

RESSALVA

Atendendo a solicitação do(a) autor(a), o texto completo desse trabalho será disponibilizado no repositório a partir de 19/02/2027.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de São José dos Campos
Instituto de Ciência e Tecnologia

LUIS FELIPE ABBADO DE SOUZA

**INFLUÊNCIA DA ADIÇÃO DE SURFACTANTES EM GÉIS
CLAREADORES NA LIBERAÇÃO DO PERÓXIDO DE
HIDROGÊNIO**

LUIS FELIPE ABBADO DE SOUZA

**INFLUÊNCIA DA ADIÇÃO DE SURFACTANTES EM GÉIS CLAREADORES NA
LIBERAÇÃO DO PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO**

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Campus de São José dos Campos, como parte dos requisitos para obtenção do título de MESTRE, pelo Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIAS APLICADAS À SAÚDE BUCAL.

Área: Dentística. Linha de pesquisa: Avaliação clínica e laboratorial de alterações da estrutura dental, de materiais e de técnicas de prevenção e tratamento em dentística.

Orientador: Prof. Tit. Carlos Rocha Gomes Torres

São José dos Campos

2025

Instituto de Ciência e Tecnologia [internet]. Normalização de tese e dissertação [acesso em 2025]. Disponível em <http://www.ict.unesp.br/biblioteca/normalizacao>

Apresentação gráfica e normalização de acordo com as normas estabelecidas pelo Serviço de Normalização de Documentos da Seção Técnica de Referência e Atendimento ao Usuário e Documentação (STRAUD).

Souza, Luis Felipe Abbado de
Influência da adição de surfactantes em géis clareadores na liberação do peróxido de hidrogênio / Luis Felipe Abbado de Souza. - São José dos Campos : [s.n.], 2025.
72 f. : il.

Dissertação (Mestrado) - Pós-Graduação em Ciências Aplicadas à Saúde Bucal - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos, 2025.
Orientador: Carlos Rocha Gomes Torres.

1. Peróxido de Hidrogênio. 2. Clareamento Dental. 3. Surfactantes. I. Torres, Carlos Rocha Gomes, orient. II. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos. III. Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho' - UNESP. IV. Universidade Estadual Paulista (UNESP). V. Título.

IMPACTO POTENCIAL DESTA PESQUISA

O estudo sobre a influência de surfactantes na liberação de peróxido de hidrogênio em géis clareadores tem grande relevância científica e social. Ele pode aumentar a eficácia dos tratamentos clareadores ao controlar a liberação do peróxido de hidrogênio, proporcionando resultados mais rápidos e seguros. Além disso pode contribuir também com a diminuição dos efeitos adversos como sensibilidade dental, devido ao controle da quantidade de peróxido que irá penetrar na estrutura dental. Com isso a pesquisa pode ainda impulsionar a inovação e a melhoria de materiais clareadores, resultando em produtos com maior potencial clareador e controlando a interação com a estrutura dentária.

POTENTIAL IMPACT OF THIS RESEARCH

The study of the influence of surfactants on the release of hydrogen peroxide in whitening gels is of great scientific and social relevance. It can increase the effectiveness of whitening treatments by controlling the release of hydrogen peroxide, providing faster and safer results, and can also contribute to reducing adverse effects such as tooth sensitivity, due to controlling the amount of peroxide that will penetrate the tooth structure. This research can also drive innovation and improvement in whitening materials, resulting in products with greater whitening potential and controlling interaction with the tooth structure.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Tit. Carlos Rocha Gomes Torres (Orientador)

Universidade Estadual Paulista
Instituto de Ciência e Tecnologia
Campus de São José dos Campos

Prof. Dr. Carlos Alberto Kenji Shimokawa

Universidade de São Paulo
Faculdade de Odontologia
Campus de São Paulo

Profa. Assoc. Taciana Marco Ferraz Caneppele

Universidade Estadual Paulista
Instituto de Ciência e Tecnologia
Campus de São José dos Campos

São José dos Campos, 19 de fevereiro de 2025.

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho aos meus pais e a meu irmão meus alicerces nessa vida

Dedico também a minha família através do seu apoio incondicional

Dedico esse trabalho aos meus avós e aos meus tios que estão no meu coração

Dedico esse trabalho aos meus amigos no qual posso contar sempre

Dedico esse trabalho a vida e a vontade de fazer sempre o melhor possível

AGRADECIMENTOS

Decidir ingressar na pós-graduação é embarcar em uma verdadeira jornada. Como escoteiro, aprendi que todo percurso exige determinação, resiliência e coragem para enfrentar os desafios que surgem pelo caminho. E essa foi, sem dúvida, a travessia mais desafiadora que escolhi percorrer. No entanto, cada obstáculo superado foi recompensado por momentos de aprendizado, crescimento e conquistas que transformaram não apenas minha trajetória acadêmica, mas também minha vida. Hoje, ao olhar para trás, percebo o quanto amadureci, e sei que essa caminhada só foi possível graças às pessoas especiais que estiveram ao meu lado.

Aos meus pais e ao meu irmão

Luis Claudio e Beatriz se estendendo ao meu irmão João Gabriel meus alicerces nessa vida e meu porto seguro. Foram vocês que, com amor incondicional, me ensinaram a acreditar nos meus sonhos, mesmo quando eu duvidei de mim mesmo. Cada palavra de incentivo, cada gesto de apoio e cada sacrifício feito por mim foram a força que me manteve em pé nos dias difíceis. Vocês são e sempre serão minha maior inspiração.

À minha família

Que sempre esteve presente, seja com palavras de carinho, com um abraço nos momentos de cansaço ou com aquele simples “vai dar certo” de que tantas vezes me trouxe paz. Obrigado por torcerem por mim, por acreditarem no meu potencial e por me lembrarem, mesmo à distância, que o amor da família é o combustível para qualquer conquista.

Aos amigos

Que estão presentes em minha vida a mais tempo, sendo todos importantes igualmente e aos que ingressaram e caminharam comigo nessa jornada. Ana Paula,

Camila e Ítalo que além de amigos de graduação, tornaram-se a minha família, dividindo o mesmo lar e sendo minha rede de apoio e de conforto, irei levar comigo cada dia de pizza e vinhos, cada caminhada até o mercado, cada final de semana estudando juntos sou muito grato por terem feito parte dessa caminhada comigo.

Agradeço também aos amigos Juliana, Luana, Marcella, Matheus, Rafael, Taiana por sermos tão unidos em todos os momentos, sou tão grato por vocês estarem comigo nessa caminhada, sempre compartilhando angústias, dúvidas, risadas e conquistas. Aos amigos Gabriela, Douglas, Pedro, Vanessa e Victor vocês também foram minha rede de apoio, aqueles que me ajudaram a enxergar que os tropeços fazem parte do caminho e que, juntos, tudo se torna mais leve. Obrigado por cada conversa e por cada momento.

Aos professores

Alessandra, Cesar, Daniele, Eduardo, Filomena, Mariane, Natalia, Sérgio e Taciana, meu sincero agradecimento. Aqui encontrei não apenas professores, mas mestres no sentido mais nobre da palavra. Cada disciplina, cada orientação e cada conselho foram fundamentais para minha formação. Sou imensamente grato por todo o conhecimento compartilhado e pelo ambiente de aprendizado que me permitiu crescer. E gostaria de agradecer especialmente aos meus professores Cláudio e Tereza que foram os responsáveis pela minha formação como Cirurgião Dentista, por me incentivarem a trilharem o caminho do conhecimento e principalmente por acreditarem em mim, sem vocês nada disso seria possível, sou imensamente grato por ter vocês em minha vida.

Ao meu orientador Prof. Carlos Torres

Meu profundo agradecimento. Obrigado por acreditar em mim, por me desafiar, por abrir portas e me proporcionar oportunidades que ampliaram meus horizontes. Seu papel foi essencial nesta fase da minha vida e todo aprendizado que tive sob sua orientação será levado comigo para sempre.

Muito obrigado!

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.

Marthin Luther King

RESUMO

Souza LFA. Influência da adição de surfactantes em géis clareadores na liberação do peróxido de hidrogênio [dissertação]. São José dos Campos (SP): Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia; 2025.

O objetivo desse estudo foi avaliar o efeito da adição de diferentes tipos e concentrações de agentes surfactantes a géis clareadores na liberação do princípio ativo peróxido de hidrogênio. Para tal, géis clareadores experimentais foram formulados contendo o ingrediente ativo peróxido de hidrogênio em uma concentração de 35% e pH 6,5, utilizando como agente espessante o dióxido de silício precipitado. A eles foram adicionados três tipos de agentes surfactantes (PS - Polisorbato 20; POLO - Poloxamer 407; LSS - Lauril Sulfato de Sódio) em 3 níveis de concentração (0,1; 0,2 e 0,3% em peso). Um grupo controle comercial (CC) foi testado, empregando-se o agente clareador Whiteness HP 35% (FGM). Um grupo controle negativo (CN) também foi testado, empregando-se uma solução de peróxido de hidrogênio a 35%, sem qualquer adição de surfactante. Os géis foram levados à câmara doadora de células de difusão de Franz durante 30 minutos, sendo usada como elemento de permeação uma membrana de celulose com porosidade máxima de 300 Daltons. Na câmara receptora foi utilizada água ultrapura. A concentração de peróxido na câmara receptora foi mensurada a cada 5 minutos através de um reagente enzimático e um espectrofotômetro analítico. Os dados obtidos foram utilizados para calcular a constante de liberação (kH) para cada leitura. Os dados de kH ($\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{min}$) foram avaliados quanto à normalidade e homoscedasticidade dos dados por meio dos testes de Shapiro-Wilk e Levene. A comparação entre os grupos e subgrupos quanto à liberação de peróxido foi realizada empregando os testes de ANOVA a dois fatores, seguido pelo teste de Tukey. As comparações com os grupos controle foram realizadas usando o teste de Dunnett. Em todas as análises, o nível de significância adotado foi de 5%. O teste ANOVA apresentou diferença significativa apenas para o fator surfactante sendo valor de $p=0,001$. Os resultados do teste de Tukey para o fator surfactante foram: LSS - 0,42 (0,19)a, P20 - 0,10(0,05)b, P407 - 0,12(0,05)b. Os grupos LSS 0,1%, LSS 0,2% e LSS 0,3% demonstraram diferenças em relação ao grupo controle negativo (CN), porém somente o grupo LSS 0,2% demonstrou diferença com o grupo controle comercial (CC). Mediante aos resultados, podemos concluir que o tipo de surfactante influenciou na liberação do peróxido de hidrogênio, sendo o Lauril Sulfato de Sódio aquele que resultou em maior difusão.

Palavras-chave: Peróxido de Hidrogênio; Clareamento dental; Surfactante.

ABSTRACT

Souza LFA. Influence of surfactants on the release of hydrogen peroxide in whitening gels [dissertation]. São José dos Campos (SP): São Paulo State University (Unesp), Institute of Science and Technology; 2025.

The objective of this study was to evaluate the effect of adding different types and concentrations of surfactant agents to bleaching gels on the release of the active ingredient hydrogen peroxide. For this purpose, experimental bleaching gels were formulated containing hydrogen peroxide at a concentration of 35% and pH 6.5, using precipitated silica dioxide as a thickening agent. Three types of surfactants were added to these gels (PS - Polysorbate 20; POLO - Poloxamer 407; LSS - Sodium Lauryl Sulfate) at three concentration levels (0.1%, 0.2%, and 0.3% by weight). A commercial control group (CC) was tested using the whitening agent Whiteness HP 35% (FGM). A negative control group (NC) was also tested using a 35% hydrogen peroxide solution without any added surfactant. The gels were placed in the donor chamber of a Franz diffusion cell for 30 minutes, using a cellulose membrane with a maximum pore size of 300 Daltons as the permeation element. Ultrapure water was used in the receptor chamber. The peroxide concentration in the receptor chamber was measured every 5 minutes using an enzymatic reagent and an analytical spectrophotometer. The data obtained was used to calculate the release constant (kH) for each measurement. The kH data were evaluated for normality and homoscedasticity using the Shapiro-Wilk and Levene tests. A comparison between the groups and subgroups regarding peroxide release was performed using two-way ANOVA, followed by Tukey's test. Comparisons with the control groups were performed using Dunnett's test. In all analysis, the significance level adopted was 5%. The ANOVA test showed a significant difference only for the surfactant factor with a p-value of 0.001. The Tukey test results for the surfactant factor were: LSS - 0.42 (0.19)a, P20 - 0.10 (0.05)b, P407 - 0.12 (0.05)b. The LSS 0.1%, LSS 0.2%, and LSS 0.3% groups showed differences compared to the negative control group (NC), but only the LSS 0.2% group showed a difference compared to the commercial control group (CC). Based on the results, we can conclude that the type of surfactant influenced the release of hydrogen peroxide, with Sodium Lauryl Sulfate resulting in the highest diffusion.

Keywords: Hydrogen Peroxide; Teeth whitening; Surfactant.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Polaridade da água e força de atração	20
Figura 2 - Composto apolar	21
Figura 3 - Diferença de eletronegatividade.....	22
Figura 4 - Tensão superficial agindo sobre a água.....	23
Figura 5 - Estrutura da molécula de surfactante e comportamento espacial	25
Figura 6 - Monolaurato de polioxietileno sorbitano (Tween 20) – Polisorbato 20	33
Figura 7 - Poloxamer 407 (Pluoronic F-127).....	34
Figura 8 - Lauril Sulfato de Sódio (LSS)	35
Figura 9 - Preparo do gel.....	40
Figura 10 - Análise de viscosidade	42
Figura 11 - Grupos experimentais	44
Figura 12 - Titulação.....	46
Figura 13 - Preparo da câmara de difusão	48
Figura 14 - Método de leitura.....	50
Figura 15 - Gráfico de regressão linear	52
Figura 16 - Gráfico de quantidade de fármaco liberada por área (Q)	54
Figura 17 – Médias de Constante de Higuchi (k_H) para todos os grupos	57

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Categoria dos surfactantes (Polaridade)	30
Quadro 2 - Características dos surfactantes	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados de Anova a dois fatores para a comparação dos grupos entre o tipo de surfactante e sua concentração	55
Tabela 2 - Média (DP) de Constante de Higuchi (k_H) e resultados do teste de Tukey para o fator surfactante	55
Tabela 3 - Média (DP) dos valores Constante de Higuchi (k_H) e os resultados dos testes de Dunnett para os grupos controles	56
Tabela 4 – Concentração final dos grupos após perfusão	58

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

HLB	Equilíbrio hidrófilo-lipófilo
CMC	Concentração Micelar Crítica
PS	Polisorbato 20
POLO	Poloxamer 407
LSS	Lauril Sulfato de Sódio
k_H	Coeficiente de Liberação de fármaco
pH	Potencial hidrogeniônico
CN	Controle negativo
CC	Controle comercial
ANOVA	Teste de análise de variância

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	20
2.1 Classificação dos surfactantes	26
2.1.1 Surfactantes catiônicos	26
2.1.2 Surfactantes aniônicos	27
2.1.3 Surfactantes não iônicos	27
2.1.4 Surfactantes anfóteros.....	28
2.1.5 Surfactantes zwitteriônicos	29
2.2 Concentração de micelas	30
2.3 Surfactantes comumente utilizados	31
2.3.1 Polisorbato 20.....	32
2.3.2 Poloxamer 407	33
2.3.3 Lauril Sulfato de Sódio.....	34
2.4 Papel dos surfactantes na liberação do fármaco	35
3 PROPOSIÇÃO	37
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	38
4.1 Delineamento experimental	38
4.1.1 Unidade experimental	38
4.1.2 Fatores em estudo.....	38
4.1.3 Variável de resposta.....	39
4.2 Preparo dos géis clareadores	39
4.3 Divisão dos grupos experimentais	42
4.4 Mensurações iniciais da concentração de peróxido de hidrogênio	44
4.5 Preparo da célula de difusão vertical	46
4.6 Coleta e diluição das amostras	48
4.7 Análise da liberação do peróxido de hidrogênio nos géis	49
4.8 Mensurações finais da concentração do peróxido de hidrogênio	52
4.9 Estatística.....	53
5 RESULTADO	54
6 DISCUSSÃO	59
7 CONCLUSÃO	63

REFERÊNCIAS.....	64
------------------	----

1 INTRODUÇÃO

A demanda de procedimentos estéticos na odontologia, principalmente relacionados com a melhora da cor dos dentes, vem crescendo consideravelmente nos últimos anos. Nesse contexto, as terapias clareadoras destacam-se por serem conservadoras, seguras e de baixo custo (de Geus et al., 2016; Rezende et al., 2016). O peróxido de hidrogênio é o agente clareador mais empregado na odontologia. Trata-se de uma pequena molécula capaz de penetrar facilmente na estrutura dental e se difundir através dos espaços intercristalinos do esmalte e pelos túbulos dentinários. Em contato com os dentes, ele sofre uma decomposição e resulta na formação de radicais livres, com alta capacidade de oxidação, os quais irão reagir com os cromóforos existente nos tecidos dentais, modificando suas ligações químicas – que gera uma percepção de dentes clareados (Chen et al., 1993; Faunce, 1983; Floyd, 1997; Grocholewicz, 2014; Kwon, Wertz, 2015).

O clareamento dental pode ser realizado através da técnica caseira, por meio de produtos com baixas concentrações de peróxido de hidrogênio ou carbamida, sendo aplicados sobre os dentes por um determinado período, no qual dependerá do protocolo de escolha. O procedimento também pode ser realizado através da técnica de consultório, na qual concentrações mais altas são empregadas, variando entre 15 e 40%, mas com um tempo de contato reduzido com os dentes (Caneppele, Torres, 2011; Moghadam et al., 2013). Porém, indiferentemente da técnica ou da concentração de peróxido utilizada, para viabilizar uma aplicação controlada sobre a estrutura dental, um agente espessante deve ser adicionado, para proporcionar uma consistência de gel ao produto (Joiner, 2006; Mailart et al., 2020; Torres et al., 2022).

Formulações farmacêuticas em consistência de gel, são utilizadas para facilitar a administração de medicamentos aos pacientes, abrangendo diversas aplicações como cuidados dermatológicos, ginecológicos, para a pele e cuidados orais. Por apresentar-se em consistência semissólida, após a aplicação, os princípios ativos presentes em seu interior devem se difundir e ser liberados para exercerem seus efeitos. A ciência que estuda os aspectos físicos da difusão de líquidos mostra que a difusão interna do princípio ativo no interior do produto é inversamente proporcional à viscosidade do meio e inversamente proporcional ao tamanho da

molécula penetrante, conforme previsto pela equação de Stokes-Einstein. Com isso, observa-se que aspectos como o tipo do espessante, bem como sua carga elétrica, desempenham um papel no comportamento da difusão do fármaco, devido à interação entre a carga elétrica do espessante e o fármaco (Botero et al., 2005; Gisladdottir et al., 2009; Mailart et al., 2020).

A viscosidade, uma propriedade física dos fluidos, está relacionada à resistência que eles oferecem à deformação, devido às forças de atrito interno durante o movimento relativo. A substância responsável pela viscosidade da formulação é denominada espessante, consistindo em pequenas partículas inorgânicas coloidais ou moléculas orgânicas longas dispersas em um líquido que as permeia. A quantidade de espessante e a força das interações moleculares determinam as características reológicas do produto (Ansel HC et al., 2000; Bowman BJ et al., 2013; Caneppele, Torres, 2011; Rodrigues et al., 2007). Contudo, a viscosidade tem um forte impacto na liberação dos princípios ativos de medicamentos e consequentemente em sua permeação nos tecidos alvos.

Os géis clareadores são geralmente formulados com a associação do peróxido de hidrogênio com polímeros orgânicos sintéticos, como os carbômeros, que são polímeros acrílicos com ligações cruzadas (Frysh et al., 1995; Gandolf L, Galleguillos R, 2014). Estudos anteriores mostraram que diferentes tipos e concentrações de agentes espessantes, assim como a viscosidade resultante, podem afetar a interação dos géis clareadores à base de peróxido resultando em uma maior ou menor penetração (Kaewpinta et al., 2018; Torres et al., 2022).

Outra propriedade relevante na liberação dos princípios ativos de formas farmacêuticas é a tensão superficial. Esta é um fenômeno físico que ocorre na interface entre um líquido e outro meio, como o ar, resultante das forças de coesão entre as moléculas do líquido. No interior de um líquido, como a água, cada molécula é atraída igualmente em todas as direções pelas moléculas vizinhas, mas, na superfície, as moléculas estão sujeitas a uma força líquida dirigida para o interior. Essa força faz com que a superfície do líquido se comporte como uma membrana elástica sob tensão. Um exemplo desse fenômeno é o comportamento da água em um conta-gotas. Quando a água é liberada lentamente, a tensão superficial age para manter a coesão das moléculas de água na superfície, permitindo que uma gota se forme. As moléculas na superfície do líquido experimentam forças de coesão que as mantêm

unidas, e a tendência da gota é adotar uma forma esférica, minimizando a energia superficial. A forma esférica é a configuração de menor energia, pois reduz a área superficial para um dado volume, consequência direta da tensão superficial. À medida que a gota cresce, a força gravitacional que atua sobre ela aumenta. Quando essa força excede a resistência proporcionada pela tensão superficial, a gota se desprende e cai. A tensão superficial, portanto, é responsável por manter a coesão molecular que permite a formação de gotas em pequenas escalas e explica o comportamento de líquidos sob forças externas (Daltin, 2011).

A tensão superficial pode ser alterada quando algumas substâncias, chamadas de surfactantes ou “agente tensoativo”, são incorporadas ao líquido. Tais substâncias se caracterizam por ter a capacidade de modificar as propriedades superficiais e da interface de um líquido (Caneppele, Torres, 2011). Os agentes tensoativos, ou surfactantes, irão agir na redução da tensão superficial ao se posicionarem na interface entre dois meios, como a água e o ar ou água e óleo. Eles possuem uma estrutura anfifílica, com uma parte hidrófila (afinidade com água) e uma parte hidrófoba (repelida pela água). Ao se distribuírem na superfície da água, suas moléculas interrompem as forças de coesão entre as moléculas de água, reduzindo a energia necessária para aumentar a superfície do líquido. Isso diminui a tensão superficial, facilitando a dispersão de substâncias apolares, como óleos e gorduras, em soluções aquosas (Estrela et al., 2005; Guerisoli DMZ et al., 1998).

Com isso, os agentes surfactantes podem alterar a dinâmica na interface dente-gel, modificando a tensão superficial interfacial, influenciando o processo de interação com os tecidos dentais duros. Uma vez aplicado, o gel sobre a superfície do esmalte, ele irá liberar o peróxido de seu interior, devendo atravessar a interface gel-dente, penetrando então nos espaços intercristalinos do esmalte. Com isso a liberação do princípio ativo deve estar estritamente ligada aos resultados de eficácia do clareamento dental, pois a formação de radicais livres e a interação com os cromóforos ocorrerá somente após a difusão do gel para dentro a estrutura dentária (Mailart et al., 2020). Existe pouca evidência quanto a este tema. Um estudo mostrou que a adição de surfactante ao gel a base de peróxido de hidrogênio resultou em um clareamento mais significativo do que o uso de géis sem surfactante, além disso demonstrou que em duas sessões de peróxido de hidrogênio 35% adicionados de surfactantes demonstraram resultados semelhantes ao do clareamento caseiro

(Caneppele, Torres, 2011). No entanto, a liberação do peróxido nas formulações não foi ainda avaliada. Desta forma, a investigação sobre os efeitos da adição de surfactantes a formulações de géis clareadores pode contribuir para o maior entendimento do processo clareador, com potencial aumento de sua eficácia.

7 CONCLUSÃO

Mediante aos resultados desse estudo, podemos concluir que:

- a) O tipo de surfactante influenciou na taxa de liberação do peróxido de hidrogênio pelo gel clareador experimental.
- b) Os Lauril Sulfato de Sódio aumentou a liberação do peróxido enquanto o Polisorbato 20 e ao Poloxamer 407 não tiveram efeito significativo;
- c) A concentração do surfactante não influenciou na variação da taxa de liberação do peróxido de hidrogênio dos géis
- d) A taxa de liberação dos géis comerciais e controle foram menores do que a do grupo Lauril Sulfato de Sódio

REFERÊNCIAS

Adamson AW; GAP. Physical Chemistry of Surfaces. 6th ed. New York: 1997.

Alli BY, Erinoso OA, Olawuyi AB. Effect of sodium lauryl sulfate on recurrent aphthous stomatitis: A systematic review. *Journal of Oral Pathology & Medicine*. 2019;48(5):358–64. doi: 10.1111/jop.12845.

Annual Index for Volume 78, 2001. *J Chem Educ*. 2001;78(12):1713. doi: 10.1021/ed078p1713.

Ansel HC, Popovich NG, Allen L. : Formas farmacêuticas e sistemas de liberação de fármacos. 6th ed. São Paulo : Premier; 2000.

Anusavice KJ. Phillips materiais dentários. 11.ed. Elsevier; 2005.

Arand K, Asmus E, Popp C, Schneider D, Riederer M. The Mode of Action of Adjuvants—Relevance of Physicochemical Properties for Effects on the Foliar Application, Cuticular Permeability, and Greenhouse Performance of Pinoxaden. *J Agric Food Chem*. 2018;66(23):5770–7. doi: 10.1021/acs.jafc.8b01102.

Bajpai D, Tyagi VK. Nonionic Surfactants: An Overview. *Tenside Surfactants Detergents*. 2010;47(3):190–6. doi: 10.3139/113.110062.

Behring JL, Lucas M, Machado C, Barcellos IO. Adaptação no método do peso da gota para determinação da tensão superficial: um método simplificado para a quantificação da CMC de surfactantes no ensino da química. *Quim Nova*. 2004;27(3):492–5. doi: 10.1590/S0100-40422004000300021.

Botero C, Kremer H, Fröba AP, Leipertz A. Particle diffusion coefficient and dynamic viscosity in non-ideal liquid mixtures by dynamic light scattering. *Diffusion Fundamentals*. 2005;2. doi: 10.62721/diffusion-fundamentals.2.253.

Bouhafs RKL, Jarstrand C. Effects of Antioxidants on Surfactant Peroxidation by Stimulated Human Polymorphonuclear Leukocytes. *Free Radic Res*. 2002;36(7):727–34. doi: 10.1080/10715760290032593.

Bowman BJ, Offer CM, Schott H, Perrie Y. Essentials of pharmaceuticals. London: London: Pharmaceutical Press; 2013.

Buffet-Bataillon S, Tattevin P, Bonnaure-Mallet M, Jolivet-Gougeon A. Emergence of resistance to antibacterial agents: the role of quaternary ammonium compounds—a critical review. *Int J Antimicrob Agents*. 2012;39(5):381–9. doi: 10.1016/j.ijantimicag.2012.01.011.

Caneppele TMF, Torres CRG. Influence of surfactants on the effectiveness of bleaching gels. *Clin Oral Investig*. 2011;15(1):57–64. doi: 10.1007/s00784-009-0358-1.

Chamieh J, Davanier F, Jannin V, Demarne F, Cottet H. Size characterization of commercial micelles and microemulsions by Taylor dispersion analysis. *Int J Pharm*. 2015;492(1–2):46–54. doi: 10.1016/j.ijpharm.2015.06.037.

Chen J, Xu J, Shing C. Decomposition rate of hydrogen peroxide bleaching agents under various chemical and physical conditions. *J Prosthet Dent*. 1993;69(1):46–8. doi: 10.1016/0022-3913(93)90239-K.

Cheng KC, Khoo ZS, Lo NW, Tan WJ, Chemmangattuvalappil NG. Design and performance optimisation of detergent product containing binary mixture of anionic-nonionic surfactants. *Heliyon*. 2020;6(5):e03861. doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e03861.

Cheng Z-H, Fan F-F, Zhao J-Z, Li R, Li S-C, Zhang E-J, et al. Optimization of the microemulsion formulation of curcuma oil and evaluation of its acaricidal efficacy against *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) (Acari: Tetranychidae). *J Asia Pac Entomol*. 2020;23(4):1014–22. doi: 10.1016/j.aspen.2020.08.003.

Cooper ER. Increased Skin Permeability for Lipophilic Molecules. *J Pharm Sci*. 1984;73(8):1153–6. doi: 10.1002/jps.2600730831.

Daltin D. Tensoativos: química, propriedades e aplicações. vol. 1. 1st ed. São Paulo: Blucher; 2011.

de Freitas Araújo Reis MY, de Araújo Rêgo RI, Rocha BP, Guedes GG, de Medeiros Ramalho ÍM, de Medeiros Cavalcanti AL, et al. A General Approach on Surfactants Use and Properties in Drug Delivery Systems. *Curr Pharm Des*. 2021;27(42):4300–14. doi: 10.2174/1381612827666210526091825.

de Geus J, Wambier L, Kossatz S, Loguercio A, Reis A. At-home vs In-office Bleaching: A Systematic Review and Meta-analysis. *Oper Dent*. 2016;41(4):341–56. doi: 10.2341/15-287-LIT.

Dewan M, Bhowmick B, Sarkar G, Rana D, Bain MK, Bhowmik M, et al. Effect of methyl cellulose on gelation behavior and drug release from poloxamer based ophthalmic formulations. *Int J Biol Macromol*. 2015;72:706–10. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2014.09.021.

Djekic L, Primorac M, Filipic S, Agbaba D. Investigation of surfactant/cosurfactant synergism impact on ibuprofen solubilization capacity and drug release characteristics of nonionic microemulsions. *Int J Pharm*. 2012;433(1–2):25–33. doi: 10.1016/j.ijpharm.2012.04.070.

Doadrio AL, Conde A, Arenas MA, Hernández-López JM, de Damborenea JJ, Pérez-Jorge C, et al. Use of anodized titanium alloy as drug carrier: Ibuprofen as model of drug releasing. *Int J Pharm.* 2015;492(1–2):207–12. doi: 10.1016/j.ijpharm.2015.07.046.

Donbrow M, Azaz E, Pillersdorf A. Autoxidation of Polysorbates. *J Pharm Sci.* 1978;67(12):1676–81. doi: 10.1002/jps.2600671211.

Doshi N, Martin J, Tomlinson A. Improving Prediction of Free Fatty Acid Particle Formation in Biopharmaceutical Drug Products: Incorporating Ester Distribution during Polysorbate 20 Degradation. *Mol Pharm.* 2020;17(11):4354–63. doi: 10.1021/acs.molpharmaceut.0c00794.

Duangjit S, Takayama K, Bumrunghai S, Mahadlek J, Ngawhirunpat T, Opanasopit P. Development of invaethosomes and invaflexosomes for dermal delivery of clotrimazole: optimization, characterization and antifungal activity. *Pharm Dev Technol.* 2023;28(7):611–24. doi: 10.1080/10837450.2023.2229104.

Dumortier G, Grossiord JL, Agnely F, Chaumeil JC. A Review of Poloxamer 407 Pharmaceutical and Pharmacological Characteristics. *Pharm Res.* 2006;23(12):2709–28. doi: 10.1007/s11095-006-9104-4.

Estrela C, Estrela CR de A, Guimarães LF, Silva RS, Pécora JD. Surface tension of calcium hydroxide associated with different substances. *Journal of Applied Oral Science* . 2005;13(2):152–6.

Faunce F. Management of discolored teeth. *Dent Clin North Am.* 1983;27(4):657–70.

Florence AT. Surfactant interactions with biomembranes and drug absorption. *Pure and Applied Chemistry.* 1981;53(11):2057–68. doi: 10.1351/pac198153112057.

Floyd RA. The effect of peroxides and free radicals on body tissues. *J Am Dent Assoc.* 1997;128 Suppl:37S-40S. doi: 10.14219/jada.archive.1997.0421.

França CM, Tahayeri A, Rodrigues NS, Ferdosian S, Puppini Rontani RM, Sereda G, et al. The tooth on-a-chip: a microphysiologic model system mimicking the biologic interface of the tooth with biomaterials. *Lab Chip.* 2020;20(2):405–13. doi: 10.1039/C9LC00915A.

Frysh H, Bowles WH, Baker F, Rivera-Hidalgo F, Guillen G. Effect of pH on Hydrogen Peroxide Bleaching Agents. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry.* 1995;7(3):130–3. doi: 10.1111/j.1708-8240.1995.tb00730.x.

Gandolf L, Galleguillos R. Rheology modifiers and consumer perception. 9th ed. Mount Holly: Chemical Publishing; 2014.

Gao X, Li Z, Chen C, Da C, Liu L, Tian S, et al. The Determination of Pore Shape and Interfacial Barrier of Entry for Light Gases Transport in Amorphous TEOS-Derived Silica: A Finite Element Method. *ACS Appl Mater Interfaces*. 2021;13(3):4804–12. doi: 10.1021/acsami.0c20594.

Gisladdottir S, Loftsson T, Stefansson E. Diffusion characteristics of vitreous humour and saline solution follow the Stokes Einstein equation. *Graefes Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*. 2009;247(12):1677–84. doi: 10.1007/s00417-009-1141-3.

Goldmünz E, Aserin A, Garti N. Phase inversion characteristics observed upon water dilution of a bidiscontinuous phase. *Colloids Surf A Physicochem Eng Asp*. 2020;586:124213. doi: 10.1016/j.colsurfa.2019.124213.

Grocholewicz K. Effect of Orthodontic Debonding and Adhesive Removal on the Enamel – Current Knowledge and Future Perspectives – a Systematic Review. *Medical Science Monitor*. 2014;20:1991–2001. doi: 10.12659/MSM.890912.

Guerisoli DMZ, Silva RS, Pecora JD. Evaluation of some physico-chemical properties of different concentrations of sodium hypochlorite solutions. *Braz Endod J*. 1998;3:21–3.

Ha E, Wang W, John Wang Y. Peroxide formation in polysorbate 80 and protein stability. *J Pharm Sci*. 2002;91(10):2252–64. doi: 10.1002/jps.10216.

Hamed R, AbuRezeq A, Tarawneh O. Development of hydrogels, oleogels, and bigels as local drug delivery systems for periodontitis. *Drug Dev Ind Pharm*. 2018;44(9):1488–97. doi: 10.1080/03639045.2018.1464021.

Hong IK, Kim SI, Lee SB. Effects of HLB value on oil-in-water emulsions: Droplet size, rheological behavior, zeta-potential, and creaming index. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*. 2018;67:123–31. doi: 10.1016/j.jiec.2018.06.022.

Hussain SMS, Kamal MS, Fogang LT. Synthesis and physicochemical investigation of betaine type polyoxyethylene zwitterionic surfactants containing different ionic headgroups. *J Mol Struct*. 2019;1178:83–8. doi: 10.1016/j.molstruc.2018.09.094.

Iervolino M, Raghavan SL, Hadgraft J. Membrane penetration enhancement of ibuprofen using supersaturation. *Int J Pharm*. 2000;198(2):229–38. doi: 10.1016/S0378-5173(00)00346-X.

Ito Y, Tonogai Y, Suzuki H, Ogawa S, Yokoyama T, Hashizume T, et al. Improved 4-Aminoantipyrine Colorimetry for Detection of Residual Hydrogen Peroxide in Noodles, Fish Paste, Dried Fish, and Herring Roe. *J AOAC Int*. 1981;64(6):1448–52. doi: 10.1093/jaoac/64.6.1448.

Ivanova AA, Cheremisin AN, Barifcani A, Iglauer S, Phan C. Molecular insights in the temperature effect on adsorption of cationic surfactants at liquid/liquid interfaces. *J Mol Liq.* 2020;299:112104. doi: 10.1016/j.molliq.2019.112104.

Joiner A. The bleaching of teeth: A review of the literature. *J Dent.* 2006;34(7):412–9. doi: 10.1016/j.jdent.2006.02.002.

Kaewpinta A, Khongkhunthian S, Chaijareenont P, Okonogi S. Preparation and characterization of rice gels containing tooth bleaching agent. *Drug Discov Ther.* 2018;12(5):275–82. doi: 10.5582/ddt.2018.01057.

Kahraman E, ýzhan G, ýzsoy Y, Güngör S. Polymeric micellar nanocarriers of benzoyl peroxide as potential follicular targeting approach for acne treatment. *Colloids Surf B Biointerfaces.* 2016;146:692–9. doi: 10.1016/j.colsurfb.2016.07.029.

Kishore RSK, Kiese S, Fischer S, Pappenberger A, Grauschopf U, Mahler H-C. The Degradation of Polysorbates 20 and 80 and its Potential Impact on the Stability of Biotherapeutics. *Pharm Res.* 2011;28(5):1194–210. doi: 10.1007/s11095-011-0385-x.

Korsmeyer RW, Gurny R, Doelker E, Buri P, Peppas NA. Mechanisms of solute release from porous hydrophilic polymers. *Int J Pharm.* 1983;15(1):25–35. doi: 10.1016/0378-5173(83)90064-9.

Kranz W, Wuchner K, Corradini E, Berger M, Hawe A. Factors Influencing Polysorbate's Sensitivity Against Enzymatic Hydrolysis and Oxidative Degradation. *J Pharm Sci.* 2019;108(6):2022–32. doi: 10.1016/j.xphs.2019.01.006.

Kumar A, Mandal A. Critical investigation of zwitterionic surfactant for enhanced oil recovery from both sandstone and carbonate reservoirs: Adsorption, wettability alteration and imbibition studies. *Chem Eng Sci.* 2019;209:115222. doi: 10.1016/j.ces.2019.115222.

Kwon SR, Wertz PW. Review of the Mechanism of Tooth Whitening. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry.* 2015;27(5):240–57. doi: 10.1111/jerd.12152.

Le NTT, Cao V Du, Nguyen TNQ, Le TTH, Tran TT, Hoang Thi TT. Soy Lecithin-Derived Liposomal Delivery Systems: Surface Modification and Current Applications. *Int J Mol Sci.* 2019;20(19):4706. doi: 10.3390/ijms20194706.

Li P, Wang Z, Ma K, Chen Y, Yan Z, Penfold J, et al. Multivalent electrolyte induced surface ordering and solution self-assembly in anionic surfactant mixtures: Sodium dodecyl sulfate and sodium diethylene glycol monododecyl sulfate. *J Colloid Interface Sci.* 2020;565:567–81. doi: 10.1016/j.jcis.2020.01.032.

Lu H, Zhou Z, Jiang J, Huang Z. Carbon dioxide switchable polymer surfactant copolymerized with 2-(dimethylamino)ethyl methacrylate and butyl methacrylate as a heavy-oil emulsifier. *J Appl Polym Sci*. 2015;132(3). doi: 10.1002/app.41307.

Mailart M, Sakassegawa P, Torres C, Palo R, Borges A. Assessment of Peroxide in Saliva During and After At-home Bleaching With 10% Carbamide and Hydrogen Peroxide Gels: A Clinical Crossover Trial. *Oper Dent*. 2020;45(4):368–76. doi: 10.2341/19-127-C.

MATIS BA, GAIAO U, BLACKMAN D, SCHULTZ FA, ECKERT GJ. IN VIVO DEGRADATION OF BLEACHING GEL USED IN WHITENING TEETH. *The Journal of the American Dental Association*. 1999;130(2):227–35. doi: 10.14219/jada.archive.1999.0172.

Migahed MA, elgendy Amr, EL-Rabiei MM, Nady H, Zaki EG. Novel Gemini cationic surfactants as anti-corrosion for X-65 steel dissolution in oilfield produced water under sweet conditions: Combined experimental and computational investigations. *J Mol Struct*. 2018;1159:10–22. doi: 10.1016/j.molstruc.2018.01.033.

Miller MA, Kasting G. A measurement of the unstirred aqueous boundary layer in a Franz diffusion cell. *Pharm Dev Technol*. 2012;17(6):705–11. doi: 10.3109/10837450.2011.572895.

Moghadam FV, Majidinia S, Chasteen J, Ghavamnasiri M. The degree of color change, rebound effect and sensitivity of bleached teeth associated with at-home and power bleaching techniques: A randomized clinical trial. *Eur J Dent*. 2013;07(04):405–11. doi: 10.4103/1305-7456.120655.

Mohamad-Aziz SN, Mishra P, Zularisam AW, Sakinah AMM. Isooctane-based anionic and zwitterionic surfactant: Synergistic interaction of mixed reverse micelle and solubilisation of erythromycin. *J Mol Liq*. 2019a;286:110882. doi: 10.1016/j.molliq.2019.110882.

Mohamad-Aziz SN, Zularisam AW, Mimi Sakinah AM. Reverse micellar modified mixed anionic and zwitterionic surfactant system for antibiotic extraction. *Sep Purif Technol*. 2019b;229:115816. doi: 10.1016/j.seppur.2019.115816.

Mohamed LA, Kamal N, Elfakhri KH, Ibrahim S, Ashraf M, Zidan AS. Application of synthetic membranes in establishing bio-predictive IVPT for testosterone transdermal gel. *Int J Pharm*. 2020;586:119572. doi: 10.1016/j.ijpharm.2020.119572.

Montenegro L, Lai F, Offerta A, Sarpietro MG, Micicché L, Maccioni AM, et al. From nanoemulsions to nanostructured lipid carriers: A relevant development in dermal delivery of drugs and cosmetics. *J Drug Deliv Sci Technol*. 2016;32:100–12. doi: 10.1016/j.jddst.2015.10.003.

Ng S-F, Rouse JJ, Sanderson FD, Meidan V, Eccleston GM. Validation of a Static Franz Diffusion Cell System for In Vitro Permeation Studies. *AAPS PharmSciTech*. 2010;11(3):1432–41. doi: 10.1208/s12249-010-9522-9.

Niczinger NA, Kallai-Szabo N, Dredan J, Budai L, Hajdu M, Antal I. Application of Droplet Size Analysis for the Determination of the Required HLB of Lemon Oil in O/W Emulsion. *Curr Pharm Anal*. 2014;11(1):11–5. doi: 10.2174/1573412910666141105221843.

Oda CMR, Malfatti-Gasperini AA, Malachias A, Pound-Lana G, Mosqueira VCF, Fernandes RS, et al. Physical and biological effects of paclitaxel encapsulation on distearoylphosphatidylethanolamine-polyethyleneglycol polymeric micelles. *Colloids Surf B Biointerfaces*. 2020;188:110760. doi: 10.1016/j.colsurfb.2019.110760.

Otchenasheva EA, Maksimova T V., Kartasheva ZS, Kasaikina OT. Specific Behavior of Hydrogen Peroxide in a System of AOT Reverse Micelles. *Colloid Journal*. 2004;66(5):562–6. doi: 10.1023/B:COLL.0000043838.27654.8b.

Pillai SA, Sheth U, Bahadur A, Aswal VK, Bahadur P. Salt induced micellar growth in aqueous solutions of a star block copolymer Tetronic® 1304: Investigating the role in solubilizing, release and cytotoxicity of model drugs. *J Mol Liq*. 2016;224:303–10. doi: 10.1016/j.molliq.2016.09.091.

Piret J, Désormeaux A, Cormier H, Lamontagne J, Gourde P, Juhász J, et al. Sodium Lauryl Sulfate Increases the Efficacy of a Topical Formulation of Foscarnet against Herpes Simplex Virus Type 1 Cutaneous Lesions in Mice. *Antimicrob Agents Chemother*. 2000;44(9):2263–70. doi: 10.1128/AAC.44.9.2263-2270.2000.

Portet-Koltalo F, Desbène PL, Treiner C. Self-Desorption of Mixtures of Anionic and Nonionic Surfactants from a Silica/Water Interface. *Langmuir*. 2001;17(13):3858–62. doi: 10.1021/la001785p.

Rezende M, Loguercio AD, Kossatz S, Reis A. Predictive factors on the efficacy and risk/intensity of tooth sensitivity of dental bleaching: A multi regression and logistic analysis. *J Dent*. 2016;45:1–6. doi: 10.1016/j.jdent.2015.11.003.

Rodrigues JA, Oliveira GPF, Amaral CM. Effect of thickener agents on dental enamel microhardness submitted to at-home bleaching. *Braz Oral Res*. 2007;21(2):170–5. doi: 10.1590/s1806-83242007000200013.

Sanders KJ, Wiles H, Rodger A. Dialysis cells for controlled DNA:drug binding studies. *Analyst*. 2001;126(6):852–4. doi: 10.1039/b005972m.

Sanna V, Peana A, Moretti M. Effect of Vehicle on Diclofenac Sodium Permeation from New Topical Formulations: In Vitro and In Vivo Studies. *Curr Drug Deliv*. 2009;6(1):93–100. doi: 10.2174/156720109787048311.

Schmidt F, Zehner B, Kaposi M, Drees M, Mink J, Korth W, et al. Activation of hydrogen peroxide by the nitrate anion in micellar media. *Green Chemistry*. 2021;23(5):1965–71. doi: 10.1039/D0GC03497E.

Scott M, Mueller B, Clark W. Vancomycin mass transfer characteristics of high-flux cellulosic dialysers. *Nephrology Dialysis Transplantation*. 1997;12(12):2647–53. doi: 10.1093/ndt/12.12.2647.

Shafek SH, Abubshait SA, Abubshait HA, Negm NA. Antimicrobial potentials and surface activities of novel di-Schiff base nonionic surfactants bearing unsaturated hydrophobic tails. *J Mol Liq*. 2019;290:110986. doi: 10.1016/j.molliq.2019.110986.

Shah MKA, Azad AK, Nawaz A, Ullah S, Latif MS, Rahman H, et al. Formulation Development, Characterization and Antifungal Evaluation of Chitosan NPs for Topical Delivery of Voriconazole In Vitro and Ex Vivo. *Polymers (Basel)*. 2021;14(1):135. doi: 10.3390/polym14010135.

Shi Y, Yan F, Jia Q, Wang Q. Norm descriptors for predicting the hydrophile-lipophile balance (HLB) and critical micelle concentration (CMC) of anionic surfactants. *Colloids Surf A Physicochem Eng Asp*. 2019;583:123967. doi: 10.1016/j.colsurfa.2019.123967.

Shin S-C, Cho C-W, Oh I-J. Effects of non-ionic surfactants as permeation enhancers towards piroxicam from the poloxamer gel through rat skins. *Int J Pharm*. 2001;222(2):199–203. doi: 10.1016/S0378-5173(01)00699-8.

Shin YJ, Shin MJ, Shin JS. Permeation-induced chromatic change of a polydiacetylene vesicle with nonionic surfactant. *Colloids Surf A Physicochem Eng Asp*. 2017;520:459–66. doi: 10.1016/j.colsurfa.2017.02.014.

Siepmann J, Peppas NA. Higuchi equation: Derivation, applications, use and misuse. *Int J Pharm*. 2011;418(1):6–12. doi: 10.1016/j.ijpharm.2011.03.051.

Silva NHCS, Rodrigues AF, Almeida IF, Costa PC, Rosado C, Neto CP, et al. Bacterial cellulose membranes as transdermal delivery systems for diclofenac: In vitro dissolution and permeation studies. *Carbohydr Polym*. 2014;106:264–9. doi: 10.1016/j.carbpol.2014.02.014.

Singh SK, Notley SM. Adsorption of Nonionic Surfactants (C_{nEm}) at the Silica–Water and Cellulose–Water Interface. *J Phys Chem B*. 2010;114(46):14977–82. doi: 10.1021/jp107224r.

Sinha P, Srivastava N, Rai VK, Mishra R, Ajayakumar PV, Yadav NP. A novel approach for dermal controlled release of salicylic acid for improved anti-inflammatory action: Combination of hydrophilic-lipophilic balance and response surface methodology. *J Drug Deliv Sci Technol*. 2019;52:870–84. doi: 10.1016/j.jddst.2019.06.007.

Tjandra W, Yao J, Tam KC. Interaction between Silicates and Ionic Surfactants in Dilute Solution. *Langmuir*. 2006;22(4):1493–9. doi: 10.1021/la0521185.

Torres C, Moecke S, Mafetano A, Cornélio L, Di Nicoló R, Borgesd A. Influence of Viscosity and Thickener on the Effects of Bleaching Gels. *Oper Dent*. 2022;47(3):E119–30. doi: 10.2341/20-309-L.

Tripathy DB, Gupta A, Jain AK, Mishra A. *Surfactants from Renewable Raw Materials*. Boca Raton: CRC Press; 2021. ISBN: 9781003144878. doi: 10.1201/9781003144878.

Vitiello G, Mangiapia G, Romano E, Lavorgna M, Guido S, Guida V, et al. Phase behavior of the ternary aqueous mixtures of two polydisperse ethoxylated nonionic surfactants. *Colloids Surf A Physicochem Eng Asp*. 2014;442:16–24. doi: 10.1016/j.colsurfa.2013.05.058.

WALTERS KA, BIALIK W, BRAIN KR. The effects of surfactants on penetration across the skin*. *Int J Cosmet Sci*. 1993;15(6):260–71. doi: 10.1111/j.1467-2494.1993.tb00572.x.

Walters KA, Walker M, Olejnik O. Non-ionic Surfactant Effects on Hairless Mouse Skin Permeability Characteristics. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 2011;40(8):525–9. doi: 10.1111/j.2042-7158.1988.tb05295.x.

Wani FA, Behera K, Padder RA, Husain M, Malik MA, Al-Thabaiti NS, et al. Micellization, anti-proliferative activity and binding study of cationic gemini surfactants with calf thymus DNA. *Colloid Interface Sci Commun*. 2020;34:100221. doi: 10.1016/j.colcom.2019.100221.

Wei X, Liu L, Li X, Wang Y, Guo X, Zhao J, et al. Selectively targeting tumor-associated macrophages and tumor cells with polymeric micelles for enhanced cancer chemo-immunotherapy. *Journal of Controlled Release*. 2019;313:42–53. doi: 10.1016/j.jconrel.2019.09.021.

Xu L, Wang P, Zheng Z, Yuan Z, Zhang X. An Inquiry into the Application and Preparation of Surfactant in Oil Field. *Organic Polymer Material Research*. 2020;2(1):18–22. doi: 10.30564/opmr.v2i1.2158.

Żegliński J, Cabaj A, Strankowski M, Czerniak J, Haponiuk JT. Silica xerogel–hydrogen peroxide composites: Their morphology, stability, and antimicrobial activity. *Colloids Surf B Biointerfaces*. 2007;54(2):165–72. doi: 10.1016/j.colsurfb.2006.10.013.

Zígolo MA, Irazusta VP, Rajal VB. Correlation between initial biodegradability determined by docking studies and structure of alkylbenzene sulfonates: A new tool for intelligent design of environmentally friendly anionic surfactants. *Science of The Total Environment*. 2020;728:138731. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.138731.