



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL SANTA CATARINA
CÂMPUS JARAGUÁ DO SUL
CURSO TÉCNICO EM QUÍMICA (MODALIDADE INTEGRADO)

**ANÁLISE QUANTITATIVA DO LAURIL SULFATO DE SÓDIO (LSS) PRESENTE
EM DIFERENTES XAMPUS**

ALESSANDRO SILVÉRIO JONSON
CAMILE CARVALHO
ELISON MAINARDES
JÚLIA CANDIANI DOS SANTOS
JULIANA DO NASCIMENTO VALERIO
LAVÍNIA RAFAELA DE MARCO
MAURICIO MONTANHA JUNIOR

JARAGUÁ DO SUL

2016

ALESSANDRO SILVÉRIO JONSSON
CAMILE CARVALHO
ELISON MAINARDES
JÚLIA CANDIANI DOS SANTOS
JULIANA DO NASCIMENTO VALERIO
LAVÍNIA RAFAELA DE MARCO
MAURICIO MONTANHA JUNIOR

**ANÁLISE QUANTITATIVA DO LAURIL SULFATO DE SÓDIO (LSS) PRESENTE
EM DIFERENTES XAMPUS**

Projeto de pesquisa desenvolvido no eixo formativo diversificado “Conectando Saberes” do Curso Técnico em Química (Modalidade Integrado) do Instituto Federal Santa Catarina – Campus Jaraguá do Sul.

Orientador: Luiz Henrique

Coordenadora: Anne Cristine Rutsatz Bartz

JARAGUÁ DO SUL

2016

AGRADECIMENTOS

Com o fim do projeto, o grupo não poderia deixar de agradecer aos professores Clodoaldo Machado, Juliano Maritan e Rodrigo, que foram essenciais para o decorrer e o sucesso da pesquisa, dando importante conselhos para a construção do projeto, especialmente o professor Giovanni, que sugeriu um método diferente e mais técnico do que o proposto na metodologia, e sancionou diversas dúvidas a respeito de alguns conceitos químicos.

Gostaríamos de agradecer ao orientador do projeto, Luiz Arthury, que nos aconselhou e acalmou nas horas mais difíceis, onde tudo parecia incerto.

Agradecemos também a Juciele e aos estagiários responsáveis pelo laboratório de química, assim como o professor Elder Correa que com excelência, nos guiaram nos procedimentos laboratoriais. Por último, agradecemos a banca pela suas considerações e propostas pertinentes na etapa inicial do projeto, que foram muito importantes para o sucesso da pesquisa.

RESUMO

O aumento do poder de compra do consumidor, aliado as mudanças dos hábitos de consumo, que priorizam o cuidado com a saúde, o bem-estar e uma melhor qualidade de vida resultaram em uma maior demanda por produtos de higiene pessoal, perfumaria e cosmético no Brasil.

Diante disso as empresas investem cada vez mais em desenvolver novas formulações de xampus que asseguram valorizar, tratar ou melhorar o cabelo. E é nesse contexto que entra a tendência dos tensoativos no mercado.

Atualmente o Lauril Sulfato de Sódio é o tensoativo mais usado no mercado brasileiro de xampus, entretanto, sabe-se que esse surfactante em certas concentrações nos xampus pode causar vários danos ao cabelo. Para isso a concentração máxima estipulada pela ANVISA (Agencia Nacional de Vigilância Sanitária) desses tensoativos é de 50%.

Portanto, é a partir desses conhecimentos que o presente estudo tem por objetivo identificar e analisar a concentração do tensoativo Lauril Sulfato de Sódio presente nos mais variados tipos de xampus, além de analisar a viscosidade e a densidade de cada produto, e assim contribuir com considerações pertinentes a relação entre a concentração do Lauril Sulfato de Sódio e as características do produto.

A determinação da concentração do Lauril Sulfato de Sódio foi baseada num método titulométrico disponibilizado pela ANVISA (2008, p. 108-109) na segunda edição da revista “Guia de controle de qualidade de produtos cosméticos”. Os resultados da pesquisa experimental foram de grande relevância, pois as concentrações obtidas ficaram dentro do esperado, entre 16 e 18%, mostrando que as diferentes características e finalidades dos produtos não influenciam diretamente na concentração do Lauril Sulfato de Sódio.

Palavras Chaves: Análise Quantitativa. Lauril Sulfato de Sódio. Xampus. Cosméticos.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	10
2.1. História do Xampu	10
2.2. Morfologia do Cabelo.....	10
2.2.1. Cutícula	11
2.2.2. Córtex.....	11
2.2.3. Medula	12
2.4. Composição do Xampu	13
2.5. Tensoativos	14
2.5.1. Micela	16
2.5.2. Classificação dos Tensoativos.....	16
2.5.3. Danos ao meio ambiente e biodegradabilidade dos tensoativos	18
2.6. Emulsões.....	18
2.7. Detergência	19
2.8. Espuma	20
2.9. Lauril (Éter) Sulfato de Sódio.....	21
2.9.1 Lauril e seus danos ao cabelo.....	22
2.10. Reologia.....	23
2.11. Espessantes	24
2.12. Sais	25
3. METODOLOGIA	26
3.1. Análise da concentração do LSS.....	27
3.1.1. Sistemas de Refluxo	27
3.1.2. Titulações.....	28

3.1.3. Cálculos.....	29
3.2. Análise de Viscosidade.....	30
3.2.1. Viscosímetro Cup Ford.....	30
3.3. Análise da Densidade	31
3.4. Análise do pH.....	31
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	31
4.1. Concentração do LSS	32
4.2. Viscosidade	35
4.3. Componentes do rótulo.....	37
4.4. pH dos Xampus	39
4.5. Tipos de Xampu	41
5. CONCLUSÃO	41
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
Anexo 1: <i>Guia de controle de qualidade de produtos cosméticos, ANVISA (2008, p. 109)</i>	44
Anexo 2: <i>Como manusear o viscosímetro Cup Ford</i>	50
Anexo 3: <i>Viscosímetro Brookfield</i>	51

1. INTRODUÇÃO

O aumento do poder de compra do consumidor, aliado às mudanças dos hábitos de consumo, que priorizam o cuidado com a saúde, o bem estar e uma melhor qualidade de vida, resultaram em uma maior demanda por produtos de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos no Brasil (ABIHPEC, 2014).

Em sintonia com essa conjuntura o setor tem investido cada vez mais em uma cadeia sólida de estruturas e processos, resultando em números positivos em relação a outras áreas da economia. Segundo dados do Instituto Euromonitor International de 2013 (apud ABIHPEC, 2014) essa área se tornou responsável por 1,8% de todo Produto Interno Bruto (PIB) nacional, o que coloca o país em terceiro lugar no ranking global no mercado consumidor, atrás apenas da China e dos Estados Unidos, mas a frente de grandes economias como o Japão e a Alemanha.

O mercado da estética está crescendo a cada ano, em 2013, por exemplo, a indústria nacional de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos registrou um faturamento de US\$ 43 bilhões em vendas ao consumidor latino-americano, sendo que 17,2% desses são apenas em xampus. Diante disso as empresas investem cada vez mais em desenvolver novas formulações de xampus (ABIHPEC, 2014).

Hoje em dia os brasileiros apresentam uma grande demanda sobre os produtos de higiene pessoal. Segundo a Associação Brasileira de Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosmético (ABIHPEC, 2010), mais de 50% de todo o faturamento do mercado de estética em 2010 foi em higiene pessoal, o que coloca o Brasil como o segundo maior consumidor de produtos para cabelos do mundo.

O xampu é um produto de higiene pessoal que está presente no cotidiano, e em função da variedade genética dos brasileiros, os xampus no país apresentam uma diversidade de marcas e composições. Essa diversidade se deve também as diferentes formulações que constantemente são desenvolvidas, a fim de melhorar a qualidade e acessibilidade do produto.

Portanto o estágio atual em que se encontra a cosmetologia voltada para formulação de produtos para o tratamento capilar é bastante avançado e complexo.

A cada ano novos produtos surgem, como diferentes tipos de xampus e tratamentos químicos cada vez mais versáteis e seguros. A evolução desses produtos trouxe a existência consumidores cada vez mais exigentes na escolha dos produtos e na busca de informações sobre tais produtos (CALEFFI e HEIDEMANN, 2009).

Dentre os principais componentes de xampus estão os tensoativos que são os responsáveis por fazer a limpeza do cabelo e do couro cabeludo. Daltin (2011) aponta que o tensoativo mais usado nas formulações de xampus atualmente é o Lauril Sulfato de Sódio (LSS), por ser um dos mais viáveis economicamente e eficaz, oferecendo uma série de benefícios ao consumidor final.

Com o intuito de identificar e analisar a concentração do Lauril Sulfato de Sódio presente em diferentes xampus, formulou-se o tema “Análise Quantitativa do Lauril Sulfato de Sódio (LSS) presente em diferentes Xampus”, e foi delimitado para a análise de xampus com características diferentes, como por exemplo, xampus denominados com sal, sem sal, com preços variados e em relação à sequência de componentes do rótulo.

Sabe-se que a principal finalidade dos xampus é proporcionar a limpeza dos cabelos, removendo suas sujidades e impurezas, e o componente principal do xampu que realiza essa função são os tensoativos, que possuem uma propriedade anfifílica¹, promovendo a limpeza do cabelo. Entretanto, os tensoativos presentes nos xampus causam degradação da fibra capilar, agredindo os fios de cabelo, e por isso a concentração máxima permitida pela ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) desses tensoativos é de 50%. Diante disso, tomou-se como problema de que como a maioria dos xampus utiliza em suas formulações o Lauril Sulfato de Sódio como um agente tensoativo e espessante, quais as características do xampu que apresenta a maior concentração deste tensoativo?

Para responder ao problema, a presente pesquisa tem como objetivo geral identificar de forma quantitativa a concentração do LSS presente em xampus com características diferentes, a fim de desenvolver argumentações e proposições a respeito da relação entre as características do produto e a concentração do Lauril Sulfato de Sódio. Para

¹ Molécula que possui em sua estrutura química uma parte polar, hidrofílica e outra apolar e hidrofóbica.

que a pesquisa possa alcançar os objetivos propostos, foram desenvolvidos alguns objetivos específicos, nas quais se pretende:

- Analisar a concentração do LSS nos xampus através do método titulométrico;
- Ampliar os conhecimentos em relação à morfologia do cabelo e a composição do xampu.
- Definir os xampus a serem analisados através de critérios em relação às propriedades dos componentes contidos no rótulo e o preço do mesmo, visto que estas características serão essenciais para comparações posteriores;
- Verificar a viscosidade² do xampu, comparando-a com a quantidade de LSS;

No presente trabalho, inicialmente é abordado um aprofundamento bibliográfico, a fim de ter uma melhor compreensão do assunto e uma melhor fundamentação à pesquisa. Essa etapa do trabalho foi de fundamental importância nos resultados e discussões onde foram desenvolvidas argumentações e proposições a respeito dos dados quantitativos coletados

Na segunda parte da pesquisa são expostos os materiais e métodos utilizados para o cumprimento dos objetivos propostos. Em seguida são apresentados os resultados e discussões, onde foi feita a análise dos dados quantitativos coletados durante a execução da pesquisa. A terceira e última parte traz as conclusões deste trabalho, advindas das discussões e observações feitas ao decorrer da pesquisa, além do esclarecimento das hipóteses consideradas no projeto.

² É a medida da resistência de um fluido ao escoamento.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O xampu é um produto cosmético usado para a limpeza e manutenção dos cabelos e couro cabeludo. Suas principais funções são limpar, suavizar, além de combater a caspa e a seborreia. A seguir apresentamos um aprofundamento bibliográfico a respeito dos xampus e os tensoativos.

2.1. História do Xampu

Para BARBOSA (1995) a produção do sabão é uma das mais antigas reações químicas. Não se sabe exatamente como surgiu, mas acredita-se que foi quando os povos antigos ferveram gordura animal, que estava contaminada com cinzas, e perceberam uma substância branca que flutuava sobre a mistura.

No início do século XIX acreditava-se que o sabão era apenas uma simples mistura mecânica de gordura e álcali³, porém o químico francês Michel-Eugène Chevreul (1786-1889) demonstrou que o que acontecia na verdade era uma reação química.

Nas ruínas de Pompéia, demolida por volta de 79 a.C. pela explosão do vulcão Vesúvio, arqueólogos desenterraram uma fábrica de sabão. Ao que tudo indica, baseado nessa fábrica, os romanos não utilizavam o sabão para a limpeza, mas, na maioria das vezes, para cosméticos que eram adicionados a curativos usados em queimaduras e ferimentos. O sabão era usado também como aromatizantes para o cabelo, ele só era usado para limpeza eventualmente, como para lavar corpos de pessoas homenageadas (BARBOSA, 1995).

2.2. Morfologia do Cabelo

O cabelo tem função de proteger a cabeça dos raios solares e ser um protetor térmico, e devido à presença de receptores nervosos que funcionam como sensores, ele ainda pode aumentar o nível de proteção quando necessário (POZEBON, 1999).

³É um grupo de substâncias com características básicas que quando em contato com os ácidos, resultam em sais

O cabelo é formado por três partes: a haste capilar, que é a parte visível do fio; a raiz, parte interna do cabelo, que se encontra na derme; e o bulbo piloso, onde começa a formação do mesmo (FAÇANHA, 2003).

Essas partes são originadas no folículo piloso, que é composto por glândulas sebáceas, músculo eretor do pelo, terminações nervosas, bainha externa e bainha interna.

Dentro do folículo também se encontra o bulbo piloso que contém a matriz, responsável pela produção das células do pelo.

A haste é dividida em três partes principais: a cutícula, o córtex e a medula.

2.2.1. Cutícula

A cutícula é a parte mais externa do fio, elas são constituídas por um material amorfo e proteico, e tem como função proteger as células corticais, e controlar a entrada e saída de água na fibra, o que permite manter as suas propriedades físicas.

As células da cutícula possuem 3 membranas em sua morfologia: Amais externa é chamada de epicutícula e possui alta resistência a ácidos, enzimas e oxidantes; Eas duas membranas internas, a endocutícula e a exocutícula, funcionam como barreiras à difusão de moléculas com alto peso molecular (PAULA, 2010).

2.2.2. Córtex

O córtex é a parte média do cabelo, formado por células corticais, matriz intermacrofibrilar e complexo da membrana celular. As macrofibrilas são os principais componentes do córtex, elas se apresentam em forma de fuso, perfeitamente ligadas umas nas outras e é a que oferece sustentação, elasticidade e brilho ao cabelo, pois são compostas por proteínas ricas em tirosina e enxofre (S).

É também nesta parte do fio que se encontra a melanina, responsável pela coloração natural do cabelo. Existem dois tipos de melanina, a eumelanina que se encontra na forma de grânulos, no qual a cor varia do preto ao marrom, e a feomelanina que contém um pigmento difuso, na qual pode variar do amarelo ao marrom-avermelhado (NOGUEIRA, 2003).

2.2.3. Medula

A medula está situada no centro do fio e sua presença geralmente é descontínua ou em determinados casos ausente. No cabelo humano, sua função ainda é desconhecida (PAULA, 2010).

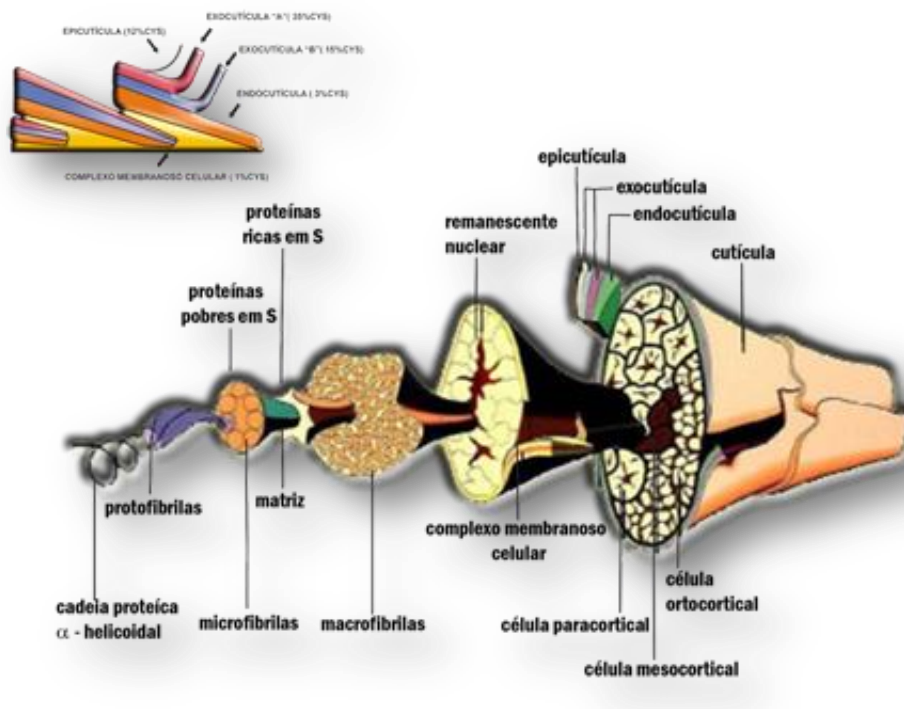


Figura 1: Morfologia do Cabelo (FAÇANHA, 2003).

2.3. Tipos de xampus

Há três principais formas de o xampu ser apresentado no mercado, são elas:

- **Xampu transparente:**

Este é o que melhor limpa entre os três, podendo ser incolor ou não.

- **Xampu perolado:**

Possui agentes condicionantes na fórmula o que o torna mais hidratante, podendo conter outros ingredientes para outras determinadas funções, como para hidratar e reconstruir, entretanto possui limpeza intermediária.

- **Xampu leitoso:**

Esses geralmente são xampus que tem funções bastante específicas como os anti-caspa, aqueles para tratar algum problema do couro cabeludo e também para cabelos tingidos.

2.4. Composição do Xampu

O xampu é um produto cosmético apresentado sob a forma líquida, que tem como principal função limpar os cabelos, entretanto existe vários produtos com diferentes finalidades. Portanto constantemente são formulados novos produtos com diferentes funções, fazendo-se necessário um estudo aprofundado na composição do xampu (GOMES e PIRES, 2014).

Em todas as formulações de xampus são necessários determinados componentes, dentre eles são os tensoativos, no qual são responsáveis pela característica mais importante do xampu, que é a capacidade de remoção das sujidades. Este fato só é possível devido a sua estrutura, que possui uma parte hidrofóbica, que tem afinidade com a gordura, e uma parte hidrofílica, que tem afinidade com a água, permitindo que a sujeira seja removida facilmente através da formação de micelas, (2002, apud CALEFFI R.; HEIDEMANN T.; MOSER D., 2009).

Atualmente os xampus que apresentam um bom poder espumante são os mais aceitos pelos consumidores na hora da compra, pois acredita-se que a capacidade de limpeza encontra-se ligado ao poder espumante, o que na realidade não ocorre. A formação de espuma depende do pH do xampu (geralmente entre 5 e 7), da quantidade eletrólitos e da dureza da água, porém pode-se melhorar ou estabilizar o poder espumante de um xampu através da adição de alguns compostos, tais como carboximetilcelulose, fosfatos, alcanolamidas, entre outros (GOMES e PIRES, 2014).

Há também os sobregordurantes, estes evitam a retirada das proteções naturais do cabelo e do couro cabeludo, como por exemplo, o manto hidrolipídico, que as vezes acaba sendo retirado excessivamente pela ação eficaz dos tensoativos. Os sobregordurantes mais utilizados são: óleo de rícino, lecitina de soja e derivados da lanolina (CALEFFI R.; HEIDEMANN T.; MOSER D., 2009).

Também são necessários nas formulações de xampus os agentes espessantes, que servem para aumentar a viscosidade, já que os xampus mais viscosos são mais bem aceitos pelos consumidores. Outra função dos espessantes é de engrossar a formulação. Os principais são amidas, eletrólitos, betaínas, oleato de decila e sais orgânicos (GOMES e PIRES, 2014).

Os conservantes são substâncias que protegem o produto tanto das contaminações microbianas como de oxidações, assegurando, dessa forma o seu prazo de validade e

segurança de uso (REBELLO, 2005 apud CALEFFI R.; HEIDEMANN T.; MOSER D., 2009).

Outro componente são os reguladores de pH, normalmente o pH desejável de um xampu está entre 6 e 6,5. Portanto nas formulações de xampus são utilizados alguns reguladores de pH tais como: Ácido cítrico, ácido lático, ácido fosfórico, glicólico ou hidróxido de sódio (CALEFFI R.; HEIDEMANN T.; MOSER D., 2009).

As essências e corantes, estes geralmente são adicionados visando atender os apelos do marketing, porém é importante tomar cuidado, pois tais produtos podem comprometer a formulação, interferindo na estabilidade do produto.

Outros elementos que devem ser adicionados são os aditivos, eles são ingredientes que são colocados na formulação do produto para dar uma característica específica a ele, tais como: Agentes sequestrantes, antioxidantes, filtro solares, medicamentos, entre outros.

Também é necessário um diluente no produto, e a água acaba sendo a mais utilizada, porém ela deve ser tratada, destilada e ionizada para ser de boa qualidade ao produto.

2.5. Tensoativos

Um dos principais componentes do xampu é o surfactante, também chamado de tensoativo ou detergente (GOMES e PIRES, 2014). A molécula de um tensoativo apresenta uma porção lipofílica ou hidrofóbica (apolar) que tem afinidade⁴ por óleo, e outra porção hidrofílica (polar) que possui afinidade por água. Segundo Daltin (2011), essas características permitem que os tensoativos sejam utilizados como conciliadores dessas fases imiscíveis formando emulsões, espumas, suspensões, micro emulsões ou propiciando a umectação, formando filmes líquidos e divergência de superfície. Essas propriedades fazem com que os tensoativos sejam utilizados em aplicações diversas, como detergentes, agroquímicos, cosméticos, tintas, cerâmica, alimentos, tratamento de couros de têxteis, formulações farmacêuticas, óleos lubrificantes.

⁴Interação entre meios que apresentam polaridade semelhante.

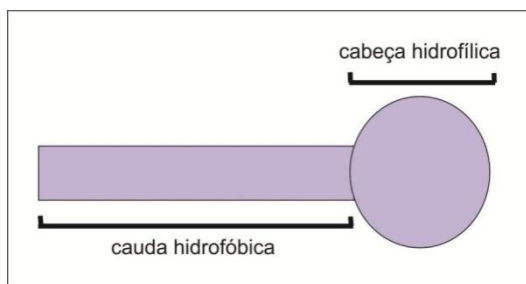


Figura 2: O mecanismo de atuação envolve adsorção nas interfaces do sistema. A parte hidrofóbica se liga aos lipídios do sebum e a parte hidrofílica se liga à água, propondo a remoção e o enxágue do material. Materiais que possuem essa característica em sua estrutura são chamados de anfifílicos, ou seja, tem afinidade pelas duas fases (GOMES; PIRES, et al ABRAHAM, 2009).

Para Rosen (2004), tensoativo é aquela substância que, quando presente, mesmo em pequenas concentrações em um sistema, possui a propriedade de adsorver a superfície ou a interface e alterar sua energia livre.

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 (já que a água apresenta as duas cargas) (DALTIM, 2011, P. 13). A polaridade é a principal característica a ser levada em conta quando se escolhe um tensoativo para uma determinada aplicação.

Em uma solução aquosa, a distorção da estrutura da água, pelo grupo hidrofóbico, diminui a entropia⁵ total do sistema, que é recuperada quando as moléculas do tensoativo são transportadas à superfície e as moléculas de água associadas são liberadas (LEITE, et al 2010. MYERS, 1999; ULLMANN, 1994). Já o grupo hidrofílico impede o tensoativo de ser expelido completamente como uma fase distinta, causando a concentração do mesmo na superfície, redução da tensão superficial da água e orientação das moléculas.

Daltin (2011, P. 26) afirma que:

“(...) Portanto, quando se dissolve um tensoativo em água, a solução terá sua tensão superficial diminuída em relação àquela da água inicial”. No entanto essa redução da tensão superficial é limitada principalmente por causa de dois fatores:

- 1. O atingimento do limite máximo de moléculas que podem ocupar a superfície água-ar da solução. Esse limite máximo é uma função da estrutura do tensoativo e de suas cargas.*
- 2. O tensoativo, para que seja solúvel em água, deve apresentar forças de atração com moléculas de água. Caso essas forças sejam muito fracas, o tensoativo não se*

⁵Grandeza termodinâmica que mede o grau de desorganização de um sistema.

solubiliza. Ou seja, existem forças de atração tensoativo-água que mantém parte da tensão superficial do líquido (...).”

2.5.1. Micela

Micelas são grandes agregados moleculares de dimensões coloidais (MANIASSO, 2001). Quando, em um dado volume, a concentração do número de moléculas de tensoativo é superior a um determinado valor, são induzidos choques entre as moléculas, proporcionando uma melhor organização destas, em um sistema mais estável termodinamicamente, formando estruturas bastante diferenciadas em função da concentração do tensoativo e da estrutura molecular do mesmo.

A concentração na qual essa estrutura é encontrada é a concentração micelar crítica (CMC), uma importante característica físico-química do tensoativo, pois define o comportamento em diferentes concentrações de cada um desses, sendo importante para a compreensão das possíveis aplicações (DALTIM, 2011).

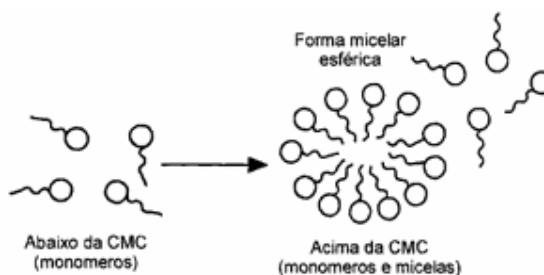


Figura 3: Formação do agregado micelar. Fonte: MANIASSO, N. 2001

2.5.2. Classificação dos Tensoativos

Os tensoativos podem ser classificados de diversas maneiras, como dispersantes, agentes espumantes, agentes molhantes ou similar. Porém, a classificação mais utilizada está relacionada ao seu caráter iônico (LEITE, 2010).

Os tensoativos são divididos em quatro categorias básicas: não iônicos, catiônicos, aniônicos e anfóteros. Cada um dos grupos tem diferentes qualidades de limpeza do couro cabeludo e dos fios de cabelo (GOMES; PIRES, et al 2014, ABRAHAM, 2009).

Reis (2013) classifica os tensoativos da seguinte maneira:

- Aniônico: Sofrem dissociação em meio aquoso formando ânion. São usados em xampus, sabonetes e cremes dentais. Exemplo: Lauril éter sulfato de sódio.

- **Catiônico:** Sofrem dissociação em meio aquoso formando cátions. São sais de amônio quaternário que irritam a pele e as mucosas. Não são utilizados em produtos para pele, somente em cremes para cabelos e amaciantes para roupas. Exemplo: Cloreto de distearildimônio.
- **Anfótero:** Possuem dupla polaridade. Em meio alcalino, formam tensoativos aniônicos e, em meio ácido, formam tensoativos catiônicos. Inibem a proliferação de bactérias. São usados em cremes para peles sensíveis, xampus para bebês e em xampus dois em um (que lava e condiciona). Exemplo: Cocoamidopropil betaína.
- **Não iônico:** Não se dissociam em meio aquoso. Possuem bom poder detergente, mas um fraco poder de espuma. São usados em xampus leves associados à tensoativos aniônicos ou anfóteros. Exemplo: Dietanolamida de ácido graxo de coco.

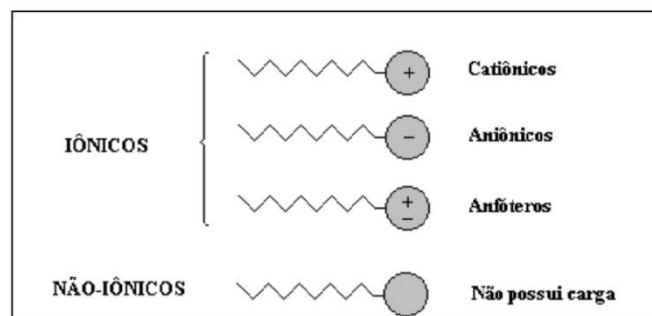


Figura 4: Representação da molécula do tensoativo, de acordo com a carga apresentada pela sua porção polar. Fonte: SILVA, 2008.

Daltin (2011) classifica os tensoativos em mais três categorias: organo-siliconados, poliméricos, e os tensoativos de origem natural (Green surfactants).

- **Tensoativos organo-siliconados:** O caráter hidrofóbico dos polímeros de silicone é ainda mais acentuado do que o obtido com uma cadeia de carbonos. Portanto, a substituição de uma cadeia carbônica por uma de átomos de silício aumenta a hidrofobicidade da molécula, permitindo cadeias apolares mais curtas com o mesmo efeito. Esses tensoativos, por apresentarem uma parcela da molécula muito hidrofóbica, se concentram muito fortemente na superfície, fazendo com que a densidade superficial de tensoativo seja muito grande. Isso reduz consideravelmente a tensão superficial entre a água e o gás, permitindo que a solubilidade do gás em água seja aumentada.

- Tensoativos poliméricos: Existem diversos polímeros solúveis ou dispersíveis em água, como a goma arábica, a pectina e as proteínas. Nesses tensoativos, as propriedades estarão mais pronunciadas se as partes hidrofóbica e lipofílica estiverem separadas dentro do polímero.
- Tensoativos de origem natural (Green surfactants): tensoativos produzidos a partir de matérias-primas animais ou vegetais por simples processos de extração e purificação sem sofrer modificações químicas que alterem sua estrutura. Porém o custo de extração e de produção de muitos desses tensoativos são elevados, podendo exceder o custo de produção de tensoativos sintéticos com os mesmos desempenhos.

2.5.3. Danos ao meio ambiente e biodegradabilidade dos tensoativos

A biodegradabilidade dos tensoativos está relacionada com o fato dele poder ser degradado pela natureza ou não, porém este pode ser biodegradável e ao mesmo tempo, trazer alterações ao ecossistema no qual se instala.

Existem ataques ao meio ambiente através dos tensoativos, como a eutrofização das águas que acontece quando há um acúmulo de matéria orgânica nos rios, lagos, oceanos, acarretando num aumento da quantidade de bactérias no meio. Esse aumento causa anoxia na água, ou seja, a falta de oxigênio, e devido a essa carência, vários seres aeróbios acabam morrendo. Essa matéria orgânica será degradada por bactérias anaeróbias que produzirão gases mais tóxicos que as aeróbicas produzem.

O mesmo fenômeno acontece quando há acúmulo de espuma nas águas, pois, impede a penetração de raios solares e trocas gasosas da água com a atmosfera, causando a morte de animais aquáticos e gerando dificuldades no tratamento de água para o consumo.

Os tensoativos biodegradáveis, os quais as bactérias conseguem degradar, são os que não têm cadeia carbônica ramificada (não apresentam o radical metil-CH₃). Já os tensoativos não biodegradáveis têm a cadeia ramificada, como por exemplo, o Dodecilbenzeno sulfonato de sódio que é um tensoativo poluente e foi muito usado no Brasil até 1981 (GAUTO, M. ROSA, G; 2013).

2.6. Emulsões

Emulsão é uma mistura heterogênea entre dois líquidos, onde um dos líquidos se encontra em fase dispersa, e o outro em fase contínua (o que está em maior quantidade). As

emulsões são instáveis, porém através da utilização de tensoativos pode ser atingida a estabilização das mesmas.

Pode ser tomado por exemplo a emulsão óleo-água (o/a), em que o óleo é a fase dispersa e, a água, a fase contínua. Quando se é adicionado o tensoativo, que está organizado em micelas, e agitado, este direciona para a superfície das gotículas de óleo formadas pela agitação. Quando o tensoativo se desloca, o número de micelas é reduzido, e o tensoativo forma uma camada sobre as gotículas. Quando usado um tensoativo iônico, essa superfície é carregada negativamente, atraindo moléculas de água, formando uma camada elétrica dupla em volta da gotícula de óleo, as gotículas então serão repelidas uma das outras, por terem uma carga eletrostática de mesmo sinal. Com isso elas podem se manter estáveis, pois ficaram separadas, reduzindo a possibilidade de coalescência (junção das gotículas de óleo) (DALTIM, 2011).

Porém, se ocorrer uma nova agitação, as gotículas podem voltar a coalescer. As micelas presentes na superfície da gotícula se deslocam, deixando um espaço que permite a coalescência entre elas. Isso ocorre principalmente por existirem espaços entre os tensoativos em volta da gotícula. Para o preenchimento, não são usados tensoativos de classes iguais, pois causaria repulsão entre os mesmos.

2.7. Detergência

Normalmente utilizamos a água como solvente quando buscamos limpar uma superfície, porém sujidades como o óleo, gordura e pó são apolares e o uso de solventes apolares é pouco viável, portanto deve-se utilizar um solvente polar junto de um tensoativo, que tem alta afinidade pelas superfícies criadas, oferecendo uma mistura equilibrada entre a sujeira apolar e a água polar (DALTIM, 2011).

Geralmente são usados tensoativos aniônicos que contém concentração micelar crítica maior para a remoção de sujidades oleosas, onde ocorre o mesmo efeito da formação de uma emulsão. As micelas do tensoativo ocupam a superfície, e se sobrar micelas suficientes, existe uma tendência das moléculas destas micelas tentarem se posicionar nesta superfície, gerando uma força que busca expandir o tamanho deste espaço para que haja um número maior de moléculas estabilizadas. Com isso a sujidade é expulsa da superfície. O que pode ajudar a acelerar o processo é o aquecimento, pois a viscosidade da sujeira é reduzida, tornando mais fácil a deformação de sua superfície (DALTIM, 2011).

Ao final do efeito da detergência, a sujidade oleosa forma uma emulsão. Para uma boa detergência é importante que a estabilização da emulsão, que é feita por um tensoativo aniônico, ocorra para manter a sujidade suspensa até a hora do enxágue. Caso isso não aconteça, haverá o efeito de redeposição da sujeira na superfície que já havia sido limpa. Para que não haja este efeito, o tensoativo deve se estabilizar na superfície que foi limpa. A concentração deste tensoativo deve garantir que existirá uma repulsão entre as gotículas de sujidades e a superfície limpa.

Quando é realizada a lavagem de cabelo usando tensoativos, toda a sujeira é retirada, incluindo a gordura e a cera que são benéficas para o fio, para a lubrificação e brilho. Sendo assim, é feito o condicionamento dos cabelos, utilizando tensoativos catiônicos.

2.8. Espuma

Apesar do que muitos acreditam a espuma nem sempre está ligada a uma boa limpeza, já que muitas vezes ela pode torná-la menos eficaz. Nos xampus a função da espuma é deixar as sujidades suspensas até a hora do enxague, impedir que o tensoativo seja levado pela água em um tempo muito curto, e arrastar as sujidades que estão em forma sólida nos fios (DALTIM, 2011).

Quando agitamos uma solução com tensoativo de concentração micelar crítica, pequenas bolhas de ar entram na solução e formam novas superfícies de água e ar, parecido com o processo de formação das emulsões de óleo em água. O tensoativo se desloca para recobrir essas superfícies de ar criadas pela agitação, fazendo com que sua densidade seja ainda menor do que a da água, e então passe a se direcionar para a superfície da solução.

Como o tensoativo está com uma concentração micelar crítica, a superfície da solução estará coberta por tensoativo que está carregado negativamente. Sendo assim, quando a bolha se dirige para a superfície ela será repelida, pois também apresenta uma carga negativa. Este processo forma um filme líquido, que é a deformação da superfície da bolha e da solução, que passa a obter duas superfícies de ar, uma voltada para o interior da bolha, e outra para a atmosfera. Quando a parte polar do tensoativo apresentar uma grande quantidade de carga, maior será a repelência entre as camadas, e mais espesso será o filme líquido, ou seja, a espessura deste filme é diretamente proporcional a força de repelência. Então tensoativos que possuem uma grande quantidade de espuma, apresentam um alto valor de carga eletrostática (DALTIM, 2011).

O tempo de vida da bolha está relacionado a sua estabilidade. A estabilidade da espuma depende da espessura do filme líquido e da capacidade do tensoativo de evitar que a água desse filme flua em pouco tempo, pois sua espessura diminui muito neste processo. Quando isso acontece, a bolha não possui mais capacidade para manter o gás dentro dela, e estoura.

A formação da espuma é considerada uma nova fase pois quando ocupa espaço dentro do recipiente, diminui o espaço útil da solução, e retira parte do tensoativo, reduzindo o número de micelas contido nela. Como a emulsão e a detergência precisam da presença de uma grande quantidade de micelas na solução para que seu processo seja realizado com eficácia, a formação de espuma pode reduzir a eficiência desses pelo fato de retirar as micelas da solução.

Com o tempo, os fabricantes criaram tensoativos com moléculas capazes de estabilizar melhor a espuma, dentre eles o tensoativo aniônico Lauril Sulfato de Sódio, capaz de formar uma espuma rica e estável. Sua molécula possui quatro átomos de oxigênio que, sendo altamente eletronegativo, tornam parte da molécula polar (polo negativo). Assim, o polo positivo da molécula de água (onde estão os hidrogênios) é atraído pelo polo negativo da molécula de Lauril Sulfato de Sódio, fazendo como que está se torne solvatada. Essa organização acontece quando as moléculas de Lauril estão na interface do filme líquido da bolha de espuma, diminuindo o tempo de escorrimento da água, devido à parte negativa da molécula de LSS atrair a parte positiva da água, fazendo então que a passagem de água seja reduzida, desta forma o tempo de vida das bolhas aumenta. O LSS também reduz a tensão superficial, o que é importante para a formação das bolhas, pois elas podem ser formadas com a mesma energia de agitação com a tensão reduzida (DALVIN, 2011).

2.9. Lauril (Éter) Sulfato de Sódio

Os tensoativos aniônicos são usados em vários cosméticos. Segundo o Instituto Nacional do Câncer (INCA), o Lauril Éter Sulfato de Sódio (LESS) pode ser denominado também de: Lauril sulfato de sódio (LSS), sodium laureth sulfate (SLES) ou sodium lauryl sulfate (SLS).

O Lauril Sulfato de Sódio (LSS), cuja fórmula molecular é $C_{12}H_{25}NaO_4S$, é um tensoativo aniônico presente em diversos cosméticos e produtos de higiene pessoal (MAPRIC, 2006).

Um tensoativo sulfatado é formado a partir da reação entre um álcool graxo ou um ácido graxo com SO_3 . Essa reação irá acontecer na hidroxila do álcool ou do ácido, formando um grupo mais polar, o grupo sulfato ou $-OSO_3^{-2}$ (DALTIM, 2011).

Álcoois sulfatados e álcoois etoxilados sulfatados compõem um importante e grande grupo dentro dos tensoativos aniônicos e são muito utilizados em detergentes, já que este é um produto sulfatado (DALTIM, 2011).

O Lauril Éter Sulfato de Sódio (LESS), de fórmula molecular $C_{12}H_{25}NaO_5S$, assim como o LSS é um tensoativo aniônico, porém apresenta um oxigênio como heteroátomo na cadeia principal, ou seja, o grupo funcional éter (USIQUIMICA DO BRASIL LTDA, 2009).

Na preparação de álcoois etoxilados sulfatados (ou éter sulfatos) há a formação de glicóis que é a reação do óxido de eteno com a água residual do álcool ou com a água de dissolução do catalisador. Porém o excesso de glicóis, na sulfatação com SO_3 , produz quantidades significativas de 1,4-dioxana que é muito tóxica. Sendo assim, é essencial a remoção da dioxana ou o uso de álcoois etoxilados com baixos teores de glicóis (DALTIM, 2011).

2.9.1 Lauril e seus danos ao cabelo

Assim como outros surfactantes aniônicos, o uso de lauril em xampus é conhecido por ressecar o fio, deixando-o opaco. A interação entre o fio e o LSS é eletrostática e ocorre entre o ânion sulfato e a parte positiva dos sítios ativos da proteína do fio, e da interação hidrofóbica entre a cadeia alifática do LSS e da parte apolar desses sítios (WAGNER, 2003). O resultado dessas interações é a dissolução de proteínas e lipídios. A capacidade de dissolução aumenta conforme o tempo e a quantidade de LSS que o cabelo recebe.

O LSS e o LESS não devem ser usados em concentrações maiores que 50%, assim garantindo que não haverá mudança na genética do fio (ANVISA, 2005).

2.10. Reologia

O termo reologia vem do grego “*rheo*” e “*logos*”, que significa fluxo e estudo respectivamente. Portanto a reologia é a ciência que estuda a deformação e o escoamento de corpos sólidos ou fluídos (gases ou líquidos), quando submetidos a um processamento em determinadas condições, como, por exemplo, tensão, velocidade e temperatura (CASTRO, 2002).

Os materiais possuem um comportamento reológico muito variado, pois além da sua própria natureza, eles podem apresentar um comportamento diferente para cada condição a que são submetidos, sendo assim, não é possível descrever seu comportamento por apenas uma lei constitutiva que apresente todas estas variáveis necessárias e que possa ser executado em todas as circunstâncias.

Na reologia os materiais podem apresentar três características, estas são definidas por: Fluido perfeito, sólido linear elástico ou material viscoelástico (CASTRO, 2002).

Fluido perfeito: Este fluido é uma clara representação dos fluidos reais, ou seja, não é possível ser reprimido, e nenhuma tensão tangencial pode agir sobre os elementos presentes nele.

A resistência ao escoamento é dada pela viscosidade, em que ela é resultado do atrito entre as camadas do fluido. Quando esta viscosidade é constante, independentemente da velocidade da deformação ou do tempo, o fluido segue a Lei de Newton, portanto é considerado newtoniano.

Sólido linear elástico: O Sólido linear elástico, ou sólido de Hooke, apresenta uma relação proporcional do tempo entre as tensões e deformações, ou seja, quando a tensão que foi aplicada for removida, há uma recuperação total da deformação.

Material viscoelástico: A variação de viscosidade com a velocidade de deformação é um comportamento não descrito pela Lei de Newton, estes fluídos são denominados não-newtonianos ou materiais viscoelásticos.

Um material viscoelástico apresenta característica de um fluido viscoso e de um sólido elástico, pois geralmente são compostos por suspensões coloidais de partículas flexíveis, que formam ligações temporárias estabelecendo redes razoavelmente organizadas, que tem forma de emulsão ou gel. Isso pode ocorrer por haver uma dependência da

viscosidade em relação à velocidade da deformação ou do tempo, esta dependência ocorre por o fluido apresentar características não-newtonianas.

Quando a viscosidade de um fluido diminui enquanto a velocidade de deformação aumenta, ocorre um comportamento denominado reofluidificantes.

Se as moléculas do fluido são simétricas, ocorrerá um entrelaçamento entre si e formarão ligações temporárias. Quanto mais a solução estiver concentrada, mais chances dessas moléculas formarem ligações, pois estarão mais próximas, sendo assim, maior será a sua viscosidade.

Quando um fluido é agitado, as ligações são rompidas de forma temporária, e se neste momento a velocidade de deformação aumentar, menor será as chances destas ligações se reestabelecerem, conseqüentemente, a medida que a velocidade de deformação aumenta, a viscosidade diminui.

Quando a viscosidade aumenta junto com a velocidade de deformação (comportamento não-newtoniano), é denominado reoespessante. Neste fenômeno, quando a velocidade de deformação aumenta, as partículas bloqueiam-se e aumentam a resistência ao escoamento, aumentando portanto, a viscosidade.

Dependência da viscosidade em relação ao tempo: neste, existem também dois tipos de comportamento, a tixotropia que diminui a viscosidade com o tempo de deformação, e a antitixotropia que consiste no aumento de viscosidade com o tempo.

2.11. Espessantes

De acordo com a ANVISA os espessantes são usados para dar mais viscosidade melhorando sua consistência (BRASIL, 1997). Os espessantes mais utilizados são:

- Eletrólitos: (NaCl, NH₄Cl, sais, bases, ácidos) (GOMES, M. PIRES, J. C. 2014);
- Amidas: Etanamida, N-Etil-Etanamida;
- Polímeros: gomas, hidrocolóides;
- Derivados da celulose: Hidroxietil Celulose;
- Polissacarídeos: proteínas carragena, alginatos;

Os xampus perolados devem apresentar uma viscosidade mínima de 2500 cP (centipoise), entretanto, a mais recomendada é entre 3000 cP e 4000 cP (MARCOS, J., 2015), sendo que no sistema internacional (SI):

- $c = \text{centi} = 10^{-2}$
- $P = g \cdot (cm \cdot s)^{-1}$

Onde:

- P = Poise

- g = grama

- cm = centímetros

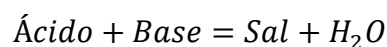
- s = segundos

2.12. Sais

Para GOMES e PIRES (2014), atualmente os xampus denominados sem sal são mais aceitos pelo consumidor, isso se deve à influência do marketing sobre os produtos, onde os xampus sem adição de sais seriam supostamente melhores que os xampus com o sal.

Em geral o Cloreto de Sódio é visto como o produto que leva o cabelo a ficar opaco e quebradiço, mas isto em geral se dá porque os detergentes, que são os principais elementos nas formulações de xampus são formados por bases fortes que quando reagem com água tendem a deixar o meio alcalino, entretanto, a pele e seus anexos são ácidos, portanto quando a base reage com o ácido poderão ocorrer alterações na estrutura capilar (GOMES, M. PIRES, J. C., 2014).

Os sais podem ser compreendidos como compostos iônicos que, em solução aquosa, se dissociam, formando pelo menos um cátion diferente do hidrogênio, $H^+_{(aq)}$, e um ânion diferente da hidroxila, $OH^-_{(aq)}$, e do oxigênio, $O^{2-}_{(aq)}$. Os sais podem ser obtidos através de reações de neutralização, onde um ácido e uma base reagem entre si formando sal e água (TEIXEIRA, 2016), o que pode ser visualizado na seguinte equação química:



Os sais podem ser divididos em três categorias: sais neutros, sais ácidos e sais básicos. Quando ocorre a neutralização total, o sal é chamado de neutro ou normal, já os sais

formados de uma neutralização parcial podem ser considerados básicos ou ácidos, quando apresentam o grupo básico (OH) são chamados de sais básicos, e os que apresentam o grupo ácido (H⁺) são chamados de sais ácidos.

O sal que está presente na maioria dos xampus é o Cloreto de Sódio (NaCl), e sua função é dar viscosidade ao produto através da interação com agentes tensoativos. Além disso, o Cloreto de Sódio limpa e retira os resíduos dos fios, faz espuma e atua como um agente espessante. Entretanto, o sal pode ser substituído por outros compostos que realizam a mesma função (GOMES, M. PIRES, J. C., 2014).

O Cloreto de Sódio é o sal mais utilizado nos xampus por ser mais barato, eficiente, consegue se dissolver totalmente nas formulações e não se adere ao fio de cabelo.

Gomes e Pires (2014) afirmam ainda que o sal também pode ser obtido através de uma reação química com o Lauril Sulfato de Sódio, a grande maioria dos xampus o usa como um tensoativo.

3. METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa quantitativa, já que visa identificar a concentração do tensoativo Lauril Sulfato de Sódio (LSS) em diferentes xampus, além disso, ao decorrer da pesquisa também foram feitas análises da viscosidade, do pH e da densidade de cada amostra de xampu. Inicialmente, este projeto se propôs a um aprofundamento na pesquisa bibliográfica, a fim de aumentar os conhecimentos e os dados necessários ao desenvolvimento das argumentações e proposições a respeito dos dados quantitativos coletados sobre o Lauril Sulfato de Sódio nos xampus.

Para a análise foram usados oito xampus diferentes entre si, que foram selecionados através de critérios em relação aos componentes contidos no rótulo e ao preço do mesmo, visto que estas características serão essenciais para comparações posteriores. Os dados dos xampus selecionados para a pesquisa estão dispostos no quadro 1:

Quadro 1: Informações dos Xampus selecionados para a análise.

Xampus	Tipo de xampu	Sal	Preço (R\$)
1	Perolado	Sem Sal	15,90/300ml

2	Leitoso	Sem Sal	15,99/400ml
3	Leitoso	Com Sal	15,99/400ml
4	Leitoso	Sem Sal	15,90/300ml
5	Perolado	Com Sal	4,99/350ml
6	Perolado	Sem Sal	4,99/350ml
7	Transparente	Com Sal	10,99/400ml
8	Perolado	Sem Sal	10,99/400ml

Fonte: Elaborado pelo Grupo.

Ao todo foram comprados xampus de 4 marcas diferentes, sendo 3 modelos com sal e 5 modelos sem sal. Quanto aos preços dos produtos foram selecionados 2 xampus com preços de até 6,00 reais, 2 xampus com preços entre 6,00 e 12,00 reais e por fim 4 xampus com preços entre 12,00 e 16,00 reais.

3.1. Análise da concentração do LSS

A análise do tensoativo foi baseada num método titulométrico disponibilizado pela ANVISA (2008) em sua segunda edição da revista “Guia de controle de qualidade de produtos cosméticos” que conta com a participação de vários profissionais da área. O método está disponível no Anexo 1.

A técnica consiste basicamente em calcular a concentração do Lauril Sulfato de Sódio a partir dos dados quantitativos coletados de algumas titulações. As amostras de xampus a serem tituladas foram preparadas em um sistema de refluxo junto ao Ácido Sulfúrico. Os experimentos foram realizados nos dias 23 e 24 de novembro de 2015 a 23° C e 1 atm.

3.1.1. Sistemas de Refluxo

Esta é uma técnica que consiste extrair um material através de um solvente em ebulição, que ficará contido em um recipiente vinculado a um condensador, que recupera as gotas condensadas de solvente, de volta para a solução. Devido a um revestimento externo, onde a água fica em constante movimento em volta do condensador, é possível manter o sistema em temperatura ambiente (TRINDADE, 2010).

Para a preparação das amostras de xampus foram montados ao todo 8 sistemas de refluxo conforme ilustrado na figura 5. Então foram preparadas soluções que continham 15g

de xampu e 75 ml de Ácido Sulfúrico 0,5 mol feita pela equipe. Essas soluções foram mantidas em refluxo durante 4 horas.

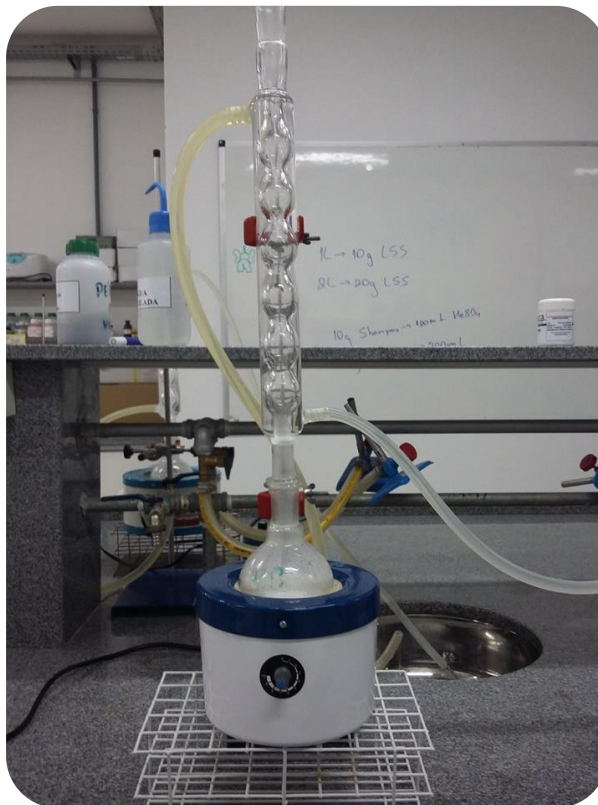


Figura 5: Sistema de Refluxo montado pelo grupo.

Fonte: Foto tirada pelo grupo.

3.1.2. Titulações

A titulação é um método analítico que visa analisar a quantidade desconhecida de um composto através de uma reação com um reagente padrão (ou padronizado) e do respectivo componente (TRINDADE, 2010).

Quando o composto desconhecido é ácido, usa-se uma base de concentração conhecida para descobrir a concentração do mesmo, ou vice-versa. Quando se adiciona uma mesma quantidade tanto do ácido como da base, ocorrerá o ponto de viragem, que acontece devido à presença de um indicador ácido-base (TRINDADE, 2010).

Sabendo que durante as 4 horas de refluxo é formado o ácido dodecil sulfonato, basta fazer uma simples titulação ácido-base para poder calcular a concentração do ácido na amostra. Portanto, foi retirado e se separou a solução formada em várias amostras de 10 ml

cada uma e adicionou 3 gotas de fenolftaleína, para então fazer uma titulação ácido-base em triplicata.

Então foram preparados vários sistemas de titulação conforme ilustrado na figura 6:



Figura 6: Sistema de titulação montado pelo grupo

Fonte: Foto tirada pelo grupo

Para fazer a titulação a equipe preparou uma solução de Hidróxido de Sódio um mol.

3.1.3. Cálculos

Para melhor compreender e analisar como é feito a determinação da concentração do LSS nos xampus, os cálculos e as suas analogias foram deslocados para os resultados e discussões.

3.2. Análise de Viscosidade

A presente pesquisa também tinha como um objetivo identificar a viscosidade de cada xampu, pois o tensoativo Lauril Sulfato de Sódio é um sal orgânico, e uma de suas funções é dar viscosidade ao xampu, ou seja, aumentar a resistência ao escoamento atuando então, como um agente espessante.

Como já foi ressaltado no trabalho a resistência ao escoamento é dada pela viscosidade, em que ela é resultado do atrito entre as camadas do fluído. Quando esta viscosidade é constante, independentemente da velocidade da deformação ou do tempo, o fluído segue as Lei de Newton, portanto é considerado um fluído newtoniano.

3.2.1. Viscosímetro Cup Ford

Para determinar a viscosidade desses fluídos newtonianos, pode se utilizar um aparelho chamado de Viscosímetro Cup Ford, que mede a viscosidade através da determinação do tempo de escoamento de um líquido, essas expressas através das leis de Newton, a 25°C. A forma na qual deve ser manuseada o viscosímetro foi obtida através do manual do mesmo, o qual está disponível no anexo 2.

Durante os experimentos para a determinação da viscosidade, notamos que o escoamento dos xampus era descontínuo, ou seja, a viscosidade dos xampus era muito alta para ser medida no viscosímetro Cup Ford. Após um aprofundamento na reologia, observamos que os xampus são fluídos newtonianos, porém pela sua viscosidade ser muito elevada, seria necessário um orifício de escoamento maior dos quais estavam disponíveis no laboratório. Portanto, não foi possível verificar as viscosidades dos xampus utilizando o viscosímetro Cup Ford, necessitando assim de equipamentos mais modernos.

Buscando cumprir com os objetivos propostos no projeto, procuramos um equipamento chamado viscosímetro Brookfield, que consegue analisar fluídos muito viscosos como os xampus. Portanto, devido à falta do equipamento no laboratório, a análise da viscosidade por falta foi feita a pedido do grupo, por um profissional da área usando um equipamento de sua empresa. A forma na qual foi manuseado esse viscosímetro de Brookfield foi obtida através do manual do mesmo, o qual está disponível no anexo 3.

Através do desvio padrão é possível assegurar a veracidade dos dados adquiridos, já que foram obtidos desvios menores que um ponto percentual, onde a média da viscosidade para cada amostra pode variar de mais para menos, conforme o seu desvio padrão.

3.3. Análise da Densidade

Para analisar a densidade de cada xampu o grupo utilizou uma balança semi-analítica e uma proveta. Inicialmente pesamos a proveta vazia e taramos a balança semi-analítica, conseguinte colocamos exatamente 10 ml de xampu e pesamos novamente. Esse procedimento foi realizado em triplicata e foi feita a média dos valores obtidos.

Para calcular a densidade utilizamos a fórmula da densidade:

$$D = \frac{m}{V}$$

Em que:

D = Densidade (g/ml)

M = Massa (g)

V = Volume (ml)

3.4. Análise do pH

A fim de analisar o pH dos xampus foi utilizado um equipamento disponível no laboratório chamado de peagâmetro. Antes de começar a análise, o peagâmetro foi devidamente calibrado com duas soluções de tampão, com pH 4 e 6, respectivamente. Após a calibragem, foi utilizado água destilada e papel para limpar o orifício do peagâmetro.

Conseguinte, o orifício do peagâmetro foi mergulhado em cada amostra de xampu, obtendo-se assim o pH do produto.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

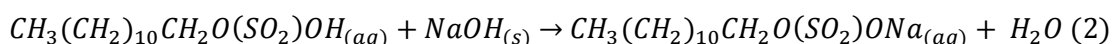
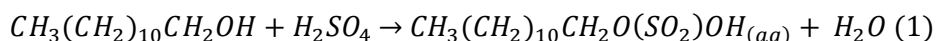
A presente pesquisa tem por objetivo principal determinar a concentração do lauril sulfato de sódio em diferentes xampus, além de analisar determinadas características e

propriedades dos produtos, para verificar quais dessas particularidades levam o xampu a ter a maior quantidade deste surfactante.

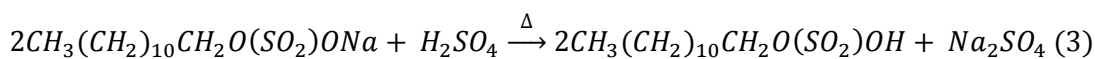
Portanto, foram selecionados oito xampus para serem estudados na pesquisa experimental, sendo que desses oito, quatro são de marcas diferentes. Quanto as características e propriedades, foram analisados os componentes do rótulo, o pH, a densidade, presença de sal (NaCl), tipos de xampu (perolado, transparente ou leitoso) e a viscosidade.

4.1. Concentração do LSS

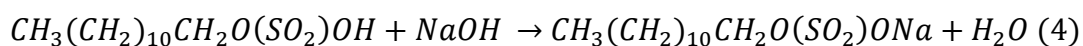
Através da pesquisa bibliográfica verificamos que o LSS é produzido industrialmente pela reação do ácido sulfúrico com dodecanol, ou seja, uma esterificação com um ácido inorgânico, que forma o Ácido Dodecil Sulfonato e água (equação 1). O ácido então formado sofre uma neutralização com hidróxido de sódio para originar o sal orgânico Lauril Sulfato de Sódio (equação 2) (QNINT, Química Nova Interativa).



Estudando essa reação e procurando entender o que ocorre durante as 4 horas de refluxo, percebemos que quando adicionamos o Ácido Sulfúrico no xampu, ele reage com o Lauril Sulfato de Sódio fazendo com que o tensoativo volte a ser o ácido dodecil sulfonato (equação 3).



No refluxo há uma reação entre o lauril sulfato de sódio e o ácido sulfúrico, resultando no ácido dodecil sulfonato. Portanto, na titulação ácido-base o ácido dodecil sulfonato formado sofre uma neutralização com o Hidróxido de Sódio formando novamente o Lauril Sulfato de Sódio e água (equação 4).



Para calcularmos a concentração do tensoativo no xampu é necessário identificar a concentração do ácido dodecil sulfonato na amostra, e como sabemos que a proporção da reação de neutralização é de 1 mol de ácido dodecil sulfonato para 1 mol de hidróxido de sódio, podemos estabelecer a seguinte relação (equação 5):

$$M_{NaOH} \cdot V_{NaOH} = M_{\text{Ácido dodecil sulfonato}} \cdot V_{\text{Ácido Dodecil Sulfonato}} \quad (5)$$

Onde:

M_{NaOH} = Concentração do Hidróxido de Sódio em mol/L.

$M_{\text{Ácid. Dodecil Sulfonato}}$ = Concentração do ácido dodecil sulfonato na amostra.

V_{NaOH} = Volume de NaOH utilizado na titulação (Média, em ml)

$V_{\text{Ácido Dodecil Sulfonato}}$ = Volume de amostra utilizado na titulação (10 ml)

Os resultados da titulação estão dispostos no quadro 2:

Quadro 2: Volumes de NaOH utilizados para neutralizar a amostra

Amostra/Xampu	1ª Titulação	2ª Titulação	3ª Titulação	Média
1	6,40 ml	6,45 ml	6,60 ml	6,48 ml
2	6,50 ml	6,55 ml	6,60 ml	6,55 ml
3	6,30 ml	6,25ml	6,35 ml	6,30 ml
4	6,55 ml	6,75 ml	6,55 ml	6,62 ml
5	6,15 ml	6,25 ml	6,15 ml	6,18 ml
6	6,25 ml	6,35 ml	6,25 ml	6,28 ml
7	6,30 ml	6,25 ml	6,35 ml	6,30 ml
8	6,45 ml	6,5 ml	6,45 ml	6,46 ml

Fonte: Elaborado pelo Grupo

Substituindo os respectivos valores obtidos da titulação da amostra 6 na equação obtemos:

$$M_{NaOH} \cdot V_{NaOH} = M_{\text{Ácido dodecil sulfonato}} \cdot V_{\text{Ácido dodecil sulfonato}}$$

$$1 \text{ mol/L} \cdot 6,33 \text{ ml} = M_{\text{Ácido dodecil sulfonato}} \cdot 10 \text{ ml}$$

$$M_{\text{Ácido dodecil sulfonato}} = 0,628 \text{ mol/L}$$

Assim descobrimos a concentração do ácido na amostra em mol/L, a partir desse resultado e da massa molar do ácido dodecil sulfonato podemos calcular massa total de ácido que está presente em 1 litro de xampu:

Massa Molar do ácido = 266 g/mol

$$266g \rightarrow 1 \text{ mol ácido}$$

$$X g \rightarrow 0,628 \text{ mol ácido}$$

$$X = 167,04 \text{ g/L de xampu}$$

Se observarmos a reação que ocorre ainda no refluxo (equação 3), percebemos que a cada 1 mol de Lauril Sulfato de Sódio que reage com 1 mol de ácido sulfúrico, são formados exatamente 1 mol de ácido dodecil sulfonato. Logo podemos calcular qual é a massa de lauril Sulfato de Sódio presente em uma embalagem quem contém um conteúdo líquido total de 325 ml:

$$167,04 g \rightarrow 1000 \text{ ml}$$

$$X g \rightarrow 325 \text{ ml}$$

$$X = 54,29 \text{ g/325ml de xampu}$$

Agora é possível determinar a concentração do tensoativo na embalagem do xampu em massa/volume (m/v):

$$\frac{m}{V} = \frac{54,29 \text{ g}}{325 \text{ ml}} = 0,1670 \text{ g/ml} = 16,70\% (m/v)$$

Todos os cálculos foram repetidos para cada amostra de xampu, as respectivas concentrações obtidas estão dispostas no quadro 3:

Quadro 3: Concentração de LSS nas amostras analisadas.

Xampus	Tipo de xampu	Sal	Conteúdo Líquido	Concentração (m/v)
1	Perolado	Sem Sal	300 ml	17,24%
2	Leitoso	Sem Sal	400 ml	17,42%
3	Leitoso	Com Sal	400 ml	16,75%
4	Leitoso	Sem Sal	300 ml	17,60%
5	Perolado	Com Sal	350 ml	16,43%
6	Perolado	Sem Sal	325 ml	16,70%

7	Transparente	Com Sal	400 ml	16,76%
8	Perolado	Sem Sal	400 ml	17,18%

Fonte: Elaborado pelo grupo.

A partir da concentração do LSS e das outras propriedades físico-químicas analisadas nos xampus (viscosidade; densidade e pH) foi possível construir o quadro 4 com todos os parâmetros analisados nos xampus:

Quadro 4: Parâmetros físico-químicos dos xampus.

Xampus	Tipo de xampu	Sal	Viscosidade (cP)	pH	Densidade (g/ml)	Concentração (m/v)	Preço R\$/L
1	Perolado	Sem Sal	708,31	6,47	0,92	17,24%	53
2	Leitoso	Sem Sal	673,75	5,32	0,84	17,42%	39,97
3	Leitoso	Com Sal	736,88	5,15	0,96	16,75%	39,97
4	Leitoso	Sem Sal	820,81	4,62	0,94	17,60%	53
5	Perolado	Com Sal	772,69	6,24	0,96	16,43%	14,28
6	Perolado	Sem Sal	573,56	6,15	0,93	16,70%	14,28
7	Transparente	Com Sal	767,31	5,2	0,83	16,76%	27,47
8	Perolado	Sem Sal	731,69	5,45	0,91	17,18%	27,47

Fonte: Elaborado pelo Grupo.

Dentre as amostras analisadas, aquele que apresentou a maior concentração de Lauril Sulfato de Sódio foi o xampu 4 que é leitoso e não apresenta cloreto de sódio em sua composição, além disso a sua viscosidade está entre a maior entre todos os produtos, 820,81cP. Do mesmo modo o xampu 4, possui o maior preço entre todos os xampus adquiridos pelo grupo, e ainda apresenta um potencial hidrogeniônico baixo, ou seja, um pH ácido de 4, que pode danificar os cabelos.

Como já foi dito o xampu 4 é um xampu leitoso e hidratante, logo ele conta com muitos agentes hidratantes em sua composição e possivelmente ele apresenta uma maior quantidade de lauril sulfato de sódio para melhorar a limpeza dos cabelos, sem ressecar os fios, portanto em seu preço pode estar agregado o valor dos agentes hidratantes e tensoativos.

4.2. Viscosidade

Como já foi visto na fundamentação teórica o cloreto de sódio (NaCl) é o agente espessante mais utilizado no ajuste da viscosidade na maioria das formulações dos xampus. Ele aumenta a viscosidade do produto através da interação com agentes tensoativos, que no caso dos xampus analisados é o lauril sulfato de sódio.

A presença desse eletrólito nos xampus é um assunto muito enfatizado hoje em dia, pois geralmente, o Cloreto de Sódio é visto como o produto que leva o cabelo a ficar opaco e quebradiço, mas isto em geral se dá porque os detergentes, que são os principais elementos nas formulações de xampus são formados por bases fortes que quando reagem com água tendem a deixar o meio alcalino, entretanto, a pele e seus anexos são ácidos, portanto quando a base reage com o ácido poderão ocorrer alterações na estrutura capilar. Pode se destacar também a ação dos tensoativos sobre a camada hidrolipídica do cabelo, que acaba muitas vezes retirando essa proteção natural do cabelo (GOMES, M. PIRES, J. C., 2014).

A partir dos dados obtidos com o procedimento foi elaborado o quadro 5:

Quadro 5: Viscosidade dos Xampus

Amostra	Teste 1	Teste 2	Teste 3	Média (KU)	Média (cP)	Desvio Padrão
1	112,4	113,6	114	113,33	708,31	0,8326664
2	107,8	107,8	107,8	107,80	673,75	0
3	117,8	117,9	118	117,90	736,88	0,1
4	131	131,4	131,6	131,33	820,81	0,305505046
5	123,6	123,6	123,7	123,63	772,69	0,057735027
6	91,8	91,8	91,7	91,77	573,56	0,057735027
7	122,8	122,7	122,8	122,77	767,31	0,057735027
8	117	117,1	117,1	117,07	731,69	0,057735027

Fonte: Elaborado pelo grupo.

Na presente pesquisa foram utilizados ao todo oito xampus, sendo cinco sem sal e três com sal. Com base dos dados obtidos não foi observado quaisquer relações entre a viscosidade e a presença de sal. Isso se deve provavelmente ao fato de que os xampus sem sal possuem outros compostos (eletrólitos, amidas, betaínas) que realizam o espessamento do produto. Como não houve grande variação da concentração do LSS nos xampus, pode-se concluir também que a concentração do tensoativo usado no xampu, não é diretamente proporcional a viscosidade do produto, já que foram obtidas diferentes viscosidades e concentrações de LSS muito parecidas.

No quadro 5 também foi possível notar que os xampus denominados “com sal”, têm as menores concentrações de LSS, quando comparados com os xampus sem sal, isso pode acontecer devido ao cloreto de sódio (NaCl) e o LSS agirem como um agente espessante. O LSS por ser um sal orgânico, ele pode agir tanto como um agente tensoativo como um agente espessante, e talvez para atingir a viscosidade desejada no xampu, se faz necessário uma

menor concentração desse surfactante. Por exemplo, a amostra do xampu seis tem um maior teor de LSS que o quinto, sendo que ambos são da mesma marca e do mesmo tipo, perolados. Porém, o xampu seis não contém adição de sal que pode ser a causa de sua viscosidade ser mais elevada que o xampu cinco, tendo em vista que o sal é um espessante, é possível entender porque este sexto contém mais LSS, que além de efetuar sua função como tensoativo, também age como espessante, na tentativa de suprir a falta do sal.

4.3. Componentes do rótulo

A fim de melhor compreender a relação entre a concentração do LSS e a formulação dos xampus analisados, foi elaborado o quadro 6 com o rótulo da embalagem:

Quadro 6: Tabela com os componentes do rótulo.

Xampu	Tipo de Xampu	Rótulo da Embalagem
1	Perolado	Água, Cocamide DEA, cocamidopropyl betaine, parfum (fragrance), glycol distearate, cocamide mea, argania spinosa kernel oil, citric acid, polyquaternium-7, magnesium nitrate, methylchloroisothiazolinone, magnesium chloride, sodium laureth sulfate, methylisothiazolinone, CI 19140, butylphenyl methylpropional, hydroxycitronellal, benzyl salicylate, coumarin, benzyl benzoate
2	Leitoso	Água, sodium laureth sulfate, dimethicone, glycol distearate, coco-betaine, guar hydroxypropyltrimonium chloride, cocamide mipa, sodium benzoate, hydroxypropyltrimonium hydrolyzed wheat protein, sodium cocoate, sodium hydroxide, arginine, salicylic acid, xylose, carbomer, serine, disodium cocoamphodiacetate, potassium chloride, methyl cocoate, citric acid, glutamic acid, hexylene glycol, hexyl cinnamal, parfum/fragrance.
3	Leitoso	Água, sodium laureth sulfate, sodium lauryl sulfate, coco-betaine, glycol distearate, sodium chloride, hexylene glycol, guar hydroxypropyltrimonium chloride, lactic acid, sodium benzoate, sodium hydroxide, trideceth-6, salicylic acid, limonene, linalool, benzyl salicylate, benzyl alcohol, amodimethicone, 2-oleamido-1, 3-octadecanediol, carbomer, butylphenyl methylpropional, cetrimonium chloride, citric acid, hexyl cinnamal, parfum/fragrance.
4	Leitoso	Água, sodium laureth sulfat, glycol distearate, sodium cocoamphoacaetate, cocamidopropyl bentaine, hidroxymethylcellulose, parfum(fragrance), imidazolidinyl urea, phenoxyethanol, styrene/vp copolimer, cetyl alcohol, propylene glycol, citric acid, ethylparaben, methylparaben, propylparaben, hexyl cinnamal, butylphenyl methylpropional, vaccinium macrocarpon seed oil, tamarindus indica fruit extract, sorbic acid, magnesium nitrate, methylchloroisothiazoline, magnesium chloride, methylisothiazolinone caviar extract, potassium sorbate, sodium benzoate, tetrasodium ecda.
5	Perolado	Água, sodium laureth sulfate, cocamidopropyl betaine, sodium chloride, parfum, glycol distearate, carbomer, cocamide mea, disodium EDTA, hydroxypropyl methylcellulose, guar hydroxypropyltrimonium chloride, mica, DMDM hydrantoin, peg-45m, titanium dioxide, Morus Alba root extract, cocos nucifera oil, dimethiconol, methylchloroisothiazolinone, methylisothiazolinone, CI 17200, butylphenyl methylpropional, hexyl cinnamal, limonene, linalool, citric acid, sodium hydroxide.

6	Perolado	Água, sodium laureth sulfate, cocamidopropyl betaine, potassium chloride glycol distearate, parfum, carbomer, cocamide mea, disodium edta, glycerin, hidroxypropyl, methylcellulose, guar hydroxypropyl trimonium chloride, mica
7	Transparente	Aqua, sodium laureth sulfate, coco-betaine, CI 19140/yellow 5, CI 14700/Red 4, niacinamide, saccharum officinarum extract/sugar cane extract, sodium chloride, sodium benzoate, sodium, olea europaea oil/olive fruit oil, ppg-5-ceteth-20, peg-55 propylene glycol oleate, peg-60 hydrogenated castor oil, argania spinosa oil./argania spinosa kernel oil, polyquaternium-7, salicylic acid, camellia sinensis leaf extract, linalool, benzyl salicylate, benzyl alcohol, pentaclethra macroloba oil/pentaclethra macroloba seed oil, amodimethicone, propylene glycol, 2-oleamido-1,3-octadecanediol, pyrus malus extract/apple fruit extract, pyridoxine HCl, citric acid, butylphenyl methylpropional, citrus medica limonum peel extract/lemon peel extract, laureth-5 carboxylic acid, hexyl cinnamal, parfum/fragrance,
8	Perolado	Aqua/ water, sodium laureth sulfate, dimethicone, glycol distearate, coco-betaine, guar hydroxypropyltrimonium chloride, niacinamide, cocamide mipa, saccharum officinarum extrat / sugar cane extract, sodium benzoate, sodium cocoate, sodium hydroxide, salicylic acid, camellia sinensis leaf extract, linalool, benzyl salicylate, benzyl alcohol, 2-oleamido-1,3-octadecanediol, pyrus malus extract / apple fruit extract, carbomer, pyridoxine HCl, dissodium cocoamphodiacetate, potassium chloride, citric acid, butylphenyl methylpropional, astrocaryum murumuru seed butter, methyl cocoate, citrus limon peel extract, hexylene glycol, hexyl cinnamal, parfum/fragrance

Fonte: Elaborado pelo Grupo

Através do quadro é possível observar os diferentes compostos que constituem um xampu, tais como: Tensoativos (sodium laureth sulfate), estabilizantes de espuma (hidroxymethyl cellulose), sobrenegordurantes (vaccinium macrocarpon seed oil), espessantes (sodium chloride), entre outros.

Também é importante destacar nas formulações de xampus, que além do cloreto de sódio e do lauril sulfato de sódio também são utilizados outros compostos que atuam como agentes espessantes, tais como: Amidas, eletrólitos e betaínas.

Além do lauril sulfato de sódio é possível verificar o uso de outros tensoativos, porém com baixos teores em relação ao LSS, como por exemplo, a cocobetaína. Cocobetaína é muito utilizado em xampus como um tensoativo anfótero que produz tensoativos aniônicos em meio alcalino, mas em meio ácido, formam cátions, já o LSS é classificado como aniônico, ou seja, quando se dissocia forma ânions. Apesar de possuírem moléculas diferentes, ambos possuem a característica de um agente surfactante, portanto, os dois agem de forma dessemelhante no xampu.

Analisar o rótulo da embalagem de um xampu é muito importante, pois com ele é possível verificar qual o tipo xampu que se adapta mais a um determinado tipo de cabelo. Portanto, Bedin (2014) destaca que hoje em dia, os produtos costumam ser apresentados aos consumidores pelo seu “estilo”, ou melhor, seu modo de agir. Dentre os tipos de xampus apresentados no mercado, os mais populares são:

Xampu sem sal: O xampu sem sal é melhor para a maioria dos cabelos. Normalmente a fórmulas desses produtos dispõem de compostos alternativos para espessar o xampu (BEDIN, 2014).

Dois em um: O Misto de xampu e condicionador não são indicados para cabelos oleosos, pois o condicionador vai se acumulando e acaba deixando o cabelo gorduroso, porém seu tipo de formulação combina limpeza com condicionamento (BEDIN, 2014).

Uso diário: O xampu de uso diário tem uma formulação mais suave, ou seja, utilizam menos compostos que podem danificar o cabelo, o que permite o uso frequente do produto sem agredir os cabelos (BEDIN, 2014).

Neutro: Os xampus neutros têm um pH neutro, ou seja, nem ácido, nem básico. Além disso, esses produtos podem ser utilizados para todos os tipos de cabelo (BEDIN, 2014).

BEDIN (2014) destaca ainda que para que o xampu possua determinadas especificidades, são utilizados alguns compostos aditivos, que ajudam a tratar as impessoalidades do cabelo:

Cabelos com frizz: São utilizados ativos que reduzem o volume por eliminação da carga eletrostática, como polímeros catiônicos e quaternizados de proteína (BEDIN, 2014).

Cabelos oleosos: São utilizados ativos adstringentes que controlam a oleosidade, como extratos vegetais (BEDIN, 2014).

Cabelos normais: São utilizados ativos que ajudam a preservar a saúde, hidratação e brilho do cabelo (BEDIN, 2014).

Cabelos secos: São utilizados ativos sobregordurantes e hidratantes que repõem a cutícula, como polímeros, silicões amino funcionais e hidrolisados de queratina.

Através da pesquisa experimental, observamos que não houve grande variação de lauril sulfato de sódio entre os xampus analisados, logo é passível de se perceber que as diferentes funções e finalidades dos produtos não estão diretamente ligados a concentração do LSS. Conseqüentemente, também não foi observado grande variação na concentração de LSS em decorrência do preço, visto que este foi percebido de forma aleatória, possivelmente o que mais influência no valor do produto são os agentes aditivos.

4.4. pH dos Xampus

Ao decorrer da pesquisa, foram ampliados os conhecimentos que levam a afirmar que o LSS em certas concentrações pode ressecar os cabelos, pelo fato dele ser um surfactante

e então retirar uma parte da defesa natural dos fios (manto hidrolipídico). Além disso, o pH de um xampu também é muito importante, pois essa propriedade pode tanto danificar cabelo, como contribuir para deixar os cabelos bonitos.

Conforme já estudado na morfologia do cabelo, os fios capilares são constituídos basicamente por proteínas que se ligam entre si, formando longas cadeias. Essa formação ocorre através de ligações dissulfeto, ligação iônica e ligação de hidrogênio. Portanto, nas raízes se encontram as ligações de hidrogênio, na metade do fio existem as ligações iônicas e, nas extremidades, as pontes dissulfeto que completam a estrutura do cabelo. A camada mais externa que protege o fio, é chamada de cutícula capilar e tem um pH levemente ácido, entre 4,2 e 5,8. Portanto, todos os produtos que entram em contato com seu couro cabeludo deveriam ser neutros, pH entre 6,5 e 7,5, ou levemente ácidos, pH +/- 6,4 (SOUZA, 2016).

Por exemplo, se for utilizado um xampu alcalino (pH básico = 8,5) para lavar os cabelos, as cutículas abrirão, deixando-os opacos. Portanto, o uso de um produto ácido ou alcalino, pode enfraquecer o brilho do cabelo, além de deixa-lo difícil de pentear e embaraçado. Normalmente esses danos costumam aparecer nas extremidades dos fios, devido ao fato de que as pontes de dissulfeto que compõem essa parte do cabelo são quebradas em meio alcalino, formando as pontas duplas (GOMES, M. PIRES, J. C., 2014).

Os dados obtidos através da análise estão disponíveis no quadro 7:

Quadro 7: pH das amostras analisadas.

Amostra	1	2	3	4	5	6	7	8
pH	6,47	5,32	5,15	4,62	6,24	6,15	5,2	5,45

Fonte: Elaborado pelo grupo.

Dentre os xampus analisados, foi observado que uma das amostras apresentavam pH ácido, ou seja, menos que seis. Curiosamente o xampu mais ácido de pH 4 foi a amostra 4, que apresentou também a maior concentração de LSS. Já o xampu que apresentou o maior pH foi o da amostra 1, que é da mesma linha e marca da amostra 4, cujo o pH é de 6,47, além disso esse produto apresentou a maior viscosidade entre os xampus analisados.

4.5. Tipos de Xampu

Conforme já foi destacado na fundamentação, existem vários tipos de xampus, porém os mais utilizados são os xampus transparentes, leitosos e perolados. Também é de conhecimento que xampus transparentes possuem uma ação muito mais limpante que xampus perolados, que possuem uma ação mais hidratante e xampus leitosos geralmente são aqueles que possuem um poder de tratamento maior, podendo ser mais hidratante, se esta for a finalidade explícita no rótulo. A partir disto, é notório que o xampu 8 possua mais LSS em sua composição quando comparado com a amostra 7 da mesma marca, mas um sendo perolado e o outro transparente, respectivamente. Provavelmente, isso se deve à uma tentativa de equilibrar o xampu transparente, que é pouco hidratante e pode ressecar o cabelo, portanto este produto possui menos LSS. O perolado da mesma marca pode conter mais LSS do que o transparente, devido ao fato desse tipo de xampu ser muito hidratante, dificultando então o ressecamento do cabelo.

Na mesma linha de pensamento, a amostra 1 e 4 que são da mesma marca, mas de tipos diferentes, perolado e leitoso, respectivamente, é possível notar que o leitoso tem mais LSS, pois sua atividade em hidratação é mais poderosa que no xampu perolado, então, mesmo usando mais LSS, não tem o pressuposto de deixar o cabelo ressecado, pois os agentes hidratantes são mais eficazes

5. CONCLUSÃO

A partir da execução deste projeto, verificou-se que foram necessárias algumas adaptações e que a partir delas se obteve um maior êxito para o cumprimento dos objetivos e respostas das hipóteses apresentadas nesta pesquisa.

Diferente do que se foi presumido no princípio, os resultados não foram tão lineares, dificultando a comparação entre os parâmetros analisados. Contudo, foi possível correlacionar parte destes, como apresentado na execução desta pesquisa. Isso fez com que os objetivos fossem alcançados e a proposta principal do projeto realizada.

A principal alteração ocorrida foi em relação aos cálculos apresentados na metodologia, no qual se deixou de seguir o método proposto pela ANVISA, para calcular a quantidade do componente Lauril Sulfato de Sódio (LSS) presente no xampu, mas ainda assim foram seguidos os parâmetros recomendados pela mesma na execução dos

experimentos no laboratório. Além desta, houve a necessidade de modificar o método para análise da viscosidade, visto que o aparelho sugerido anteriormente não ofereceria os dados e a precisão necessária.

Quanto às hipóteses, a primeira sugeri que os xampus com os preços mais acessíveis possuíam o maior teor de LSS, visto que este tensoativo barateia o preço do xampu. Após a análise dos dados e um aprofundamento na pesquisa bibliográfica, concluímos que a concentração do tensoativo não está diretamente ligada ao preço do produto, já que este é influenciado principalmente pelos agentes aditivos utilizados.

A segunda hipótese sugeria que o LSS, por ser um sal orgânico, tinha como uma de suas funções dar viscosidade ao xampu. Essa hipótese foi corroborada, pois, devido a estrutura molecular de um sal orgânico, o lauril sulfato de sódio pode atuar tanto como um agente tensoativo como um agente espessante.

De acordo com a terceira hipótese, projetava-se que os xampus com mesmo teor de LSS e viscosidades diferentes possuísem maior teor de outros sais com a função de dar viscosidade. Essa hipótese não pôde ser testada, visto que demandaria de um período maior de tempo para fazer as análises como se apresentou no projeto, entretanto foi observado que a concentração do LSS não variou significativamente entre os xampus, o que oscilou foi a viscosidade das amostras. Essa variação leva à conclusão de que ambos os xampus sem sal e com sal apresentaram viscosidades distintas, o que nos permite concluir que cada produto possua mais de uma substância como espessante.

A quarta hipótese referia-se aos xampus denominados com sal, que teriam uma menor concentração de LSS. Essa hipótese foi legitimada, pois dentre os xampus analisados, aqueles que apresentaram a maior concentração de LSS foram os xampus sem sal, isso pode ocorrer devido ao fato do lauril sulfato de sódio também agir como um agente espessante, o que poderia ocasionar um desequilíbrio na composição, caso a viscosidade fosse diferente do desejado.

Na quinta e última hipótese foi afirmado que todos os xampus analisados estão de acordo com as recomendações da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). Essa hipótese foi confirmada, pois a mesma determina que num produto como o xampu, a

concentração máxima de LSS permitida é de 50%. Dentre os xampus analisados, todos apresentaram uma concentração entre 16 e 18%, seguindo as exigências do referido órgão.

Ao longo da pesquisa observou-se que, se houvesse um período maior de tempo e aparelhos mais adequados, seria possível analisar outros componentes e propriedades do xampu, para se obter resultados mais precisos, visto que os parâmetros que foram analisados não foram suficientes para sanar completamente todas as hipóteses anteriormente propostas.

Apesar de determinadas eventualidades que surgiram no decorrer da pesquisa, como citado, através desta foi possível dialogar com as diversas disciplinas e áreas da química, agregando conhecimentos mais específicos, por conta do aprofundamento da pesquisa, e também noções mais gerais que mostram como a química está presente no nosso dia a dia de forma tão corriqueira que nem percebemos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Guia de controle de qualidade de produtos cosméticos*. 2ª edição, revista – Brasília: ANVISA, 2008, 108-109p. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/cosmeticos/material/guia_cosmetico.pdf>. Acesso em 23 de fevereiro de 2016.

ANVISA. *Decreto nº 79.094*. Jan 1977. Disponível em: <<http://bit.ly/1QFiBsO>>. Acesso em: 21/05/2015.

ANVISA. *Potencial carcinogênico do Lauril Sulfato de Sódio*. 2005. Disponível em: <<http://bit.ly/1FKRF4L>>. Acesso em 23 de fevereiro de 2016.

Associação Brasileira de Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosmético. *Anuário de 2014 da indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos*. 2014. Disponível em: <<https://www.abihpec.org.br/2015/02/anuario-abihpec-2014/>>. Acesso em 23 de fevereiro de 2016.

Associação Brasileira de Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosmético. *Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosmético*. 2010. Disponível em: <<http://bit.ly/1T7eUjz>>. Acesso em 23 de fevereiro de 2016.

BARBOSA, A. B. & SILVA, R. R. *Xampus. Química Nova na Escola*, São Paulo, 1995. Disponível em: <<http://bit.ly/1KkGDcL>>. Acesso em 23 de fevereiro de 2016.

BEDIN, V. *Xampus - Aprenda a interpretar os rótulos*. Disponível em: <<http://www.abcfarma.org.br/noticias/xampus-aprenda-a-interpretar-os-rotulos.html>>. Acesso em 24 de fevereiro de 2016.

BOEHM, Gregory; DASILVA, Vitor; FULCHER, Daniel; WANG. *Jun. Colloid And Surface Phenomena Aspects Of Shampoo*. 2002. Disponível em: <<http://bit.ly/1KQtrdz>>. Acesso em 23 de fevereiro de 2016.

CALEFFI, Rubia; HEIDEMANN, Thaís Rodrigues; MOSER, Denise Kruger UNIVERSIDADE DO VALE DO ITAJAÍ. **CLORETO DE SÓDIO: análise de sua função na formulação de xampus para manutenção de cabelos quimicamente tratados**. 2009. Artigo científico (graduação em Cosmetologia e Estética) - Universidade do Vale do Itajaí, Balneário Camboriú, 2009. Disponível em: <<http://siaibib01.univali.br/pdf/Rubia%20Caleffi%20e%20Thais%20Rodrigues%20Heidemann.pdf>>. Acesso em 03 de fevereiro de 2016.

CASTRO, Gomes. *Química e a reologia no processamento dos alimentos*. São Paulo. Editora Instituto Piaget, 2004, 41p.

CELSO H. O. RAQUEL S. B. RAFAEL E. B. GUSTAVO S. G. ANTÔNIO C. N. *Surfactantes derivados do fruto de coco (Cocos nucifera L.) e sensibilidade cutânea*. São Paulo: Rev. bras. alerg. imunopatol. – Vol. 28, Nº 3, 2005. Disponível em: <<http://www.sbai.org.br/revistas/Vol283/surfactantes.pdf>>. Acesso em 23 de fevereiro de 2016.

CONAMA (Concelho Nacional do Meio Ambiente). **RESOLUÇÃO Nº 430, DE 13 DE MAIO DE 2011**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res11/propresol_lanceflue_30e31mar11.pdf> Acesso em 23 de fevereiro de 2016.

COUTO, W. F et al. *Avaliação De Parâmetros Físico-Químicos Em Formulações De Sabonetes Líquidos Com Diferentes Concentrações Salinas*. 2007. Disponível em: <<https://revistas.ufg.br/index.php/REF/article/download/2782/8207>>. Acesso em 23 de fevereiro de 2016.

DALTIN, Decio. *Tensoativos: química, propriedades e aplicações*. São Paulo: Editora Blucher, 2011, 11-43p.

DOMINGOS, T. G. *Cloreto De Sódio Usp 30*. Disponível em: <<http://bit.ly/1FLw38g>>. Acesso em 23 de fevereiro de 2016.

FAÇANHA, R. *Estética contemporânea*. Rio de Janeiro: Rubio, 2003.

FONSECA, M. R. M. Química: Volume 3: Ensino médio. São Paulo: Editora FTD S.A., 2013, 320 p.

GAUTO, M. ROSA, G. *Química industrial*. São Paulo: Bookmann Companhia, 2013.

GOMES, M. V. S., PIRES, J. C. *Avaliação Do Sal Utilizado Na Composição Dos Xampus: Uma Revisão Da Literatura*. 2014. Disponível em: <<http://bit.ly/1Jz8cjm>>. Acesso em 23 de fevereiro de 2016.

INCA. *Lauril Sulfato de Sódio*. Disponível em: <http://www1.inca.gov.br/conteudo_view.asp?id=25>. Acesso em 23 de fevereiro de 2016.

LEITE, E.F. *Sínteses e Propriedades Físico-Químicas de Novos Tensoativos a Base de Oleaginosas Brasileiras. Dissertação. Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo*. Lorena- SP. 2010. Disponível em: <<http://bit.ly/1QFhRnq>>. Acesso em 23 de fevereiro de 2016.

MANIASSO, N. *Ambientes micelares em química analítica*. Química Nova na Escola. Vol 24. n. 1. São Paulo. Jan/Fev. 2001. p. 88. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v24n1/4454.pdf>>. Acesso em 23 de fevereiro de 2016.

MAPRIC. *Lauril Sulfato De Sódio*. Disponível em: <<http://bit.ly/1T7eNVf>>. Acesso em 23 de fevereiro de 2016.

MARCOS, J. *Como Acertar a Viscosidade de Shampoos e Sabonetes*. Disponível em: <<http://bit.ly/1GxtehS>>. Acesso em 23 de fevereiro de 2016.

NOGUEIRA, A. C. S. *Efeito da radiação ultravioleta na cor, na perda proteica e nas propriedades mecânicas do cabelo*. Dissertação do mestrado. Campinas, 2003. Disponível em: <<http://biq.iqm.unicamp.br/arquivos/teses/vtIs000305300.pdf>>. Acesso em 23 de fevereiro de 2016.

OLIVEIRA, V. G. *Cabelos: Uma Contextualização no Ensino de Química*. São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://bit.ly/1HWOGHO>> Acesso em 23 de fevereiro de 2016.

PAULA, Carla Maria Sanches Scanavaz. *Alterações na ultraestrutura do cabelo induzido por cuidados diários e seus efeitos na propriedade e na cor*. Tese e Doutorado – universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2010. Disponível em: <<http://libdigi.unicamp.br/document/?code=vtIs000232696>>. Acesso em: 21/05/2015

POZEBON, Dirce, DRESSLER, Valderi, CURTIUS, Adilson. *Análise de cabelo: uma revisão dos procedimentos para a determinação de elementos traço e aplicações*. Revisão. Florianópolis, 1999. Disponível em: <<http://bit.ly/1dXRkG7>>. Acesso em 23 de fevereiro de 2016.

Química Nova Interativa. *Lauril Sulfato de Sódio*. Sociedade Brasileira de Química. Disponível em: <<http://bit.ly/1i5CJXa>>. Acesso em 06 de fevereiro de 2016.

ROSEN, J. M. *Surfactants and Interfacial Phenomena*. 3. rd. New York: John Wiley & Sons, 2004.

SILVEIRA, C. A. *Uso do Viscosímetro Brookfield em Determinações Reológicas. Polímeros: Ciência e Tecnologia, São Carlos, 1991. Pág. 41-43*. Disponível em: <<http://revistapolimeros.org.br/files/v1n1/v1n1a05.pdf>>. Acesso em 24 de fevereiro de 2016.

SOUZA, Lária Alves. *O pH ideal dos Xampus*. Mundo Educação. Disponível em: <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/o-ph-ideal-dos-xampus.htm>>. Acesso em 23 de fevereiro de 2016.

TEIXEIRA, L. R.. *Classificação E Nomenclatura De Ácidos, Bases E Sais*. Disponível em: <<http://bit.ly/1KWOiPK>>. Acesso em 23 de fevereiro de 2016.

TRINDADE F., Diamantino. *Química base experimental*. São Paulo. Editora ícone, 2010, 133p.

USIQUÍMICA. *Lauril Éter Sulfato De Sódio*. 2009. Disponível em: <http://www.usiquimica.com.br/adm_img/fispq-19.pdf>. Acesso em 23 de fevereiro de 2016.

WAGNER, R. C. C. *Degradação do cabelo decorrente do tratamento contínuo com lauril sulfato de sódio e silicone*. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Química, dissertação de mestrado, 2003 Disponível em: <<http://bit.ly/1HiMwpO>>. Acesso em 23 de fevereiro de 2016.

ZANATTA, G; ONOFRE, T; NETZ, D.J.A; MOSER, D.K. *Avaliação Da Integridade Do Fio De Cabelo Com A Utilização De Xampu Espessado Com Cloreto De Sódio Ou Com Hidroxietilcelulose*. Universidade do Vale do Itajaí. Florianópolis-SC. Disponível em: <<http://bit.ly/1Miiylj>>. Acesso em 23 de fevereiro de 2016.

Anexo 1: Guia de controle de qualidade de produtos cosméticos, ANVISA (2008, p. 109).

2.16.3.1.5. Padronização do Lauril Sulfato de Sódio

Pesar analiticamente $5 \pm 0,2$ g de lauril sulfato de sódio em um balão de fundo redondo de 250 ml com junta esmerilhada e adicionar 25 ml de ácido sulfúrico 1N, usando uma bureta de 50 ml; adaptar um condensador e manter em refluxo. Durante os primeiros cinco a dez minutos, a solução ira espumar. Quando cessar a espuma, ferver cuidadosamente durante duas horas. Parar o aquecimento e esfriar a solução. Lavar o condensador com 30 ml de água destilada e remover o balão do condensador, adicionando algumas gotas de fenolftaleína. Titular com hidróxido de sódio 1N até o aparecimento do primeiro tom de rosa. Preparar um branco da mesma maneira descrita para a solução padrão de lauril sulfato de sódio.

2.16.3.1.6. Cálculo

$$C = \frac{28,84 \cdot (Va - Vb) \cdot fc}{m}$$

Onde:

- Va = volume de hidróxido de sódio (NaOH) utilizado na titulação do lauril sulfato de sódio, em mililitros.
- Vb = volume de hidróxido de sódio (NaOH) utilizado na titulação do branco, em mililitros.
- fc = fator de correção do titulante
- m = massa da amostra em gramas

Anexo 2: Como manusear o viscosímetro Cup Ford

A amostra, no caso o xampu, deve estar totalmente homogeneizada, pois a presença de bolhas de ar pode interferir no resultado, também se deve prestar atenção no nivelamento do aparelho, este ser feito com nível “bolha de centro”, então se fecha o orifício do Viscosímetro Cup-Ford com o dedo e prende-se o copo com a amostra até o nível mais elevado, o excesso que fica no copo deve ser removido com uma placa de vidro plana, após o dedo deve ser tirado do orifício, já acionando o cronômetro.

A primeira interrupção do fluxo de escoamento deve ser anotada o tempo em segundos. Este ensaio será feito três vezes com cada amostra. Os resultados poderão variar de 0 a 3%, se este for o caso, deve ser feita uma média entre os valores, mas se variar entre 3% e 10% deve ser feita a aferição do viscosímetro e se variar mais de dez por cento, deve ser trocado o orifício e então fazer a aferição e repetir os experimentos. A unidade de medida da viscosidade é expressa em S (Stokes) ou mm^2/s .

Anexo 3: Viscosímetro Brookfield

De acordo com SILVEIRA (1991), o viscosímetro Brookfield realiza estudos reológicos bastante avançados. Devido às técnicas de cálculo, é possível a determinação dos gradientes de velocidade correspondentes a uma série de valores de rotação N (rpm).

O método é baseado na variação contínua da velocidade de rotação do sensor provocada pela tensão da mola medidora de torque do aparelho, com o motor desligado (SILVEIRA, 1991).

Segundo SILVEIRA (1991), a técnica de Relaxação de Mola com Sensores de Disco pode ser realizada por um operador que gira manualmente o sensor ao torque máximo e o solta, ao mesmo tempo em que aciona um cronômetro. A velocidade de rotação N (proporcional a dS/dt) vai diminuindo gradualmente, tendendo a zero quando a leitura S da escala vai se deslocando com o tempo. “Conseguindo-se obter velocidades de rotação muito baixas, que convertidas a gradientes de velocidade dão valores na faixa de 0,01 a 0,2 S" (para os sistemas de disco). Existe, contudo, a necessidade de considerar a inércia dos sensores, que poderá causar um erro (sobretudo no início da curva de relaxação).