação que é a reação entre as gorduras e o hidróxido de sódio do sabão base, chamado de *nodles*. Em seguida, conforme ilustrado na figura 1, a mistura da massa base (*nodles*) e demais matérias-primas acontece na misturadora e depois de realizada a mistura, uma homogeneização, superior acontece na calandra. A extrusora recebe então a massa proveniente dos cilindros e a deixa totalmente uniforme para ser cortada em blocos menores e prensada para a produção final do sabonete em barra e por fim levada a empacotadora onde serão envoltos e armazenados por embalagens e caixas (SPITZ,2004).

Figura 1. Esquema do processo de produção de sabonetes em barra.

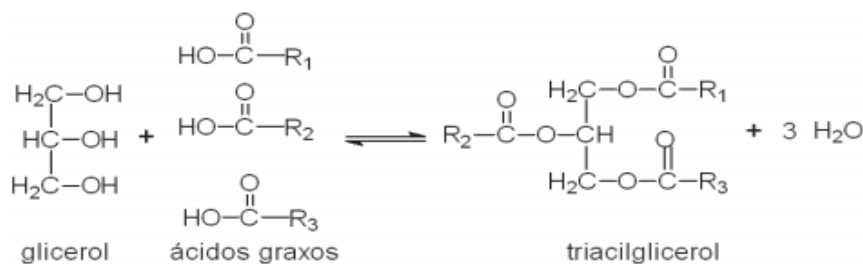


Fonte: A autora.

1.2 Óleos e gorduras

Os óleos e as gorduras são designados como substâncias insolúveis em água, compostos de triacilgliceróis, também chamados de triglicerídeos onde uma molécula de óleo ou gordura é composta por três moléculas de ácido graxo esterificada em uma molécula de glicerol conforme ilustrado na figura 2 (PEREIRA, 2012).

Figura 2. Reação de formação de triacilglicerol



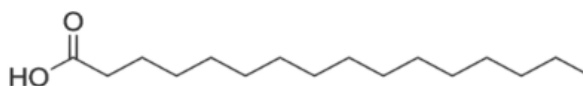
Fonte: SOLOMONS; FRYHLE, 2005.

Moléculas de triacilglicerol são diferenciadas de acordo com as cadeias de ácido graxos incorporados em sua estrutura. Os principais ácidos graxos são de cadeias não ramificadas, número par de átomos de carbonos e podem ser saturados ou insaturados (SOLOMONS; FRYHLE, 2005).

Os principais ácidos graxos saturados encontrados são o mirístico, palmítico, láurico e o esteárico e os insaturados são o oléico e o linoléico. A principal característica física que diferencia óleos de gorduras é que óleos são líquidos à temperatura ambiente e gorduras são sólidas devido ao ponto de fusão e ao grau de insaturação da molécula graxa que o compõem, ou seja, quanto mais baixo o ponto de fusão devido ao comprimento da cadeia de hidrocarbonetos, pelas insaturações e pelas configurações CIS e TRANS, mais líquido a temperatura ambiente (PEREIRA, 2012).

Ácidos graxos que compõem óleos e gorduras fazem parte do grupo dos ácidos carboxílicos e são compostos de uma cadeia longa hidrocarbônica ligada a um grupo carboxílico em uma das extremidades, como pode ser ilustrado pela estrutura química do ácido palmítico apresentado na figura 3 (NUNES, 2013).

Figura 3: Estrutura química do ácido palmítico.



Fonte: NUNES, 2013.

Ácidos graxos presentes em óleos ou gorduras que possuem cadeias carbônicas saturadas apresentam maior estabilidade frente a processos degradativos quando comparados aos presentes em cadeias carbônicas insaturadas. Os ácidos graxos insaturados podem ser cis ou trans e em virtude da tensão provocada pelos dois seguimentos volumosos presentes do mesmo lado da ligação dupla, os isômeros cis são termodinamicamente menos estáveis quando comparados aos trans. Os isômeros cis são encontrados com maior frequência em gorduras e óleos vegetais e os isômeros trans são encontrados somente em pequenas quantidades em gorduras animais, sendo a maioria obtida durante o processamento dos óleos e gorduras (NUNES, 2013).

Podendo ser de origem animal, vegetal ou microbiana produzidas por bactérias, fungos ou leveduras os óleos e gorduras, no caso de fontes vegetais, são comumente encontrados no babaçu, coco, soja, girassol, amendoim e algodão e as fontes animais são encontrados em

ovinos, suínos e bovinos além de fontes aquáticas como, baleia, peixe e bacalhau (PEREIRA, 2012).

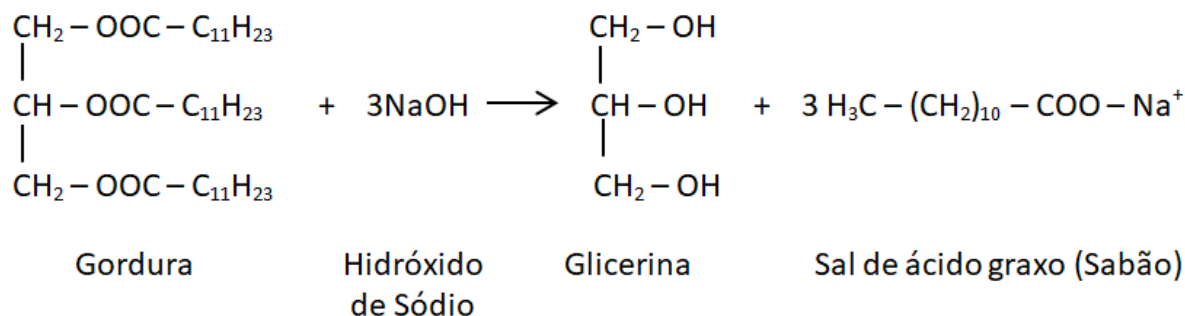
Além das alterações do ponto de fusão, a estrutura dos triacilgliceróis podem proporcionar outras mudanças nas propriedades físicas dos óleos e gorduras, por exemplo, as viscosidades que se apresentam-se mais elevadas quando são compostos de cadeias longas de ácidos graxos e por outro lado, há uma diminuição da viscosidade quando aumenta-se as insaturações. Tal fenômeno ocorre pois com o aumento das cadeias, as interações do tipo van der Waals aumentam e diminuem com o aumento das insaturações resultando na mobilidade das moléculas (NUNES, 2013).

1.3 Reação de saponificação

Usualmente definido como um sal de ácido graxo, o sabão é uma reação entre óleos e gorduras vegetais ou animais com uma solução, usualmente, de hidróxido de sódio ou hidróxido de potássio, obtido através de uma reação de saponificação (SPITZ, 2004).

Óleos e gorduras são ésteres e com isso sofrem reação de hidrólise ácida que produzirá o glicerol e os ácidos graxos que fazem parte da composição. Também sofrem reação de hidrólise básica que resultará na formação do glicerol e os sais dos ácidos graxos, ou seja, uma reação de saponificação. Os sais então obtidos são o que se chama de sabão. A Figura 4 representa genericamente a hidrólise alcalina de um óleo ou gordura, reação de saponificação (SEGUNDO e BIZERRA, 2013).

Figura 4: Reação de saponificação genérica.



Fonte: A autora

A reação de saponificação ocorre devido ao aquecimento da gordura com o álcali (PERUZO e CANTO, 2003) e é uma reação exotérmica, ou seja, possui fácil visualização de

que está ocorrendo devido a liberação de calor e a alteração da coloração. Outra característica a ser observada é que os reagentes ao começarem a reagir passam do estado líquido para o sólido formando o sabão (KUNZLER e SCHIRMANN, 2011).

O sal formado pela reação de saponificação possui característica alcalina, pois deriva-se de uma reação entre uma base forte e um ácido fraco, o ácido graxo. Por esse motivo o sabão não atua muito bem em meios ácidos, nos quais ocorrerão reações que impedirão uma boa limpeza (NETO e PINO, 2007).

O sabão possui uma ponta hidrofílica e uma cauda hidrofóbica do mesmo modo que uma molécula de surfactante e isso é o que permite que o produto dissolva fases aquosas e orgânicas formando uma monocamada na interface ar-líquido que está interligada com a formação e estabilidade da espuma, além de sua capacidade de limpeza (SPITZ,2004).

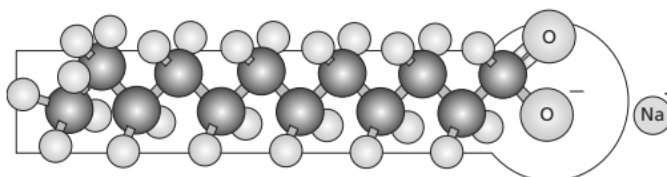
1.4 Tensoativos e detergência

Os tensoativos são uma espécie de moléculas que apresentam uma parte com característica apolar ligada a uma outra parte com característica polar e esse tipo de molécula é polar e apolar ao mesmo tempo. A parte apolar de um tensoativo normalmente tem origem em uma cadeia carbônica, pois os carbonos da cadeia, apesar de serem mais eletronegativos que os átomos de hidrogênio, não formam pólos de concentração de carga eletrostática. A parte polar deve ser formada por alguns átomos que apresentem concentração de carga, com formação de um pólo negativo ou positivo. A parte polar é responsável pela solubilidade da molécula em água, pois as cargas negativas ou positivas apresentam atração eletrostática pelas moléculas de água vizinhas, já que estas apresentam cargas negativa e positiva na mesma molécula. Portanto, para ser solúvel em água, um tensoativo deve apresentar cargas, sejam elas negativas ou positivas. Alguns tipos de moléculas que apresentam essas características são muito conhecidas no nosso dia a dia como o sabão (DALTIM, 2012).

Na Figura 5, a molécula do dodecanoato de sódio foi colocada sobre a representação esquemática genérica de um tensoativo, indicando que a cadeia carbônica forma a parte apolar da molécula e a carboxila forma a parte polar. Quando dissolvido em água, o contraíon de sódio se dissolve na água e o restante da molécula adquire uma carga negativa verdadeira, pois é um ânion que foi gerado da dissociação de um sal em água. Como a região polar apresenta carga negativa, este tipo de tensoativo é chamado de tensoativo aniônico e constituem a maior classe de tensoativos sendo a mais utilizada pela indústria em geral pois

nessa classe se encontram os tensoativos principais dos sabões, sabonetes, xampus e detergentes (DALTIM, 2012).

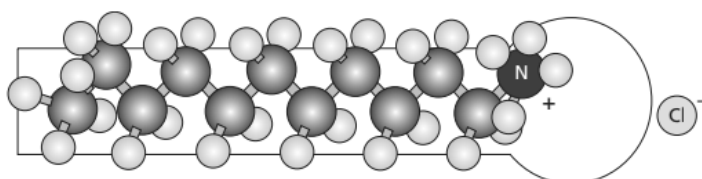
Figura 5: Molécula de dodecanoato de sódio.



Fonte: DANTIN, 2012.

A solubilidade em água de um tensoativo é dada pela existência de cargas na sua parte polar. Quanto mais carga tiver um tensoativo, mais solúvel ele será em água, não importando se as cargas são negativas ou positivas visto que a água apresenta as duas cargas. Da mesma forma como existem tensoativos com cargas negativas na sua parte polar, existem tensoativos cuja parte polar apresenta cargas positivas, tensoativos catiônicos. A Figura 6, apresenta a molécula de um sal quaternário de uma amina graxa, o cloreto de dodeciltrimetilamônio (DALTIM, 2012).

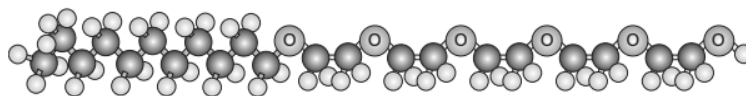
Figura 6. Molécula de um sal quaternário de uma amina graxa, o cloreto de dodeciltrimetilamônio.



Fonte: DALTIM, 2012.

Além dos tensoativos aniônicos e catiônicos que apresentam cargas negativa e positiva em suas partes polares, existe uma categoria de tensoativos na qual não há cargas verdadeiras, mas apenas concentração de cargas em virtude das ligações polares das moléculas, são os tensoativos não iônicos. Na Figura 7 é ilustrada uma molécula de tensoativo na qual não há cargas verdadeiras (DALTIM, 2012).

Figura 7. Molécula de álcool dodecílico etoxilado.



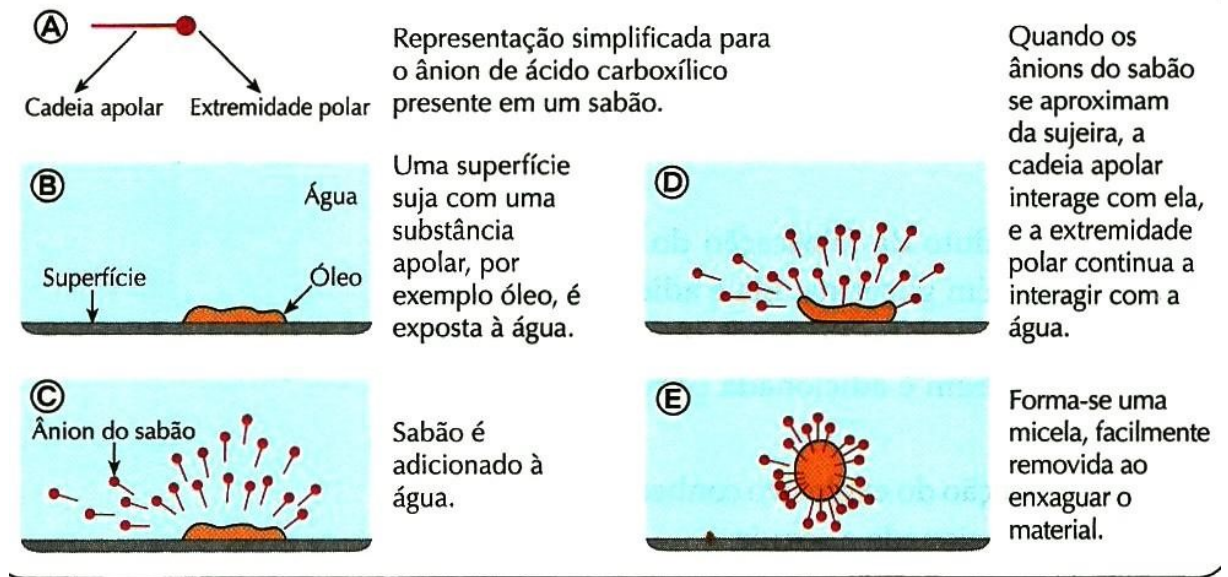
Fonte: DALTIM, 2012

Nos tensoativos aniônicos e catiônicos, as cargas que fazem com que as moléculas tornem-se solúveis em água estão concentradas em poucos átomos enquanto nos tensoativos não iônicos essas cargas estão dispersas por vários átomos de oxigênio espalhados por uma cadeia polimérica fazendo com que os tensoativos aniônicos e catiônicos atraiam as moléculas de água com bastante força visto que as cargas estão concentradas e os tensoativos não iônicos as atraíam de uma forma mais enfraquecida. Quando se aquece uma solução aquosa de um tensoativo aniônico, o aumento de energia de agitação das moléculas de água não é suficiente para superar a força de atração entre a parte polar do tensoativo e a água, mantendo-o estável. No entanto, caso a solução aquosa seja de um tensoativo não iônico, como as forças de atração são fracas, a agitação provocada pelo aquecimento consegue vencer as forças de atração do tensoativo com as moléculas de água (DALTIM, 2012).

Os melhores sabões apresentam melhores características tensoativas quando ele está em solução aquosa e temperatura elevada e são aqueles que apresentam de 12 a 18 átomos, que é a sua parte apolar comumente representada pelo radical R, e o seu grupo polar é representado pelo grupamento COONa^+ . O grupo polar tem características semelhantes em todos os sabões, de modo que o radical R é o responsável pelas diferentes propriedades dos mesmos (RITTNER, 1995 apud ZANIN, MIGUEL e DALMAZ, 2001).

Quando uma gota de óleo é atingida pelo sabão, a cadeia carbônica do sabão penetra nos glóbulos oleosos e as extremidades polares ficam na água, o que arrasta a gota de gordura envolta por sabão e água em forma de micela (AZEVEDO et al., 2009). Dessa maneira ao lavar um prato sujo de óleo, por exemplo, forma-se o que se chama-se de micela, uma gotícula microscópica de gordura envolvida por sais de ácidos carboxílicos (KUNZLER e SCHIRMANN, 2011).

Figura 8. Representação da atuação do sabão em gordura.



Fonte: PERUZZO e CANTO, 2003

Na Figura 8, a imagem B representa um prato sujo com o óleo, uma substância apolar. A imagem C, representa a adição do sabão à água, ambos polares. A imagem D, quando as partículas de sabão se aproximam da superfície apolar, a parte hidrofóbica interage com ela e a extremidade hidrofílica com a água. E por último a imagem E, mostra a formação da micela, facilmente removida ao enxaguar o material (PERUZZO e CANTO, 2003).

A formação das micelas ocorre por meio de um processo denominado emulsificação. A emulsão é a dispersão coloidal de um líquido em outro, normalmente estabilizada por um tensoativo, emulsificante, que se localiza na interface entre duas fases líquidas. O sabão atua como emulsificante ou emulsionante, ou seja, ele tem a propriedade de fazer com que o óleo se disperse na água formando micelas, como pode ser visto na Figura 9 (OLIVEIRA, 2005 apud KUNZLER e SCHIRMANN, 2011).

Figura 9. Formação da micela na interação entre o sabão, gordura e água.



Fonte: (ZAGO NETO; DEL PINO, 1996)

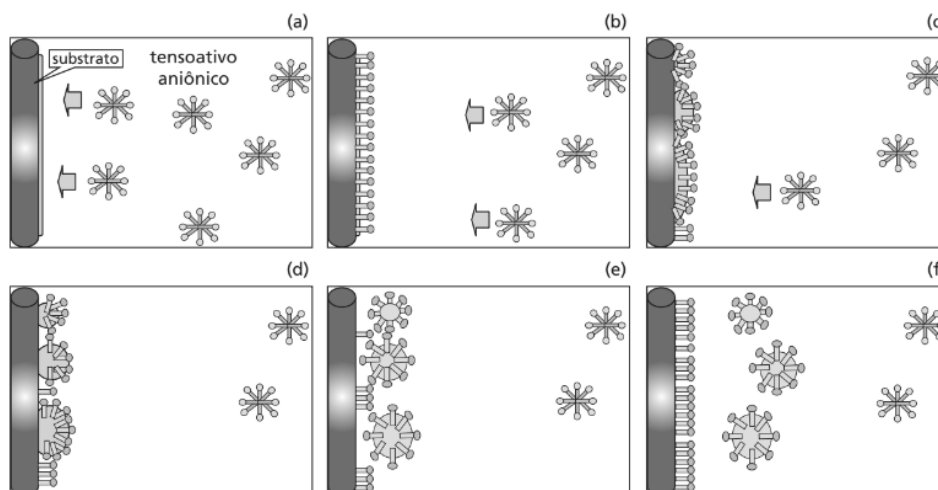
Quando busca-se a limpeza de uma superfície, normalmente a água é usada como solvente pois a grande maioria das substâncias polares será solúvel em água e será eliminada por ela liberando a superfície a ser limpa de sujidades polares. Portanto, existe grande quantidade de sujidades não polares como os óleos e gorduras e a opção de limpeza com um solvente apolar é, na maioria das vezes, pouco viável. Dessa forma, deve-se proporcionar a retirada de sujeiras apolares com um solvente polar através do uso de um tensoativo (DALTIM, 2012).

O chamado efeito de detergência acontece pelo mesmo mecanismo em qualquer superfície suja durante o processo de lavagem com um tensoativo. Na Figura 10, está representado um esquema onde há um substrato que apresenta sujidade oleosa a ser eliminada. A sujidade oleosa está situada sobre o substrato e, quando é imerso em solução aquosa de tensoativo aniônico ocorre o mesmo efeito na formação de uma emulsão, formação de micelas, Figura 10-a. Assim que todas essas superfícies oleosas do substrato forem ocupadas por moléculas de tensoativo, caso haja micelas remanescentes na solução, elas ainda podem procurar se posicionar por toda a superfície do substrato, Figura 10-b e Figura 10-c. A tendência das micelas se posicionarem por toda a superfície resulta em uma força que busca aumentar o tamanho das superfícies oleosas do substrato para permitir que mais moléculas de tensoativo possam se estabilizar, ou seja, formar micelas com a sujidade, Figura 10-d. A medida em que a sujidade oleosa vai se deformando e sendo expulsa da superfície do substrato aumenta a superfície de estabilização de moléculas do tensoativo que estavam disponíveis no meio, Figura 10-e. Como resultado final do efeito de detergência, há formação de uma emulsão de sujidade oleosa em água, Figura 10-f (DALTIM, 2012).

A estabilização da emulsão de sujidade em água até o momento do enxágue é

importante para uma boa detergência, função normalmente realizada por um tensoativo aniônico pois caso a emulsão não seja estável, ocorre o efeito de redeposição da sujeira sobre a superfície que já havia sido limpa (DALTIM, 2012).

Figura 10. Esquema do efeito detergência.



Fonte: DALTIM, 2012.

1.5 Aditivos na indústria de sabonetes

A fim de se obter um melhor desempenho e melhorar as propriedades físicas e químicas dos sabonetes em barra, são acrescentados em suas formulações aditivos. Com a ajuda da tecnologia, é possível encontrar diversos desses aditivos com finalidades distintas como, obter limpeza e ao mesmo tempo hidratação e suavidade a pele, obter ação antimicrobiana e antibacteriana, propiciar cor ao sabonete entre diversas outras finalidades que agem como doadores de propriedades ao produto final (PAVLICHKO, 1997).

Os aditivos são comumente utilizados com a finalidade de obter uma melhor performance das propriedades físicas e químicas dos sabonetes e estes são utilizados para um apelo comercial (PAVLICHKO, 1997) e devem ser usado em quantidades exatas para que não provoquem reações alérgicas a pele do consumidor final (CORAZZA et al., 1995).

Fragrâncias e corantes são exemplos de aditivos e ativam regiões específicas do cérebro provocando um aumento de endorfinas e com isso gera bem estar físico, mental e emocional. As fragrâncias possuem principal participação na percepção do usuário e viabiliza a aceitação dos mais diversos produtos de higiene pessoal e cosméticos (MORAES, 2007).

O termo fragrância está relacionado ao perfume, cheiro ou odor produzido por uma

substância ou mistura de substâncias. Pode-se dizer que é o ponto fundamental no desenvolvimento de um produto cosmético, pois ela precisa harmonizar-se com os demais atributos que fazem parte da formulação adquirindo uma função muito além de apenas perfumar o produto final (NEVES, 2010).

Entre os aditivos utilizados para melhoria do sabonete estão os aditivos antioxidantes que são adicionados com a finalidade de se evitar ou retardar reações de oxidação de matérias graxas que poderiam ocasionar na rancificação oxidativa dos sabões e também no aparecimento de odores desagradáveis. Os antioxidantes mais utilizados e conhecidos são: BHA (Hidroxianisol butilado), BHT (Hidroxi – tolueno butilado) e THBP (2, 4, 5 trihidroxi – butirofenona) (DIEZ, 2000).

Outro aditivo são os corantes usados em sabonetes transparentes ou translúcidos já os pigmentos, são usados em sabonetes opacos numa dispersão hidrossolúvel, e são mais estáveis à luz do que os corantes. Corantes e pigmentos devem ser quimicamente compatíveis com os outros ingredientes presentes na formulação, possuir estabilidade durante todo o processo entre sua fabricação e utilização e ter distribuição uniforme no produto, sem ter a formação de agregados e segregações (RITTNER, 1995).

Os aditivos antimicrobianos e antibacterianos são adicionados com a finalidade de evitar a contaminação do produto final por fungos e bactérias e outros agentes patogênicos. O crescimento microbiano ou bacteriano pode ocorrer por uso de aditivo inadequado ou quando em quantidade insuficiente, fazendo com que o microrganismo se adapte ao meio, tornando ineficaz o aditivo. A presença de microrganismo pode alterar as características de cor, odor e aspecto visual do sabonete, tornando prejudicial ao consumidor. Os aditivos devem sempre respeitar as legislações de uso em cosméticos (KAJS, 1986).

1.6 Polímeros

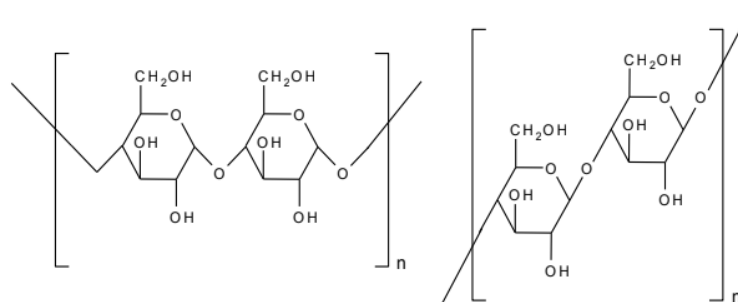
Polímero, derivado do grego onde poli significa muitos e mero a unidade de repetição, são macromoléculas compostas por unidade repetidas. A síntese dos polímeros ocorre partindo de moléculas simples denominadas monômeros através de um processo chamado de polimerização. Grande parte dos polímeros sintéticos possui peso molecular na faixa de alguns milhares a alguns milhões de unidades de massa atômica, é impraticável tentar representar uma molécula polimérica completa e por isso a unidade estrutural do polímero é colocada entre colchetes ou parênteses para ser representado (STEVENS, 1999).

Os polímeros podem ser de cadeias lineares, ramificados com cadeias laterais ou grandes ramificações e em rede nos quais as cadeias estão ligadas umas às outras, através das ligações cruzadas, formando uma estrutura tridimensional (YOUNG, 1994).

O número de monômeros envolvidos na formação da cadeia macromolecular polimérica, podem ser classificados como polímeros preparados a partir de um único monômero, que são chamados de homopolímeros e polímeros em que dois ou mais monômeros são empregados, os copolímeros (MANO; MENDES, 1999).

Os polímeros podem ser distribuídos em dois grandes grupos: naturais e sintéticos. Os naturais são normalmente encontrados na natureza, por exemplo, a celulose e a amilose presente no amido que são formados pelo monômero de glicose, e são encontrados nos tecidos vegetais (BLASS, 1985).

Figura 11. Estrutura polimérica da celulose à direita e da amilose à esquerda.



Fonte: LEHNINGER, 2000.

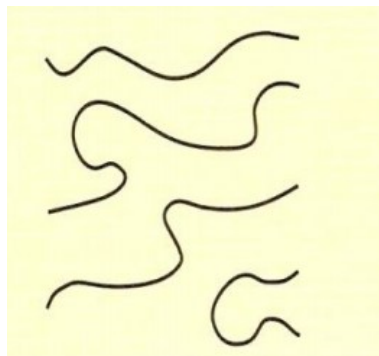
Os polímeros sintéticos são divididos em polímeros de adição e condensação. A síntese de polímeros de adição acontece pela repetição de um mesmo monômero, ou seja, haverá adições de monômeros iguais até a formação de uma macromolécula. Esses monômeros possuem insaturações, duplas ou triplas ligações, em sua cadeia carbônica. Já os polímeros formados por condensação são caracterizados pela reação entre dois monômeros iguais ou diferentes. Uma característica fundamental na reação de polimerização de condensação é a reação entre grupos funcionais, podendo ocorrer eliminação de moléculas pequenas. Ao contrário dos polímeros de adição, os polímeros de condensação não precisam apresentar insaturações em sua cadeia carbônica, mas são requeridos grupos funcionais nas cadeias carbônicas dos monômeros, originando novas funções orgânicas na estrutura do polímero (BLASS, 1985).

Os polímeros também podem ser classificados termoplásticos, termofixos, e hidrogéis.

1.6.1 Termoplásticos e Termofixos

Uma das classificações usuais de polímeros é em termoplásticos e termofixos. Essa caracterização, depende não só da composição, mas também da formação e da distribuição espacial de suas moléculas durante o processo de síntese. Os termoplásticos possuem estruturas ramificadas ou lineares (Figura 12), são parcialmente cristalinos ou com grandes estruturas amorfas e podem ser conformados mecanicamente desde que sejam aquecidos (BLASS, 1985).

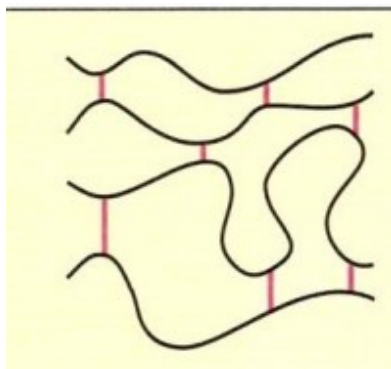
Figura 12. Estrutura de um polímero termoplástico linear.



Fonte: PERUZZO; CANTO, 2006.

Os termofixos possuem baixa solubilidade e baixa capacidade de fusão com outros materiais, são mais resistentes ao calor, são completamente amorfos porque possuem grandes ligações cruzadas (Figura 13) e só podem ser conformados em um estágio intermediário de sua fabricação (BLASS, 1985).

Figura 13. Estrutura de um polímero termofixo.



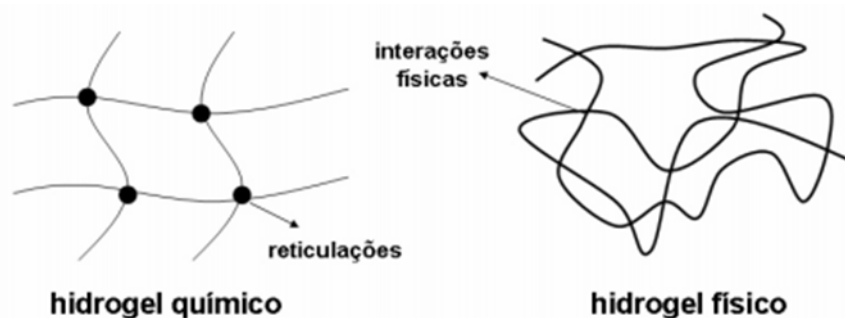
Fonte: Fonte: PERUZZO; CANTO, 2006.

1.6.2 Hidrogéis

Os hidrogéis são polímeros capazes de reter uma significativa fração de água entre sua estrutura sem se dissolver (RATNER, 1981). Estruturalmente são constituídos por uma ou mais redes poliméricas tridimensionalmente estruturadas, formadas por cadeias macromoleculares interligadas por ligações covalentes, reticulações, ou interações físicas (ALEYAMMA; SHARMA, 1991). Devido a estas características, os hidrogéis são hidrofílicos, insolúveis em água, moles, elásticos e quando em presença de água, aumentam consideravelmente seu volume, sem perder sua forma (OVIEDO et al., 2008). A hidroflicidade dos hidrogéis pode ser controlada pela natureza dos grupamentos presentes em suas cadeias como: -OH, -COOH, -CONH, -NH e -SOH. Sua insolubilidade é diretamente afetada pelo grau de reticulação ou interações físicas das cadeias formadoras de hidrogéis (GONZÁLEZ et al., 1992).

Hidrogéis podem ser do tipo químico e físico, sendo os hidrogéis do tipo químico compostos por reticulações químicas que uma vez obtidas, as redes não poderão mais ser dissolvidas. Os hidrogéis físicos são formados por interações físicas e suas redes podem ser dissolvidas através de um determinado estímulo externo. Na Figura 14 são mostradas estruturas representativas dos hidrogéis do tipo químico e físico (GONZÁLEZ et al., 1992).

Figura 14. Esquemas representativos das estruturas dos hidrogéis químico e físico.

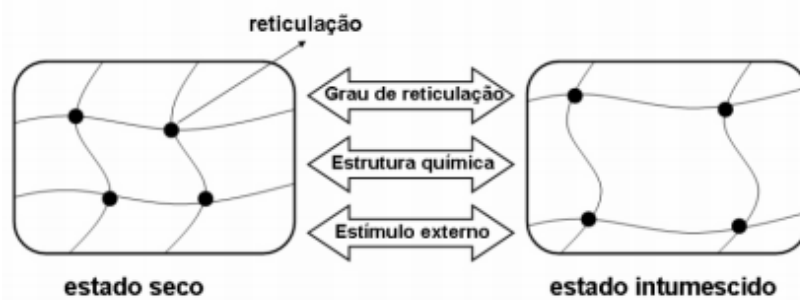


Fonte: FLORY.; REHNER, 1943.

Na presença de um meio de intumescimento aquoso ou não as cadeias poliméricas formadoras de hidrogéis podem interagir com o meio provocando uma expansão em suas cadeias resultando em um aumento da distância e volume entre seus retículos conforme representado na Figura 15. No momento em que há o aumento desse volume, a força osmótica

que conduz o solvente para o interior do hidrogel é contrabalanceada por uma força elástica retrativa oriunda da mudança entrópica das cadeias poliméricas. Quando as duas forças se contrabalancearem, o hidrogel atinge o seu estado de equilíbrio de intumescimento (PEPPAS et al., 2000).

Figura 15. Retículos de um hidrogel no estado seco e intumescido.



Fonte: FLORY.; REHNER, 1943

1.7 Álcool Polivinílico

O PVA é costumeiramente utilizado na indústria como estabilizante, formador de filmes, adesivo e como tensoativo não iônico, se apresentando em forma de pó branco a levemente amarelado ou em forma de grânulos translúcidos (KUMAR et al., 2007). Em cosméticos costuma-se ser utilizado como agentes de dispersão, agentes formadores de filme ou espessantes (LIU, 2004).

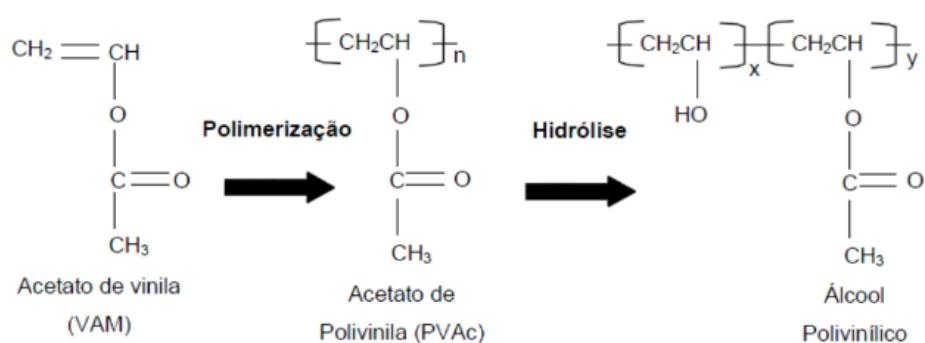
Devido a sua grande permeabilidade de água e de suas boas propriedades em formar filmes, o PVA tem se mostrado bastante atrativo para a preparação de membranas. Também possui estabilidade física e química contra solventes orgânicos e é pouco afetado por gorduras, hidrocarbonetos e óleos. Sendo altamente solúvel em água a elevadas temperaturas, aproximadamente 90°C, sem o uso adicional de solventes, o PVA também tem sido usado como camada de coberturas seletivas para a formação de filmes finos de membranas de compósitos e quando utilizado em osmose reversa, sendo que as membranas de PVA são famosas por sua rejeição a sais (LANG et al., 1995).

Comercialmente o PVA é disponibilizado em diversos graus de hidrólise e diferentes distribuições de massa molar. Sendo um hidrogel, contém uma quantidade significativa de água e detém uma baixa força mecânica e devido a isso há uma dificuldade em ser utilizado em muitas aplicações fazendo-se necessário um aumento da sua força de tensão

através da aplicação de uma grande quantidade de um agente reticulante, mas isto compromete a flexibilidade e a capacidade do hidrogel em absorver água (LIOU; WANG, 1996).

A reação para obtenção do PVA ocorre através de duas reações consecutivas do acetato de vinila, a polimerização e a hidrólise conforme observado na Figura 16 (CRUZ; CAMPOS; THIM, 2008).

Figura 16. Reação química para a obtenção do PVA.



Fonte: XIMENESES, 2014.

Em 1924, pela primeira vez, Herrman e Haehnel produziram o PVA através da hidrólise do acetato de polivinila e atualmente o PVA é a resina sintética mais produzida no mundo (CRUZ; CAMPOS; THIM, 2008).

A solubilidade em água do PVA depende do grau de polimerização, grau de hidrólise e temperatura da solução. Para o PVA completamente hidrolisado, o grande número de hidroxilas que são os grupos hidrofílicos, é responsável pela formação de ligações de hidrogênio fortes entre grupos hidroxilas inter e intramoleculares impedido sua solubilidade em água fria. Por outro lado, os acetatos residuais presentes no PVA parcialmente hidrolisado são hidrofóbicos e enfraquecem as ligações inter e intramoleculares dos grupos hidroxilas vizinhos, favorecendo a entrada de água nos novelos poliméricos e então aumentando a solubilidade em água a frio. O PVA 100% hidrolisado requer temperaturas altas para a sua solubilização devido à alta energia associada a dissolução da fase cristalina. O efeito da temperatura associa-se a quebra das ligações de hidrogênio inter e intramoleculares, ou seja, com uma temperatura elevada as ligações inter e intramoleculares são reduzidas aumentando

a solubilidade. Após a dissolução, o PVA mantém-se estável em solução aquosa, mesmo em temperatura ambiente (FLORY; REHNER, 1943).

O PVA dissolvido em água, tem seus grupos hidroxilas atuando como sítio de reticulação física, via ligação hidrogênio entre cadeias poliméricas adjacentes, as quais transformam o polímero em uma rede polimérica muito estável, ou seja, redes poliméricas fortes (XIMENESES, 2014).

1.8 Propriedades físico-químicas

Procedimentos utilizados como forma de avaliação das características de um produto, detectáveis pelos órgãos dos sentidos como: aspecto, cor, odor, sabor e tato são conhecidos como ensaios organolépticos e são propriedades determinantes para a aceitação de um produto pelo consumidor (WU et al., 2002).

O pH dos sabonetes em barra apresentam-se entre 4 e 6 e é uma das características mais importantes dos sabonetes em barra uma vez que, pode influenciar na manutenção da saúde da pele que é constituída por suor e sebo, que representam uma forma de proteção natural contra compostos químicos agressivos e microrganismos patogênicos (ANVISA, 2008).

Outra propriedade importante são as características reológicas que definem aspectos relacionados ao dimensionamento de equipamentos, processo de fabricação, forma de aplicação e qualidade dos produtos finais. Entre as propriedades reológicas, destaca-se a viscosidade, que influencia no ponto de vista prático, no aspecto sensorial, no desenvolvimento do produto e no processo de fabricação e também as rachaduras dos sabonetes (FLOW, 2017).

A Figura 17 ilustra a escala utilizada para avaliação de rachaduras em sabonetes em barra onde sabonetes com zero significa a ausência de rachadura, rachaduras nível 1 são superficiais e quase não aparente, nível 2 um pouco mais profunda e em maiores quantidades do que de nível 1 e rachaduras nível 3 que apresentam em grandes quantidade e profundidade.

Figura 17. Escala para avaliação de rachaduras.



Fonte: OXITENO, 2000.

2. OBJETIVOS

Visando obter sabonetes em barra com alta qualidade e considerando rachaduras de cunho relevante para a indústria, este trabalho teve como finalidade avaliar a aplicação de um aditivo polimérico, álcool polivinílico, no processo de produção de sabonetes com o intuito de reduzir o nível das rachaduras do produto final.

Mais especificamente os objetivos a serem alcançados pelo estudo foram:

- i) Produzir sabonete em barra sem PVA e com aplicação do polímero em diferentes teores;
- ii) Determinar as propriedades físico-químicas dos sabonetes produzidos pelo método analítico de teste de rachadura;
- iii) Determinar a morfologia e estrutura dos sabonetes através da caracterização por microscopia eletrônica de varredura e ensaios de dureza no texturômetro.

3. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

3.1 Matérias-primas

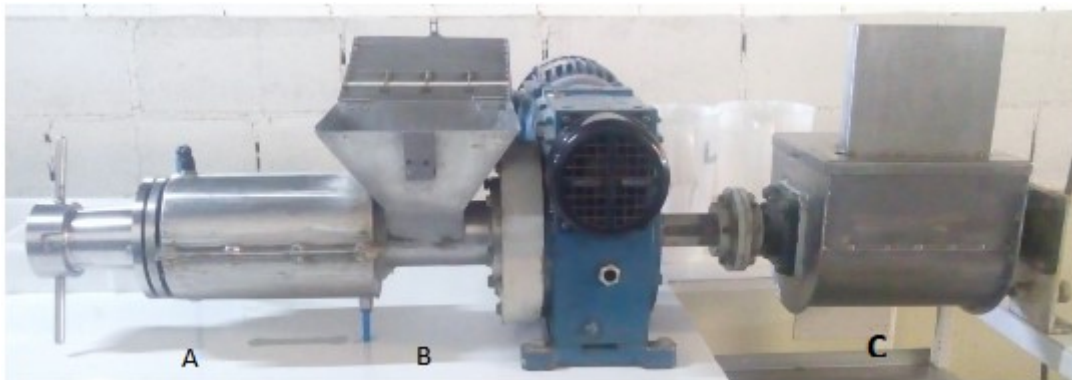
As matérias-primas utilizadas para fabricação dos sabonetes em barra foram adquiridas comercialmente através de fornecedores como JBS e Takasago Fragrâncias e Aromas, os demais fornecedores não foram disponibilizados por parte da indústria detentora dos registros dos produtos. A água destilada foi obtida de um sistema de purificação Milli-Q-MilliRho e utilizada em todo o processo de fabricação.

3.2 Processo de produção de sabonetes em barra

As amostras de sabonete em barra foram preparadas em escala piloto de produção. Para cada tipo de sabonete (branco – sem PVA; 0,25% de PVA; 0,5% de PVA e 1,0% de PVA) a formulação padrão é dada por: massa base, fragrância, dióxido de titânio, ácido etileno diamino tetra-acético (EDTA), de butilhidroxitolueno (BHT) e água. Nos casos dos sabonetes onde tiveram adição do polímero PVA, foram adicionados às respectivas concentrações e a mesma quantidade foi retirada de água da formulação e o mesmo foi dissolvido em uma pequena quantidade de água antes de ser adicionado na massa base.

A primeira etapa do processo consiste em pesar a quantidade de massa base, de origem animal, conhecida como *nodles* e em seguida foi adicionada ao agitador com pá do tipo âncora, representado na Figura 18 pela letra C, que já estava previamente ligado. Após 30 minutos de agitação, foi adicionada a fragrância que continha o BHT e o EDTA previamente dissolvidos nela e logo em seguida foi adicionado o dióxido de titânio. Depois de adicionadas todas as matérias-primas, a água foi adicionada cuidadosamente ao processo e assim que finalizada a adição de água manteve-se a agitação até observar a homogeneidade de cor e mistura, em média 10 minutos. Nas formulações com adição do PVA, nessa última etapa, o PVA foi adicionado antes de ser adicionada água. A Figura 18 ilustra o maquinário utilizado para a produção dos sabonetes piloto.

Figura 18. Maquinário piloto de sabão em barra utilizado na produção piloto.



Fonte: A autora.

Em seguida, a massa base foi encaminhada para a próxima etapa que é a calandra, no maquinário utilizado para testes em escala piloto a calandra é composta por uma com rosca sem fim, representada na Figura 18 por B, até que a massa base estivesse completamente lisa. Nessa etapa, a massa é refinada, em seguida extrusada e compactada em forma de barras, representado na Figura 18 por A. As barras foram então cortadas e encaminhadas à próxima etapa para prensa onde adquirem o formato dos sabonetes. Na saída da prensa o sabonete é passado por um processo de controle de qualidade evitando que o produto seja embalado com deformação, após esse controle o produto é então embalado, rotulado e recebe todas as informações sobre o produto. A Figura 19 representa o processo de fabricação piloto visto de cima.

Figura 19. Maquinário do processo de fabricação piloto visto de cima.



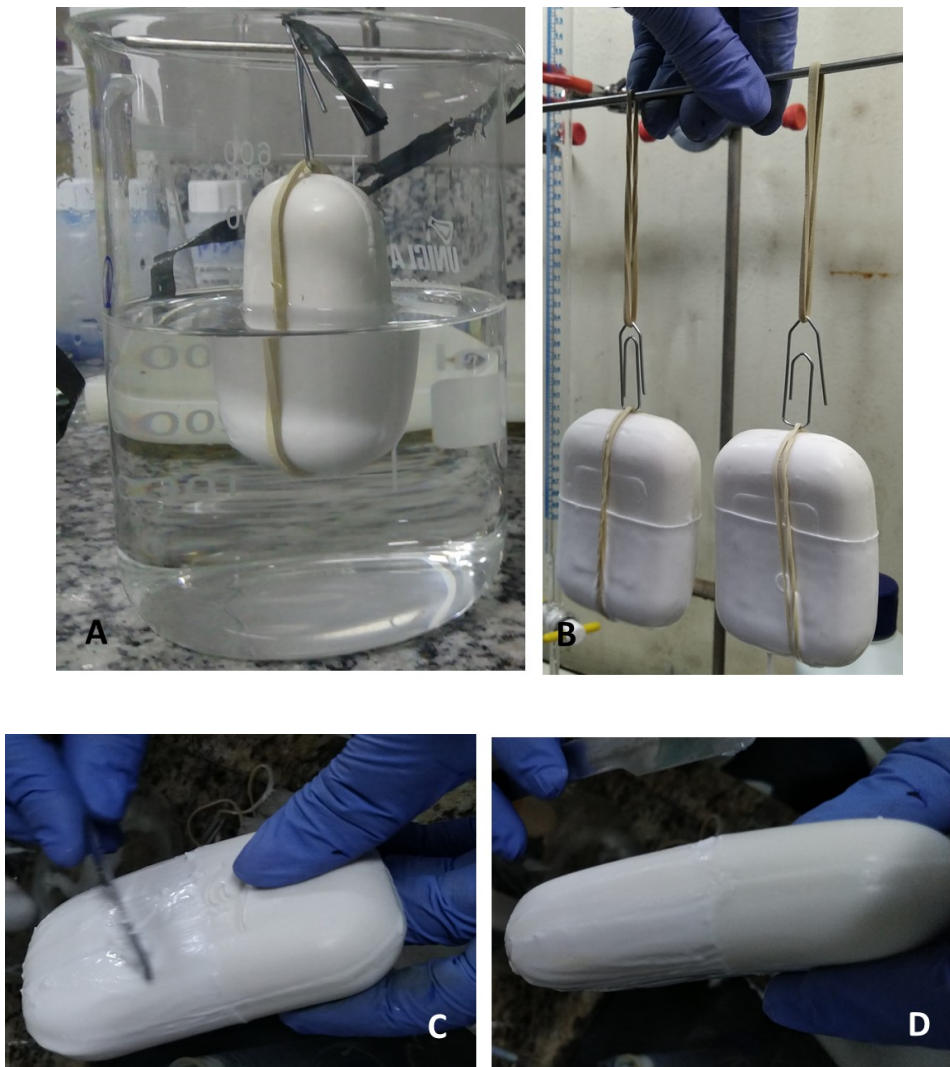
Fonte: A autora.

Uma amostra desse lote é coletada e levada ao laboratório para as análises físico-químicas como o teste de rachadura, e também em análises do teor de sólidos não voláteis, para os testes de dureza no texturômetro e de morfologia por MEV.

3.3 Teste de rachadura

Finalizado o processo de fabricação dos sabonetes, foram levadas as amostras ao laboratório para realização dos testes físico-químicos, entre eles o teste de rachadura. Foram recolhidos três sabonetes de cada formulação e foram suspensos por um sistema onde metade do sabonete ficou imersa em água dentro de um béquer por uma hora à temperatura ambiente. Após este período os mesmo foram retirados da água e sujeitados a uma pequena raspagem superficial com o auxílio de uma espátula de metal, para retirada da parcela não dissolvida em água. Os sabonetes foram então expostos à temperatura ambiente, aproximadamente 26°C, por 24 horas para secagem e só após esse tempo foram avaliados os níveis de rachadura em 0, 1, 2 ou 3. Todas as amostras de sabonetes foram submetidos ao teste de rachadura no mesmo momento de modo a se assegurar as mesmas condições a todos. A Figura 20 ilustra como foi realizado o teste de rachadura, onde na Figura 20 (a) está representado a primeira etapa do teste, a imersão em água, (b) após uma hora imersos em água, (c) processo de raspagem e (d) após a raspagem e direcionado a secagem.

Figura 20. Teste de rachadura. Em (a) está representado a primeira etapa do teste, a imersão em água, (b) após uma hora imersos em água, (c) processo de raspagem e (d) após a raspagem.



Fonte: A autora.

3.4 Ensaio de dureza no Texturômetro

A determinação da dureza dos sabonetes foi realizada em modo de compressão, recorrendo a um texturômetro Stable Micro Systems TA-Xtplus. Este equipamento está alocado na Universidade Federal de Uberlândia campus Patos de Minas. Na Figura 21 está um modelo ilustrativo do equipamento utilizado para a análise de dureza.

Figura 21. Imagem do texturômetro Stable Micro Systems TA-XTplus.



Fonte: CRUZ, 2016.

O teste consistiu numa análise de compressão por penetração, conforme representado na Figura 22, utilizando uma sonda, a uma profundidade de penetração de 8 mm e uma velocidade de teste de 1 mm/s. Outro parâmetro do ensaio foi o seguinte: Trigger force de 0,049 N. Os testes foram realizados em temperatura ambiente ($\sim 25^{\circ}\text{C}$).

Figura 22. Compressão por penetração da sonda nos sabonetes.



Fonte: CRUZ, 2013.

A Figura 23 apresentada a seguir ilustra como ficaram os sabonetes após o teste de dureza.

Figura 23. Sabonete após o teste de dureza com os furos após sofrer compressão da sonda.



Fonte: A autora.

3.4.1 Microscopia eletrônica de varredura

As imagens de microscopia eletrônica de varredura (MEV) foram adquiridas em um equipamento microscópio Vega 3 TESCAN operado a 20 kV usando um detector de elétrons secundários. Este equipamento está alocado na Faculdade de Engenharia Química da Universidade Federal de Uberlândia. As amostras foram metalizadas para a realização das análises. Foram realizadas análises das diferentes amostras, avaliando as regiões que foram imersas e que não foram imersas na água no teste de rachadura.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os sabonetes foram caracterizados através dos testes de rachadura, análise de textura, e microscopia eletrônica de varredura (MEV), sendo que os resultados estão apresentados e discutidos a seguir.

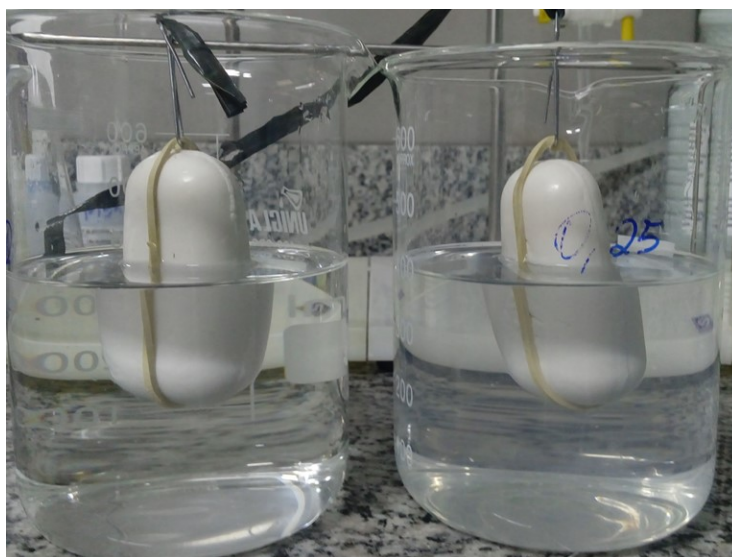
4.1 Testes de rachadura

Adotou-se uma formulação básica de sabonete opaco, ao qual foram realizadas quatro bateladas distintas, onde aditivou-se três delas com o PVA nas concentrações de 0,25%, 0,5% e 1,0%. Manteve-se também uma batelada sem adição de PVA que foi a formulação de referência para comparação com as outras. As formulações foram preparadas em escala piloto incorporando o aditivo no processo de fabricação onde foram obtidos sabonetes de aproximadamente 40 a 55 gramas.

A avaliação de propriedades do sabonete em barra é conduzida pela combinação de

testes laboratoriais físico-químicos como, teste de espuma, pH, perda de massa, teste de estabilidade acelerada e teste de rachadura com o objetivo de correlacionar o desempenho do produto aos atributos desejáveis. Neste trabalho realizou-se um estudo apenas com o teste de rachadura, como demonstrado na Figura 24, visto que a presença delas torna o produto pouco atrativo, pois além da fissura no sabonete observa-se muitas vezes que as mesmas tornam-se escuras em função do alojamento de pó, reforçando o aspecto desagradável. Portanto a realização deste teste é um dos mais importantes a serem realizados do ponto de vista da qualidade final do produto, e por este motivo ele foi priorizado neste estudo.

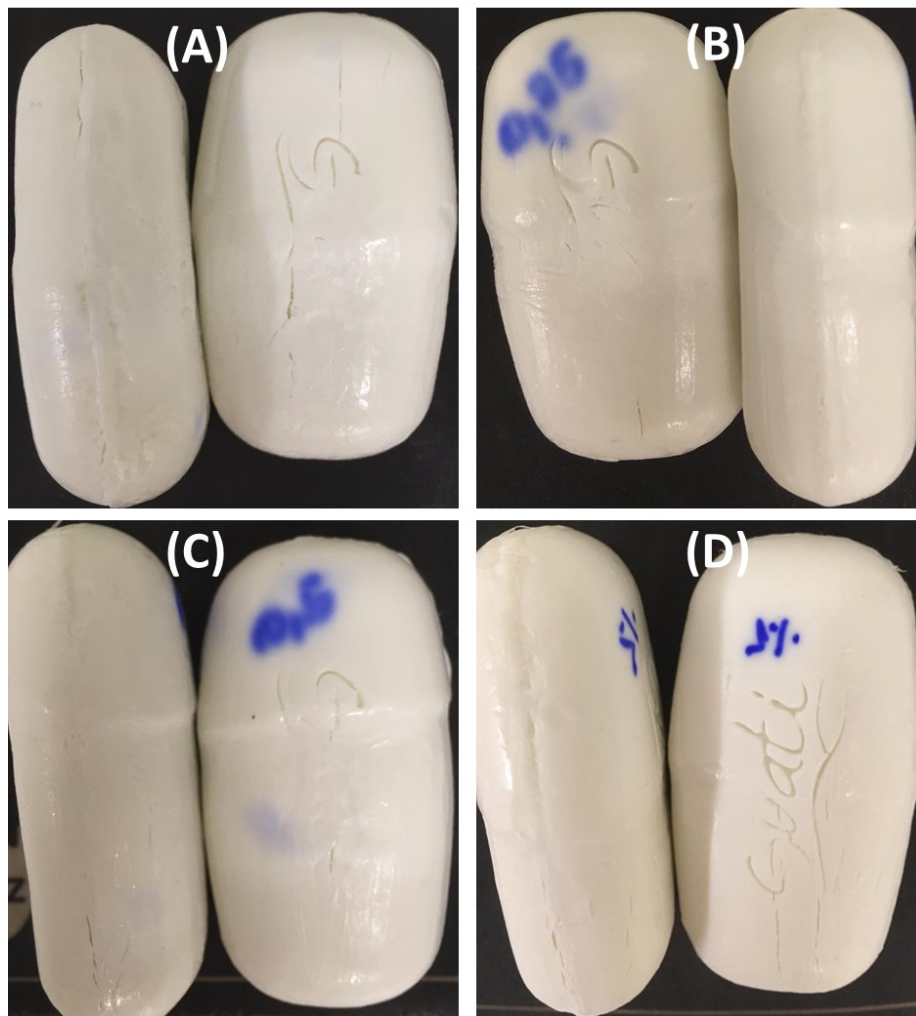
Figura 24. Ilustração do teste de rachadura realizado no sabonete.



Fonte: A autora.

Realizado o teste apresentado na Figura 24, a Figura 25 ilustra os resultados de rachadura obtidos para sabonetes com concentrações de PVA (A) 0%, (B) 0,25%, (C) 0,5% e (D) 1,0%.

Figura 25. Imagens referentes ao teste de rachadura com diferentes concentrações de PVA onde, A (0%), B (0,25%), C (0,5%) e D (1,0%).



Fonte: A autora.

Os resultados do teste de rachadura permitem que os sabonetes sejam classificados em níveis de rachaduras de 0 a 3, sendo sabonetes com nível zero quando não apresentam nenhuma rachadura e 3 quando apresentam rachaduras mais profundas e em grandes quantidades. Diante disso, pode-se dizer que os sabonetes apresentados em A são classificados em nível de rachadura II para III, enquanto os sabonetes apresentados em B e C são de nível I e os sabonetes apresentados em D são de nível II.

A incorporação do aditivo PVA nos sabonetes B e C promoveram quase que a total inibição das rachaduras e tal fenômeno pode ser explicado, pois as concentrações do PVA adicionadas nesses sabonetes ocasionaram um aumento na densidade de reticulação do polímero, ou seja, uma diminuição na distância entre os pontos de reticulação o que causa o

aumento da força resistiva para deformação da cadeia polimérica. Sistemas mais altamente reticulados apresentam baixos graus de equilíbrio de intumescimento, ou seja, se as cadeias do polímero são rígidas, o intumescimento será inibido devido ao aumento na resistência para deformação de sua configuração de equilíbrio (BAE; WANG; KURISAWA, 2013). Portanto, se o volume livre no polímero é baixo, o volume de água que vai penetrar na matriz polimérica para iniciar o processo de intumescimento será menor e devido a isso a estabilidade do sabonete será maior possuindo uma resistência maior do polímero e como resultado, rachando menos.

Nos sabonetes apresentados em D foi perceptível que a incorporação de 1% do aditivo não promoveu, nas condições do ensaio, benefícios significativos sobre a formulação básica, pois uma maior adição do PVA fez com que o polímero formasse mais retículos entre ele mesmo o que provoca um aumento do volume livre entre elas, e, portanto, permite uma maior penetração de água entre as cadeias do polímero tornando-o menos rígido e fazendo com que o sabonete rachasse mais.

Os sabonetes apresentados em A, apresentaram rachaduras elevadas visto que não foi adicionado nenhum aditivo para a melhoria das mesmas.

4.2 Análise de textura

A experiência sensorial de um produto cosmético é baseada em sua aparência, textura e odor, e é uma medida de sua qualidade. Sabonetes em barra são classificados como cosméticos sólidos e espera-se que os cosméticos sólidos se deformem e se desgastem com o uso, mas durante a aplicação, espera-se que permaneçam duros e mantenham sua estrutura sem descamação, quebra ou desintegração.

As propriedades de textura, como coesão, fraturabilidade e firmeza, são avaliadas por meio de testes de compressão usando dispositivos como um texturômetro. A resistência das amostras foi testada penetrando-as com uma agulha enquanto uma sonda foi usada para avaliar sua firmeza.

No ensaio de dureza foram obtidos os seguintes resultados apresentados na Tabela 1 e os resultados foram representados por gráficos da Figura 26, sendo o gráfico A, dados da região das amostras que não foram imersas na água no teste de rachadura e o gráfico B os dados da parte dos sabonetes que foram imersos na água no teste de rachadura.

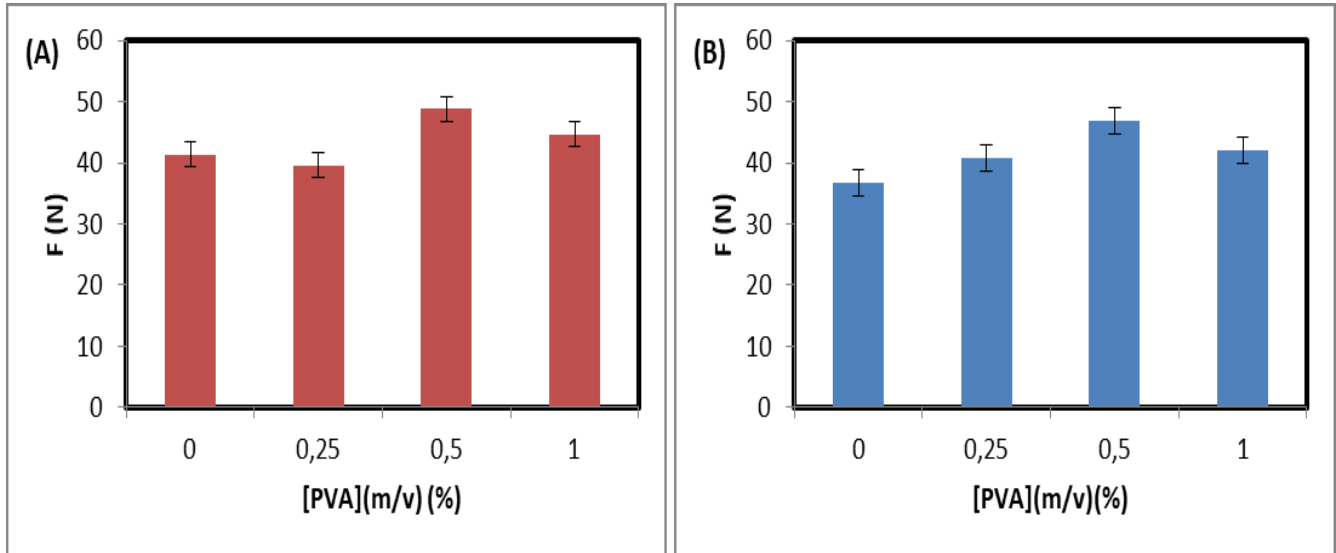
Através dos valores das médias expressos na Tabela 1 e nos gráficos A e B da Figura 26, foi possível observar que os sabonetes que foram submetidos a uma adição de 0,5% de

PVA apresentaram um leve aumento na força média de perfuração após serem realizados os testes de rachadura, ou seja, após serem lavados. Os sabonetes que possuíam as demais concentrações de PVA ou nenhuma concentração obtiveram diminuição da força média de perfuração. Tal fenômeno pode ser explicado pelo fato do PVA ser um hidrogel, como citado anteriormente no item 4.1 teste de rachadura. A baixa concentração de PVA faz com que o polímero seja capaz de formar estruturas mais reticuladas e consequentemente mais rígidas (BURCZAK et al., 1994) e desse modo, quando o sabonete com adição de 0,5% foi submetido ao teste de rachadura sua dureza não foi drasticamente afetada como nos outros sabonetes tal fato pode ser notado não apenas nos dados de dureza mas também o efeito visual observado anteriormente com poucas rachaduras.

Tabela 1. Valores de força apresentados no texturômetro em cada ponto dos sabonetes em diferentes concentrações.

Concentração de PVA (%)	Região que foi imersa em água no teste de rachadura	Região que não imersa em água no teste de rachadura
	Força média (N)	Força média (N)
0	41,29714 ± 1,00	36,73365 ± 5,40
0,25	39,61338 ± 7,20	40,74811 ± 4,90
0,5	48,85169 ± 1,64	46,84481 ± 2,60
1,0	44,59197 ± 2,70	42,02390 ± 3,70

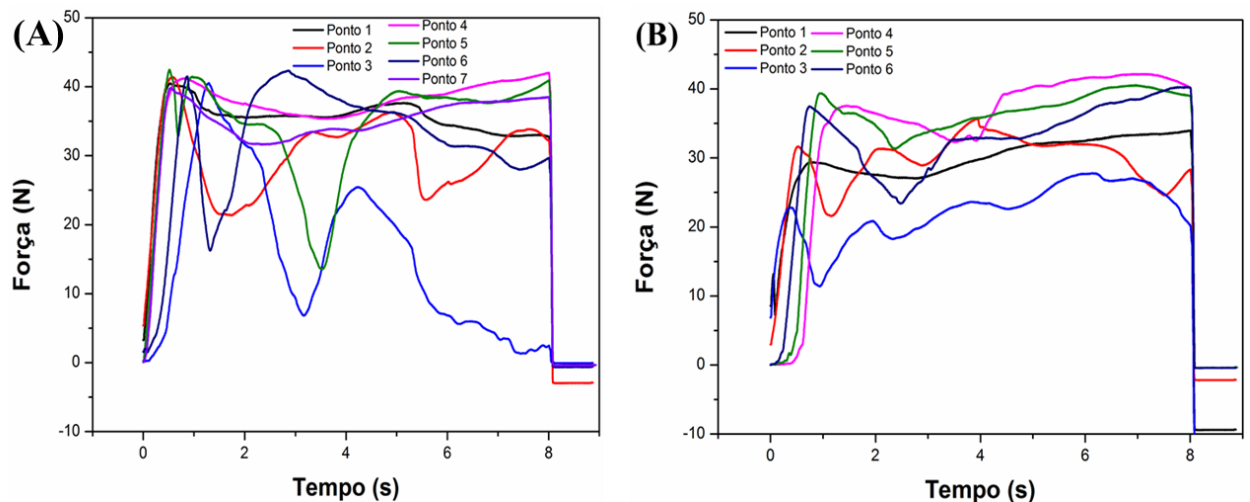
Figura 26. Histograma da força média em relação à variação de concentração de PVA (A) região não imersa em água e (B) região imersa em água dos sabonetes submetidos aos testes de rachadura.



Fonte: A autora.

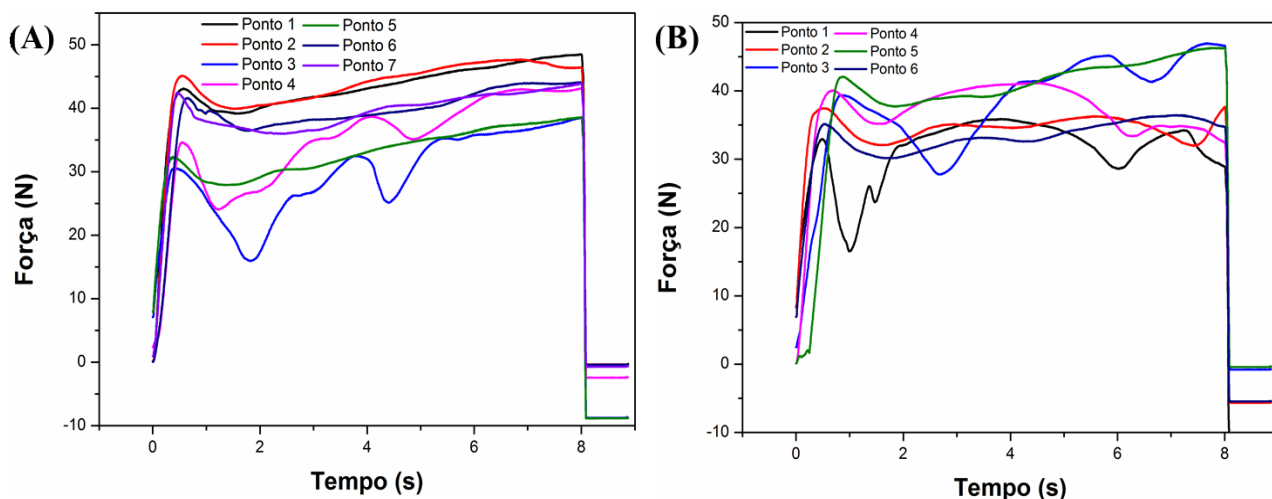
Em conjunto aos resultados apresentados anteriormente, os gráficos apresentados nas figuras 27, 28, 29 e 30 indicam a possibilidade de os sabonetes demonstrarem ou não alguma não uniformidade interna que pode ser refletida externamente, como as rachaduras.

Figura 27. Resultado obtido no texturômetro para sabonetes sem adição de PVA. O gráfico (A) representa as curvas dos pontos do sabonete testados na parte imersa em água no teste de rachadura, e o gráfico (B) representa as curvas dos pontos do sabonete testados da parte que não foi imersa em água no teste de rachadura.



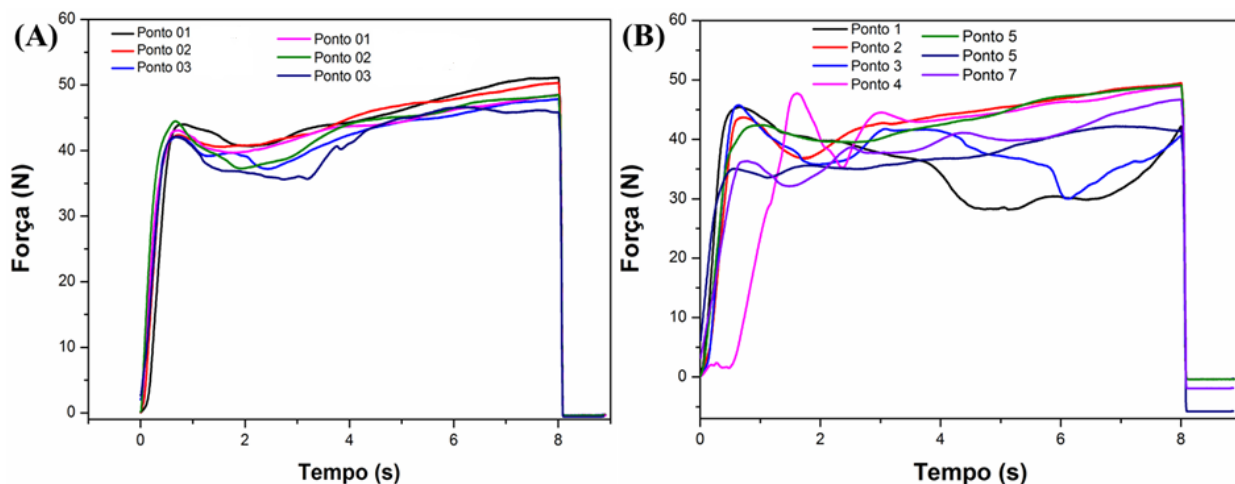
Fonte: A autora

Figura 28. Resultado obtido no texturômetro para sabonetes com 0,25% de PVA. O gráfico (A) representa as curvas dos pontos do sabonete testados na parte imersa em água no teste de rachadura, e o gráfico (B) representa as curvas dos pontos do sabonete testados da parte que não foi imersa em água no teste de rachadura.



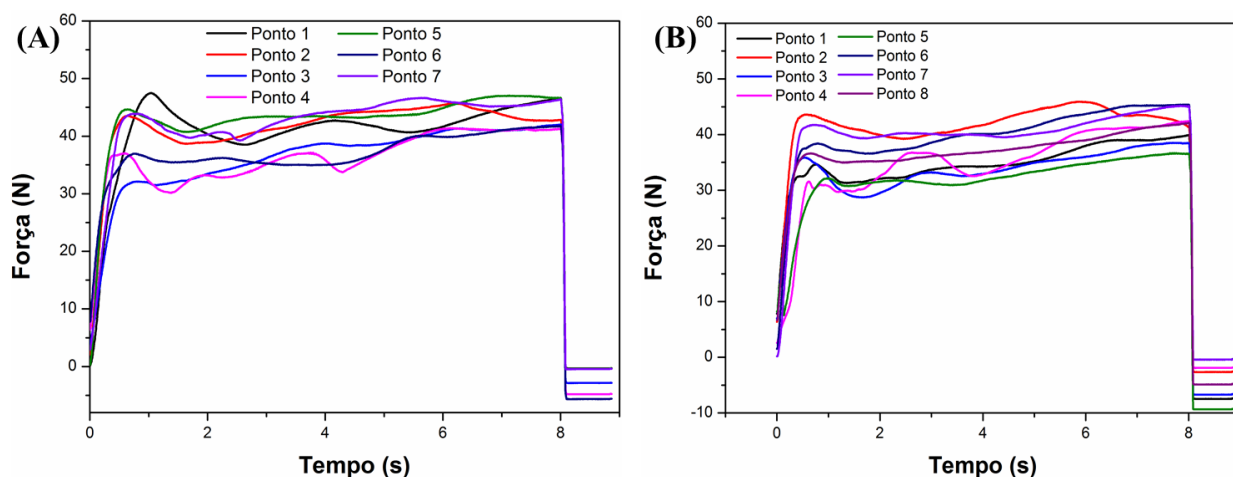
Fonte: A autora.

Figura 29. Resultado obtido no texturômetro para sabonetes com 0,5% de PVA. O gráfico (A) representa as curvas dos pontos do sabonete testados na parte imersa em água no teste de rachadura, e o gráfico (B) representa as curvas dos pontos do sabonete testados da parte que não foi imersa em água no teste de rachadura.



Fonte: A autora.

Figura 30. Resultado obtido no texturômetro para sabonetes com 1,0% de PVA. O gráfico (A) representa as curvas dos pontos do sabonete testados na parte imersa em água no teste de rachadura, e o gráfico (B) representa as curvas dos pontos do sabonete testados da parte que não foi imersa em água no teste de rachadura.



Fonte: A autora.

A força máxima aplicada foi registrada, para cada parte das amostras de sabonete conforme observado na figura 23 e foi analisada resultando em uma curva dos gráficos anteriores. A ausência de PVA nas amostras de sabonete, apresentado nos resultados da Figura 27, indicaram grande instabilidade na estrutura interna do sabonete e sendo refletido na parte externa em forma de rachaduras de nível III o que significa que após a imersão dos sabonetes em meio aquoso o mesmo absorveu muita água o tornando mais maleável e consequentemente uma estrutura menos sólida.

Nos sabonetes onde houve adição do PVA, pode-se notar que com as concentrações de 0,25% e 1,0% a estrutura dos sabonetes também apresentou uma maleabilidade após a imersão em água. No caso dos sabonetes com 0,25% de PVA indica que a quantidade de polímero adicionado fez com que ele fosse muito intumescido e em consequência disso a dificuldade de formação de um retículo forte ao ponto de evitar que os sabonetes rachassem. Já nos sabonetes com 1,0% de PVA foi adicionada uma quantidade maior do que o valor limite de PVA ocasionando em um aumento de absorção de água por parte do hidrogel e dessa forma, enfraquecendo a estrutura reticulada.

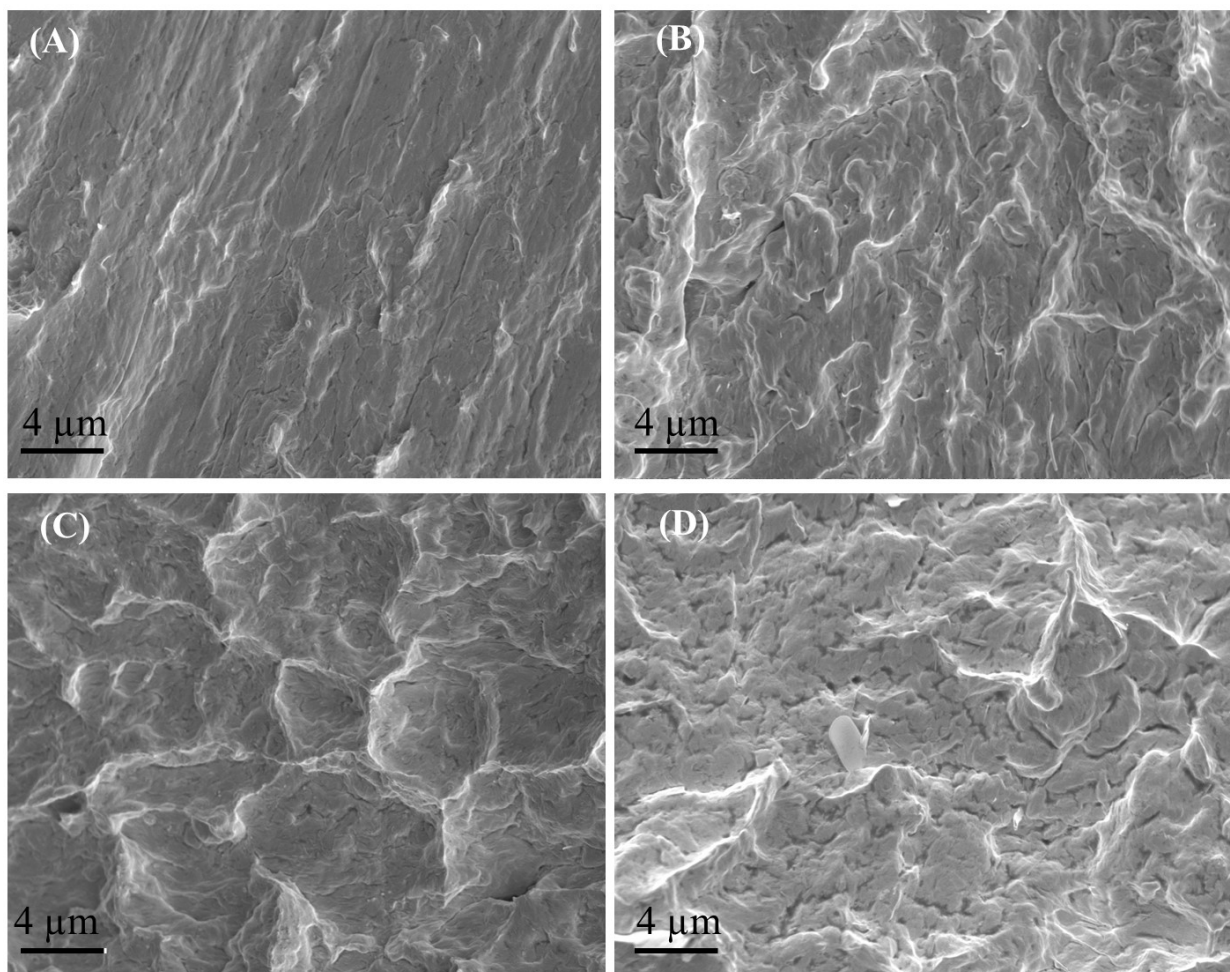
Nos sabonetes com adição de 0,5% de PVA antes da lavagem apresentaram uma

estrutura bastante sólida e após serem imersos em água, uma estrutura mais forte ainda indicando que a quantidade adicionada de PVA formou um retículo bem estruturado e forte e após a imersão em meio aquoso, o hidrogel não se expandiu absorvendo água e aumentando assim sua resistência. O resultado desse fortalecimento no retículo é observado não só no aumento da força de cisalhamento, mas também na mínima quantidade de rachaduras obtidas.

4.3 Microscopia eletrônica de varredura

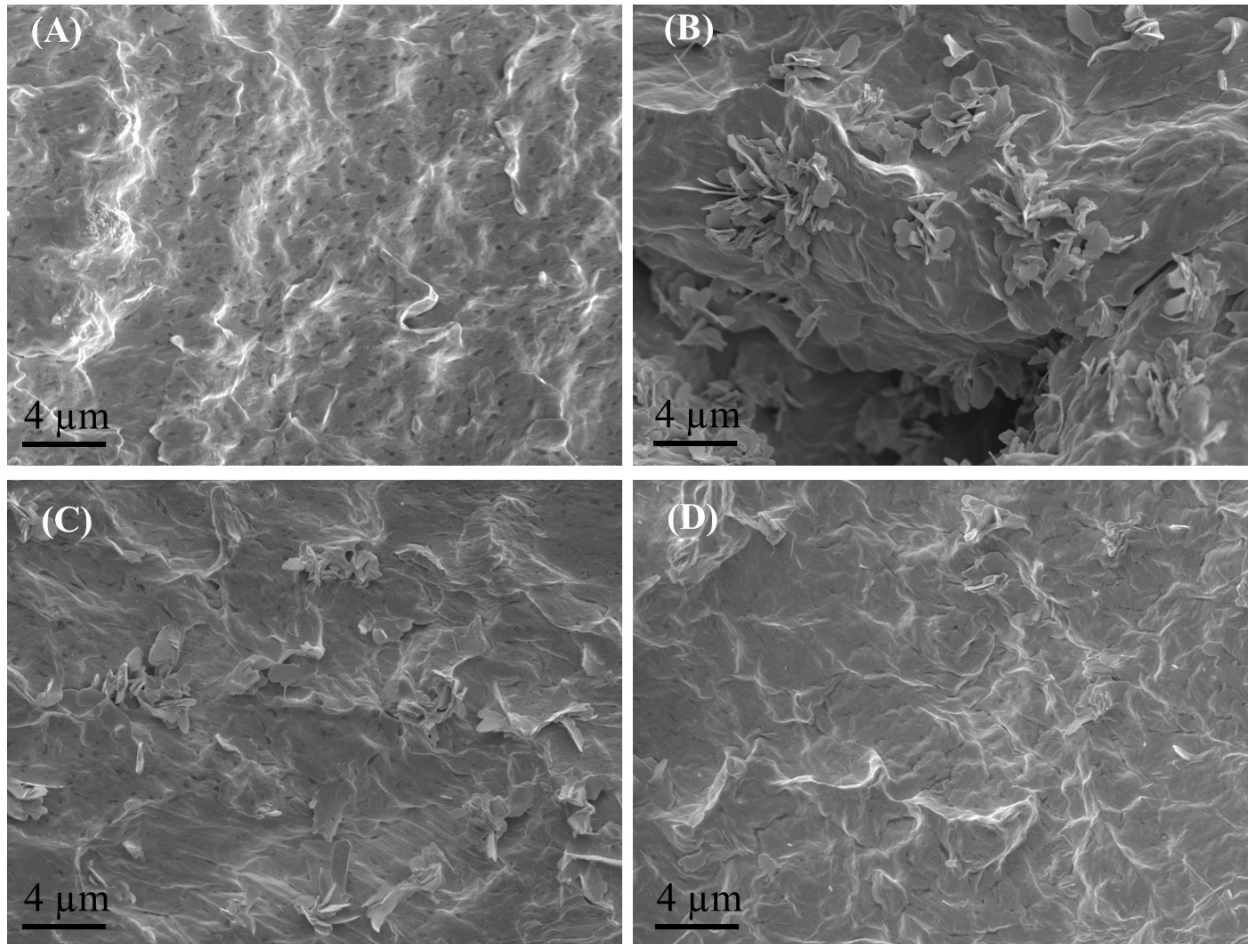
As Figuras 31 e 32 ilustram as imagens referentes à região dos sabonetes que não foram imersos em água no teste de rachadura e as regiões dos sabonetes que foram imersas em água no teste de rachadura, respectivamente.

Figura 31. Imagens de MEV da região dos sabonetes que não foram imersos em água no teste de rachadura sendo (A) sem adição de PVA, (B) presença de 0,25% de PVA, (C) 0,5% de PVA e (D) 1,0% de PVA. Todas as imagens estão aproximadas em 5000 vezes.



Fonte: A autora.

Figura 32: Imagens de MEV da região dos sabonetes que foram imersos em água no teste de rachadura sendo (A) sem adição de PVA, (B) presença de 0,25% de PVA, (C) 0,5% de PVA e (D) 1,0% de PVA. Todas as imagens estão aproximadas em 5000 vezes.



Fonte: A autora.

Podemos verificar nas imagens da Figura 31, que nas regiões que não foram imersas em água, os sabonetes com PVA em sua formulação apresentaram estruturas internas bastante semelhantes, onde apresentaram elevações que podem ser entendidas como resultado da alteração na organização estrutural causada pela presença do PVA. Porém, analisando as imagens de Figura 32, para as regiões que foram imersas em água, podemos verificar que os sabonetes contendo 0,25 e 0,5% de PVA apresentam significativa alteração na estrutura.

Nos sabonetes da Figura 32-B com 0,25% de PVA e Figura 32-C com 0,5% de PVA é possível verificar a presença de estruturas reticuladas advindas do hidrogel formado pelo PVA. Ainda na Figura 32-C nota-se que os retículos apresentam-se mais uniformes e em

menores tamanhos, ou seja, nos sabonetes onde foram adicionados 0,5% de PVA o grau de intumescimento do hidrogel foi menor quando comparado aos demais mantendo-se com uma estrutura mais forte resultando em menores rachaduras, tais evidências também citas e discutidas nos itens 4.1 e 4.2. Apesar de os sabonetes com 0,25% também apresentarem bons resultados quanto ao aparecimento das rachaduras, quando comparado aos com 0,5% de PVA ele se mostra levemente inferior, pois a concentração de PVA adicionada foi de certa forma não o bastante para impedir o seu intumescimento.

Já para os sabonetes da Figura 32-A sem adição de PVA e da Figura 32-D com adição de 1,0% de PVA, não foram observados a formação de retículos após serem submetidos ao teste de rachadura. O sabonete sem adição de PVA apresentou uma estrutura onde se observa pontos que possivelmente indicam espaçamento entre a sua própria estrutura tal fato que pode ter ocorrido devido a adição do polímero que alterou a mesma e também da ausência de uma quantidade significativa de hidrogel para auxiliar na estabilização de sua estrutura. No sabonete com 1,0% de PVA acredita-se que devido a alta concentração de PVA no meio durante o processo de preparação dos sabonetes o PVA tenha iniciado o processo de intumescimento e a submersão dos sabonetes em meio aquoso para realização do teste de rachadura intensificou esse processo fazendo com que o aumento dos retículos fossem grandes e conseqüentemente o aumento da distância enfraquece sua estrutura e o torna mais passível de rachar.

5. CONCLUSÕES

Os sabonetes com presença de 0,25% e 0,5% de PVA apresentaram resultados satisfatórios, com baixo grau de rachaduras, mas faz-se necessário promover um estudo futuro para determinar qual a melhor concentração exatamente de PVA seria melhor para alcançar o grau zero de rachaduras.

A dureza dos sabonetes com 0,25% e 0,5% de PVA apresentaram-se com alterações quase que irrelevantes antes e após submetidos ao teste de rachadura apresentando resultados bastante satisfatórios devido a presença do polímero na formulação em quantidade favorável a formação de seus retículos sem que fosse demais a ponto de dificultar a hidratação do hidrogel e conseqüentemente enfraquecimento do retículo, ou que fosse pouca quantidade a ponto de não formar retículos fortes.

Através do MEV observou-se a formação das redes poliméricas nas concentrações de 0,25% e 0,5% de PVA indicando a organização da estrutura dos sabonetes e fortalecimento das mesmas. Nas demais concentrações observaram-se que antes dos testes de rachaduras a estrutura dos sabonetes eram mais estáveis e após a absorção de água devido o teste de rachadura as estruturas foram fortemente influenciadas pela entrada de água.

A adição de PVA como estabilizante em sabonetes em barra se mostrou compatível e acessível às indústrias visto que seu custo é baixo, de fácil acesso e sua manipulação seria viável dentro do ambiente industrial sem necessidade de maiores transformações e aquisições de equipamentos para sua manipulação. Segundo dados apresentados nas caracterizações de teste de rachadura, texturômetro e MEV seu desempenho é considerado satisfatório preferencialmente em concentrações entre 0,25% e 0,5%.

REFERÊNCIAS

- ALEYAMMA, A J. and SHARMA, C. P. Polyvinyl Alcohol as a Biomaterial. In: SHARMA, C. P and SZYCHER, M. *Blood Compatible Materials and Devices*, Technomic Publishing Company, Inc., 1991. p. 123-130.
- ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Guia de Controle de Qualidade de Produtos Cosméticos*. 2ª edição, revista – Brasília, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE HIGIENE PESSOAL, PERFUMARIA E COSMÉTICOS (São Paulo). *Anuário 2019*, p. 42-46, 2019. Disponível em: <https://abihpec.org.br/anuario-2019/mobile/index.html#p=1>. Acesso em: 16 Nov. 2019.
- AZEVEDO, O. A. et al. *Fabricação de sabão a partir do óleo comestível residual: conscientização e educação científica*. 2009.
- BAE, K. H.; WANG, L.S.; KURISAWA, M.; *Journal of Materias Chemistry B*, 2013, 1, 5371.
- BIZERRA, A.M.C.; SEGUNDO, J.F.B. *Minimizando impactos ambientais: reaproveitamento de óleos e gorduras residuais transformando-os em fonte de limpeza*. In: IX CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO IFRN. *Tecnologia e Inovação para o Semiárido*, 2013.
- BLASS, A. *Processamento de Polímeros*. Série didática. Editorial da UFSC, 1985.
- BRASIL. Resolução RDC Nº 211, de 14 de julho de 2005. *Estabelece “definição e a classificação de produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes”*. Órgão emissor: ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: www.anvisa.gov.br. Acesso em: 02 Nov. 2019.
- BURCZAK, K. et al. *Protein permeation through poly(vinyl alcohol) hydrogel membranas*. *Biomaterials*, v.15, n.3, p. 231-238, 1994.
- CORAZZA, S. et al. *Algas marinhas em sabonetes*. *Cosmetics & Toiletries*, São Paulo, v.7, p.56-60, mar/abr. 1995. Edição em português.
- CRUZ, A. T., CAMPOS, B. M. T., and THIM, G. P. “*Estudo do comportamento do PVA com aditivos inorgânicos*”, 2008.
- CRUZ, M. Extralab blog, 2013. *Texturômetro na Análise de Sabonetes*. Disponível em: <https://blogextralab.wordpress.com/2013/12/13/texturometro-na-analise-de-sabonetes/> Acesso em: 24 de novembro de 2020.
- CRUZ, M. Extralab blog, 2016. *Analizador de Textura no Estudo dos Comprimidos de Rápida Dissolução*. Disponível em: <https://blogextralab.wordpress.com/2016/05/25/analizador-de-textura-no-estudo-dos-comprimidos-de-rapida-dissolucao/> Acesso em: 24 de novembro de 2020.
- DALTIN, D. *Tensoativos: química, propriedades e aplicações*. São Paulo: Blucher, 2011.
- DA SILVA, V., SCHERER, F., PIVETTA, N. *Práticas Empresariais e o Efeito Greenwash: Uma Análise no Contexto Beauty Care*. *Revista Brasileira de Marketing*, 17, sep. 2018. Disponível em: <http://www.revistabrasileirmarketing.org/ojs-2.2.4/index.php/remark/article/view/3775/2507>>. Acesso em: 16 Nov. 2019.
- DIEZ, A. M. CARVALHO, C. S. G. *Aditivos para sabonetes em barra*. OXITENO S/A INDÚSTRIA E COMÉRCIO. São Paulo, jun. 2000. Disponível em <http://www.oxiteno.com.br/aplicacoes/mercados/doc/documento.asp?artigotecnico=9>

&segmento=0600&idioma=PO&r=.pdf>. Acesso em 15 dez. 2013.

FISCHER, G. *Produtos de higiene e beleza seguem aquecidos no Brasil*. Kantar Worldpanel, 05, abril 2019. Disponível em: <https://www.kantarworldpanel.com/br/Releases/Produtos-de-higiene-e-beleza-seguem-aquecidos-no-Brasil>. Acesso em: 20 Out. 2020.

FLORY, P. J.; REHNER, J. J. *Statistical mechanics of cross-linked polymer networks II: Swelling*. The Journal of Chemical Physics, New York, v. 11, p. 521-526, 1943.

FLOW, J. *Cosméticos e produtos farmacêuticos*. World of Rheology, 2017. Disponível em: <http://www.world-of-rheology.com/pt/industrias/cosmeticosprodutos-farmacuticos/>. Acesso em: 12 jun 2017.

GONZÁLEZ, N. et al. *Hidrogeles: Síntesis, Propiedades y Aplicaciones*. Revista Iberoamericana de Polímeros, v.1, n.1, p. 79-92, Sep. 1992.

KAJS, M. T., BERGE, A. C. *Antimicrobial toilet bars*. Ohio, 18 jul. 1986. Disponível em: <<http://www.google.com.br/patents?id=EBg9AAAAEBAJ&printsec=abstract&zoo m=4.>> Acesso em: 11 jan. 2014.

KUMAR, T.M.P. et al. *Feasibility of polyvinyl alcohol as a transdermal drug delivery system for terbutaline sulfate*. Journal of Macromolecular Science, Part A: Pure and Applied Chemistry, v.44, n.6, p.583 – 589, 2007.

KUNZLER, A. A.; SCHIRMANN, A. *Proposta de reciclagem para óleos residuais de cozinha a partir da fabricação de sabão*. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso superior de tecnologia em gestão ambiental. trabalho de conclusão de curso – TCC, 2011.

LANG, K. et al. *Preparation and Testing of Polyvinyl Alcohol Composite Membranes for Reverse Osmosis*. The Canadian Journal of Chemical Engineering, v. 73, p. 686-692, 1995.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. *Princípios de Bioquímica*. 2º Ed. 2000.

LIU, F. J. and WANG, Y. J. *Preparation and Characterization of Crosslinked and Heat-Treated PVA-MA Films*. Journal of Applied Polymer Science, v.59, 1395-1403, 1996.

LIU, J., HOFFMANN, H. *Hydrogels in aqueous phases of polyvinylalcohol (PVA), surfactans and clay minerals*. Colloid and Polymer Science, v.283, v.1, p.24-32, 2004.

MANO, E. B., MENDES, L. C. *Introdução a Polímeros*, 2ª edição, Editora Edgard Blücher Ltda, São Paulo, 1999.

MORAES, L. *Sabonetes: Inovando no Desenvolvimento com Tecnologia*. Cosmetics & Toiletries: Brasil, São Paulo, v. 19, n. 6, p.62-71, 2007.

NETO, O.G.Z; PINO, J. C. D. *Trabalhando a Química dos sabões e detergentes*, Rio Grande do Sul. 2007.

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

NUNES, C. *Tecnologia de óleos e gorduras para engenharia de alimentos*. Lavras : Ed. UFLA, 2013.69 p.

OLIVEIRA, L. *Análise de perda de fragrância em sabonete em barra utilizando técnicas instrumentais e métodos quimiométricos*. 2014. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

OVIEDO, I. R. et al. *Design of a physical and nontoxic crosslinked poly(vinyl alcohol)*

- hydrogel*. International Journal of Polymeric Materials, New York, v. 57, p. 1095-1103, 2008.
- OXITENO S/A INDÚSTRIA E COMÉRCIO. *Artigo Técnico*. São Paulo, 2000.
- PAVLICHKO, P. J. *Bar soap additives. Cosmetics and Toiletries Manufacture Worldwide*, New Jersey, p.247-251. 1997.
- PEPPAS, N. A. et al. *Hydrogels in pharmaceutical formulations*. European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics, London, v. 50, p. 27-46, 2000.
- PEREIRA, F. *Processos Químicos - Óleos e Gorduras*. Curso Técnico em Química. 2012. INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO - IFPE.
- PERUZO, M. F.; CANTO, L. E. *Sabões e Detergentes*. Química na abordagem do cotidiano. 2003.
- RATNER, O. *Biomedical Applications of Hydrogels: Review and Critical Appraisal*. In: WILLIAMS, O. F. Vol. 11. *Biocompatibility of Clinical Implant Materials*, Boca Raton: CRC Press, 1981. p. 145-175.
- RITTNER, H. Introdução. In: _____. *Sabão: Tecnologia e utilização*, São Paulo, 1995. cap. 1. p. 1-2.
- SOLOMONS, T. W. G.; FRYHLE, C. B. *Química Orgânica*. V. 1. Trad. R.M. Matos e D.S. Raslan. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2005.
- SPITZ, L. *SODEOPEC (Soaps, Detergents, Oleochemicals, and Personal Care Products)*. Champaign: AOCS Press, 2004.
- STEVENS, M. P. *Polymer Chemistry : An introduction*, Oxford University Press, New York, 1999.
- XAVIER, L. et al.. *Panorama da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos* (p. 131-156). Rio de Janeiro: BNDES SETORIAL, 2007.
- XIMENESES, S. E. *Álcool Polivinílico (PVA) Como Dielétrico De Porta Em Eletrônica Orgânica*. Porto Alegre, 2014.
- WU, C. L. et al. (2002). *Tensile Performance Improvement of Low Nanoparticles Filled-polypropylene Composites*, Composite Science and Technology, 62: 1327-1340.
- YOUNG, R. J.; LOVELL, P. A. *Introduction to Polymers*, second edition, Chapman & Hall, London, 1994.
- ZAGO NETO, O. G.; DEL PINO, J. C. *Trabalhando a química dos sabões e detergentes*. Porto Alegre: Instituto de Química – UFRGS, 1996. Disponível em: <www.iq.ufrgs.br/aeq/html/publicacoes/matdid/livros/pdf/sabao.pdf>. Acesso em: 08/12/2020.