

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE LORENA

JULIANA ALBUQUERQUE

**Estudo comparativo dos aspectos ambientais e econômicos entre duas formulações
cosméticas: xampu líquido e xampu sólido em barra**

Lorena – SP

2020

JULIANA ALBUQUERQUE

**Estudo comparativo dos aspectos ambientais e econômicos entre duas formulações
cosméticas: xampu líquido e xampu sólido em barra**

Monografia apresentada à Escola de Engenharia de Lorena - Universidade de São Paulo como requisito obrigatório para conclusão da Graduação no curso de Engenharia Química.

Orientadora: Prof. Dra. Patrícia Caroline Molgero Da Rós

Versão Original

Lorena – SP

2020

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

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

Albuquerque, Juliana

Estudo comparativo dos aspectos ambientais e econômicos entre duas formulações cosméticas: xampu líquido e xampu sólido em barra / Juliana Albuquerque; orientadora Prof. Dra. Patrícia Caroline Molgero da Rós. - Lorena, 2020.

69 p.

Monografia apresentada como requisito parcial para a conclusão de Graduação do Curso de Engenharia Química - Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo. 2020

1. Xampu líquido. 2. Xampu sólido. 3. Xampu em barra. 4. Cosméticos. I. Título. II. Rós, Prof. Dra. Patrícia Caroline Molgero da, orient.

Dedico este trabalho a minha mãe, Romilda, a minha falecida avó Ilma, aos meus amigos por todo apoio e compreensão ao longo dessa jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à Deus por toda minha trajetória durante a graduação e por ser meu porto seguro em todos os momentos.

A minha mãe por todo amor, apoio e motivação durante toda minha vida. Obrigada por sempre me incentivar a estudar e buscar melhorar quem eu sou cada vez mais e ser a minha base e exemplo. Esse título de Engenheira Química é para você.

A minha falecida avó que, mesmo sem ter tido a oportunidade de concluir seus estudos, sempre me incentivou e apoiou minha trajetória e mostrou que a educação era o melhor caminho.

Aos meus amigos de classe, por me ajudarem a crescer pessoal e profissionalmente e tornarem meus dias muito divertidos durante todo o tempo que passamos juntos.

As minhas amigas de república, pelos conselhos, amizade e bons momentos compartilhados.

A minha orientadora Dra. Patrícia Caroline Molgero Da Rós, pelo suporte, apoio, atenção e dedicação em cada etapa deste trabalho.

As entidades das quais participei durante a graduação, que me permitiram desenvolver habilidades e enfrentar desafios que me prepararam para o mercado de trabalho.

Por fim, à Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de Lorena, todo seu corpo docente e funcionários que deixaram sua contribuição na minha formação.

RESUMO

ALBUQUERQUE, J. **Estudo comparativo dos aspectos ambientais e econômicos entre duas formulações cosméticas: xampu líquido e xampu sólido em barra.** 2020. 69 p. Monografia (Graduação) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2020.

Dentre a grande variedade de oferecimento de produtos capilares no mercado, o xampu se destaca por ser o produto cosmético de higiene pessoal mais utilizado, destinado principalmente para limpeza do cabelo e couro cabeludo, além de proporcionar estética agradável para o consumidor. No entanto, os consumidores estão cada vez mais exigentes e buscam por produtos mais inovadores, sustentáveis, naturais e que gerem impacto positivo para o meio ambiente. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo realizar um estudo comparativo entre a formulação cosmética de um xampu sólido em barra que seja seguro, eficaz e estável, em relação aos xampus tradicionais líquidos existentes no mercado. Dentre as vantagens de um xampu sólido podem se destacar a obtenção de um produto prático, eficiente perante o consumidor, ocupando pouco espaço em termos de transporte e armazenamento, com bom rendimento, limpeza e que ofereça a hidratação necessária aos fios de cabelo. Os resultados obtidos pelo estudo realizado nesse trabalho mostraram que o xampu sólido representa menor impacto ambiental nos quesitos de concentração de água, fator de emissão de gás carbônico por quilograma de xampu produzido, concentração de ingredientes de origem vegetal e utilização da terra para o cultivo dos ingredientes precursores das matérias-primas utilizadas na preparação do produto. Porém, em contrapartida, possui custo de produção mais elevado em comparação com xampus líquidos, devido ao alto custo das matérias-primas selecionadas na sua produção, tais como o óleo essencial de lavanda, pentileno glicol e cocoilisetionato de sódio.

Palavras-chave: Xampu líquido, Xampu sólido, Xampu em barra, Cosméticos.

ABSTRACT

ALBUQUERQUE, J. **Comparative study of environmental and economic aspects between two cosmetic formulations: liquid shampoo and solid bar shampoo.**2020. 69 p. Monography (Undergraduate) – Lorena Engineering School, University of São Paulo, Lorena, 2020.

Among the wide range of hair products on the market, shampoo stands out for being the most widely used personal care cosmetic product, mainly intended for cleaning hair and scalp, as well as providing pleasant aesthetics for the consumer. However, consumers are increasingly demanding and are looking for more innovative, sustainable, natural products that have a positive impact on the environment. Thus, the present work aimed to carry out a comparative study between the cosmetic formulation of a solid bar shampoo that is safe, effective and stable in relation to the traditional liquid shampoos already in the market. Among the advantages of a solid shampoo can be obtained a practical product, efficient for the consumer, taking up little space in terms of transport and storage, with good performance, cleanliness and that provides the necessary hydration to the hair. The results obtained from the study carried out in this work showed that solid shampoo represents a lower environmental impact on water concentration, carbon dioxide emission factor per kilogram of shampoo produced, concentration of ingredients of plant origin and land use for cultivation of precursor ingredients of the raw materials used in the preparation of the prototype. However, on the other hand, it has a higher production cost compared to liquid shampoos, due to the high cost of the selected raw materials in its production, such as lavender essential oil, pentylene glycol and sodium cocoil isethionate.

Keywords: Liquid shampoo, solid shampoo, bar shampoo, cosmetics.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Evolução do mercado consumidor brasileiro no setor de HPPC.	20
Figura 2 - Atividade brasileira no mercado global consumidor de HPPC.....	21
Figura 3 - Contribuição do setor de HPPC para a movimentação da economia.....	21
Figura 4 - Representação esquemática da pele e fio de cabelo.....	23
Figura 5 - Corte longitudinal em fio de cabelo.....	24
Figura 6 - Constituintes da fibra capilar.	25
Figura 7 - Classificação de tipos de cabelo: (A) lisos, (B) ondulados e (c) crespos.....	26
Figura 8 - Relação entre o corte transversal do fio de cabelo e seu ângulo de curvatura.	27
Figura 9 - Ingredientes de um xampu.	31
Figura 10 - Representação esquemática de uma micela contendo óleo em seu interior.....	32
Figura 11 - Esquematização da formação de micelas no meio oleoso e aquoso.	32
Figura 12 - Representação dos quatro tipos de tensoativos.....	33
Figura 13 - Estrutura molecular da 1,3-Bis(hidroximetil)-5,5-dimetil imidazolidina-2,4-diona.....	36
Figura 14 - Reação de saponificação.	38
Figura 15 - Estrutura molecular de cocoilsetionato de sódio	42
Figura 16 - Estrutura molecular de cocamidopropilbetaína.....	42
Figura 17 - Estrutura molecular de cloreto de behentrimônio	43
Figura 18 - Estrutura molecular de butyrospermum parkii (shea) butter	44
Figura 19 - Estrutura molecular de ácido esteárico	45
Figura 20 - Estrutura molecular de triglicerídeo de ácido cáprico e caprílico.....	45
Figura 21 - Estrutura molecular de álcool cetílico.....	46
Figura 22 - Estrutura molecular de propileno glicol.....	46
Figura 23 - Impactos da utilização de um xampu.	47
Figura 24 - Diagrama com principais atividades do ciclo de vida de um xampu.....	48
Figura 25 - Perfil de impacto ambiental de xampu.....	50
Figura 26 - Comparação de origem e concentração de água entre xampu líquido e sólido.....	54
Figura 27 - Comparação de resíduos, poluentes, consumo de água e uso da terra entre xampu líquido e sólido.....	54
Figura 28 - Comparação de fator de emissão de dióxido de carbono entre xampu líquido e sólido.....	55
Figura 29 - Comparação de preço entre xampu líquido e sólido.....	55

Figura 30 - Xampu sólido em molde.	65
Figura 31 - Xampu sólido em barra obtido.....	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Proposta de formulação de xampu sólido em barra.....	41
Tabela 2 - Hipóteses relacionadas a etapa de utilização de xampu.	49
Tabela 3 - Ingredientes presentes em xampus responsáveis pela ecotoxicidade de água....	50
Tabela 4 - Matérias-primas constituintes de xampu líquido, concentrações e preço por quilograma.	51
Tabela 5 - Matérias-primas constituintes de xampu sólido, concentrações e preço por quilograma.	52
Tabela 6 - Dados ambientais de xampu líquido e xampu sólido proposto.	53
Tabela 7 - Proposta de formulação de xampu sólido em barra.....	65

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Exemplos de produtos para cada categoria de cosmético capilar.....	28
Quadro 2 - Formulação típica de xampus líquidos.	30
Quadro 3 - Classificação dos tensoativos.	33
Quadro 4 - Óleos essenciais recomendados para tratamento capilar.....	39

LISTA DE ABREVIATURAS

ABIHPEC	Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Sustentável
EDTA	Ácido etilenodiamino tetra-acético
FISPQ	Ficha de Informação de Segurança para Produtos Químicos
HPPC	Higiene pessoal, perfumaria e cosméticos
MEA	Monoetanolamina
q.s.p	Quantidade suficiente para
SCI	Cocoilisetionato de sódio

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	OBJETIVOS.....	17
2.1	OBJETIVO GERAL	17
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
3	METODOLOGIA.....	18
4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA INDÚSTRIA COSMÉTICA	19
4.1.1	Utilização de produtos cosméticos na história	19
4.1.2	Mercado brasileiro de cosméticos	20
4.1.3	Tendências na indústria cosmética.....	22
4.2	ESTRUTURA CAPILAR	23
4.2.1	Tipos de cabelos no Brasil.....	26
4.2.2	Cosméticos para cabelos.....	28
4.3	XAMPU	29
4.3.1	Formulação típica de xampus líquidos	29
4.3.2	Formulação de xampus sólidos.....	36
4.3.3.1.	Tensoativos	41
4.4	IMPACTO AMBIENTAL DE XAMPUS	46
4.4.1	Consumo de água	48
4.4.2	Embalagens.....	49
4.4.3	Resíduos	50
5.3.	ESTUDO COMPARATIVO ENTRE XAMPU SÓLIDO EM BARRA DESENVOLVIDO E XAMPU LÍQUIDO	51
5.3.1.	Utilização de água	52
5.3.2.	Dados ambientais	52
5.3.3.	Custo de produção	55

6. CONCLUSÃO.....	56
REFERÊNCIAS.....	57
APÊNDICE.....	65
APÊNDICE A.....	65
APÊNDICE B.....	67
APÊNDICE C.....	68
APÊNDICE D.....	69

1 INTRODUÇÃO

Tratamentos com xampu são as maneiras mais comuns utilizadas para lidar com diferentes condições do couro cabeludo e fios de cabelo. Inicialmente, o sabonete era o único produto disponível para limpeza dos cabelos e, no ano de 1933, os primeiros xampus de caráter alcalino foram então introduzidos no mercado. Dentre as principais características almeçadas pelo consumidor com a utilização do xampu se destacam as adaptações aos diferentes tipos e qualidade do cabelo, idade, hábitos de cuidado com o cabelo e possíveis patologias do couro cabeludo (TRÜEB, 2006).

Para atender às novas tendências de mercado, observam-se novos desafios para a tecnologia cosmética, pois cada vez se torna mais necessária a utilização de ingredientes naturais, bem como novas técnicas de formulação de xampus (GUBITOSA et al., 2019).

Além disso, independentemente dos contratempos relacionados aos ingredientes permitidos em formulações e sua abrangência legislativa, a expertise cosmética concentra-se na pesquisa de matérias-primas, estratégias inovadoras e diferentes técnicas para formulação de novos produtos, sem deixar de priorizar um bom aspecto sensorial para o consumidor. Ademais, inúmeras indústrias cosméticas têm seu foco direcionado para os aspectos ambientais, considerando ingredientes na formulação que reduzam o impacto ambiental e embalagens ecologicamente corretas e sustentáveis (GUBITOSA et al., 2019).

Observa-se grande empenho da indústria de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos (HPPC) para uma utilização mais consciente e sustentável dos ingredientes de suas formulações, pela busca de metodologias que preservem o meio ambiente e processos produtivos *earth-friendly*, bem como transporte e estocagem dos produtos. Considerar uma cadeia produtiva que ofereça um impacto ambiental menos agressivo ao planeta é indispensável nos dias atuais, ainda mais ao analisar as tendências de consumo do futuro. Em 2016, uma pesquisa global realizada pela Euromonitor International, reportou que 53% dos consumidores acreditavam fortemente que poderiam fazer diferença para o planeta por meio de suas escolhas e ações. Os pontos mais significativos para o consumidor são: mais cuidado com a água, embalagens mais sustentáveis e valorização da produção local (ABIHPEC, 2018b).

Nesse contexto, a evolução dos cosméticos capilares introduziu no mercado vários tipos de xampus, entre eles xampus em pó e xampus sólidos, como alternativa para xampus líquidos tradicionais. E para atender às novas tendências de consumo, a pesquisa na indústria de produtos para cabelo tem focado no desenvolvimento de xampus sólidos que contenham

ingredientes naturais, além de apresentar embalagens alternativas que causam menor dano à natureza.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho teve como objetivo propor uma formulação de um xampu sólido que seja ambientalmente e economicamente viável para a indústria cosmética, bem como realizar um estudo comparativo dos principais aspectos ambientais e econômicos entre xampus líquidos e sólidos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Explorar a literatura e apresentar benefícios da maior utilização de xampus sólidos em relação aos líquidos;
- b) Analisar formulações de xampus líquidos e sólidos;
- c) Propor uma formulação de xampu sólido (em barra) que apresente benefícios semelhantes aos xampus convencionais do mercado.

3 METODOLOGIA

Segundo a classificação de Antônio Carlos Gil (2008), o trabalho teve natureza aplicada, de abordagem quantitativa, objetivos descritivos e o desenvolvimento por método de pesquisa bibliográfica, enriquecido com o desenvolvimento de um protótipo em escala laboratorial.

Neste trabalho foi realizada uma pesquisa bibliográfica usando como bases de dados: Mendeley, ScienceDirect, Scopus, Scielo, Wiley Online Library, Google Acadêmico, Biblioteca Virtual da USP, dentre outras. Foram coletados dados sobre o histórico e tendências na indústria de cosméticos, estrutura capilar e formulações de xampu visando realizar um estudo comparativo entre as formulações de xampu sólido e líquido, abordando os principais aspectos envolvidos no processo. A partir dos dados coletados, foram construídos gráficos e tabelas para fins ilustrativos visando identificar as principais propriedades e características de cada formulação.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA INDÚSTRIA COSMÉTICA

4.1.1 Utilização de produtos cosméticos na história

A história de cosméticos teve início há 6.000 anos e foi incorporada por praticamente toda sociedade humana. Porém, considerando-se a decoração corporal como uma forma de utilização de cosméticos, então a história iniciou-se há 100.000 anos durante a Idade da Pedra Africana (DRAELOS, 2015).

No Egito Antigo, a utilização de produtos de higiene e cuidados pessoais era feita por homens e mulheres e abrangia diversos itens tais como a maquiagem para olhos egípcia que também agia como barreira para evitar doenças oculares, cremes hidratantes, feitos a partir de gordura animal, mel, ervas e vegetais, perfumes, contendo vegetais, ervas e flores perfumadas para mascarar odores e também tintura para cabelos, criada a partir das folhas da espécie *Lawsoniainermis*, onde é obtido um pó através de moagem e solubilizado em água para a formação de uma pasta corante (ATTIA, 2017).

Na idade média, homens e mulheres tentavam clarear sua pele através da utilização de pós brancos, pois a pele mais clara era associada com as classes mais altas que passavam mais tempo em ambientes internos, enquanto classes menos favorecidas possuíam peles mais bronzeadas devido ao trabalho com agricultura (JAIN; CHAUDHRI, 2009).

Nos séculos 17 e 18, a tendência nos salões de beleza era a construção de moldes para deixar os cabelos mais altos. No entanto, esses moldes eram feitos de banha animal, o que atraía a infestação de piolhos. Além disso, o carbonato de chumbo foi empregado como pó facial para atingir um aspecto facial pálido, padrão estético da época (PARISH; CRISSEY, 1988).

As inovações na indústria de cosméticos foram estimuladas, no século 19, devido aos novos desenvolvimentos e aprimoramento das técnicas de iluminação teatrais (PARISH; CRISSEY, 1988). No século 20, a maquiagem se tornou um artigo de moda nos Estados Unidos da América e Europa devido a ascendência do balé e teatro. Mas o desenvolvimento mais influente para a indústria de cosméticos pode ser atribuído para a indústria do cinema em Hollywood (JAIN; CHAUDHRI, 2009). A utilização de produtos cosméticos foi descomplicada por algumas invenções da época como: tubo de pasta de dente que podia ser

apertado, o frasco de aerossol, aparelho de barbear seguro e o batom compacto em um recipiente semelhante a um telescópio (PARISH; CRISSEY, 1988).

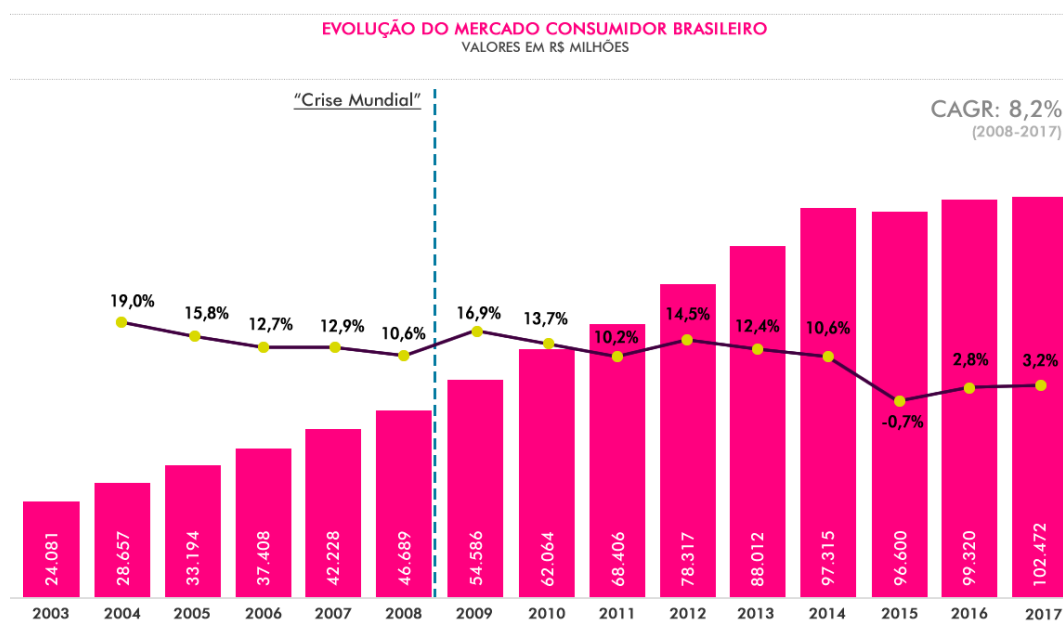
A tecnologia cosmética cresceu rapidamente desde então, bem como a segurança para o consumidor e eficácia das formulações (PARISH; CRISSEY, 1988).

4.1.2 Mercado brasileiro de cosméticos

Segundo o Euromonitor, instituto de pesquisa estratégica para mercados consumidores, o Brasil segue como o 4º maior mercado de HPPC no mundo. No ano de 2017 obteve R\$ 102,5 bilhões de faturamento, com alta de 0,4% em relação a 2016, atrás apenas de Estados Unidos, China e Japão. Mas a significância do país nesse setor não é recente.

Nos últimos anos, pode-se observar um crescimento composto de 8,2% (Figura 1). Nas últimas décadas, diversos fatores foram responsáveis para o crescimento do setor. Um deles é o aumento da renda dos brasileiros, que possibilitou o acesso das classes mais baixas aos produtos disponíveis no mercado. Em paralelo, os lançamentos contínuos das indústrias vieram atender as necessidades de um mercado em crescimento (ABIHPEC, 2018b).

Figura 1 - Evolução do mercado consumidor brasileiro no setor de HPPC.



Fonte: ABIHPEC, 2018d.

A expansão do mercado brasileiro diminui a distância em relação ao Japão, que perdeu participação ao passar de 8,3% em 2016 para 7,8% em 2017. Ademais, conforme apresentado na Figura 2, o Brasil retoma a sua posição de 3º maior mercado em cuidados para cabelos e higiene oral, o que demonstra a incessante preocupação com produtos essenciais para a manutenção da saúde (ABIHPEC, 2018a).

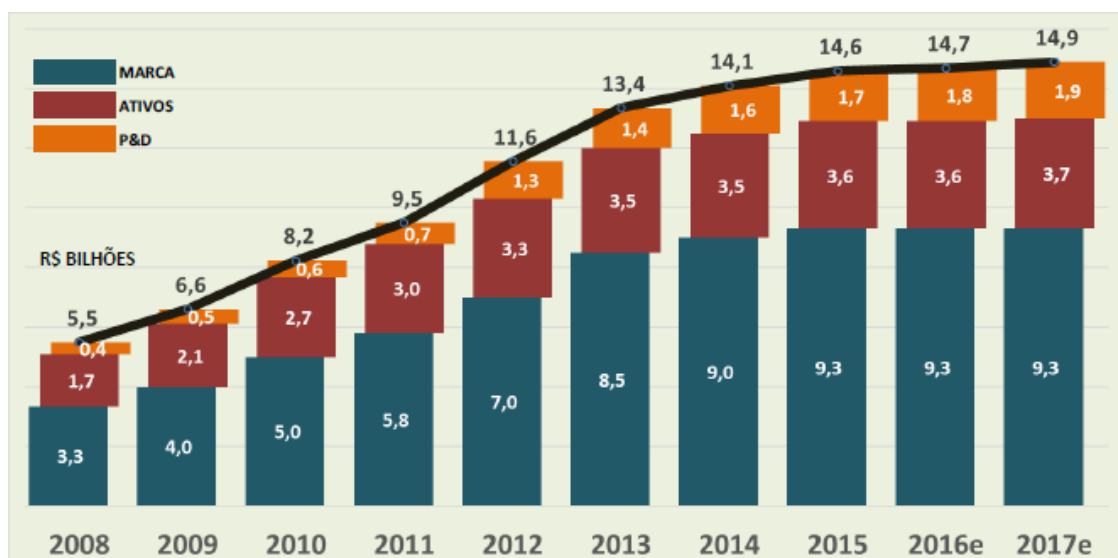
Figura 2 - Atividade brasileira no mercado global consumidor de HPPC.



Fonte: ABIHPEC, 2018a.

A inovação, ferramenta crucial para elevar o nível de competitividade das empresas do setor de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos, é essencial para o crescimento sustentável. Segundo a Figura 3, é possível observar que o setor de HPPC é o 2º setor industrial que mais investe em inovação (ABIHPEC, 2018d)

Figura 3 - Contribuição do setor de HPPC para a movimentação da economia.



Fonte: ABIHPEC, 2018d.

4.1.3 Tendências na indústria cosmética

Existe grande oportunidade de crescimento nesse segmento, porém serão necessárias algumas adequações, visto que, deverão ser considerados não apenas os ingredientes (segurança, pureza e eficácia), mas também as embalagens e a comunicação objetiva dos ativos e benefícios dos produtos. Além disso, com 75% dos Millennials (pessoas nascidas entre 1980 e 2000), que estão em busca de produtos de HPPC com preocupação sustentável, é muito importante considerar esse tema de forma assertiva (ABIHPEC, 2018b).

Com mais consumidores considerando suas refeições como remédio, é esperado que muitos dos ingredientes procurados em beleza natural sejam provenientes de tendências alimentares emergentes. O óleo de coco e a quinoa por exemplo, que surgiram como tendências alimentares, começam agora a aparecer em produtos de beleza e higiene pessoal (NIELSEN, 2018).

Durante os últimos anos, observou-se uma tendência de utilização de ingredientes naturais. As vendas de produtos de HPPC, como mel e carvão, por exemplo, cresceram rapidamente. Produtos que contém óleos e manteigas vegetais estão crescendo mais de 200% ao ano, principalmente nos itens de cuidados com a pele, e nos cosméticos capilares (NIELSEN, 2018).

A conscientização sobre a escassez de água tem se tornado cada vez mais forte, e formas de conservar esses recursos e tornaram o principal tema na agenda de vários países. E, uma vez que a água é parte essencial para cuidados pessoais, nada mais natural do que pensar em maneiras de reduzir o seu consumo. Nos processos de inovação disruptiva, algumas empresas estão indo além e desenvolvendo produtos sem a adição de água em sua formulação (ABIHPEC, 2018b).

Uma grande e recente tendência neste setor é o desenvolvimento de embalagens biodegradáveis, que se decompõem no ambiente. Além disso, para reduzir o seu impacto ambiental, muitas empresas têm buscado a utilização de embalagens que otimizam o espaço disponível para transporte (ABIHPEC, 2018b).

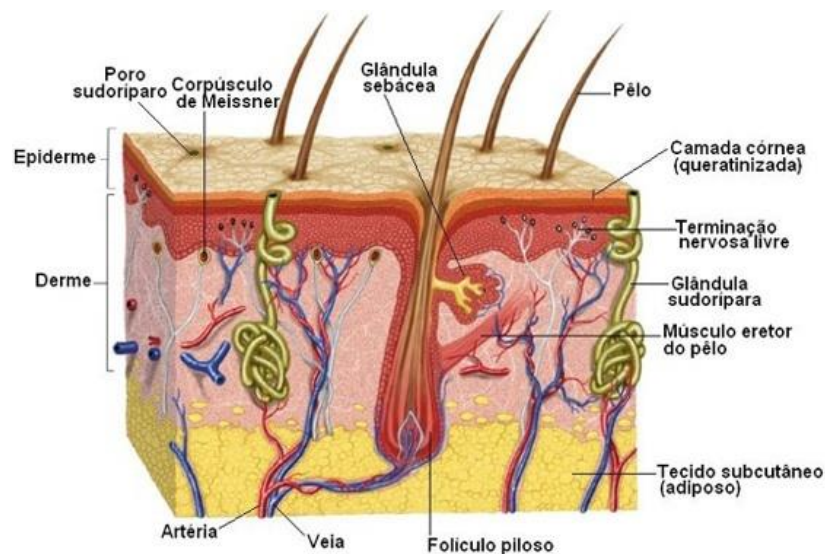
Outras companhias trocaram embalagem de papelão por tecido, optaram pela adoção de embalagens com refil ou forneceram descontos para os consumidores que devolvem as embalagens usadas na compra de novos produtos. A valorização da logística reversa é uma tendência cada vez mais forte no segmento (ABIHPEC, 2018b).

4.2 ESTRUTURA CAPILAR

O cabelo é uma estrutura queratinizada formada a parte de invaginação da epiderme na derme. A partir desta invaginação, pequenas estruturas saculares chamadas de folículos pilosos se originam (Figura 4). Esses são fundamentais para o crescimento do fio de cabelos, sendo fortemente invaginados no tecido do couro cabeludo (MIRANDA-VILELA et al.,2013).

As subestruturas do cabelo são formadas por processos de diferenciação celular no sentido radial de fora para dentro da fibra, que ocorrem até o fio chegar à epiderme. Depois que sai do couro cabeludo, o cabelo não sofre alterações biológicas, isto é, a partir deste ponto, o mesmo é uma estrutura morta, e todos os danos causados a esta estrutura são cumulativos (NOGUEIRA, 2008).

Figura 4 - Representação esquemática da pele e fio de cabelo.



Fonte: SISTEMA TEGUMENTAR, 2019.

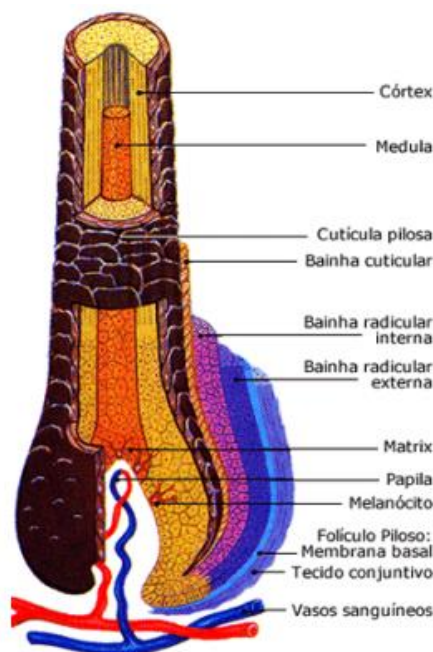
O cabelo humano tem cerca de 65-95% do seu peso em proteínas, 32% de água, pigmentos lipídicos e outros componentes. Quimicamente, cerca de 80% do cabelo humano é formado por queratina (VELASCO, 2009), uma proteína fibrosa e estrutural, composta por cerca de 15 aminoácidos, principalmente de um aminoácido sulfurado denominado cisteína. Os aminoácidos da queratina interagem entre si através de ligações de hidrogênio e ligações covalentes bissulfeto, denominadas ligações cisteínicas que conferem a forma da proteína. A estrutura tridimensional da queratina confere a ela uma aparência fibrosa e lhe confere

algumas características especiais: resistência, elasticidade e impermeabilidade à água (REDETEC, 2007).

Os folículos são estruturas claviformes presente na derme. Na base do folículo estão presentes vasos sanguíneos que fornecem nutrientes para suprir as necessidades nutricionais do fio de cabelo e auxiliar no seu crescimento. Essa transmissão de nutrientes é feita pela papila. Em torno desta, encontra-se o bulbo, uma glândula sebácea que secreta óleo para auxiliar na manutenção do condicionamento capilar. Já o músculo eretor, é responsável por sustentar o fio de cabelo e está ligado ao bulbo. As células nervosas presentes em volta do folículo estimulam o músculo eretor em resposta a alterações do meio externo NATIONAL GEOGRAPHIC LEARNING, 2017).

De acordo com a Figura 5, pode-se observar que as fibras capilares não são contínuas em todo o seu comprimento, mas sim o resultado da combinação de grupos compactos de células dentro do folículo, das quais se originam três componentes morfológicos básicos: (a) a cutícula, que é a região mais externa que cobre o núcleo das fibras; (b) o córtex, que compreende a maior parte do volume capilar (75%) e é responsável pela sustentação da haste capilar; e (c) a medula, que é a área central do cabelo e nem sempre está presente.

Figura 5 - Corte longitudinal em fio de cabelo.



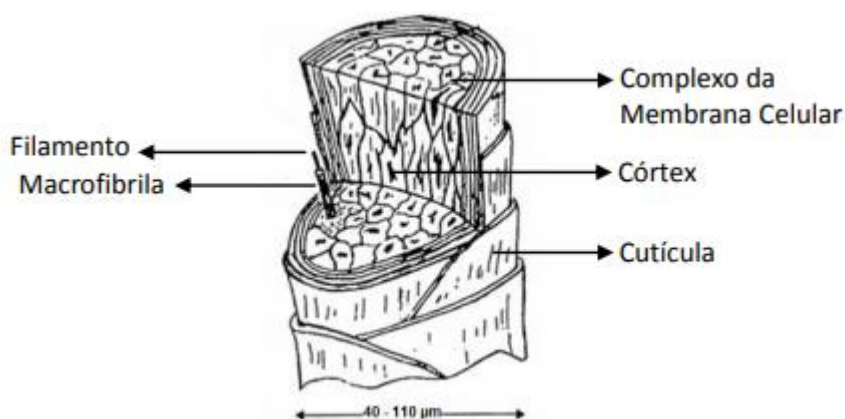
Fonte: FERREIRA, 2019.

A cutícula reveste o fio de cabelo do couro cabeludo até o final, como camada externa e é o componente mais importante do cabelo humano, uma vez que pode ser mais afetado

por tratamentos cosméticos. Na cutícula, produtos cosméticos, como condicionadores, sprays de cabelo, mousses e géis são depositados (VELASCO, 2009). Sua função é proteger o córtex e controlar a entrada e saída de água do fio de cabelo (OLIVEIRA, 2013).

O córtex ocupa a maior parte da área do cabelo (75%). Da mesma forma que a cutícula, possui células preenchidas por ligações cruzadas de cistina e células duras separadas pelo complexo de membrana celular. Cada uma das células do córtex tem forma de fuso, com um comprimento de 50-100 μm e um diâmetro de 3 μm . Cada superfície distal da célula é áspera, irregular e se une entre si (VELASCO, 2009), sendo formada por macrofibrilas (Figura 6) de queratina alinhadas na direção do fio, sendo que mudanças nas propriedades mecânicas do cabelo são atribuídas a mudanças na estrutura do mesmo (NOGUEIRA, 2008).

Figura 6 - Constituintes da fibra capilar.



Fonte: OLIVEIRA, 2013.

A medula é uma fina camada cilíndrica no centro do fio de cabelo, contendo alta concentração de lipídios e pouca cistina. Sua função ainda não está completamente definida, embora suas células possam ficar desidratadas e seus espaços possam estar preenchidos com ar, o que afeta tanto a cor quanto o brilho nos cabelos brancos e castanhos claros. Tem pequeno efeito na maioria dos aspectos dos tratamentos capilares cosméticos e está presente apenas nos pelos terminais (VELASCO, 2009).

Quimicamente, cerca de 90%, em massa seca, do cabelo consiste em proteína. Os outros 10% são lipídeos (4%), açúcares (1%), cinza (0,5%), zinco (200 ppm) e melanina (4%). Estes valores podem variar de acordo com a idade, sexo, hábitos de fumo e cor. (NOGUEIRA, 2008).

4.2.1 Tipos de cabelos no Brasil

No Brasil são encontradas todas as oito classificações de cabelo mapeadas no mundo (DE LA METTRIE et al.,2007), fazendo com que o país seja considerado precursor dos cabelos do futuro e desafiando os pesquisadores a entender e caracterizar o cabelo brasileiro (Figura 7). Segundo Marina Kobayashi, gerente de inovação da ABIHPEC, a diversidade étnica encontrada no país graças à miscigenação, oferece uma rica variedade de tipos e cores de cabelos, tornando o Brasil o lugar ideal para as pesquisas nesse segmento (ABIHPEC, 2018c).

Figura 7 - Classificação de tipos de cabelo: (A) lisos, (B) ondulados e (c) crespos.



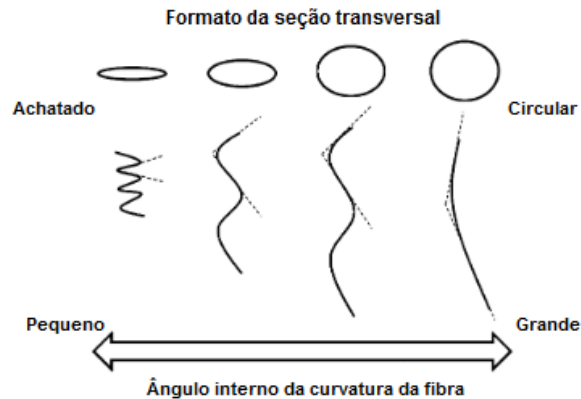
Fonte: Adaptado de MIRANDA-VILELA, 2013.

O formato da fibra capilar é definido durante seu desenvolvimento, mais especificamente durante a queratinização, quando ocorre o seu enrijecimento. Assim sendo, pode-se concluir que a forma do folículo capilar na zona de queratinização determina a configuração da fibra de cabelo. Portanto, se o folículo onde a fibra capilar é formada for curvado, o fio será altamente ondulado, e, assim por diante, para cabelos lisos e crespos. A seção transversal capilar é representada por uma elipse (Figura 8) que pode tender ou não para a forma de um círculo (MIRANDA-VILELA,2013).

Cabelos lisos são típicos de etnias mongólicas, orientais, esquimós e indígenas, e possuem seção transversal grossa e cilíndrica. Enquanto que os cabelos ondulados são típicos dos caucasianos, mas podem ser encontrados em diversas etnias e possui grande variação da seção transversal, logo o formato dos fios pode variar de ondulado até altamente crespo. Já

os cabelos crespos, comuns na etnia negra, possuem formato elíptico e achatado helicoidal, o que lhe confere aspecto encaracolado (SBD, 2019; MIRANDA-VILELA, 2013).

Figura 8 - Relação entre o corte transversal do fio de cabelo e seu ângulo de curvatura.



Fonte: Adaptado de MIRANDA-VILELA, 2013.

Dessa forma, a grande variedade encontrada no país representa um desafio, pois além da diversidade, a rotina de cuidado capilar da mulher brasileira é extremamente extensa e sofisticada, o que traz danos mecânicos e térmicos aos fios. Além disso, o clima brasileiro identifica os índices mais altos de UV que podem danificar os cabelos. (ABIHPEC, 2018c).

Ademais, dentre todas as particularidades de cada tipo de cabelo há uma característica semelhante entre eles: a oleosidade, consequência do clima tropical predominante em todo o território brasileiro. O cabelo normal possui glândulas sebáceas que liberam oleosidade suficiente para manter os fios brilhantes, macios, maleáveis e desembaraçarem com facilidade, mesmo quando molhados. Não são oleosos na raiz nem secos nas pontas.

Já nos cabelos secos, as glândulas sebáceas são hipofuncionais, logo os fios são opacos, rebeldes e quebradiços. As pontas se rompem, abrindo-se em forquilha. Caracterizam-se por serem porosos, ásperos e embaraçados.

Em contrapartida, nos cabelos oleosos, o couro cabeludo apresenta exagerada produção de sebo pela hiperatividade das glândulas sebáceas. Os fios apresentam-se aglutinados, sem volume, gordurosos e, às vezes, exalam odor característico. (TRICOLOGIA, 2019; BAPTISTA; BONETTO, 2019).

4.2.2 Cosméticos para cabelos

Os fios de cabelo humano são estrutura complexas, integrados por componentes morfológicos que agem como uma unidade (ALESSANDRINI; PIRACCINI, 2016). Sua principal finalidade é regular a temperatura corporal de todos mamíferos, mantendo seus corpos quentes através de isolamento térmico fornecido pelo ar presente entre os fios. Também têm a função de diminuir o atrito entre o meio e a pele, proteger contra raios solares e agir como órgão dos sentidos (NATIONAL GEOGRAPHIC LEARNING, 2017).

Atualmente, cuidados com o cabelo e o seu estilo fazem parte da rotina diária de muitos indivíduos. Os fios apresentam apelo atrativo e fazem parte da autopercepção de beleza, tanto de homens como mulheres. Portanto, o conhecimento sobre cosméticos para cabelos, seu modo de ação, ingredientes e métodos de aplicação tornaram-se mais relevantes (ALESSANDRINI; PIRACCINI, 2016). O Quadro 1 apresenta exemplos para cada categoria de cosméticos capilares.

Quadro 1 - Exemplos de produtos para cada categoria de cosmético capilar.

Categorias cosméticos capilares	Exemplos
Limpeza	Xampu não condicionante
	Xampu condicionante
	Xampu a seco
Condicionamento	<i>Rinse off</i>
	<i>Leaveon</i>
	Sérum
Fixação e estilo (temporários)	<i>Spray</i> fixador
	Mousse
	Gel
	Loção
	Cera
	Pomada
Coloração e descoloração	Tintura permanente
	Tintura temporária (rinsagem)
	Tonalizante (tintura semipermanente)
	Xampu colorante
	Henna
Tratamento permanente	Permanente (cabelo ondulado ou cacheado)
	Escova progressiva
	Botox
	Selagem térmica
	Relaxamento (cabelo afro)

Fonte: Adaptado de GILES (2016).

Segundo Gray (2001), os principais produtos cosméticos capilares podem ser divididos em cinco categorias: (1) limpeza; (2) condicionamento; (3) fixação e estilo (temporários); (4) coloração e descoloração; (5) tratamento permanente.

4.3 XAMPU

O principal objetivo dos xampus é a limpeza tanto dos fios de cabelo como do couro cabeludo (TRÜEB, 2006). No entanto, atualmente, é esperado deste produto cosmético não apenas a higienização, além disso, deve ser considerado o apelo estético e de embelezamento para os cabelos.

O xampu deve ser capaz de remover o sebo excessivo, suor, células mortas, íons, ácidos graxos residuais de produtos capilares e impurezas presentes no couro cabeludo, proveniente, por exemplo, de poluição (ABRAHAM et al., 2009; CARVALHO et al., 2005). Espera-se também que confira limpeza adequada mantendo a hidratação dos fios, maciez, brilho, fácil penteabilidade e redução de sua eletricidade estática, além de não alterar o pH natural do couro cabeludo (AMIRALIAN; FERNANDES, 2018).

Xampus não são apenas produtos de limpeza para o couro cabeludo e fios de cabelo, mas também são utilizados para prevenir danos. Diversas doenças do couro cabeludo são tratadas por ingredientes ativos presentes em formulações de xampu. Independente do tratamento de uma doença ou condição como dermatite, seborreia, alopecia e psoríase, é importante que os fios de cabelo se mantenham esteticamente saudáveis, esteticamente apresentáveis, mantendo sua maciez, penteabilidade e brilho (GAVAZZONI, 2015).

Os xampus podem ser encontrados em formato líquido, sólido, gel ou até mesmo em pó. São classificados de acordo com o tipo de cabelo: oleosos, normais, secos, lisos e afro descendente. Ademais, benefício que proporcionam aos fios, como hidratação, reconstrução, umectação e nutrição, entre outros (AMIRALIAN; FERNANDES, 2018).

4.3.1 Formulação típica de xampus líquidos

Os xampus normalmente são compostos de 10 a 30 ingredientes, no entanto existem algumas formulações com apenas quatro ingredientes. Os produtos são agrupados em: (1) agentes de limpeza; (2) aditivos que contribuem para a estabilidade e facilidade de aplicação do produto; (3) agentes de condicionamento, destinados a conferir macieza e brilho, e aumentar a facilidade de pentear, e (4) ingredientes de cuidados especiais, designados para

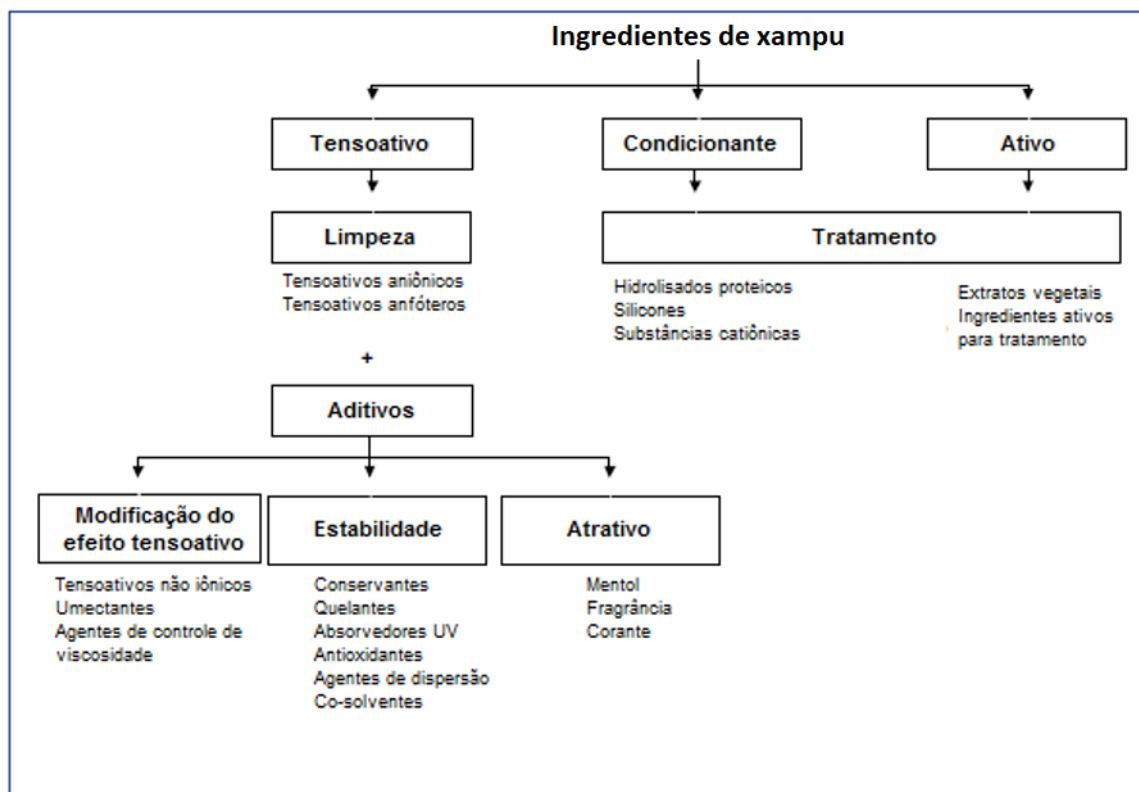
tratar problemas específicos, tais como caspa e cabelos oleosos (GAVAZZONI, 2015). A formulação típica de um xampu tradicional pode ser observada no Quadro 2 e a Figura 9 mostra os principais ingredientes constituintes dos xampus.

Quadro 2 - Formulação típica de xampus líquidos.

Componente	Função	Concentração (%m/m)
Água	Veículo	q.s.p. 100,00
Lauril éter sulfato de sódio	Tensoativo primário	23-25,00
Lauril éter sulfossuccinato de sódio ou laurilpoliglucosídeo ou cocoilanoacetato de sódio ou cocoamidopropilbetaína	Tensoativos secundários ou cotensoativos	2-7,00
Dietanolamina de ácido graxo de coco	Sobre-engordurante	2-3,00
Carbômero ou hidroetilcelulose	Espessante	0,5-1,00
EDTA tetrassódico	Sequestrante	0,05-0,10
Cloreto de sódio ou diestearato de polietilenoglicol	Espessante	0,50-2,00
Ácido cítrico ou hidróxido de sódio	Regulador de pH	q.s.p pH 5,5-6,0
Glicerina	Umectante	0,30-0,50
Poliquatérnio ou base goma guar quaternizada	Agente de condicionamento	0,10-0,30
Silicone	Formador de filme	0,50-2,00
Base perolizante ou opacificante	Tensoativo	1,00-2,00
Mistura das isotiazolinonas ou álcool benzílico/ácido benzoico/ácido sórbico	Conservante	Conforme legislação
Perfume	Fragrância	0,30-0,50

Fonte: Adaptado de AMIRALIAN e FERNANDES, 2018.

Figura 9 - Ingredientes de um xampu.



Fonte: Adaptado de TRÜEB, 2006.

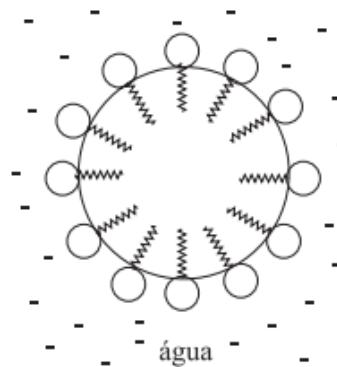
4.3.1.1 Tensoativos

Tensoativo é um tipo de molécula que apresenta uma parte com característica apolar ligada a uma outra parte com característica polar. A parte apolar de um tensoativo normalmente tem origem em uma cadeia carbônica (linear, ramificada ou com partes cíclicas), pois os carbonos dessa cadeia, apesar de serem mais eletronegativos que os átomos de hidrogênio, não formam polos de concentração de carga eletrostática. A parte polar deve ser formada por alguns átomos que apresentem concentração de carga, com formação de um polo negativo ou positivo. Essa parte polar é responsável pela solubilidade da molécula em água, pois as cargas (negativas ou positivas) apresentam atração eletrostática pelas moléculas de água vizinhas, uma vez que estas apresentam cargas negativa e positiva na mesma molécula (DALTIM, 2011).

Em solução aquosa, tensoativos com concentrações diluídas atuam como eletrólitos normais, porém em concentrações mais altas, possuem comportamento diferente. Esta alteração é explicada pela formação de estruturas organizadas que possuem grande número de moléculas chamadas micelas, nas quais as partes lipofílicas dos tensoativo se associam

no interior do agregado, deixando partes hidrofílicas para enfrentar o meio aquoso (Figura 10). A formação de micelas em solução aquosa é geralmente vista como um compromisso entre a tendência das cadeias alquílicas de evitar contatos energeticamente desfavoráveis com a água, e o desejo de que as partes polares mantenham contato com o ambiente aquoso (SCHRAMM; STASIUK; MARANGONI, 2003).

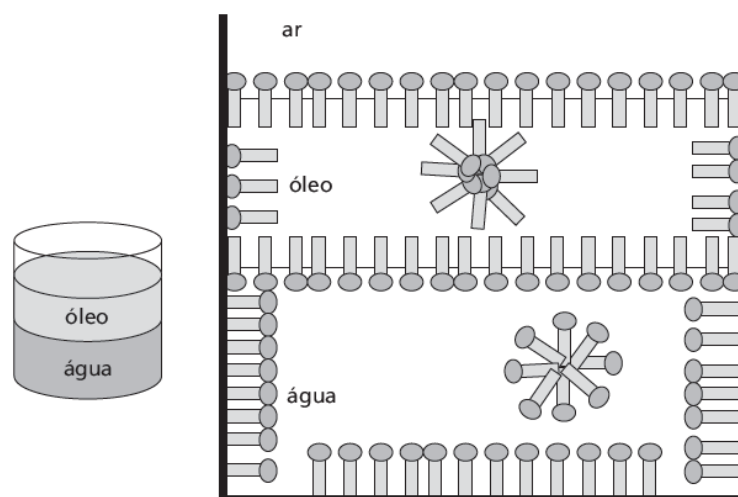
Figura 10 - Representação esquemática de uma micela contendo óleo em seu interior.



Fonte: BARBOSA; SILVA, 1995.

Para cada tipo de tensoativo existe uma concentração na qual todas as superfícies estão ocupadas e a quantidade de tensoativo excedente atinge uma concentração mínima necessária para o início de formação de micelas. Essa concentração, portanto, é uma característica físico-química do tensoativo utilizado e é chamada de concentração micelar crítica. A partir dessa concentração, o sistema usado como exemplo adquire a organização da Figura 11 (DALTIM, 2011).

Figura 11 - Esquemática da formação de micelas no meio oleoso e aquoso.



Fonte: DALTIM, 2011.

A polaridade dos tensoativos (Figura 12) é a principal característica a ser considerada durante o processo de planejamento de uma formulação. As mais importantes características dos principais tipos de tensoativos são mostradas no Quadro 3 (DALTIM, 2011).

Quadro 3 - Classificação dos tensoativos.

Tipo	Exemplos	Características
Aniônico	Lauril sulfato Lauril éter sulfato Lauril sulfato de amônio Sarcosinas Sulfossuccinatos Estearato de sódio	Limpeza profunda Ressecamento Opacidade
Catiônico	Sais de amônio quaternário Cloreto de cetiltrimetil amônio Cloreto de docosiltrimetilamônio	Limpeza mediana Pouca espuma Maciez Maleabilidade
Não iônico	Álcool polioxietileno Éster sorbitolpolioxietileno Alcanolamidas Álcoois graxos Álcool cetílico Álcool estearílico Álcool cetosteárico Álcool oleílico	Limpeza suave Maleabilidade Menos agressivos para o meio ambiente
Anfótero	Betaínas Sulfateínas	Limpeza moderada Não irritam os olhos

Fonte: Adaptado de ABRAHAM et al., 2009 e GAVAZZONI, 2015.

Figura 12 - Representação dos quatro tipos de tensoativos.



Fonte: Adaptado de HIRSCH, 2015.

4.3.1.1.1 *Tensoativos aniônicos*

Constituem a maior classe de tensoativos e a mais utilizada pela indústria em geral, pois nessa classe se encontram os tensoativos principais dos sabões, sabonetes, xampus e detergentes. Geralmente, não são compatíveis com tensoativos catiônicos, em virtude da neutralização de cargas. Normalmente, são sensíveis à água dura, pois esta apresenta alto teor de sais de cálcio e magnésio que podem neutralizar e precipitar o tensoativo. A inserção de uma pequena cadeia de óxido de etileno entre o grupo apolar e o grupo aniônico aumenta a tolerância à água dura ou à presença de eletrólitos e aumenta também o poder espumante e o tempo de residência da espuma (DALTIM, 2011).

4.3.1.1.2 *Tensoativos catiônicos*

Classe representada por poucos tensoativos. Atualmente, no mercado brasileiro, somente há disponibilidade de tensoativos catiônicos baseados no nitrogênio quaternário.

Apresentam as mais altas toxicidades aquáticas quando comparados com as outras classes de tensoativos e possuem a mais alta capacidade de aderência às superfícies sólidas, mesmo após a retirada da solução do tensoativo, sendo utilizados como aditivos de lubrificantes, amaciantes e anticorrosivos (DALTIM, 2011).

4.3.1.1.3 *Tensoativos anfóteros*

São a classe de tensoativos menos utilizada no mercado por causa do alto custo. São, normalmente, compatíveis com todas as outras classes de tensoativos. Por terem as duas cargas – negativa e positiva – na molécula, apresentam propriedades de organização com as moléculas de tensoativo aniônico e catiônico que modificam suas propriedades, permitindo a redução, por exemplo, de sua irritabilidade ocular (DALTIM, 2011).

4.3.1.1.4 *Tensoativos não iônicos*

Compõe a segunda classe de tensoativos mais utilizada no mercado. São normalmente compatíveis com todas as outras classes de tensoativos.

As propriedades físico-químicas dos tensoativos etoxilados são fortemente dependentes da temperatura. Diferentemente dos tensoativos aniônicos ou catiônicos, na maioria dos tensoativos não iônicos a solubilidade decresce com o aumento da temperatura (DALVIN, 2011).

4.3.1.2 Condicionantes

Moléculas condicionantes presentes nos xampus combinam a ação de limpeza com as propriedades de maleabilidade, antiestática e revitalização da superfície capilar. Os xampus condicionantes têm em sua composição substâncias gordurosas, como óleos vegetais, ceras, lecitina, derivados de lanolina, colágeno, proteínas animais, sais quaternários de amônio, polímeros catiônicos e silicone, que reduz o atrito provocado durante o ato de pentear o cabelo, além de reduzir o risco de danificar os fios de cabelos (ALESSANDRINI; PIRACCINI, 2016).

4.3.1.3 Ingredientes ativos

Xampus possuem ingredientes ativos para tratar alguma forma de condição capilar, como dermatite seborreica, dermatite ou psoríase. Ativos para tratamento incluem cetoconazol, ciclopiroxolamina, piritionato de zinco (caspa), piroctoneolamina, derivados de alcatrão, ácido salicílico (oleosidade), sulfeto de selênio, polivinilpirrolidona, mentol e enxofre. A combinação de tecnologias cosméticas e tratamento médico possibilita a integração de um produto cosmético e a eficácia de um agente medicamentoso em só produto (ALESSANDRINI; PIRACCINI, 2016).

Além disso, ingredientes ativos também podem ser vitaminas ou compostos vegetais que irão potencializar propriedades capilares específicas. No Brasil, existem matérias-primas diferenciadas e inovadoras que possuem interesse comercial e podem ser aplicadas em produtos cosméticos, especialmente para ingredientes provenientes da biodiversidade amazônica. Óleos vegetais e essenciais, frutas e extratos compreendem o conjunto de matérias-primas com maior destaque na produção de cosméticos (MIGUEL, 2012).

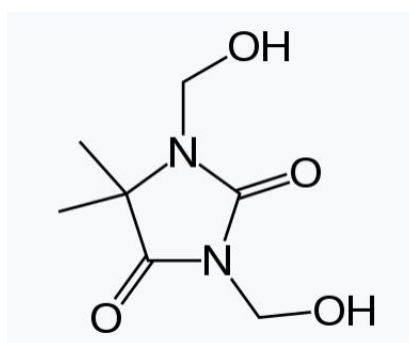
4.3.1.4 Aditivos

Aditivos possuem diferentes funções na formulação cosmética de um xampu, como modificação do efeito tensoativo, estabilidade do produto e sua aparência (TRÜEB, 2007). Glicerina, polivinilpirrolidona, propileno glicol e cloreto de estercônio são considerados aditivos. Substâncias derivadas de proteína têm a propriedade de atração pela queratina presente nos fios de cabelo, o que resulta em uma aderência temporária dos fragmentos do córtex. Além dos ingredientes já mencionados, citrato e lactato, utilizados como espessantes nas formulações, também são aditivos.

Outra consideração vital em xampus é o pH. O pH alcalino resulta em inchaço do fio de cabelo, deixando o cabelo susceptível a danos. Um pH neutro é a melhor escolha para cabelos quimicamente tratados. Conservantes também previnem contra a contaminação bacteriana, ingredientes como benzoato de sódio, parabenos, EDTA dissódico e tetrassódico e DMDM hidantoína (Figura são exemplos dessa categoria de ativos).

A maioria dos xampus contém corantes, fragrâncias, agentes perolizantes e hidratantes como óleos vegetais, ésteres e umectantes (ALESSANDRINI; PIRACCINI, 2016).

Figura 13 - Estrutura molecular da 1,3-Bis(hidroximetil)-5,5-dimetilimidazolidina-2,4-diona



Fonte: FAVPNG, 2020

4.3.2 Formulação de xampus sólidos

Atualmente, existe uma grande demanda de desenvolvimento de novas formulações de xampu que sejam capazes de promover uma limpeza rápida e eficiente do cabelo e couro cabeludo, além do aspecto estético. Dentre esses novos produtos em desenvolvimento podem ser destacados os xampus sólidos (GUBITOSA et al., 2019).

Xampus sólidos apresentam algumas vantagens adicionais em relação aos líquidos tradicionais: são fáceis de transportar, podem ser usados por longo tempo, possuem maior estabilidade microbiológica do que as formulações líquidas devido à menor quantidade de água em suas formulações, além de utilizarem menor quantidade de conservantes (GUBITOSA et al., 2019).

Algumas indústrias cosméticas já produziram xampus sólidos especialmente para preservar a água como recurso humano primário, no que diz respeito à eco sustentabilidade de uma nova era de produtos cosméticos. Entre as primeiras tentativas de formular um xampu sólido, algumas patentes descrevem tanto a formulação de xampus em barra maciça quanto xampu seco (GUBITOSA et al., 2019).

Antigamente, a utilização de ervas e extratos de ervas para limpar, embelezar e gerenciar cabelos era muito comum. Hoje em dia, de acordo com uma tendência no setor de HPPC, os produtos cosméticos formulados com ingredientes naturais começam a se destacar (GUBITOSA et al., 2019).

Há um grande número de plantas que apresentam efeitos benéficos para os fios de cabelo e couro cabeludo, e são comumente usados em xampus pelo seu conteúdo de vitaminas, aminoácidos, açúcares, glicosídeos, fito-hormônios, bioflavonóides, ácidos derivados de frutas e óleos essenciais (GUBITOSA et al., 2019).

Apesar do processo de fabricação de um xampu em barra ser igual ao de um sabão, os xampus sólidos naturais são formulados com óleos e manteigas vegetais e óleos essenciais que são capazes de limpar e nutrir o cabelo. Dessa forma, não são usados aditivos capilares sintético como: fragrâncias, corantes, conservantes, tensoativos sintéticos, álcool e ureia, entre outros (CHAGRIN VALLEY, 2019).

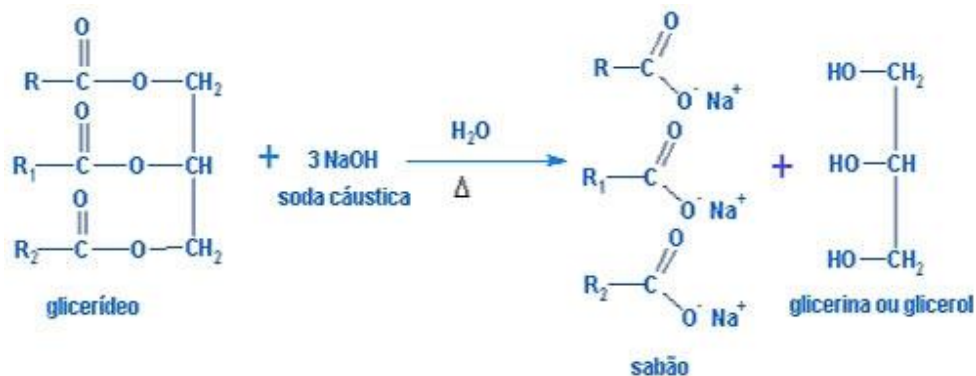
A reação empregada para obtenção de xampu sólido é a saponificação, que consiste em uma hidrólise de gorduras e óleos (triglicérides) na presença de uma base forte (geralmente NaOH), resultando em dois produtos, que são sais de ácidos graxos (também chamados de sabão) e glicerol, conforme Figura 14. A partir da saponificação, é obtida uma base para a fabricação de sabão e/ou xampu sólido. Usualmente, ocorre a produção de 10 % de glicerol para cada sabão formado (TAN et al. 2013).

Segundo TAN et al. (2013, p. 122):

Durante o processo de saponificação, o álcali quebra a ligação éster e libera o glicerol e o sabão de metal alcalino. Três moléculas de sabão são formadas e a interação entre uma molécula de triglicérides e três moléculas de álcali libera uma molécula de glicerol. O álcali cáustico reage

espontaneamente com ácido graxo livre e o sabão é formado imediatamente sob a condição de mistura e agitação adequadas.

Figura 14 - Reação de saponificação.



Fonte: Adaptado de TAN et al. 2013.

4.3.2.1 Matérias-primas para obtenção de xampu sólido

Gorduras e óleos de origem vegetal ou animal são substâncias que consistem predominantemente em triglicerídeos. Os principais constituintes dos óleos vegetais são ésteres de glicerol e ácidos graxos, juntamente com material parcialmente glicerídico, como a lecitina e substâncias como o tocoferol. Sua composição varia de acordo com a espécie e o uso dependerá especialmente da variedade, tipo e proporção de ácidos graxos (ALVAREZ; RODRÍGUEZ, 2000).

Um fator fundamental na seleção de óleos para uso na pele é o sensorial na pele. Esta é uma questão subjetiva, todavia grande quantidade de informações relacionadas a isso pode ser obtida através de estudos reológicos do material. A compatibilidade e solubilização com outros materiais, capacidade de formar emulsões estáveis estabilidade à luz e oxigênio são críticos para a formulação cosmética moderna. A cor clara pode ser uma vantagem para algumas aplicações (BERDICK, 1972).

Óleos essenciais, também conhecidos como essências, óleos voláteis e óleos etéricos, são produtos naturais formados por vários compostos voláteis. De acordo com a Organização Internacional de Normalização dos Óleos Essenciais e a Farmacopeia Europeia, um óleo essencial é definido como o produto obtido a partir de matéria-prima vegetal por hidrodestilação, destilação a vapor ou destilação a seco ou por um processo mecânico adequado (ZUZARTE; SALGUEIRO, 2015). O Quadro 4 mostra alguns tipos de óleos essenciais recomendados para tratamento capilar.

Os óleos essenciais são amplamente utilizados em produtos cosméticos, visto que suas atividades biológicas conferem as formulações propriedades como analgésico, anticéptico, antimicrobiano, antiflatulento, hiperêmico e estimulador. A principal razão para o seu uso em cosméticos é o seu aroma agradável. Ácidos graxos, óleos graxos e tensoativos usados no processo de produção de produtos cosméticos frequentemente exibem um aroma desagradável (SARKIC; STAPPEN, 2018).

Devido ao impacto antimicrobiano e antifúngico dos óleos essenciais, as preparações cosméticas, como cremes e géis não requerem necessariamente um conservante químico adicional se contiverem um óleo essencial ou um único composto como agente ativo, por exemplo, óleo de alecrim e óleo de eucalipto (SARKIC; STAPPEN, 2018). Segundo SIEGMUND-ROACH (2017), existem vários óleos vegetais que podem ser muito úteis em sua rotina de cuidados com o cabelo.

Quadro 4 - Óleos essenciais recomendados para tratamento capilar.

(contínua)

Tipo de uso	Óleo essencial
Geral	Alecrim (<i>Rosmarinus officinalis</i>) Citronela (<i>Cymbopogon nardus</i>) Camomila-alemã (<i>Matricaria recutita</i>) Camomila-romana (<i>Chamaemelum nobile</i>) Lavanda (<i>Lavandula angustifolia</i>) Erva-doce (<i>Pimpinella anisum</i>) Sândalo (<i>Santalum spicatum</i>) Hortelã-pimenta (<i>Mentha x piperita</i>) Limão (<i>Citrus limon</i>) Hortelã-verde (<i>Mentha spicata</i>) Sálvia (<i>Salvia officinalis</i>) Sálvia esclareia (<i>Salvia sclarea</i>) Teatree (<i>Melaleuca alternifolia</i>)
Caspa	Alecrim (<i>Rosmarinus officinalis</i>) Limão (<i>Citrus limon</i>) Zimbro (<i>Juniperus communis</i>) Cedro-do-atlas (<i>Cedrus atlantica</i>) Cedro-do-himalaia (<i>Cedrus deodara</i>) Cipreste-italiano (<i>Cupressus sempervirens</i>) Teatree (<i>Melaleuca alternifolia</i>) Patchouli (<i>Pogostemon cablin</i>) Gerânio rosa (<i>Pelargonium roseum</i>)
Crescimento	Alecrim (<i>Rosmarinus officinalis</i>) Camomila-romana (<i>Chamaemelum nobile</i>) Hortelã-pimenta (<i>Mentha x piperita</i>) Ilangue-ilangue (<i>Cananga odorata</i>) Lavanda (<i>Lavandula angustifolia</i>) Limão (<i>Citrus limon</i>)

Quadro 4 - Óleos essenciais recomendados para tratamento capilar.

(continuação)

Crescimento	Manjeriçã-de-folha-larga (<i>Ocimumbasilicum</i>) Noz-moscada (<i>Myristicafragrans</i>) Sálvia esclareia (<i>Salviasclarea</i>) Tomilho (<i>Thymusvulgaris</i>) Sândalo (<i>Santalumspicatum</i>) Sálvia (<i>Salviaofficinalis</i>)
Oleosidade	Gerânio rosa (<i>Pelargoniumroseum</i>) Cipreste-italiano (<i>Cupressussempervirens</i>) Campim-limão (<i>Cymbopogoncitratus</i>) Sálvia (<i>Salviaofficinalis</i>) Sálvia esclareia(<i>Salviasclarea</i>)
Ressecamento	Citronela (<i>Cymbopogonnardus</i>) Gerânio rosa (<i>Pelargoniumroseum</i>) Sândalo (<i>Santalumspicatum</i>)
Piolho	Canela-chinesa (<i>Cinnamomumcassia</i>) Hortelã-verde (<i>Menthaspicata</i>) Cravo-da-índia (<i>Eugenia caryophyllata</i>) Tomilho (<i>Thymusvulgaris</i>) Teatree (<i>Melaleucaalternifolia</i>)

Fonte: Adaptado de SIEGMUND-ROACH, 2017.

4.3.3. Proposta de formulação de xampu sólido em barra

Para a formulação de um xampu sólido em barra vegano foram consideradas matérias-primas empregadas em uma indústria de cosméticos. A finalidade foi encontrar ingredientes compatíveis entre si, que representassem uma combinação eficaz para promover a limpeza dos fios de cabelo e couro cabeludo, além de representar baixo impacto ambiental. A Tabela 1 apresenta as matérias-primas que foram selecionadas para o desenvolvimento do xampu em barra, bem como suas respectivas concentrações. O procedimento empregado para produção do xampu sólido pode ser visualizado no Apêndice A.

As matérias-primas e suas respectivas concentrações foram escolhidas para proporcionar, principalmente, limpeza e hidratação para os fios de cabelos. A partir de dados de formulações de uma empresa do setor cosmético, bem como a avaliação de tendências de mercado e análise de documentos das matérias-primas, tais como certificado de origem e ficha de informações de segurança de produtos químicos, foi possível definir a formulação conforme exibido na Tabela 1.

Tabela 1 - Proposta de formulação de xampu sólido em barra.

Matéria-prima	Concentração (%m/m)
Triglicerídeo de ácido cáprico e caprílico	17
Álcool cetílico	8
Ácido esteárico	8
Cloreto de behentrimônio	7
Cocoilisetionato de sódio	33,5
Cocamidopropilbetaína	17
Manteiga de Karité	4
Manteiga de Murumuru	4
Pentileno glicol	0,5
Óleo essencial de lavanda	1

Fonte: Autoria própria.

Todas as matérias-primas utilizadas no processo de formulação possuem um laudo emitido por seus fornecedores que garante a não realização de testes em animais na produção desses insumos e certificado de matéria-prima vegana.

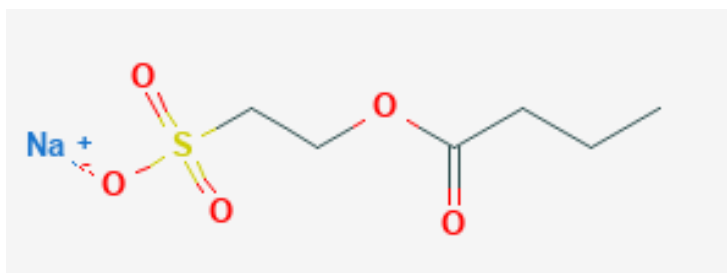
4.3.3.1. Tensoativos

4.3.3.1.1. *Cocoilisetionato de sódio*

Cocoilisetionato de sódio (SCI) é um tensoativo iônico suave, predominante nas formulações para cuidados pessoais. Sua menor densidade de carga, maior polaridade e alta atividade em pH neutro aprimoram sua compatibilidade com a pele, reduzindo os efeitos negativos experimentados pelo consumidor. Pesquisas demonstraram a redução da irritação, secura e ligação ao estrato córneo em comparação com sabões e alquil sulfatos.

Como tensoativo principal, a concentração recomendada é de 10 a 60% e, como co-tensoativo, de 1 a 20%. Quando utilizado como tensoativo principal na formulação, é responsável por uma espuma cremosa, estável e densa (BERG SCHMIDT, 2019).

Figura 15 - Estrutura molecular de cocoilisetionato de sódio

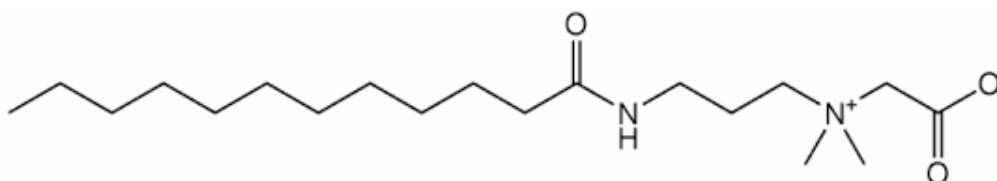


Fonte: PUBCHEM, 2020c.

4.3.3.1.2. Cocamidopropilbetaína

A Cocamidopropilbetaína é um tensoativo anfótero, cuja utilização em produtos de cuidados pessoais aumentou nos últimos anos devido à sua suavidade relativa em comparação com outros compostos tensoativos. É amplamente utilizada em vários cosméticos, como xampus, produtos para banho e agentes de limpeza, géis para banho, espuma de banho, sabonetes líquidos, produtos para cuidados com a pele, detergentes para lavagem das mãos (HERRWERTH et al, 2008).

Figura 16 - Estrutura molecular de cocamidopropilbetaína

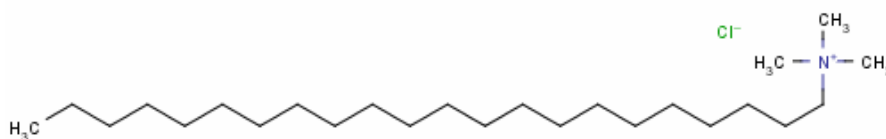


Fonte: PUBCHEM, 2020a.

4.3.3.1.3. Cloreto de behentrimônio

O cloreto de behentrimônio é um tensoativo catiônico, agente de condicionamento auto emulsionante. Empregado na formulação de produtos capilares como: máscaras capilares, condicionadores, cremes para pentear, entre outros. Condiciona, desembaraça, combate a estática, suaviza, restaura e reconstrói os cabelos danificados. Ele penetra no eixo do fio de cabelo para efeitos de condicionamento. Em algumas aplicações, também atua como conservante. Além disso, diminui o potencial de irritação das formulações, devido a sua atividade suave (MCKINLEY RESOURCES, 2019).

Figura 17 - Estrutura molecular de cloreto de behentrimônio



Fonte: PUBCHEM, 2020b.

4.3.3.2. Óleos e gorduras vegetais

4.3.3.2.1. *Manteiga de Murumuru*

O óleo extraído das amêndoas do murumuru é transformado em uma gordura semissólida, denominada manteiga de murumuru, que é muito significativa nos estados do Pará e Amapá. Essa gordura é empregada na indústria de cosméticos para fabricação de sabonetes, cremes, xampus e, na indústria de tintas, como secativo. O óleo do fruto do murumuru é rico em ácidos graxos, como o extraído da polpa que pertence ao grupo oleico e o óleo da amêndoa ao grupo láurico (BEZERRA, 2012).

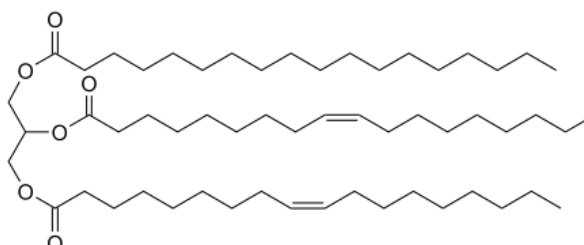
4.3.3.2.2. *Manteira de Karité*

A manteiga de Karité amplamente utilizada na fabricação de cosméticos naturais, pasta de dentes, produtos para cabelos e cuidados com a pele. Essa matéria-prima é rica em ácidos graxos, triglicerídeos, vitamina E e cálcio. Devido aos seus ácidos graxos essenciais e vitamina E, a manteiga possui a capacidade de penetrar profundamente na pele para curar pequenas rachaduras provocadas por sequidão severa. Os ácidos graxos presentes na manteiga são ácido oleico (46,4%), ácido linoléico (6,6%), ácido palmítico (4,0%), ácido esteárico (41,5%) e araquídico (1,3%).

A vitamina E presente em sua composição auxilia no combate de radicais livres, dificultando os processos de oxidação na pele. Dessa forma, é responsável por trazer maciez e toque suave na pele, além de ajudar a reduzir cicatrizes (BOADU; ANANG; KYEI, 2017). Portanto, a manteiga atua como excelente emoliente e, tal como gorduras vegetais, comporta-

se como uma barreira proteção na pele e nos cabelos prevenindo o ressecamento. (OLIVEIRA, 2014).

Figura 18 - Estrutura molecular de butyrospermum parkii (shea) butter



Fonte: CHOCOLATE ALCHEMY, 2015.

4.3.3.3. Óleos essenciais

4.3.3.3.1. Óleo essencial de lavanda

O óleo de lavanda é um dos mais valiosos óleos de aromaterapia. Suas propriedades antibacterianas e antifúngicas podem ser explicadas por componentes principais como linalol, acetato de linalila, lavandulol, geraniol ou eucaliptol.

Seu odor é determinado por vários fatores: espécies ou variedades de plantas, condições climáticas, método e condições de crescimento, técnicas de colheita, transporte, armazenamento e preparação de óleo. Atualmente, como conservante e regenerador da pele, é amplamente utilizado na indústria cosmética para produzir tônicos, loções, cremes, xampus, condicionadores, gel de banho e sabonetes seguros. (BIALÓN et al., 2019)

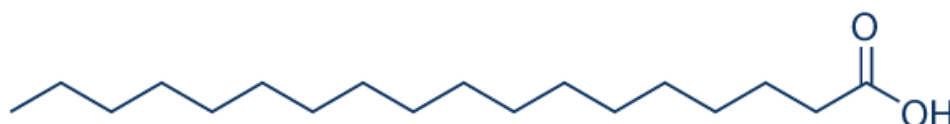
4.3.3.4. Aditivos

4.3.3.4.1. Ácido esteárico

O ácido esteárico pode ser encontrado no formato de pó ou cristais incolores, são sólidos cerosos e possuem cor que varia de branco a amarelo, além de apresentar baixa solubilidade em água. O ácido esteárico é utilizado em produtos farmacêuticos, cosméticos, sabonetes, velas, embalagens de alimentos, compostos de modelagem e na fabricação de outros produtos químicos.

É um produto químico geralmente considerado seguro nos níveis encontrados em produtos de consumo. Não foi observada evidência de reações alérgicas na pele após aplicações repetidas (NATIONAL CENTER FOR BIOTECHNOLOGY INFORMATION, 2019).

Figura 19 - Estrutura molecular de ácido esteárico



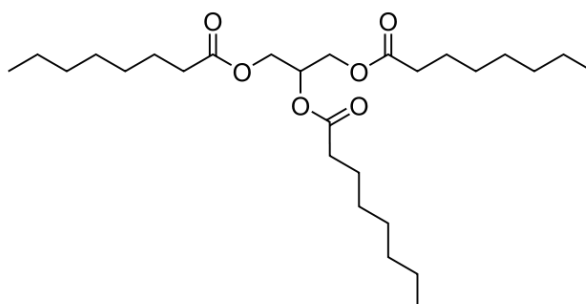
Fonte: PUBCHEM, 2020d.

4.3.3.4.2. Triglicerídeo de ácido cáprico e caprílico

Mistura de triglicerídeos de cadeia média constituídos principalmente de ésteres dos ácidos cápricos e caprílicos, derivados do óleo de coco são empregados como emoliente em formulações cosméticas. Possui compatibilidade com óleos vegetais, silicones e ésteres sintéticos e boa capacidade como diluente (ARAÚJO, 2015).

Possui média espalhabilidade e sua função em diversas aplicações cosméticas é manter a água no estrato córneo através de formação de filme (ARAÚJO, 2015).

Figura 20 - Estrutura molecular de triglicerídeo de ácido cáprico e caprílico

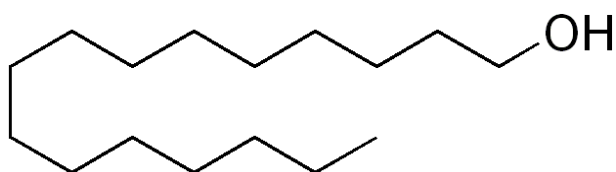


Fonte: CHEMICAL BOOK, 2020a.

4.3.3.4.3. Álcool cetílico

O álcool cetílico é classificado com álcool graxo e é amplamente utilizado pelas indústrias cosmética e farmacêutica por ser um bom controlador de viscosidade, emoliente e agente estabilizante (MAIAN, 2019).

Figura 21 - Estrutura molecular de álcool cetílico



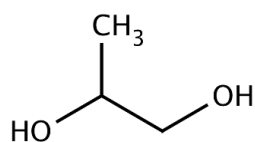
Fonte: CHEMICAL BOOK, 2020b.

4.3.3.4.4. Propileno glicol

É um líquido claro, incolor, ligeiramente viscoso e completamente miscível com água. Excelente solvente para muitos produtos orgânicos insolúveis em água.

Como o propileno glicol oferece tantas propriedades distintas, ele se tornou uma ótima escolha para as indústrias de cosméticos, alimentos e produtos farmacêuticos. Pode ser utilizado como solvente, umectante, plastificante e conservante (THE DOW CHEMICAL COMPANY, 2000).

Figura 22 - Estrutura molecular de propileno glicol



Fonte: CYMIT QUIMICA, 2020

4.4 IMPACTO AMBIENTAL DE XAMPUS

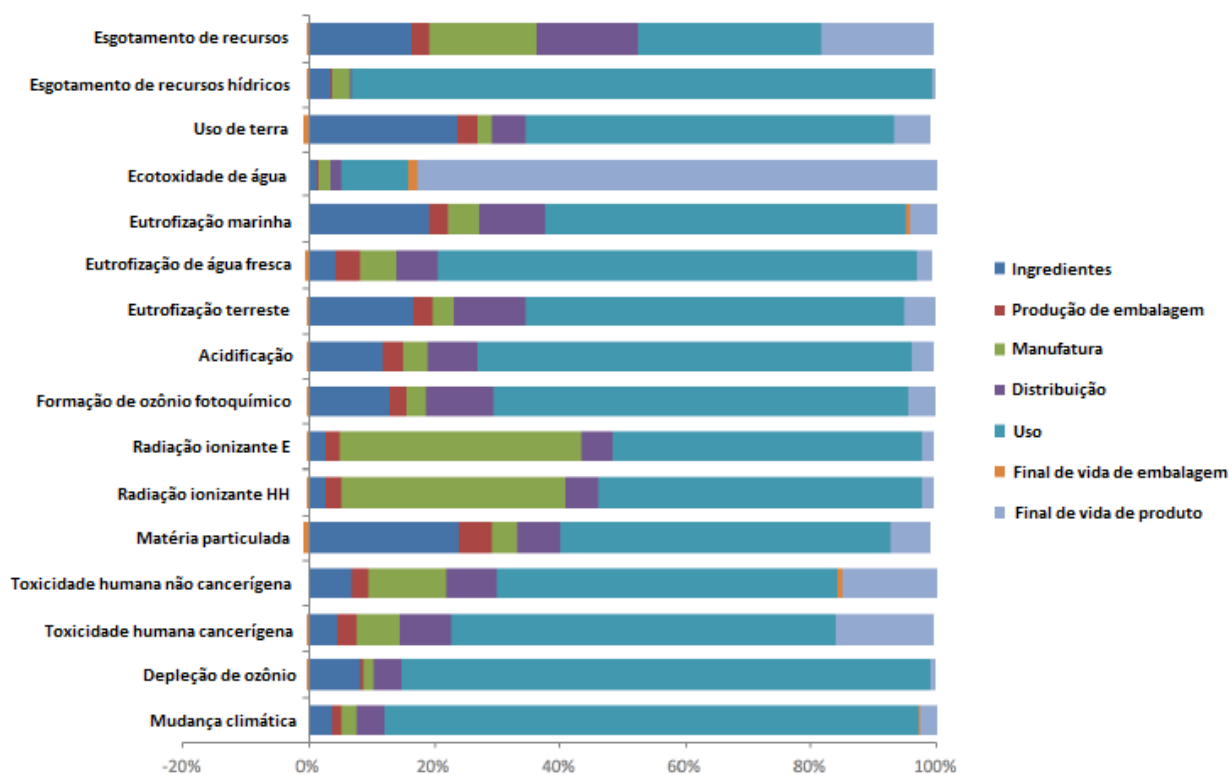
Segundo relatório de sustentabilidade ambiental da Cosmetics Europe (2018), apenas 5 a 20% do ciclo total de vida de xampu deve-se a utilização de matérias-primas em sua

formulação, processo de fabricação, distribuição e embalagem. Isso revela que grande parte do impacto ambiental produzido pelos xampus pode ser atribuído pelo uso e descarte do produto.

Na Figura 23, é possível visualizar os principais impactos, em indicadores ambientais, da utilização de xampu durante o ciclo de vida de um xampu: produção de ingredientes, produção de embalagem, manufatura, distribuição, utilização do produto pelo consumidor, final de vida da embalagem e final de vida do produto.

A etapa de uso pelo consumidor lidera os impactos ambientais nos indicadores de mudança climática, diminuição de ozônio, acidificação, esgotamento dos recursos hídricos, além do uso da terra para o cultivo das matérias-primas empregadas na formulação do produto. Já a etapa de final da vida útil do produto é responsável pela ecotoxicidade de água doce. Enquanto que as etapas de produção, distribuição e armazenamento de ingredientes contribuem para vários indicadores que não têm uma grande contribuição para os resultados gerais (QUANTIS, 2016).

Figura 23 - Impactos da utilização de um xampu.

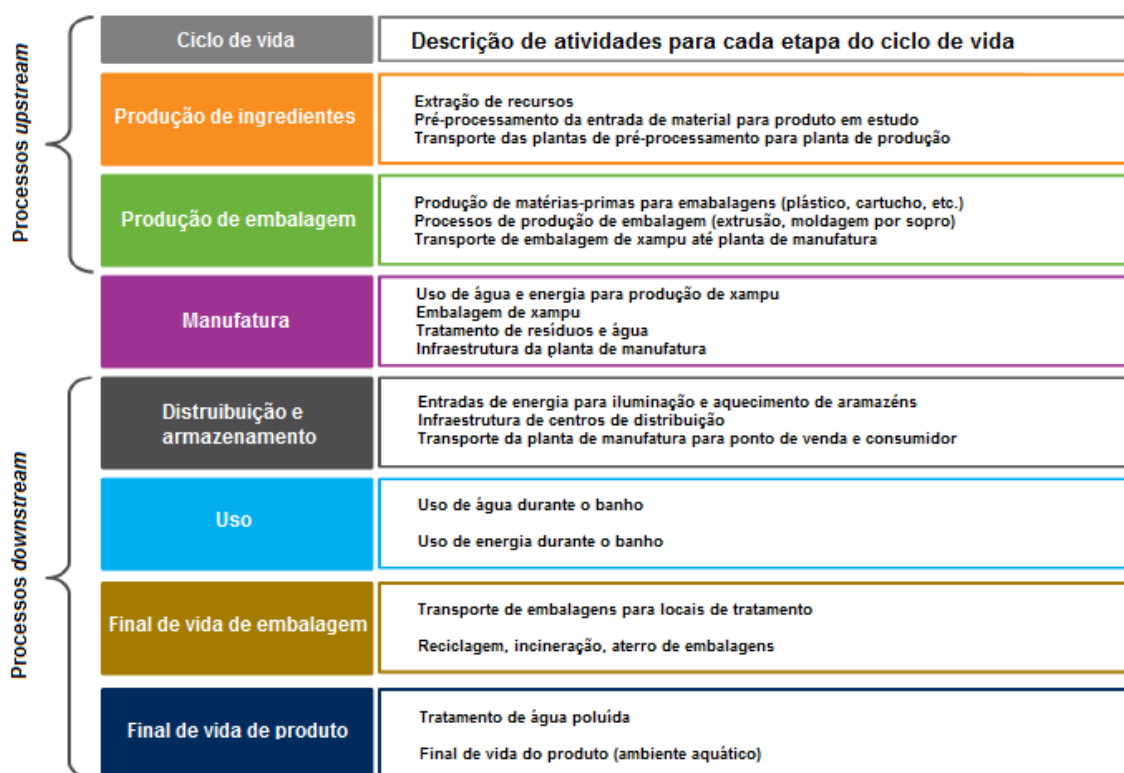


Fonte: Adaptado de QUANTIS, 2016.

4.4.1 Consumo de água

As etapas de ciclo de vida de um xampu (Figura 24) são divididas em: produção de matérias-primas, acondicionamento de matérias-primas, transporte de matérias-primas, manufatura, distribuição da produção e armazenamento, uso pelo consumidor, final de vida da embalagem, final de vida do produto (QUANTIS, 2016).

Figura 24 - Diagrama com principais atividades do ciclo de vida de um xampu.



Fonte: Adaptado de QUANTIS, 2016.

Segundo GOLSTEIJN (2018), a etapa de utilização de xampu pelo consumidor é a mais relevante em termos de impacto ambiental. A relevância das mudanças climáticas e do esgotamento dos recursos hídricos podem ser explicados pelo uso de água e energia durante o banho.

Por uma questão de simplicidade, o uso de água quente durante o banho é completamente atribuído ao uso de xampu. Um valor padrão de 15 litros por chuveiro foi assumido (Tabela 2), com base em dados de cabeleireiros e especialistas. A água quente também pode servir para outras funcionalidades, como conforto e enxágue de outros cosméticos (QUANTIS, 2016).

Tabela 2 - Hipóteses relacionadas a etapa de utilização de xampu.

Hipótese	Quantidade	Comentário
Xampu necessário por banho	10g	Dado baseado em utilização diária
Água consumida por banho	15L	Dado baseado em uma única lavagem por banho
Energia necessária para aquecer água	1,6MJ	Considerando aquecimento de 15°C a 38°C e 90% de eficiência para os sistemas de aquecimento

Fonte: Adaptado de QUANTIS, 2016.

Estudos realizados mostraram que o efeito dos produtos do setor de HPPC no meio ambiente seria substancialmente reduzido se os consumidores pudessem ser encorajados a aplicar apenas dosagens corretas de produtos e reduzir a temperatura da água. É difícil para as empresas de cosméticos influenciarem os hábitos de banho de seus consumidores por meio do design e experiência com o produto. No entanto, a indústria trabalha na formulação de produtos de cuidados pessoais para melhorar a eficácia do enxágue.

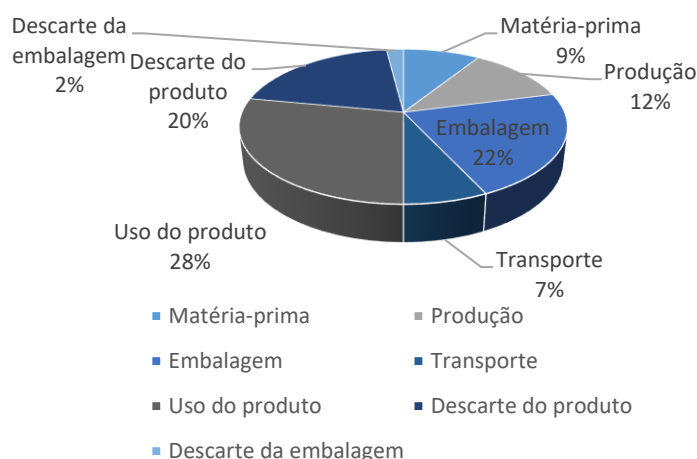
Embora a maior parte do efeito ambiental venha do uso e descarte do produto, a indústria também considera suas responsabilidades e age em todos os estágios do ciclo de vida (GOLSTEIJN, 2018).

4.4.2 Embalagens

As embalagens possuem diferentes funções, sendo as principais proteger o conteúdo contra contaminação e impactos mecânicos, simplificar manuseio, armazenamento e transporte e uniformizar a quantidade de produto. Além disso, devem viabilizar benefícios ambientais que superem os impactos de sua produção, utilização e eliminação pós-consumo.

No entanto, simbolizam uma preocupação da sociedade, devido a sua grande presença nos resíduos sólidos urbanos (KARASKI, 2016). A campanha de conscientização anual, *Zero Waste Week*, estimou que mais de 120 bilhões de unidades de embalagem são produzidas a cada ano pela indústria global de cosméticos, sendo que a maioria não é reciclável (MARCH, 2018). A embalagem tem uma contribuição relevante para o impacto ambiental geral de xampus, já que uma média de 22% de impacto de produtos vem de embalagens e resíduos (Figura 25), especialmente embalagens de garrafas têm importante contribuição (ESCAMILLA, 2012).

Figura 25 - Perfil de impacto ambiental de xampu.



Fonte: Adaptado de ESCAMILLA, 2012.

4.4.3 Resíduos

Resíduos de xampus, principalmente quando não passam por tratamento sanitário adequado, podem causar diversas alterações nos mananciais de água onde são descartados, principalmente na ecotoxicidade da água, conforme apresentado na Tabela 3. Pode-se destacar a diminuição da concentração de oxigênio dissolvido, necessário para a vida aquática, devido à diminuição da tensão superficial entre água e ar, diminuição da permeabilidade da luz e por manter as partículas presentes em suspensão (OLIVEIRA et al., 2010).

Tabela 3 - Ingredientes presentes em xampus responsáveis pela ecotoxicidade de água.

Ingrediente	Ecotoxicidade (CTUe/kg)
Lauril sulfato de sódio	12.081
Cocamidopropilbetaína	783
Cocamida MEA	177
Propileno glicol	0,92
Benzoato de sódio	4,9E-11
Ácido clorídrico	149,22
Dimeticona	72
Poliquatérnio-10	41.955
Diestearato de etilenoglicol	895
aldeido α -hexilcinamico	110
β -Pino	4,2E3
Dihidromircenol	135
Salicilato de hexila	39
Óleo essencial de patchouli	246

Fonte: Adaptado de QUANTIS, 2016.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.3. ESTUDO COMPARATIVO ENTRE XAMPU SÓLIDO EM BARRA DESENVOLVIDO E XAMPU LÍQUIDO

A Tabela 4 mostra a formulação típica de um xampu líquido, a qual foi selecionada para fins comparativos ao xampu sólido, desenvolvido de acordo com os dados reportados nos Apêndices B e D deste trabalho. A proposta de xampu sólido, cujas matérias-primas empregadas, concentrações e custo estão apresentados na Tabela 5, foi obtida através dos dados citados dos Apêndices C e E.

A escolha das matérias-primas para a proposta de formulação de xampu sólido, fundamentou-se na revisão bibliográfica deste trabalho, além disso, avaliaram-se as fichas de informação de segurança de produtos químicos (FISPQ) de cada ingrediente para assegurar a compatibilidade entre estes e garantir a segurança durante a fabricação do produto.

Tabela 4 - Matérias-primas constituintes de xampu líquido, concentrações e preço por quilograma.

Matéria-prima	Concentração (%m/m)	Preço/kg (R\$)
Água	50,39	0
Lauril sulfato de sódio	29	3,09
Cocamidoprolbetaína	9	3,94
Cocamide MEA	3	7,33
Hidroetilcelulose	1	37,72
EDTA Tetrassódico	0,1	7,13
Cloreto de sódio	2	0,72
Ácido cítrico	0,1	7,88
Hidróxido de sódio	0,1	5,26
Glicerina	0,5	3,22
Poliquatérnio	0,3	107,32
Silicone	2	18
Base opacificante	2	12,52
MIT	0,01	70,28
Perfume fragrância	0,5	121,26

Fonte: Elaborado pela autora com base em dados de uma empresa do setor cosmético, 2019.

Tabela 5 - Matérias-primas constituintes de xampu sólido, concentrações e preço por quilograma.

Matéria-prima	Concentração (%m/m)	Preço/Kg (R\$)
Cocailsetionato de sódio	33,5	28,61
Cocamidopropilbetaína	17	3,94
Ácido esteárico	8	4,57
Álcool cetílico	8	6,72
Cloreto de behentrimônio	7	19,55
Triglicerídeo de ácido cáprico e caprílico	17	17,34
Manteiga de karité	4	14,04
Manteiga de murumuru	4	23,82
Pentileno glicol	0,5	99,98
Óleo essencial de lavanda	1	1774,83

Fonte: Elaborado pela autora com base em dados de uma empresa do setor cosmético, 2019.

A seleção de matérias-primas da formulação de xampu líquido apresentada na Tabela 4 baseou-se em formulações de xampus previamente comercializados por uma empresa do setor de cosméticos.

5.3.1. Utilização de água

Conforme apresentado na Figura 23, a etapa de utilização dos xampus é a etapa com maior impacto ambiental durante o ciclo de vida de um xampu, desde a produção de ingredientes até o final de vida do produto, onde ocorre escoamento do xampu no ambiente aquático e o tratamento de água poluída.

A concentração de água na formulação de xampu sólido proposta representa 15,16% da concentração encontrada na formulação típica de xampu líquido. Dessa forma, é possível notar uma redução significativa na concentração de água entre as duas formulações.

No entanto, para complementar a redução de concentração de água na formulação do xampu sólido, para menor impacto ambiental, no quesito consumo de água, faz-se necessária a conscientização do consumidor sobre os gastos com água durante a etapa de uso do produto.

5.3.2. Dados ambientais

Conforme dados apresentados nos Apêndices A e B, construiu-se a Tabela 6 e a Figuras 26, 27 e 28, nas quais é possível verificar que o xampu sólido apresentou menor

concentração de água, menor fator de emissão de gás carbônico por quilograma de xampu produzido, maior concentração de ingredientes de origem vegetal e menor utilização da terra para a produção das matérias-primas selecionadas.

Tabela 6 - Dados ambientais de xampu líquido e xampu sólido proposto.

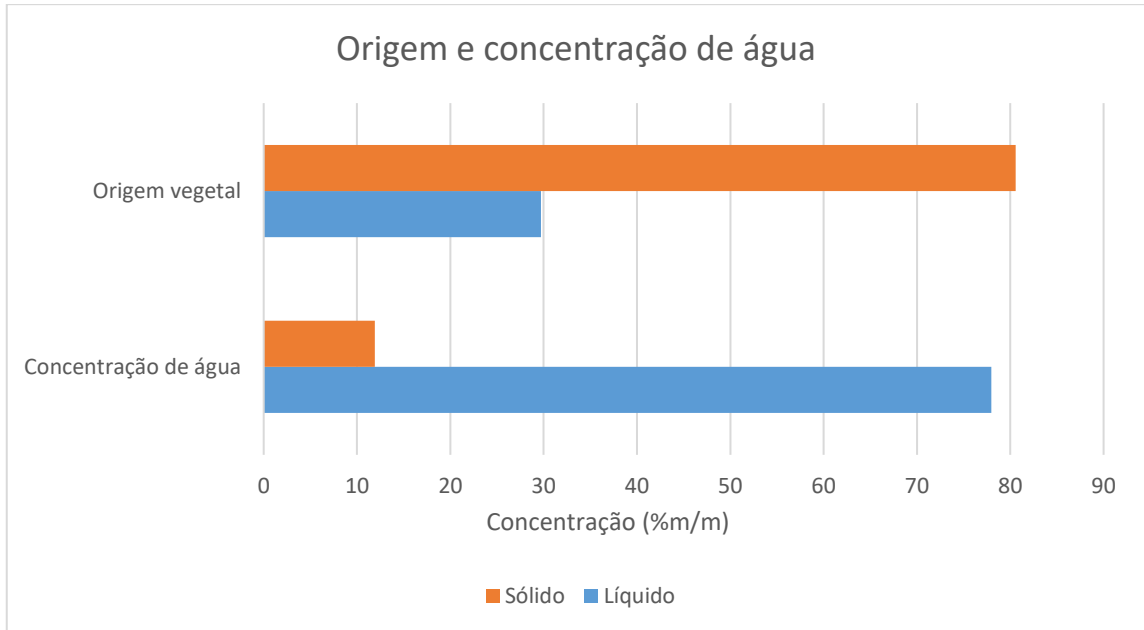
Dados ambientais	Xampu líquido	Xampu sólido
Concentração de água (%)	77,97895	11,9
Fator emissão (kg CO ₂ /kg)	1,153514	0,26123495
Origem vegetal (%)	29,7129	80,5623
Consumo de água (R\$/g)	8,86443E-06	7,10405E-05
Gases efeito estufa (R\$/g)	0,000297757	0,000657722
Poluentes do ar (R\$/g)	9,23824E-05	0,000475677
Poluição da água (R\$/g)	5,68485E-05	0,000306096
Resíduos sólidos (R\$/g)	3,55903E-07	2,2017E-06
Uso da terra (R\$/g)	0,00015122	0,004661376

Fonte: Autoria própria.

Em contrapartida, o xampu líquido possui menor impacto nos quesitos consumo de água, emissão de gases de efeito estufa, poluentes do ar, poluição da água e resíduos sólidos. Esses resultados podem ser explicados pelos processos de extração de recursos, pré-processamento da entrada de material para produto em estudo e transporte das plantas de processamento para plantas de produção, durante a etapa de produção de ingredientes.

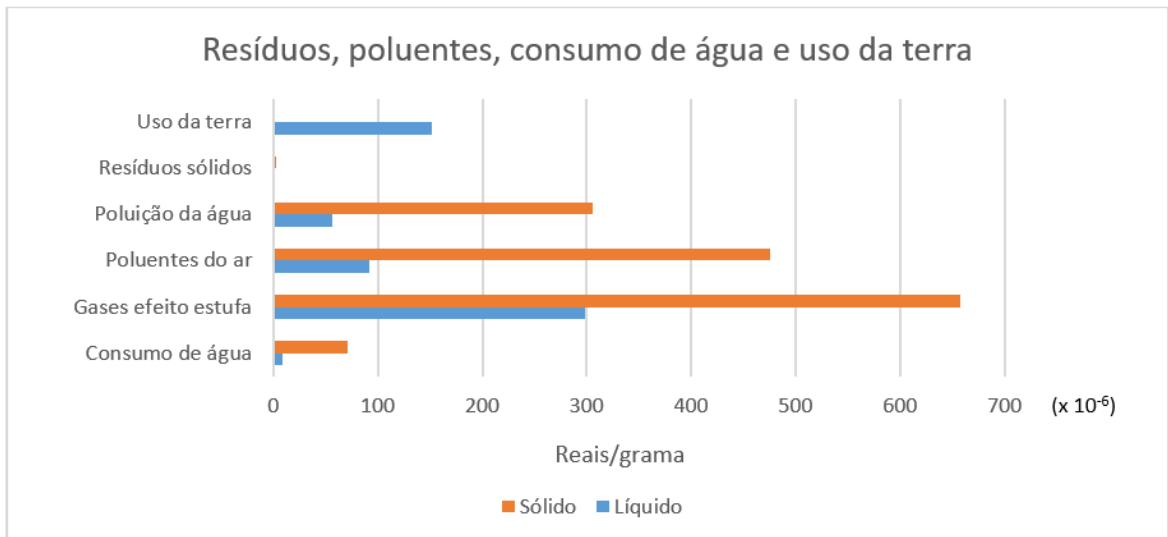
No entanto, o parâmetro concentração de água representa a principal vantagem da produção de xampu sólido, conforme Figura 26, na qual é possível notar o emprego de apenas 11,9% de água para a obtenção de xampu sólido em barra. Logo, evidencia-se grande benefício, pois apesar da água ser recurso renovável, sua produção torna-se mais consciente.

Figura 26 - Comparação de origem e concentração de água entre xampu líquido e sólido.



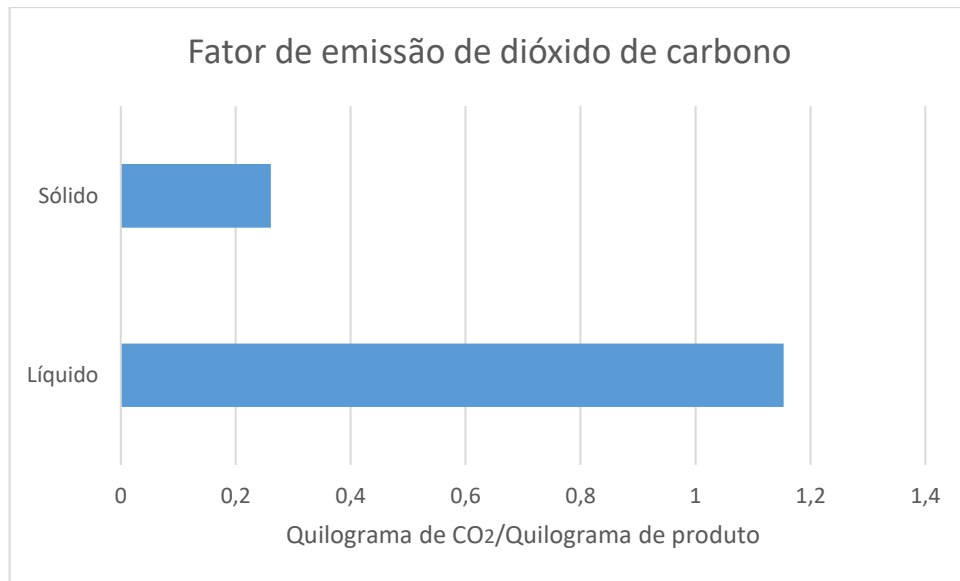
Fonte: Autoria própria.

Figura 27 - Comparação de resíduos, poluentes, consumo de água e uso da terra entre xampu líquido e sólido.



Fonte: Autoria própria.

Figura 28 - Comparação de fator de emissão de dióxido de carbono entre xampu líquido e sólido.

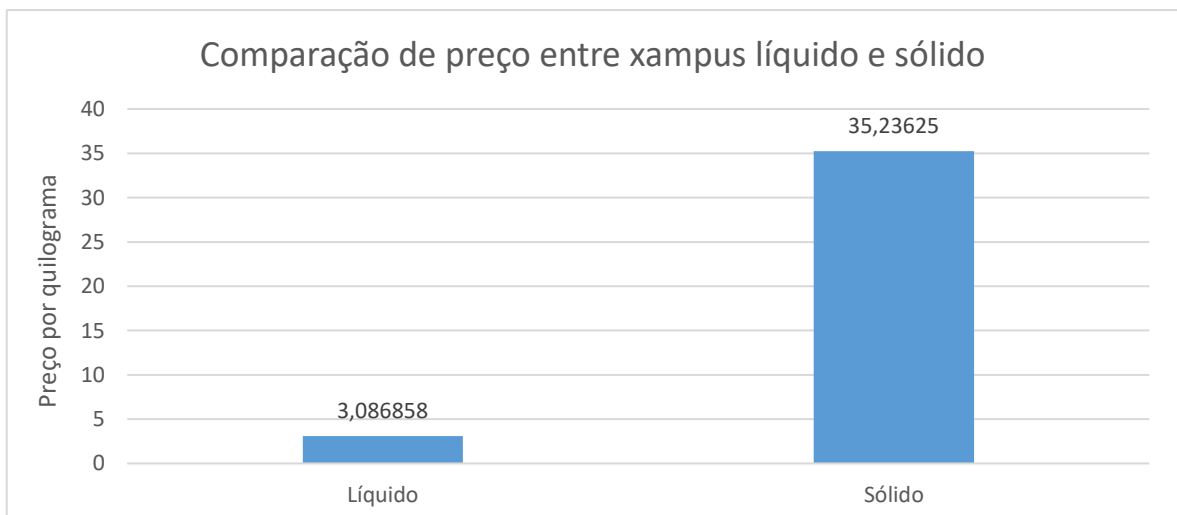


Fonte: Autoria própria.

5.3.3. Custo de produção

Segundo dados apresentados nas Tabelas 4 e 5, plotou-se a Figura 29 para verificação comparativa de preço por quilograma. Observa-se que o xampu sólido proposto possui preço 10,23 vezes maior que o xampu líquido. O alto preço de produção é justificado pela utilização de matérias-primas que possuem alto valor agregado devido a sua origem, facilidade de extração e tipos de processos de pré-tratamento dos ingredientes.

Figura 29 - Comparação de preço entre xampu líquido e sólido.



Fonte: Autoria própria.

6. CONCLUSÃO

A indústria cosmética constitui um dos segmentos mais importantes da economia mundial. Embora seja um setor rico em inovações, a influência dos hábitos ainda permanece particularmente forte, pois existe uma grande identificação do consumidor com produtos, tipos de produtos e marcas. Porém, atualmente, existe uma crescente busca por cosméticos que causem baixo impacto ambiental e possuam desenvolvimento durável e sustentável.

Neste cenário, a inovação dos produtos para cabelos que envolve diferentes formas galênicas torna-se um ponto relevante para empresas cosméticas.

Os resultados obtidos encontram-se dentro das expectativas iniciais para o xampu sólido em barra apresentando-se como uma opção vegana, que não agride o cabelo e couro cabeludo como os xampus líquidos, além de reduzir impactos ambientais.

Por outro lado, observando os resultados encontrados pode-se dizer que funcionalmente este produto deixa a desejar quanto ao custo de produção, devido ao alto valor de compra das matérias-primas constituintes da formulação de xampu sólido. O preço de produção do xampu sólido em barra é 10,23 vezes maior em comparação ao xampu líquido. Dessa forma, o preço de venda pode causar resistência de compra pelo consumidor.

É importante ressaltar que apesar do xampu sólido possuir menor concentração de água em sua formulação, o consumidor deve se atentar a quantidade de água utilizada durante a etapa de uso do produto, pois este é o estágio onde ocorre o maior gasto.

Além disso, a embalagem do produto também apresenta um papel importante no custo final do produto.

Por fim, este trabalho contribuiu para a ampliação de conhecimentos econômicos e ambientais sobre a utilização de xampus, em formato líquido e sólido, bem como compreender quais etapas do ciclo de vida de xampu apresentam maiores impactos ambientais, além de vislumbrar possíveis alternativas de formulações de xampus que podem ser produzidos e consumidos de forma mais consciente.

REFERÊNCIAS

ABIHPEC. **Anuário 2018**. Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos. SEBRAE, 2018a. Disponível em: <<https://abihpec.org.br/anuario-2018-flip/mobile/index.html#p=1>>. Acesso em 21 abr. 2019.

ABIHPEC. **Caderno de tendências 2019-2020**. Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos. SEBRAE, 2018b. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/CADERNO%20DE%20TENDENCIAS%202019-2020%20Sebrae%20Abihpec%20vs%20final.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2019.

ABIHPEC. **Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos discute novas Perspectivas em Cuidados Capilares**. 2018c. Disponível em: <<https://abihpec.org.br/comunicado/industria-de-higiene-pessoal-perfumaria-e-cosmeticos-discute-novas-perspectivas-em-cuidados-capilares/>>. Acesso em 24 abr. 2019.

ABIHPEC. **Panorama do Setor 2018**. Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos. SEBRAE, 2018d. Disponível em: <<https://abihpec.org.br/publicacao/panorama-do-setor-2018/>>. Acesso em 21 abr. 2019.

ABRAHAM, L. S.; MOREIRA, A. M.; MOURA, L. H.; GAVAZZONI, M.. 2009. **Tratamentos estéticos e cuidados dos cabelos: uma visão médica parte 1**. Surgical & Cosmetic Dermatology. Disponível em: <http://www.surgicalcosmetic.org.br/exportar-pdf/1/1_n3_27_pt/Tratamentos-esteticose-cuidados-dos-cabelos--uma-visao-medica--parte-1->. Acesso em 17 abr. 2019.

ABRAHAM, L. S.; MOREIRA, A. M.; MOURA, L. H.; GAVAZZONI, M.. 2009. **Tratamentos estéticos e cuidados dos cabelos: uma visão médica parte 2**. Surgical & Cosmetic Dermatology. Disponível em: <http://www.surgicalcosmetic.org.br/exportar-pdf/1/1_n4_40_pt/Tratamentos-esteticose-cuidados-dos-cabelos--uma-visao-medica--parte-2->. Acesso em 17 abr. 2019.

ALESSANDRINI; A. PIRACCINI, B.M. **Essential of Hair Care Cosmetics**. Division of Dermatology, Department of Experimental, Diagnostic and Specialty Medicine, University of Bologna, Italy. 2016. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2079-9284/3/4/34/pdf>>. Acesso em 16 abr. 2019.

ALVAREZ, A. M. R.; RODRÍGUEZ, M. L. G. **Lipids in pharmaceutical and cosmetic preparations**. Vol. 51. Fasc. 1-2. 2000, p. 74-96. DOI 10.3989/gya.2000.v51.i1-2.409. Disponível em: <<http://grasasyaceites.revistas.csic.es/index.php/grasasyaceites/article/view/409/412>>. Acesso em 01 mai. 2019.

AMIRALIAN, L; FERNANDES, C. R. **Shampoos**. C&T: Fundamentos da Cosmetologia. Phisalia Produtos de Beleza Ltda., Osasco SP, Brasil, 2018. Disponível em: <https://www.cosmeticsonline.com.br/ct/painel/class/artigos/uploads/c2ff1-CT301_Integra.pdf>. Acesso em 14 abr. 2019.

ANVISA. **Regulamento técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal.** Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 270 de 22/09/2005. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/legislacao#/visualizar/27630>>. Acesso em 03 mai. 2019.

ARAÚJO, L.A. **Desenvolvimento de formulações cosméticas contendo óleos vegetais para a proteção e reparação capilar.** 2015.90f. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2015. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/60/60137/tde-04052015-154442/publico/Dissertacao_completa_corrigida.pdf>. Acesso em 02 nov. 2019.

ATTIA, V. **Some of the great inventions of ancient Egyptians Part I: - Beauty, cosmetics, body care& related items.** 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/320267623_Some_of_the_great_inventions_of_ancient_Egyptians_Part_I_-_Beauty_cosmetics_body_care_related_items>. Acesso em 30 abr. 2019.

BAPTISTA, K. F.; BONETTO, N. C. F. **Estudo comparativo de xampus com e sem tensoativos sulfatados.** 2019. Disponível em: <http://revista.oswaldocruz.br/Content/pdf/Edicao_12_Baptista_Karina_Fernandes.pdf>. Acesso em 14 abr. 2019.

BARBOSA, A.B; SILVA; R.R. **Xampus.** Química e sociedade. Química Nova na Escola. Nov., 1995. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc02/quimsoc.pdf>>. Acesso em 28 abr. 2019.

BERDICK, M. **The Role of Fats and Oils in Cosmetics.** Research Laboratories, Chesebrough-Pond's Inc., Trumbull, Connecticut, 1972. Disponível em: <<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2FBF02582522.pdf>>. Acesso em 03 mai. 2019.

BERG SCHMIDT. **BergaSoft SCI 80: Modern surfactant.** Berg Schmidt Functional Lipids. 2019. Disponível em: <https://www.bergschmidt.de/en/Cosmetic/pdf/bergasoft_SCI_80_en.pdf>. Acesso em 06 nov. 2019.

BEZERRA, V.S. **Considerações sobre a palmeira Murumuruzeiro (Astrocaryum murumuru Mart.).** Comunicado técnico. ISSN 1517-4077. 2012. Macapá, AP. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/84961/1/AP-2012-Comunicado-tecnico-130-Murumuru.pdf>>. Acesso em 02 nov. 2019.

BIALÓN, M. et al. **Chemical Composition of Two Different Lavender Essential Oils and Their Effect on Facial Skin Microbiota.** 2019. Molecules (Basel, Switzerland), 24(18), 3270. doi:10.3390/molecules24183270. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6767019/>>. Acesso em 29 jan. 2020.

BNDES. **Potencial de diversificação da indústria química brasileira.** Estudo financiado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). Rio de Janeiro, novembro de 2014. Autoria e edição de Bain & Company, 1ª edição, maio 2014. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/arquivos/chamada_publica_FEPprospec0311_Quimicos_Relat>

4_tensoativos.pdf>. Acesso em 18 abr. 2019.

BOADU, K; ANANG, M; KYEI, S. **Chemical characterization of shea butter oil soap (*Butyrospermumparkii* G. Don)**. 2017. 66. 2186-8662. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/321213768_Chemical_characterization_of_shea_butter_oil_soap_Butyrospermum_parkii_G_Don>. Acesso em 06 nov. 2019.

CHAGRIN VALLEY. **What Is a Shampoo Bar**. Soap & Salve Company. 2019. Disponível em: <<https://www.chagrinvalleysoapandsalve.com/what-is-a-shampoo-bar-and-basic-faqs/>>. Acesso em 01 mai. 2019.

COSMETICS EUROPE. **Environmental sustainabilitytheuropeancosmeticsindustry'scontribution 2017-2018**. 2018. Disponível em: <https://www.cosmeticseurope.eu/files/9615/2872/3399/CE_Environmental_Sustainability_Report_2018.pdf>. Acesso em 25 abr. 2019.

DALTIN, D. **Tensoativos: química, propriedades e aplicações**. São Paulo: Blucher, 2011. Disponível em: <<http://www.usp.br/massa/2014/qfl2453/pdf/Tensoativos-livrodeDecioDaltin-Capitulo1.pdf>>. Acesso em 19 abr. 2019.

DE LA METTRIE, R; SAINT-LÉGER, D; LOUSSOUARN, G; GARCEL, A; PORTER, C. LANGANEY, A. **Shape Variability and Classification of Human Hair: A Worldwide Approach**. Human biology. 2007. 79. 265-81. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/5770817_Shape_Variability_and_Classification_of_Human_Hair_A_Worldwide_Approach>. Acesso em 24 abr. 2019.

DRAELOS, Z. D. **Cosmetics: The Medicine of Beauty**. 2015. <https://doi.org/10.1111/jocd.12146>. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jocd.12146>>. Acesso em 30 abr. 2019.

ESCAMILLA, M. et al. **Revision of European Eclabel Criteria for Soaps, Shampoos and Hair Conditioners: Preliminary Results from the Technical Analysis**. 2012. Disponível em: <<http://ec.europa.eu/environment/ecolabel/documents/Technical%20analysis%20report.pdf>>. Acesso em 03 mai. 2019.

FAVPNG. **Shampoo - DMDM Hydantoin Formaldehyde Releaser Chemical Compound**. 2020. Disponível em: <https://favpng.com/png_view/shampoo-dmdm-hydantoin-formaldehyde-releaser-chemical-compound-png/d8x7VMv5>. Acesso em 29 jan. 2020.

FERREIRA; A.P. **Apostila de Treinamento Cabelos: Parte 1 – Noções de Tricologia**. 2019. Masterview Equipamentos Ópticos Ltda. Disponível em: <https://masterarquivos.weebly.com/uploads/2/4/8/9/24895400/terapia_capilar_i_-_noes_de_tricologia.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2019.

FIUME, M. **Amended Safety Assessment of Triglycerides as Used in Cosmetics**. Cosmetic Ingredient Review. 2017. Disponível em: <<https://www.cir-safety.org/sites/default/files/trygly122017FAR.pdf>>. Acesso em 06 nov. 2019.

GAVAZZONI, D. M. F. R. **Hair Cosmetics: An Overview. International Journal of Trichology.**2015.

Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4387693/>>. Acesso em 17 abr. 2019.

GILES, Matthew. **A brief introduction to hair and science of hair care products.**

Innospec, 2016. Disponível em:

<https://www.formulation.org.uk/images/Hair_16/160901Matthew%20Giles%20-%20A%20Brief%20Introduction%20to%20Hair%20and%20Science%20of%20Hair%20Care%20Products.pdf>. Acesso em 15 abr. 2019.

GOLSTEIJN, Laura & Lessard et al. **Developing Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCR) for shampoos - The basis for comparable Life Cycle Assessments: Product Environmental Footprint Category Rules for Shampoos.**

Integrated Environmental Assessment and Management. 2018. 14. 10.1002/ieam.4064.

Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/325584805_Developing_Product_Environmental_Footprint_Category_Rules_PEFCECR_for_shampoos_-_The_basis_for_comparable_Life_Cycle_Assessments_Product_Environmental_Footprint_Category_Rules_for_Shampoos>. Acesso em 03 mai. 2019.

GRAY, John. **Hair care and hair care products.** Clinics in Dermatology

Volume 19, Issue 2, March–April 2001, Pages 227-236. Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0738081X00001334?via%3Dihub>>.

Acesso em 15 abr. 2019.

GUBITOSA, J.; RIZZI, V; FINI, P.; COSMA, P. **HairCareCosmetics: From Tradicional Shampoo toSolid Clay and Herbal Shampoo, A Review.** 2019. Disponível em:

<<https://www.mdpi.com/2079-9284/6/1/13>>. Acesso em: 18 abr. 2019.

HERRWERTH, S; LEIDREITER, H; WENK, H; FARWICK, M; ULRICH-BREHM, I; GRÜNING, B. **Highly concentrated cocamidopropyl betaine – the latest developments for improved sustainability and enhanced skin care.** Carl Hanser Publisher. Munich. 2008.

Disponível em: <<https://personal-care.evonik.com/product/personal-care/downloads/public/tenside-tego-betain-c-60.pdf>>. Acesso em 05 nov. 2019.

HIRSCH; M. **Surface Active Agents (Surfactants).** Prospector, 2015. Disponível em:

<<https://knowledge.ulprospector.com/3106/pc-surface-active-agents-surfactants/>>.

Acesso em 19 Abr. 2019.

JAIN, N.; CHAUDHRI, S. **History of cosmetics.** Asian Journal of Pharmaceutics, Madhya, 2009.

Disponível em:

<<https://www.asiapharmaceutics.info/index.php/ajp/article/view/260>>. Acesso em 30 abr. 2019.

JERAAL, M; ROBERTS, K; MCROBBIE, I. HARBOTTLE, D. **Process-Focused Synthesis, Crystallization, and Physicochemical Characterization of Sodium Lauroylsulfonate.** ACS Sustainable Chemistry & Engineering 2018 6 (2), 2667-

2675.DOI: 10.1021/acssuschemeng.7b04237. Disponível em: <<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acssuschemeng.7b04237>>. Acesso em 05 nov. 2019.

NATIONAL CENTER FOR BIOTECHNOLOGY INFORMATION. **Stearic acid**. PubChem Database. 2019. Disponível em: <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Stearic-acid>>. Acesso em 05 nov. 2019.

PARISH, L. C.; CRISSEY, J. T. **Cosmetics: A historical review**. Clinics in Dermatology, Volume 6, Issue 3, 1988, Pages 1-4, ISSN 0738-081X, [https://doi.org/10.1016/0738-081X\(88\)90024-7](https://doi.org/10.1016/0738-081X(88)90024-7). Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0738081X88900247>>. Acesso em 30 abr. 2019.

KARASKI, T. U; RIBEIRO, F. M; PEREIRA, B. R; ARTEAGA, L. P. S. **Embalagem e Sustentabilidade: Desafios e orientações no contexto da Economia Circular**. ABRE, CETESB, CETEA. 1ed. São Paulo, 2016. Disponível em: <http://www.abre.org.br/wp-content/uploads/2012/08/embalagem_sustentabilidade.pdf>. Acesso em 24 abr. 2019.

MAIAN. **Álcool cetílico**. 2019. Disponível em: <<https://maian.com.br/services/alcool-cetilico/>>. Acesso em 06 nov. 2019.

MARCH, B. **Beauty and the environment: Ecofriendly choices made easier**. Harper's Bazaar. Abr., 2018. Disponível em: <<https://www.harperbazaar.com/uk/beauty/a19848167/beauty-environmental-impact-sustainability/>>. Acesso em 25 abr. 2019.

MCKINLEY RESOURCES. **Behentrimonium Chloride**. 2019. Disponível em: <<https://raw-materials.mckinleyresources.com/Asset/Behentrimonium-Chloride-TDS.pdf>>. Acesso em 05 nov, 2019.

MIGUEL, L. M. **A biodiversidade na indústria de cosméticos: contexto internacional e mercado brasileiro**. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Departamento de Geografia. Programa de Pós-graduação em Geografia Humana. 2012. Disponível em: <www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8136/tde-12062013-112427/>. Acesso em 26 abr. 2019.

MIRANDA-VILELA; A.L.; BOTELHO; A.J.; MUEHLMANN; L.A. **An overview of chemical straightening of human hair: technical aspects, potential risks to hair fibre and health and legal issues**. International Journal of Cosmetic Science, 2014, 36, 2–11. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/ics.12093>>. Acesso em 22 abr. 2019.

MORAIS; I. **Ciclo de vida do cabelo**. 2018. Disponível em: <<https://www.troiahair.com.br/2018/12/18/ciclo-de-vida-do-cabelo/>>. Acesso em 19 abr. 2019.

NATIONAL GEOGRAPHIC LEARNING. 2017. Disponível em <http://ngl.cengage.com/assets/downloads/forsci_pro0000000541/4827_fun_ch3.pdf>.

Acesso em 17 abr. 2019.

NOGUEIRA, A. C. S. **Foto-degradação do cabelo: influência da pigmentação da fibra.** 2008. 99 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Química, Campinas, SP. Disponível em: <<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/250470>>. Acesso em: 22 abr. 2019.

OLIVEIRA, B.; GUEX, C.G.; ALMEIDA, C.B.; SANDRI, H.W. R. Q. **Impactos ambientais do xampu avaliados pelo bioindicador planária (*Girardiaschubarti*).** Bioensaio, vol 2: 31-34; julho 2010. Disponível em: <w3.ufsm.br/bioensaio/Volume2/Oliveira_et_al.pdf>. Acesso em 21 abr. 2019.

OLIVEIRA, F. G. **Processo de síntese de refino para redução de impurezas de manteiga interesterificada.** Trabalho de conclusão de curso – Universidade do Vale do Paraíba. 2014. São José dos Campos, SP. Disponível em: <<http://biblioteca.univap.br/dados/000015/00001552.pdf>>. Acesso em 02 nov. 2019.

OLIVEIRA; V.G. **Cabelos: uma contextualização no ensino de química.** PIBID UNICAMP – Programa Institucional de bolsas de incentivo à docência. Subprojeto química. 2013. Disponível em: <www.gpquae.iqm.unicamp.br/PIBIDtextCabelos2013.pdf>. Acesso em 22 abr. 2019.

PENTEADO, J. C. P.; EL SEOUD, O. A.; CARVALHO, L. R. F. **Alquilbenzeno sulfonato linear: uma abordagem ambiental e analítica.** Quím. Nova, São Paulo, v. 29, n. 5, p. 1038-1046. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422006000500025&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 21 Abr. 2019.

POPESCU, C.; HÖCKER, H. **Hair: the most sophisticated biological composite material.** Chemical Society Reviews, 36 (8), 1282 – 91, 2007. Acesso em 22 abr. 2019.

PUBCHEM. **Cocamidopropyl betaine.** U.S. National Library of Medicine, National Center for Biotechnology Information. 2020a. Disponível em: <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Cocamidopropyl-betaine>>. Acesso em 29 jan. 2020.

PUBCHEM. **Docosyltrimethylammonium chloride.** U.S. National Library of Medicine, National Center for Biotechnology Information. 2020b. Disponível em: <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/3014969>>. Acesso em 29 jan. 2020.

PUBCHEM. **Sodium Cocoyl isethionate.** U.S. National Library of Medicine, National Center for Biotechnology Information. 2020c. Disponível em: <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Sodium-cocoyl-isethionate>>. Acesso em 29 jan. 2020.

PUBCHEM. **Stearic acid.** U.S. National Library of Medicine, National Center for Biotechnology Information. 2020d. Disponível em: <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Stearic-acid>>. Acesso em 29 jan. 2020.

QUANTIS. **Study into the development of product environmental footprint category rules for shampoo.** Abr., 2016. Disponível em: <<https://www.cosmeticseurope.eu/download/bkZhV0tQYzRXQzM2bzFzQzlcZ0pzd09>>. Acesso em 25 abr. 2019.

REDETEC. **Dossiê técnico: queratina.** Rede de Tecnologia no Rio de Janeiro. 2007. Disponível em: <<http://www.sbrt.ibict.br/dossie-tecnico/downloadsDT/Mjky>>. Acesso em 30 abr. 2019.

SARKIC, A; STAPPEN, I. **Essential Oils and Their Single Compounds in Cosmetics—A Critical Review.** Department of Pharmaceutical Chemistry, University of Vienna, 2018. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2079-9284/5/1/11/pdf>>. Acesso em 03 mai. 2019.

SBD. **Tipos de cabelos.** Sociedade Brasileira de Dermatologia, 2019. Disponível em: <<http://www.sbd.org.br/dermatologia/cabelo/cuidados/tipos-de-cabelos/>>. Acesso em 24 abr. 2019.

SCHRAMM, L. N.; STASIUK, E. N.; MARANGONI, G. Surfactants and their Applications. Annu. Rep. Prog. Chem., Sect. C: Phys. Chem.. 99. 3-48. 2003. 10.1039/B208499F. Disponível em: <<https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2003/pc/b208499f#!divAbstract>> Acesso em 17 abr. 2019.

SIEGMUND-ROACH, S. **How to use Essential Oils for hair Care.**Herbal Academy. 2017. Disponível em: <<https://theherbalacademy.com/essential-oils-for-hair-care/>>. Acesso em 03 mai. 2019.

SISTEMA TEGUMENTAR. 2019. Disponível em: <<https://www.auladeanatomia.com/novosite/sistemas/sistema-tegumentar/>>. Acesso em: 19 abr. 2019.

SRIVASTAVA, V; DUBEY, S; MISHRA, A. **A review on lemon grass: agricultural and medicinal aspect.** International Research Journal of Pharmacy. 2013. Disponível em: <https://irjponline.com/admin/php/uploads/1931_pdf.pdf>. Acesso em: 01/10/2019

TAN, H.W.; AZIZ, A.R.A.; AROUA, M.K. **Glycerol production and its applications as a raw material: A review.** Renewable and Sustainable Energy Reviews. Volume 27, 2013, Pages 118-127, ISSN 1364-0321, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.06.035>. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032113004127>>. Acesso em 28 abr. 2019.

THE DOW CHEMICAL COMPANY. **Purity Plus: Propilenoglicol USP/EP.** 2000. Disponível em: <http://msdssearch.dow.com/PublishedLiteratureDOWCOM/dh_0034/0901b80380034a21.pdf?filepath=propyleneglycol/pdfs/n>. Acesso em 05 nov. 2019.
THE NIELSEN COMPANY (US). **The Future Of Beauty.** 2018. Disponível em: <https://www.nielsen.com/content/dam/nielsen-global/de/images/WP-CH/Nielsen_2018_the-future-of-beauty-report.pdf>. Acesso em 21 abr. 2019

TRICOLOGIA. **O aspecto dos cabelos.**2019. Disponível em:

<https://www.tricologia.com.br/sobre_cabelos_6.asp>. Acesso em 24 abr. 2019.

TRÜEB, R. **Shampoos: Ingredients, efficacy and adverse effects**. Clinic for Dermatology, University Hospital of Zurich, Switzerland, 2006. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1610-0387.2007.06304.x>>. Acesso em 14 abr. 2019.

VELASCO, M. V. R. et al. **Hair fiber characteristics and methods to evaluate hair physical and mechanical properties**. Braz. J. Pharm. Sci., São Paulo, v. 45, n. 1, p. 153-162, mar. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-82502009000100019&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 22 abr. 2019.

VIDAL, N.P.; ADIGUN, O.A.; PHAM, T.H.; MUMTAZ, A., MANFUL, C.; CALLAHAN, G.; STEWART, P.; KEOUGH, D.; THOMAS, R.H. **The Effects of Cold Saponification on the Unsaponified Fatty Acid Composition and Sensory Perception of Commercial Natural Herbal Soaps**. Molecules. 2018. doi: 10.3390/molecules23092356. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6225244/>>. Acesso em 28 abr. 2019.

ZUZARTE, M; SALGUEIRO, L. **Bioactive Essential Oils and Cancer**. Faculty of Pharmacy, University of Coimbra, Coimbra, Portugal, 2015. DOI 10.1007/978-3-319-19144-7_2. Disponível em: <http://www.jonnsaromatherapy.com/pdf/Zuzarte_Essential_Oil_Chemistry_2015.pdf>. Acesso em 03 mai. 2019.

APÊNDICE

APÊNDICE A - Processo de produção em escala laboratorial do xampu sólido em barra

Tabela 7 - Proposta de formulação de xampu sólido em barra.

Matéria-prima	Concentração (%m/m)
Triglicerídeo de ácido cápricocaprílico	17
Álcool cetílico	8
Ácido esteárico	8
Cloreto de behentrimônio	7
Cocoilisetionato de sódio	33,5
Cocamidopropilbetaína	17
Manteiga de Karité	4
Manteiga de Murumuru	4
Pentileno glicol	0,5
Óleo essencial de lavanda	1

Fonte: Autoria própria.

As matérias-primas descritas na Tabela 7 foram pesadas e adicionadas ao béquer de 400 mL. Os ingredientes foram adicionados na ordem apresentada, sob agitação, com intervalo de cinco minutos entre cada adição. Inicialmente, foi necessária a utilização de aquecimento para fundir os tensoativos, óleos e gorduras vegetais a uma temperatura de 60°C. Após a completa homogeneização desses ingredientes, resfriou-se o *bulk* a 40°C e foram adicionados o conservante e óleo essencial. Transferiu-se o *bulk* para um molde (Figura 30) para que este resfriasse e tomasse forma de barra. A Figura 31 mostra a imagem do produto final obtido.

Figura 30 - Xampu sólido em molde.



Fonte: Autoria própria.

Figura 31 - Xampu sólido em barra obtido.



Fonte: Autorial própria.

APÊNDICE B - Dados ambientais de matérias-primas constituintes de formulação de xampu líquido da tabela 4.

Matéria-prima	Concentração de água (%)	Fator emissão (kg CO ₂ /kg)	Origem vegetal (%)	Consumo de água (R\$/g)	Gases efeito estufa (R\$/g)	Poluentes do ar (R\$/g)	Poluição da água (R\$/g)	Resíduos sólidos (R\$/g)	Uso da terra (R\$/g)
Água	50,39	0	0	0	0	0	0	0	0
Lauril sulfato de sódio	20,3	0,405623	19,0211	2,9058E-06	0,00013978	0,00003016	2,59E-05	1,3775E-07	0,00014196
Cocamidoprolbetaína	6,3	0,3762	5,3271	2,09745E-06	8,875E-05	3,68194E-05	9,52E-06	6,687E-08	1,5949E-06
Cocamida MEA	0	0,09978	2,25	4,2453E-07	1,2723E-05	1,37541E-06	2,52E-06	1,587E-08	9,8475E-07
Hidroetilcelulose	0	0,03896	0,5	1,9459E-07	8,27E-06	0,00000027	3,13E-06	2,4E-09	0
EDTA Tetrassódico	0	0,006544	0	1,9221E-08	2,3643E-06	0,00000013	5,11E-08	1,93E-10	0
Cloreto de sódio	0	0,04176	0	5,9754E-07	8,6957E-06	0,00000182	6,83E-06	1,92E-08	0
Ácido cítrico	0	0,001827	0,1	8,4281E-08	1,0786E-06	0,000000331	8,21E-08	1,328E-09	0
Hidróxido de sódio	0	0,002088	0	2,6288E-08	3,8256E-07	8,0068E-08	3E-07	8,45E-10	0
Glicerina	0	0,009135	0,5	2,40525E-07	1,8359E-06	2,33133E-06	1,18E-06	1,08E-09	1,1381E-06
Poliquatérnio	0	0,007032	0	2,82E-08	1,1876E-06	3,10224E-07	1,83E-07	1,209E-09	0
Silicone	0	0,08226	0	7,1424E-07	1,5096E-05	6,00578E-06	1,44E-06	4,58E-08	0
Base opacificante	0,98	0,048986	1,9388	1,01156E-06	1,0651E-05	1,21461E-05	4,14E-06	6,112E-08	5,5414E-06
MIT	0,00895	0,0005525	0	8,4281E-09	1,0786E-07	3,31E-08	8,21E-09	1,328E-10	2,4905E-09
Perfume fragrância	0	0,0327665	0,0759	5,11775E-07	6,8395E-06	0,00000057	1,58E-06	2,105E-09	0

Fonte: Autoria própria.

APÊNDICE C - Dados ambientais de matérias-primas constituintes de formulação de xampu sólido da tabela 5.

Matéria-prima	Concentração de água (%)	Fator emissão (kg CO2/kg)	Origem vegetal (%)	Consumo de água (R\$/g)	Gases efeito estufa (R\$/g)	Poluentes do ar (R\$/g)	Poluição da água (R\$/g)	Resíduos sólidos (R\$/g)	Uso da terra (R\$/g)
Cocoilsetionato de sódio	0	0,08205155	23,45	1,69436E-05	0,0001784	0,0002034	6,93E-05	1,02376E-06	9,282E-05
Cocamidopropilbetaína	11,9	0,07106	10,0623	3,96185E-06	0,00016764	6,955E-05	1,8E-05	1,2631E-07	3,013E-06
Ácido esteárico	0	0,0195944	8	4,04624E-06	4,2603E-05	4,858E-05	1,65E-05	2,4448E-07	2,217E-05
Álcool cetílico	0	0,014224	8	3,53954E-05	2,9711E-05	4,152E-05	2,19E-05	2,0072E-07	2,382E-05
Cloreto de behentrimônio	0	0,016408	4,55	0,000000658	2,7712E-05	7,239E-06	4,27E-06	2,821E-08	0
Caprylic/Capric triglyceride	0	0,041633	17	7,56534E-06	7,9655E-05	9,084E-05	3,09E-05	4,5713E-07	4,144E-05
Manteiga de karité	0	0,004312	4	1,8992E-07	2,5091E-05	1,033E-05	8,38E-06	1,1132E-07	0
Manteiga de murumuru	0	0,004312	4	1,4532E-06	9,2472E-05	2,56E-06	0,000132	5,88E-09	0,0049009
Pentileno glicol	0	0,007101	1	3,2368E-07	1,3043E-05	9,151E-07	2,75E-06	3,45E-09	0
Óleo essencial de lavanda	0	0,000539	0,5	5,03315E-07	1,3984E-06	6,968E-07	1,58E-06	4,35E-10	5,63E-05

Fonte: Autoria própria.

APÊNDICE D-Dados ambientais de matérias-primas constituintes de formulação típica de xampu líquido.

Matéria-prima	Concentração de água (%)	Fator emissão (kg CO2/kg)	Origem vegetal (%)	Consumo de água (R\$/g)	Gases efeito estufa (R\$/g)	Poluentes do ar (R\$/g)	Poluição da água (R\$/g)	Resíduos sólidos (R\$/g)	Uso da terra (R\$/g)
Água	100	0	0	0	0	0	0	0	0
Lauril sulfato de sódio	70	1,3987	65,59	0,00001002	0,00048199	0,000104	8,93E-05	0,000000475	0,00048951
Cocamidopropilbetaína	70	4,18	59,19	0,000023305	0,00098611	0,000409104	0,000106	0,000000743	1,7721E-05
Cocamide MEA	0	3,326	75	0,000014151	0,00042408	0,000045847	8,41E-05	0,000000529	3,2825E-05
Hidroetilcelulose	0	3,896	50	0,000019459	0,000827	0,000027	0,000313	0,00000024	0
EDTA Tetrassódico	0	6,544	0	0,000019221	0,00236429	0,00013	5,11E-05	0,000000193	0
Cloreto de sódio	0	2,088	0	0,000029877	0,00043479	0,000091	0,000341	0,00000096	0
Ácido cítrico	0	1,827	100	0,000084281	0,00107865	0,000331	8,21E-05	0,000001328	0
Hidróxido de sódio	0	2,088	0	0,000026288	0,00038256	0,000080068	0,0003	0,000000845	0
Glicerina	0	1,827	100	0,000048105	0,00036718	0,000466266	0,000236	0,000000216	0,00022762
Poliquatérnio	0	2,344	0	0,0000094	0,00039588	0,000103408	6,1E-05	0,000000403	0
Silicone	0	4,113	0	0,000035712	0,00075481	0,000300289	7,21E-05	0,000000229	0
Base opacificante	49	2,4493	96,94	0,000050578	0,00053254	0,000607305	0,000207	0,000003056	0,00027707
MIT	89,5	5,525	0	0,000084281	0,00107865	0,000331	8,21E-05	0,000001328	2,4905E-05
Perfume fragrância	0	6,5533	15,18	0,000102355	0,00136791	0,000114	0,000316	0,000000421	0

Fonte: Autoria própria.

APÊNDICE E - Dados ambientais de matérias-primas constituintes da formulação de xampu sólido proposta.

Matéria-prima	Concentração de água (%)	Fator emissão (kg CO2/kg)	Origem vegetal (%)	Consumo de água (R\$/g)	Gases efeito estufa (R\$/g)	Poluentes do ar (R\$/g)	Poluição da água (R\$/g)	Resíduos sólidos (R\$/g)	Uso da terra (R\$/g)
Cocoilsetionato de sódio	0	2,4493	70	0,000050578	0,00053254	0,0006073	0,000207	0,000003056	0,0002771
Cocamidopropilbetaína	70	4,18	59,19	0,000023305	0,00098611	0,0004091	0,000106	0,000000743	1,772E-05
Ácido esteárico	0	2,4493	100	0,000050578	0,00053254	0,0006073	0,000207	0,000003056	0,0002771
Álcool cetílico	0	1,778	100	0,000442442	0,00037139	0,000519	0,000274	0,000002509	0,0002977
Cloreto de behentrimônio	0	2,344	65	0,0000094	0,00039588	0,0001034	6,1E-05	0,000000403	0
Triglicerídeo de ácido cáprico e caprílico	0	2,449	100	0,000044502	0,00046856	0,0005343	0,000182	0,000002689	0,0002438
Manteiga de karité	0	1,078	100	0,000004748	0,00062728	0,0002582	0,00021	0,000002783	0
Manteiga de murumuru	0	1,078	100	0,00003633	0,00231179	0,000064	0,003311	0,000000147	0,1225234
Pentileno glicol	0	7,101	100	0,000032368	0,00130429	9,151E-05	0,000275	0,000000345	0
Óleo essencial de lavanda	0	1,078	100	0,000100663	0,00027968	0,0001394	0,000316	0,000000087	0,0112604

Fonte: Autoria própria.