

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

**FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS DE RIBEIRÃO PRETO**

**Avaliação das características hidrolipídicas da pele madura e desenvolvimento e eficácia clínica de formulações dermocosméticas multifuncionais a base de algas**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas da Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto/USP para obtenção do Título de Mestre em Ciências

Área de Concentração: Medicamentos e Cosméticos

**Orientador(a):** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Patrícia M.B.G. Maia Campos

Versão corrigida da Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências Farmacêuticas em 14/03/2019. A versão original encontra-se disponível na Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto/USP.

Ribeirão Preto  
2019

## FICHA CATALOGRÁFICA

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.

Oliveira de Melo, Maísa

Avaliação das características hidrolipídicas da pele madura e desenvolvimento e eficácia clínica de formulações dermocosméticas multifuncionais a base de algas. Ribeirão Preto, 2019.

126 p.; 30cm.

Dissertação de Mestrado, apresentada à Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto/USP – Área de concentração: Medicamentos e Cosméticos.

Orientador: Maia Campos, Patrícia Maria Berardo Gonçalves

1. Cosmetologia. 2. Eficácia Clínica. 3. Pele Madura.

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Maísa Oliveira de Melo

Avaliação das características hidrolípicas da pele madura e desenvolvimento e eficácia clínica de formulações dermocosméticas multifuncionais a base de algas

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas da Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto/USP para obtenção do Título de Mestre em Ciências

Área de Concentração: Medicamentos e Cosméticos.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

## **DEDICATÓRIA**

**Aos meus pais, Mário e Marlene e irmão, Felipe, por estarem sempre ao meu lado, me orientando, incentivando ao aprendizado e ao crescimento constante e me apoiando na realização de todos os meus objetivos.**

## **AGRADECIMENTOS**

À minha orientadora Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Patrícia Maia Campos pela oportunidade, confiança, apoio, amizade e os momentos especiais ao longo de todos os anos de convivência e aprendizados.

A todos os amigos feitos no NEATEC (Livia, Victor, Letícia Kakuda, Rodolfo, Marcella, Marina, Júlia, Raíssa, Daiane, Tais, Ana Paula, Gabriela, Elisa, Vitória) pelo companheirismo, aprendizados, aventuras e ajuda em todos os momentos. Vou levar vocês comigo para sempre.

Aos meus amigos pessoais (Camila, Ana, Verônica, Eduardo, João Paulo, Felipe, Bruno T., Bruno F., Matheus) por todo apoio ao longo do desenvolvimento desse trabalho e em todos os outros momentos.

À Júlia Sant'anna por todo suporte emocional e incentivo ao longo do curso.

A todos do NEATEC que apoiaram e colaboraram com o meu trabalho.

A todas as participantes do estudo clínico, sem elas o trabalho não seria possível.

Às empresas Galena, Silab, Nikkol, Croda e Mapric que gentilmente forneceram matérias-primas utilizadas neste trabalho.

Ao Lucas, Mariana e toda a equipe da Allergisa pela amizade e suporte técnico.

À Universidade de Ribeirão Preto e os professores que contribuíram com a minha formação.

À Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto – docentes, discentes e servidores, pela oportunidade e apoio para este trabalho. Ao Dr. João Carlos Lopes Simão pelo suporte no comitê de ética

Ao CNPq pela concessão da bolsa de mestrado e à FAPESP, pelo auxílio à pesquisa no laboratório. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

**“I've heard it said that people come into our lives for a reason,  
bringing something we must learn.  
And we are led to those who help us most to grow, if we let them  
and we help them in return.”**

(Stephen Schwartz, *Wicked*)

## RESUMO

MELO, M.O. **Avaliação das características hidrolipídicas da pele madura e desenvolvimento e eficácia clínica de formulações dermocosméticas multifuncionais a base de algas.** 2019. 126 f. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2019.

A pesquisa e desenvolvimento de formulações cosméticas inovadoras cada vez mais específicas aos diferentes tipos de pele e que envolvem alta tecnologia no desenvolvimento é de grande importância para a obtenção de formulações que apresentem características físico-químicas e físico-mecânicas apropriadas às finalidades propostas, agregando o ingrediente ativo de escolha a um veículo adequado, obtendo assim, produtos mais estáveis, seguros, eficazes e com sensorial agradável. Para a comprovação da eficácia de tais formulações, as técnicas não invasivas de biofísica e de análise de imagem da pele são essenciais, uma vez que compreendem diversos equipamentos com diferentes princípios físicos que fornecem dados sobre a ação de um produto cosmético na pele nas reais condições de uso. Nesse contexto, o objetivo do presente estudo foi avaliar as características hidrolipídicas da pele madura, desenvolver e avaliar a estabilidade e a eficácia clínica de formulações dermocosméticas contendo extratos de *Spirulina*, de lentilha, extrato de Tara com a alga vermelha *Kappaphycus alvarezii* e Tetraisopalmitato de Ascorbila. Para tal, foi realizada uma avaliação da pele madura para identificar as condições de hidratação e oleosidade, bem como os sinais clínicos do envelhecimento cutâneo, por técnicas de biofísica e análise de imagem da pele. A seguir, foram desenvolvidas formulações com sensorial diferenciado, com matérias primas biocompatíveis e substâncias ativas inovadoras com alto potencial para a melhora das condições gerais da pele madura, as quais submetidas a testes de estabilidade por determinação da reologia e avaliação das propriedades físico-mecânicas. Por fim, as formulações estáveis foram avaliadas em relação à eficácia clínica na hidratação, controle da oleosidade, redução de poros, rugas e manchas, renovação celular e densidade dérmica por técnicas de biofísica e análise de imagem da pele. Os resultados obtidos mostraram que a formulação desenvolvida apresentou um comportamento reológico pseudoplástico e estabilidade entre o tempo inicial e final de estudo. Além disso, a adição das substâncias ativas objeto de estudo alterou o perfil de textura das formulações bem como as propriedades sensoriais, favorecendo a aplicação tanto na pele oleosa como na pele seca. Além disso, observamos as diferenças entre a pele madura normal/seca e oleosa, sendo que a pele oleosa apresenta valores significativamente maiores no conteúdo de sebo e características distintas nos parâmetros de microrrelevo, ecogenicidade e espessura da derme. Por fim, os dados obtidos no estudo clínico de eficácia em longo prazo mostraram que as formulações em estudo foram eficazes para aplicação na pele normal/seca e na pele oleosa uma vez que houve uma melhora significativa da pele nos parâmetros relacionados ao microrrelevo, poros largos, ecogenicidade e oleosidade da pele. Em curto prazo, foi notado um aumento das papilas dérmicas e redução de rugas e brilho na face. Em síntese, o presente trabalho apresenta contribuição para o conhecimento do balanço hidrolipídico da pele madura, avaliado por técnicas objetivas, fornecendo informações para o desenvolvimento de formulações dermocosméticas mais específicas não somente para a pele seca, mas também para a pele oleosa, característica prevalente na pele brasileira que muitas vezes persiste no envelhecimento e dificulta o uso adequado de produtos para os cuidados da pele.

Palavras-chave: Eficácia Clínica, Cosmetologia, Pele Madura, Envelhecimento Cutâneo, oleosidade da pele, técnicas de biofísica e imagem da pele

## ABSTRACT

MELO, M.O. **Evaluation of mature skin hydrolipidic characteristics and development and clinical efficacy of algae based multifunctional dermocosmetic formulations.** 2019. 126f. Dissertation (Master). Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2019.

The research and development of innovative cosmetic formulations that are more specific to different skin types and involve high technology in the development process is of great importance to obtain formulations with physicochemical and physico-mechanical characteristics that are appropriate to the proposed objectives, adding the active substances of choice to a adequate vehicle, obtaining this way, products that are more stable, safe, effective and with good sensory properties. To prove the efficacy of such formulations, non-invasive biophysics and skin imaging techniques are essential, since they use various equipment with different physical principles that provide data on the action of a cosmetic product on the skin under the real conditions of use. In this context, the objective of the present study was to evaluate the hydrolipidic characteristics of mature skin, to develop and evaluate the stability and to evaluate the clinical efficacy of dermocosmetic formulations containing extracts of *Spirulina*, lentil, Tara extract with the red algae *Kappaphycus alvarezii* and Tetraisopalmitate of Ascorbile for mature, normal/dry and oily skin. To this end, a mature skin characterization was performed to identify the conditions of hydration and oiliness, as well as clinical signs of skin aging, by biophysical and skin imaging techniques. Subsequently, the formulations were developed to present differentiated sensorial, with biocompatible raw materials and innovative active substances with high potential for the improvement of the general conditions of mature skin, which went through stability tests by rheology determination and evaluation of the properties physical-mechanical properties. Finally, stable formulations were evaluated for their clinical efficacy in hydration, oil control, pore reduction, wrinkle and blemishes, cell renewal and dermal density by biophysical and skin imaging techniques. The obtained results showed that the developed formulation showed a pseudoplastic rheological behavior and stability between the initial and final time of study. Furthermore, the addition of the active substances under study altered the texture profile of the formulations as well as the sensorial properties, favoring the application in both oily skin and dry skin. In addition, we observed the differences between normal/dry and oily mature skin, with oily skin presenting significantly higher values of sebum content and different characteristics in the parameters of microrelief, echogenicity and thickness of the dermis. In addition, the data obtained in the long-term clinical efficacy study showed that the formulations under study were effective for application in the normal / dry skin and oily skin since there was a significant improvement of the skin in the parameters related to microrelief, large pores, echogenicity and oiliness of the skin. In the short-term study, an increase of the dermal papillae and reduction of wrinkles and gloss on the face were noticed. In summary, the present work presents a contribution to the knowledge of the hydrolipidic balance of mature skin, evaluated by objective techniques, providing information for the development of more specific dermocosmetic formulations not only for dry skin, but also for oily skin, a characteristic prevalent in Brazilian skin that often persists in aging and influence the proper use of skin care products.

Keywords: Clinical Efficacy, Cosmetology, Mature Skin, Skin Aging, Skin Oiliness, Biophysical and Skin Imaging Techniques

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Representação esquemática das camadas da epiderme .....	06
<b>Figura 2.</b> Representação esquemática da perda transepidérmica de água .....	09
<b>Figura 3.</b> Fluxograma do desenvolvimento das formulações e fases seguintes do estudo .....	25
<b>Figura 4.</b> Reogramas obtidos na análise da formulação V1 (veículo) nas temperaturas ambiente (TA), 37 (T37) e 45°C (T45), nos tempos inicial (T0) e após 7, 21, 28, 56 e 84 dias .....	43
<b>Figura 5.</b> Reogramas obtidos na análise da formulação S1 (para pele normal/seca) nas temperaturas ambiente (TA), 37 (T37) e 45°C (T45), nos tempos inicial (T0) e após 7, 21, 28, 56 e 84 dias .....	44
<b>Figura 6.</b> Reogramas obtidos na análise da formulação O1 (para pele oleosa) nas temperaturas ambiente (TA), 37 (T37) e 45°C (T45), nos tempos inicial (T0) e após 7, 21, 28, 56 e 84 dias .....	44
<b>Figura 7.</b> Viscosidade Mínima Aparente da formulação V01 (veículo) nas temperaturas ambiente (TA), 37 e 45°C .....	45
<b>Figura 8.</b> Viscosidade Mínima Aparente da formulação S01 nas temperaturas ambiente (TA), 37 e 45°C .....	45
<b>Figura 9.</b> Viscosidade Mínima Aparente da formulação S01 nas temperaturas ambiente (TA), 37 e 45°C .....	45
<b>Figura 10.</b> Índice de Consistência na análise da formulação V01 (veículo) nas temperaturas ambiente (TA), 37 e 45°C .....	46
<b>Figura 11.</b> Índice de Consistência na análise da formulação S01 nas temperaturas ambiente (TA), 37 e 45°C .....	46
<b>Figura 12.</b> Índice de Consistência na análise da formulação O01 nas temperaturas ambiente (TA), 37 e 45°C .....	46
<b>Figura 13.</b> Índice de Fluxo na análise da formulação V01 (veículo) nas temperaturas ambiente (TA), 37 e 45°C .....	47
<b>Figura 14.</b> Índice de Fluxo na análise da formulação S01 nas temperaturas ambiente (TA), 37 e 45°C .....	47
<b>Figura 15.</b> Índice de Fluxo na análise da formulação S01 nas temperaturas ambiente (TA), 37 e 45°C .....	47
<b>Figura 16.</b> Valores de Firmeza, Consistência, Índice de Viscosidade e Coesividade	

das formulações V01 (veículo), S01 (formulação pele seca) e O01 (formulação pele oleosa) obtidas pela análise de Textura .....	48
<b>Figura 17.</b> Valores do Trabalho de Cisalhamento das formulações V01, S01 e O01 obtidas pela análise de Espalhabilidade .....	48
<b>Figura 18.</b> Análise sensorial das formulações V1, V4, S1 e O1 .....	49
<b>Figura 19.</b> Medidas basais da perda transepidérmica de água (TEWL) nas regiões frontal e malar do grupos de pele normal/seca (grupo 1) e de pele oleosa (grupo 2) ..	51
<b>Figura 20.</b> Diferença das medidas basais da perda transepidérmica de água (TEWL) entre as regiões de estudo nos grupos de pele normal/seca e de pele oleosa .....	51
<b>Figura 21.</b> Medidas basais do conteúdo aquoso do estrato córneo nas regiões frontal e malar do grupo de pele normal/seca (grupo 1) e de pele oleosa (grupo 2) .....	52
<b>Figura 22.</b> Diferença das medidas basais do conteúdo aquoso do estrato córneo entre as regiões de estudo nos grupos de pele normal/seca e de pele oleosa .....	52
<b>Figura 23.</b> Aspereza da pele (Ser) nas regiões frontal, malar, nasolabial e periorbital nos grupos de pele normal/seca e de pele oleosa (grupo 2) .....	53
<b>Figura 24.</b> Descamação da pele (Sesc) nas regiões frontal, malar, nasolabial e periorbital nos grupos de pele normal/seca (grupo 1) e de pele oleosa (grupo 2) .....	53
<b>Figura 25.</b> Rugas da pele (Sew) nas regiões frontal, malar, nasolabial e periorbital nos grupos de pele normal/seca (grupo 1) e de pele oleosa (grupo 2) .....	54
<b>Figura 26.</b> Imagens do microrrelevo da pele nas regiões frontal, periorbital, malar e nasolabial, respectivamente, de duas participantes do estudo .....	55
<b>Figura 27.</b> Poros finos e Poros largos nas regiões frontal e malar dos grupos de pele normal/seca (grupo 1) e pele oleosa (grupo 2) .....	55
<b>Figura 28.</b> Medidas basais do conteúdo de sebo nas regiões frontal e malar do grupos de pele normal/seca (grupo 1) e de pele oleosa (grupo 2) .....	56
<b>Figura 29.</b> Diferença de porcentagem de manchas de sebo entre as regiões de estudo nos grupos de pele normal/seca e de pele oleosa .....	56
<b>Figura 30.</b> Medidas basais da porcentagem de manchas de sebo nas regiões frontal e malar do grupo e pele normal/seca (grupo 1) e de pele oleosa (grupo 2) .....	57
<b>Figura 31.</b> Manchas de sebo nos adesivos de uma participante com pele normal/seca e de uma com pele oleosa na região frontal da face .....	57
<b>Figura 32.</b> Diferença de conteúdo de sebo entre as regiões de estudo nos grupos de pele normal/seca e de pele oleosa .....	57

<b>Figura 33.</b> Espessura da derme nas regiões frontal, malar, nasolabial e periorbital nos grupos de pele normal/seca (grupo 1) e pele oleosa (grupo 2) .....	58
<b>Figura 34.</b> Razão de ecogenicidade da derme nas regiões frontal, malar, nasolabial e periorbital da face nos grupos de pele normal/seca (grupo 1) e oleosa (grupo 2) .....	59
<b>Figura 35.</b> Imagens ilustrativas da ecogenicidade da derme de duas participantes nas regiões frontal, periorbital, malar e nasolabial, respectivamente .....	59
<b>Figura 36.</b> Perda transepidérmica de água (TEWL) nas regiões frontal e malar do após 45 e 90 dias de tratamento nos grupos de pele normal/seca e de pele oleosa .....	60
<b>Figura 37.</b> Conteúdo aquoso do estrato córneo nas regiões frontal e malar após 45 e 90 dias de tratamento nos grupos de pele normal/seca e de pele oleosa .....	60
<b>Figura 38.</b> Rugosidade da pele (SER) nas regiões frontal, malar, nasolabial e periorbital após 45 e 90 dias de tratamento nos grupos de pele normal/seca e de pele oleosa .....	61
<b>Figura 39.</b> Descamação da pele (SESC) nas regiões frontal, malar, nasolabial e periorbital após 45 e 90 dias de tratamento nos grupos de pele normal/seca e de pele oleosa .....	62
<b>Figura 40.</b> Maciez da pele (SESM) nas regiões frontal, malar, nasolabial e periorbital após 45 e 90 dias de tratamento nos grupos de pele normal/seca e de pele oleosa .....	63
<b>Figura 41.</b> Rugas da pele (SEW) nas regiões frontal, malar, nasolabial e periorbital após 45 e 90 dias de tratamento nos grupos de pele normal/seca e de pele oleosa .....	63
<b>Figura 42.</b> Poros largos e finos na região malar após 45 e 90 dias de tratamento nos grupos de pele normal/seca e de pele oleosa .....	64
<b>Figura 43.</b> Conteúdo superficial de sebo nas regiões frontal e malar após 45 e 90 dias de tratamento nos grupos de pele normal/seca e de pele oleosa .....	65
<b>Figura 44.</b> Porcentagem de manchas de sebo nas regiões frontal e malar após 45 e 90 dias de tratamento nos grupos de pele normal/seca e de pele oleosa .....	65
<b>Figura 45.</b> Área coberta por sebo nas regiões frontal e malar após 45 e 90 dias de tratamento nos grupos de pele normal/seca e de pele oleosa .....	66
<b>Figura 46.</b> Espessura da Derme nas regiões frontal, malar, nasolabial e periorbital após 45 e 90 dias de tratamento nos grupos de pele normal/seca e de pele oleosa .....	66
<b>Figura 47.</b> Ecogenicidade (absoluta) da Derme nas regiões frontal, malar, nasolabial	

e periorbital após 45 e 90 dias de tratamento nos grupos de pele normal/seca e de pele oleosa .....	67
<b>Figura 48.</b> Relação de ecogenicidade da derme da Derme nas regiões frontal, malar, nasolabial e periorbital após 45 e 90 dias de tratamento nos grupos de pele normal/seca e de pele oleosa .....	68
<b>Figura 49.</b> Imagens ilustrativas de ultrassom de uma participante no grupo de pele normal/seca na região malar da face antes (basal) e após 45 e 90 dias de tratamento com a formulação O01 .....	68
<b>Figura 50.</b> Espessura do estrato córneo na região periorbital após 28 dias de tratamento com a formulação teste e veículo .....	69
<b>Figura 51.</b> Espessura da camada granulosa da epiderme na região periorbital após 28 dias de tratamento com a formulação teste e veículo .....	69
<b>Figura 52.</b> Profundidade das papilas dérmicas na região periorbital após 28 dias de tratamento com a formulação teste e veículo .....	70
<b>Figura 53.</b> Espessura mínima da epiderme na região periorbital após 28 dias de tratamento com a formulação teste e veículo .....	74
<b>Figura 54.</b> Espessura máxima da epiderme da epiderme na região periorbital após 28 dias de tratamento com a formulação teste e veículo .....	70
<b>Figura 55.</b> Espessura média da epiderme na região periorbital após 28 dias de tratamento com a formulação teste e veículo .....	70
<b>Figura 56.</b> Imagens obtidas na microscopia confocal de reflectância a na região periorbital após antes e 28 dias de tratamento com a formulação com as substâncias ativas de estudo .....	71
<b>Figura 57.</b> Rugosidade média (Ra) na região periorbital após 28 dias de tratamento com a formulação teste e veículo .....	71
<b>Figura 58.</b> Profundidade média das rugas (Rz) na região periorbital após 28 dias de tratamento com a formulação teste e veículo.....	72
<b>Figura 59.</b> Rugosidade máxima (Rm) na região periorbital após 28 dias de tratamento com a formulação teste e veículo.....	72
<b>Figura 60.</b> Ondulação (Wt) na região periorbital após 28 dias de tratamento com a formulação teste e veículo .....	73
<b>Figura 61.</b> Volume das Rugas na região periorbital após 28 dias de tratamento com a formulação teste e veículo .....	73

<b>Figura 62.</b> Profundidade das Rugas na região periorbital após 28 dias de tratamento com a formulação teste e veículo .....	73
<b>Figura 63.</b> Textura da Pele na região periorbital após 28 dias de tratamento com a formulação teste e veículo .....	74
<b>Figura 64.</b> Coeficiente de Visibilidade na região periorbital após 28 dias de tratamento com a formulação teste e veículo .....	74
<b>Figura 65.</b> Taxa de ocupação na região periorbital após 28 dias de tratamento com a formulação teste e veículo .....	75
<b>Figura 66.</b> Brilho na região malar após 28 dias de tratamentos com a formulação teste e veículo .....	75
<b>Figura 67.</b> Superfície da pele na região malar após 28 dias de tratamento com a formulação teste e veículo .....	75

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Formulações desenvolvidas sem a adição dos ingredientes ativos (veículo)	26
Tabela 2 – Formulações desenvolvidas com os ingredientes ativos em estudo .....	27
Tabela 3 – Critérios de inclusão e exclusão do estudo clínico .....	32
Tabela 4 – Definição dos parâmetros de superfície avaliados .....	37
Tabela 5 – Valores de pH das formulações desenvolvidas .....	42

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

TEWL	Perda Transepidérmica de Água
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
RCM	Microscopia Confocal de Reflectância a laser
JDE	Junção Dermoepidérmica

## SUMÁRIO

<b>Resumo</b>	i
<b>Abstract</b>	ii
<b>Lista de figuras</b>	iii
<b>Lista de tabelas</b>	iv
<b>Lista de abreviaturas e siglas</b>	v
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	1
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA</b>	5
2.1 A pele e as suas características hidrolipídicas	6
2.2 Envelhecimento cutâneo nos diferentes tipos de pele	9
2.3 Extratos de <i>Spirulina</i> , Lentilha, Tara com a Alga Vermelha <i>Kappaphycus Alvarezii</i> e Tetraisopalmitato de Ascorbila como ingredientes ativos para os cuidados da pele madura	11
2.4 Desenvolvimento, estabilidade e análise sensorial de formulações dermocosméticas	13
2.5 Avaliação da eficácia clínica de produtos cosméticos por técnicas de biofísica e análise de imagem da pele	16
<b>3. OBJETIVO</b>	21
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b>	23
4.1 Matérias Primas	24
4.2 Equipamentos e acessórios	24
4.3 Desenvolvimento das formulações	25
4.4 Testes preliminares de estabilidade	28
4.4.1 Centrifugação	28
4.4.2 Determinação do pH	28
4.4.3 Avaliação Visual	29
4.5 Estudo de estabilidade física por determinação do comportamento reológico	29
4.6 Determinação do perfil de textura das formulações	29
<b>5. CASUÍSTICA E MÉTODOS</b>	31
5.1 Triagem das participantes	32
5.2 Descrição das técnicas de biofísica e análise de imagem da pele	33
5.2.1 Determinação do conteúdo aquoso do estrato córneo	33
5.2.2 Determinação da perda transepidérmica de água (TEWL)	33
5.2.3 Determinação do conteúdo de sebo	34
5.2.4 Avaliação das glândulas sebáceas ativas e quantidade de sebo no infundíbulo	34
5.2.5 Determinação do microrrelevo cutâneo	34
5.2.6 Avaliação da pele por imagens de alta resolução	35
5.2.7 Avaliação das características da derme por ultrassom de alta frequência	35
5.2.8 Avaliação das características morfológicas e estruturais da epiderme	35
5.2.9 Avaliação tridimensional do relevo cutâneo	36
5.2.10 Análise de rugas e brilho da pele por fotografia digital	37
5.3 Avaliação Sensorial	38

5.4 Protocolo de estudos de eficácia clínica .....	38
5.4.1 Caracterização da pele madura oleosa e normal/seca .....	38
5.4.2 Avaliação dos efeitos em longo prazo – 90 dias .....	39
5.4.3 Avaliação dos efeitos em curto prazo – 28 dias .....	39
5.5 Análise estatística .....	40
<b>6. RESULTADOS</b> .....	<b>41</b>
6.1 Desenvolvimento das formulações .....	42
6.2 Testes preliminares de estabilidade .....	42
6.2.1 Centrifugação .....	42
6.2.2 Determinação do pH .....	42
6.2.3 Avaliação visual .....	43
6.3 Estudo de estabilidade física por determinação do comportamento reológico .....	43
6.4 Determinação do perfil de textura das formulações .....	48
6.5 Avaliação sensorial .....	49
6.6 Caracterização da pele madura oleosa e normal/seca.....	50
6.6.1 Perda transepidérmica de água .....	50
6.6.2 Conteúdo aquoso do estrato córneo .....	51
6.6.3 Determinação do microrrelevo cutâneo .....	52
6.6.4 Quantificação dos poros por imagens de alta resolução.....	55
6.6.5 Conteúdo de sebo superficial e no infundíbulo da pele .....	56
6.6.6 Avaliação das características da derme por ultrassom de alta frequência.....	58
6.7 Avaliação dos efeitos em longo prazo – 90 dias .....	60
6.7.1 Perda transepidérmica de água .....	60
6.7.2 Conteúdo aquoso do estrato córneo .....	60
6.7.3 Determinação do microrrelevo cutâneo .....	61
6.7.4 Quantificação dos poros por imagens de alta resolução.....	64
6.7.5 Conteúdo de sebo superficial e no infundíbulo da pele .....	64
6.7.6 Avaliação das características da derme por ultrassom de alta frequência.....	66
6.8 Avaliação dos efeitos em curto prazo – 28 dias .....	69
6.8.1 Características estruturais e morfológicas da epiderme .....	69
6.8.2 Avaliação tridimensional do relevo cutâneo .....	71
6.8.3 Análise de rugas e brilho da pele por fotografia digital .....	74
<b>7. DISCUSSÃO</b> .....	<b>76</b>
<b>8. CONCLUSÕES</b> .....	<b>85</b>
<b>7. REFERÊNCIAS</b> .....	<b>87</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>99</b>
Anexo A: Parecer consubstanciado do comitê de ética (estudo clínico de 90 dias) .....	100
Anexo B: Parecer consubstanciado do comitê de ética (estudo clínico de 28 dias) .....	103

# 1. INTRODUÇÃO

---

Produtos cosméticos e de higiene pessoal são definidos como preparações constituídas por substâncias naturais ou sintéticas, de uso externo tópico (na superfície da pele, sistema capilar, unhas, lábios, órgãos genitais externos, dentes e membranas mucosas da cavidade oral) com o objetivo principal de limpá-los, perfumá-los, alterar sua aparência e/ou corrigir odores corporais, protegê-los e mantê-los em bom estado (BRASIL, 2013).

O termo dermocosmético é utilizado para se referir às preparações cosméticas que possuem atividades específicas na pele, como extratos naturais com propriedades antioxidantes, clareadoras, controle da oleosidade e, conseqüentemente, do balanço hidrolipídico da pele. Esse termo vem sendo utilizado para descrever certos cosméticos classificados pela ANVISA como grau 2 que são produtos com indicações específicas, sendo exigido o registro com análise prévia para alguns (como fotoprotetores, repelentes, alisantes e produtos infantis). Assim, para evitar possíveis efeitos colaterais, testes de segurança de uso e eficácia comprovada por meio de estudos clínicos são necessários (GARBOSSA, 2016). Os produtos dermocosméticos de mercado em geral tem como apelo a avaliação por dermatologistas e apresentam alto desempenho na melhora das condições da pele (DRENO, et al., 2014).

Hoje existe uma forte demanda do mercado por produtos multifuncionais antienvhecimento estáveis, eficazes e seguros, para quais a associação de ingredientes ativos é muito importante. Esse destaque está diretamente relacionado ao aumento da expectativa média de vida no Brasil e uma nova cultura voltada ao cuidado com a aparência e saúde, o que traz uma melhora na qualidade de vida dos usuários (ABIHPEC, 2017).

Considerando as características da pele envelhecida, como rugas, manchas e perda de firmeza, há grande demanda por produtos cosméticos multifuncionais para a melhoria e proteção da pele. Observa-se a utilização de produtos naturais e substâncias ativas inovadoras em diferentes classes de produtos cosméticos, proporcionando benefícios únicos e diferenciando as necessidades específicas para cada tipo de pele (CALIXTO et al., 2018).

Nesse contexto, as substâncias ativas objeto de estudo dessa dissertação possuem potencial para agir na melhoria das condições gerais da pele e a comprovação dos efeitos propostos representa uma contribuição relevante no desenvolvimento de produtos dermocosméticos mais específicos para pele madura, considerando as diferentes características hidrolipídicas desse tipo de pele.

O extrato de *Blue Green Algae, Spirulina*, obtida por processo biotecnológico, possui em sua composição várias substâncias que podem trazer benefícios para pele, como aumento da hidratação e características antioxidantes, o que possibilita o desenvolvimento de uma

formulação cosmética multifuncional: mais estável, segura, com menor custo e número de ingredientes ativos em uso (DELSIN, et al., 2015).

O uso da Vitamina C tópica é um tratamento clássico na dermatologia, sendo utilizada em formulações farmacêuticas e cosméticas, trazendo diversos benefícios para a pele. Porém, a vitamina C em sua forma livre está muito susceptível a instabilidade, uma vez que é facilmente oxidada e inativada quando exposta ao meio externo, além de ter sua penetração prejudicada por ser altamente hidrofílica. Assim, iniciaram-se pesquisas para a obtenção de derivados da vitamina C que exerçam as mesmas funções, com uma maior estabilidade química, segurança e penetração cutânea em níveis eficazes, evitando comprometimento das funções farmacodinâmicas, substituindo o uso da sua forma livre (GONÇALVES, 2002). Nesse contexto, o Tetraisolpalmitato de Ascorbila se destaca, sendo um derivado lipossolúvel da Vitamina C com grande afinidade com a pele, excelente absorção percutânea e que se decompõe em L-ácido ascórbico após penetração na pele (BATISTUZZO, et al., 2002; MAIA CAMPOS, et al., 2012; CAYE, et al., 2008).

Considerando que a pele madura, principalmente em países tropicais, quando avaliada clinicamente, pode apresentar alterações como oleosidade e poros, é importante o estudo e desenvolvimento de produtos específicos para esse tipo de pele, melhorando as condições da pele envelhecida e fornecendo um controle da oleosidade ao mesmo tempo. Assim, como principal alvo no desenvolvimento de produtos para a pele madura oleosa, podemos destacar o extrato de lentilha (*Water & Lens esculenta*) que possui para aplicação em formulações cosméticas devido a sua composição rica em oligossacarídeos, que age atenuando a aparência dos poros dilatados, diminuição da produção de sebo, restaurando o processo de queratinização e limitando assim a sua deformação e afrouxamento (BOUDIER, et al., 2010)

Em síntese, os extratos da alga vermelha *Kappaphycus Alvarezii* e do fruto da Tara, uma planta típica do Peru (*Caesalpinia Spinosa*), ambos ricos em oligossacarídeos, quando submetidos a uma tecnologia inovadora, resulta em um biopolímero com características de alta resistência, flexíveis e não oclusivas, que forma um filme sobre a superfície da pele, imitando as suas propriedades e funções (SILAB, 2016).

Para a análise da estabilidade de formulações cosméticas, a análise do perfil de textura e reologia são fundamentais para a caracterização físico mecânica da formulação. Os parâmetros avaliados na análise do perfil de textura de formulações cosméticas são: firmeza, coesividade, consistência, índice de viscosidade e trabalho de cisalhamento. Essas características são obtidas através de um sistema de análise de características físico-mecânica, o texturômetro (CALIXTO & MAIA CAMPOS, 2017). A análise reológica, que tem tido

altamente utilizada nas indústrias cosmética e farmacêutica, garante que a consistência e o espalhamento dos produtos podem ser reproduzidos de lote para lote, assegurando a qualidade tecnológica do produto acabado (MAIA CAMPOS, MELO, CAMARGO JUNIOR, 2015).

As técnicas de biofísica e de análise de imagem da pele compreendem diversos equipamentos com diferentes princípios físicos e/ou físico-químicos que providenciam dados sobre a ação de um produto cosmético em reais condições de uso. Para a avaliação desse efeito, são estudados como os parâmetros de determinação do conteúdo aquoso do estrato córneo, da perda transepidérmica de água, propriedades mecânicas (viscoelasticidade e anisotropia), do conteúdo de sebo, número e atividade das glândulas sebáceas, rugas, poros e manchas da pele e microrrelevo cutâneo (EGAWA et al., 2002; SMITH et al., 2002).

Por fim, a proposta do presente trabalho, a caracterização das características hidrolipídicas da pele madura oleosa e normal/seca, apresenta como contribuição subsídios científicos na elucidação das características desses tipos de peles para o desenvolvimento de produtos mais efetivos. Além disso, teve como proposta o desenvolvimento de uma formulação dermocosmética multifuncional com substâncias ativas de origem natural em associação e a avaliação da eficácia clínica da mesma por técnicas não invasivas de biofísica e imagem da pele.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

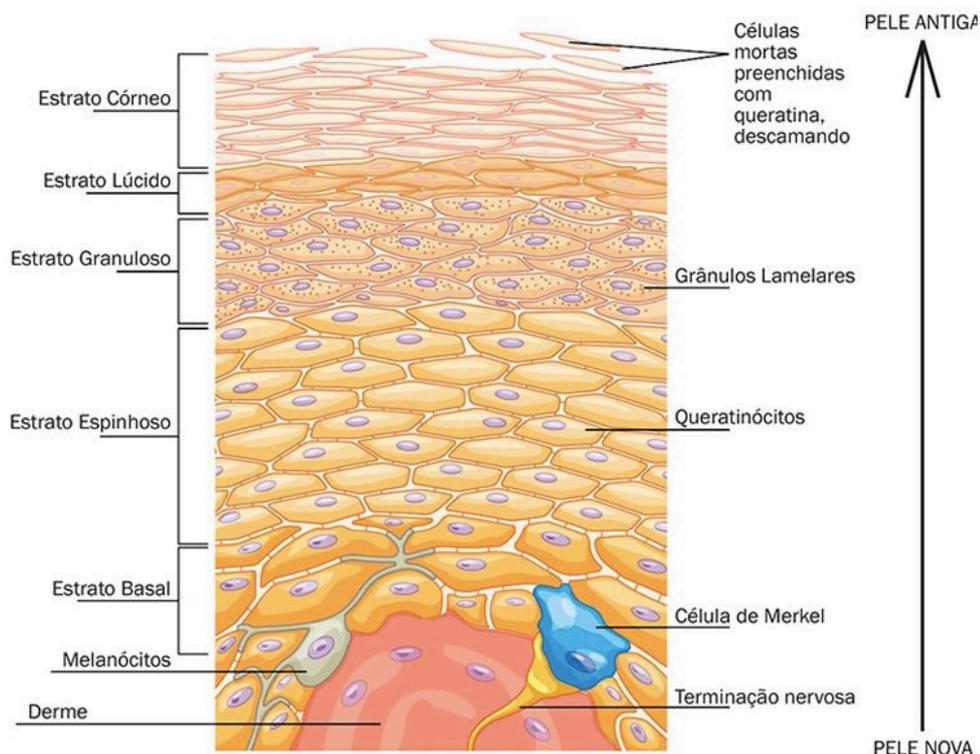
---

## 2.1 A PELE E AS SUAS CARACTERÍSTICAS HIDROLIPÍDICAS

A pele, maior órgão do corpo humano e único que está em contato com o meio externo e interno ao mesmo tempo, tem como principais funções a proteção do organismo contra a radiação ultravioleta e agressões mecânicas, químicas e térmicas do meio externo, além de impedir a desidratação e entrada de microorganismos do ambiente, produção de vitamina D e prevenção da perda excessiva de água (NIKOLAKIS; MAKRANTONAKI; ZAUBOULIS, 2016; MAIA CAMPOS; MERCURIO, 2009). É constituída por uma porção de origem ectodérmica, a epiderme, e outra mesodérmica, a derme. Abaixo da derme está localizado também o tecido subcutâneo (JUNQUEIRA & CARNEIRO, 2013).

A Epiderme, que é a camada mais externa da pele e que representa a barreira fisiológica de proteção, com a função primária de produzir um estrato córneo protetor, semipermeável que permite o contato com o ambiente externo, e sendo formada pelas camadas córnea, lúcida (presente apenas em peles espessas, como a sola dos pés e mãos), granulosa, espinhosa e basal (Figura 1). Na sua maioria, é composta por queratinócitos, porém também apresenta outras estruturas como melanócitos (síntese de melanina), células de Langerhans (defesa imunológica) e células de Merkel (relacionadas com a sensibilidade cutânea) (JUNQUEIRA & CARNEIRO, 2013).

**Figura 1:** Representação esquemática das camadas da epiderme



Fonte: Adaptado de JUNQUEIRA & CARNEIRO, 2013

Além disso, a epiderme também possui em sua constituição um compartimento lipídico extracelular altamente organizado, que leva a firme união dos corneócitos. A geração deste compartimento lipídico extracelular e a transformação dos queratinócitos em corneócitos são as principais características da diferenciação epidérmica (MADISON, 2003). Juntamente com a diferenciação, também ocorre nessa camada, a renovação contínua do estrato córneo, que é igualmente importante e ocorre pela reconstituição dos novos queratinócitos a partir da camada basal em proliferação, e a perda das células mais superficiais após a morte celular programada na epiderme, tudo em um cuidadoso equilíbrio (HOUBEN; DE PAEPE; ROGIERS, 2007).

Em uma epiderme saudável, há um equilíbrio entre os processos de proliferação e descamação o que resulta em um ciclo completo de renovação em um período de 28 dias (BARONI et al., 2012; WEBB; LI; KAUR, 2004).

A camada córnea é composta por células mortas, anucleadas e achatadas com filamentos de queratina envoltos por ligações cruzadas com proteínas (filagrinas), ligadas covalentemente a um envelope lipídico e interligadas por desmossomos (PROKCH; BRADNER; JENSEN, 2008). Apresenta certa resistência ao impacto e impede a perda transepidérmica de água.

A camada granulosa, localizada entre o estrato córneo e o espinhoso, possui células com formato poligonal achatado, com um núcleo central e a presença de grânulos de queratohialina em seu citoplasma. Na camada espinhosa, podem ser observados certos queratinócitos com atividade mitótica, expansão citoplasmática, como tonofilamentos de queratina. Por fim, a camada basal, a mais profunda da epiderme, tem a maioria das suas células em intensa atividade mitótica que darão origem aos queratinócitos das camadas anteriores. Junto com o estrato espinhoso, é a maior responsável pelo processo de renovação celular, que é contínuo e ocorre, em média, a cada 28 dias (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2013; BARONI, et al., 2012).

A junção da epiderme e derme é chamada de junção dermoepidérmica (JDE), caracterizada pela presença de uma rede complexa de papilas dérmicas que são invaginações da derme que se projetam na epiderme. A principal função destas papilas é de aumentar a superfície de contato entre as camadas, proporcionando adesão e uma interface dinâmica entre as duas camadas, favorecendo a troca de oxigênio e nutrientes. Com o passar dos anos, estas papilas vão perdendo o seu formato, se tornando mais planas e diminuindo a área de contato entre as duas camadas, sendo também utilizadas como um parâmetro para estudo do

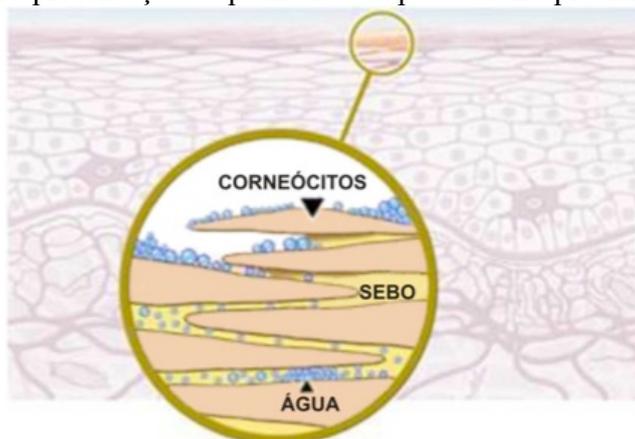
envelhecimento cutâneo (BURGESON; CHRISTIANO, 1997; CIARLETTA; BEN AMAR, 2012).

A seguir está a derme, camada vascularizada, constituída por tecido conjuntivo denso e fibroelástico que nutre a epiderme. Nela estão as raízes dos pelos, glândulas, terminações nervosas, arteríolas e vênulas, e outros. Além disso, também apresenta células como fibroblastos e fibras de colágeno e elastina (o colágeno fornece a sustentação e previne o estiramento excessivo, enquanto a elastina permite a volta da pele após a distensão) (MENON & KLIGMAN, 2009; PEDERSEN; JEMEC, 2006; EDWARDS; MARKS, 1995). Pode ser subdividida entre derme papilar, que é fina e constituída por tecido conjuntivo frouxo, e derme reticular, espessa e constituída por tecido conjuntivo denso (JUNQUEIRA & CARNEIRO, 2013).

Deste modo, a concentração de água nas camadas da pele, é variável e dependente do fator natural de hidratação (NMF - *Natural moisturizer factor*), que é composto, principalmente, por ácido carboxílico da pirrolidona (PCA), ácido urocânico, lactato, uréia, serina, glicina, arginina, ornitina, citrulina, alanina, histidina e fenilalanina (AREKZI et al., 2016; HARDING et al., 2000). Este fator é necessário para a manutenção das propriedades mecânicas do estrato córneo com a sua ação lipofilmógena e é alterada ao passar dos anos. Além disso, a superfície cutânea apresenta um pH de superficial de 4 a 5,5, o qual é chamado de manto ácido da pele e existe para cumprir uma função protetora (LAMBERS et al., 2006). A análise desse composto sem alterar as propriedades físicas e químicas da pele ainda é um procedimento complexo e que deve ser estudado.

A água é um componente imprescindível para o processo de descamação, uma vez que as células córneas são liberadas para o ambiente de forma individual e imperceptível. Na ausência da água, os filamentos que unem as células mais superficiais não são dissolvidos, ocasionando uma esfoliação na forma de blocos de células visíveis, apresentando o aspecto de escamas de peixe, característico desse tipo de pele. Além de não ser esteticamente agradável e gerar um desconforto para o indivíduo, essa desidratação leva ao aparecimento de rachaduras, que podem servir como porta de entrada para microrganismos, inclusive os patogênicos (GODIC, 2016). Além disso, a diminuição da água na pele leva a uma redução da flexibilidade da pele, aumento da descamação e a formação de rugas, visto que há o ressecamento do estrato córneo, o que está de acordo com o fato de que o conteúdo de água da pele diminui ao longo da vida dos seres humanos (WARREN et al., 1991; ZOUBOULIS & MAKRANTONAKI, 2011). A esquematização da perda transepidérmica de água pode ser observada na figura 2.

**Figura 2:** Representação esquemática da perda transepidérmica de água



Fonte: MELO e MAIA CAMPOS, 2016

Outro fenômeno que ocorre em peles em condições não ideais é a diminuição do seu conteúdo lipídico na pele, que está presente na formação de barreira semipermeável para a passagem de água. Assim, a perda de compostos higroscópicos, como o ácido hialurônico, juntamente com a depleção de lipídeos, pode levar a uma redução da retenção e difusão da água na pele, causando desidratação (ZOUBOULIS & MAKRANTONAKI, 2011).

Assim, considerando que a pele é o órgão em contato com o meio externo, o conhecimento da biologia da pele é essencial para o desenvolvimento de produtos cosméticos que irão ser aplicados topicamente e direcionados na manutenção da eudermia cutânea, melhora do aspecto geral e da qualidade de vida dos usuários.

## 2.2 ENVELHECIMENTO CUTÂNEO NOS DIFERENTES TIPOS DE PELE

O envelhecimento cutâneo é um processo complexo que envolve alterações estruturais, celulares e da matriz extracelular devido a diversos fatores externos e internos. Com o envelhecimento, a pele diminui a sua capacidade de renovação celular e os mecanismos de reparo e proteção ficam também comprometidos (NIKOLAKIS; MAKRANTONAKI & ZOULOULIS, 2016). Com essas alterações, surgem os sinais clínicos do envelhecimento, como rugas (retificações da epiderme), flacidez, ressecamento, telangiectesias, hiperpigmentações e lesões benignas. Microscopicamente, podem ser observadas alterações na espessura da epiderme, padrão irregular no formato dos queratinócitos, aumento de melanina na camada basal, diminuição da profundidade das papilas dérmicas, encurtamento e perda dos feixes das fibras de colágeno, entre outros (POON; KANG; CHIEN, 2015; LONGO et al., 2011).

O envelhecimento pode ser classificado em dois tipos: o intrínseco e o extrínseco. O envelhecimento intrínseco, ou cronológico, está relacionado a fatores genéticos, metabólicos e hormonais e ocorre em diferentes níveis mas em todos os seres humanos. Assim, as alterações características do envelhecimento intrínseco envolvem modificações do material genético, alterações proteicas e diminuição da proliferação celular, existentes tanto na epiderme quanto na derme. Podemos citar como uma das principais alterações a atrofia cutânea causada pela redução da atividade metabólica (ZOUBOULIS & MAKRANTONAKI, 2011). O envelhecimento extrínseco, depende dos hábitos pessoais e está altamente relacionado com a exposição a radiação UV, tabagismo, e poluição, por exemplo (TUNDIS, et al., 2015). Nesse contexto, a exposição a raios solares é considerado o principal fator associado ao envelhecimento extrínseco, recebendo a denominação de fotoenvelhecimento, uma vez que induz o aumento de espécies radicalares que promovem um dano oxidativo aos componentes celulares da pele (GUARANTINI; MEDEIROS; COLEPICOLO, 2007).

O fotoenvelhecimento também está associado com o aumento da atividade de enzimas envolvidas na degradação da matriz extracelular (como a collagenase, hialuronidase e elastase) (BERNEBURG; PLETTENBERG; KRUTMANN, 2000) e podemos citar como sinais clínicos causados pelas alterações bioquímicas decorrentes da exposição à radiação ultravioleta a presença de rugas finas e profundas, flacidez, rugosidade, alterações no padrão de pigmentação, fragilidade, cicatrização prejudicada, e telangiectasia (TSOURELI-NIKITA; WATSON; GRIFFITHS, 2006). Além disso, a exposição excessiva à radiação ultravioleta pode causar neoplasias malignas da pele, que podem variar de danos pré cancerígenos como queratose solar actínica até cânceres invasivos como o melanoma (GODAR, 2011; KIM & ARMSTRONG, 2012).

As alterações clínicas do envelhecimento ocorrem de maneiras variadas nos diferentes tipos de pele, mudando de acordo com o fototipo e outras características pessoais, como a secreção de sebo, que geralmente são associadas com mudanças na produção endógena de hormônios. As glândulas sebáceas que são bem desenvolvidas em neonatos, diminuem de tamanho dramaticamente após algumas semanas de nascimento e aumentam novamente, atingindo o seu máximo na adolescência. Enquanto o número de glândulas sebáceas se mantém o mesmo durante a vida, a secreção de sebo atinge as suas maiores taxas entre 15 e 35 anos, diminuindo ao longo da vida adulta. Apesar de essas glândulas sebáceas estarem associadas com uma diminuição dos níveis lipídicos, essas glândulas possuem um tamanho maior pela diminuição da renovação celular, o que poderia explicar os poros aumentados na pele madura oleosa (SAKUMA & MAIBACK, 2012). Em países tropicais, é comum observar

uma maior secreção sebácea na população, uma vez que o tipo de pele não é uma condição permanente e pode variar de acordo com os aspectos climáticos (YOUN, et al., 2005).

Assim, o desenvolvimento de produtos cosméticos atuais está cada vez mais direcionado para uma personalização das fórmulas, procurando levar ao mercado produtos completos que complemente todas as características da pele do consumidor, levando em contas o seu dinamismo e complexidade. Para isso, é importante levar em conta os diversos fatores que podem constituir a pele de uma pessoa, além de classificá-la apenas como envelhecida ou jovem.

### **2.3 EXTRATOS DE *SPIRULINA*, DE LENTILHA, TARA COM A ALGA VERMELHA *KAPPAPHYCUS ALVAREZII* E TETRAISOPALMITATO DE ASCORBILA COMO INGREDIENTES ATIVOS PARA OS CUIDADOS DA PELE MADURA**

O uso de extratos naturais e alternativas aos ingredientes ativos clássicos na cosmetologia está ganhando cada vez mais espaço no mercado atual. Estão normalmente associados às novas tecnologias e testes para disponibilizar produtos inovadores, tecnológicos e com diferentes mecanismos de ação. Além disso, a comprovação da segurança e eficácia desses ativos está sendo muito visada, valorizando progressivamente a escolha dos ingredientes utilizados em uma formulação e o objetivo das combinações realizadas.

Desse modo, o desenvolvimento de formulações cosméticas multifuncionais pode ser considerado um desafio, pois se propõem a disponibilizar diversos benefícios em um único produto, garantindo a manutenção da fisiologia cutânea, ou seja, hidratação, proteção da barreira cutânea, renovação celular, prevenção e/ou tratamento do envelhecimento e alterações cutâneas. Esses produtos são considerados dermocosméticos, uma vez que se objetivam retardar o fotoenvelhecimento e suavizar as características do envelhecimento intrínseco, que ocorre naturalmente, devendo ter eficácia e segurança comprovadas.

Assim, o uso de diferentes extratos naturais deve ser destacado, quer seja pela promoção de diversos efeitos cutâneos positivos, do rejuvenescimento até o controle da oleosidade, quer seja pela grande diversidade existente, com inovações sendo disponibilizadas com rapidez.

Nesse contexto, podemos citar extrato de Blue Green Algae, *Spirulina*, que é uma alga azul-verde unicelular, obtida por processo biotecnológico, possui uma composição rica em vitaminas, minerais, proteínas, ácidos graxos, polissacarídicos, aminoácidos, como metionina,

glicina, lisina e ácido gammalinolenico (GLA) e pigmentos, incluindo o  $\beta$ -caroteno, ou seja, a provitamina A e o complexo de vitamina B. Estes ingredientes podem trazer benefícios cutâneos como aumento da hidratação (características umectantes e emolientes) e características antioxidantes, possuindo um grande potencial para o desenvolvimento de uma formulação cosmética multifuncional estável, segura, eficaz e completa (DELSIN, et al., 2015; STOLZ & OBERMAYER, 2005). Estudos anteriores do nosso grupo de estudo mostraram que este ingrediente ativo na mesma concentração agiu na melhora significativa da hidratação, barreira da pele e controle da oleosidade em grupos de participantes jovens e de pele madura, além de uma tendência de melhora na ecogenicidade e padrão de queratinócitos na epiderme granular, sendo considerado assim, um ingrediente ativo multifuncional (DELSIN, et al., 2015).

Por outro lado, os extratos da alga vermelha *Kappaphycus Alvarezii* e do fruto da Tara, uma planta típica do Peru (*Caesalpinia Spinosa*), ambos ricos em oligosacarídeos, quando submetidos a uma tecnologia inovadora, formam em conjunto um biopolímero com características de alta resistência, flexíveis e não oclusivas, que criam um filme sobre a pele, imitando as suas propriedades e funções. Com essa ação filmógena, o ativo cria uma barreira molecular contra poluentes do ambiente, efeito tensor melhora da aparência geral da pele de uma forma imediata, característica de formulações cosméticas (SILAB, 2016). A substância ativa por si só já pode ser considerado multifuncional, uma vez que apresenta características diferenciadas e atuais em um ativo só. Produtos cosméticos com propriedades filmógenas preenchem a necessidade de proteção e melhora das características gerais da pele de um modo imediato, estando de acordo com as necessidades e tendências atuais.

Também é relevante o uso do o extrato de lentilha (*Water & Lens esculenta*) no desenvolvimento de cosméticos, já que possui características de controle da oleosidade e diminuição do tamanho dos poros. Em combinação com ativos que combatem o envelhecimento da pele, seu uso é de grande importância para a população de regiões com temperaturas climáticas elevadas, uma vez que levariam a uma melhora das condições da pele envelhecida e um controle da oleosidade simultaneamente. Sua composição rica em oligossacarídeos age atenuando a aparência dos poros dilatados, diminuindo a produção de sebo, restaurando o processo de queratinização e limitando assim a sua deformação e afrouxamento. Com a diminuição do tamanho dos poros, ocorre a diminuição da aspereza da pele e do brilho excessivo, resultando em uma pele com aparência mais uniforme. (BOUDIER, D; et al., 2010; DORNI, et al., 2017)

A despeito do uso de extratos naturais, ativos pioneiros em produtos cosméticos também estão sofrendo modificações para serem utilizados de maneira mais prática e segura para os consumidores. O uso tópico da Vitamina C é um tratamento clássico na dermatologia, sendo utilizada em diversas formulações farmacêuticas e cosméticas, trazendo diversos benefícios ao usuário. Porém, a vitamina C em sua forma livre está muito susceptível a instabilidade, uma vez que é facilmente oxidada e inativada quando exposta ao meio externo, além de ter sua penetração prejudicada por ser altamente hidrofílica. Deste modo, o uso dessa vitamina pode também estar associado a novas tecnologias de embalagens para melhorar o prazo de validade, o que demanda altos investimentos. Nesse contexto, o uso de derivados lipossolúveis da Vitamina C apresenta uma maior estabilidade e segurança, substituindo assim o uso da sua forma livre, já que além de manter o mesmo benefício, possui uma melhor penetração e estabilidade (MAIA CAMPOS, et al., 2012). Estudos *in vitro* presentes na literatura comprovam que o uso dessa substância age como um precursor da vitamina C, aumentando a tolerância contra a radiação UVB e espécies reativas de oxigênio (ROS), além de diminuir a pigmentação após exposição a raios UVB (em concentrações acima de 3%) e aumento da produção de interleucina-1 e prostaglandina E2, sendo classificado como um poderoso antioxidante (OCHIAI, et al., 2006; MASAKI, 2010).

#### **2.4 DESENVOLVIMENTO, ESTABILIDADE E ANÁLISE SENSORIAL DE FORMULAÇÕES DERMOCOSMÉTICAS**

Uma escolha criteriosa nas matérias-primas utilizadas durante o desenvolvimento de um novo produto cosmético é de alta importância, uma vez que determina como o produto final irá se apresentar, incluindo as suas características físicas, sensorial e efeitos clínicos. Essa escolha deve ser realizada com base em estudos de pré-formulação pautado em pesquisas bibliográficas, a partir das quais será possível compreender e disponibilizar as características físico-químicas e microbiológicas de cada ingrediente, bem como as suas concentrações de uso e incompatibilidades, garantindo a obtenção do objetivo a ser alcançado na etapa do desenvolvimento.

Ainda na etapa do desenvolvimento, deve ser estudada a estabilidade física e reológica do produto, com finalidade validar que estará de acordo com as normas nacionais que garantem a eficácia e segurança do cosmético, mesmo em condições que acelerem o seu processo de degradação. Para isso, é possível submeter as formulações a condições de estresse térmico por meio de um armazenamento em estufas e geladeiras com temperaturas extremas a

fim de analisar possíveis alterações na cor, odor, uniformidade, pH e viscosidade (ANVISA, 2003).

Além disso, a concentração e forma de apresentação de substâncias ativas incorporadas às formulações em desenvolvimento podem influenciar na viscosidade de um produto, causando desestabilização física. Para a análise dessa característica, são indicados estudos do comportamento reológico do produto (GARBOSSA & MAIA CAMPOS, 2016). O estudo do comportamento reológico pode ser definido como o estudo do comportamento de fluxo e deformação da matéria, nesse caso, uma emulsão. A relação entre a taxa de deformação e a tensão de cisalhamento define o tipo de fluido apresentado, newtoniano ou não-newtoniano (MARRIOTT, 2008). Fluidos newtonianos apresentam uma deformação diretamente proporcional à tensão de cisalhamento aplicada, sem alterações na sua viscosidade. Por outro lado, fluidos não newtonianos não apresentam uma relação constante entre a tensão e a taxa de cisalhamento, sendo que a sua viscosidade irá depender da tensão de cisalhamento aplicada, conforme encontrado em produtos cosméticos semissólidos (MAIA CAMPOS, et al., 2012; MARRIOTT, 2008).

Os fluidos não newtonianos podem ser classificados em plástico, pseudoplástico e dilatante de acordo com o seu fluxo. Outra classificação possível, é baseada com o tempo, podendo ser reopéticos e tixotrópicos (MARRIOTT, 2008). Materiais plásticos necessitam de uma tensão inicial para começar a fluir e apresentam uma curva de fluxo em um ponto diferente da sua origem, conhecido como tensão de escoamento. Os materiais pseudoplásticos não necessitam de uma tensão inicial para fluírem, apresentando uma curva de fluxo que passa pela origem, sem ponto de tensão de escoamento (*yield value*). Esses dois tipos de materiais apresentam uma menor viscosidade quando sob tensão. Os materiais dilatantes apresentam uma curva de fluxo oposta à curva dos pseudoplásticos e um aumento na viscosidade quando há uma tensão aplicada (MARRIOTT, 2008; MAIA CAMPOS, et al., 2012). Assim, o fluido mais indicado e adequado para emulsões é o pseudoplástico.

Além disso, materiais tixotrópicos e reopéticos estão relacionados com a capacidade de alterar a sua viscosidade em função do tempo de cisalhamento. Os materiais tixotrópicos demonstram uma diminuição da viscosidade e os reopéticos, um aumento. Produtos cosméticos idealmente possuem tixotropia, garantindo que a formulação irá se comportar adequadamente em sua embalagem, sendo de fácil uso (MARRIOTT, 2008; SHIROMA, 2012).

Outra análise importante no desenvolvimento de produtos cosméticos é a textura, que pode ser definida como a resposta táctil a um estímulo físico gerado por meio de um contato

entre a pele e um produto (BOURNE, 2012). Essas análises permitem a avaliação de parâmetros como a consistência, firmeza, espalhabilidade, dureza, entre outros, que podem ser relacionados e prever as características sensoriais da formulação. Assim, podemos dizer que essa análise determina um grupo de propriedades físicas do sensorial percebido gerados pela estrutura interna do material, determinados pelas interações moleculares dos seus constituintes. (CALIXTO & MAIA CAMPOS, 2017). Dessa forma, a importância desse teste está em poder caracterizar e prever as propriedades sensoriais que deverão ser apresentadas no produto final.

Antes de entrar no mercado, o sensorial de uma formulação cosmética deve ser levado em consideração, garantindo as necessidades do consumidor. Um produto com um sensorial ruim não terá a aprovação durante a sua utilização, sendo mais fácil suspender o uso e assim, dificultando que o objetivo da formulação seja atingido. Deste modo, após os testes de reologia e textura, os resultados obtidos devem ser correlacionados com o sensorial efetivo da formulação desenvolvida pode ser analisado por meio das técnicas para análise sensorial, como diversos questionários especializados e padronizados, a fim de analisar de fato a aceitação do produto com um grupo que represente o consumidor final (PARENTE; GAMBARO; ARES, 2008). O método sensorial padrão para a análise sensorial é caracterização quantitativa descritiva, que permite obter resultados quantitativos precisos dos parâmetros sensoriais dos produtos em estudo. Neste método os participantes do estudo, chamados de painelistas, são treinados para qualificar e quantificar atributos sensoriais. No entanto, esta metodologia, apesar de amplamente aceita, apresenta como limitação a alta demanda tempo para a formação e treinamento do painel. Nesse contexto, surgiu a necessidade de métodos mais rápidos para a análise do sensorial de produtos e que também possam integrar as necessidades dos consumidores. Dentre os novos métodos propostos, a metodologia CATA (*Check-all-that-apply*) foi desenvolvida para que possa ser realizado por consumidores comuns e sem treinamentos. Cada consumidor recebe um questionário com atributos para serem escolhidos que podem estar relacionados com qualidades sensoriais do produto, intenção de compra ou conceitos de aceitabilidade (PENSÉ-LHÉRITIER, 2015).

Todas as metodologias descritas são essenciais para garantir que o produto em desenvolvimento atinja todas as características descritas nas regulações nacionais e que ele também esteja de acordo com a expectativa dos consumidores ao comprar um produto.

## 2.5 AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA CLÍNICA DE PRODUTOS COSMÉTICOS POR TÉCNICAS DE BIOFÍSICA E ANÁLISE DE IMAGEM DA PELE

As técnicas de biofísica e análise de imagem da pele são consideradas um avanço na área dermatológica e cosmética, possibilitando a análise das características biológicas, estruturais, mecânicas e físicas da pele de forma não invasiva, rápida e em tempo real.

Se iniciando na área dermatológica, sendo utilizadas para diagnósticos médicos, essas técnicas se expandiram para a cosmetologia devido a grande necessidade de avaliar a eficácia clínica dos produtos desenvolvidos, sendo em departamentos de Pesquisa e Desenvolvimento de indústrias cosméticas, empresas especializadas ou em centros de pesquisas em universidades. Os resultados são obtidos de maneira objetiva, prática, criteriosa e em reais condições de uso, com dados quantitativos e qualitativos das características e propriedades da pele, que é um sistema extremamente complexo.

As análises por técnicas de biofísica são fundamentadas nos princípios físico-químicos da pele e as técnicas de imagem, conseguem medir diferentes parâmetros da pele a partir da obtenção de uma imagem por diversos tipos de mecanismos.

Podemos citar como os parâmetros mais analisados em estudos envolvendo essas técnicas o conteúdo aquoso do estrato córneo, a perda transepidérmica de água, o padrão de pigmentação, a quantidade de sebo, a elasticidade e propriedades mecânicas, propriedades morfológicas e estruturais da epiderme, ecogenicidade da derme, entre outras (MAIA CAMPOS, et al., 2008).

Para a análise do conteúdo aquoso do estrato córneo é utilizado o equipamento Corneometer® (Courage & Khazaka, Alemanha), que se baseia no princípio da capacitância, que utiliza uma corrente de baixa frequência, sendo pouco afetado pela temperatura e umidade relativa do ambiente. O princípio da capacitância trabalha de acordo com a corrente dielétrica da água e é capaz de medir uma profundidade entre 10-20  $\mu\text{m}$  do estrato córneo e cobre uma área de 49  $\text{mm}^2$ . Nele, uma lâmina de vidro separa duas placas metálicas da pele e quando aplicada sobre a superfície cutânea, é formado um campo elétrico, sendo que uma das placas fica com carga positiva e outra, negativa, possibilitando assim, medir a constante dielétrica de água que é convertida em unidades arbitrárias, o conteúdo aquoso do estrato córneo (DAL'BELO, et al., 2006, MELO & MAIA CAMPOS, 2018).

Outro parâmetro amplamente utilizado é a perda transepidérmica de água (em inglês, *transepidermal water loss* - TEWL). É referente a análise da quantidade de água perdida por evaporação e é utilizado para avaliar a integridade da barreira da pele humana para a perda de

água (LEONARDI, et al., 2002). O equipamento para essa análise é o TEWAMETER® (Courage & Khazaka, Alemanha), que possui uma sonda com dois sensores, um de temperatura e outro de umidade, permitindo a obtenção do valor da perda de água em g/h.m. A taxa de evaporação é medida pela diferença de pressão de vapor entre as extremidades da sonda e reflete a integridade da barreira cutânea, de forma que quanto maior o valor medido, pior a integridade da barreira, sendo desejável assim, uma diminuição desse parâmetro ao longo de um tratamento cosmético (COURAGE & KHAZAKA, 2009; MAIA CAMPOS, et al., 2016).

A análise do microrrelevo cutâneo tem grande importância na área cosmética, pois demonstra as mudanças ocorridas na superfície da pele, local de aplicação dos produtos. Para quantificação dessas alterações, é utilizado o equipamento Visioscan VC98® (Courage & Khazaka, Alemanha), que produz uma representação gráfica da pele sob iluminação especial, podendo assim analisar a imagem obtida de acordo com parâmetros clínicos. O aparelho possui uma câmera de fácil manuseio e com iluminação UV, que é capaz de capturar imagens de alta resolução da pele em diferentes regiões por profilometria óptica. A imagem obtida permite uma avaliação clara e criteriosa da pele, além dos parâmetros obtidos por meio do software embutido no equipamento. Os parâmetros SELS (Surface evaluation of the Living Skin) permite a avaliação quantitativa de parâmetros como maciez, rugosidade, aspereza e descamação da pele, entre outros (FERREIRA, et al., 2010; MELO & MAIA CAMPOS, 2016).

Para a análise da oleosidade da pele, podemos citar dois equipamentos diferentes, o Sebumeter® SM 815 e SebuFix® F16, ambos da empresa alemã Courage & Khazaka. Este equipamento funciona a partir de um cassete específico que possui uma fita especial opaca que, quando em contato com o sebo da superfície da pele, torna a fita transparente, sendo que a transparência da fita é medida pelo reflexo da fonte de luz emitida pelo equipamento e quanto maior a transparência, maior a captação de luz e maior a oleosidade da pele (MELO & MAIA CAMPOS, 2018; DOBREV, 2007). O equipamento SebuFix® F16 por sua vez, é utilizado para a análise da produção em tempo real do sebo. Também utiliza uma fita absorvente mas nesse caso, é apresentada em um quadrado adesivo a ser colocado na câmera do equipamento Visioscan®. Essa fita estará em contato com a pele durante o tempo de 30 segundos, assim, sebo produzido no momento nas aberturas foliculares irá ser absorvido, formando manchas transparentes na fita. O número e tamanho dessas manchas indica a atividade das glândulas sebáceas e se a área coberta pelas manchas é proporcional ao volume coletado. O software do equipamento irá quantificar a imagem obtida em parâmetros como a

porcentagem de área coberta por manchas, a área coberta por sebo em  $\mu\text{m}^2$  e o número de manchas (MELO & MAIA CAMPOS, 2016).

Outro exemplo de imagens obtidas para análises quantitativas de parâmetros da pele é a avaliação das fotos obtidas pelo equipamento Visioface®. Ele é composto por uma câmera de alta resolução (10 megapixels) situada em uma cabine facial onde a participante coloca a face em um apoio e é possível tirar uma fotografia em alta resolução com 200 LEDs (diodos emissores de luz) de luz branca iluminando a pele de maneira homogênea. A imagem final terá uma resolução com mais de 7 milhões de pixels e o software acoplado, Visioface Quick®, permite a avaliação de características como poros, manchas, manchas visíveis na luz UV (por meio de um filtro de imagem específico para simular essa luz) e rugas (MELO & MAIA CAMPOS, 2016; COURAGE & KHAZAKA, 2004).

Um sistema similar é o VISIA-CR (Canfield, Estados Unidos), que obtém fotografias digitais da face e foi desenhado especialmente para que as luzes emitidas promovam a iluminação ideal para resultados adequados. O sistema permite a captura e armazenamento de imagens, utilizando luz visível, flash de luz polarizada e flash de raios UV. Os principais tipos de fotografias obtidas por este equipamento são: Standard 1 (usa luz branca equilibrada para uso geral. Recomendada para avaliações subjetivas da maioria das características da pele), Standard 2 (utiliza luz branca plana, sendo possível obter uma imagem com o mínimo de sombra e destaques. Ideal para análises quantitativas), Polarizada Paralela (foto brilhante obtida a partir de uma fonte de luz polarizada com um polarizador paralelo por cima da lente. Com ela é possível visualizar os reflexos da superfície que representam as características topográficas da pele, como rugas, linhas finas, etc) e Polarizada Cruzada (foto opaca obtida a partir de uma fonte de luz polarizada com um polarizador em perpendicular. Filtra os reflexos da pele para visualização de detalhes localizados abaixo da superfície, como lesões vasculares, pigmentos, etc). Assim como o Visioface®, diversas análises podem ser realizadas com esse equipamento, como a análise de porfirinas, por meio da fluorescência emitida a partir da luz UV, de vascularização, hiperpigmentações, rosácea e acne com imagem nos tons vermelho e marrom permite ainda o estudo de características cutâneas como vascularização, oleosidade da pele, por meio da análise de brilho da imagem, rugas, entre outros (JANG, 2015).

O ultrassom de alta frequência, Dermascan® C (Cortex, Dinamarca) possui uma sonda de 20MHz e é utilizada para a análise da espessura e ecogenicidade da derme de maneira rápida e não invasiva (CAETANO et al., 2015). Produz uma onda que é refletida pelas estruturas da pele, resultando em ecos de amplitudes diferentes. O software acoplado ao

equipamento traduz as amplitudes desses ecos em uma imagem bidimensional colorida, onde a ecogenicidade pode ser percebida na seguinte escala de cores: branco>vermelho>amarelo>verde>azul>preto. As maiores amplitudes estão relacionadas com a interação da pele e a água, pele e tecido adiposo e musculatura. A ecogenicidade pode ser avaliada pelo seu valor absoluto ou pela razão da ecogenicidade, calculada pela razão entre os pixels de baixa ecogenicidade e o número de pixels totais. Valores de ecogenicidade alta (um menor número na razão) podem indicar que existe uma maior quantidade de componentes na derme, sendo uma característica observada em pessoas mais jovens. Além do envelhecimento cutâneo, esse equipamento também é amplamente utilizado em estudos de celulite, cicatrizes, preenchimentos, feridas, entre outros, inclusive em tratamentos por suplementação oral (ULRICH, et al., 2014; MELO & MAIA CAMPOS, 2016; MAIA CAMPOS, et al., 2015).

O microscópio confocal de reflectância a laser (*Reflectance Confocal Microscopy* - RCM), também conhecido como Vivascope® (Lucid, Rochester, EUA), é um microscópio confocal desenvolvido para a avaliação cutânea *in vivo*, de maneira rápida e substituindo algumas análises que antes eram só realizadas com biópsias. Como a pele humana é um tecido opticamente não homogêneo e impenetrável a luz, esse equipamento utiliza um comprimento de onda de 830nm, que está dentro do intervalo onde é possível penetrar na pele e obter imagens a partir da reflexão da luz do tecido, resultando em imagens de altíssima qualidade para visualizar as estruturas teciduais e celulares da pele em nível próximo ao histológico (LONGO, 2011; MERCURIO, et al., 2015).

O mapeamento é possível até uma profundidade de cerca de 350µm, mas pode variar com o tipo de pele, normalmente, a resolução é mantida até a derme papilar. Além disso, diferentes microestruturas da pele causam variações naturais ao índice de refração, que fornece o contraste da imagem. Assim, podemos citar como exemplo o citoplasma, que tem um índice de refração próximo da água (1,33) e é representado com um contraste baixo na imagem. Já a melanina e a queratina, apresentam um índice de refração alto (1,7), funcionando como agentes naturais de contraste (BIELFELDT, et al., 2011; KANG, et al., 2015). Existem no mercado diversas versões do Vivascope® mas a mais conhecida é o Vivascope® 1500, que apresenta um feixe de laser de 35 mW e lentes objetivas de 30x, sendo a profundidade alcançada de 200-300 mm com resolução lateral de 0,5-1 mm e resolução axial 2-5 mm. Cada imagem tem campo de visão de 500x500µm (ANDRADE; MERCURIO; MAIA CAMPOS, 2015). Entre as possíveis análises deste equipamento, podemos citar a determinação da espessura das camadas da epiderme, ação antienvhecimento e antiacne, pigmentações da pele, hidratação, entre outros.

Outro equipamento disponível para a avaliação instrumental do relevo cutâneo, é o Optical 3D Skin Measuring Device PRIMOS Compact 5.075, GFMesstechnik GmbH. Sua análise gera dados sobre as características tridimensionais do relevo cutâneo (rugosidade, linhas de expressão e textura da pele) e o método óptico utilizado para realização das medidas é a projeção digital de listras, baseado em microespelhos projetores digitais (DMD<sup>TM</sup> Digital Micro Mirror Devices) da Texas Instruments/USA. Feixes de luz, com variação sinusoidal na intensidade do brilho são projetados sobre a superfície a ser medida, e a sua imagem (reflexo da luz emitida na pele, alterada pelo perfil topográfico) é captada por uma câmera fotográfica CCD. A estrutura tridimensional é determinada pelo padrão de sombreamento das listras emitidas pela topografia, através do software (BENDEROTH & HAINICH, 2010).

Por fim, há vários equipamentos disponíveis, que envolvem tecnologia avançada, para a avaliação da pele e eficácia de produtos cosméticos de forma não invasiva por técnicas de biofísica e análise de imagem. Essas tecnologias estão sendo constantemente renovadas e novos estudos aplicando as referidas técnicas são considerados de alto padrão técnico-científico.

### 3. OBJETIVO

---

O objetivo do presente estudo foi avaliar as características hidrolípicas da pele madura, desenvolver e avaliar a estabilidade física e eficácia clínica de formulações dermocosméticas para a pele madura, seca e oleosa contendo extratos de *Spirulina*, de lentilha, extrato de Tara com a alga vermelha *Kappaphycus alvarezii* e Tetraisopalmato de Ascorbila em associação.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

---

#### 4.1 MATÉRIAS-PRIMAS

As matérias primas utilizadas neste estudo estão de acordo com o *International Nomenclature of Cosmetic Ingredients* (INCI), o nome comercial e o fornecedor/fabricante.

- Butilenglycol, Butilenoglicol / Mapric
- Glycerin, Glicerina / Mapric
- Behenyl Alcohol, Stearyl Alcohol, PEG-20 Phytosterol, Cetyl Alcohol, Phytosterols, Glyceryl Stearate, Hydrogenated Lecithin, Caprylic/Capric Triglyceride, Nikkomulse LC® / Nikkol
- Cetearyl Alcohol, Alcool Cetoestearílico / Galena
- Xantan Gum, Goma Xantana / CP Kelco
- Carbomer, Carbopol® 980 / Lubrizol
- Cyclopentasiloxane, DC 245® / Dow Corning
- Dimethicone, DC 200/300® / Dow Corning
- Phenoxyethanol (and) Methylparaben (and) Ethylparaben (and) Butylparaben (and) Propylparaben (and) Isobutylparaben, Phenova / Croda
- Caprylic/Capric Triglyceride, Crodamol GTC-C / Croda
- Squalane, Phytosqual Hydrogen / Vevy
- Water & *Lens esculenta* (Lentil) Seed Extract, P-Refinyl® / Silab
- *Kappaphycus alvarezii* Extract & *Caesalpinia spinosa* Fruit Extract, Filmexel® / Silab
- Ascorbyl Tetraisopalmitate, VC-IP / Nikkol
- *Spirulina Maxima*, Blue Green Algae
- Microcrystalline Wax, Cera Microcristalina / Strahl & Pitsch
- Cetyl Ethylhexanoate, Schercemol® CO / Lubrizol
- Dissodium EDTA, EDTA Dissódico / Mapric
- Water, Água

#### 4.2 EQUIPAMENTOS E ACESSÓRIOS

- Agitador mecânico, Heidolph®, RZR 2021;
- Balança analítica Ohaus, modelo AS 200;
- Balança eletrônica Marte, modelo AS 2000;
- Centrífuga, Excelsa Baby II, modelo 206-R;
- Peagâmetro, Digimed®, modelo DM 20;
- Chapa de aquecimento;
- Termômetro;
- Vidrarias em geral
- Reômetro Brookfield modelo RVDV3T CPT Cone e Placa (Brookfield, EUA) equipado com o Spindle CPCPA-52Z e o software RHEOCALCT®.
- Texturômetro TAXT Plus (Extralab Brasil, Jarinu, Brasil)
- Corneometer® CM825 (Courage-Khazaka, Alemanha)
- Tewameter® SEM 575 (Courage-Khazaka, Alemanha)
- Sebumeter® SM 810 (Courage-Khazaka, Alemanha)
- Visioface Quick® (Courage-Khazaka, Alemanha)
- Vivascope 1500® (Courage-Khazaka, Alemanha)
- Dermascan® C (Cortex Technology, Dinamarca)
- SebuFix® F16 (Courage-Khazaka, Alemanha)

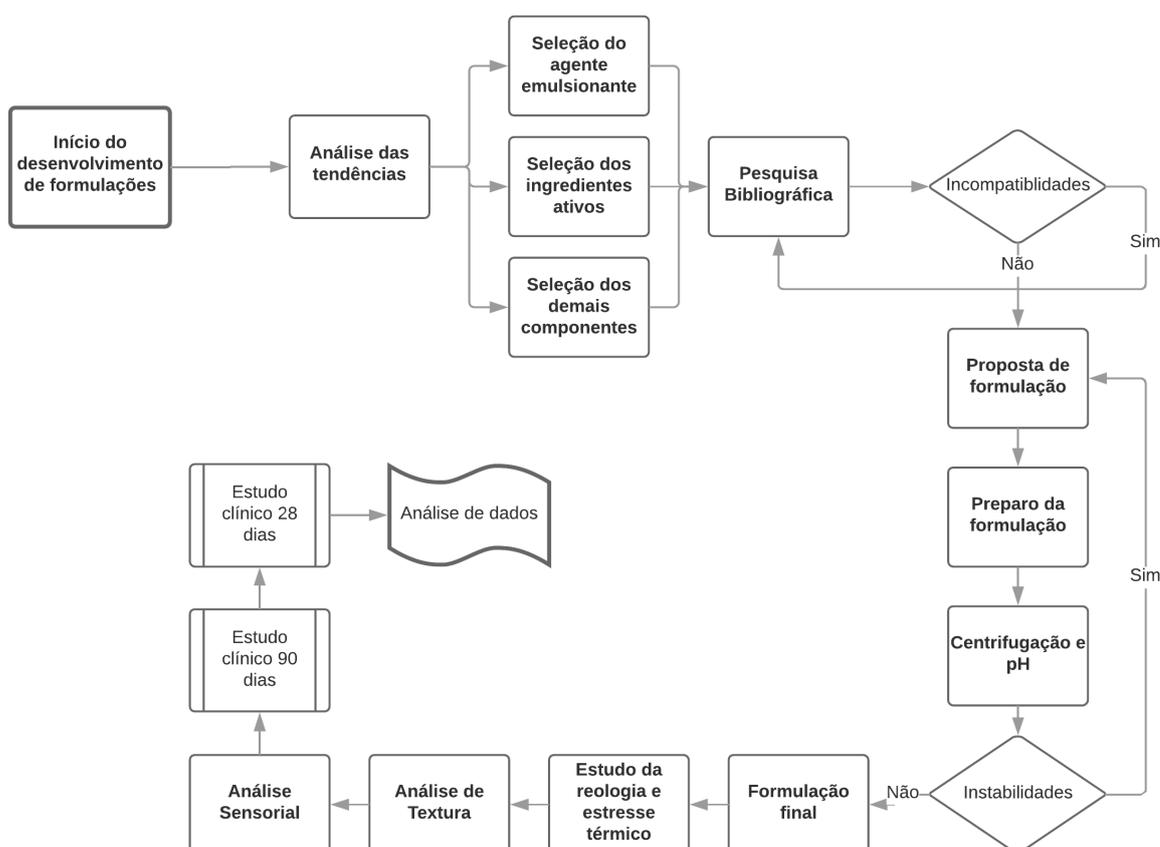
- Visioscan® VC 98 (Courage-Khazaka, Alemanha)
- Optical 3D Skin Measuring Device PRIMOS Compact 5.075, GFMesstechnik GmbH (Texas Instruments, EUA).
- Visia CR® (Canfield Scientific, EUA)

### 4.3. DESENVOLVIMENTO DAS FORMULAÇÕES

As matérias-primas (as quais serão referidas no texto pela nomenclatura INCI) utilizadas para a elaboração das formulações de estudo foram escolhidas levando em consideração: o pH de estabilidade, a concentração de uso, as características sensoriais, a interação entre as matérias-primas empregadas nas formulações cosméticas, bem como a compatibilidade das substâncias ativos em estudo.

O fluxograma a seguir (Figura 3), representa o processo do desenvolvimento das formulações de estudo e as fases seguintes do projeto.

**Figura 3:** Fluxograma do desenvolvimento das formulações e fases seguintes do estudo



As formulações foram elaboradas pelo método de inversão de fases, usando o agitador mecânico Heidolph® RZR 2021 à 900 rpm, durante 30 minutos. A fase aquosa foi vertida sob a fase oleosa à temperatura de 75°C sob agitação até o resfriamento (abaixo de 40 °C). A formulação veículo foi baseada em emulsionantes (Behenyl Alcohol, Stearyl Alcohol, PEG-20 Phytosterol, Cetyl Alcohol, Phytosterols, Glyceryl Stearate, Hydrogenated Lecithin, Caprylic/Capric Triglyceride, Cetearyl Alcohol), emolientes (Cetyl Ethylhexanoate, Caprylic/Capric Triglyceride, Squalene), Umectantes (Glycerin, Butilene glycol), Conservante (Phenoxyethanol and parabens) e polímeros (Xanthan Gum, Carbomer) e agente sequestrante (Dissodium EDTA).

A partir dos critérios estabelecidos, foram desenvolvidas inicialmente quatro formulações veículo denominadas V1, V2, V3 e V4, com ingredientes selecionados para o desenvolvimento de produto com aceitação em ambos os tipos de pele (normal/seca e oleosa). As porcentagens de cada componente foram definidas com prévia consulta aos respectivos informes técnicos, onde foram testados diferentes emolientes e porcentagens de polímeros e base emulsionante para a obtenção de uma formulação com viscosidade e sensorial agradáveis.

A formulação V1 foi adicionada dos ativos extratos de lentilha, extrato de tara e alga vermelha, *Spirulina* e tetraisopalmitato de ascorbila, se tornando a formulação O1, para pele oleosa, pela sua ação antioleosidade. A formulação S1, para pele normal/seca era composta pela formulação veículo V1 e ativos extrato tara e alga vermelha, *Spirulina* e tetraisopalmitato de ascorbila.

A composição de todas as formulações propostas no estudo estão descritas nas Tabelas 1 e 2.

**Tabela 1:** Formulações desenvolvidas sem a adição das substâncias ativas (veículo)

	V01	V02	V03	V04
Behenyl Alcohol, Stearyl Alcohol, PEG-20 Phytosterol, Cetyl Alcohol, Phytosterols, Glyceryl Stearate, Hydrogenated Lecithin, Caprylic/Capric Triglyceride	5%	5%	5%	5%
Cetearyl Alcohol	3%	3%	3%	3%
Microcrystalline Wax	0,3%	0,3%	0,3%	-
Caprylic/Capric Triglyceride	3%	3%	3%	3%

Squalene	3%	3%	3%	3%
Cetyl Ethylhexanoate	1%	1%	-	1%
C12-15 Alkyl Benzoate	-	-	1%	-
Butilenglycol	5%	5%	5%	5%
Glycerin	1%	1%	1%	1%
Dissodium EDTA	0,05%	0,05%	0,05%	0,05%
Xanthan Gum 2%	3%	-	3%	3%
Carbomer 3%	12%	-	12%	12%
Polyacrylamide (and) C13-14 Isoparaffin (and) Laureth-7	-	2%	-	-
Dimethicone	1%	1%	1%	1%
Cyclopentasiloxane	3%	3%	3%	3%
Phenoxyethanol (and) Methylparaben (and) Ethylparaben (and) Butylparaben (and) Propylparaben (and) Isobutylparaben	0,8%	0,8%	0,8%	0,08%
Water	qsp	qsp	qsp	qsp

**Tabela 2:** Formulações desenvolvidas com as substâncias ativas em estudo

	<b>V01</b>	<b>O01</b>	<b>S01</b>
Behenyl Alcohol, Stearyl Alcohol, PEG-20 Phytosterol, Cetyl Alcohol, Phytosterols, Glyceryl Stearate, Hydrogenated Lecithin, Caprylic/Capric Triglyceride	5%	5%	5%
Cetearyl Alcohol	3%	3%	3%
Microcrystalline Wax	0,3%	0,3%	0,3%
Caprylic/Capric Triglyceride	3%	3%	3%
Squalene	3%	3%	3%
Cetyl Ethylhexanoate	1%	1%	1%
Butilenglycol	5%	5%	5%

Glycerin	1%	1%	1%
Dissodium EDTA	0,05%	0,05%	0,05%
Xanthan Gum 2%	3%	3%	3%
Carbomer 3%	12%	12%	12%
Dimethicone	1%	1%	1%
Cyclopentasiloxane	3%	3%	3%
Phenoxyethanol (and) Methylparaben (and) Ethylparaben (and) Butylparaben (and) Propylparaben (and) Isobutylparaben	0,8%	0,8%	0,8%
<i>Spirulina</i>	-	0,1%	0,1%
Ascorbyl Tetraisopalmitate	-	1,5%	1,5%
<i>Kappaphycus alvarezii</i> Extract & <i>Caesalpinia spinosa</i> Fruit Extract	-	0,5%	0,5%
Water & Lens esculenta (Lentil) Seed Extract	-	1%	-
Water	qsp	qsp	qsp

As formulações V01, V04, S01 e O01 foram selecionadas para os testes preliminares de estabilidade e sensorial.

#### 4.4 TESTES PRELIMINARES DE ESTABILIDADE

##### 4.4.1 Centrifugação

Neste teste preliminar de estabilidade, 5 gramas de cada formulação elaborada foram centrifugadas em 3 ciclos a 3000 rpm, por 30 minutos em centrífuga Excelsa Baby II, modelo 206-R, potência 0,0440, Fanem (GASPAR; MAIA CAMPOS, 2003)

##### 4.4.2 Determinação do pH

A medida de pH das formulações objeto de estudo foi realizada em Peagômetro Digimed, modelo DM 20. Para as formulações elaboradas na primeira etapa do estudo, as medidas de pH foram realizadas após 24 horas do preparo das mesmas, enquanto que para as formulações elaboradas na segunda fase do estudo as medidas de pH foram

realizadas após 1, 7, 14, 21, 28, 56 e 84 dias após o preparo das mesmas (GIANETI, et al., 2013).

#### **4.4.3 Avaliação visual**

Para a avaliação visual amostras das formulações objeto de estudo foram acondicionadas individualmente em três embalagens de vidro cada, sendo que uma foi mantida em temperatura ambiente ( $25^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ ) e as demais submetidas ao estresse térmico, em estufas Eletrolab, modelo III FC com controle de umidade (70% de UR) e temperatura ( $37^{\circ}\text{C}$  e  $45^{\circ}\text{C}$ ) e observadas visualmente diariamente, quanto a alterações do tipo: cor, separação de fases e homogeneidade, diariamente, por um período de 7 dias na primeira etapa do estudo e por um período de 7, 14, 21, 28, 56 e 84 dias na segunda etapa do estudo (BRASIL, 2014).

#### **4.5 ESTUDO DE ESTABILIDADE FÍSICA POR DETERMINAÇÃO DO COMPORTAMENTO REOLÓGICO**

As formulações consideradas estáveis nos testes preliminares de estabilidade foram submetidas ao estudo do comportamento reológico, em reômetro rotacional digital programável DV3T, tipo Cone e Placa, marca Brookfield, utilizando-se spindle CP52 por meio de avaliação dos seguintes parâmetros reológicos: viscosidade, índice de consistência, índice de fluxo e tixotropia. As amostras foram mantidas na temperatura de  $25^{\circ}\text{C}$  ambiente e também submetidas a estresse térmico, nas temperaturas de  $37^{\circ}\text{C}$  e  $45^{\circ}\text{C}$ , em estufas termostatizadas com controle de umidade e fotoperíodo, modelo 111FC (Eletrolab). Foram coletadas para o estudo reológico, alíquotas de 0,5g das amostras em intervalos de tempo de 1, 7, 14, 21, 28, 56 e 84 dias (GASPAR; MAIA CAMPOS, 2003).

#### **4.6 DETERMINAÇÃO DO PERFIL DE TEXTURA DAS FORMULAÇÕES**

A análise de textura foi realizada usando um analisador de textura TA.XT plus (Extralab Brasil, Jarinu) equipado com duas sondas para dois testes diferentes. O teste de espalhabilidade foi realizado com a sonda TTC Spreadability Rig HDP/SR, P/45C Perplex, com distância de 100 mm, velocidade de retorno de  $20\text{ mm s}^{-1}$  e força de contato de 30g e o teste de textura com a sonda Back Extrusion Rig A/BE, com disco de 35 mm de diâmetro, preenchido com 75% da sua capacidade com distância de retorno de 25 mm, velocidade de  $20\text{ mm s}^{-1}$  e força de contato de 10g.

O método baseia-se na inserção da sonda analítica na amostra, com velocidade e profundidade definidas, levando a um período pré-definido de recuperação entre o final da primeira compressão e o início da segunda, resultando em um gráfico de força (g) versus tempo (t). O teste de espalhabilidade avaliou o trabalho de cisalhamento (work of shear) das formulações, obtido a partir da área sob a curva positiva. Os dados obtidos da curva negativa foram analisados como valores absolutos. A quantidade de formulação utilizada na avaliação foi de cerca de 30-40g (CALIXTO & MAIA CAMPOS, 2017).

O segundo teste avaliou o trabalho de cisalhamento das formulações. Esta medida é obtida da área sob a curva positiva. O segundo teste avaliou os parâmetros: índice de viscosidade, consistência, firmeza e coesão. Para isso, as formulações foram carregadas em recipientes de 125 mL, com 50 mm de diâmetro. Neste teste, a firmeza é obtida a partir do valor máximo da curva positiva, consistência da área sob a curva positiva, coesão do valor máximo da curva negativa e índice de viscosidade da área sob a curva negativa. Os dados obtidos da curva negativa foram analisados como valores absolutos (TAI, et al., 2014; CALIXTO & MAIA CAMPOS, 2017).

## 5. CASUÍSTICA E MÉTODOS

---

Os estudos clínicos foram divididos em três etapas, sendo que a primeira abrangia a caracterização da pele dos participantes de pele madura; a segunda, os estudos de eficácia das formulações desenvolvidas para pele madura oleosa e normal/seca após 90 dias de tratamento; e a terceira, uma avaliação baseada em técnicas de imagens da formulação contendo os quatro ativos em estudo e sua eficácia contra o envelhecimento da pele madura com rugas visíveis após 28 dias de tratamento. Para todas etapas, antes das análises, todas as participantes foram selecionadas de acordo com os critérios de inclusão e exclusão e em seguida, esclarecidas e orientadas sobre os objetivos e métodos da pesquisa, assinando o termo de consentimento livre e esclarecido (anexo A), elaborado segundo a declaração de Helsinque e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP/FCFRP n.º. 417 – CAAE n.º 58730816.5.0000.5403 e 79583517.4.0000.5599) (anexo B) (BRASIL, 2012).

Os testes propostos foram realizados após 20 minutos de aclimação em ambiente com controle de temperatura (20-22°C) e umidade relativa do ar (45-55%).

### 5.1 TRIAGEM DAS PARTICIPANTES

Antes de iniciar o estudo, todas as participantes foram entrevistadas para verificar adequação na pesquisa de acordo com os critérios de inclusão e exclusão.

**Tabela 3:** Critérios de inclusão e exclusão do estudo clínico

<i>Critérios de Inclusão</i>	<i>Critérios de Exclusão</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Idade: 39 a 55 anos</li> <li>- Pele madura oleosa ou normal/seca</li> <li>- Não ter realizado cirurgias ou tratamentos estéticos nos últimos 12 meses</li> <li>- Não ser fumante</li> <li>- Não estar grávida ou lactante</li> <li>- Não apresentar doenças dermatológicas generalizadas</li> <li>- Não estar utilizando cosméticos com retinóides</li> <li>- Ter disponibilidade para estar no laboratório nos dias agendados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Doenças sistêmicas com efeitos comprovados para a pele</li> <li>- Estar em tratamento com medicamentos corticoides, antihistamínicos, tratamento de hiper ou hipotireoidismo, diuréticos, antibióticos, analgésicos, beta bloqueadores, anticoagulantes e terapia imunossupressora.</li> <li>- Exposição solar durante os dias que antecedem o estudo e/ou ter um bronzeado persistente</li> <li>- Lesões, feridas, cicatrizes, tatuagens ou piercings na região de estudo</li> </ul>

Para o estudo de caracterização da pele e eficácia clínica em longo prazo realizado por 90 dias, 60 participantes foram recrutadas, de acordo com valores pré estabelecidos, sendo 30 com pele oleosa e 30 com pele normal/seca. Para o estudo de eficácia clínica de 28 dias (curto prazo), 40 participantes diferentes foram recrutadas. Além disso, essas participantes deveriam ter idade entre 39 a 55 anos, Fototipos II ou III de acordo com a escala Fitzpatrick, fazer uso diário e habitual de protetor solar e rugas visíveis. Todas essas características foram avaliadas a partir da entrevista inicial e medidas preliminares em equipamentos selecionados. As participantes foram instruídas a suspender o uso de qualquer outro tipo de tratamento cosmético (com exceção do protetor solar) por 15 dias antes do início estudo e não utilizar nenhum outro produto além do estudo ao longo do período de análises.

## **5.2 DESCRIÇÃO DAS TÉCNICAS DE BIOFÍSICA E ANÁLISE DE IMAGEM APLICADAS**

### **5.2.1 Determinação do conteúdo aquoso do estrato córneo**

Para a realização deste estudo foi utilizado o equipamento *Corneometer*<sup>®</sup> *CM 825*, baseado no princípio da medida da capacitância elétrica, ou seja, na variação da constante dielétrica da água. Foram efetuadas 5 medições em cada região de estudo, sendo calculada a média dos valores obtidos. Os resultados foram fornecidos em unidades arbitrárias (UA) onde se estima que 1 UA corresponda a 0,2 - 0,9 mg de água por grama de estrato córneo (DAL' BELO; GASPAR; CAMPOS, 2006; MELO & MAIA CAMPOS, 2018). Essa análise foi realizada nas regiões frontal e malar.

### **5.2.2 Determinação da perda transepidérmica de água (TEWL)**

Para a realização deste estudo foi utilizado o equipamento *Tewameter*<sup>®</sup> *TM 210*, acoplado a um software, cuja função é medir a perda transepidérmica de água, baseado no princípio de difusão descrito por Adolf Fick em 1855. Os valores são dados em  $\text{g.m}^2.\text{h}^{-1}$ . A sonda do aparelho permaneceu por 20 segundos sobre a pele nas regiões de estudo, e o valor médio das 12 medidas obtidas neste intervalo de tempo foi empregado nos cálculos posteriores (GIOIA; CELLENO, 2002, MAIA CAMPOS, et al., 2016). Essa análise foi realizada nas regiões frontal e malar.

### 5.2.3 Determinação da quantidade de sebo

O conteúdo de sebo na superfície da pele foi quantificado por meio do Sebumeter SM 815 (Courage-Khasaka, Alemanha) (DOBREV, 2010). A sonda do aparelho consiste de uma tira plástica fosca localizada sobre uma superfície espelhada. Após o contato com o sebo presente na superfície da pele, a fita plástica fosca torna-se transparente, sendo que essa transparência é mensurada a partir da luz refletida pela superfície espelhada. Os valores apresentados correspondem à quantidade de sebo sobre a superfície da pele em  $\mu\text{g/cm}^2$  (PIERÁRD et al., 2000). A sonda foi pressionada sobre as regiões de estudo durante 30 segundos. Essa análise foi realizada nas regiões frontal e malar.

### 5.2.4 Avaliação das glândulas sebáceas ativas e quantidade de sebo no infundíbulo

A atividade das glândulas sebáceas foi avaliada utilizando *Sebifix F16* (Courage & Khazaka, Alemanha), que são folhas contendo um polímero hidrofóbico, que, em contato com o óleo adquirem transparência permitindo a avaliação do número e tamanho das manchas obtidas pela excreção de sebo do infundíbulo. A fita é colocada em contato com as regiões estudadas por 20 segundos, o sebo absorvido se torna visível, como pontos transparentes de diferentes tamanhos, com essas informações é possível obter o número de glândulas sebáceas ativas e a quantidade de sebo secretada por elas. A imagem é obtida utilizando a câmera *Visioscan VC98* e analisada com o software específico do equipamento (DOBREV, 2007). Essa análise foi realizada nas regiões frontal e malar.

### 5.2.5 Determinação do microrrelevo cutâneo

Neste estudo foi utilizado o equipamento *Visioscan® VC98* (Courage & Khazaka, Alemanha) para a determinação do microrrelevo cutâneo. Este equipamento permite a avaliação quali e quantitativa da superfície da pele nas condições fisiológicas por meio de técnicas de profilometria óptica, as quais utilizam um processo de digitalização de imagem obtida por uma câmera de vídeo equipada com uma unidade que emite luz ultravioleta e a imagem captada fornece um histograma que apresenta uma distribuição de diferentes níveis de cinza, quantificando os pontos escuros, que correspondem à rugosidade e pontos claros, aos platôs do microrrelevo cutâneo. A partir de cálculos realizados pelo software interno *SELS (Surface Evaluation of the Living Skin)*, parâmetros relacionados à rugosidade (Ser - calcula os níveis de cinza acima do limite em comparação com a imagem inteira, reflete a “aspereza” da pele), rugas (Sew - calculado a partir da proporção de rugas horizontais e

verticais), descamação (Sesc – nível de falta de hidratação do estrato córneo. É o número de pixels em que o nível de cinza é maior do que o seu limiar) e maciez da pele (Sesm - calculado a partir da largura e profundidade média das rugas) são obtidos (CAMARGO JUNIOR & MAIA CAMPOS, 2011; MELO & MAIA CAMPOS, 2018). Essa análise foi realizada nas regiões frontal, periorbital, nasolabial e malar.

### **5.2.6 Avaliação da pele por imagens de alta resolução**

Para esta análise foi utilizado o equipamento *Visioface*<sup>®</sup> que capta imagens da região da face inteira de maneira frontal e das laterais em alta resolução por meio de análise da imagem da pele iluminada por diodos emissores de luz branca (white LED). Sobre as imagens obtidas, o *software* calcula ainda a quantidade de poros, linhas e rugas, e a homogeneidade na textura da pele (GIANETI & MAIA CAMPOS, 2014).

### **5.2.7 Avaliação das características da derme por ultrassom de alta frequência**

Para a avaliação da ecogenicidade e espessura da derme foi utilizado um equipamento de ultrassom de 20MHz (Dermascan<sup>®</sup> C, Cortex Technology). A ecogenicidade, por unidade de área, é determinada em pixels, com o auxílio de um software. Tal parâmetro está relacionado com retenção de água entre as fibras de colágeno e com o envelhecimento e fotoenvelhecimento (GIANETI & MAIA CAMPOS, 2014). Essa análise foi realizada nas regiões frontal, periorbital, nasolabial e malar.

### **5.2.8 Avaliação das características morfológicas e estruturais da pele**

A avaliação das características celulares das diferentes camadas da pele foi realizada utilizando o microscópio confocal de reflectância a laser *Vivascope*<sup>®</sup> 1500 o qual utiliza uma fonte a laser com um comprimento de onda de 830 nm. As imagens foram obtidas na região periorbital em triplicata e a cada 1,5 µm a partir do estrato córneo até a profundidade de 37,5 µm e a cada 3 µm até a profundidade de 132,5µm (MERCURIO et al., 2015). Neste estudo, foram avaliados a partir da análise da espessura da epiderme os parâmetros de espessura da epiderme, espessura da camada granulosa, profundidade das papilas dérmicas, espessura mínima da epiderme (começo da camada granulosa até o início das papilas), espessura máxima da epiderme (começo da camada granulosa até o final das papilas) e espessura média (média entre a espessura máxima e mínima) (LONGO, et al. 2011; WURM, et al., 2012; MERCURIO, et al., 2016).

### 5.2.9 Avaliação tridimensional do relevo cutâneo

As medidas tridimensionais do relevo cutâneo (rugosidade, linhas de expressão e textura da pele) foram obtidas pelo equipamento Optical 3D Skin Measuring Device PRIMOS Compact 5.075, GFMesstechnik GmbH.

O método óptico utilizado para realização das medidas é a projeção digital de listras, baseado em microespelhos projetores digitais (DMDTM Digital Micro Mirror Devices) da Texas Instruments/USA. Feixes de luz, com variação sinusoidal na intensidade do brilho são projetados sobre a superfície a ser medida, e a sua imagem (reflexo da luz emitida na pele, alterada pelo perfil topográfico) é captada por uma câmera fotográfica CCD. A estrutura tridimensional é determinada pelo padrão de sombreamento das listras emitidas pela topografia, por meio do software. Esta análise foi realizada na região periorbital da face (KOTTNER; et al., 2013). Os parâmetros obtidos e avaliados neste estudo foram os seguintes:

**Volume:** A ruga mais profunda foi selecionada e o cálculo do volume foi realizado através do software do equipamento. Os valores são expressos em  $\text{mm}^3$ .

**Profundidade (histograma):** Selecionou-se a mesma ruga utilizada para o cálculo do volume e o software do equipamento realizou o cálculo dividindo-a em 40 classes (-1000,00 a 0,00  $\mu\text{m}$ ) de acordo com a profundidade.

**Textura (histograma):** Selecionou-se uma região da pele sem rugas para a avaliação da textura. O software do equipamento dividiu a região em 40 classes (-500,00 a 500,00  $\mu\text{m}$ ) de acordo com a altura da topografia da pele.

**Parâmetros de superfície (Ra, Rz, Rm e Wt):** Os parâmetros de superfície (rugosidade média (Ra), profundidade média das rugas (Rz), rugosidade máxima (Rm) e ondulação (Wt)) são determinados através da média obtida ao longo de 16 linhas circulares em relação à um centro fixo e suas definições estão descritas na tabela a seguir (tabela 4).

**Tabela 4:** Definição dos parâmetros de superfície avaliados

<i>Parâmetro</i>	<i>Definição</i>
Rm	Máxima profundidade de diferentes segmentos da rugosidade.
Ra	Calculado como o desvio médio do perfil atual em relação ao perfil médio. Representa a rugosidade da estrutura de superfície.
Rz	Média aritmética da profundidade das rugas de cinco seções consecutivas e igualmente espaçadas do perfil no mesmo comprimento seguindo a mesma linha. Reflete a rugosidade e linhas anatomicamente pré-formadas.
Wt	Altura do pico máximo tangente ao vale dentro do perfil. Expressa a ondulação da estrutura da pele.

#### 5.2.10 Análise de imagem por fotografia digital

Imagens frontais e laterais da face dos participantes foram obtidas através do equipamento Visia CR (Canfield Scientific, Inc.). Este equipamento obtém fotografias digitais da face e foi desenhado especialmente para que as luzes emitidas promovam a iluminação ideal para bons resultados. O sistema permite a captura e armazenamento de imagens, utilizando luz visível, flash de luz polarizada e flash de raios UV. Análises de rugas e brilho da face (oleosidade) foram realizadas após a obtenção das imagens por meio de softwares próprios (GOLDSBERRY, et al., 2014).

Para a análise de rugas, foram utilizadas as imagens com iluminação Standard 2 e analisadas através do software FrameScan, gerando os seguintes parâmetros:

**Coefficiente de Visibilidade:** é a taxa de ocupação das rugas multiplicada pelo contraste rugas / pele, multiplicada por 100. Esse parâmetro está relacionado ao quanto o olho humano percebe as rugas ao olhar para elas, considerando a pele ao seu redor. É uma relação entre o tamanho das rugas na ROI (Taxa de Ocupação) e o contraste entre rugas e pele, onde quanto menor o contraste, mais discreta é a ruga.

**Taxa de Ocupação:** é a razão entre o número de pixels das rugas e o número total de pixels na ROI. Ou seja, uma relação entre os pixels reconhecidos como rugas dentro de uma ROI e todos os outros que não são, isto é, a aparência. Desta forma, quanto maior a taxa de ocupação, maior o tamanho / quantidade de rugas. A diminuição desse parâmetro sugere um recuo e /ou diminuição das rugas, proporcionando uma melhora das rugas na pele.

Para a análise de brilho da pele, foram utilizadas as imagens polarizada cruzada e polarizada paralela. A avaliação das fotografias foi realizada utilizando o software ImageJ®. O software realiza uma operação aritmética entre a imagem com e sem o brilho, criando uma terceira imagem, que contém pixels de luz em uma quantidade proporcional à intensidade do brilho da imagem polarizada paralela. Portanto, os valores aumentam indicando o aumento do brilho (relacionado com a oleosidade) da pele, detectado pela quantidade de pixels claros.

Também é obtido o parâmetro de Superfície Total. Este parâmetro é a área total de rugas ou poros, dada pela soma do número de pixels reconhecidos como rugas ou poros. Com o tratamento, espera-se redução desse parâmetro, indicando que a área total de imperfeições diminuiu e, conseqüentemente, melhorou a textura da pele.

### **5.3 AVALIAÇÃO SENSORIAL**

A avaliação sensorial foi realizada com a aplicação de 20 mg/cm<sup>2</sup> das formulações objeto de estudo em uma região circular de 5cm de diâmetro no antebraço das voluntárias. Anteriormente a análise, os participantes foram orientados quanto aos parâmetros utilizando padrões de referência. Os participantes foram orientados a fazer dez movimentos circulares, em movimentos ordenados. As formulações foram avaliadas quanto aos parâmetros: resíduo branco, brilho, firmeza, consistência, oleosidade, pegajosidade, espalhabilidade, toque aveludado, hidratação, sensação de esfarelamento, sensação de suavidade, sensação ao toque e intenção de compra durante a aplicação. Após 5 minutos de aplicação, as formulações foram avaliadas quanto: ao brilho, ao resíduo de oleosidade, toque aveludado, hidratação, sensação de esfarelamento, sensação de suavidade e sensação na pele após 5 minutos (WORTEL & WIECHERS, 2000).

### **5.4 PROTOCOLO DOS ESTUDOS DE EFICÁCIA CLÍNICA**

#### **5.4.1 Caracterização da pele madura oleosa e normal/seca**

Para a etapa da caracterização da pele madura entre oleosa e normal/seca, foram utilizadas 60 participantes mulheres saudáveis entre 39-55 anos de idade, fototipos II e III para uma medida única onde as características da pele foram determinadas a partir de técnicas de biofísica e análise de imagem da pele. Esses dados foram obtidos antes do início de qualquer tratamento cosmético e após 15 de suspensão de produtos utilizados anteriormente.

As participantes foram separadas em dois grupos de 30, onde foram consideradas participantes de pele oleosa quando era apresentado um conteúdo de sebo acima de 150 e uma porcentagem de atividade das glândulas sebáceas acima de 7%. O grupo de pele normal/seca era constituído de participantes com um conteúdo de sebo abaixo de 150 e porcentagem de atividade das glândulas sebáceas abaixo de 7% (PIERARD et al., 1999; WU et al., 2013; DOBREV, 2007).

Foram realizadas medidas dos parâmetros de perda transepidérmica de água, conteúdo aquoso do estrato córneo, determinação das características do microrrelevo cutâneo, quantificação de poros, conteúdo de sebo superficial e no infundíbulo e ecogenicidade e espessura da derme onde os grupos eram comparados entre si para identificar as diferenças entre os tipos de pele.

#### **5.4.2 Avaliação dos efeitos em longo prazo**

Os efeitos em longo prazo foram avaliados por meio de um estudo onde as 60 participantes recrutadas e que já haviam o seu tipo de pele classificado pela etapa anterior, receberam as formulações desenvolvidas para serem aplicadas na face durante 90 dias. As 30 participantes do grupo de pele normal a seca (grupo 1), poderiam receber, de modo randomizado, a formulação acrescida dos extratos de tara e alga vermelha, *Spirulina* e tetraisopalmitato de ascorbila ou formulação veículo (sem adição de nenhum ingrediente ativo) e o grupo de pele oleosa (grupo 2), a formulação acrescida dos extratos de lentilha, tara e alga vermelha, *Spirulina* e tetraisopalmitato de ascorbila ou a formulação veículo. As regiões de estudo foram a região malar e frontal da face, com exceção das análises de microrrelevo cutâneo e ecogenicidade da Derme, que foram realizadas nas regiões malar, frontal, periorbital e nasolabial.

Todas as participantes deveriam utilizar protetor solar diariamente de modo habitual e foram instruídas a não modificar o produto durante a pesquisa, evitando assim variações causadas por produtos externos ao estudo. A formulação desenvolvida foi aplicada duas vezes ao dia (manhã e noite).

Foram avaliados os parâmetros de conteúdo aquoso do estrato córneo, perda transepidérmica de água, determinação das características do microrrelevo cutâneo, quantificação de poros, conteúdo de sebo superficial e no infundíbulo e ecogenicidade e espessura da derme. As medidas foram coletadas no tempo inicial (basal) e após 45 e 90 dias de tratamento.

### 5.4.3 Avaliação dos efeitos em curto prazo – 28 dias

Além do estudo clínico anteriormente descrito, foram recrutadas 40 participantes de pele madura com a presença de rugas visíveis na região periorbital, as quais receberam as formulações desenvolvidas para serem aplicadas na face durante 28 dias para a avaliação dos efeitos em curto prazo. Todas as participantes receberam de modo randomizado previamente, a formulação acrescida dos extratos lentilha, tara e alga vermelha, *Spirulina* e tetraisopalmitato de ascorbila ou a formulação veículo. A região de estudo foi a periorbital e esta etapa deve como objetivo a análise da eficácia do produto nas características do envelhecimento cutâneo de maneira morfológica, estrutural e por análise de imagens.

Conforme a etapa anterior, todas as participantes deveriam utilizar protetor solar diariamente de modo habitual e foram instruídas a não modificar o produto durante a pesquisa, evitando assim variações causadas por produtos externos ao estudo. A formulação desenvolvida também foi aplicada duas vezes ao dia (manhã e noite).

Foram avaliados os parâmetros das características estruturais e morfológicas da epiderme, medidas instrumentais do relevo cutâneo e análise de rugas e brilho da pele (relacionado a oleosidade) por fotografias digitais. As medidas foram coletadas no tempo inicial (basal) e após 28 dias de tratamento e realizadas em parceria com a empresa Allergisa Pesquisa Dermato-Cosmética na cidade de Campinas, SP (avaliações realizadas após aprovação pelo comitê de ética CAAE: 79583517.4.0000.5599).

## 5.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados experimentais obtidos nos estudos clínicos de avaliação de eficácia foram submetidos à análise estatística para a interpretação dos mesmos sendo que, no caso da distribuição ser normal, o teste indicado foi a Análise de Variância e no caso de a distribuição não ser normal, a estatística foi a não-paramétrica, aplicando o teste de Kruskal-Wallis, para dados não vinculados. Os resultados foram apresentados na forma de gráficos, tabelas e figuras e discutidos frente aos dados fornecidos pela literatura consultada.

## 6. RESULTADOS

---

## 6.1 DESENVOLVIMENTO DAS FORMULAÇÕES

Para o desenvolvimento das formulações em estudo, foi realizada uma pesquisa de mercado sobre as matérias primas que estavam de acordo com os critérios estabelecidos, bem como na literatura técnica das mesmas resultando em formulações estáveis, com sensorial adequado para ambos tipos de pele e que possibilitaram a adição das 4 substâncias ativas escolhidas.

Após o teste de centrifugação, todas as formulações avaliadas foram estáveis, sendo que a formulação V1 foi selecionada para uso, uma vez que apresentava características mais próximas ao desejado em composição, avaliação visual e sensorial, conforme apresentado no item 6.5.

## 6.2 TESTES PRELIMINARES DE ESTABILIDADE

### 6.2.1 Centrifugação

A formulação veículo V1 e as formulações com adição das substâncias ativas S1 e O1 não apresentaram sinais de instabilidade após o teste de centrifugação.

### 6.2.2 Determinação do pH

Os valores de pH obtidos para as formulações submetidas aos testes de estabilidade encontram-se na tabela 5 e estão dentro da faixa de estabilidade de formulações cosméticas (pH 5,5 a 7), sem oscilações significativas após 0, 7, 14, 21, 28, 56 e 84 dias (Tabela 5).

**Tabela 5:** Valores médios de pH das formulações desenvolvidas

	<i>Temperatura Ambiente</i>			<i>Estufa 37°C</i>			<i>Estufa 45°C</i>		
	V1	S1	O1	V1	S1	O1	V1	S1	O1
T0	6,0	5,8	5,84	-	-	-	-	-	-
T7	5,98	5,72	5,67	6,05	5,74	5,63	6,15	5,69	5,65
T14	5,96	5,43	5,58	5,84	5,47	5,56	6,21	5,44	5,61
T21	5,94	5,45	5,49	5,78	5,47	5,49	6,32	5,49	5,37
T28	6,03	5,34	5,67	5,87	5,31	5,72	6,41	5,37	5,52
T56	6,02	5,29	5,67	5,83	5,42	5,59	6,36	5,38	5,33
T84	5,98	5,65	5,33	5,86	5,54	5,42	6,32	5,29	5,35

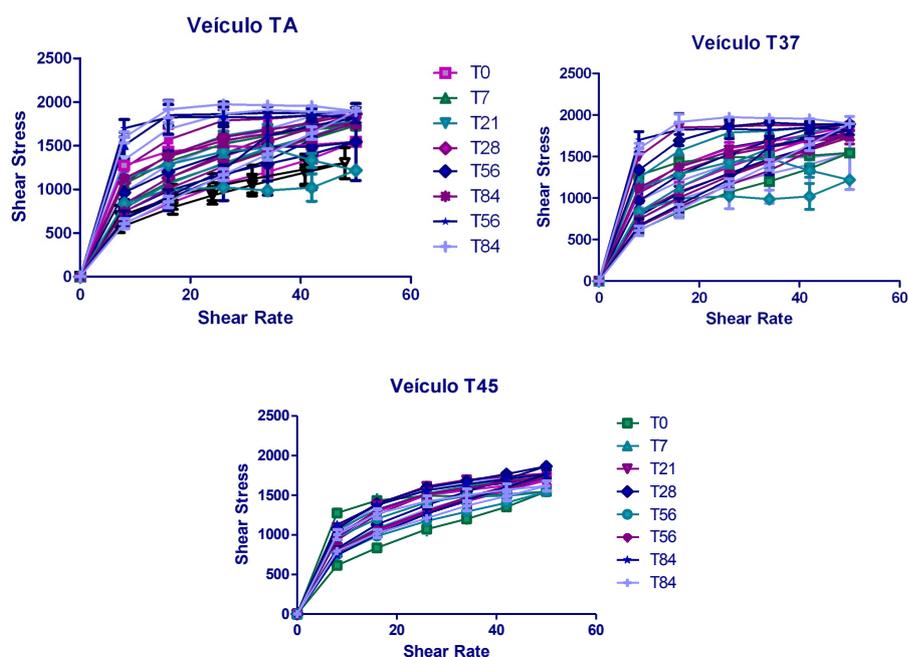
### 6.2.3 Avaliação Visual

Não foram observadas alterações de cor, odor e separação de fases nas formulações avaliadas durante todo o período de armazenamento à temperatura ambiente, 37°C e 45°C, sendo portanto, consideradas estáveis frente a este teste.

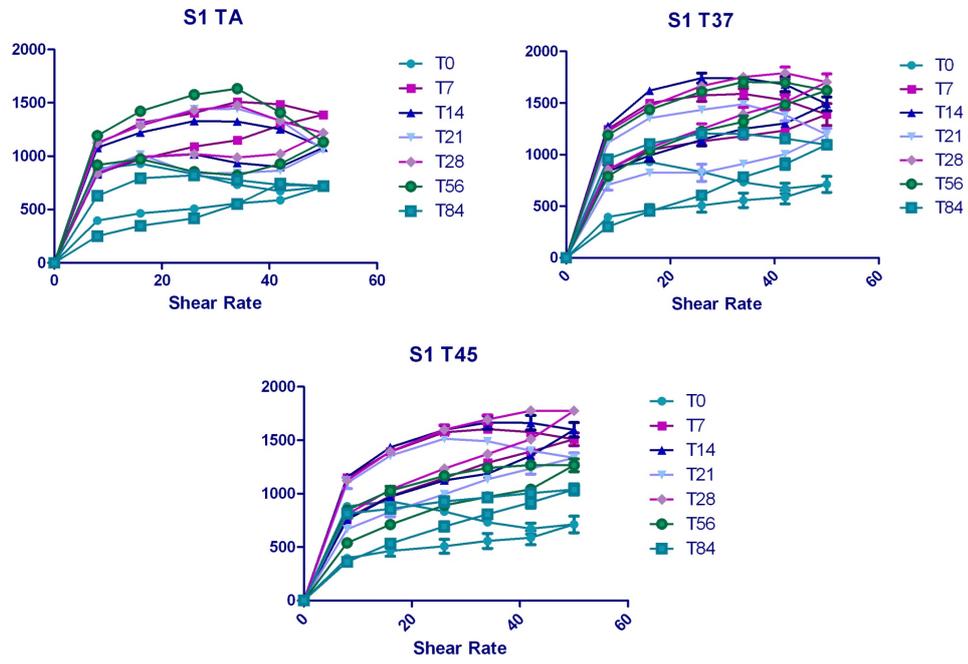
## 6.3 ESTUDO DE ESTABILIDADE FÍSICA POR DETERMINAÇÃO DO COMPORTAMENTO REOLÓGICO

A análise do comportamento reológico das formulações em estudo mostrou que as formulações foram estáveis frente ao estresse térmico no período do estudo inicial e final. A formulação S1, porém, se mostrou com diferenças na sua estabilidade geral quando comparada com a formulação O1. Foi observada área de histerese em todas as formulações desenvolvidas, o que representa a presença de tixotropia nos produtos (Figuras 4, 5, 6).

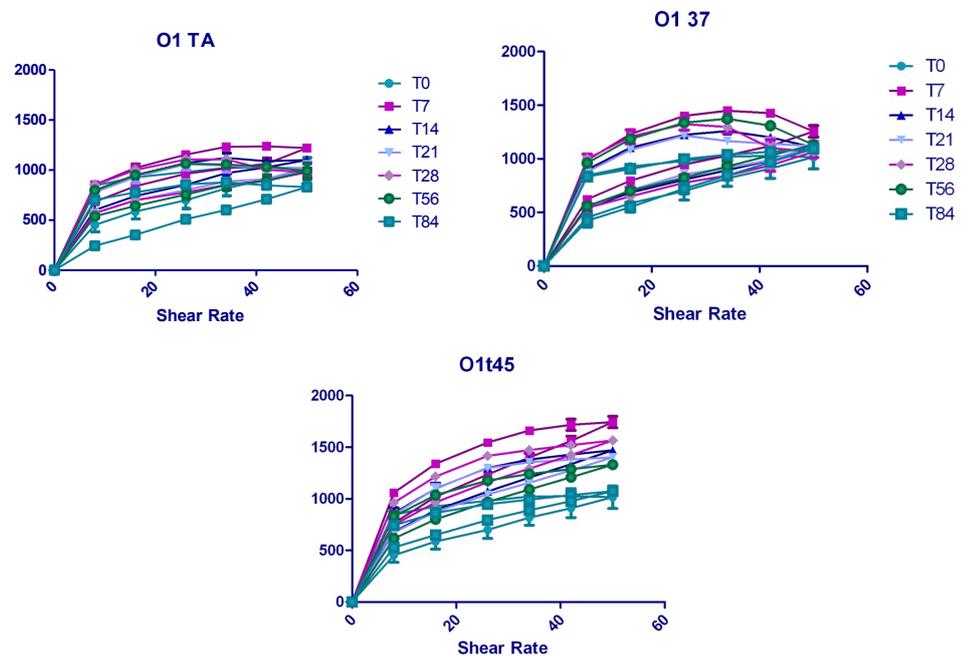
**Figura 4:** Reogramas obtidos na análise da formulação V1 (veículo) nas temperaturas ambiente (TA), 37 (T37) e 45°C (T45), nos tempos inicial (T0) e após 7, 14, 21, 28, 56 e 84 dias.



**Figura 5:** Reogramas obtidos na análise da formulação S1 (para pele normal/seca) nas temperaturas ambiente (TA), 37 (T37) e 45°C (T45), nos tempos inicial (T0) e após 7, 14, 21, 28, 56 e 84 dias.

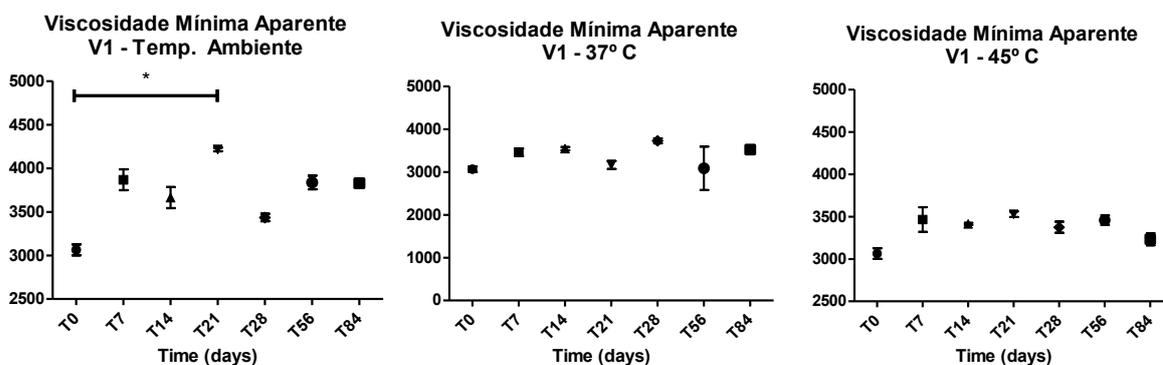


**Figura 6:** Reogramas obtidos na análise da formulação O1 (para pele oleosa) nas temperaturas ambiente (TA), 37 (T37) e 45°C (T45), nos tempos inicial (T0) e após 7, 14, 21, 28, 56 e 84 dias.

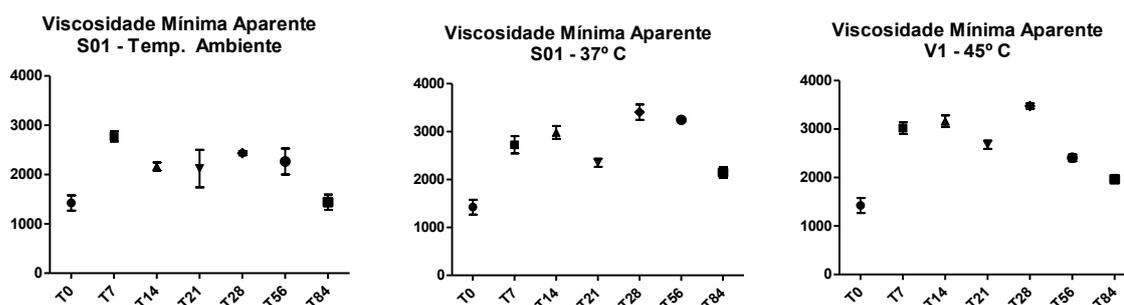


Na análise do índice de consistência das formulações em desenvolvimento não foram observadas diferenças significativas entre o tempo inicial e o final de análise. Variações significativas foram notadas na temperatura ambiente das formulações V1 e O1 mas sendo superadas no próximo tempo de análise (Figuras 7, 8, 9).

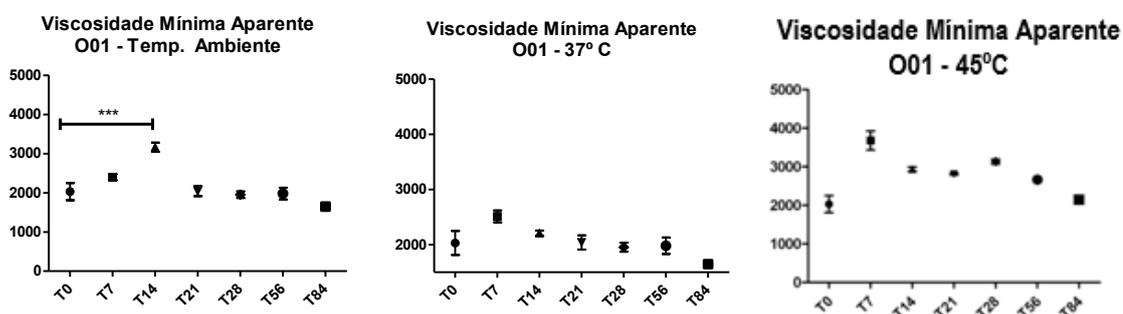
**Figura 7:** Viscosidade Mínima Aparente da formulação V01 (veículo) nas temperaturas ambiente (TA), 37 e 45°C



**Figura 8:** Viscosidade Mínima Aparente na análise da formulação S01 nas temperaturas ambiente (TA), 37 e 45°C

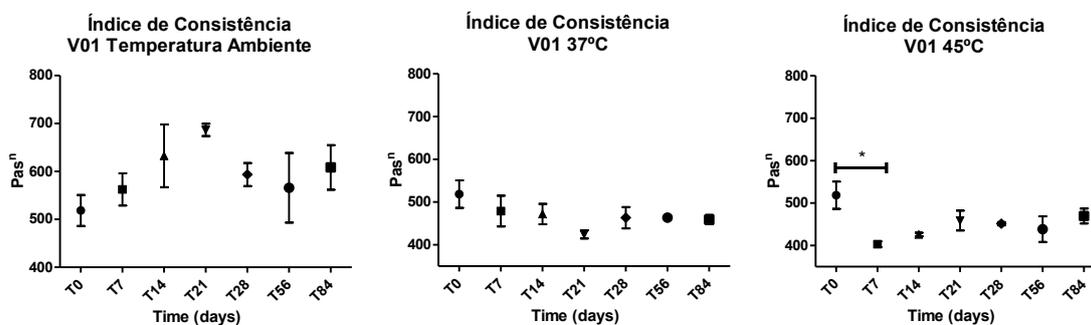


**Figura 9:** Viscosidade Mínima Aparente na análise da formulação O01 nas temperaturas ambiente (TA), 37 e 45°C

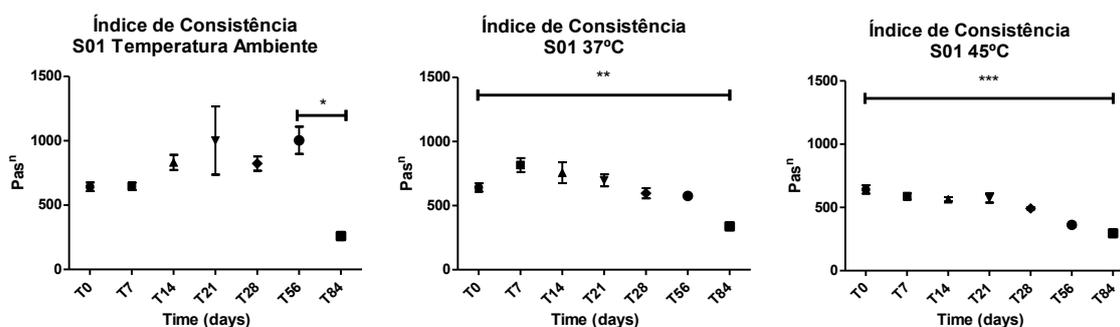


Na análise do índice de consistência, diferenças significativas entre o tempo inicial e final de estudo foram notadas na formulação S01 nas temperaturas 37 e 45°C. Todas as outras formulações mantiveram sua estabilidade entre o tempo de estudo (figuras 10, 11, 12).

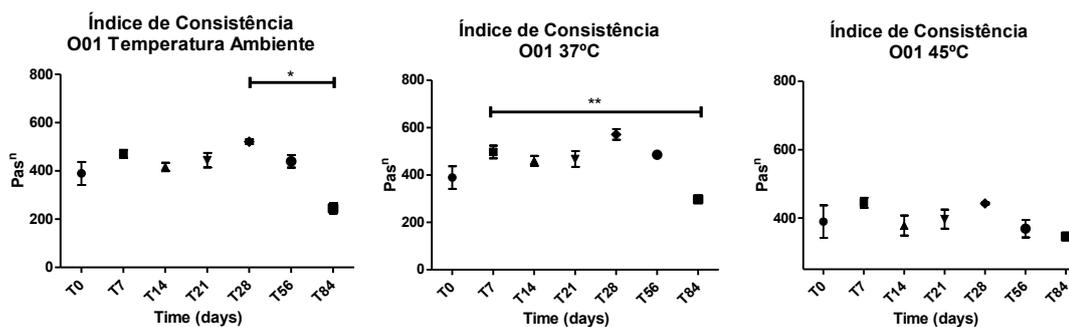
**Figura 10:** Índice de Consistência na análise da formulação V01 (veículo) nas temperaturas ambiente (TA), 37 e 45°C



**Figura 11:** Índice de Consistência na análise da formulação S01 nas temperaturas ambiente (TA), 37 e 45°C

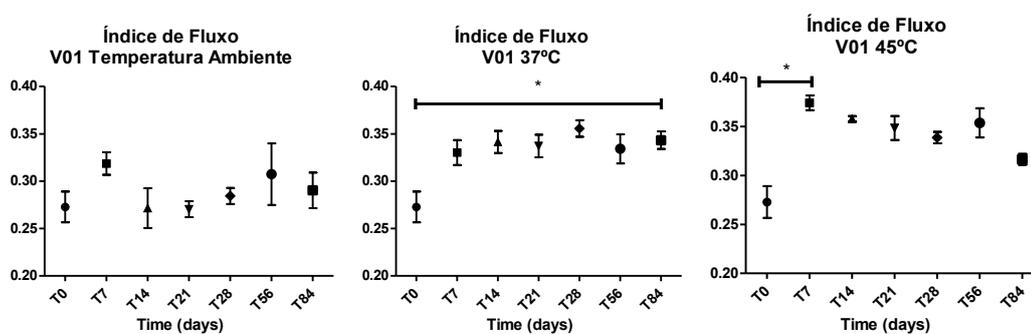


**Figura 12:** Índice de Consistência na análise da formulação O01 nas temperaturas ambiente (TA), 37 e 45°C

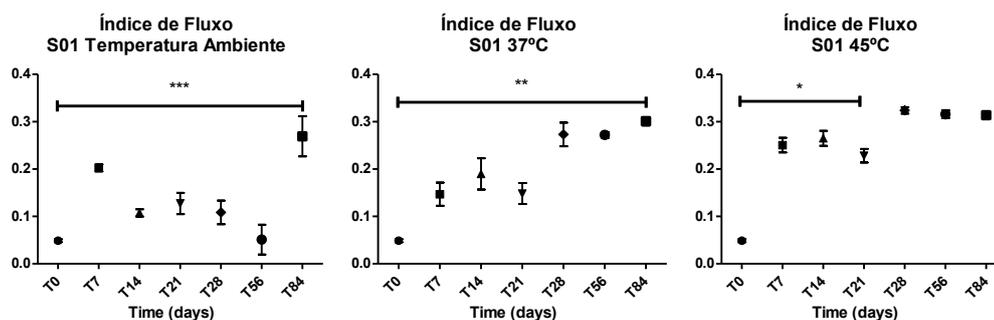


Por fim, no estudo do índice de fluxo das formulações desenvolvidas, foram notadas algumas oscilações significativas entre os tempos de análise, principalmente na formulação S01. De modo geral, as formulações V1 e O1 mantiveram seus valores, sem picos de instabilidade, indicando estabilidade física (figuras 13, 14, 15).

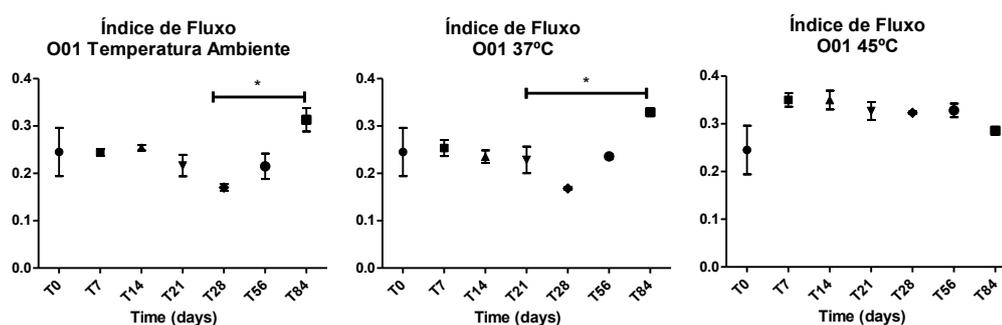
**Figura 13:** Índice de Fluxo na análise da formulação V01 (veículo) nas temperaturas ambiente (TA), 37 e 45°C



**Figura 14:** Índice de Fluxo na análise da formulação S01 nas temperaturas ambiente (TA), 37 e 45°C



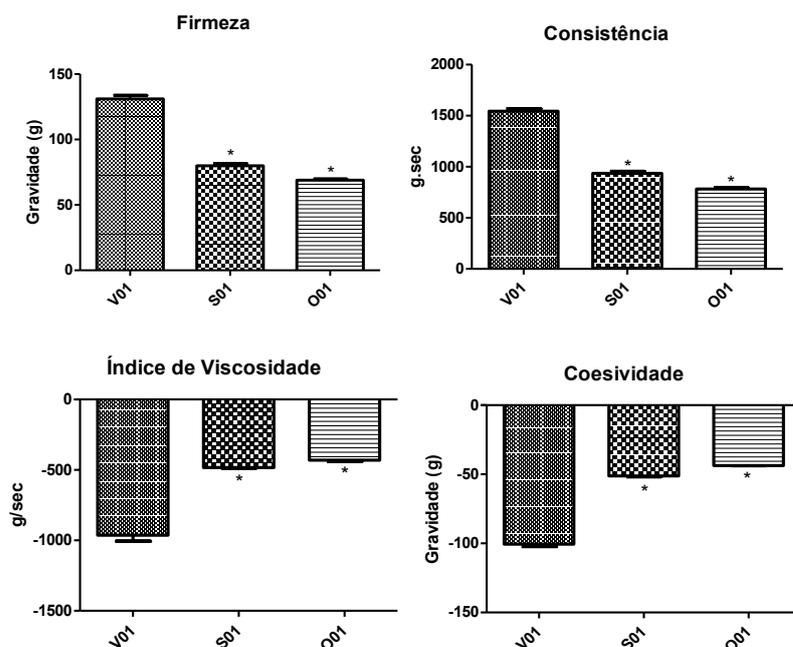
**Figura 15:** Índice de Fluxo na análise da formulação O01 nas temperaturas ambiente (TA), 37 e 45°C



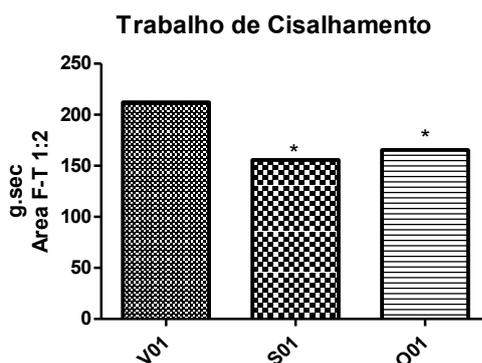
#### 6.4 DETERMINAÇÃO DO PERFIL DE TEXTURA DAS FORMULAÇÕES

As três formulações desenvolvidas foram estudadas comparativamente nas análises de textura (figura 16) (parâmetros de firmeza, consistência, coesividade e índice de viscosidade) e de espalhabilidade (figura 17) (*work of shear*). Os valores obtidos mostraram que a adição das substâncias ativas modificaram as características de textura das formulações, quando comparadas ao veículo, com diminuição proporcional em todas as formulações.

**Figura 16:** Valores de Firmeza, Consistência, Índice de Viscosidade e Coesividade das formulações V01 (veículo), S01(formulação pele seca) e O01(formulação pele oleosa) obtidas pela análise de Textura. \* Diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as formulações analisadas



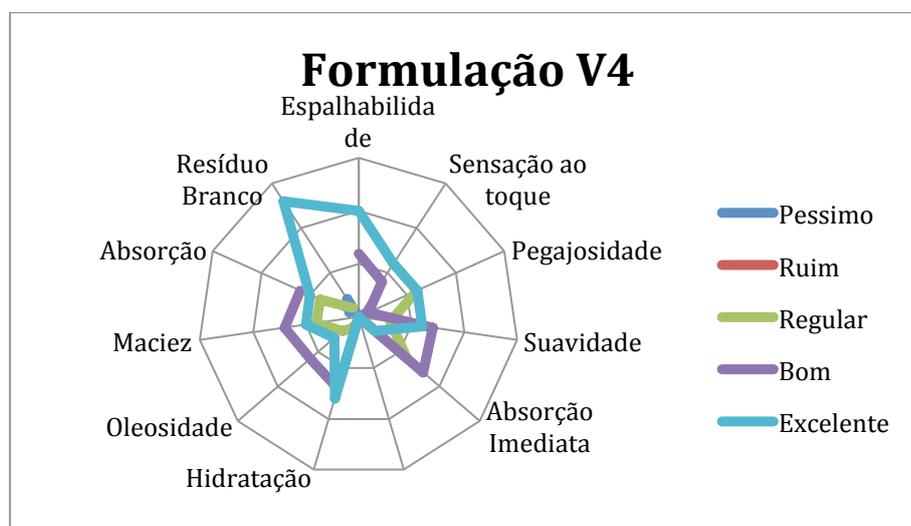
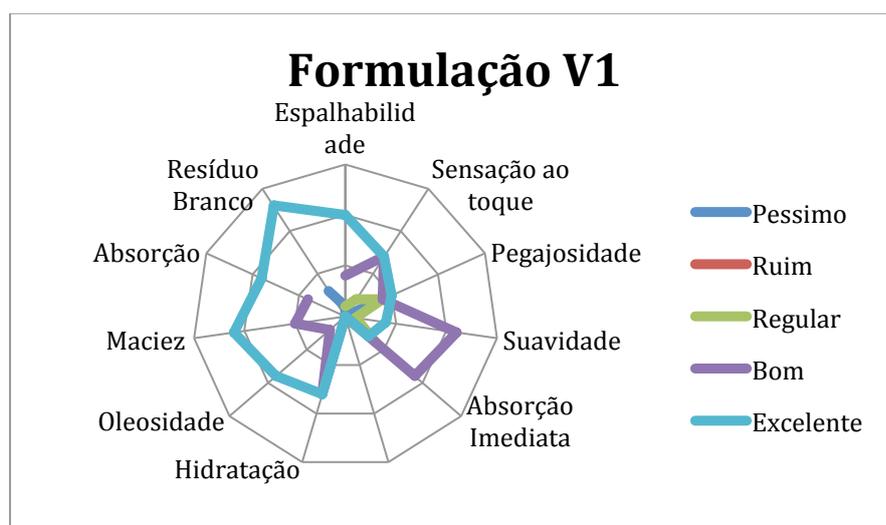
**Figura 17:** Valores do Trabalho de Cisalhamento das formulações V01, S01 e O01 obtidas pela análise de Espalhabilidade. \* Diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as formulações

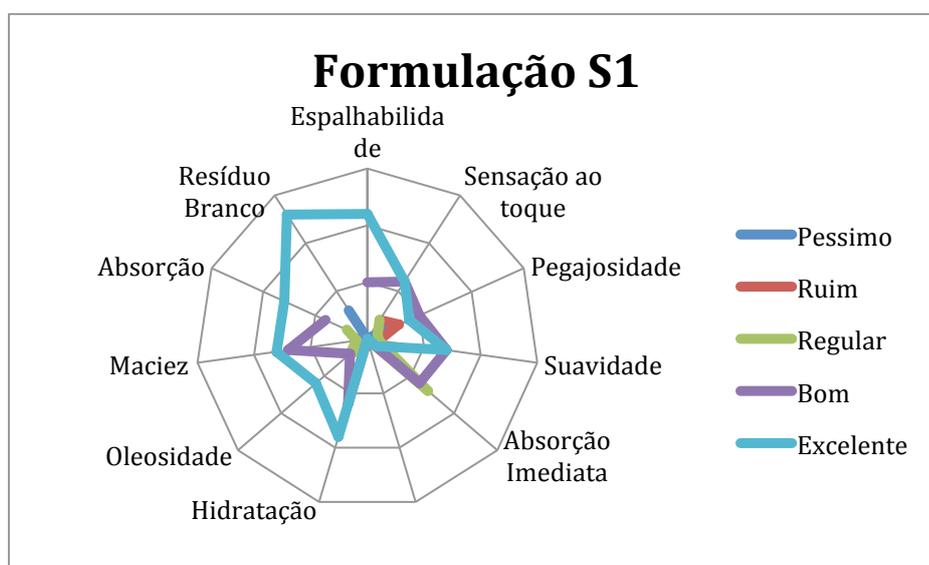
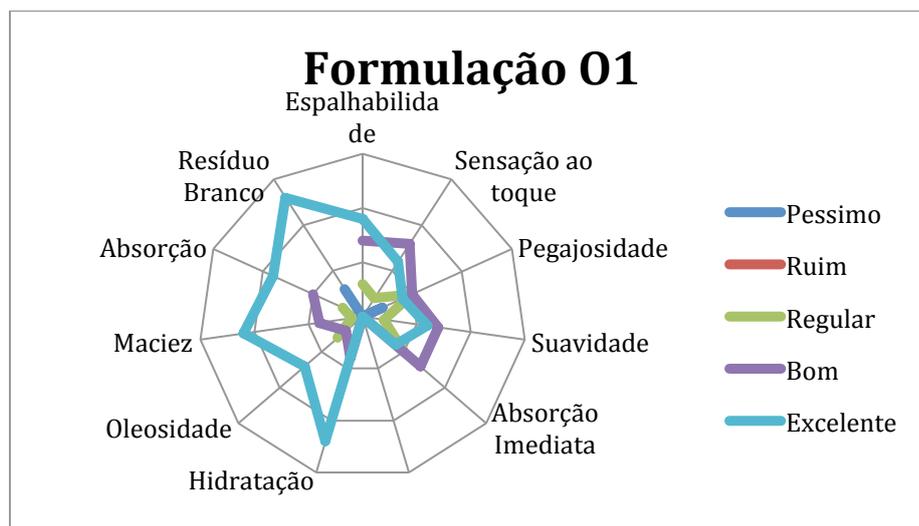


## 6.5 ANÁLISE SENSORIAL

De acordo com os dados obtidos por meio da análise sensorial, a formulação V1 mostrou melhores resultados nos parâmetros de maciez, suavidade, hidratação e oleosidade da pele bem como sensação de absorção após 5 minutos quando comparada com a formulação V4. Após a adição dos ativos, as formulações O1 e S1 mostraram melhores resultados nos parâmetros de hidratação e suavidade da pele, quando comparadas com a formulação V1, enquanto a formulação O1 se destacou pelo toque mais seco com menor pegajosidade e melhor hidratação, quando comparada com a formulação S1 (figura 18).

**Figura 18:** Análise sensorial das formulações V1, V4, S1 e O1



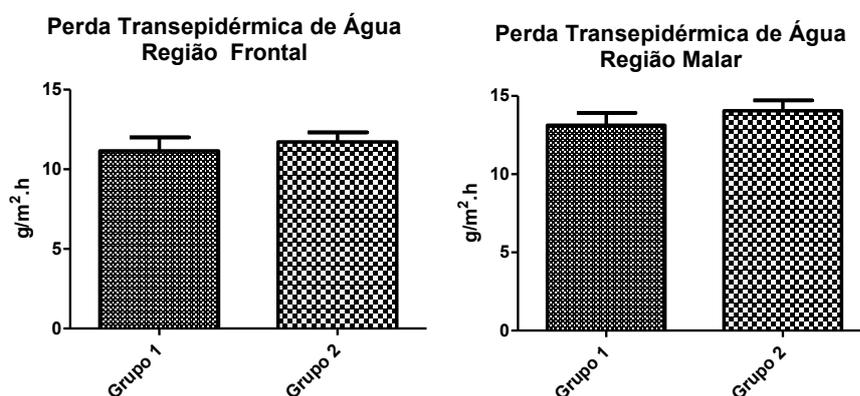


## 6.6 CARACTERIZAÇÃO DA PELE MADURA OLEOSA E NORMAL/SECA

### 6.6.1 Perda transepidérmica de água

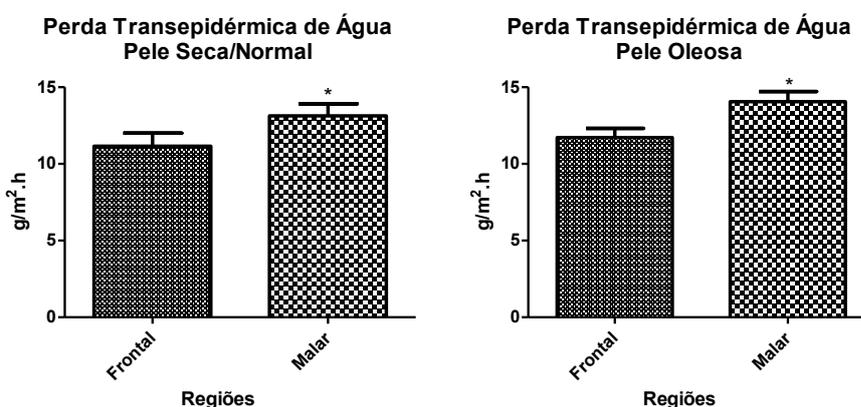
Na caracterização da pele madura oleosa ou seca/normal, não foi notada diferença significativa entre os grupos, mostrando que o conteúdo hidrolipídico não interfere nesta característica, apesar de ser superior no grupo de pele oleosa (figura 19).

**Figura 19:** Medidas basais da perda transepidermica de água (TEWL) nas regiões frontal e malar do grupo de pele normal/seca (grupo 1) e de pele oleosa (grupo 2).



Além disso, foi observado que em ambos os grupos desta análise, os valores de TEWL foram significativamente maiores na região malar, mostrando diferenças entre as regiões da face (figura 20).

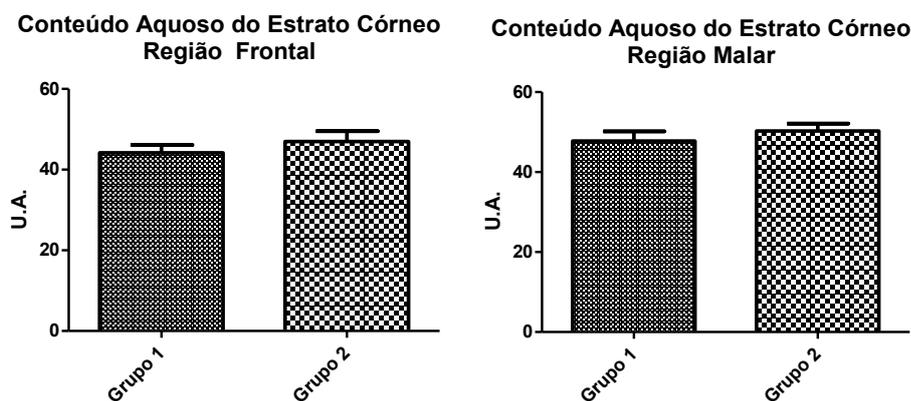
**Figura 20:** Diferença das medidas basais da perda transepidermica de água (TEWL) entre as regiões de estudo nos grupo de pele normal/seca e de pele oleosa. \* Diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as regiões analisadas



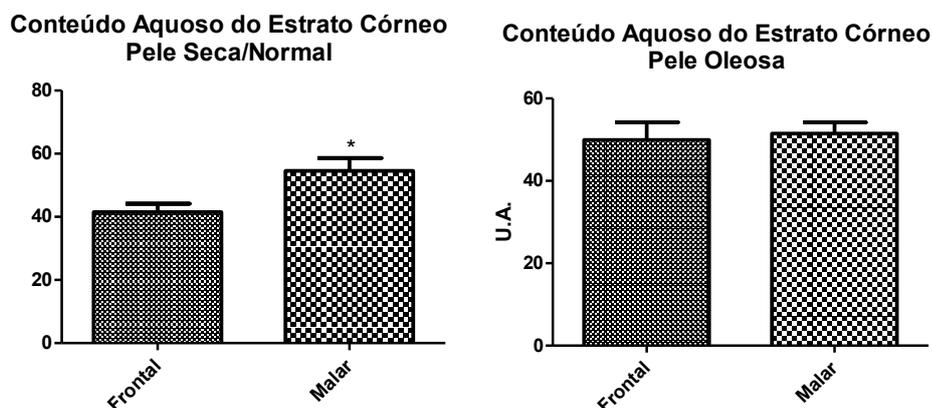
### 6.6.2 Conteúdo aquoso do estrato córneo

Em relação ao conteúdo aquoso do estrato córneo, não foram notadas diferenças entre os grupos de pele normal/seca e pele oleosa (figura 21). Na comparação das regiões, houve uma diferença significativa na malar do grupo de pele normal/seca, sendo maior (figura 22).

**Figura 21:** Medidas basais do conteúdo aquoso do estrato córneo nas regiões frontal e malar do grupo de pele normal/seca (grupo 1) e de pele oleosa (grupo 2).



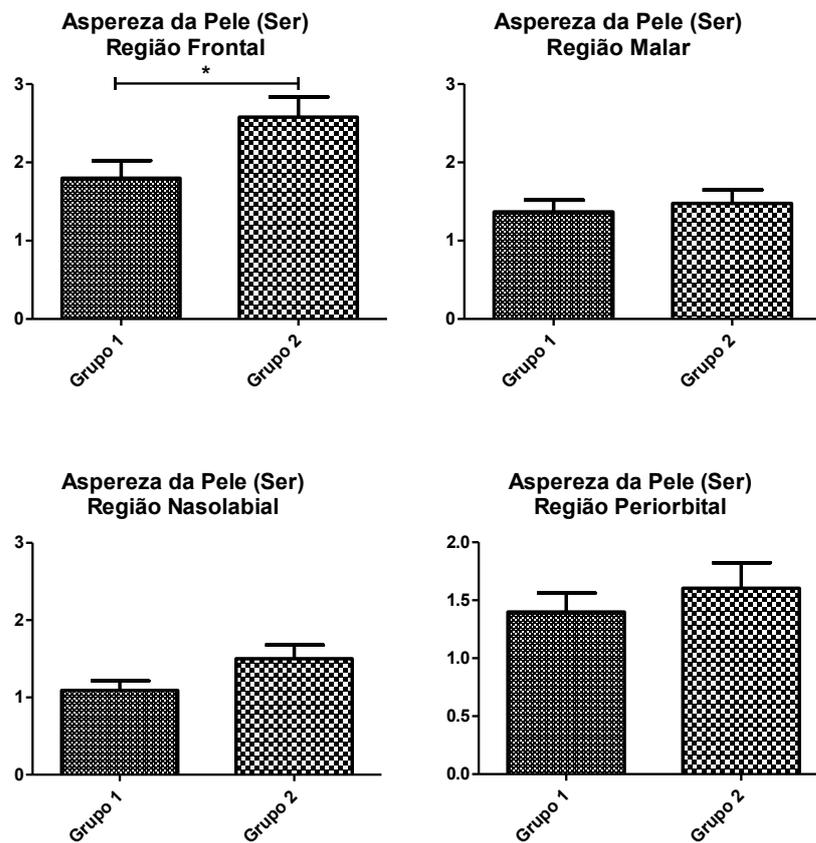
**Figura 22:** Diferença das medidas basais do conteúdo aquoso do estrato córneo entre as regiões de estudo nos grupo de pele normal/seca e de pele oleosa. \* Diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as regiões analisadas



### 6.6.3 Avaliação do microrrelevo cutâneo

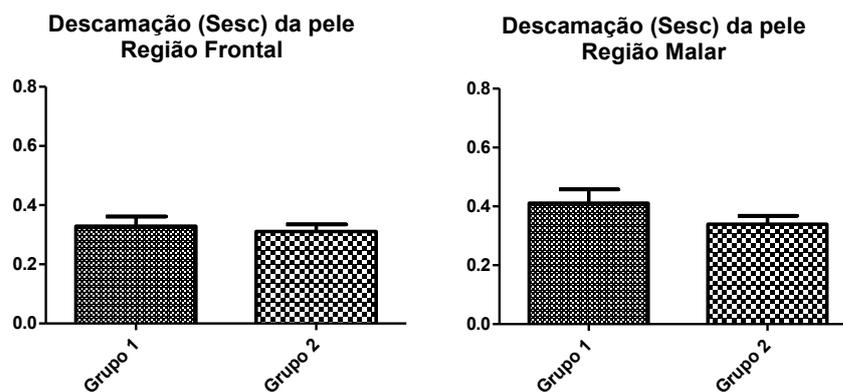
No primeiro parâmetro analisado, a aspereza da pele (Ser), foi possível observar valores maiores no grupo de pele oleosa em todas as regiões de estudo, sendo significativamente diferente apenas na frontal (Figura 23).

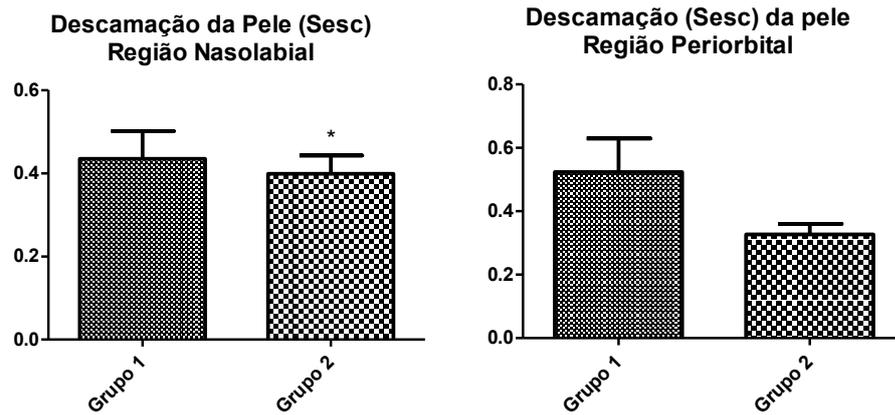
**Figura 23:** Aspereza da pele (Ser) nas regiões frontal, malar, nasolabial e periorbital nos grupos de pele normal/seca e pele oleosa. Diferença significativa (\* $p < 0.05$ ) entre os grupos.



Sobre o parâmetro de descamação da pele, o grupo de pele normal/seca apresentou valores maiores mas não significantes em todas as regiões de estudo (figura 24). Esse parâmetro está relacionado com o ressecamento da pele e sua descamação, principalmente no estrato córneo e assim refletindo o seu nível de desidratação (PENA FERREIRA et al., 2006).

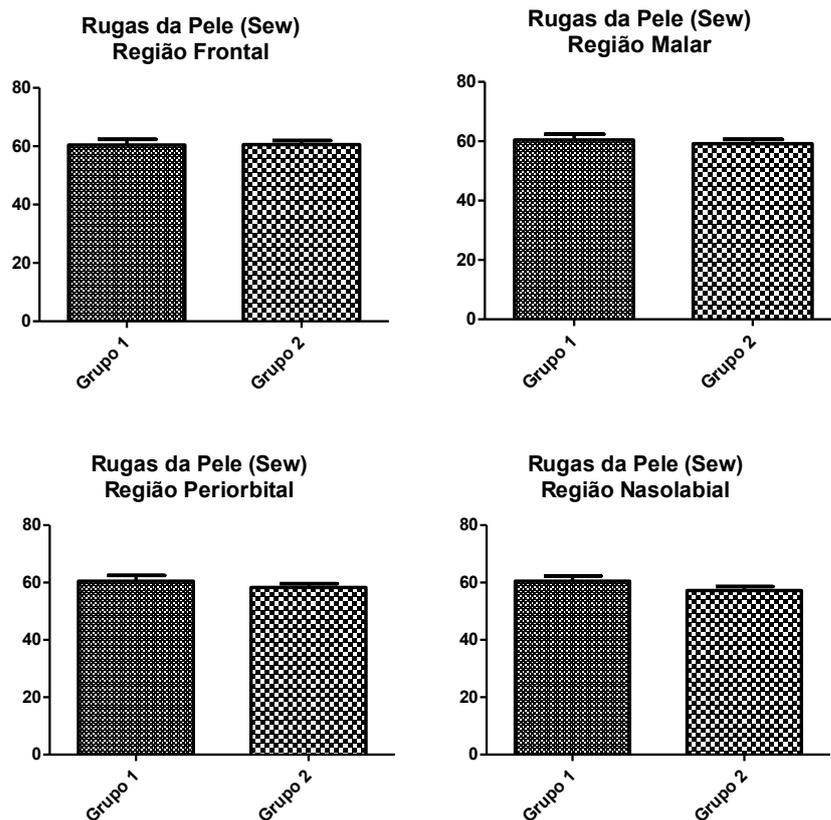
**Figura 24:** Descamação da pele (Sesc) nas regiões frontal, malar, nasolabial e periorbital nos grupos de pele normal/seca (grupo 1) e pele oleosa (grupo 2)





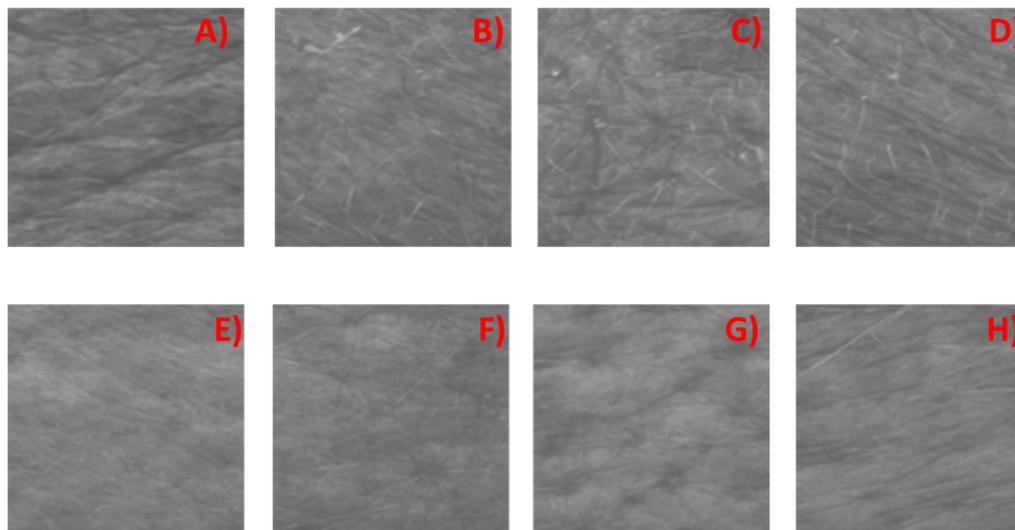
A análise de rugas do microrrelevo (Sew) mostrou valores muito similares em todas as regiões e grupos de estudo (figura 25). Esse parâmetro está relacionado com o envelhecimento da pele e a presença de rugas finas, sendo calculado na proporção horizontal e vertical das rugas (RASUL & AKHTAR, 2011).

**Figura 25:** Rugas da pele (Sew) nas regiões frontal, malar, nasolabial e periorbital nos grupos de pele normal/seca (grupo 1) e pele oleosa (grupo 2).



Além disso, podemos ver abaixo as diferenças na topografia da pele entre os grupos de estudo visíveis nas imagens do microrrelevo (figura 26).

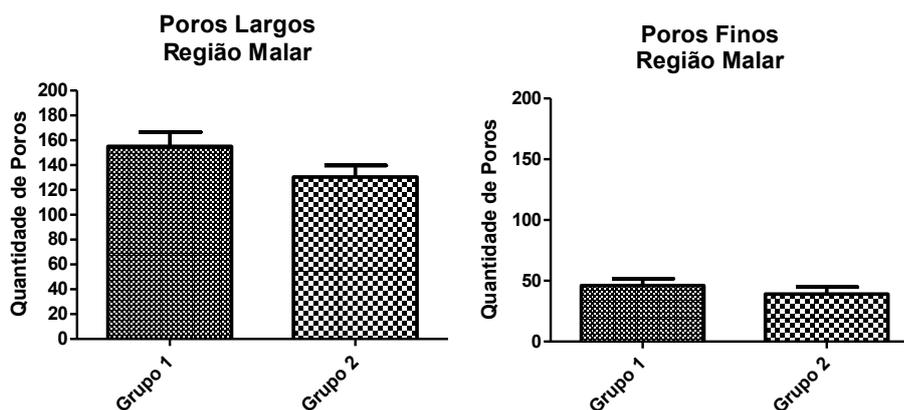
**Figura 26:** Imagens do microrrelevo da pele nas regiões frontal, periorbital, malar e nasolabial, respectivamente, de duas participantes do estudo. Imagens A; B; C; D são de uma participante no grupo 1 (pele normal/seca) e E; F; G; H de uma participante no grupo 2



#### 6.6.4 Quantificação de poros por imagens de alta resolução

O conteúdo de poros apresentou valores similares entre os dois grupos de estudo e sem diferenças significativas entre as regiões dos dois tipos de pele (figura 27).

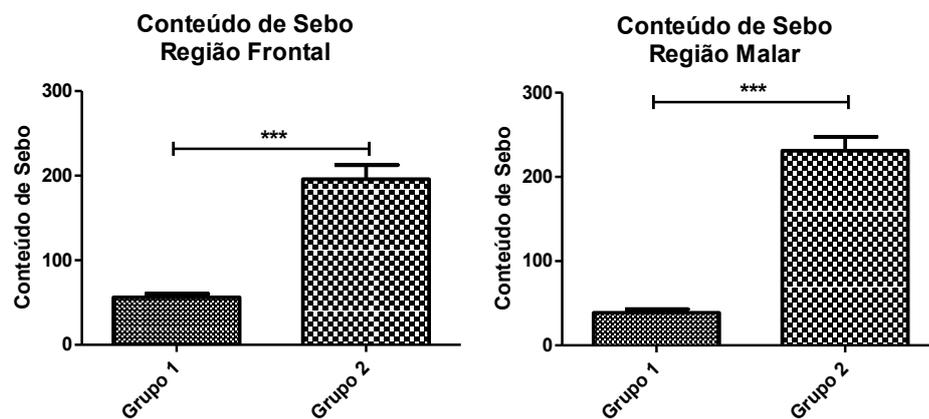
**Figura 27:** Poros finos e Poros largos nas regiões frontal e malar dos grupos de pele normal/seca (grupo 1) e pele oleosa (grupo 2).



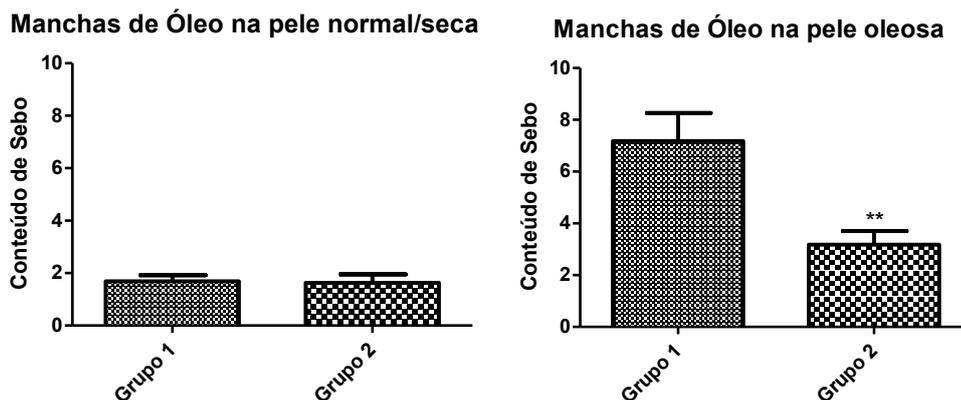
### 6.6.5 Conteúdo de sebo superficial e no infundíbulo da pele

Nesta avaliação, foi notada diferença significativa entre os dois grupos em ambas as análises, comprovando um elevado conteúdo de sebo na pele oleosa e valores baixos na pele normal/seca (figuras 28, 29, 30), o que é ilustrado nas imagens obtidas pelo equipamento (figura 31). Além disso, entre as regiões de estudo, foi possível notar que a região frontal possui um conteúdo de sebo superior (figuras 32).

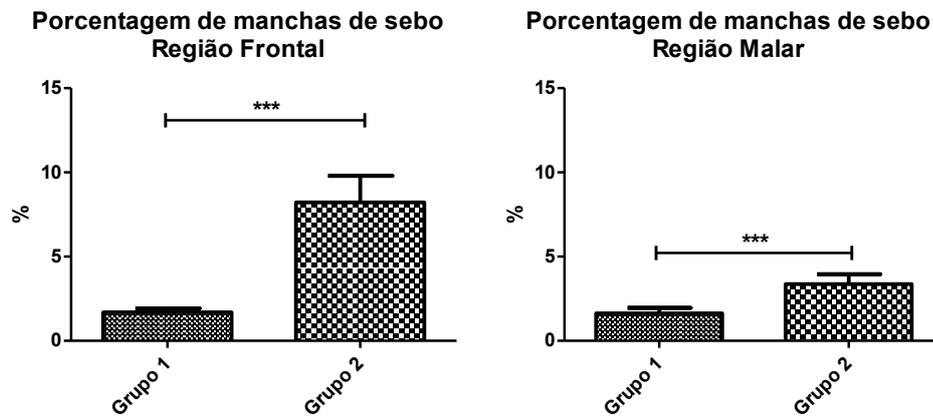
**Figura 28:** Medidas basais do conteúdo de sebo nas regiões frontal e malar do grupo de pele normal/seca (grupo 1) e de pele oleosa (grupo 2). \*\*\* Diferença significativa ( $p < 0,0001$ ) entre os grupos.



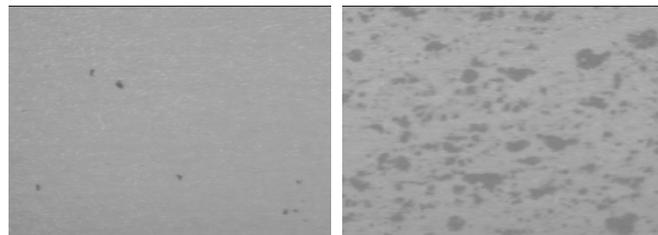
**Figura 29:** Diferença de porcentagem de manchas de sebo entre as regiões de estudo nos grupo de pele normal/seca e de pele oleosa. \*\* Diferença significativa ( $p < 0,001$ ) entre as regiões analisadas



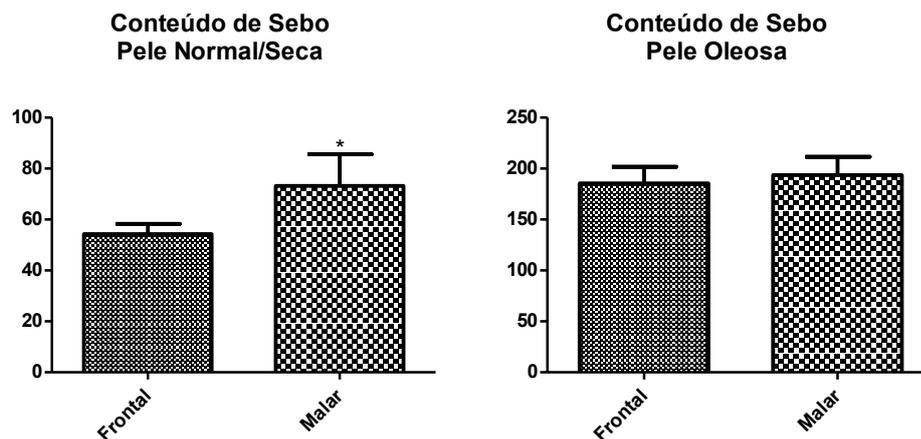
**Figura 30:** Medidas basais da porcentagem de manchas de sebo nas regiões frontal e malar do grupo de pele normal/seca (grupo 1) e de pele oleosa (grupo 2). \*\*\* Diferença significativa ( $p < 0.0001$ ) entre os grupos de estudo.



**Figura 31:** Manchas de sebo nos adesivos de uma participante com pele normal/seca (a) e de uma com pele oleosa (b) na região frontal da face



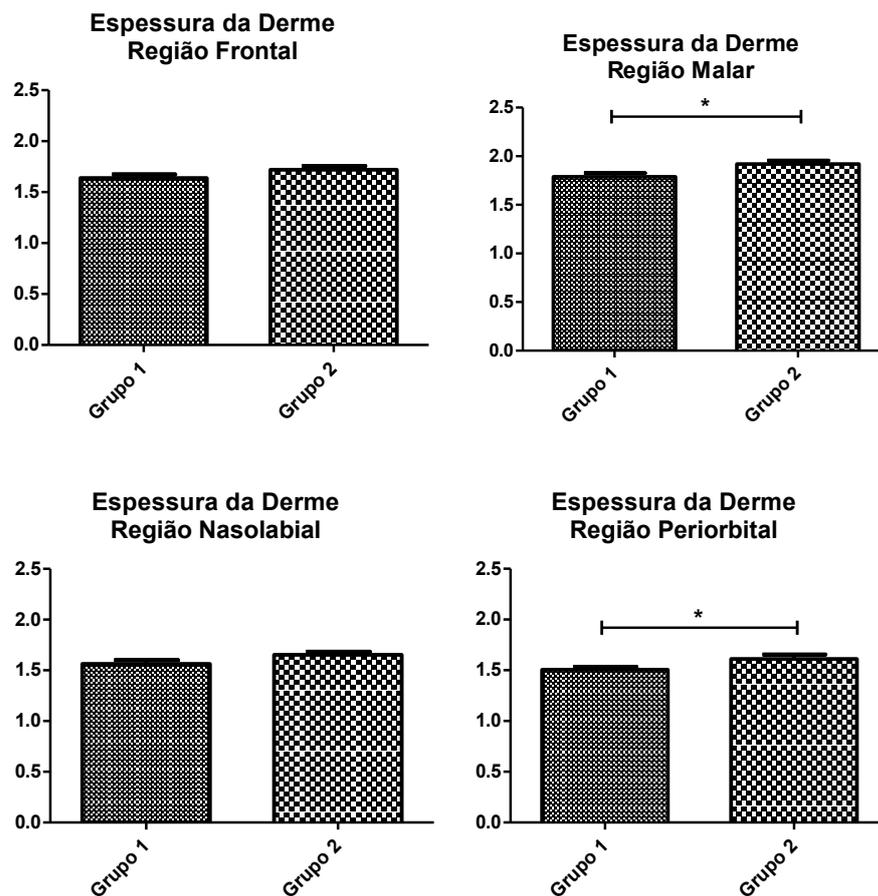
**Figura 32:** Diferença de conteúdo de sebo entre as regiões de estudo nos grupo de pele normal/seca e de pele oleosa. \* Diferença significativa ( $p < 0,01$ ) entre as regiões analisadas



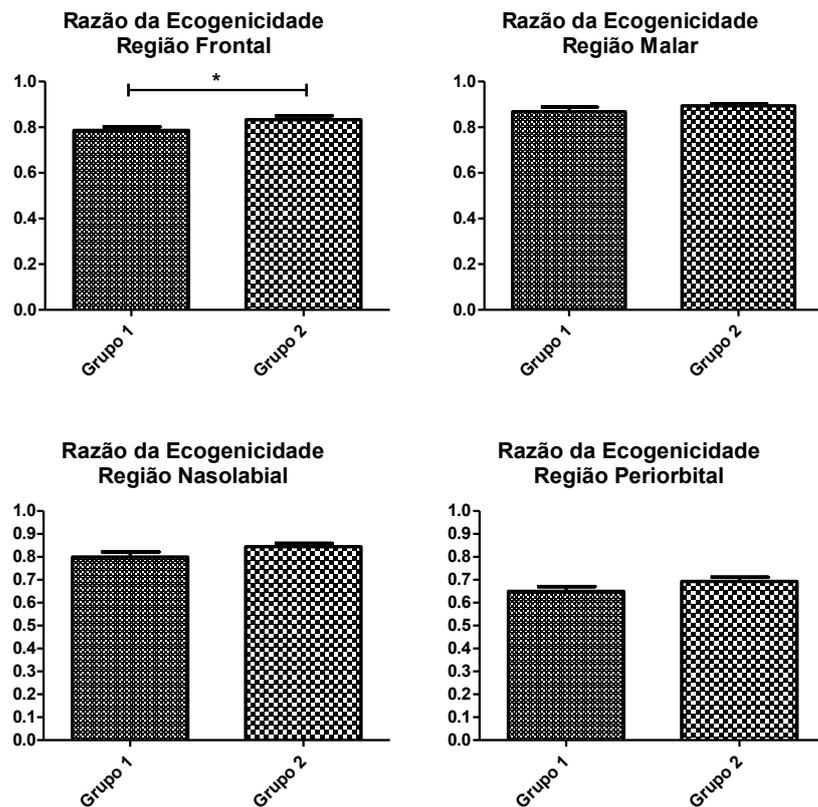
### 6.6.6 Ecogenicidade e espessura da derme

Na análise da espessura da derme, foi possível observar que o grupo de pele oleosa apresentou uma pele mais espessa em todas as regiões de estudo, sendo significativa nas regiões malar e periorbital da face (figura 33). No estudo da ecogenicidade da derme, a razão de ecogenicidade (numero de pixels subecogênicos e número de pixels totais – LEP/TEP) foi menor em todas as regiões do grupo 1, sendo significativamente menor apenas na região frontal (figura 34). Todas essas diferenças podem ser observadas nas imagens ilustrativas da figura 35, onde a espessura da derme está delimitada entre chaves.

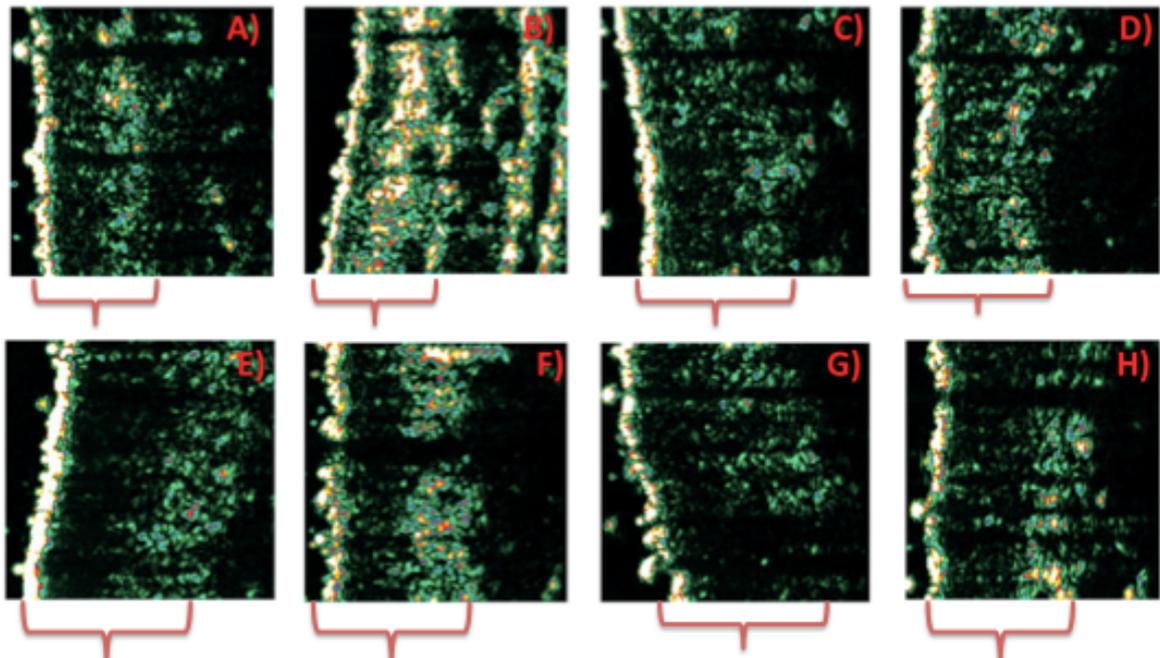
**Figura 33:** Espessura da derme nas regiões frontal, malar, nasolabial e periorbital nos grupos de pele normal/seca (grupo 1) e pele oleosa (grupo 2). Diferença significativa (\* $P < 0.05$ ) entre os grupos de estudo.



**Figura 34:** Razão de ecogenicidade nas regiões frontal, malar, nasolabial e periorbital nos grupos de pele normal/seca e oleosa. Diferença significativa ( $*p < 0,05$ ) entre os grupos.



**Figura 35:** Imagens ilustrativas da ecogenicidade da derme de duas participantes nas regiões frontal, periorbital, malar e nasolabial, respectivamente. Imagens A; B; C; D são de uma participante no grupo 1 e imagens E; F; G; H de uma participante no grupo 2. Escala de cores da ecogenicidade: branco > amarelo > vermelho > verde > azul > preto.

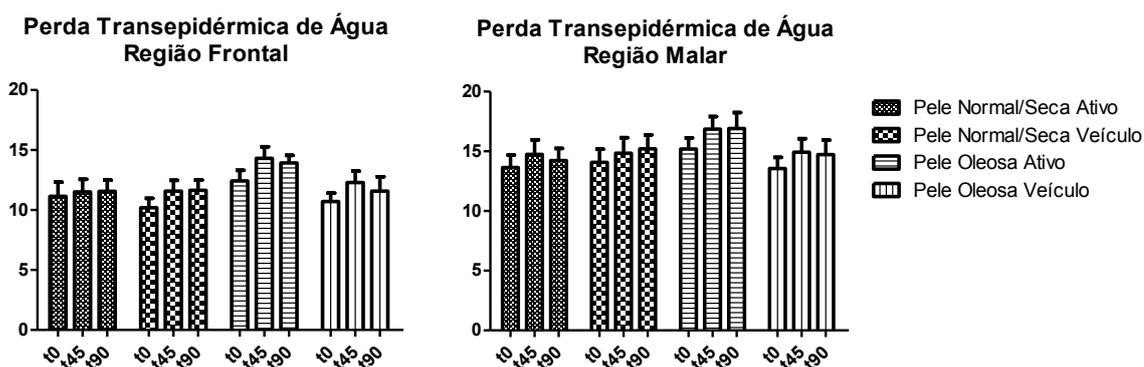


## 6.7 AVALIAÇÃO DOS EFEITOS EM LONGO PRAZO – 90 DIAS

### 6.7.1 Perda transepidérmica de água

Após 45 e 90 dias de tratamento com as formulações desenvolvidas, não foram observadas diferenças significativas nos valores de TEWL em todos os grupos de estudo quando comparados com os valores basais (figura 36).

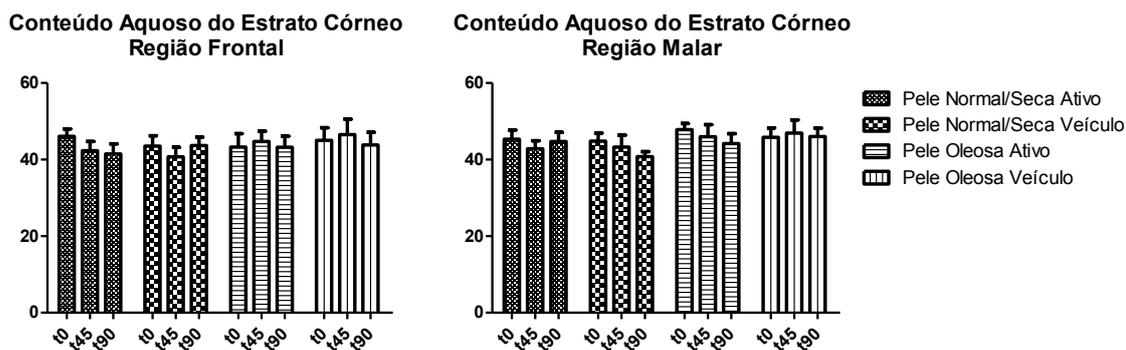
**Figura 36:** Perda transepidérmica de água (TEWL) nas regiões frontal e malar da face após 45 e 90 dias de tratamento nos grupos de pele normal/seca e de pele oleosa.



### 6.7.2 Conteúdo aquoso do estrato córneo

No parâmetro de conteúdo aquoso do estrato córneo, também não foram notadas diferenças significativas entre os grupos, mantendo valores próximos dos basais (figura 37).

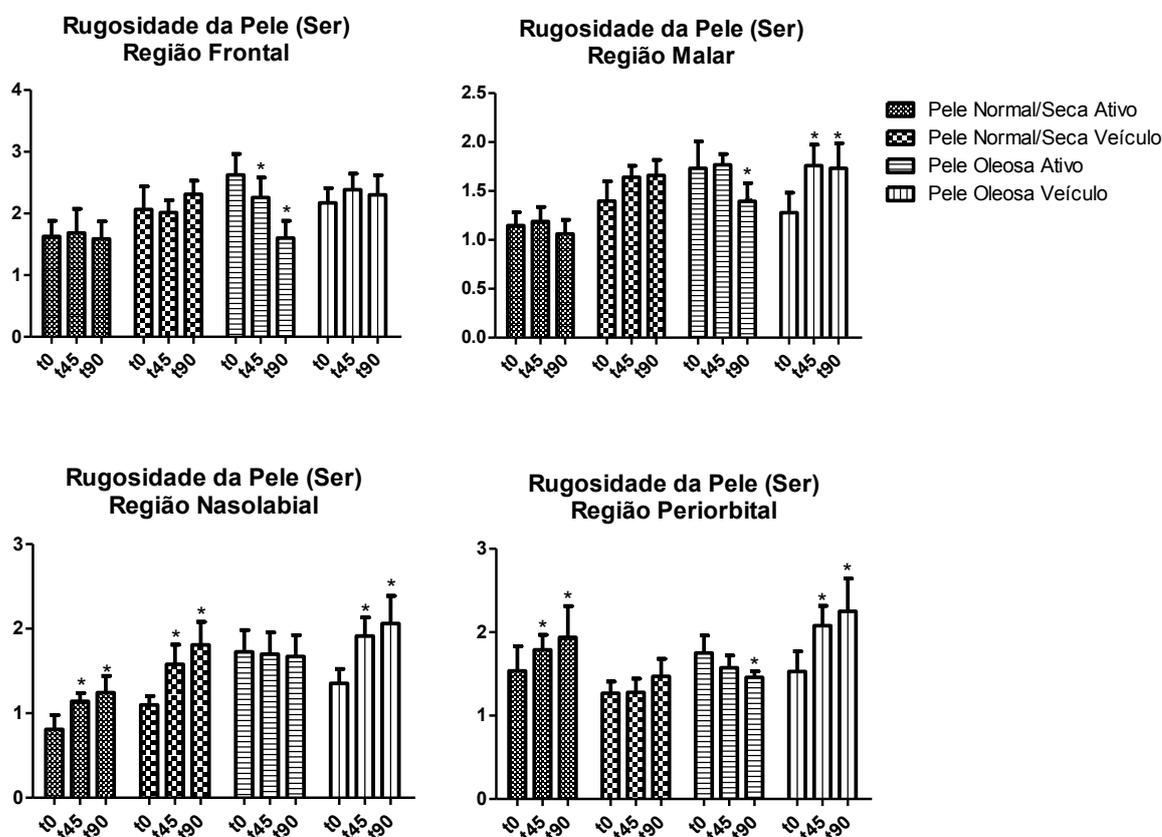
**Figura 37:** Conteúdo Aquoso do Estrato Córneo nas regiões frontal e malar após 45 e 90 dias de tratamento nos grupos pele normal/seca (S1) e de pele oleosa (O1).



### 6.7.3 Avaliação do microrrelevo cutâneo

No estudo do microrrelevo cutâneo, foi possível notar diferenças significativas no parâmetros da rugosidade da pele (SER) (figura 38), que na região frontal ocorreu uma melhora (diminuição) no grupo de pele oleosa com o tratamento completo após 45 e 90 dias, na região malar, uma diminuição no grupo de pele oleosa tratamento após 90 dias e um aumento no grupo de pele oleosa veículo em ambos tempos de estudo, na região nasolabial, um aumento em ambas regiões de pele normal/seca e no veículo de pele oleosa após 45 e 90 dias e na periorbital, um aumento nas regiões de tratamento de pele normal/seca após 45 e e 90 dias e veículo da oleosa e uma diminuição no tratamento da oleosa ao final do estudo.

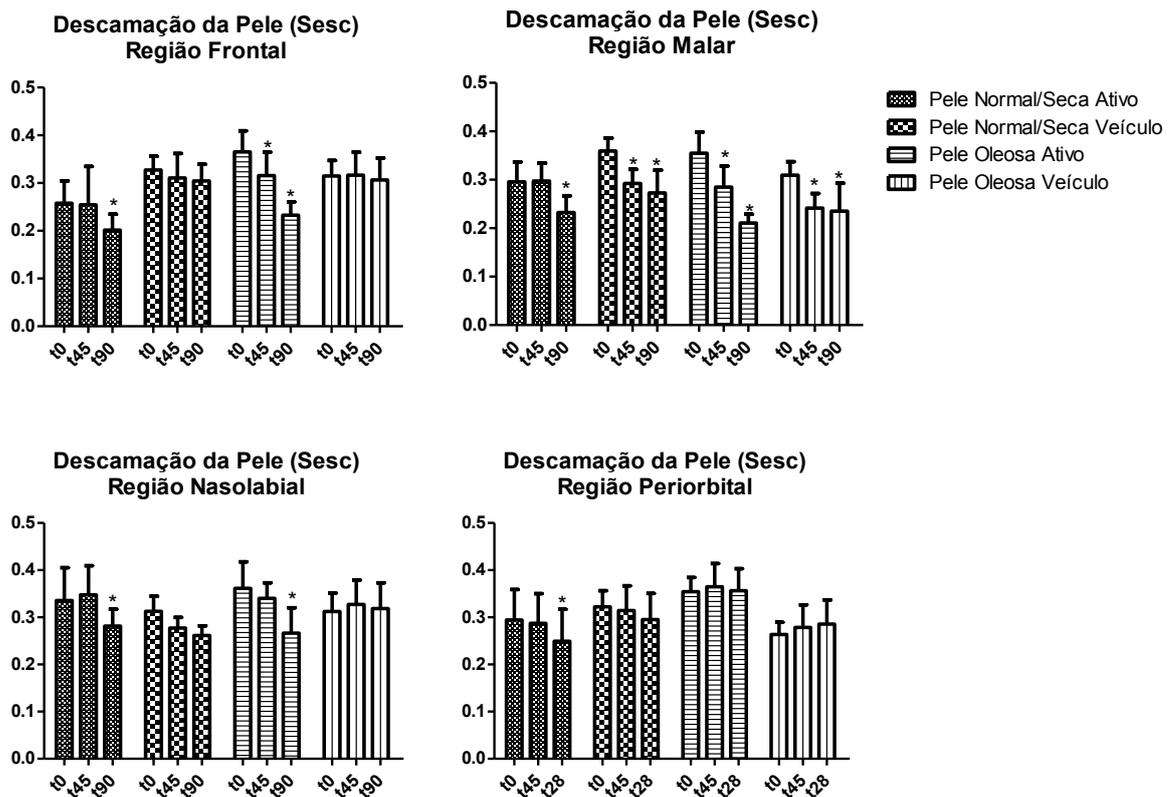
**Figura 38:** Rugosidade da pele (SER) nas regiões frontal, malar, nasolabial e periorbital após 45 e 90 dias de tratamento nos grupos pele normal/seca e de pele oleosa \* Diferença significativa em relação à medida inicial (basal) ( $p < 0.05$ ).



No parâmetro de descamação da pele (SESC) (figura 39), foi possível notar diferenças significativas nas regiões de estudo. Nas regiões frontal e nasolabial, uma diminuição do

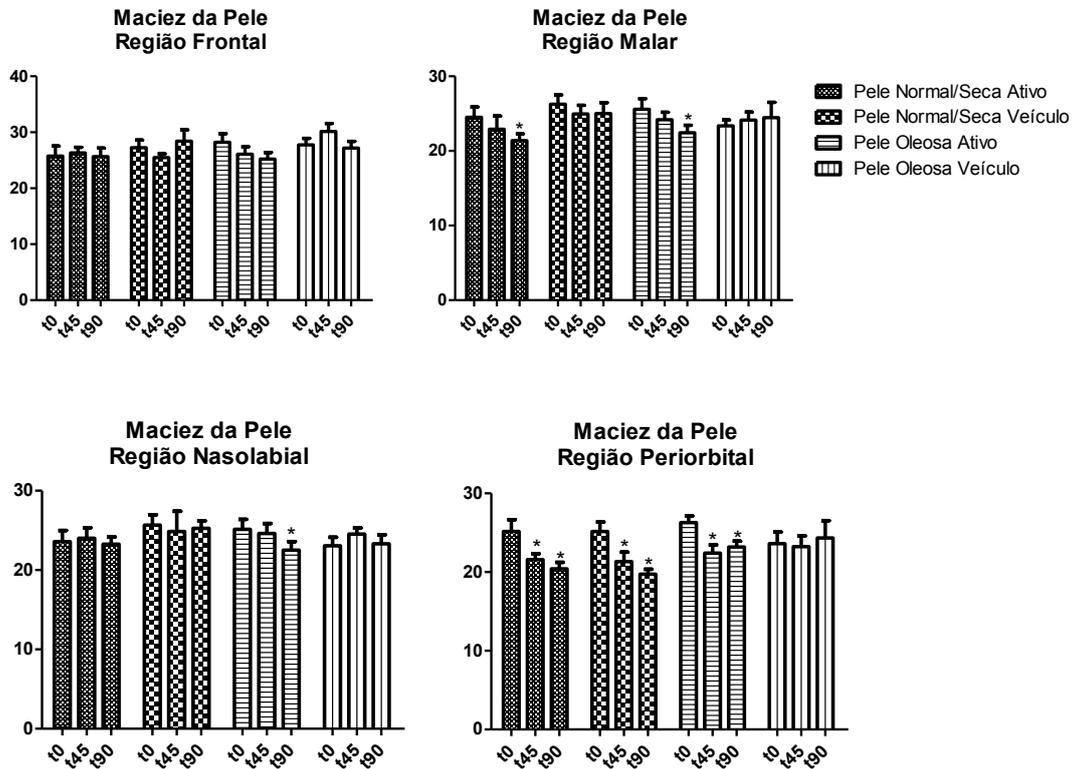
parâmetro, ou seja, melhora, ocorreu em ambos grupos de participantes recebendo as formulações acrescidas das substâncias ativas em estudo. Na região malar, essa diminuição ocorreu em todos os grupos participantes e na periorbital, apenas no grupo de pele normal/seca com o tratamento e após 90 dias de uso.

**Figura 39:** Descamação da pele (SESC) nas regiões frontal, malar, nasolabial e periorbital após 45 e 90 dias de tratamento nos grupos pele normal/seca e de pele oleosa \* Diferença significativa em relação à medida inicial (basal) ( $p < 0.05$ ).



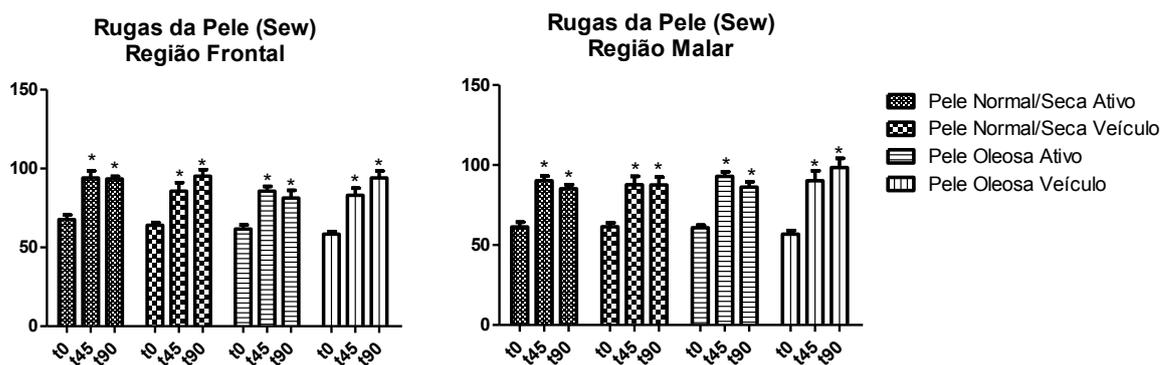
Para o parâmetro de maciez da pele (SESM) (figura 40), foram notadas diminuições significativas em diversos grupos de estudo, como os dois grupos de tratamento na região malar, no grupo de pele oleosa ativo e na região nasolabial após 90 dias de uso e nos dois de pele normal/seca e no de tratamento de pele oleosa na região periorbital após 45 e 90 dias.

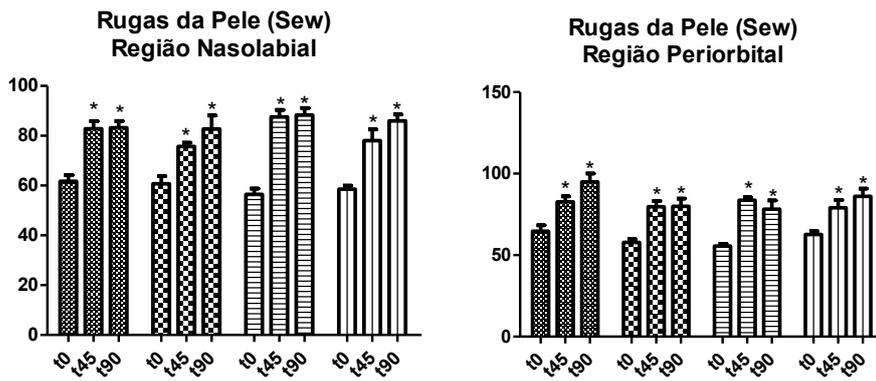
**Figura 40:** Maciez da pele (SESM) nas regiões frontal, malar, nasolabial e periorbital após 45 e 90 dias de tratamento nos grupos pele normal/seca e de pele oleosa \* Diferença significativa em relação à medida inicial (basal) ( $p < 0.05$ ).



Por fim, no parâmetro de rugas da pele (SEW) (figura 41), aumentos significativos foram notados em todas as regiões, grupos de estudo e tempos.

**Figura 41:** Rugas da pele (SEW) nas regiões frontal, malar, nasolabial e periorbital após 45 e 90 dias de tratamento nos grupos pele normal/seca e de pele oleosa \* Diferença significativa em relação à medida inicial (basal) ( $p < 0.05$ ).

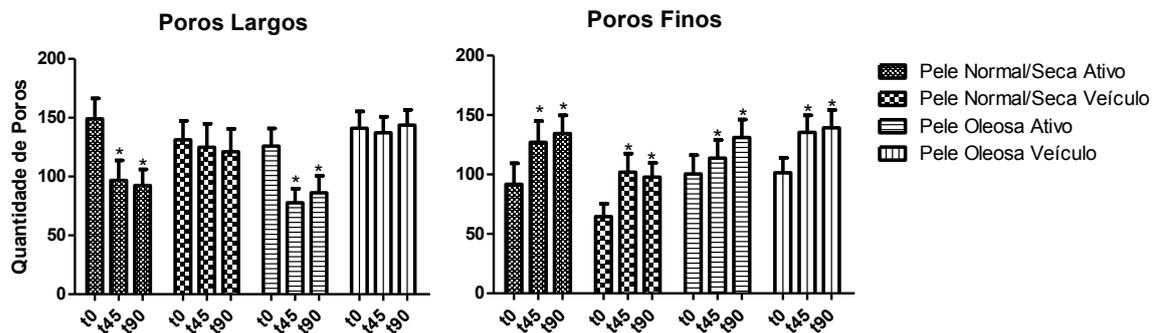




#### 6.7.4 Quantificação de poros por imagens de alta resolução

Na análise de quantificação de poros na região malar da face, foi notada um diminuição significativa de poros largos em ambos os grupos utilizando a formulação com as substâncias ativas em estudo em todos os tempos de estudo e um aumento significativo de poros finos em todos os grupos após 45 e 90 dias de uso (figura 42).

**Figura 42:** Poros largos e finos na região malar após 45 e 90 dias de tratamento nos grupos pele normal/seca e de pele oleosa.

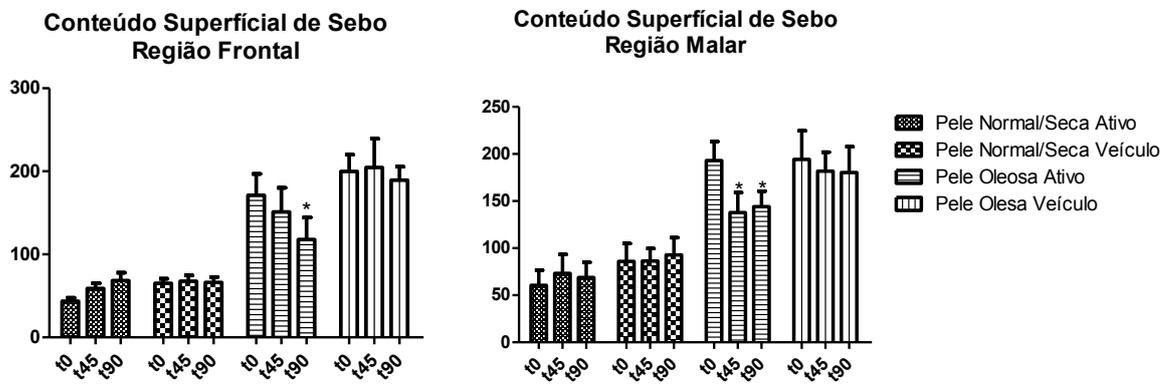


#### 6.7.5 Conteúdo de sebo superficial e no infundíbulo da pele

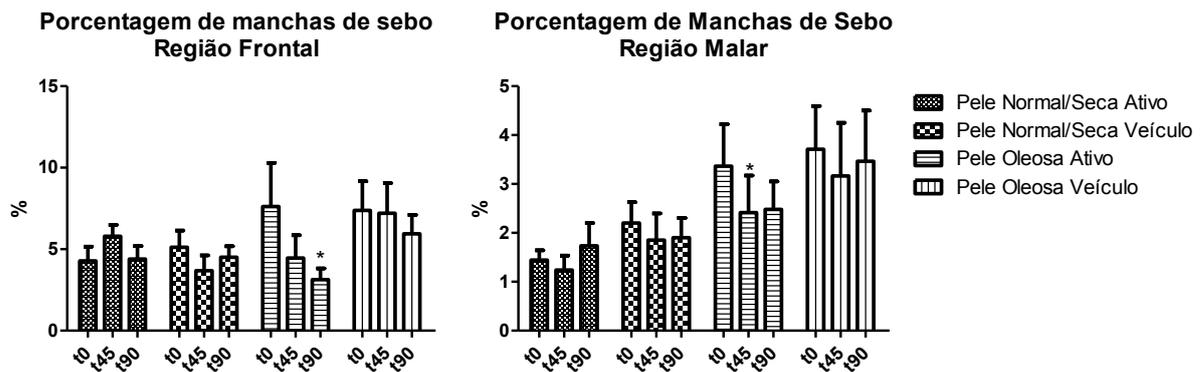
Na análise do conteúdo de sebo superficial, foi observada uma diminuição significativa apenas no grupo de pele oleosa tratamento completo após 90 dias de tratamento na região frontal e após 45 e 90 dias na malar (figura 43). Esse comportamento foi observado em todos os outros parâmetros relacionados a oleosidade da pele, sendo que na porcentagem

de manchas de sebo ocorreu após 90 dias na região frontal (figura 44) e 45 dias na malar e na área coberta por sebo, após 45 e 90 dias na frontal e após 90 dias na malar (figura 45).

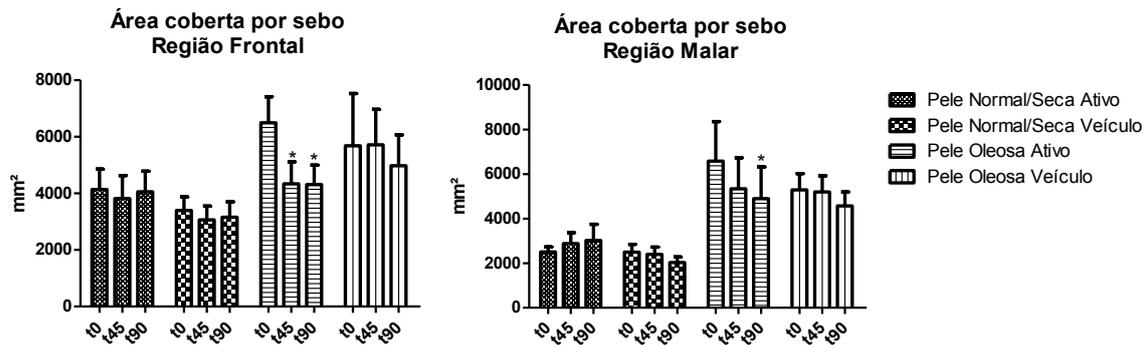
**Figura 43:** Conteúdo superficial de sebo nas regiões frontal e malar após 45 e 90 dias de tratamento nos grupos pele normal/seca e de pele oleosa.



**Figura 44:** Porcentagem de manchas de sebo nas regiões frontal e malar após 45 e 90 dias de tratamento nos grupos pele normal/seca e de pele oleosa.



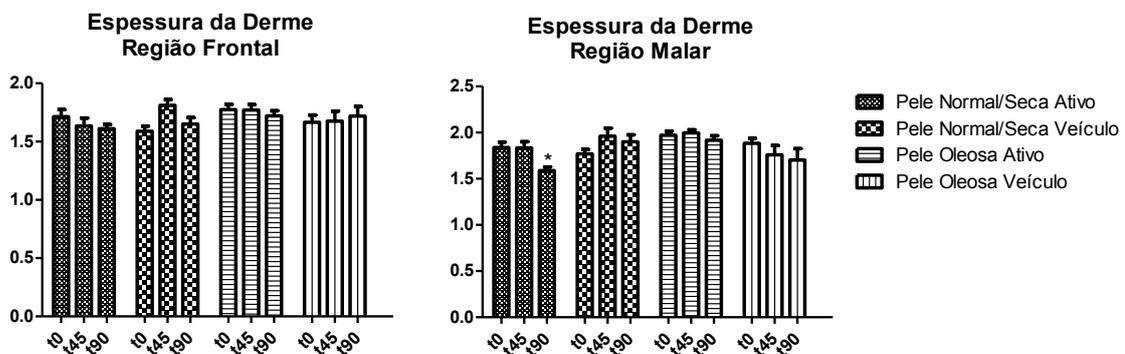
**Figura 45:** Área coberta por sebo nas regiões frontal e malar após 45 e 90 dias de tratamento nos grupos pele normal/seca e de pele oleosa.

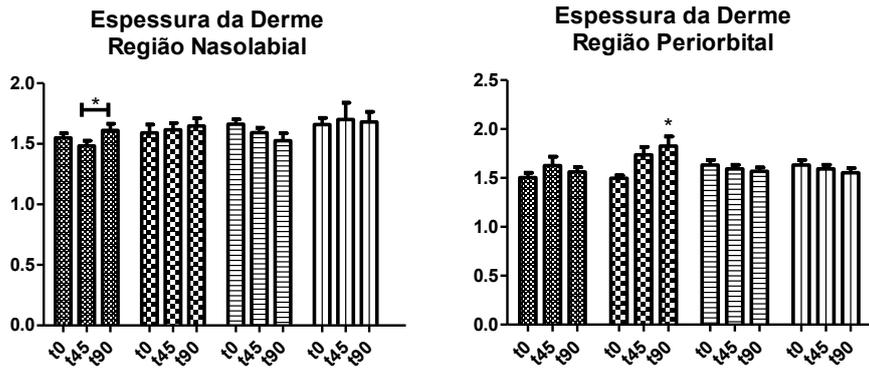


### 6.7.6 Ecogenicidade e espessura da derme

Após a análise dos grupos de estudo com o ultrassom de alta frequência, foi possível observar uma diminuição significativa na espessura da derme na região malar do grupo de pele normal/seca com adição das substâncias ativas após 90 dias de tratamento. Além disso, um aumento significativo entre o tempo 45 e 90 deste mesmo grupo na região nasolabial também ocorreu. No grupo veículo de pele normal/seca, um aumento significativo na espessura foi notado (figura 46).

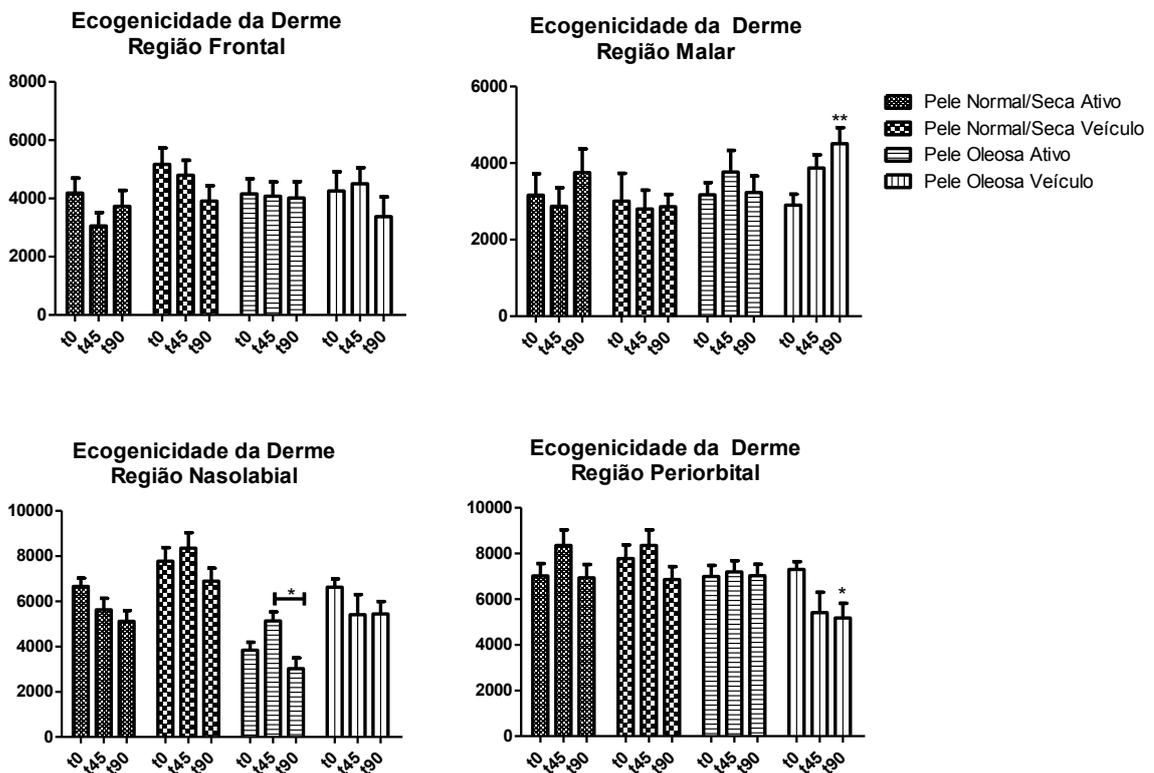
**Figura 46:** Espessura da derme nas regiões frontal, malar, nasolabial e periorbital após 45 e 90 dias de tratamento nos grupos pele normal/seca e de pele oleosa \* Diferença significativa em relação à medida inicial (basal) ( $p < 0.05$ ).





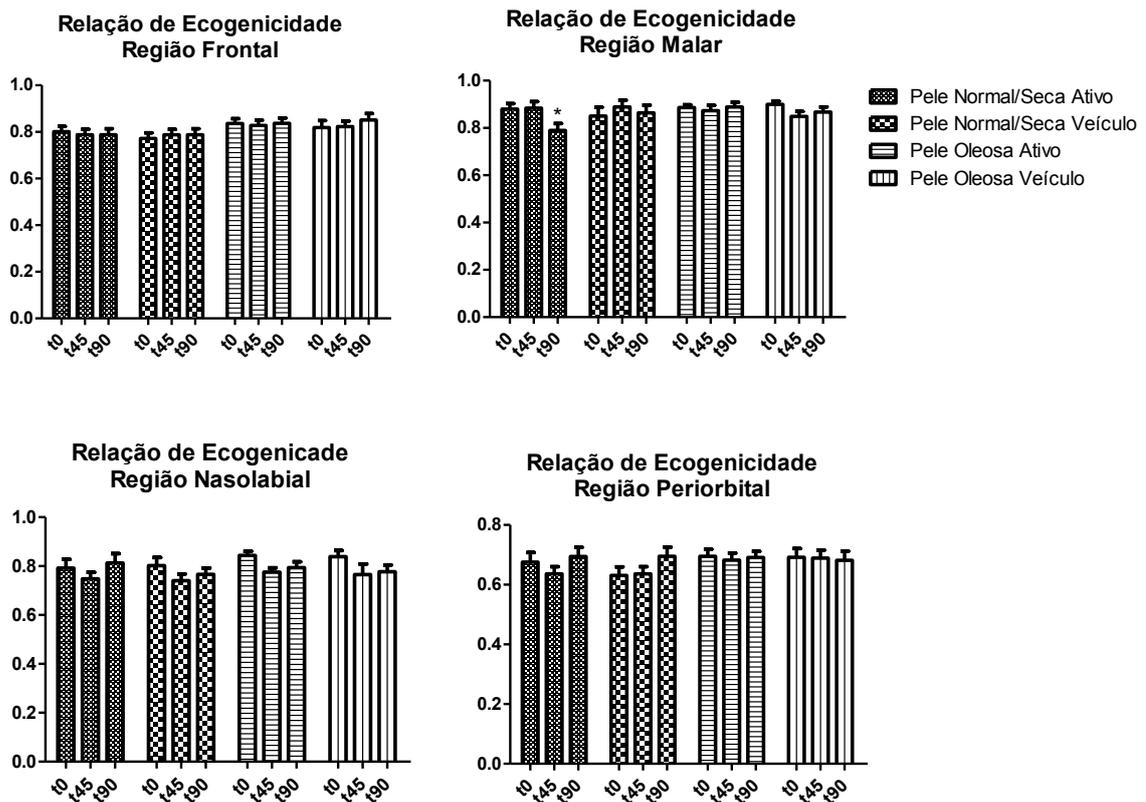
No parâmetro de ecogenicidade da derme, foi possível notar um aumento significativo após 90 dias de tratamento no grupo de pele oleosa veículo na região malar, uma diminuição significativa entre os tempos 45 e 90 do grupo pele oleosa ativo na região nasolabial e uma diminuição no grupo de pele oleosa veículo após 90 dias de uso (figura 47).

**Figura 47:** Ecogenicidade (absoluta) da derme nas regiões frontal, malar, nasolabial e periorbital após 45 e 90 dias de tratamento nos grupos pele normal/seca e de pele oleosa \*  
Diferença significativa em relação à medida inicial (basal) ( $p < 0.05$ ).

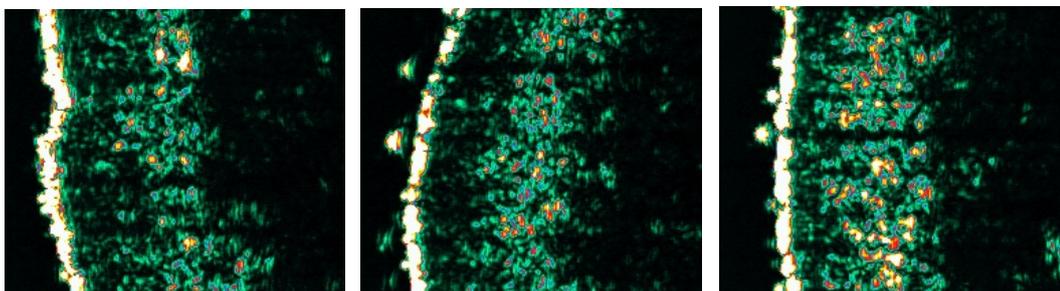


No parâmetro da relação da ecogenicidade da derme, houve uma tendência geral de manutenção dos valores basais, sendo que uma diminuição significativa foi observada somente após 90 dias de tratamento na região malar do grupo de pele normal/seca (figura 48). Essa diferença está ilustrada por imagens de ultrassom na figura 49.

**Figura 48:** Relação de Ecogenicidade da Derme nas regiões frontal, malar, nasolabial e periorbital após 45 e 90 dias de tratamento nos grupos pele normal/seca e de pele oleosa \*  
Diferença significativa em relação à medida inicial (basal) e 45 dias ( $p < 0.05$ ).



**Figura 49:** Imagens ilustrativas de ultrassom de uma participante no grupo de pele normal/seca na região malar da face antes (basal) e após 45 e 90 dias de tratamento. Escala de cores da ecogenicidade: branco > amarelo > vermelho > verde > azul > preto. Pixels claros indicam alta ecogenicidade e escuros (segmentados), baixa.

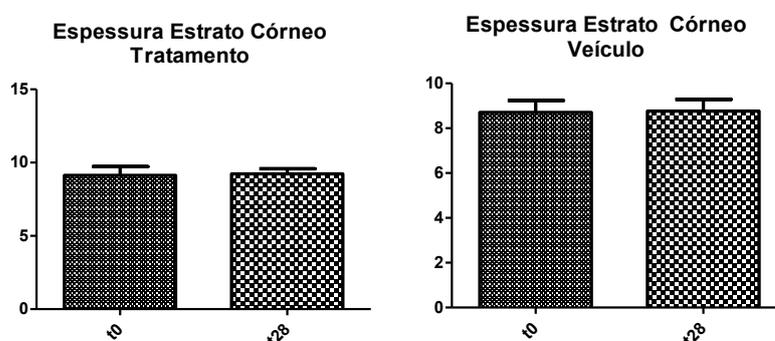


## 6.8 AVALIAÇÃO DOS EFEITOS A CURTO PRAZO – 28 DIAS

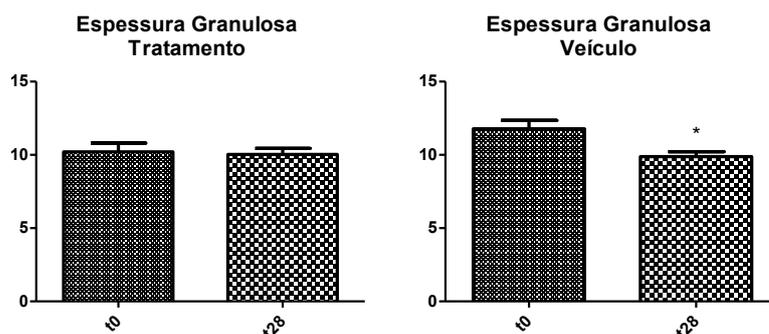
### 6.8.1 Características estruturais e morfológicas da epiderme

Nesse estudo, não foram percebidas diferenças significativas na espessura do estrato córneo (figura 50), porém, notada uma diminuição significativa nos parâmetros de espessura da camada granulosa e espessura mínima da epiderme no grupo veículo após 28 dias de tratamento (figura 51). Além disso, também foi notado um aumento na profundidade das papilas dérmicas apenas no grupo que recebeu o produto com as substâncias ativas em estudo (figura 52) e uma diminuição da espessura mínima da epiderme após tratamento com a formulação veículo (figura 53). Não foram notadas diferenças significativas nos parâmetros de espessura máxima e média da epiderme (figuras 54 e 55).

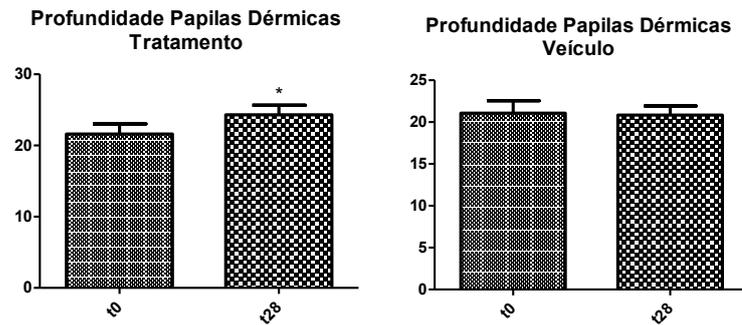
**Figura 50:** Espessura do Estrato Córneo na região periorbital após 28 dias de tratamento com a formulação teste e veículo



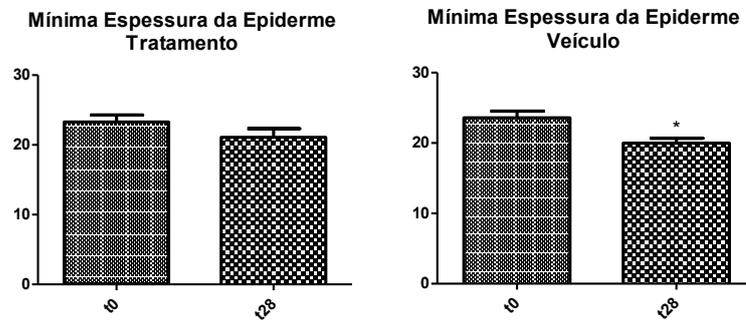
**Figura 51:** Espessura da camada granulosa da epiderme na região periorbital após 28 dias de tratamento com a formulação teste e veículo



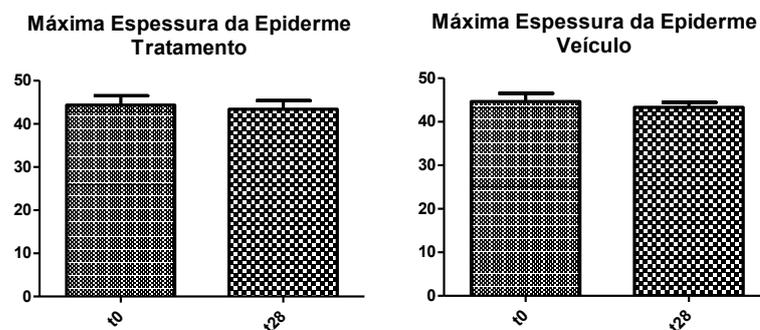
**Figura 52:** Profundidade das papilas dérmicas na região periorbital após 28 dias de tratamento com a formulação teste e veículo



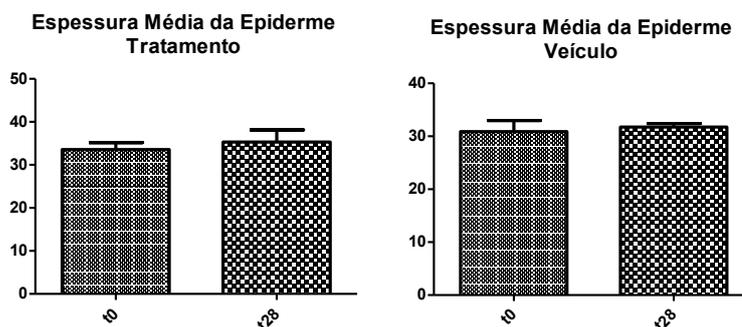
**Figura 53:** Espessura mínima da epiderme na região periorbital após 28 dias de tratamento com a formulação teste e veículo



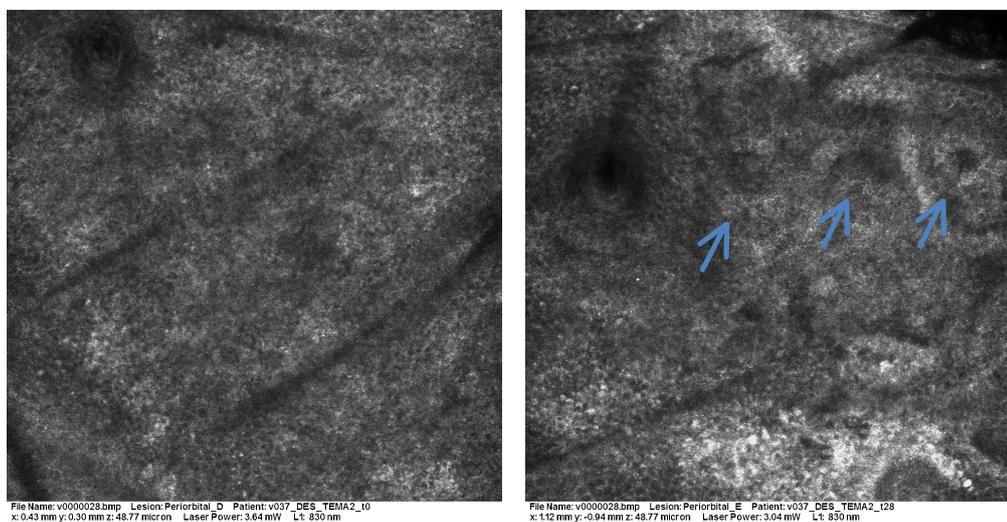
**Figura 54:** Espessura máxima da epiderme na região periorbital após 28 dias de tratamento com a formulação teste e veículo



**Figura 55:** Espessura média da epiderme na região periorbital após 28 dias de tratamento com a formulação teste e veículo



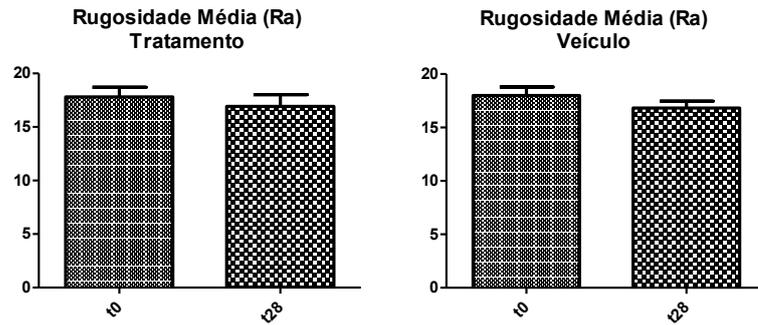
**Figura 56:** Imagens obtidas na microscopia confocal de reflectância a laser na região periorbital após antes e 28 dias de tratamento com a formulação com as substâncias ativas. Setas indicam papilas dérmicas encontradas na região da camada basal.



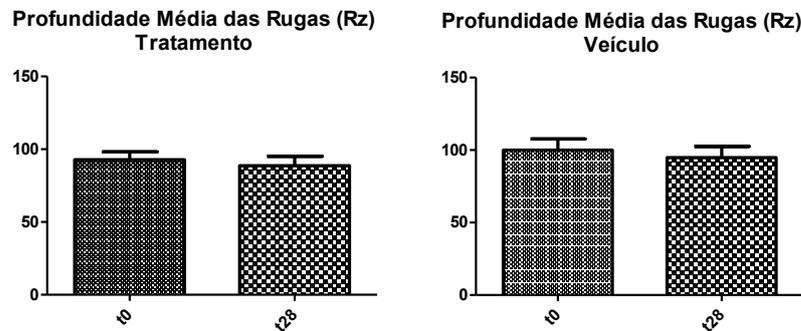
### 6.8.2 Avaliação tridimensional do relevo cutâneo

Não foram notadas diferenças significativas entre todos os parâmetros desta análise em ambos os grupos (tratamento e veículo) após 28 dias de uso do produto em estudo (figuras 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63).

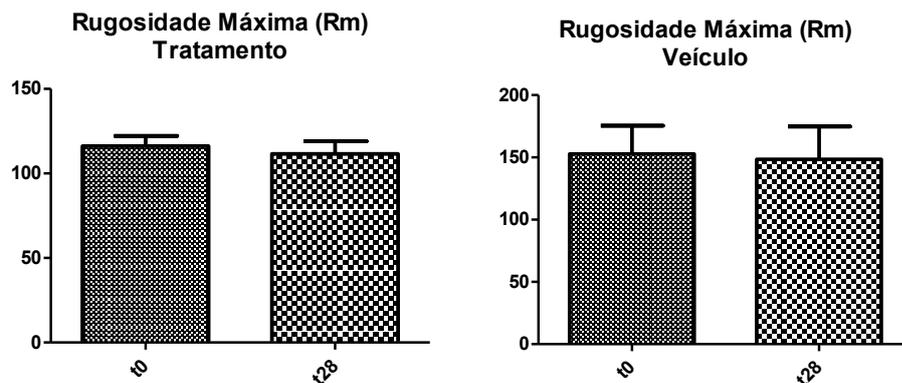
**Figura 57:** Rugosidade Média (Ra) na região periorbital após 28 dias de tratamento com a formulação teste e veículo



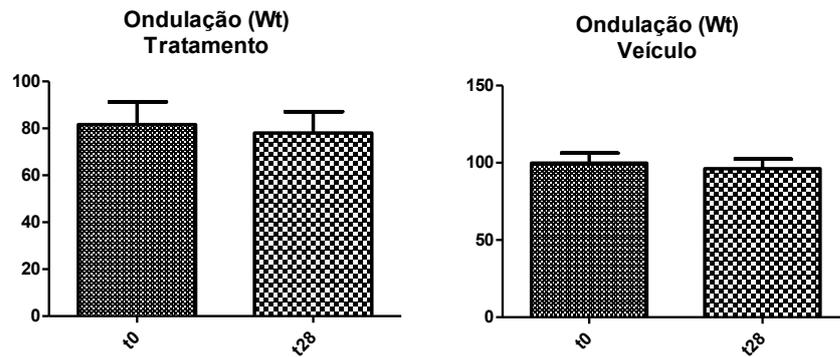
**Figura 58:** Profundidade Média das Rugas (Rz) na região periorbital após 28 dias de tratamento com a formulação teste e veículo



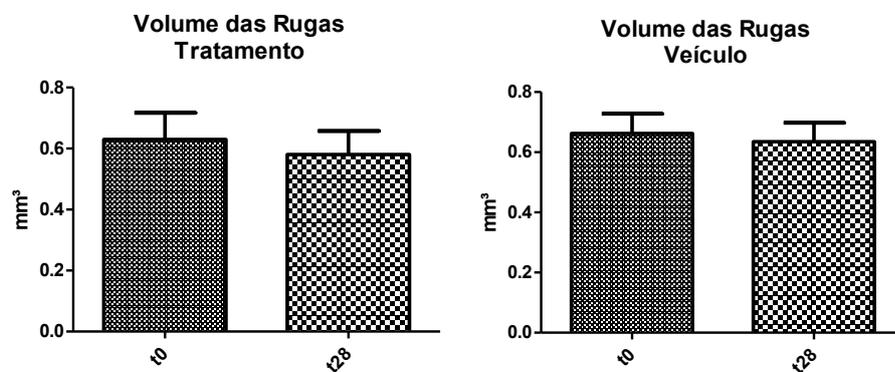
**Figura 59:** Rugosidade Máxima (Rm) na região periorbital após 28 dias de tratamento com a formulação teste e veículo



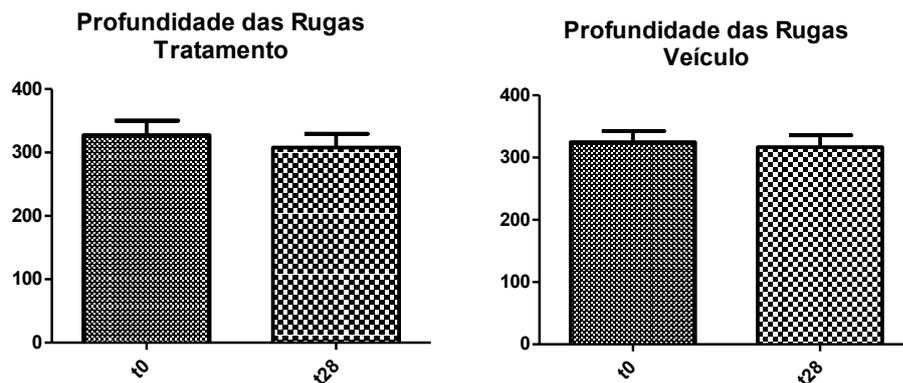
**Figura 60:** Ondulação (Wt) na região periorbital após 28 dias de tratamento com a formulação teste e veículo



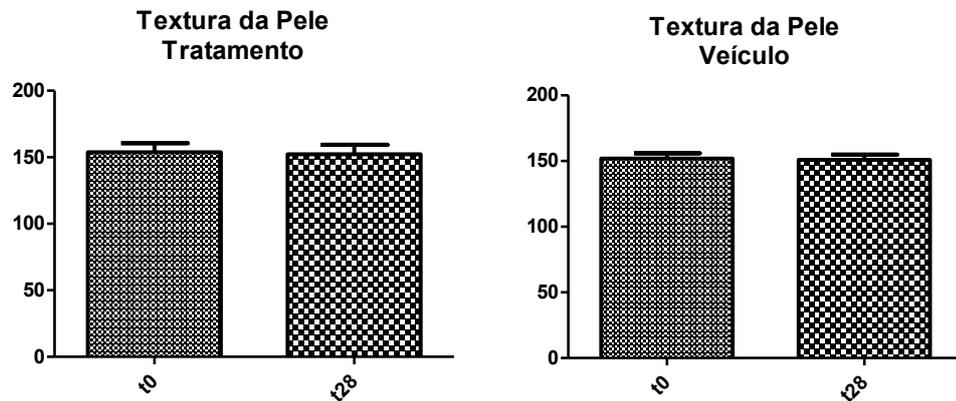
**Figura 61:** Volume das Rugas na região periorbital após 28 dias de tratamento com a formulação teste e veículo



**Figura 62:** Profundidade das Rugas na região periorbital após 28 dias de tratamento com a formulação teste e veículo



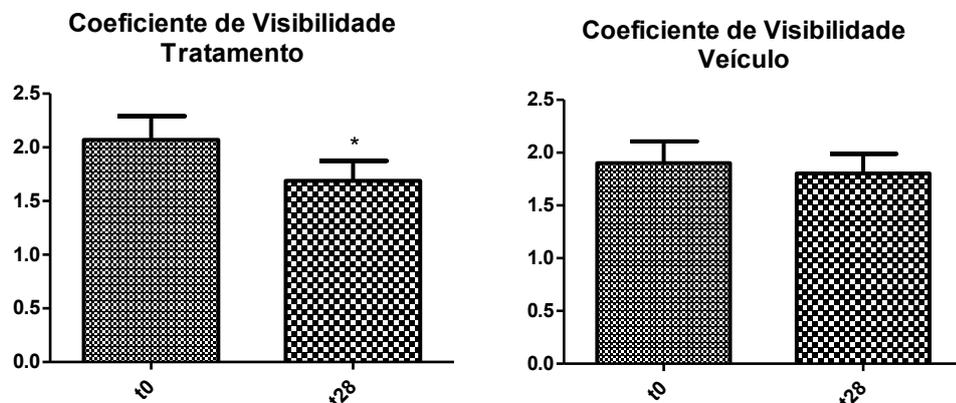
**Figura 63:** Textura da Pele na região periorbital após 28 dias de tratamento com a formulação teste e veículo



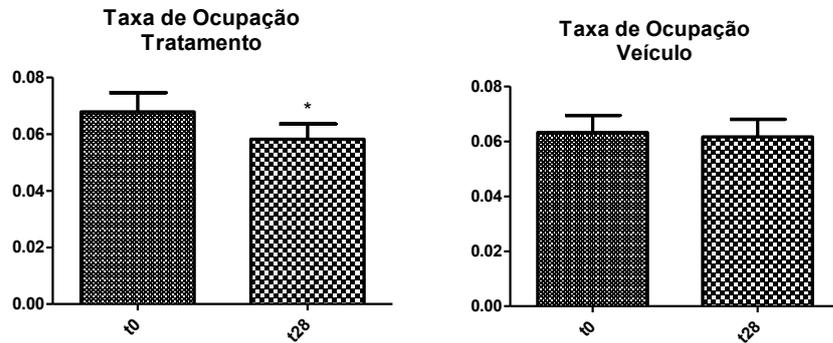
### 6.8.3 Análise de rugas e brilho da pele (relacionado à oleosidade) por fotografias digitais.

Nesta análise, foi possível observar diferenças significativas no parâmetro de coeficiente de visibilidade (figura 64), taxa de ocupação (figura 65), brilho (figura 66) e superfície da pele após 28 dias de tratamento com a formulação acrescida das substâncias ativas. O mesmo comportamento não foi observado no grupo veículo.

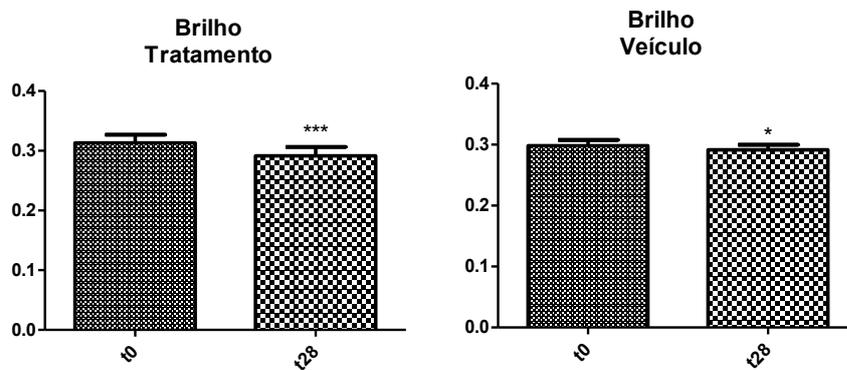
**Figura 64:** Coeficiente de Visibilidade na região periorbital após 28 dias de tratamento com a formulação teste e veículo \* Diferença significativa em relação à medida inicial (basal) ( $p < 0.05$ ).



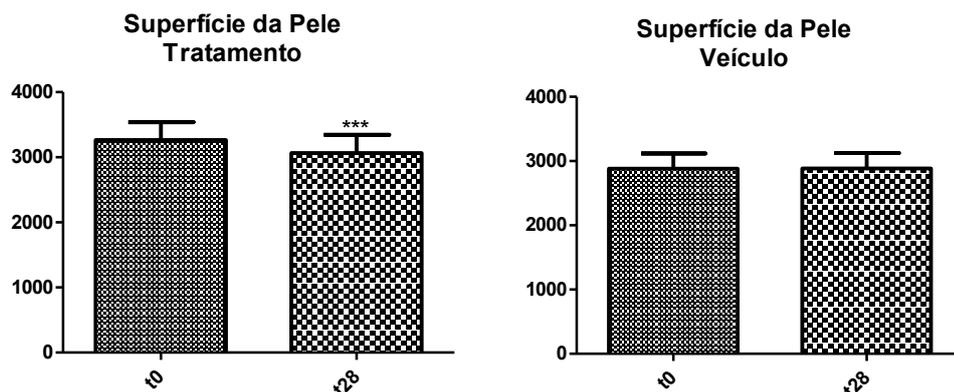
**Figura 65:** Taxa de Ocupação na região periorbital após 28 dias de tratamento com a formulação teste e veículo \* Diferença significativa em relação à medida inicial (basal) ( $p < 0.05$ ).



**Figura 66:** Brilho na região Malar após 28 dias de tratamento com a formulação teste e veículo. \*\*\* Diferença significativa em relação à medida inicial (basal) ( $p < 0.0001$ ).  
\* Diferença significativa em relação à medida inicial (basal) ( $p < 0.05$ ).



**Figura 67:** Superfície da Pele na região Malar após 28 dias de tratamento com a formulação teste e veículo \*\*\* Diferença significativa em relação à medida inicial (basal) ( $p < 0.0001$ ).



## 7. DISCUSSÃO

---

O envelhecimento intrínseco e, principalmente extrínseco, provoca alterações visíveis na pele madura e também em outros grupos de idade, onde a pele e cabelos podem sofrer alterações pelas condições climáticas, sobretudo pela radiação solar. Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo conhecer e descrever o envelhecimento na pele madura oleosa e o desenvolvimento de formulações dermocosméticas estáveis e eficazes para a melhora destas características.

O projeto foi iniciado pela etapa de desenvolvimento de formulações, que é extremamente importante, uma vez que a pesquisa detalhada e a escolha criteriosa de matérias-primas levam à obtenção do produto planejado. Deve-se levar em consideração fatores como o pH de estabilidade dos princípios ativos, pH da pele, características sensoriais (uma vez que um sensorial desagradável pode prejudicar a adesão ao tratamento), interações entre as substâncias ativas da formulação e a seleção de matérias-primas biocompatíveis com o tipo de pele em estudo. As matérias-primas podem acrescentar ao produto final características específicas, tanto em termos tecnológicos quanto para aumentar a eficácia do produto na pele.

Assim, considerando a importância da pesquisa e do conhecimento das propriedades químico-físicas da formulação desenvolvida, estudos de análise de estabilidade e caracterização da textura dos cosméticos desenvolvidos são realizados para garantir um produto seguro, estável e com seus efeitos clinicamente comprovados.

Para o desenvolvimento das formulações, foi utilizado o emulsificante Behenyl Alcohol, Stearyl Alcohol, PEG-20 Phytosterol, Cetyl Alcohol, Phytosterols, Glyceryl Stearate, Hydrogenated Lecithin, Caprylic/Capric Triglyceride, sendo que este é conhecido na literatura por ser estável e por conter alguns componentes similares à estrutura da pele humana, agindo também na melhora da função da barreira (NIKKOL, 2013). Esta base foi escolhida após estudo das possibilidades existentes no mercado atual e literatura técnica, trazendo tecnologia em um veículo de alta qualidade, onde todos os diferentes ativos em estudo poderiam ser adicionados sem prejudicar a estabilidade do mesmo. Assim, após uma adaptação nos emolientes a serem utilizados, visando à obtenção do melhor sensorial possível, a formulação veículo (denominada de V1) do estudo foi definida e esta foi levada aos outros testes propostos. A partir disso, os ingredientes ativos foram adicionados, sendo que para a formulação do grupo de pele oleosa, foram adicionados os ativos *Spirulina*, extrato de lentilha, extrato de Tara com a alga vermelha *Kappaphycus alvarezii* e Tetraisopalmitato de Ascorbila. Para a formulação de pele normal à seca, os mesmos ativos foram adicionados, com exceção do extrato de lentilha, que foi escolhido pelas propriedades antioleosidade e para diminuição de poros.

A seguir, a etapa de desenvolvimento foi complementada pelos testes de estabilidade, onde os resultados mostraram que as formulações permaneceram estáveis nos testes de centrifugação e na análise das características organolépticas durante o tempo de estudo na temperatura ambiente, 37°C e 45°C. Além disso, as formulações objeto de estudo mantiveram-se dentro da faixa de pH 5,5 a 6,0, considerada compatível para a pele (LEONARDI; GASPAR; MAIA CAMPOS, 2002).

O estudo de comportamento reológico de formulações cosméticas tem grande importância na área, uma vez que possibilita a análise das propriedades físicas ao longo de determinado período de tempo e em diferentes temperaturas (MAIA CAMPOS, et al., 2012).

Com base nos resultados obtidos, foi possível notar que as formulações desenvolvidas foram estáveis frente ao estresse físico. Entretanto, a formulação S1, se mostrou com diferenças na sua estabilidade geral quando comparada com a formulação O1. Isso pode ser explicado pela sinergia do extrato de lentilha da formulação O1 com os outros ativos, sendo rico em oligossacarídeos, os quais podem ajudar na estabilidade da formulação. As formulações apresentaram sinais de instabilidade após 21 dias de estocagem nas temperaturas de estudo. Esse fenômeno pode ser explicado por uma possível perda de água da formulação ao longo do tempo de análise. Porém, esta instabilidade foi superada até o tempo final de análise e as formulações foram, portanto, consideradas estáveis após 3 meses de armazenamento. Além disso, a formulação veículo na temperatura de 45°C ficou mais estável, sugerindo que ocorreu uma melhor organização das estruturas das gotículas da emulsão, resultando no aumento da estabilidade (FRANZOL & REZENDE, 2015).

Podemos também estudar outras variáveis do estudo reológico, dentre elas, a viscosidade mínima aparente, que é considerada a medida da resistência de um material ao fluxo, sendo que quanto maior a viscosidade, maior é a resistência, podendo apresentar maiores instabilidades físicas (MAIA CAMPOS & GIANETI, 2012). No presente estudo, apesar de algumas variações entre os tempos de estudo, não foram notadas diferenças significativas entre o tempo inicial ( $t_0$ ) e final ( $t_{84}$ ) e as diversas temperaturas, mostrando que ao final do estudo, as formulações apresentaram estabilidade.

A análise do índice de fluxo corresponde ao comportamento de fluxo da formulação e a taxa de deformação e a de consistência, o grau de resistência do fluido ao escoamento (KIM, et al., 2003). Com esses resultados foi possível concluir que a presença do extrato de lentilha auxiliou na estabilidade tanto da formulação veículo, quanto na de pele oleosa, evitando instabilidades entre o tempo inicial e o final. Apesar disso, todas as formulações desenvolvidas apresentaram um índice de fluxo menor que 1, sendo caracterizadas assim, com um comportamento pseudoplástico não-newtoniano, que são fatores desejados em formulações cosméticas pois podem facilitar sua aplicação e espalhamento, levando a um sensorial mais agradável. Também foi possível observar que as formulações apresentaram também área de histerese/tixotropia, uma característica natural de formulações pseudoplásticas e adequadas em determinados produtos cosméticos, pois normalmente influenciam a estabilidade e facilitam a aplicação do produto, indicando a variação reversível da viscosidade com o tempo (GASPAR & MAIA CAMPOS, 2003; SOUZA, 2017).

Além da análise do comportamento reológico, a análise de textura pode ser considerada uma ferramenta de grande importância para a obtenção de formulações de alto desempenho, principalmente em relação ao sensorial (SAMSON et al., 2016).

No presente estudo, comparando as três formulações desenvolvidas, podemos notar que a adição de ativos nas formulações S01 e O01 alterou significativamente as propriedades de Firmeza, Consistência e Coesividade das formulações no teste de espalhabilidade. A composição aquosa dos extratos pode interferir na estrutura das formulações, causando a perda de propriedades relacionadas à viscosidade das formulações. O resultado obtido para os valores de índice de viscosidade oriundos da análise reológica demonstram que a adição de ativos influenciou igualmente essa propriedade.

A análise do trabalho de cisalhamento do teste de textura demonstra que a perda de viscosidade causada pela adição dos ativos teve como consequência um menor trabalho de

cisalhamento que se correlaciona com a característica de espalhabilidade no sensorial das formulações. Podemos justificar estas alterações químicas e físicas pelo aumento da quantidade de componentes aquosos em uma formulação, onde há um rearranjo da estrutura da emulsão.

Além das análises de textura e espalhabilidade, a avaliação sensorial é fundamental durante o processo de desenvolvimento de cosméticos, uma vez que a aceitação do mercado consumidor frente às características sensoriais é essencial para a escolha e uso contínuo do produto. Assim, a análise sensorial deste projeto teve como objetivo a caracterização das formulações, auxiliando no processo de escolha do veículo ideal para ser adicionado dos ativos e proceder para a fase clínica.

Os resultados da análise sensorial demonstraram que a formulação V1 foi superior que a V4 nos parâmetros de espalhabilidade, sensação ao toque, oleosidade, maciez, absorção após 5 minutos de aplicação e resíduo branco, sendo assim selecionada como a melhor formulação para prosseguir nos estudos seguintes. Após a adição dos ativos, a análise sensorial mostrou que a formulação S1 foi superior que a O1 nos parâmetros de espalhabilidade, pegajosidade, suavidade, hidratação, absorção após 5 minutos e sensação ao toque, mostrando que a adição do extrato de lentilha interferiu no sensorial do produto, mas ainda mantendo alta aceitação pelo consumidor em todas as formulações.

Correlacionando a análise sensorial com os testes do equipamento Texturômetro, é demonstrado na literatura que formulações mais fluidas tendem a apresentar melhores resultados de textura, sensação ao toque e espalhabilidade, o que está de acordo com os resultados obtidos neste estudo (PARENTE, GÁMBARO, ARES, 2008).

Com as formulações de estudo definidas, foi dado início à primeira etapa clínica deste estudo, que foi a caracterização da pele madura brasileira, em participantes onde ainda persiste a condição de oleosidade na pele, e suas características foram comparadas com as de mulheres na mesma faixa etária, mas com pele normal ou seca em diferentes regiões da face.

Os resultados obtidos mostraram que não existe diferença entre os tipos de pele no parâmetro do conteúdo aquoso do estrato córneo. Em estudos anteriores do nosso grupo de estudo (MERCURIO & MAIA CAMPOS, 2013) com um grupo de participantes mais jovens, os resultados deste parâmetro entre os dois tipos de pele também não mostraram diferentes, apresentando valores considerados normais. Sendo assim, sabendo que o estrato córneo é uma barreira biológica eficiente, protegendo o tecido vivo de perda de água, entre outros fenômenos, apesar de estar na superfície da pele, o conteúdo de sebo não parece influenciar na hidratação cutânea (SAKUMA & MAIBACH, 2012). É importante lembrar que a oleosidade é propriedade das glândulas sebáceas e a hidratação, do estrato córneo, sendo que o conteúdo de água depende das taxas do movimento da mesma para dentro e para fora do tecido e a habilidade do estrato córneo de manter esta água (CHOI, et al., 2005; WIEDERSBERG, 2009). Uma pele hidratada reflete um estrato córneo saudável, sendo resultado de uma interação complexa entre substâncias que retêm água (como aminoácidos produzidos por proteólises de filagrina, que ocorrem durante o seu movimento lento e vertical no estrato córneo), lactato e potássio derivado do suor, assim como lipídeos intracelular, especialmente as ceramidas que compõe a maioria da sua composição, que são essenciais para a função barreira da pele (SAKUMA & MAIBACH, 2012). Com isso, não é correto assumir que uma menor taxa de secreção de sebo é a maior causa para a pele seca, uma vez que este parâmetro

tem pouca influência na hidratação da pele. Além disso, alguns tipos de xerose apresentam uma excreção sebácea em condições normais (SMITH-THIBOUTOT, 2008), sendo incorreto afirmar que o contrário imediato da pele seca é a pele oleosa e que estes depois são dependentes entre si (SAKUMA & MAIBACH, 2012).

A medida da perda transepidérmica de água (TEWL) permite a análise da função barreira da pele, que é uma característica de grande importância na manutenção da saúde da pele, sendo objeto de grande interesse nas áreas dermatológicas e cosméticas (MAIA CAMPOS, et al., 2017). Esta perda acontece naturalmente como parte do metabolismo da pele, quando a epiderme perde o seu conteúdo de água por evaporação, mas pode se tornar um problema quando essa perda de água ocorre mais rápido que a reposição de água no corpo, levando a uma pele desidratada, acentuando as linhas finas e rugas (FARAGE, et al., 2008). Por outro lado, altos valores de TEWL também é comumente observado e correlacionado na literatura com um desbalanço do conteúdo de lipídeos, afetando o manto hidrolipídico e causando este aumento de perda de água (MERCURIO & MAIA CAMPOS, 2013). Esse desequilíbrio também já foi relatado em mudanças no processo de queratinização, que pode danificar a barreira da pele (FARAGE, 2007; YUJI, 2005; KATSUHUA, 2001).

Os dados obtidos no presente estudo mostraram que a região malar apresentou valores superiores de TEWL quando comparada com a região frontal em ambos grupos de estudo e esse resultado está de acordo com outros estudos presentes na literatura. Isso pode ser justificado pelas variações regionais da pele e da estrutura do estrato córneo, como a densidade dos anexos cutâneos, área de corneócitos, espessura do estrato córneo, conteúdo de lipídeos intracelular e fluxo sanguíneo (FUR, et al., 1999).

A combinação de um alto conteúdo de sebo e uma função barreira danificada pode causar condições como dermatite de contato e acne (GLUPTA & BLUHM, 2003). Assim, o uso de formulações hidratantes (com características especiais para cada tipo de pele) pode beneficiar a função barreira da pele, agindo no balanço do manto hidrolipídico e deve ser utilizada com frequência para garantir estes efeitos (MERCURIO, et al., 2015).

Além disso, como esperado, na pele oleosa existe um conteúdo de sebo significativamente maior que a pele normal/seca. O sebo, que é um produto da glândula sebácea e composto por uma mistura de lipídeos, como triglicerídeos, ceras monoésteres, esqualano, lipídeos e em menores quantidades, colesterol, ésteres de colesterol e diglicerídeos, é conhecido por controlar a hidratação e proteger a pele de infecções microbiológicas (LOPEZ, et al., 2006; PAPPAS, et al., 2009; YOUN, et al., 2002). Sua secreção varia dependendo da genética, idade, sexo e variações topográficas da pele. Durante a vida de um indivíduo há diferenças na secreção de sebo, uma vez que mudanças concomitantes na produção endógena andrógena estão presentes. As glândulas sebáceas, que apresentam o seu máximo de produção de secreção e tamanho por volta dos 15 aos 35 anos de idade, começa a diminuir continuamente depois dessa faixa etária. Apesar da diminuição do conteúdo de sebo ao longo dos anos, as glândulas sebáceas ainda estarão grandes, como resultado da diminuição do turnover celular, o que explica a presença de poros largos na pele madura (SAKUMA, 2012). Da mesma maneira, o conteúdo de sebo também pode ser influenciado por mudanças climáticas, já que esse parâmetro aumenta com altas temperaturas, como em países tropicais e durante o verão. Esse aumento é de aproximadamente 10% na

secreção sebácea por cada 1°C (LOPEZ, et al., 2006) e afeta toda população, incluindo indivíduos com pele envelhecida.

Uma diferente análise do conteúdo de sebo é a atividade das glândulas sebáceas, que também foi significativamente maior no grupo de pele oleosa. Esse parâmetro mostra um aumento na porcentagem de manchas na imagem (parte coberta por sebo), sendo que quanto maiores as manchas, maior a atividade das glândulas sebáceas (DOBREV, 2007). Além da diferença significativa entre os grupos de estudo, a região frontal possuía maiores valores de sebo, sendo possível assumir que isto ocorre devido ao fato da região estar na conhecida “Zona T”, que apresenta uma maior distribuição e atividade de glândulas sebáceas. Além disso, estudos anteriores mostraram que há diferença de 1°C na temperatura entre as duas regiões, e como dito anteriormente, uma maior temperatura influencia o aumento de conteúdo de sebo na pele (SAKUMA, 2012; FUR, et al., 1999).

A análise da espessura e ecogenicidade da derme, feita pelo ultrassom de alta frequência mostrou que o grupo de pele oleosa possuía uma derme mais espessa em todas as regiões de estudo e uma ecogenicidade mais baixa, principalmente na região frontal. A espessura da derme sofre alterações durante o envelhecimento cronológico, dependendo do seu conteúdo aquoso, quantidade de fibras de colágeno, substâncias celulares e fluidos intersticiais (EISENBESS, 2001).

O microrrelevo cutâneo e sua análise são de grande importância, uma vez que seus parâmetros estão relacionados com o envelhecimento e textura da pele. O parâmetro de rugosidade da pele foi maior no grupo de pele oleosa em todas as regiões, o que está de acordo com estudos anteriores do nosso grupo de estudos em peles mais jovens, podendo estar relacionadas com a homogeneidade da pele, uma vez que a presença de poros e comedões pode influenciar e causar um aumento de rugosidade (MERCURIO & MAIA CAMPOS, 2013). A análise de rugas da pele mostrou valores muito similares em todas as regiões e grupos. Isso pode ser justificado pelo fato deste parâmetro estar muito relacionado com o envelhecimento da pele e presença de rugas finas, sendo calculado pela proporção horizontal e vertical das rugas (DZWIGALOUSKA, 2013). Normalmente, a pele normal/seca é conhecida por apresentar rugas finais mais aparentes, mas como neste estudo todas as participantes apresentam pele madura, essa característica se apresenta relacionada diretamente com a perda de colágeno e perda transepidérmica de água. Além disso, maiores valores de TEWL levam a menos água retida pelo colágeno na derme, resultando em alterações do colágeno e agravando a presença de linhas finas, que está de acordo com este estudo e outros produzidos anteriormente (DZWIGALOUSKA, 2013).

O conteúdo de poros foi similar aos dois grupos de estudo, sugerindo que durante o envelhecimento a presença e tamanho dos poros não muda, o que justifica a presença dessa estrutura no grupo de pele normal/seca (ROH, 2016).

Kim et al. (KIM, 2013) mostra uma diminuição de elasticidade que pode estar relacionada com o número de poros, sugerindo que há um aumento do tamanho de poros com a diminuição da elasticidade da pele. Esse estudo foi conduzido em pessoas mais jovens, então não há correlação da idade. Além disso, poros largos podem interferir na aplicação de produtos, causando uma aparência não homogênea para a pele do consumidor, que normalmente está à busca de produtos multifuncionais para disfarçar essa característica e tratar ao mesmo tempo.

Por fim, o estudo das variações interindividuais na pele madura mostrou as diferentes características da pele normal/seca e oleosa em termos de conteúdo de sebo, microrrelevo da pele e espessura da derme. Assim, a caracterização da pele de um modo objetivo é muito importante para o desenvolvimento de produtos dermocosméticos que tratem a pele de maneira mais efetiva, com foco no tipo de pele específico. Além disso, técnicas de biofísica e análise de imagem da pele são ferramentas úteis para a caracterização da pele, mostrando a morfologia em tempo real e suas estruturas hidrolipídicas.

Após a caracterização das diferenças entre a pele madura oleosa e a pele normal/seca, iniciamos a etapa do estudo clínico em longo prazo, que visou analisar a eficácia das formulações desenvolvidas nas características hidrolipídicas e melhora das condições gerais e controle da oleosidade da pele envelhecida após 45 e 90 dias de aplicação das formulações.

Não foram observadas diferenças significativas nos parâmetros de perda transepidérmica de água e conteúdo aquoso do estrato córneo em todos os grupos de estudos após 45 e 90 dias de tratamento. Porém, houve uma melhora significativa no microrrelevo da pele de acordo com os parâmetros analisados. Estudos anteriores sugeriram uma não correlação dos parâmetros de TEWL e conteúdo aquoso do estrato córneo com modificações em potencial do microrrelevo cutâneo, uma vez que, são mecanismos diferentes, justificando essa diferença entre os resultados da superfície da pele (ATRUX-TALLAU, et al., 2008), onde o microrrelevo da superfície da pele reflete a organização tridimensional da derme e o tecido subcutâneo (DE PAEPE, et al., 2000). No presente estudo, houve melhora da rugosidade da pele devido à diminuição do parâmetro SER, após tratamento a formulação O01 na região frontal, malar e periorbital. Para a formulação S01, foi possível observar um aumento dos valores desse parâmetro na região nasolabial e periorbital, assim como para algumas regiões tratadas com a formulação veículo de ambos os grupos. Para o parâmetro relacionado à descamação da pele (SESC), houve melhora na região frontal e nasolabial em ambos os grupos que receberam as formulações com os ingredientes ativos objeto de estudo. Na região malar da face existiu uma melhora em todos os grupos e, na região periorbital, apenas no grupo que recebeu a formulação S01. Na análise de maciez da pele (SESM), foi possível notar um aumento (melhora) nos grupos da formulação S01 e O01 nas regiões malar e periorbital, sendo que na última, um aumento significativo no grupo veículo de pele normal/seca também foi observado. Na região nasolabial, um aumento significativo ocorreu no grupo que recebeu o tratamento com a formulação O01. Por fim, no parâmetro de rugas da pele (SEW), uma melhora significativa foi observada em todos os grupos de estudo. Além disso, como o parâmetro relacionado à de descamação da pele (SESC) apresentou uma diminuição e ele é definido pela razão da maciez da pele (SESM) pela rugosidade (Ser), essa razão pode explicar o aumento do parâmetro do parâmetro SESM na pele de alguns grupos de estudo, uma vez que com a desse, há uma diminuição do parâmetro de descamação também, mostrando que os parâmetros deste método e de todo estudo clínico deve ser analisado em conjunto, possibilitando a interpretação real do resultado obtido.

A base auto emulsionante utilizada, que continha Behenyl Alcohol, Stearyl Alcohol, PEG-20 Phytosterol, Cetyl Alcohol, Phytosterols, Glyceryl Stearate, Hydrogenated Lecithin, Caprylic/Capric Triglyceride), é uma mistura lipídica que forma cristais líquidos similares aos lipídios intracelulares. Esses cristais líquidos garantem uma estrutura bicontínua de partes hidro e lipofílicas, com alta quantidade de água ligada e uma fase hidrofóbica contínua, sendo

efetiva para prevenção da evaporação da água. As estruturas de cristal líquido se mantêm por horas, levando efeitos como a diminuição da rugosidade (NIKKOL, 2013). Com a adição das substâncias ativas, esse efeito é potencializado, levando a melhoras na superfície da pele.

Desse modo, a formulação veículo contém uma composição que pode levar a uma potencial melhora das características superficiais da pele, uma vez que age na normalização do processo de queratinização (NIKKOL, 2013), o que justifica seus efeitos na análise de microrrelevo da pele, com destaque para os parâmetros de descamação e profundidade das rugas da superfície da pele (SESC e SEW).

Além da questão da formulação veículo, outros fatores contribuem com alterações no microrrelevo cutâneo, como estresse mecânico e envelhecimento biológico. Como exemplo, podemos explicar o aparecimento das rugas da região periorbital como resultado da contração dos músculos da região que acabam na pele, criando dobras na pele que ocasionalmente viram permanentes. Com a diminuição da elasticidade, esta região fica mais vulnerável ao estresse mecânico, intensificando o processo (CORCUFF, et al, 1983, TAKEMA, et al., 1997).

Essas características da superfície da pele influenciam na determinação da textura e rugosidade, que são alteradas por questões internas e externas, como o uso de cosméticos e não é correlacionada com o conteúdo aquoso do estrato córneo (MANUSKIATTI, et al., 1998). Assim, podemos relacionar os resultados obtidos na análise do microrrelevo cutâneo com o uso do produto, que modifica as suas características e, mesmo com um veículo desenvolvido com ingredientes modernos e eficientes, a adição de substâncias ativas para o tratamento da pele se faz necessária para obter resultados significativos.

A análise quantitativa dos poros da pele mostrou uma diminuição significativa de poros largos na pele dos grupos que receberam os tratamentos do estudo. A redução dos poros largos levou a um aumento significativo dos poros finos após 45 e 90 dias de estudo, o que pode ser explicado a partir da hipótese de que os poros largos diminuíram o seu diâmetro ao longo do tratamento com as substâncias ativas, se transformando em poros finos. A formulação veículo não obteve esse mesmo efeito, mostrando a importância das substâncias ativas selecionadas para atuar na redução dos poros e no tamanho desses, o que está mais relacionado com a estrutura da pele do que com a superfície da mesma. Além disso, no envelhecimento cutâneo pode ocorrer um aumento no tamanho dos poros (MAIA CAMPOS, et al., 2015; GNIADDECKA & JEMEC, 1998).

Em relação à oleosidade da pele, a formulação para pele oleosa desenvolvida agiu de acordo com o esperado, diminuindo o conteúdo de sebo apenas do grupo tratado com o produto que continha o extrato de lentilha, o qual possui propriedades antioleosidade, antiinflamatórias e antibacterianas (JOSHI & SUNDRIYAL, 2017).

Na avaliação da derme, houve um aumento da espessura da mesma apenas no grupo de pele normal/seca que recebeu a formulação veículo e um aumento da relação de ecogenicidade (pixels hipoeogênicos/pixels totais) da derme, o que significa uma redução da ecogenicidade na pele normal/seca do grupo que aplicou a formulação com as substâncias ativas em estudo. Esses parâmetros podem aumentar ou diminuir por diversos fatores, sendo um deles o aumento ou a diminuição da hidratação na derme, já que na ultrassonografia de alta frequência, a água é representada por pixels de baixa ecogenicidade (escuras). Uma diminuição ou aumento da hidratação mais em profundidade da pele pode alterar o número total de pixels e, conseqüentemente, influenciar na relação de ecogenicidade e espessura da

derme (MLOSEK, et. al., 2013). Isso pode ser justificado pelo fato de que a ecogenicidade está relacionada com a densidade da camada e com os líquidos intersticiais, e um aumento destes, pode diminuir a ecogenicidade da derme.

Nesse contexto, a formulação multifuncional desenvolvida com as substâncias ativas objeto de estudo para os diferentes tipos de pele apresentou resultados satisfatórios na melhora do microrrelevo, controle da oleosidade redução de poros largos da pele madura, principalmente pela adição do extrato de lentilha na formulação para a pele oleosa.

Após a realização do estudo em longo prazo, a formulação O01, que continha todas as substâncias ativas foi avaliada comparativamente com a formulação veículo visando analisar os efeitos da formulação proposta no estudo em curto prazo – 28 dias, por análise de imagem no envelhecimento cutâneo. Nesse estudo, a análise das características morfológicas e estruturais da epiderme por meio do microscópio confocal de refletância a laser mostrou uma diminuição significativa dos parâmetros relacionados à espessura da camada granulosa e espessura mínima da epiderme após 28 dias de uso da formulação veículo e não houve alteração após o uso da formulação teste. Uma das alterações cutâneas decorrentes do envelhecimento cutâneo é a diminuição da espessura das camadas da epiderme, decorrente da diminuição da renovação celular, que fica mais lenta, perdendo sua função (FARAGE, et al., 2013). Além disso, houve um aumento significativo da profundidade das papilas dérmicas na pele do grupo tratado com a formulação adicionada das substâncias ativas, mostrando a importância dos mesmos na melhora das condições da pele envelhecida, uma vez que as papilas estão relacionadas com a estrutura da junção dermoepidérmica, a qual tem influência nas propriedades mecânicas da pele e também sofre achatamento ao longo dos anos (MIZOKOSHI, et al., 2014). Dessa forma, a formulação desenvolvida nesse estudo mostrou eficácia para aplicação em produtos antienvelhecimento.

Em relação ao microrrelevo cutâneo, não foram observados resultados significativos com a formulação teste em relação aos valores basais e quando comparada com a formulação veículo, o que pode ter ocorrido em função do tempo mais curto de uso da formulação, uma vez que no estudo em longo prazo houve melhora significativa do microrrelevo da pele.

Na análise de rugas e brilho da pele por imagens de alta resolução, diferenças significativas nos parâmetros de coeficiente de visibilidade, taxa de ocupação e superfície da pele foram observadas apenas no grupo que recebeu o tratamento com a formulação O01. Esses parâmetros estão correlacionados com as rugas visíveis e textura da pele, mostrando que o produto leva a uma melhora visível da aparência no curto tempo de estudo. Podemos relacionar esse efeito com a substâncias ativa “extrato de tara e alga vermelha” que é conhecido por seu efeito filmógeno imediato e tratamento da pele ao longo prazo (SILAB, 2016). Além disso, também foi notada uma diminuição significativa em ambos os grupos no parâmetro de brilho da pele, que está relacionado com a oleosidade da pele, com efeito mais intenso no grupo de tratamento. Esse resultado sugere um efeito mais pronunciado da formulação que continha a substância ativa extrato de lentilha, mas que também foi influenciado pela rica composição e alta qualidade da formulação veículo desenvolvida.

Por fim, a aplicação das técnicas empregadas no presente estudo e as suas correlações durante a etapa de caracterização da pele foram fundamentais para o desenvolvimento e obtenção de uma formulação multifuncional estável para a pele madura normal/seca e oleosa, com sensorial adequado e eficácia clínica comprovada.

## 8. CONCLUSÃO

---

Nas condições experimentais deste estudo, foi possível concluir que:

As formulações desenvolvidas foram consideradas estáveis com comportamento reológico não newtoniano do tipo pseudoplástico.

Na avaliação do perfil de textura, a adição das substâncias ativas objeto de estudo alterou o perfil de textura das formulações reduzindo o trabalho de cisalhamento e, conseqüentemente melhorou as propriedades sensoriais, mais especificamente a espalhabilidade, o que favorece a aplicação tanto na pele oleosa como na pele seca.

No estudo de caracterização da pele, a pele madura oleosa mostrou características diferentes da pele madura normal/seca nos parâmetros de conteúdo de sebo, microrrelevo cutâneo e espessura da derme.

Na avaliação da eficácia clínica em longo prazo, a formulação multifuncional desenvolvida com as substâncias ativas escolhidas para ambos tipos de pele mostrou eficácia na melhora do microrrelevo, controle da oleosidade redução de poros largos da pele madura, principalmente pela adição do extrato de lentilha na formulação para a pele oleosa.

Os resultados do estudo de eficácia clínica em curto prazo, por meio de análise das imagens obtidas com o microscópio confocal de reflectância a laser e de fotografias digitais, mostrou que ocorreu um aumento significativo das papilas dérmicas e redução de rugas e brilho na face, o qual está relacionado com a oleosidade da pele.

Por fim, formulação proposta contendo as substâncias ativas objeto de estudo apresentou perfil de textura, comportamento reológico e sensorial adequado às finalidades propostas, bem como eficácia clínica em curto e em longo prazo no equilíbrio hidrolipídico da pele e melhora das alterações cutâneas relacionadas ao envelhecimento cutâneo, como o microrrelevo e redução do tamanho dos poros sendo, portanto, uma formulação inovadora para aplicação nos cuidados da pele madura normal/seca ou oleosa.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

ABIHPEC. Panorama do Setor Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos, ABIHPEC – Associação Brasileira a Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos, 11 de agosto de 2017, São Paulo.

ANDRADE, J. P., MERCÚRIO, D.G., MAIA CAMPOS, P.M.B.G. Avaliação celular das estruturas cutâneas por meio da microscopia confocal de reflectância. *RBM. Revista Brasileira de Medicina* v. 72, pp. 4-13, 2015.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Guia para Avaliação de Segurança de Produtos Cosméticos, v. I, 2003.

AREZKI, N. R., WILLIAMS, A. C., COBB, A. J. A., BROWN, M. B. Design, synthesis and characterization of linear unnatural amino acids for skin moisturization. *Int J Cosmet Sci.*, v.31, p.72-82, 2016.

ATRUX-TALLAU, N., HUYNH, N.T.T., GARDETTE, L., et al. Effects of physical and chemical treatments upon biophysical and microrelief of human skin. *Arch Dermatol Res*, v.300, n.5, p.243-251, 2008.

BARONI, A. et al. Structure and function of the epidermis related to barrier properties. *Clinics in dermatology*, v. 30, n. 3, p. 257–62, 2012.

BATISTUZZO, J.A.O., ITAYA, M., ETO, Y. **Formulário médico-farmacêutico**. 2. ed. Sao Paulo: Tecnopress, 550 p, 2002.

BENDEROTH, C., HAINICH, R. Optical 3D In-Vivo Skin Imaging for Topographical Quantitative Assessment of Cosmetic and Medical Treatments. International conference on 3D body scanning technologies. 2010, Lugano, Suíça, 2010. Disponível em: <[https://www.3dbodyscanning.org/cap/papers/2010/10042\\_29benderoth.pdf](https://www.3dbodyscanning.org/cap/papers/2010/10042_29benderoth.pdf)>. Acesso em: 17 de Novembro 2018.

BERNEBURG, M., PLETTENBERG, H., KRUTMANN, J. Photoaging of human skin. Photodermatology, *Photoimmunology and Photomedicine*, v.16, n.6, p.239-244, 2000.

BOUDIER, D., BREUGNOT, J., VIGNAU, E., LAUMONIER, J., CLOSS, B. Skin care – The refinement of pores, Cosmetics Business, 2010. Disponível em: <[http://www.cosmeticsbusiness.com/technical/article\\_page/Skin\\_care\\_The\\_refinement\\_of\\_pores/5476](http://www.cosmeticsbusiness.com/technical/article_page/Skin_care_The_refinement_of_pores/5476)>. Acesso em: 17 de Novembro 2018.

BOURNE, M.C. Texture, viscosity and food. In: BOURNE, M.C. **Food Texture and viscosity**. 2. Ed. Elsevier INC, 2012, cap 1, p.1-32.

BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. Ministério da Saúde. Resolução nº 466 de 12 de dezembro de 2012. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 jan. 2012, Seção 1, p. 59-62.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Guia para avaliação de estabilidade de produtos cosméticos. Brasília: Ministério da Saúde, 2014.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Registro de Produtos Cosméticos. Brasília: 2013. Disponível em: <[http://www.saude.pr.gov.br/arquivos/File/DiogoPracz/Vigilancia\\_Sanitaria/capacitacoes/RegistroProdutosCosmeticos.pdf](http://www.saude.pr.gov.br/arquivos/File/DiogoPracz/Vigilancia_Sanitaria/capacitacoes/RegistroProdutosCosmeticos.pdf)>Acessado em 01 ago. 2016.

BURGESSON, R. E., CHRISTIANO, A. M. The dermal—epidermal junction. *Current Opinion in Cell Biology*, v. 9, n. 5, p. 651–658, 1997.

CAETANO, L. et al. Reliable assessment of forearm photoageing by high- frequency ultrasound: a cross- sectional study. *Int J Cosmet Sci*, v.28, p.17–177, 2015.

CALIXTO, L.S., INFANTE, V.H.P., MAIA CAMPOS, P.M.B.G. Design and Characterization of Topical Formulations: Correlations Between Instrumental and Sensorial Measurements. *AAPS PharmSciTech*, v.19(4), p. 1-8, 2018.

CALIXTO, L.S., MAIA CAMPOS, P.M.B.G. Physical Mechanical characterization of cosmetic formulations and correlation between instrumental measurements and sensorial properties. *Int J Cosm Sci*, v. 39, p. 1, 2017.

CAMARGO, F.B., GASPAR, L.R., MAIA CAMPOS, P.M.B.G. Skin moisturizing effects of panthenol-based formulations. *Int J Cosmet. Sci.* 2011;62:361-369.

CAYE, M. T., et al. Utilização da vitamina C nas alterações estéticas do envelhecimento cutâneo. Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI, p. 1-13, Balneário Camboriú, 2008. Acesso em: 21 mai. 2017.

CHOI, E.H., MAN, M.Q., WANG, F., ZHANG, X., BROWN, B.E., FEINGOLD, K.R., ELIAS, P.M. Is endogenous glycerol a determinant of stratum corneum hydration in humans? *J Invest Dermatol*, v.125, p.288–293, 2005.

CIARLETTA, P., BEN AMAR, M. Papillary networks in the dermal–epidermal junction of skin: A biomechanical model. *Mechanics Research Communications*, v. 42, p. 68–76, 2012.

CORCUFF, P., DE RIGAL, J., LEVEQUE, J.L., MAKKI, S., AGACHE, P. Skin relief and aging. *J Soc Cosmet Chem* v.34, p.177–190, 1983.

COURAGE, K.; KHAZAKA, G. Information and operating instructions for the multi probe adapter MPA and its probes, 2004.

COURAGE, K.; KHAZAKA, G. Information and operation instructions for multiprobe MPA adapter and its probes. 2009.

DAL' BELO, S. E., GASPAR, L. R., MAIA CAMPOS, P. M. B.G. Moisturizing effect of cosmetic formulations containing *Aloe vera* extract in different concentrations assessed by skin bioengineering techniques. *Skin Res. Technol.*, v.12, p.241-246, 2006.

DELSIN, S.D., MERCURIO, D.G., FOSSA, M.M., MAIA CAMPOS, P.M.B.G. Clinical Efficacy of Dermocosmetic Formulations Containing Spirulina Extract on Young and Mature Skin: Effects on the Skin Hydrolipidic Barrier and Structural Properties. *Clin Pharmacol Biopharm.* v.4, n.144, 2015.

DE PAEPE, K., LAGARDE, J.M., GALL, Y., et al. Microrelief of the skin using a light transmission method. *Arch Dermatol Res*, v.292, n.10, p.500-510, 2000.

DOBREV H. Clinical and instrumental study of the efficacy of a new sebum control cream. *J Cosmet Dermatol* v.6, p.113–18, 2007.

DOBREV, H. Fluorescence diagnostic imaging in patients with acne. *Photodermatology, Photoimmunology & Photomedicine*, 26: 285–289, 2010.

DORNI, C.A.I., AMALRAJ, A., GOPI, S., VARMA, K., ANJANA, S. N. Novel cosmeceuticals from plants—An industry guided review. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, v.7,p. 1–26, 2017.

DRENO, B., ARAVIISKAIA, E., BERARDESCA, E., et al. The science of dermocosmetics and its role in dermatology. *J Eur Acad Dermatol Venereol*, v.28, p.1409-1417, 2014

DZWIGAŁOWSKA, A., SOŁYGA-ŻUREK, A., DEBOWSKA, R.M., ERIS, I. Preliminary study in the evaluation of anti-aging cosmetic treatment using two complementary methods for assessing skin surface. *Skin Res Technol*, v.19, p.155-161, 2013.

EDWARDS, C., MARKS, R. Evaluation of biomechanical properties of human skin. *Clinics in dermatology*, v. 13, n. 4, p. 375–380, 1995.

EGAWA, M., OGURI, M. KUWAHARA, T., TAKAHASHI, M. Effect of exposure of human skin to a dry environment. *Skin Res. Technol*, v. 8, n. 4, p. 212-218, 2002.

EISENBEISS, C., WELZEL, J., EICHLER, W., KLOTZ, K. Influence of body water distribution on skin thickness: measurements using high-frequency ultrasound. *Br J Dermatol*, v.144, p.947-951, 2001.

FARAGE, M.A., MILLER, K.W., ELSNER, P., MAIBACH, H.I. Structural characteristics of the aging skin: a review. *Cutan Ocul Toxicol.*, v.26, p.343-357, 2007.

FARAGE, M.A., MILLER, K.W., ELSNER, P., MAIBACH, H.I. Intrinsic and extrinsic factors in skin ageing: a review. *Int J Cosmet Sci.* v.30, p.87-95, 2008.

FARAGE, M.A., MILLER, K.W., ELSNER, P., MAIBACH, H.I. Characteristics of the Aging Skin. *Advances in wound care*, v.2,n.1, p.5-10, 2013.

FERREIRA, S.P., SOUZA-SOARES L, Costa, J.A.V. Revisão: microalgas: uma fonte alternativa na obtenção de ácidos gordos essenciais. *Rev. Ciênc. Agr.*, v.36, n.3, p.275-287, 2013.

FRANZOL, A., REZENDE, M.C. Estabilidade de emulsões: um estudo de caso envolvendo emulsionantes aniônico, catiônico e não-iônico. *Polímeros*, v.25, n.spe, p.1-9, 2015.

FUR, I.L., LOPEZ, S., MORIZOT, F., GUINOT, C., TSCHACHLER, E. Comparison of cheek and forehead regions by bioengineering methods in women with different self-reported “cosmetic skin types.” *Skin Research and Technology*, v.5, n.3, p.182–188, 1999.

GARBOSSA, W.A.C., MAIA CAMPOS, P.M.B.G. *Euterpe olearacea*, *Matricaria chamomilla* and *Camellia sinensis* as promising ingredients for development of skin care formulations. *Industrial Crops and Products*, v.83, p.1-10, 2016.

GARBOSSA, W.A.C., MAIA CAMPOS, P.M.B.G. Evaluation of the Brazilian Cosmetic Legislation and its impact on the industries during the 20th century. *Braz. J. Pharm. Sci.* v. 52, n. 2, p. 319-328, 2016 .

GASPAR, L. R., MAIA CAMPOS, P. M. B. G. Rheological behavior and the SPF of sunscreens. *Inter J Pharma*, v.250, n.1, p.35-44, 2003.

GIANETI, M. D.; MERCÚRIO, D.G.; MAIA CAMPOS, P. M. B. G. The use of green tea extract in cosmetic formulations: not only an antioxidant active ingredient. *Dermatologic Therapy*, v. 26, p. 267-271, 2013.

GIANETI, M. D., MAIA CAMPOS, P.M.B.G. Efficacy Evaluation of a Multifunctional Cosmetic Formulation: The Benefits of a Combination of Active Antioxidant Substances. *Molecules*, v. 10, p. 18268-18282, 2014.

GIOIA, F., CELLENO, L. The dynamics of transepidermal water loss (TEWL) from hydrated skin. *Skin Res. Technol*, v.8, p.178–186, 2002.

GNIADACKA, M., JEMEC, G.B. Quantitative evaluation of chronological aging and photoaging in vivo: Studies on skin echogenicity and thickness. *Br J Dermatol*, v.139, p.815-821, 1998.

GODAR, D. E. Worldwide increasing incidences of cutaneous malignant melanoma. *Journal of Skin Cancer*, v. 2011, p. 858425, 2011.

GODIC, Aleksandar. Skin Conditions in elderly. *Molecular Mechanisms of Skin Aging and Age-Related Diseases*, v. 5, p. 172, 2016.

GOLDSBERRY, A., HANKE, W.C; HANKE, K.E. VISIA System: A possible tool in the cosmetic practice. *Journal of Drugs in Dermatology*, v.13, n.11, p. 1312-1314. 2014.

GONÇALVES, G.M.S. Ácido ascórbico e Ascorbil fosfato de magnésio na prevenção do envelhecimento cutâneo. *Infarma Ciências Farmacêuticas*, v. 18, n. 7, p.3-6, 2006.

GUARATINI, T., GIANETI, M.D.;MAIA CAMOS, P.M.B.G. Stability of cosmetic formulations containing esters of vitamins E and A: chemical and physical aspects. *Int J Pharm*, v.327, n.1-2, p.12-16, 2006.

GUPTA, A., BLUHM, R. Seborrheic dermatitis. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, v.18, p.13-26. 2004.

HARDING, C.R., LONG, S., RICHARDSON, J., ROGERS, J., ZHANG, Z., BUSH, A., RAWLINGS, A.V. The cornified cell envelope: an important marker of stratum corneum maturation in healthy and dry skin. *International Journal of Cosmetic Science*. v.25, n.4, p.157-67, 2000.

HOUBEN, E., DE PAEPE, K., ROGIERS, V. A Keratinocyte's Course of Life, *Skin Pharmacol Physiol*, v. 20, n.3, p. 122-132, 2007.

JANG, S. I. et al. A quantitative evaluation method using processed optical images and analysis of age-dependent changes on nasolabial lines. *Skin research and technology*, v. 21, n. 2, p. 201–206, 2015.

JOSHI, B.C., SUNDRIVAL, A. Healing acne with medicinal plants: An Overview. *Inventi Rapid: Planta Activa*, v.2, p.1-13, 2017.

JUNQUEIRA, L. C., CARNEIRO, J. Pele e anexos. *Histologia Básica*, ed, v. 12, p. 303–309, 2013.

KANG, H.Y., BAHADORAN, P., ORTONNE, J. Reflectance confocal microscopy for pigmentary disorders. *Experimental Dermatology*, v.19, n.3, p.233-239, 2010.

KATSUHIRO, M., YURI, O., HITOSHI, M., HIROMU, S. Effect of free fatty acids in sebum on epidermal barrier function. *J Soc Cosmet Chem.*, v.35, p.133-140, 2001.

KIM, J.Y., SONG, J.Y., LEE, E.J., PARK, S.K. Rheological properties and microstructures of Carbopol gel network system. *Colloid. Polym. Sci.*, v.281, p.614-623, 2003.

KIM, B., CHOI, J., PARK, K., YOUN, S. Sebum, acne, skin elasticity, and gender difference—which is the major influencing factor for facial pores? *Skin Res Technol.*, v.19, p.e45-e53, 2013.

KIM, R. H., ARMSTRONG, A. W. Nonmelanoma skin cancer. *Dermatologic Clinics*, v. 30, n. 1, p. 125–139, 2012.

KOTTNER, J., SCHARIO, M., BARTELS, N. G., PANTCHECHNIKOVA, E., HILLMANN, K., BLUME-PEYTAVI, U. Comparison of two in vivo measurements for skin surface topography. *Skin Res Technol*, v.19, p.84-90, 2013.

LAMBERS, H. et al. Natural skin surface pH is on average below 5, which is beneficial for its resident flora. *International Journal of Cosmetic Science*, v. 28, n. 5, p. 359–370, 2006.

LEONARDI, G. R., GASPAR, L. R., MAIA CAMPOS, P.M.B.G. Estudo da variação do pH da pele humana exposta à formulação cosmética acrescida ou não das vitaminas A, E ou de ceramida, por metodologia não invasiva. *Anais Brasileiros de Dermatologia*, v. 77, n. 5, p. 563–569, 2002.

LONGO, C., CASARI, A.; BERETTI, F.; CESINARO, A. M.; PELLACANI, G. Skin aging: in vivo microscopic assessment of epidermal and dermal changes by means of confocal microscopy. *J Am Acad Dermatol*, v.13, 2011.

LOPEZ, S., LE FUR, I., MORIZOT, F., HEUVIN, G., GUINOT, C., TSCHACHLER, E. Transepidermal water loss, temperature and sebum levels on women's facial skin follow characteristic patterns. *Skin Res Technol.*, v.6, p.31-36, 2006.

MADISON, K.C. Barrier Function of the Skin: "La Raison d'Être" of the Epidermis. *Journal of Investigative Dermatology*, v. 121, n. 2, p. 231–241, 23 2003.

MAIA CAMPOS, P.M.B.G., MELO M.O., CAMARGO JUNIOR F.B. **Effects of Polysaccharide-Based Formulations on Human Skin**. In: Ramawat K., Mérillon JM. (eds) Polysaccharides. Springer, 2015.

MAIA CAMPOS, P.M.B.G., MERCURIO, D.G., MELO, M.O., CLOSS-GONTHIER, B. Chicory root extract: A -vitamin D-like- active ingredient to improve skin barrier function. *Journal of Dermatological Treatment*, v. 27, p. 1-4, 2016.

MAIA CAMPOS, P.M.B.G., GONÇALVES, G. M. S. AND GASPAR, L. R. In vitro antioxidant activity and in vivo efficacy of topical formulations containing vitamin C and its

derivatives studied by non-invasive methods. *Skin Research and Technology*, v.14, p.376–380, 2008.

MAIA CAMPOS, P. M. B. G.; MERCÚRIO, D. G. Farmacologia e a pele. *Revista Brasileira de Medicina*, v. 66, n. supl. 4, 2009.

MAIA CAMPOS, P.M.B.G., GIANETI, M.D., CAMARGO JUNIOR, F.B., GASPAR, L.R. Application of tetra-isopalmitoyl ascorbic acid in cosmetic formulations: Stability studies and in vivo efficacy, *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, v.82, p.580-586, 2012.

MAIA CAMPOS, P.M.B.G., MELO, M. O., CALIXTO, L. S., *et. al.* An Oral Supplementation Based on Hydrolyzed Collagen and Vitamins Improves Skin Elasticity and Dermis Echogenicity: A Clinical Placebo-Controlled Study Clinical. *Pharmacology & Biopharmaceutics*. v.4,n.3, p.:1-6, 2015.

MAIA CAMPOS, P.M.B.G., MERCURIO, D.G., MELO, M.O., CLOSS-GONTHIER, B. Cichorium intybus root extract: A “vitamin D-like” active ingredient to improve skin barrier function. *Journal of Dermatological Treatment*, v.28, n.1, p.78-81, 2017.

MARRIOT, C. Reologia, in: AULTON, M.E., trad. ORTEGA, G.G. et al. 2.Ed. Delineamento de Formas Farmacêuticas. Artmed, Porto Alegre, p.56-73, 2008.

MASAKI, H. Role of antioxidants in the skin: Anti-aging effects. *Journal of Dermatological Science*, v.58, n.2, p. 85–90, 2010.

MELO, M. O., MAIA CAMPOS, P. M. B. G. Characterization of oily mature skin by biophysical and skin imaging techniques. *Skin Res Technol*, v.24, n.3, p.386-395, 2018.

MENON, G. K., KLIGMAN, A. M. Barrier functions of human skin: a holistic view. *Skin Pharmacology and Physiology*, v. 22, n. 4, p. 178–189, 2009.

MANUSKIATTI, W., SCHWINDT, D.A., MAIBACH, H.I. Influence of Age, Anatomic Site and Race on Skin Roughness and Scaliness. *Dermatology*, v.196, p.401–407, 1998.

MERCURIO, D.G., JDID, R., MORIZOT, F., MASSON, P., MAIA CAMPOS, P.M.B.G. Morphological, structural and biophysical properties of French and Brazilian photoaged skin. *British Journal of Dermatology*, v. 174, n.3 p. 553-561, 2015.

MERCURIO, D.G., SEGURA, J.H., MAIA CAMPOS, P.M.G.B. Clinical scoring and instrumental analysis to evaluate skin types. *Clin Exp Dermatol.*, v.38, p.302-309, 2013.

MIZUKOSHI, K., YONEKURA, K., FUTAGAWA, M., NAKAMURA, T., HIRAYAMA, K., TAKAHASHI, K. Changes in dermal papilla structures due to aging in the facial cheek region. *Skin Res Technol*, v.21, p.224-231, 2015.

MLOSEK, R. K., MALINOWSKA, S., SIKORA, M., DBOWSKA, R., STEPIEN, A., CZEKAJ, K., et. al. The use of high frequency ultrasound imaging in skin moisturization measurement. *Skin Res Technol*, v. 19, p. 169-175, 2013.

NIKKOL, Nikkomulse LC Supplementary Information. Lecture Note. Distributed in Phytocosmetic ORM 624 at Rangsit University, Thailand on 19 January 2013

NIKOLAKIS, G., MACRANTONAK, E., ZOUNOULIS, C.C. Aging Skin: A window to the body. In: QUAN, t. Molecular mechanisms of skin aging and age-related diseases. 1 Ed. Boca Raton: Taylor & Francis Group, Cap 11, p.200-227, 2016.

OCHIAI, et al. A new lipophilic pro-vitamin C, tetra-isopalmitoyl ascorbic acid (VC-IP), prevents UV-induced skin pigmentation through its anti-oxidative properties. *J Dermatol Sci*, v.44, n.1, p.37-44, 2006.

PAPPAS, A., JOHNSEN, S., LIU, J.C., EISINGER, M. Sebum analysis of individuals with and without acne. *Dermato-endocrinology*, v.1, p.157-161, 2009.

PARENTE, M.E., ARES, G., GÁMBARO, A.V. Sensory characterization of emollients. *J. Sens. Stud*, v.23, p.149-161, 2008.

PEDERSEN, L., JEMEC, G. B. E. Mechanical properties and barrier function of healthy human skin. *Acta Dermato-Venereologica*, v. 86, n. 4, p. 308–311, 2006.

PENA FERREIRA M.R., COSTA P.C., BAHIA F.M. Efficacy of anti-wrinkle products in skin surface appearance: a comparative study using non-invasive methods. *Skin Research and Technology*, v.16, p.444–449, 2010.

PENSÉ-LHÉRITIER, A.M. Recent developments in the sensorial assessment of cosmetic products: a review. *International Journal of Cosmetic Science*, v. 37, n. 5, p. 465–473, 2015.

PIERARD G, PIÉRARD-FRANCHIMONT C, MARKS R, PAYE M, ROGIERS V. EEMCO Guidance for the in vivo Assessment of Skin Greasiness. *Skin pharmacology and applied skin physiology*, v.13, p. 372-89, 1999.

PIERARD, G., GOFFIN, V., HERMANNNS-LE, T., PIERARD-FRANCHIMONT, C. Corneocyte desquamation. *International Journal of Molecular Medicine*, v.6, p.217-238, 2000.

POON, F., KANG, S., CHIEN, A. L. Mechanisms and treatments of photoaging. *Photodermatology, Photoimmunology & Photomedicine*, v. 31, n. 2, p. 65–74, 2015.

PROKSCH, E., BRANDNER, J.M., JENSEN, J. The skin: an indispensable barrier. *Experimental Dermatology*, v.17, n.12, p.1063-1072, 2008.

RASUL, A., AKHTAR, N. Formulation and in vivo evaluation for anti-aging effects of an emulsion containing basil extract using non- invasive biophysical techniques. *Journal of Faculty of Pharmacy*, v.19, n.5, p.344-350, 2011.

ROH, M., HAN, M., KIM, D., CHUNG, K. Sebum output as a factor contributing to the size of facial pores. *Br J Dermatol*, 155:890-894, 2016.

SAKUMA, T. H., MAIBACH, H. I. Oily Skin: An Overview. *Skin Pharmacol Physiol*, v.25, n.5, p.227–235, 2012.

SAMSON, S., BASRI, M., FARD MASOUMI, H.R, ROGHAYEH, A.K., ABDUL, M.E. Design and development of a nanoemulsion system containing copper peptide by D-optimal mixture design and evaluation of its physicochemical properties. *RSC Adv*, v.6, p. 17845-14856, 2016.

SHIROMA, P.H. Estudo de comportamento reológico de suspensões aquosas de bentonita e CMC: Influência da concentração de NaCl. 2012. 130 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

SILAB. FILMEXEL® The excellence of a natural, protective and lifting film. *H&PC Today - Household and Personal Care Today*, vol. 11(2), 2016.

SMITH, C. et al. A novel combined experimental-numerical approach for determination of mechanical proprieties of skin in vivo. In: 22th IFSCC Congress, 2002, Edinburgh. Cosmetic Science for a Global Marketplace, CD-ROM, 2002.

SMITH, K.R., THIBOUTOT, D.M. Thematic review series: skin lipids. Sebaceous gland lipids: friend or foe? *J Lipid Res* v.49, p.271–281, 2008.

SOUZA, C., MAIA CAMPOS, P.M.B.G., Development and photoprotective effect of a sunscreen containing the antioxidants Spirulina and dimethylmethoxy chromanol on sun-induced skin damage. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, v. 104, p. 52-64, 2017

STOLZ P, OBERMAYER B. Manufacturing Microalgae for Skin Care. *Cosm Toil* v. 120, p. 99-106, 2005.

TAI, A., BIANCHINI, R., JACHOWICZ, J. Texture analysis of cosmetic/pharmaceutical raw materials and formulations. *Int J Cosmet Sci*. v.36, n.4, p.291-304, 2014.

TAKEMA, Y., TSUKAHARA, K., FUJIMURA, T., HATTORI, M. Age-related changes in the three-dimensional morphological structure of human facial skin. *Skin Research and Technology*, v.3, p.95-100, 1997.

TSOURELI-NIKITA, E.; WATSON, R. E.; GRIFFITHS, C. E. Photoageing: the darker side of the sun. *Photochemistry and Photobiology Sciences*, v. 5, n. 2, p. 160–164, 2006.

TUNDIS, R. et al. Potential roles of natural compounds against aging skin. *Current Medicinal Chemistry*, v.22, n.12, p.1515-1538, 2015.

ULRICH, J. et al. Sonographic diagnostics in dermatology. *Journal of the German Society of Dermatology*, v. 12, n. 12, p. 1083–98, 2014.

WARREN, R. et al. Age, sunlight and facial skin: a histological and quantitative study. *Journal of the American Academy of Dermatology*, v. 25, p. 751–760, 1991.

WEBB, A., LI, A., KAUR, P. Location and phenotype of human adult keratinocyte stem cells of the skin. *Differentiation: research in biological diversity*, v. 72, n. 8, p. 387–95, 2004.

WIEDERSBERG, S., LEOPOLD, C.S., GUY, R.H. Effects of various vehicles on skin hydration in vivo. *Skin Pharmacol Physiol* v.22, p.128–130, 2009.

WORTEL, V.A. L., WIRCHERS, J.W. Skin sensory performance of individual personal care ingredients and marketed personal care products. *Food Qual Prefer*, v. 11, n. 1, p. 121-127, 2000.

WU Y, NIU Y, ZHONG S, LIU H, ZHEN Y, SAINT-LEGER D, VERSCHOORE M. A preliminary investigation of the impact of oily skin on quality of life and concordance of self-perceived skin oiliness and skin surface lipids (sebum). *Int J Cosmet Sci*, v.35, p.442–447, 2013.

WURM E.M., LONGO, C., CURCHIN, C., SOYER, H.P., PROW, T.W., PELLACANI, G. In vivo assessment of chronological ageing and photoageing in forearm skin using reflectance confocal microscopy. *Br J Dermatol*, v. 267, n.9, p. 270-279, 2012.

YOUN, S.W., KIM, S.J., HWANG, I.A., PARK, K.C. Evaluation of facial skin type by sebum secretion: discrepancies between subjective descriptions and sebum secretion. *Skin Res Technol*, v.8, p.168-172, 2002.

YOUN, S.W.; NA, I. J.; CHOI, S. Y.; HUH, C. H.; PARK, K. C. Regional and seasonal variations in facial sebum secretions: a proposal for the definition of combination skin type. *Skin Research and Technology*, v.11, p. 189-195, 2005.

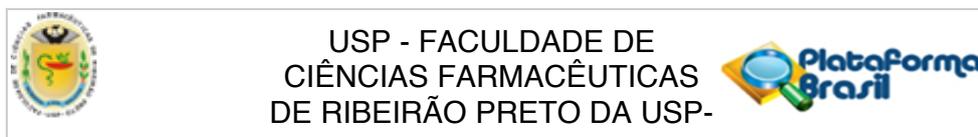
YUJI K, IIDA T, INOMATA S, DENDA M. Unsaturated fattyacids induce calcium influx into keratinocytes and causeabnormal differentiation of epidermis. *J Invest Dermatol.*,v.124, p.1008-1013, 2005.

ZOUBOULIS, C. C.; MAKRANTONAKI, E. Clinical aspects and molecular diagnostics of skin aging. *Clinics in dermatology*, v. 29, n. 1, p. 3–14, 2011.

ANEXOS

---

## Anexo A: Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética (Estudo Clínico de 90 dias)



**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** Avaliação das características hidrolipídicas da pele madura e desenvolvimento e avaliação da eficácia clínica de formulações dermocosméticas multifuncionais a base de algas

**Pesquisador:** Maísa Oliveira de Melo

**Área Temática:**

**Versão:** 5

**CAAE:** 58730816.5.0000.5403

**Instituição Proponente:** Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto - USP

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 2.133.637

**Apresentação do Projeto:**

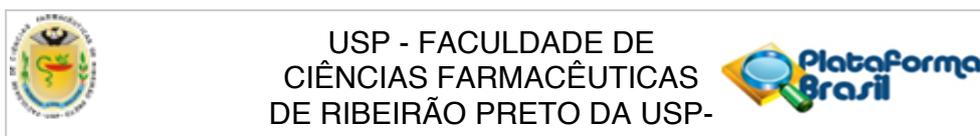
O projeto busca estudar as características da pele madura através de medidas biofísicas e análise de imagem para contribuir para o desenvolvimento de produtos específicos para pele madura seca e oleosa. Além disto será desenvolvida uma formulação para cuidado da pele madura contendo os ativos: extratos de Spirulina, lentilha, Tara, alga vermelha Kappaphycus alvarezii e tetraisopalmitato de ascorbila. Esta formulação será submetida a testes de estabilidade (centrifugação, avaliação visual, avaliação de textura, determinação de pH e parâmetros reológicos), estudos de análise sensorial e eficácia clínica por técnicas não invasivas: técnicas de biofísica e análise de imagem (determinação do conteúdo aquoso do estrato córneo, perda trans epidérmica de água, quantidade de sebo, avaliação de manchas e poros na pele por imagem de alta resolução, avaliação da ecogenicidade e espessura da derme por ultrassom, avaliação das características morfológicas e estruturais da pele por microscopia confocal de reflectância a laser.

**Objetivo da Pesquisa:**

Avaliação das características hidrolipídicas da pele madura.

Desenvolvimento e avaliação da estabilidade, eficácia clínica e análise sensorial de formulações contendo vários ativos: extratos de Spirulina, lentilha, Tara, alga vermelha Kappaphycus alvarezii e tetraisopalmitato de ascorbila.

**Endereço:** Avenida do Café s/nº  
**Bairro:** Monte Alegre **CEP:** 14.040-903  
**UF:** SP **Município:** RIBEIRAO PRETO  
**Telefone:** (16)3315-4213 **Fax:** (16)3315-4892 **E-mail:** cep@fcrp.usp.br



Continuação do Parecer: 2.133.637

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Riscos: há a possibilidade de alergias cutâneas e irritações.

Benefícios: melhoria das condições da pele envelhecida.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Nada a comentar.

Todas as pendências foram atendidas.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Nada a comentar.

Todas as pendências foram atendidas.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Todas as pendências foram atendidas.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Aprovado "ad referendum" do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto (FCFRP/USP) em 22.06.2017. Em atendimento às Resoluções vigentes, deverá ser encaminhado ao CEP/FCFRP, através da Plataforma Brasil, o relatório final da pesquisa conforme modelo de Relatório aprovado pelo CEP, bem como comunicada qualquer alteração, intercorrência ou interrupção da mesma. Informamos que, de acordo com a Resolução 466/12, item IV.5, letra d, o TCLE deve "ser elaborado em duas vias, rubricadas em todas as suas páginas e assinadas, ao seu término, pelo convidado a participar da pesquisa, ou por seu representante legal, assim como pelo pesquisador responsável, ou pela (s) pessoa (s) por ele delegada (s), devendo as páginas de assinaturas estar na mesma folha". O TCLE deve ser apresentado ao participante da pesquisa em documento impresso frente e verso e as assinaturas não devem ficar em folhas separadas do texto do TCLE.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_765924.pdf	21/06/2017 14:50:50		Aceito
Outros	5VERSAOCarta_encaminhamento.pdf	21/06/2017 14:50:17	Maisa Oliveira de Melo	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento /	VERSAO5_TCLE_Maisa.docx	21/06/2017 14:37:52	Maisa Oliveira de Melo	Aceito

**Endereço:** Avenida do Café s/nº

**Bairro:** Monte Alegre

**CEP:** 14.040-903

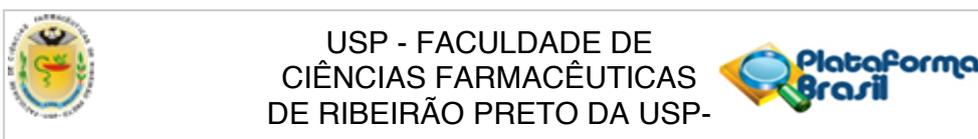
**UF:** SP

**Município:** RIBEIRAO PRETO

**Telefone:** (16)3315-4213

**Fax:** (16)3315-4892

**E-mail:** cep@fcrp.usp.br



Continuação do Parecer: 2.133.637

Justificativa de Ausência	VERSAO5_TCLE_Maisa.docx	21/06/2017 14:37:52	Maisa Oliveira de Melo	Aceito
Outros	PercepcaoMestradoVersao4.doc	16/05/2017 16:11:42	Maisa Oliveira de Melo	Aceito
Outros	CartaMedicoVersao3.JPG	19/04/2017 15:32:52	Maisa Oliveira de Melo	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	VERSAO2_Projeto_Mestrado_Maisa2016.pdf	20/02/2017 23:23:20	Maisa Oliveira de Melo	Aceito
Outros	Ficha_Analise_sensorial.docx	20/02/2017 23:16:34	Maisa Oliveira de Melo	Aceito
Outros	VCIP_050822_MSDS.pdf	20/02/2017 23:13:58	Maisa Oliveira de Melo	Aceito
Outros	pRefinyl_MSDS_en.pdf	20/02/2017 23:13:21	Maisa Oliveira de Melo	Aceito
Outros	Filmexel_SDS_br.pdf	20/02/2017 23:12:43	Maisa Oliveira de Melo	Aceito
Outros	Carta_Encaminhamento.JPG	09/08/2016 14:51:52	Maisa Oliveira de Melo	Aceito
Orçamento	ORCAMENTO.docx	09/08/2016 14:49:53	Maisa Oliveira de Melo	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.docx	09/08/2016 14:49:45	Maisa Oliveira de Melo	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Pesquisadores.pdf	09/08/2016 12:37:09	Maisa Oliveira de Melo	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Infraestrutura.pdf	09/08/2016 12:36:54	Maisa Oliveira de Melo	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto.pdf	09/08/2016 12:36:41	Maisa Oliveira de Melo	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

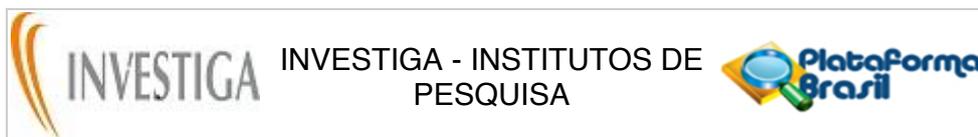
RIBEIRAO PRETO, 22 de Junho de 2017

Assinado por:

**Cleni Mara Marzocchi Machado**  
(Coordenador)

**Endereço:** Avenida do Café s/nº  
**Bairro:** Monte Alegre **CEP:** 14.040-903  
**UF:** SP **Município:** RIBEIRAO PRETO  
**Telefone:** (16)3315-4213 **Fax:** (16)3315-4892 **E-mail:** cep@fcrp.usp.br

## Anexo B: Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética (Estudo Clínico de 28 dias)



**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** Avaliação Instrumental de Formulações para Pele Madura por Técnicas de Biofísica e Análise de Imagem

**Pesquisador:** Lucas O. Guerra

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 79583517.4.0000.5599

**Instituição Proponente:** ALLERGISA PESQUISA DERMATO-COSMETICA LTDA

**Patrocinador Principal:** ALLERGISA PESQUISA DERMATO-COSMETICA LTDA

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 2.416.321

**Apresentação do Projeto:**

Encaminhamento de resposta pendência referente ao parecer: 2.375.829

NOVO PARECER ABAIXO:

TIPO DE PRODUTO: Antienvhecimento

DATA DO PROTOCOLO: 15/11/2017

Considerando as características da pele envelhecida, como rugas, manchas e perda de firmeza, a busca por produtos cosméticos multifuncionais para a melhoria e proteção da pele está em grande evidência. Nesse contexto, observa-se a utilização de produtos naturais e ingredientes ativos inovadores nos diferentes produtos cosméticos, proporcionando benefícios únicos e diferenciando as necessidades específicas para cada tipo de pele. Assim, podemos dar destaque para o uso de ingredientes ativos como extratos da alga vermelha *Kappaphycus Alvarezii*, extrato seco de Spirulina, extrato de lentilha e Tetraisopalmitato de Ascorbila em produtos inovadores, sendo propostos para a melhora de condições gerais da pele, como hidratação, microrrelevo, espessura das camadas e rugas, sendo indicados para o uso em peles envelhecidas. Deste modo, podemos empregar as técnicas de análise de imagem da pele para avaliação destes parâmetros, observando as melhoras em reais condições de uso, com auxílio de softwares específico para estas análises,

**Endereço:** Av. Dr. Romeu Tórtima, 739

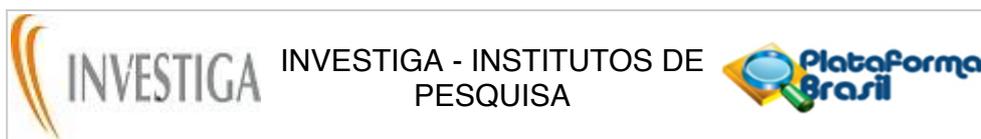
**Bairro:** JARDIM SANTA GENEVRA II (BARAO

**CEP:** 13.084-791

**UF:** SP **Município:** CAMPINAS

**Telefone:** (19)3517-6830

**E-mail:** cep\_investiga@grupoinvestiga.com.br



Continuação do Parecer: 2.416.321

juntamente com as suas alterações visíveis, com os seus efeitos em um período de tempo. As medidas serão realizadas antes da aplicação do produto e 28 dias de tratamento com o produto em estudo. Dois grupos de 20 participantes que cumpram os critérios de inclusão / exclusão serão utilizados, o primeiro com os quatro ingredientes em estudo e um segundo grupo veículo.

As técnicas de análise de imagem da pele compreendem diversos equipamentos com que providenciam dados sobre a ação de um produto cosmético em reais condições de uso a longo ou curto prazo. O microscópio confocal de reflectância a laser (Vivascope® 1500), auxilia na avaliação da espessura de epiderme, permitindo a obtenção de imagens da epiderme e derme papilar em nível celular, são considerados inovações na pesquisa cosmética, por permitirem a obtenção de imagens que demonstram as reais características da pele em tempo real (GIANETI, 2014). Além disso, o equipamento Visia CR® obtém fotografias digitais da face e foi desenhado especialmente para que as luzes emitidas promovam a iluminação ideal para resultados adequados. O sistema permite a captura e armazenamento de imagens, utilizando luz visível, flash de luz polarizada e flash de raios UV. A avaliação instrumental de relevo cutâneo pode também ser realizada com o equipamento Optical 3D Skin Measuring Device PRIMOS Compact®, onde são obtidas medidas tridimensionais do relevo cutâneo (rugas, linhas de expressão e textura da pele), que podem ser quantificadas de acordo as alterações ocorridas.

Os participantes permanecerão em repouso, em sala com temperatura e umidade relativa controladas (20°C ± 2°C e 50% ± 5UR) por no mínimo 30 minutos antes da realização das medidas e durante todo o tempo das medidas.

As medidas serão realizadas nos seguintes tempos:

- T0 – inicial, antes da aplicação do produto;
- T28 – após tratamento por 28 dias com o produto;

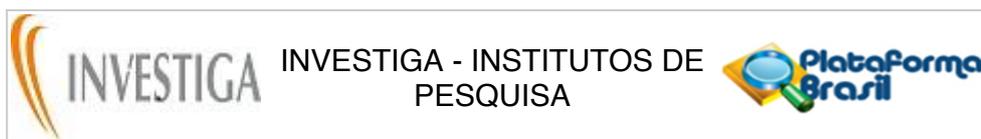
#### **Objetivo da Pesquisa:**

O objetivo deste estudo será avaliar a eficácia clínica do produto cosmético através de técnicas de análise de imagem.

#### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Como qualquer produto, estes poderá(ão) causar reações inesperadas como “vermelhidão”, “inchaço”, “coceira” e “ardor” nos locais de aplicação dos produtos. No entanto, qualquer reação adversa provocada pelo produto em teste será acompanhada pelo médico especialista até sua finalização e, se necessário, será fornecida medicação adequada.

<b>Endereço:</b> Av. Dr. Romeu Tórtima, 739	<b>CEP:</b> 13.084-791
<b>Bairro:</b> JARDIM SANTA GENEBRA II (BARAO	
<b>UF:</b> SP	<b>Município:</b> CAMPINAS
<b>Telefone:</b> (19)3517-6830	<b>E-mail:</b> cep_investiga@grupoinvestiga.com.br



Continuação do Parecer: 2.416.321

As pesquisas na área de cosmético visam comprovar eficácia do produto em estudo. Participando dessa pesquisa os participantes estarão contribuindo para que as ações antienvhecimento desta formulação seja avaliada e comparada com região veículo, de modo que se possa definir caso uma formulação tenha ações diferentes na pele. A comprovação das ações antienvhecimento dos produtos podem se reverter como benefício aos participantes da pesquisa pois os mesmos são potenciais consumidores destes produtos no mercado, além do benefício da ação do produto durante o estudo.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

O protocolo de pesquisa foi bem elaborado com bibliografia pertinente. Com relação aos Aspectos Éticos, a pesquisa segue as normas da Resolução CNS n° 466/2012. A metodologia é adequada aos objetivos apresentados.

O Pesquisador Principal e o Patrocinador declararam, através dos documentos, Termo de Compromisso e Folha de Rosto, o cumprimento dos termos da Resolução CNS n° 466/2012.

O Patrocinador declarou ainda que seus produtos são formulados com matérias primas consagradas e que estas não constituem risco à saúde quando utilizadas em conformidade com as instruções de uso especificadas no protocolo de pesquisa. Além disso, confirma não ter utilizado ingredientes não autorizados pela Agência Regulatória e, no caso de ingredientes regulados, não tê-los utilizado em concentrações acima do permitido.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

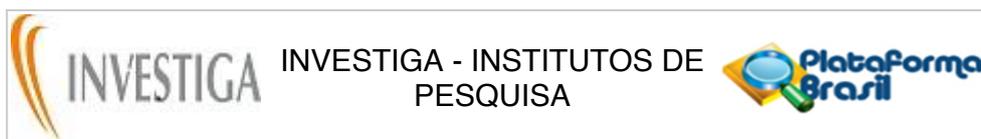
Termos apresentados:

- Folha de Rosto preenchida e assinada;
- Declarações do Pesquisador e Patrocinador quanto ao cumprimento dos termos da Resolução CNS n° 466/2012;
- Fórmula(s) do(s) Produto(s);
- Orçamento e Cronograma detalhado.

-Para atendimento das pendências colocadas para o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE VER\_01 –30/10/2017) sobre adequar:

- Área de aplicação do produto (aleatorização);
- Descrição completa dos Procedimentos
- Descrever quantidade de produtos avaliados (objetivos) e como serão aplicados na face (aleatorização).

<b>Endereço:</b> Av. Dr. Romeu Tórtima, 739	<b>CEP:</b> 13.084-791
<b>Bairro:</b> JARDIM SANTA GENEBRA II (BARAO	
<b>UF:</b> SP <b>Município:</b> CAMPINAS	
<b>Telefone:</b> (19)3517-6830	<b>E-mail:</b> cep_investiga@grupoinvestiga.com.br



Continuação do Parecer: 2.416.321

- Inserir:Interdição e Restrição (para garantia dos resultados).
- Verificar benefícios dessa pesquisa uma vez que são produtos tidos como "Antienvhecimento".

Foi encaminhada nova versão do TCLE: VER\_02 –18/11/2017

Adicionalmente foram alterados no projeto:

-Tempos de medidas

De: T0 (tempo inicial), T1 (após 1 hora de aplicação), T2 (após 2 horas de aplicação) e T4 (após 4 horas de aplicação). A formulação seria aplicada no instituto.

Para: T0 (tempo inicial) e T28 (28 dias). A formulação será utilizada em domicilio

-Fatores de inclusão

Foram adicionados os tópicos de “ser usuária habitual de protetor solar” e “Apresentar rugas/linhas de expressão visíveis de no mínimo grau II na região periorbital de acordo com a escala do instituto”

-Ingredientes ativos

De: Extrato da alga vermelha Kappaphycus Alvarezii e do fruto da Tara, Ácido Hialurônico e Proteínas hidrolisadas de arroz utilizados separadamente.

Para: Combinação de Spirulina, Extrato de lentilha, Tetraisopalmitato de Ascorbila e Extrato da alga vermelha Kappaphycus Alvarezii e do fruto da Tara.

-Região de estudo

De: Meia face

Para: Face inteira, lado de análise será aleatorizado

-Grupos de estudo

De: 4 grupos - Extrato da alga vermelha Kappaphycus Alvarezii e do fruto da Tara, Ácido Hialurônico e Proteínas hidrolisadas de arroz utilizados separadamente e formulação veículo

Para: 2 grupo - Combinação de Spirulina, Extrato de lentilha, Tetraisopalmitato de Ascorbila e Extrato da alga vermelha Kappaphycus Alvarezii e do fruto da Tara e formulação veículo.

-Equipamentos

**Endereço:** Av. Dr. Romeu Tórtima, 739

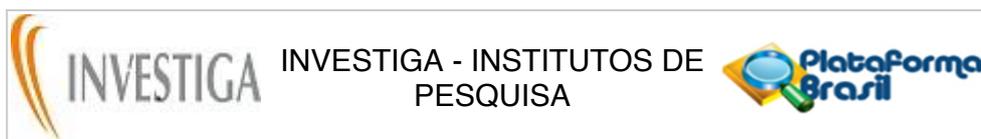
**Bairro:** JARDIM SANTA GENEBRA II (BARAO

**CEP:** 13.084-791

**UF:** SP **Município:** CAMPINAS

**Telefone:** (19)3517-6830

**E-mail:** cep\_investiga@grupoinvestiga.com.br



Continuação do Parecer: 2.416.321

De: Vivascope, Visia, Primus e Visioscan

Para: Vivascope, Visia e Primus

-Número de participantes

De: 60 participantes

Para: 40 participantes

Em atendimento às pendências acima citadas e para as modificações necessárias no desenho de estudo, gerou-se novas versões dos seguintes documentos:

- TCLE\_CEP\_VR02
- PRO\_CEP\_15\_11\_2017\_PRV02
- CRONOGRAMA\_DETALHADO\_VR2
- CRONOGRAMA
- DECLARACAO\_SEGURANCA\_INGREDIENTES\_EXTRATOLENTILHA
- DECLARACAO\_SEGURANCA\_INGREDIENTES\_SPIRULINA
- DECLARACAO\_SEGURANCA\_INGREDIENTES\_TETRAISOPALMITATOASCORBILA
- DIARIO\_DE\_USO\_DO\_PRODUTO\_TESTE\_EM\_DOMICILIO
- FORMULA\_CEP\_VR2
- TERMO\_DE\_CONSENTIMENTO\_PARA\_DIVULGACAO\_DE\_IMAGEM
- DECLARACAO\_SEGURANCA\_ATIVOS

**Recomendações:**

Em atendimento à Resolução CNS nº 466/2012, deverá ser encaminhado ao CEP o relatório final da pesquisa e a publicação de seus resultados, para acompanhamento, bem como comunicada qualquer intercorrência ou a sua interrupção.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

A pesquisa apresenta metodologia adequada aos objetivos propostos, descreve os critérios de inclusão e exclusão necessários para o desenvolvimento da mesma, e apresenta todas as orientações para que o participante da pesquisa possa colaborar com o bom andamento do estudo.

**Endereço:** Av. Dr. Romeu Tórtima, 739

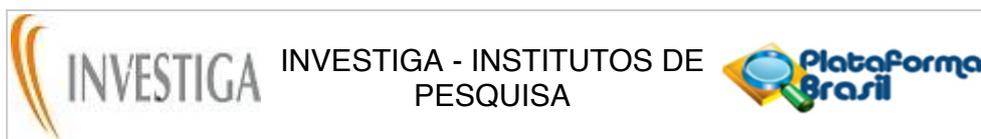
**Bairro:** JARDIM SANTA GENEBRA II (BARAO

**CEP:** 13.084-791

**UF:** SP **Município:** CAMPINAS

**Telefone:** (19)3517-6830

**E-mail:** cep\_investiga@grupoinvestiga.com.br



Continuação do Parecer: 2.416.321

PENDÊNCIAS ATENDIDAS.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1024000.pdf	29/11/2017 10:01:20		Aceito
Outros	TERMO_DE_CONSENTIMENTO_PARA_DIVULGACAO_DE_IMAGEM.docx	29/11/2017 10:00:38	Lucas O. Guerra	Aceito
Folha de Rosto	FOLHA_DE_ROSTO.pdf	29/11/2017 09:56:26	Lucas O. Guerra	Aceito
Outros	DECLARACAO_SEGURANCA_ATIVOS.docx	29/11/2017 09:47:40	Lucas O. Guerra	Aceito
Outros	RESPOSTA_A_PENDENCIA_TEMA2.docx	29/11/2017 09:43:24	Lucas O. Guerra	Aceito
Outros	FORMULA_CEP_VR2.docx	29/11/2017 09:43:03	Lucas O. Guerra	Aceito
Outros	DIARIO_DE_USO_DO_PRODUTO_TESTE_EM_DOMICILIO.docx	29/11/2017 09:42:43	Lucas O. Guerra	Aceito
Outros	DECLARACAO_SEGURANCA_INGREDIENTES_TETRAISOPALMITATOASCORBILA.pdf	29/11/2017 09:42:19	Lucas O. Guerra	Aceito
Outros	DECLARACAO_SEGURANCA_INGREDIENTES_SPIRULINA.pdf	29/11/2017 09:41:54	Lucas O. Guerra	Aceito
Outros	DECLARACAO_SEGURANCA_INGREDIENTES_EXTRATOLENTILHA.pdf	29/11/2017 09:41:34	Lucas O. Guerra	Aceito
Outros	CRONOGRAMA.docx	29/11/2017 09:41:15	Lucas O. Guerra	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA_DETALHADO_VR2.docx	29/11/2017 09:40:35	Lucas O. Guerra	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_CEP_VR2.docx	29/11/2017 09:40:23	Lucas O. Guerra	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PRO_CEP_15_11_2017_PRV02.doc	29/11/2017 09:40:11	Lucas O. Guerra	Aceito
Outros	FORMULA_CEP.docx	04/11/2017 22:15:54	Lucas O. Guerra	Aceito
Orçamento	ORCAMENTO_DETALHADO_DA_PESQUISA.docx	04/11/2017 22:15:31	Lucas O. Guerra	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA_DETALHADO.docx	04/11/2017 22:15:21	Lucas O. Guerra	Aceito

**Endereço:** Av. Dr. Romeu Tórtima, 739

**Bairro:** JARDIM SANTA GENEBRA II (BARAO

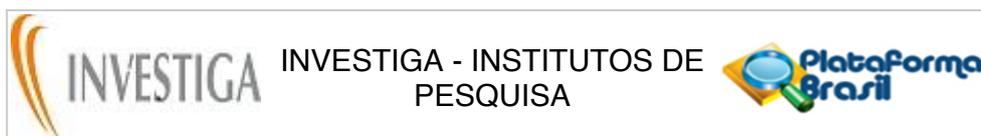
**CEP:** 13.084-791

**UF:** SP

**Município:** CAMPINAS

**Telefone:** (19)3517-6830

**E-mail:** cep\_investiga@grupoinvestiga.com.br



Continuação do Parecer: 2.416.321

Declaração do Patrocinador	DECLARACAO_SEGURANCA_INGRE DIENTES_EXTRATOTARA.pdf	04/11/2017 22:15:11	Lucas O. Guerra	Aceito
Declaração do Patrocinador	DECLARACAO_SEGURANCA_INGRE DIENTES_ACIDOHIALUTONICO.pdf	04/11/2017 22:15:03	Lucas O. Guerra	Aceito
Declaração do Patrocinador	DECLARACAO_SEGURANCA_INGRE DIENTE_ARROZ.pdf	04/11/2017 22:14:54	Lucas O. Guerra	Aceito
Declaração do Patrocinador	TermodeCompromissoPatrocinador_Tema2.pdf	04/11/2017 22:14:44	Lucas O. Guerra	Aceito
Declaração de Pesquisadores	DeclaracaoPesquisador_Tema2.pdf	04/11/2017 22:14:20	Lucas O. Guerra	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_CEP.docx	04/11/2017 22:13:26	Lucas O. Guerra	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PRO_CEP_31_10_2017_PRV01.doc	04/11/2017 22:13:15	Lucas O. Guerra	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

CAMPINAS, 05 de Dezembro de 2017

---

**Assinado por:**  
**Cristiana Madjarof**  
**(Coordenador)**

**Endereço:** Av. Dr. Romeu Tórtima, 739  
**Bairro:** JARDIM SANTA GENEBRA II (BARAO)      **CEP:** 13.084-791  
**UF:** SP      **Município:** CAMPINAS  
**Telefone:** (19)3517-6830      **E-mail:** cep\_investiga@grupoinvestiga.com.br