

CAPÍTULO 6

SOFOROLIPÍDIOS E ÓLEO DE COPAÍBA NO TRATAMENTO DA ACNE: UMA ABORDAGEM NATURAL E SUSTENTÁVEL



<https://doi.org/10.22533/at.ed.619122502016>

Data da submissão: 12/02/2025

Data de aceite: 18/02/2025

Tainá de Oliveira Ferreira

Departamento de Bioquímica e
Biotecnologia, Centro de Exatas,
Universidade Estadual de Londrina, PR –
Brasil
<http://lattes.cnpq.br/5606727829208112>

Yara dos Santos Vieira Dias

Departamento de Bioquímica e
Biotecnologia, Centro de Exatas,
Universidade Estadual de Londrina, PR –
Brasil
<http://lattes.cnpq.br/6901319055882175>

Sabrina Aparecida Balsarini Marqueti

Departamento de Bioquímica e
Biotecnologia, Centro de Exatas,
Universidade Estadual de Londrina, PR –
Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4929874063466004>

Wesley Aparecido Vicente Luiz

Departamento de Bioquímica e
Biotecnologia, Centro de Exatas,
Universidade Estadual de Londrina, PR –
Brasil
<http://lattes.cnpq.br/9055009709155076>

Maria Antonia Pedrine Colabone Celligoi

Departamento de Bioquímica e
Biotecnologia, Centro de Exatas,
Universidade Estadual de Londrina, PR –
Brasil
<http://lattes.cnpq.br/8103146519423861>

RESUMO: Infecções ocasionadas por microrganismos estão entre as principais preocupações da saúde mundial, essas doenças podem se manifestar de diversas formas afetando principalmente a pele. A acne vulgar é uma das principais infecções de pele ocasionada por microrganismos, sua manifestação pode acontecer por diversos fatores como dieta, exacerbação pré-menstrual, hiperidrose, estresse, tabagismo, pré-disposição genética, medicamentos, cosméticos e hidratantes, fatores sazonais e distúrbios hormonais. Seu principal agente patológico é a *Cutibacterium acnes*, uma bactéria gram-positiva, com característica anaeróbias, ela ocupa os folículos capilares e glândulas sebáceas, respondendo por quase 90% da comunidade microbiana em pacientes com acne e indivíduos com pele normal. Os principais tratamento para acne atualmente são corticoides, medicamentos esses que de forma inadequada pode prejudicar o tratamento e agravar ainda mais a saúde do paciente. Desta forma, pesquisas científicas estão buscando novas moléculas ativas e sustentáveis com potencial de tratamento desse distúrbio. Ativos naturais, que apresentam propriedades antimicrobiana e antioxidante como os soforolipídios e o óleo essencial de copaíba são alternativas para a indústria farmacêutica e podem ser uma inovadora estratégia sustentável para reduzir essa infecção.

PALAVRAS-CHAVE: Acne vulgar, *Cutibacterium acnes*, Soforolipídios, óleo de copaíba.

SOPHOROLIPIDS AND COPAIBA OIL IN THE TREATMENT OF ACNE: AN APPROACH NATURAL AND SUSTAINABLE

ABSTRACT: Infections caused by microorganisms are among the main concerns of global health. These diseases can manifest in various ways, primarily affecting the skin. Acne vulgaris is one of the main skin infections caused by microorganisms, and its manifestation can occur due to various factors such as diet, premenstrual exacerbation, hyperhidrosis, stress, smoking, genetic predisposition, medications, cosmetics, moisturizers, seasonal factors, and hormonal disorders. Its primary pathogenic agent is *Cutibacterium acnes*, a Gram-positive, anaerobic bacterium that inhabits hair follicles and sebaceous glands, accounting for nearly 90% of the microbial community in acne patients and individuals with normal skin. The main treatments for acne currently include corticosteroids, which, if used improperly, can hinder treatment and further worsen the patient's health. Therefore, scientific research is seeking new active and sustainable molecules with the potential to treat this disorder. Natural active ingredients, such as sophorolipids and copaiba essential oil, which exhibit antimicrobial and antioxidant properties, are alternatives for the pharmaceutical industry and may represent an innovative and sustainable strategy to reduce this infection.

KEYWORDS: Acne vulgaris, *Cutibacterium acnes*, Sophorolipids, copaiba oil.

INTRODUÇÃO

A acne é um distúrbio folicular que pode afetar aproximadamente de 85% dos adolescentes, pode ser ocasionada por várias espécies de bactérias comensais. Entre os patógenos responsáveis por essa infecção estão *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* e *Cutibacterium acnes*. A elevação da taxa hormonal juntamente com as mudanças características da pele que frequentemente se inicia na puberdade e, por vezes, persiste até a idade adulta podem apresentar alterações comumente encontrada em locais do corpo com glândulas sebáceas bem desenvolvidas. Essas manifestações podem ser caracterizadas por comedões (cravos), pápulas, pústulas e lesões nodulocísticas, com grau variável de inflamação e cicatrizes (Azulay, 2017; Fox et al., 2016; Bologna, 2015; Saltzman, 2011; Ribeiro, 2010).

Medicamentos orais e o tratamento tópico são duas das principais abordagens terapêuticas, ajustadas conforme o estado e a gravidade individual da doença. No entanto, diferentes fatores influenciam no tratamento, dificultando seus resultados e sua eficácia, como idade, sexo, gravidez e tratamentos anteriores, além do uso prolongado de medicamentos como os antibióticos que podem ser prejudiciais à saúde do paciente. Esse tipo de infecção é sempre persistente e recorrente. O tratamento para acne é uma abordagem holística juntamente com o tratamento farmacológico (Yu et al. 2024; Kutlu et al. 2023). As pesquisas realizadas na busca de novas moléculas ativas e sustentáveis vem em uma crescente exponencial, encorajando novos estudos. Dentre esses ativos naturais que apresentam propriedades biológicas os soforolipídios e óleos essenciais como o óleo de copaíba podem ser alternativas para a indústria farmacêutica.

Os soforolipídios são biossurfactantes que apresentam estruturas químicas acídicas e lactônicas, produzidos por várias espécies de leveduras, destacando a *Starmerella bombicola*. A natureza anfifílica e o arranjo estrutural único dessas moléculas permitem a formação de emulsões estáveis. Em geral, os congêneres lactônicos apresentam atividades antimicrobianas, antivirais, antifúngicas, anticancerígenas, antioxidantes e imunomoduladoras, enquanto os congêneres acídicos favorecem a formação aprimorada de espuma (Silveira et al 2024; Pal et al., 2023; Filipe et al.2022; Minucelli et al., 2022; Filipe et al.2021; Fontoura et al., 2020; Hipólito et al., 2020; Silveira et al., 2019; Ashby et al., 2010).

O óleo de copaíba é um bálsamo extraído de árvores do gênero *Copaifera* e pode ser considerado um dos principais produtos naturais da Amazônia comercializados mundialmente. Dezenas das 28 espécies de Copaíba catalogadas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) são nativas do Brasil. Os autores descrevem que esse óleo é usado há mais de 300 anos pelos povos originários, com escasso número de publicações sobre suas atividades. Este óleo essencial é um fitomedicamento eficiente contra alguns microrganismos (Arruda, 2019; Toubouti et al. 2017).

Considerando a eficácia de ativos naturais com atividade antimicrobiana e ação cicatrizante em lesões na pele e a, busca por novos produtos este capítulo descreve a importância, veracidade as propriedades biológicas dos soforolipídios e o óleo de copaíba para o tratamento da acne.

ACNE VULGAR

Acne vulgar é uma das doenças inflamatórias mais comuns no mundo devido a muitos fatores como dieta, exacerbação pré-menstrual, hiperidrose, estresse, tabagismo, pré-disposição genética, medicamentos, cosméticos e hidratantes, mais oleosos, fatores sazonais e distúrbios hormonais. Essa condição dermatológica recorrente que afeta predominantemente adolescentes, embora possa afetar indivíduos de diferentes faixas etárias. Caracteriza-se como uma doença inflamatória crônica das glândulas sebáceas, manifestando-se independentemente do sexo. Nos últimos anos, observou-se um aumento gradual na incidência dessa condição, sendo o principal agente etiológico associado ao *Cutibacterium acnes* (; Kutlu et al. 2023; Howlin, 2017).

Kutlu et al. (2023) descreveram uma revisão comparando aspectos da infecção por *C.acne* na adolescência (10 a 19 anos) e na fase adulta (acima de 25 anos) com foco no grau de inflamação e no tratamento. Na adolescência, a acne é mais comum no sexo masculino. Comendal discreto, com pápulas inflamatórias, localizada principalmente na região bucinária, nessa fase o paciente apresenta uma boa resposta ao tratamento. Na fase adulta a acne é mais comum no sexo feminino, sendo predominantemente inflamatória, com lesões inflamatórias, localizada na região bucinária e maxilar e mandibular, na fase adulta o paciente apresenta mais resistente ao tratamento.

C. acnes é uma bactéria gram-positiva, que apresenta características anaeróbias, que normalmente ocupa os folículos capilares e glândulas sebáceas, respondendo por quase 90% da comunidade microbiana dessa área da pele em pacientes com acne e indivíduos com pele normal. (Hsu, 2016; Fitz-Gibbon et al., 2013).

C.acnes pode apresentar característica patológica relacionada à sua capacidade de formar um biofilme dentro da unidade pilossebácea, unidade anatômica e funcional composta pelo cabelo e seus anexos; glândulas sebáceas, glândulas sudoríferas apócrinas e músculos piloretores. Os biofilmes formados por *C. acnes* demonstram maior resistência a agentes antimicrobianos e também apresentam níveis elevados de produção de lipases extracelulares, comparando as células planctônicas, que permanecem em suspensão livre no meio. A produção da lipase é bastante relacionada a infecção ocasionada com a *C acnes* (Kuehnast et al., 2018; Pandegimas, 2017; Coenye et al. 2007).

Os diagnósticos laboratoriais da *C. acnes* necessitam de cuidados específicos para se evitar resultados falsos-negativos ou dúvidas entre infecção e contaminação de amostras. O diagnóstico clínico da acne deve se basear através da observação das diferentes formas que se apresenta a doença, como a comedônica, pápulo-pustulosa e nódulo cística. A gravidade da infecção é determinada por uma avaliação global, seja ela leve, moderada ou grave/severa, deverá levar em consideração o tipo, número, tamanho e extensão das lesões cutâneas. Essa abordagem é crucial para selecionar terapias adequadas e avaliar a eficácia dos tratamentos (Boisrenoult, 2018; Silva et al., 2014).

BIOATIVOS E SUAS APLICAÇÕES BIOTECNOLOGICAS

Compostos bioativos são moléculas de origem natural com enorme potencial para a aplicação industrial. No Brasil se destacam pela grande biodiversidade da fauna e flora. A amazônica é um dos biomas mais ricos em biodiversidade do mundo e a Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que aproximadamente 80% da população global utilizam plantas medicinais. Assim o uso de ativos naturais microbianos e vegetais bem como os ativos microbianos que podem ser aplicados em diversas áreas farmacêutica, pesticida, cosméticos, alimentos, genética engenharia genética, entre outras (Filho et al., 2014).

Compostos naturais têm sido amplamente estudado para promover efeitos benéficos e diminuir o impacto causado pelo ser humano ao seu ambiente. Muitos compostos têm sido isolados e suas ações biológicas específicas estão sendo objeto de estudos e aplicações biotecnológicas.

A aplicação de biomoléculas em produtos farmacêuticos como shampoos, condicionadores, hidratantes, pomadas, filmes, sprays, adesivos cutâneos, soluções de limpeza, sabonetes, entre outros, pode trazer múltiplos benefícios, pois possuem atividade hidratante, anti-inflamatória, antioxidante e potencial antimicrobiano (Santana et al., 2024; Martin, 2019)

Os Biossurfactantes e outros agentes biológicos como óleos essenciais em formulações podem apresentar um resultado mais eficaz contra patógenos, isso pode acontecer pelo seu efeito sinérgico existente entre as duas amostras, como apresentado por Oliveira et al. (2020). Essa estratégia de acrescentar diferentes ativos para melhor ação do produto vem pelo interesse da indústria por produtos multifuncionais e naturais. Nesse capítulo vamos descrever os soforolipídios e o óleo de copaíba, que são moléculas naturais, sustentáveis e com atividades biológicas, podendo ser aplicados como antimicrobianos para a redução da acne vulgar.

SOFOROLIPÍDIOS

São biomoléculas da classe dos glicolipídios extracelulares e com características biossurfactantes. São compostos por um dissacarídeo de glicose (soforose) ligado a uma longa cadeia de ácido graxo, sua produção pode acontecer a partir de leveduras não patogênicas, como *Starmerella bombicola* (Van Bogaert et al., 2011; Ashby et al., 2010).

A produção de soforolipídios por *S.bombicola* têm despertado interesse para aplicações nas áreas de cosméticos, alimentos, saúde e biorremediação, por não apresentar risco de contaminação devido à incapacidade de colonizar tecidos e ao alto rendimento na sua produção (Pal et al., 2023; Cho et al., 2022; Silveira et al., 2019).

A principal característica é sua atividade antimicrobiana que leva a ruptura da membrana, induzindo a lise e possível vazamento do conteúdo citoplasmático das bactérias levando a morte celular. Essa atividade tem sido bem descrita pelo nosso grupo de pesquisa como os trabalhos realizados por Fontoura et al. (2020) que aplicaram soforolipídios contra bactérias Gram-negativas (*Proteus mirabilis*, *Escherichia coli*, *Salmonella enterica*) e bactérias Gram-positivas *Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus* e *Streptococcus mutans* e Hipólito et al. (2020) que verificaram a ação do soforolipídios contra diversos fungos.

Filipe et al. (2022) verificaram a ação contra *S. aureus* e *Staphylococcus epidermidis* e os autores desenvolveram um produto contra acne, apresentou boa compatibilidade com a pele, alta permeação e boa hidratação. Considerando as propriedades e as aplicações, os soforolipídios podem ser utilizados como princípios ativos em formulações cosmecêuticas, sendo importante para a indústria de higiene pessoal e cosméticos (Filipe et al. 2022; Lourith et al., 2009).

ÓLEO DE COPAÍBA

Extraído da Copabeira (família *Leguminosae*, subfamília *Caesalpinoideae* e gênero *Copaifera*) o olerresina da copaíba apresenta diversos benefícios para a saúde e pode ser utilizado de diversas formas seja ingerido ou uso atópico (Arruda, 2019).

Embora ser relatado diversos gêneros a *C. langsdorffii* é descrita na literatura como a principal espécie medicinal e dessa forma a mais comercializada. Muitos estudos demonstram que os principais componentes da oleoresina e do óleo essencial de copaíba são os sesquiterpenos, essas substâncias orgânicas compõe mais de 90% da estrutura do óleo (Pedrinha et al., 2024; Frazão et al., 2023).

Terpenos e terpenoides presentes na olerresina e no óleo essencial de copaíba são utilizados em aplicações dermatológicas e na indústria cosmética como matéria prima de diversos produtos para cuidados com a pele devido às suas diversas ações terapêuticas, destacando atividades como antimicrobiana, antioxidantes, cicatrizantes, anti-inflamatórias (Tetali, 2019).

Estudos recentes destacam o potencial terapêutico do óleo de copaíba em diversas áreas da saúde, como apresentado por Campos et al. (2021) que demonstraram sua ação antioxidante e melhora da função cardiovascular em modelo. Barbosa et al. (2023) observaram atividade analgésica dos derivados do óleo, sugerindo aplicações no controle da dor. Da Silva et al. (2023) evidenciaram seu efeito protetor nos rins de ratos com disfunção hepática. Barquete et al. (2021) relataram aceleração na cicatrização de feridas cutâneas com o uso combinado de óleo de copaíba e laserterapia. Carvalho et al. (2022) exploraram seu uso em nanomedicina para tratamento de câncer de mama, enquanto Rodrigues Schneider et al. (2023) confirmaram sua eficácia antimicrobiana em selantes odontológicos.

Os resultados obtidos nesses estudos reforçam a versatilidade do óleo de copaíba como agente terapêutico, com potencial de aplicação em doenças crônicas, reparo tecidual e nanomedicina.

CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS FUTURAS

As moléculas naturais têm sido pelos utilizada povos originários há muitos anos e as indústrias farmacêuticas e cosméticas apresentam uma crescente demanda nos últimos anos, pela carência de novos ativos, o que é necessário para o desenvolvimento de novos produtos, assim novos estudos precisam ser realizados. A utilização de matéria prima natural e sustentável, com baixo impacto ambiental, em novos produtos contribui bastante não só com a saúde do paciente ou consumido como também ao meio ambiente. Com o auxílio da biotecnologia espera-se nos próximos anos que haja um aumento de moléculas sustentáveis e multifuncionais, para o desenvolvimento de novos produtos com ativos naturais e com baixo impacto ambiental.

REFERÊNCIAS

- ARRUDA, Caroline; MEJÍA, Jennyfer Andrea Aldana; RIBEIRO, Victor Pena; BORGES, Carly Henrique Gambeta; MARTINS, Carlos Henrique Gomes; VENEZIANI, Rodrigo Cássio Sola; AMBRÓSIO, Sérgio Ricardo; BASTOS, Jairo Kenupp. Occurrence, chemical composition, biological activities and analytical methods on Copaifera genus—A review. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, [S.L.], v. 109, p. 1-20, jan. 2019.
- ASHBY, Richard D.; SOLAIMAN, Daniel K. Y. The influence of increasing media methanol concentration on sophorolipid biosynthesis from glycerol-based feedstocks. **Biotechnology Letters**, [S.L.], v. 32, n. 10, p. 1429-1437, 21 maio 2010.
- AZULAY, Rubem D. Dermatologia, 7^a edição. Rio de Janeiro: Grupo GEN, E-book. ISBN 9788527732475. 2017.
- BATISTA, Camila Montenegro; PINTO, Thiago Serrão. O óleo de copaíba no tratamento de doenças: uma revisão de literatura sobre suas propriedades medicinais e aplicação terapêutica. **Cognitionis Scientific Journal**, [S.L.], v. 7, n. 2, p. 464, 4 set. 2024.
- BOLOGNIA, Jean. Dermatologia. Rio de Janeiro: Grupo GEN, E-book. ISBN 9788595155190. 2015.
- CHO, Wei Yan; NG, Jeck Fei; YAP, Wei Hsum; GOH, Bey Hing. Sophorolipids—Bio-Based Antimicrobial Formulating Agents for Applications in Food and Health. **Molecules**, [S.L.], v. 27, n. 17, p. 5556, 29 ago. 2022.
- COENYE, Tom; PEETERS, Elke; NELIS, Hans J.. Biofilm formation by Propionibacterium acnes is associated with increased resistance to antimicrobial agents and increased production of putative virulence factors. **Research In Microbiology**, [S.L.], v. 158, n. 4, p. 386-392, maio 2007.
- FILIPE, Giovanna Amaral. Produção e aplicação de soforolipídios de Starmerella bombicola em formulações cosmecêuticas. 2022. 78 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2022.
- FILIPE, Giovanna Amaral; LONNI, Audrey Alesandra Stingen Garcia; CELLIGOI, Maria Antonia Pedrine Colabone. Produção e aplicação de soforolipídios em cosméticos. **A Estruturação e Reconhecimento das Ciências Biológicas na Contemporaneidade 2**, [S.L.], p. 143-153, 1 abr. 2021.
- FILIPE, Giovanna Amaral; SILVEIRA, Victoria Akemi Itakura; GONÇALVES, Marcellly Chue; MACHADO, Rayanne R. Beltrame; NAKAMURA, Celso Vataro; BALDO, Cristiani; MALI, Suzana; KOBAYASHI, Renata Katsuko Takayama; CELLIGOI, Maria Antonia P. Colabone. Bioactive films for the control of skin pathogens with sophorolipids from Starmerella bombicola. **Polymer Bulletin**, [S.L.], v. 80, n. 10, p. 10809-10823, 21 nov. 2022.
- FITZ-GIBBON, Sorel; TOMIDA, Shuta; CHIU, Bor-Han; NGUYEN, Lin; DU, Christine; LIU, Minghsun; ELASHOFF, David; ERFE, Marie C.; LONCARIC, Anya; KIM, Jenny. Propionibacterium acnes Strain Populations in the Human Skin Microbiome Associated with Acne. **Journal Of Investigative Dermatology**, [S.L.], v. 133, n. 9, p. 2152-2160, set. 2013.
- FONTES, Gizele Cardoso; AMARAL, Priscilla Filomena Fonseca; COELHO, Maria Alice Zarur. Produção de biossurfactante por levedura. **Química Nova**, [S.L.], v. 31, n. 8, p. 2091-2099, 2008.
- FONTOURA, Isadora Cernach Carneiro da; SAIKAWA, Gustavo Issamu Asai; SILVEIRA, Vitória Akemi Itakura; PAN, Nicole Caldas; AMADOR, Ismael Rodrigues; BALDO, Cristiani; ROCHA, Sérgio Paulo Dejato da; CELLIGOI, Maria Antonia Pedrine Colabone. Antibacterial Activity of Sophorolipids from Candida bombicola Against Human Pathogens. **Brazilian Archives Of Biology And Technology**, [S.L.], v. 63, p. 20180568, 2020.

FOX, Lizelle; CSONGRADI, Candice; AUCAMP, Marique; DUPLESSIS, Jeanetta; GERBER, Minja. Treatment Modalities for Acne. **Molecules**, [S.L.], v. 21, n. 8, p. 1063, 13 ago. 2016.

FRAZÃO, Deborah Ribeiro; CRUZ, Jorddy Neves; OLIVEIRA, Mozaniel Santana de; BAIA-DA-SILVA, Daiane Claydes; NAZÁRIO, Rayssa Maité Farias; RODRIGUES, Matheus Ferreira de Lima; SAITO, Miki Taketomi; SOUZA-RODRIGUES, Renata Duarte; LIMA, Rafael Rodrigues. Evaluation of the biological activities of Copaiba (*Copaifera spp*): a comprehensive review based on scientometric analysis. **Frontiers In Pharmacology**, [S.L.], v. 14, p. 1215437, 1 set. 2023.

HIPÓLITO, Amanda; SILVA, Ricardo Augusto Alves da; CARETTA, Talita de Oliveira; SILVEIRA, Victória Akemi Itakura; AMADOR, Ismael Rodrigues; PANAGIO, Luciano Aparecido; BORSATO, Dionísio; CELLIGOI, Maria Antonia Pedrine Colabone. Evaluation of the antifungal activity of sophorolipids from *Starmerella bombicola* against food spoilage fungi. **Biocatalysis And Agricultural Biotechnology**, [S.L.], v. 29, p. 101797, out. 2020.

HOWLIN, Robert P.; WINNARD, Christopher; ANGUS, Elizabeth M.; FRAPWELL, Connor J.; WEBB, Jeremy S.; COOPER, John J.; AIKEN, Sean S.; BISHOP, Julie Y.; STOODLEY, Paul. Prevention of *Propionibacterium acnes* biofilm formation in prosthetic infections in vitro. **Journal Of Shoulder and Elbow Surgery**, [S.L.], v. 26, n. 4, p. 553-563, abr. 2017.

HSU, Jason E.; BUMGARNER, Roger E.; MATSEN, Frederick A. *Propionibacterium* in Shoulder Arthroplasty. **Journal Of Bone and Joint Surgery**, [S.L.], v. 98, n. 7, p. 597-606, 6 abr. 2016.

KUEHNAST, Torben; CAKAR, Fatih; WEINHÄUPL, Theresa; PILZ, Andreas; SELAK, Sanja; SCHMIDT, M. Alexander; RÜTER, Christian; SCHILD, Stefan. Comparative analyses of biofilm formation among different *Cutibacterium acnes* isolates. **International Journal of Medical Microbiology**, [S.L.], v. 308, n. 8, p. 1027-1035, dez. 2018.

KUTLU, Ömer; KARADAĞ, Ayşe Serap; WOLLINA, Uwe. Adult acne versus adolescent acne: a narrative review with a focus on epidemiology to treatment. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, [S.L.], v. 98, n. 1, p. 75-83, jan. 2023.

LOURITH, N.; KANLAYAVATTANAKUL, M. Natural surfactants used in cosmetics: glycolipids. **International Journal of Cosmetic Science**, [S.L.], v. 31, n. 4, p. 255-261, jul. 2009.

MARTIN, Bianca, Aparecida. Avaliação da efetividade e segurança de uma nova formulação de cold cream em pacientes portadores de dermatite atópica. Dissertação para obtenção do título de mestre em ciências farmacêuticas. **Universidade Estadual de São Paulo**. [S.L.] p. 1-111, out. 2019.

MICELI, Rebecca T.; CORR, David T.; BARROSO, Margardia; DOGRA, Navneet; A GROSS, Richard. Sophorolipids: anti-cancer activities and mechanisms. **Bioorganic & Medicinal Chemistry**, [S.L.], v. 65, p. 116787, jul. 2022.

MINUCELLI, Tamires; RIBEIRO-VIANA, Renato Márcio; BORSATO, Dionísio; ANDRADE, Galdino; CELY, Martha Viviana Torres; OLIVEIRA, Marcos Roberto de; BALDO, Cristiani; CELLIGOI, Maria Antonia Pedrine Colabone. Sophorolipids Production by *Candida bombicola* ATCC 22214 and Its Potential Application in Soil Bioremediation. **Waste And Biomass Valorization**, [S.L.], v. 8, n. 3, p. 743-753, 9 jun. 2016.

OLIVEIRA, Ribeiro, S., FONTAINE, Véronique., MATHIEU, Véronique., ZHIRI, Abdesselam., BAUDOUX, Dominique., STÉVIGNY, Caroline., SOUARD, FLORENÇA. Antibacterial and Cytotoxic Activities of Ten Commercially Available Essential Oils. **Antibiotics (Basel, Switzerland)**, [S.L.] vol. 9,10 717. 20 Oct. 2020.

PAL, Srijal; CHATTERJEE, Niloy; DAS, Arun K; MCCLEMENTS, David Julian; DHAR, Pubali. Sophorolipids: a comprehensive review on properties and applications. **Advances In Colloid and Interface Science**, [S.L.], v. 313, p. 102856, mar. 2023.

PEDRINHA, Victor Feliz; SANTOS, Letícia Martins; GONÇALVES, Carolina Passarelli; GARCIA, Maíra Terra; LAMEIRA, Osmar Alves; QUEIROGA, Carmen Lucia; MARCUCCI, Maria Cristina; SHAHBAZI, Mohammad-Ali; SHARMA, Prashant Kumar; JUNQUEIRA, Juliana Campos. Effects of natural antimicrobial compounds propolis and copaiba on periodontal ligament fibroblasts, molecular docking, and in vivo study in *Galleria mellonella*. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, [S.L.], v. 171, p. 116139, fev. 2024.

QUEIROZ, Marluce Teixeira Andrade; QUEIROZ, Carolina Andrade; ALVIM, Lucas Barbosa; SABARÁ, Millor Godoy; LEÃO, Mônica Maria Diniz; AMORIM, Camila Costa de. Reestruturação na forma do tratamento de efluentes têxteis: uma proposta embasada em fundamentos teóricos. **Gestão & Produção**, [S.L.], v. 26, n. 1, p. 1-14, 2019.

REMICK, Daniel G. Interleukin-8. **Critical Care Medicine**, [S.L.], v. 33, n. p. 466-467, dez. 2005.

RIBEIRO, Claudio. Cosmetologia Aplicada a Dermoestética. 2º ed. São Paulo: **Pharmabooks**, ISBN 8589731278. 2010.

ROELANTS, Sophie; SOLAIMAN, Daniel Ky; ASHBY, Richard D.; LODENS, Sofie; VAN RENTERGHEM, Lisa; SOETAERT, Wim. Production and Applications of Sophorolipids. **Biobased Surfactants**, [S.L.], p. 65-119, 2019.

PADEGIMAS, Eric M.; LAWRENCE, Cassandra; NARZIKUL, Alexa C.; ZMISTOWSKI, Benjamin M.; ABOUOUD, Joseph A.; WILLIAMS, Gerald R.; NAMDARI, Surena. Future surgery after revision shoulder arthroplasty: the impact of unexpected positive cultures. **Journal Of Shoulder and Elbow Surgery**, [S.L.], v. 26, n. 6, p. 975-981, jun. 2017.

RODRIGUES, Janaina Pereira; SILVA, Nayara Magalhães Aguiar da; SANTOS, Isabel Lis Moisés dos; SILVA, Andre Luiz Ferreira da. Aromaterapia: o uso de óleos essenciais como prática integrativa no tratamento de doenças comuns. **Brazilian Journal of Health Review**, [S.L.], v. 6, n. 3, p. 11642-11650, 5 jun. 2023.

SALTZMAN, Matthew D.; MARECEK, Geoffrey S.; EDWARDS, Sara L.; KALAINOV, David M.. Infection After Shoulder Surgery. **American Academy of Orthopaedic Surgeon**, [S.L.], v. 19, n. 4, p. 208-218, abr. 2011.

SANTANA, Nathalia Fraile; SILVA, Flávia Eliza Staut; COLODI, Franciele Grose; BALDO, Cristiani; CELLIGOI, Maria Antonia Pedrine Colabone. SOFOROLIPÍDIOS DE STARMERELLA BOMBICOLA COMO ALTERNATIVA ANTIMICROBIANA PARA PEQUENOS ANIMAIS. **Bem-Estar Animal**: tendências e desafios na medicina veterinária 3, [S.L.], p. 88-98, 9 abr. 2024.

SILVA, Ana Margarida Ferreira da; COSTA, Francisco Pinto da; MOREIRA, Margarida. Acne vulgar: diagnóstico e manejo pelo médico de família e comunidade. **Revista Brasileira de Medicina de Família e Comunidade**, [S.L.], v. 9, n. 30, p. 54-63, 9 jan. 2014.

SILVA, Maria Daniela Nunes; PINHEIRO, Elayne Bessa Ferreira. Compostos bioativos: uma contribuição para o ensino de funções orgânicas no curso de licenciatura em química. **Research, Society and Development**, [S.L.], v. 10, n. 3, p. 55-61, 26 mar. 2021.

SILVEIRA, Victória Akemi I.; NISHIO, Erick K; FREITAS, Christiane A.u.Q.; AMADOR, Ismael R.; KOBAYASHI, Renata K.T.; CARETTA, Talita; MACEDO, Fernando; CELLIGOI, Maria Antonia P.C. Production and antimicrobial activity of sophorolipid against Clostridium perfringens and Campylobacter jejuni and their additive interaction with lactic acid. **Biocatalysis And Agricultural Biotechnology**, [S.L.], v. 21, p. 101287, set. 2019.

ILVEIRA, Victória Akemi Itakura; FILIPE, Giovanna Amaral; BIGOTTO, Briani Gisele; GONÇALVES, Marcellly Chue; BALDO, Cristiani; MALI, Suzana; KOBAYASHI, Renata Katsuko Takayama; NAKAZATO, Gerson; BIDÓIA, Danielle Lazarin; NAKAMURA, Celso Vataru. Sophorolipid-mediated green synthesis of silver nanoparticles for antimicrobial starch nanocomposite films. **Journal Of Applied Polymer Science**, [S.L.], v. 141, n. 20, p. 1-12, 28 fev. 2024.

TETALI, Sarada D. Terpenes and isoprenoids: a wealth of compounds for global use. **Planta**, [S.L.], v. 249, n. 1, p. 1-8, 22 nov. 2018.

YU, Honghao; ZHANG, Boyu; ZHAN, Yuanyuan; YI, Yi; JIANG, Qiong; ZHANG, Qi; WU, Yiping; WU, Min. Neutrophil extracellular trap-related mechanisms in acne vulgaris inspire a novel treatment strategy with adipose-derived stem cells. **Scientific Reports**, [S.L.], v. 14, n. 1, p. 15-21, 17 jan. 2024.