



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINHA GRANDE
CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE
CURSO DE BACHARELADO EM FARMÁCIA

EDLLA RANYELLA PATRIOTA DE OLIVEIRA

**ESTUDO DE ESTABILIDADE E AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE MODELAGEM
CAPILAR DE GEL-CREME CONTENDO POLIQUATERNIUM- 55**

Cuité – PB
2016

Edlla Ranyella Patriota de Oliveira

**ESTUDO DE ESTABILIDADE E AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE MODELAGEM
CAPILAR DE GEL-CREME CONTENDO POLIQUATERNIUM- 55**

Monografia apresentada ao curso de Bacharelado em Farmácia da Universidade Federal de Campina Grande como requisito à obtenção do grau de Bacharel em Farmácia.

Orientadora: Prof^a Dr^a Juliana de Souza Alencar Falcão

Cuité – PB
2016

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA NA FONTE
Responsabilidade Msc. Jesiel Ferreira Gomes – CRB 15 – 256

O48e Oliveira, Edlla Ranyella Patriota de.

Estudo de estabilidade e avaliação do potencial de modelagem capilar de gel-creme contendo poli-quaternium - 55. / Edlla Ranyella Patriota de Oliveira. – Cuité: CES, 2016.

58 fl.

Monografia (Curso de Graduação em Farmácia) – Centro de Educação e Saúde / UFCG, 2016.

Orientadora: Juliana de Souza Alencar Falcão.

1. Gel-creme. 2. Poli-quaternium-55. 3. Carbopol 940. I. Título.

Biblioteca do CES - UFCG

CDU 687.5

EDLLA RANYELLA PATRIOTA DE OLIVEIRA

**ESTUDO DE ESTABILIDADE E AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE MODELAGEM
CAPILAR DE GEL-CREME CONTENDO POLIQUATERNIUM- 55**

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Farmácia da Universidade Federal de Campina Grande UFCG/CES, com requisito à obtenção do grau de Bacharel em Farmácia.

Aprovado em 16/09/2016

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a. Dr.^a. Juliana de Souza Alencar Falcão (Orientadora)

Prof.^a Dr.^a. Júlia Beatriz Pereira de Souza

Prof. Ms. Maria Glória Batista de Azevedo

DEDICATÓRIA

A **Deus**, que a minha mão segurou e meu caminho iluminou sem cessar. Glória seja dada a todo momento.

A minha mãe **Edna Lúcia**, por sua garra, dedicação e força transmitida a mim. A senhora fez e faz de mim uma pessoa melhor diariamente, nunca permitindo que qualquer obstáculo seja impossível de ser atravessado.

A meu pai **Reginaldo Liberato**, que incansavelmente foi meu apoio e o maior exemplo de que Deus é essencial para alcançar a supremacia das nossas batalhas. Não foi fácil, mas sem seu apoio não seria possível.

Aos meus irmãos **Elyda Renatyelle** e **Reginaldo Filho**, por terem acreditado no meu potencial diariamente, ajudando-me a também acreditar que tudo é possível quando deseja-se e batalha-se.

Aos meus avós paternos **Davino Liberado** (*in memorian*) e **Maria Benvindo** (*in memorian*), que estão em festa por saber que sua neta e afilhada, hoje está prestes a se tornar Farmacêutica.

Aos meus avós maternos **Antônio Patriota** e **Josefa Ferreira**, que com as mais singelas palavras me acalentavam nos momentos de saudade e dificuldade.

A meu namorado **Robert**, que teve contribuição direta desde a época do vestibular até o momento, tanto para meu crescimento intelectual como pessoal. Saiba que você foi um dos maiores alicerces.

Aos meus amigos de **Jupi-PE**, que caminharam comigo, sempre me impulsionando para as melhores escolhas.

Por fim, não menos importante, aqueles que conheci durante essa jornada, com vocês a solidão nunca fez morada e tenho muito a agradecer pela companhia, paciência e força.

AGRADECIMENTOS

A minha orientadora **Profª Drª Juliana de Souza Alencar Falcão**, por acreditar em meu potencial, me ensinando como lidar com inúmeras adversidades e as transformando em oportunidades. Com convicção afirmo, me mostrou o caminho que desejo seguir, sendo minha mãe acadêmica.

A Ms. **Maria da Glória Batista de Azevedo** por todo apoio, dedicação, ensinamentos e conselhos, além de ter aceitado participar da banca avaliadora, contribuindo para a realização deste projeto.

A **Profª Drª Júlia Beatriz Pereira de Souza** por ter aceitado participar da banca avaliadora, auxiliando na finalização do projeto.

A **Lóide Oton** e **Marina Silva** pela troca diária de conhecimentos e experiências dentro da Farmácia Escola.

A **ISP**[®] por disponibilizar o Stylyze w-20[®] (Poliquaternium-55) para a realização da pesquisa.

Aos **funcionários** e **professores** da UFCG/CES, com quem tive contato durante todo o percurso da graduação e que contribuíram para o alcance dos meus objetivos.

“Substâncias nas mãos dos farmacêuticos transformam-se em medicamentos, em cura, em saúde, assim como a pedra nas mãos dos ourives se transforma em joia, em brilho e em luz”

Autor Desconhecido

RESUMO

O cabelo humano representa um componente da imagem corporal que tem um valor indiscutível, o que leva a indústria cosmética a acompanhar as mudanças instruídas pelas variações psicossociais, econômicas e culturais, refletindo as características físicas de uma pessoa, fazendo com que muitos produtos capilares surjam. Os géis fixadores fazem parte de 57,5% (em valor) dos produtos para modelagem de cabelos, estando associados a polímeros formadores de filmes sobre o fio capilar. Para tal função, o Stylize w-20[®] (poliquaternium-55), um termopolímero catiônico, promove fixação modeladora com resistência à água; e o carbopol, um polímero muito utilizado em formulações como espessante e agente formador de gel. O lançamento de novos produtos cosméticos envolve o desenvolvimento de fórmulas, onde etapas como a escolha das matérias primas, técnica de preparo, estudo de estabilidade e avaliação da eficácia são essenciais para oferecer ao consumidor um produto de qualidade. Para este fim, o presente trabalho teve como objetivo estudar a estabilidade e avaliar o potencial de modelagem capilar de géis contendo poliquaternium-55. O produto de referência (Gel-creme modelador Bozzano fixação 2[®]), o piloto 22 e o placebo foram submetidas a condições do estudo de estabilidade preliminar (EP), acelerada (EA) e de longa duração (ELD), e avaliadas quanto as propriedades organolépticas, microscópicas e físico-químicas (centrífuga, viscosidade, espalhabilidade, pH, fixação capilar e resistência à água). Foi visto que todas as amostras apresentaram propriedades organolépticas e microscópicas adequadas. Nas análises físico-químicas foram identificadas diferenças entre as formulações, com variações nos valores de pH, viscosidade, espalhabilidade, fixação capilar e resistência à água, não caracterizando instabilidade. Os géis contendo poliquaternium-55 tiveram sua estabilidade comprovada demonstrando sua capacidade de fixação capilar, mas também foi identificada a não resistência a água sugerindo-se a encapsulação do poliquaternium-55 e/ou a utilização de um blend contendo poliquaternium-55, agente filmógeno e agente de resistência à água.

Palavras-chave: Gel-creme. Poliquaternium-55. Carbopol 940. Gel-creme modelador Bozzano fixação 2[®]. Estabilidade.

ABSTRACT

Human hair is one body image component that has an indisputable value, which leads the cosmetics industry to follow the changes directed by psychosocial changes, economic and cultural, reflecting the physical characteristics of a person, causing many hair products arise. Fasteners gels are part of 57.5% (by value) of products for hair modeling, being associated with forming polymer films on the capillary end. For this function, the Styliste w-20® (polyquaternium-55), a cationic terpolymer promotes molding fixation with water resistance; and Carbopol, a polymer widely used in formulations as a thickener and gel forming agent. The launch of new cosmetic products involves developing formulas where steps as the choice of raw materials, preparation technique, stability study and evaluation of the effectiveness are essential to offer the consumer a quality product. To this end, the present work was to study the stability and evaluate the potential for hair gels modeling containing polyquaternium-55. The reference product (gel-cream shaper Bozzano fixing 2®), the driver 22 and the placebo were subjected to preliminary study conditions of stability (EP), accelerated (EA) and long term (ELD), and evaluated the organoleptic properties, microscopic and physicochemical (centrifugal, viscosity, spreadability, pH, hair fixing and water resistance). It was found that all samples showed organoleptic and microscopic properties suitable. The physicochemical analysis differences were identified between the formulations with variations in pH, viscosity, spreadability, hair fixation and water resistance, not characterizing instability. Gels containing polyquaternium-55 proved their stability demonstrating their hair fixing ability, but was also detected non water resistance suggesting the encapsulation of the polyquaternium-55 and / or the use of a blend containing polyquaternium-55, film-forming agent and water-resistance agent.

Keywords: Gel-cream. Polyquaternium-55. Carbopol 940. Gel-Cream modeler Bozzano fixing 2®. Stability.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Estrutura química do Poliquaternium-55.....	20
Figura 2 - Estrutura geral do Carbopol.....	21
Figura 3 - Representação dos fenômenos de instabilidade física de emulsões.	24
Figura 4 - Técnica de preparação 1 aplicada na produção do gel-creme.....	31
Figura 5 - Técnica de preparação 2 aplicada na produção do gel-creme.....	32
Figura 6 - Técnica de preparação 3 aplicada na produção do Gel-creme.....	32
Figura 7 – Esquema de avaliação do poder de modelagem e resistência à água.....	36
Figura 8 - Mechas de cabelo sem produto (A), com o produto de referência (B) e com a formulação piloto 20, 21, 22 e 23 respectivamente.	38
Figura 9 - Imagens microscópicas do produto de referência (BZ), piloto 22 e placebo (PCB) em estudo de Estabilidade Preliminar (EP).....	40
Figura 10 - Imagens microscópicas do produto de referência, piloto 22 e placebo em estudo de Estabilidade Acelerada (EA).	41
Figura 11 - Imagens microscópicas do produto de referência, piloto 22 e placebo em estudo de Estabilidade Longa Duração (ELD).	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Função, composição e concentração dos reagentes utilizados no gel-creme modelador Bozzano fixação 2 e na produção dos pilotos 1 à 23.	30
Tabela 2 - Análise da viscosidade (cP) dos géis-creme em estudo durante o ensaio de Estabilidade Preliminar (EP), Estabilidade Acelerada (EA) e Estabilidade de longa duração (ELD). N=3. $p < 0,05$	44
Tabela 3 - Análise da espalhabilidade dos Géis-creme em estudo durante o ensaio de Estabilidade Preliminar (EP), Estabilidade Acelerada (EA) e Estabilidade de longa duração (ELD). N=3. $p > 0,05$	46
Tabela 4 - Resultados do teste de pH nas amostras do produto de referência, piloto 22 e placebo em estudo no ensaio de Estabilidade Preliminar (EP), Estabilidade Acelerada (EA) e Estabilidade de Longa Duração (ELD). N=3. $p < 0,05$	48
Tabela 5 - Análise do poder de fixação (cm) dos géis-creme em estudo durante o ensaio de Estabilidade Preliminar (EP), Estabilidade Acelerada (EA) e Estabilidade de longa duração (ELD). N=3. $p < 0,05$	49
Tabela 6 - Análise da resistência à água (cm) dos géis-creme em estudo durante o ensaio de Estabilidade Preliminar (EP), Estabilidade Acelerada (EA) e Estabilidade de longa duração (ELD). N=3. $p < 0,05$	51

LISTA DE QUADROS

- Quadro 1 - Características organolépticas do produto de referência, piloto 22 e placebo em estudo no ensaio de Estabilidade Preliminar (EP), Estabilidade Acelerada (EA) e Estabilidade de Longa Duração (ELD).....39
- Quadro 2 - Resultados do teste de centrifugação nas amostras do produto de referência, piloto 22 e placebo em estudo no ensaio de Estabilidade Preliminar (EP), Estabilidade Acelerada (EA) e Estabilidade de Longa Duração (ELD).43

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍGLAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ACE 20 OE	Álcool cetoestearílico etoxilado 20 moles de oxido de eteno
CMC	Carboximetil celulose sódica
Cm	Centímetro
cP	Centipoise
D	Diâmetro
DMN	Dimeticone
EBE	Emulsificação de baixa energia
Ei	Espalhabilidade
EA	Estabilidade Acelerada
ELD	Estabilidade de Longa duração
EP	Estabilidade Preliminar
BZ t ₁₂	Gel-creme modelador Bozzano [®] fixação 2 tempo doze
BZ t ₁₅	Gel-creme modelador Bozzano [®] fixação 2 tempo quinze
BZ t ₆₀	Gel-creme modelador Bozzano [®] fixação 2 tempo sessenta
BZ t ₃₀	Gel-creme modelador Bozzano [®] fixação 2 tempo trinta
BZ t ₀	Gel-creme modelador Bozzano [®] fixação 2 tempo zero
P22 t ₁₂	Gel-creme Piloto 22 tempo doze
P22 t ₁₅	Gel-creme Piloto 22 tempo quinze
P22 t ₆₀	Gel-creme Piloto 22 tempo sessenta
P22 t ₃₀	Gel-creme Piloto 22 tempo trinta
P22 t ₀	Gel-creme Piloto 22 tempo zero
PCB t ₁₂	Gel-creme Placebo tempo doze
PCB t ₁₅	Gel-creme Placebo tempo quinze
PCB t ₆₀	Gel-creme Placebo tempo sessenta
PCB t ₃₀	Gel-creme Placebo tempo trinta
PCB t ₀	Gel-creme Placebo tempo zero
G	Gramas
IM	Intensamente modificado
IS	Intensamente separado, turvo ou precipitado
LM	Levemente modificado
LS	Levemente separado

ml	Mililitro
mm	Milímetro
min	Minuto
N	Normal
O/A	Óleo em água
P	Piloto
PEG	Polietilenoglicol
pH	Potencial hidrogênio
Qs	Quantidade suficiente
Rpm	Rotações por minuto
t ₁₂	Tempo doze
t ₁₅	Tempo quinze
t ₆₀	Tempo sessenta
t ₃₀	Tempo trinta
t ₀	Tempo zero

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REFERÊNCIAL TEÓRICO	15
2.1	FISIOLOGIA E FORMA QUÍMICA DO CABELO	15
2.2	COSMÉTICOS	16
2.2.1	Géis modeladores capilares	17
2.3	POLÍMEROS	18
2.3.1	Poliquaternium-55	19
2.3.2	Carbopol	20
2.3.3	Caboximetilcelulose Sódica	21
2.4	ESTABILIDADE	22
2.4.1	Estabilidade Preliminar (EP)	22
2.4.2	Estabilidade Acelerada (EA)	23
2.4.3	Estabilidade de Longa Duração (ELD)	23
2.4.4	Fatores que Influenciam a Estabilidade	24
3	OBJETIVOS	26
3.1	OBJETIVO GERAL	26
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	26
4	MATERIAIS E MÉTODOS	27
4.1	MATERIAL	27
4.1.1	Substâncias e Reagentes	27
4.1.2	Equipamentos	27
4.1.3	Vidrarias e Utensílios	28
4.2	METODOLOGIA	28
4.2.1	Formulação Teste	28
4.2.2	Formulação do Gel-Creme Placebo	33
4.2.3	Ensaio de Estabilidade Preliminar (EP), Acelerada (EA) e de Longa Duração (ELD)	33
4.2.3.1	<i>Avaliação Visual e Características Organolépticas</i>	33
4.2.3.2	<i>Avaliação Microscópica</i>	34

4.2.3.3	<i>Teste De Centrifugação</i>	34
4.2.3.4	<i>Determinação da Viscosidade</i>	34
4.2.3.5	<i>Espalhabilidade</i>	35
4.2.3.6	<i>Determinação do pH</i>	35
4.2.3.7	<i>Avaliação do Poder de Modelagem e Resistência à Água</i>	35
4.2.4	Análise estatística.....	36
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
5.1	FORMULAÇÃO TESTE	37
5.2	PREPARO DO GEL-CREME PLACEBO.....	38
5.3	TESTES DE ESTABILIDADE PRELIMINAR (EP), ESTABILIDADE ACELERADA (EA) E ESTABILIDADE DE LONGA DURAÇÃO (ELD).....	39
5.3.1	Avaliação visual e características organolépticas.....	39
5.3.2	Avaliação Microscópica.....	40
5.3.3	Teste de centrifugação	42
5.3.4	Avaliação da viscosidade	44
5.3.5	Determinação da Espalhabilidade	45
5.3.6	Determinação do pH.....	47
5.3.7	Determinação do poder de Fixação e Resistência à Água.....	48
6	CONCLUSÃO	52
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53

1 INTRODUÇÃO

O cabelo humano representa um componente da imagem corporal que tem um valor indiscutível do ponto de vista psicossocial, econômico e cultural, refletindo as características físicas de uma pessoa. Com a evolução da moda, a tendência trouxe à tona modelos de penteados suaves, com aparência natural, promovendo um aumento na procura por produtos de fácil aplicação, que modelem o fio e ainda que facilitem o desembaraçamento, utilizando-se de diversas substâncias para obter o desempenho exigido pelos consumidores (RODRIGUEZ, 1994; VELASCO et al., 2014).

Para garantir a modificação esperada pelo consumidor deve-se avaliar insumos que culminam em produtos eficazes, e o Stylize w-20[®] tem esta característica atestada pelo fabricante. O Stylize w-20[®] é um termopolímero catiônico, em solução aquosa, que traz benefícios extraordinários quando incorporados a diversas formulações para uso sobre os fios capilares, que através de uma tecnologia patenteada, é a solução para as necessidades dos consumidores em criar facilmente uma modelagem com duração e fixação do penteado durante todo dia (ISP, 2001). Outro polímero frequentemente utilizado nas formulações para modelagem é o Carbopol[®], pelo fato deste promover o aumento da viscosidade da formulação e apresentar aspecto da forma farmacêutica gel. O Carbopol[®] é um polímero, que quando em seu estado básico, apresenta-se na forma de um granulado semitransparente, muito utilizado na indústria cosmética e farmacêutica, devido sua solubilidade e a não reatividade com os demais componentes da fórmula, podendo estar atrelado ou não ao poder de fixação promovida pelo gel capilar (ACOFARMA, 2016).

O lançamento de novos produtos cosméticos envolve o desenvolvimento de fórmulas, onde etapas como a escolha das matérias primas, técnica de preparo, estudo de estabilidade e avaliação da eficácia são essenciais para oferecer ao consumidor um produto de qualidade. Para tanto, este trabalho objetiva acompanhar a estabilidade preliminar, acelerada e de longa duração de géis-creme de Carbopol[®], contendo ou não poliquaternium-55 (Stylize w-20[®]) e avaliar em todos os tempos da estabilidade o potencial de modelagem capilar e resistência à água dos produtos desenvolvidos em laboratório, sendo estes comparados com o gel-creme modelador disponível no mercado (Bozzano[®]).

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 FISIOLOGIA E FORMA QUÍMICA DO CABELO

O cabelo é uma fibra natural, elástica e muito resistente (BARATA, 2002). Essas características são justificadas pela presença de 65 – 95% de queratina. A queratina é uma proteína produzida pelos queratinócitos, através da mistura de diversos aminoácidos, sendo de maior relevância a cistina, pois consegue-se a formação de ligações dissulfúricas estabilizando quimicamente e fisicamente a fibra. Lipídeos, oligoelementos, água e melanina (pigmento) também fazem parte da composição capilar, esta varia nos diferentes compartimentos morfológicos (DRAELOS, 2000; BHUSHAN, 2010).

O fio capilar é constituído por três camadas: medula, córtex e cutícula. A medula é a parte mais interna do fio, situada entre duas a cinco fileiras de células lado a lado, podendo estar descontínua ou até ausente (HALAL, 2011; KÖHLER, 2011). Em geral, apresenta-se apenas como pequena massa capilar contribuindo de forma insignificante para mecânica do cabelo (BHUSHAN, 2010).

O córtex é constituído por microfibrilas de queratina alinhadas na direção do fio, representando a maior parte da haste do cabelo, banhada por grande porcentagem de grânulos de melanina (NOGUEIRA, 2003; CHAPTER, 2016). É o córtex que compõe todo o embasamento do fio, promovendo solidez, elasticidade e permeabilidade (BOUILLON; WILKINSON, 2005).

A cutícula é dita como uma película protetora do córtex, sendo constituída por material protéico amorfo e células planas e anucleadas (BALOGH et al., 2011). É formada por 6 a 10 camadas de células, sobrepostas e alocadas seguindo o eixo longitudinal do fio de cabelo (BHUSHAN, 2010). São translúcidas, sem pigmentos e totalmente queratinizadas. Do ponto de vista bioquímico a cutícula é muito estável e resiste a forças químicas e físicas (MELLO, 2010).

A aparência do fio é dependente da circunstância em que se encontra a cutícula e o córtex capilar. Quando o rompimento das escamas que constituem a cutícula ocorre, o cabelo apresenta-se áspero, sem brilho e com a coloração alterada, tornando o fio poroso e opaco, com elasticidade e de fácil rompimento (CORAZZA, 2005).

O fio de cabelo possui pH ligeiramente ácido, em torno de 4,5 e 6,5, quando não danificado ou quimicamente tratado. Segundo Bedin (2008) neste pH, as cutículas do cabelo

encontram-se fechadas, mas o fio de cabelo é sensível as alterações de pH. O contato com soluções alcalinas causa a abertura das cutículas do cabelo, resultando na quebra da estrutura da queratina (DIAS et al., 2007).

2.2 COSMÉTICOS

A palavra cosmético deriva do grego *cosmos tikos*, que quer dizer “hábil em ordenar, ou em decorar”. Desde a história antiga os cosméticos eram usados com o intuito de adornar, camuflar e atacar nas guerrilhas, obtidos através de corantes de origem animal ou vegetal (LYRIO et al., 2011).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (2004) descreve Cosméticos, Produtos de Higiene e Perfumes como preparações constituídas por substâncias naturais ou sintéticas, de uso externo nas diversas partes do corpo humano, pele, sistema capilar, unhas, lábios, órgãos genitais externos, dentes e membranas mucosas da cavidade oral, com o objetivo exclusivo ou principal de limpá-los, perfumá-los, alterar sua aparência e ou corrigir odores corporais e/ou protegê-los ou mantê-los em bom estado.

Devido aos conhecimentos atuais e por toda a conotação científica alcançada pelos produtos cosméticos ao nível mundial, e em cumprimento à legislação específica para o setor, a fabricação destes produtos atualmente baseia-se no binômio “eficácia e segurança”, pois além de cumprir suas finalidades esses produtos devem ser seguros no seu uso sem causar efeitos indesejáveis (HEEMANN et al., 2010).

A compatibilidade entre os constituintes é de extrema importância para o desenvolvimento de uma formulação cosmética estável, segura e eficaz; atendendo as indicações de uso do produto (ANCONI, 2008). A escolha adequada dos componentes que farão parte da formulação é imutável, pois os ativos exibem características físico-químicas diferentes, podendo comprometer a estabilidade do produto. Um estudo prévio é necessário para que seja feita uma melhor escolha a respeito dos adjuvantes farmacotécnicos, que impedirão possíveis incompatibilidades, assegurando a sustentação da estabilidade do cosmético final (NICOLETTI; COSTA; COSME, 2009).

2.2.1 Géis modeladores capilares

O ser humano busca constantemente novas formas de estilizar os cabelos ou de manter o penteado, e com o avançar dos anos a moda promove o uso de penteados com estilos suaves, naturais e maleáveis, apresentando volume e facilitando o ato de pentear o fio (RODRIGUEZ, 1994).

Os fixadores/estilizantes capilares cumprem a finalidade de permitir o controle e a maleabilidade, proporcionar brilho e manter a forma do cabelo durante as atividades corriqueiras do dia-a-dia, além de suportar as variações climáticas (VELASCO et al., 2014). Os estudos comprovam que a escolha do produto está relacionada com a capacidade de fixação, mas também relata-se que o toque e suavidade influenciam, juntamente com a fácil remoção do produto com shampoo (SCHWARZWALDER et al., 2007).

Segundo Barmann (2002) existem vários tipos de fixadores/estabilizantes como brilhantinas, que é uma formulação com alto teor lipídico, sendo o primeiro tipo de cosmético utilizado para modelagem capilar; emulsões, que são mais agradáveis por ter a sensação menos gordurosa com formação de um filme uniforme sobre o cabelo; polímeros, formam cosméticos plastificantes, permitindo melhor conservação do penteado e é facilmente aplicável ao cabelo; dispersão, produto hidroalcoólico que apresenta polímeros aniônicos e silicones em sua composição; gel, responsável por modelar o cabelo fixando as mechas, estando presente no mercado em diferentes níveis de fixação dependendo da quantidade e função dos ativos presentes; espuma em aerossol, formulação de maior preferência por ser capaz de formar penteados com facilidade, baseada em uma fase interna gasosa e externa emulsionada; e spray capilar, baseado na dispersão de um agente polimérico em um solvente ideal, formando uma rede transparente sobre o fio (RODRIGUEZ, 1994; SCHWARZWALDER et al., 2007; VELASCO et al., 2014).

Em destaque, os fixadores poliméricos, como supracitado permitem a manutenção da mudança da forma capilar por mais tempo, formando um envoltório transparente ao redor do fio, causando adesão capilar e manutenção do efeito (VELASCO et al., 2014). Estes devem apresentar características como: fácil aplicação, não deixar o fio pegajoso, permitir conservação do penteado, não deixar resíduo no cabelo, permitir boa flexibilidade, volume, brilho e sem promover sensação excessiva dos fios, além de formar uma película higroscópica (SCHWARZWALDER et al., 2007). As principais formas cosméticas que tem como agente

promotor de fixação dos polímeros são: géis, espumas em aerossol e sprays, além de géis-cremes (HERNANDEZ; FRESNEL, 1999).

As formulações de gel-creme têm ganhado um grande espaço nas farmácias magistrais por ter obtido força e aceitação no mercado brasileiro, promovida pela demanda elevada para desenvolvimento de formulações do tipo “oil-free”, caracterizada por sua menor quantidade de óleo e apresentando aspecto de creme (LARENTES, 2009). São constituído basicamente de uma base de gel, emulsificantes, substâncias oleosas ou silicones, ganhando um aspecto leitoso ou cremoso.

O gel-creme é uma emulsão que apresenta sua fase aquosa gelificada pelos mesmos agentes usados na formação de um hidrogel, como carbopol[®] e natrosol[®] (MARTINI, 2005). Do ponto de vista galênico o gel-creme apresenta maior consistência em relação às emulsões originais pelo fato da fase interna da emulsão estar estabilizada através da gelificação da fase aquosa (gel), consolidando a gotícula da formulação (FERNANDEZ, 2005; SCHMIDTS et al, 2009). Do ponto de vista dermocosmético, as formulações gel-creme acentuam o grau de evanescência da emulsão original, desde que não contenha em sua fase oleosa, alta concentração de substâncias graxas de alta oclusão (FERNANDEZ, 2005).

Segundo Ansel, Popovich e Allen Jr. (2007) géis são sistemas semi-sólidos que constituem-se em dispersões de pequenas ou grandes moléculas em um veículo líquido aquoso que adquire consistência semelhante às geleias pela adição de um agente gelificante. Os géis também são definidos como sistemas semi-rígidos em que o movimento da fase dispersa é restrito por uma rede tridimensional entrelaçada de partículas ou macromoléculas solvatadas da fase dispersa. O aumento da viscosidade causado pelo entrelaçamento e consequente fricção interna é responsável pelo estado semi-sólido. Podem ser subdivididos em dois grupos, dependendo das ligações entre as cadeias da rede. Os do tipo I são sistemas irreversíveis com uma rede tridimensional formada por ligações covalentes entre as macromoléculas. Os géis do tipo II, mais comumente usados em farmácia, são reversíveis pelo calor e mantidos por ligações intermoleculares do tipo ligação hidrogênio (FLORENCE; ATWOOD, 2003).

2.3 POLÍMEROS

Afirma-se que o uso dos polímeros teve início nos anos 1800, com a derivação da celulose, vulcanização da borracha e a síntese do estireno. Mas, na realidade teve início nos

primórdios da civilização com a formação do DNA e proteínas. Por definição, polímeros são cadeias grandes formadas por anéis ou cadeias de unidades de monômeros ligadas entre si, onde moléculas menores ou monômeros se unem para que ocorra a formação de polímeros, dotados de uma cadeia estrutural de múltiplas unidades iguais, que podem ser diferentes entre si ou não (ABRUYN, 2011).

Devido a sua alta eficiência, polímeros são usados em pequenas quantidades em formulações podendo atuar como agentes modificadores da reologia, espessantes, tensoativos, emulsificantes, umectantes, dispersantes, preservantes, condicionantes, entre outras funções (ABRUYN, 2011).

Os polímeros podem ser classificados de acordo com sua ocorrência, estrutura, natureza da sua cadeia, comportamento mecânico, disposição espacial dos seus monômeros, sua morfologia e tipo de reação que lhe deu origem, tendo com influência das propriedades poliméricas a arquitetura molecular e conformação (DUARTE, 2011).

Quanto a ocorrência, são naturais, quando oriundos de reações ocorridas na natureza, e sintéticos quando polímeros orgânicos derivados de reações ocorridas em laboratório, através da polimerização de molécula simples. Podem ser reconhecidos como polímeros de cadeia homogênea ou heterogênea (estrutura), homogênea quando formados através da polimerização de monômeros da mesma classe, chamados de homopolímeros; heterogênea na ocasião em que a cadeia é composta por mais de uma unidade repetitiva diferente, chamado de copolímero (DANIELS, 1989).

Os copolímeros são classificados de acordo com o posicionamento das inserções. São ditos aleatórios quando a inserção ocorre em qualquer região sem uma ordem definida; alternados para aqueles que a inserção ocorre alternadamente e regular; em bloco, alocação ocorre em sequência de blocos; por fim, de inserção, neste caso os monômeros posicionam-se como ramificações na cadeia principal. Ainda podem ser classificados como lineares, reticulados e ramificados, determinando as propriedades do polímero (DUARTE, 2011).

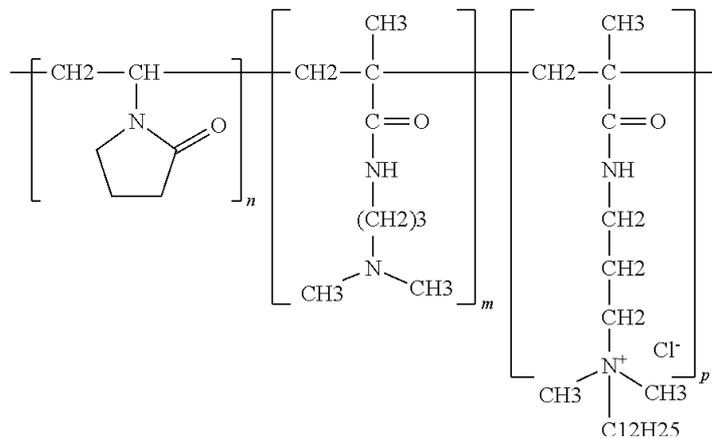
2.3.1 Poliquaternium-55 (Stylize w-20[®])

Poliquaternium é um neologismo usado para enfatizar a presença de centros de amônio quaternário no polímero. O poliquaternium-55 é um termopolímero catiônico, apresenta-se como solução aquosa viscosa transparente, possui sólidos de 19 – 21 %, pH de 3,5 – 5,5, seguro para fabricação de produto de cuidado pessoal sem enxágue. Oferece benefícios únicos

e características de performance superiores quando comparados com outros polímeros desenvolvidos para condicionamento e modelagem capilar, promovendo também memória do cacho.

Formado através da reação de vinilpirrolidona, dimetilaminopropil metacrilamida e metacrililamino cloreto de propilo lauryldimonium. A cadeia lauril faz com que o polímero seja hidrofóbico, aumentando as propriedades de modelagem, a resistência à umidade, resistência à água e aumento da flexibilidade. Sua estrutura química está ilustrada na figura 1 (ISP, 2001; EWG'S SKIN DEEN[®], 2016).

Figura 1 - Estrutura química do Poliquaternium-55.



Fonte: SAAPEDIA, 2012.

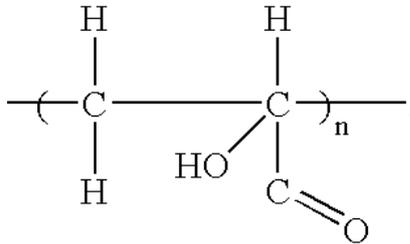
É solúvel em água e forma um filme hidrofóbico, facilmente removível do cabelo com shampoo, e não resulta acúmulo do polímero no cabelo. Proporciona orientação seletiva e substantividade à queratina, através das cargas catiônicas em produtos com ou sem enxágue, além de facilitar a penteabilidade e diminuir o frizz (ISP, 2001). Pode ser utilizado com agente emoliente, condicionador, hidratante em produtos de cuidados pessoais de formação de película, além de possuir potencial antisséptico e amaciante para produtos têxteis (SAAPEDIA, 2012).

2.3.2 Carbopol

Segundo Ansel, Popovich e Allen Jr. (2007), a resina carbômer, conhecida como carbopol, é uma matéria prima presente numa ampla variedade de formas farmacêuticas. São polímeros do ácido acrílico reticulados com alil pentaeritriol, modificados com acrilatos de

alquila de C₁₀ a C₃₀, que apresentam elevada densidade aparente, como pós brancos e leves, formando géis com viscosidade variando de 0 a 80.000 centipoise (cP). Sua estrutura química está ilustrada na figura 2.

Figura 2 - Estrutura geral do Carbopol.



Fonte: COLGATE-PALMOLIVE COMPANY, 2016.

O carbômer 940[®] forma géis hidroalcoólicos ou aquosos, transparentes e brilhantes. É o mais eficiente de todas as resinas carbopol e possui propriedades reológicas adequadas. Para que se alcance a forma gel, é necessária a adição de um neutralizante, podendo ser utilizado o hidróxido de sódio ou de potássio quando a concentração do álcool não ultrapassar os 20%, já a trietanolamina neutraliza géis quando a concentração de álcool não ultrapassa os 50%, podendo ainda ser utilizado carbonato de sódio, amônia e bórax (ANSEL; POPOVICH; ALLEN JR., 2007).

O carbopol é utilizado como agente emulsionante em emulsões O/A com finalidade de diminuir a proporção de gorduras, viscosificante, suspensor e gelificante, dando origem a géis transparentes, dependendo dos ativos e solventes presentes. O gel de carbopol é uma base não gordurosa, extensível, onde os princípios ativos vinculados a eles tem maior absorção, pode ser unido a emulsões permitindo o espessamento da fase aquosa como ocorrido com géis-creme (ACOFARMA, 2016).

2.3.3 Caboximetilcelulose Sódica

A carboximetilcelulose sódica (CMC) é um sal sódico do éter policarboxílico da celulose, solúvel em água em qualquer temperatura. O sal sódico de CMC pode ser disperso com agitação vigorosa em água fria, antes que as partículas possam se hidratar e intumescer, evitando que se unam, formando grumos. Quando o pó está bem disperso, a solução é aquecida com agitação moderada, em torno de 60° C (140° F) para mais rápida dissolução. A

viscosidade do produto decresce consideravelmente em valores abaixo do pH 5 ou acima de 10 (ANSEL; POPOVICH; ALLEN JR., 2007). É empregada como agente incrementador da viscosidade, como aglutinante e desintegrante em sólidos (VILLANOVA; ORÉFICE; CUNHA; 2010).

2.4 ESTABILIDADE

O estudo da estabilidade de produtos cosméticos fornece informações que indicam o grau de estabilidade relativa de um produto nas variadas condições a que possa estar sujeito desde sua fabricação até o término de sua validade (BRASIL, 2004). É a determinação da permanência das características obtidas logo após a fabricação até o fim de sua vida útil, baseadas em propriedades de um projeto e desenvolvimento racional da formulação (D'LEON, 2001; KHURY, 2001).

A ANVISA (BRASIL, 2004) descreve que essa estabilidade é relativa, pois varia com o tempo e em função de fatores que aceleram ou retardam alterações nos parâmetros do produto. Modificações estas, que dentro de limites determinados podem não configurar motivo para reprova-lo.

2.4.1 Estabilidade Preliminar (EP)

O estudo de estabilidade preliminar também é conhecido como teste de triagem, pois possibilita selecionar formulações mais adequadas para serem submetidas ao estudo de estabilidade acelerada. É constituído pela realização de testes na fase inicial do desenvolvimento de uma formulação em um pequeno intervalo de tempo, empregando extremos de temperatura com o objetivo de surgimento de possíveis reações indesejadas que devem ser observadas e analisadas de acordo com a peculiaridade de cada produto. Este estudo, não tem como finalidade designar a vida útil da formulação, mas sim auxiliar na triagem de formulações (BRASIL, 2004).

Como determinado pela ANVISA (BRASIL, 2004) os valores geralmente adotados nos ciclos são:

- Ciclos de 24 horas a $40 \pm 2^{\circ}\text{C}$, e 24 horas a $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$ - durante quatro semanas.
- Ciclos de 24 horas a $45 \pm 2^{\circ}\text{C}$, e 24 horas a $-5 \pm 2^{\circ}\text{C}$ - durante 12 dias (6 ciclos).
- Ciclos de 24 horas a $50 \pm 2^{\circ}\text{C}$, e 24 horas a $-5 \pm 2^{\circ}\text{C}$ - durante 12 dias (6 ciclos).

A periodicidade de avaliação das amostras pode variar conforme a experiência técnica, as especificações do produto, as características especiais de algum componente da formulação ou o sistema conservante utilizado. Os aspectos a serem avaliados são definidos pelo formulador, estando eles divididos em características organolépticas (aspecto, cor, odor e sabor) e físico-químicas (pH, viscosidade, densidade, espalhabilidade, centrífuga, entre outros) (BRASIL, 2004).

2.4.2 Estabilidade Acelerada (EA)

Tem o objetivo de fornecer dados para prever a estabilidade do produto, tempo de vida útil e compatibilidade da formulação com o material de acondicionamento. Neste caso, são empregadas condições extremas de temperatura menores que o estudo anterior e tem duração geralmente de 90 dias, podendo esse prazo ser estendido para seis meses ou um ano, sendo realizados os mesmos testes do estudo anterior e o intervalo de avaliação é determinado pelo pesquisador, sendo geralmente nos tempos 0, 7, 15, 30, 60 e 90 (BRASIL, 2004).

As amostras podem ser submetidas à temperatura de estufa, refrigerador, exposição à radiação luminosa e ao ambiente. Os valores adotados para altas temperaturas (estufa) são: $37 \pm 2^\circ\text{C}$, $40 \pm 2^\circ\text{C}$, $45 \pm 2^\circ\text{C}$ ou $50 \pm 2^\circ\text{C}$; e baixas temperaturas: Geladeira $5 \pm 2^\circ\text{C}$ e Freezer $-5 \pm 2^\circ\text{C}$ ou $-10 \pm 2^\circ\text{C}$. A periodicidade da avaliação das amostras pode variar conforme experiência técnica, especificações do produto, características especiais de algum componente da formulação ou sistema conservante utilizado, além dos parâmetros avaliados que deve ser definido pelo formulador, seguindo aqueles realizado no estudo que antecede este, estabilidade preliminar (EP) (BRASIL, 2004).

2.4.3 Estabilidade de Longa Duração (ELD)

Também conhecido como teste de prateleira, busca validar os limites de estabilidade do produto. É utilizado para avaliar o comportamento do produto em condições normais de armazenamento (BRASIL, 2004).

A ANVISA (BRASIL, 2004) descreve que este estudo deve ser realizado no tempo equivalente ao prazo de validade do produto, avaliando-o em condições comuns de armazenamento, com frequência de análises periódicas até o fim do prazo estimado de validade, ou quando se tem a intenção de ampliá-lo as análises devem ser realizadas até

alcançar o objetivo. Os testes realizados devem seguir os mesmos determinados para a estabilidade preliminar (EP) e estabilidade acelerada (EA).

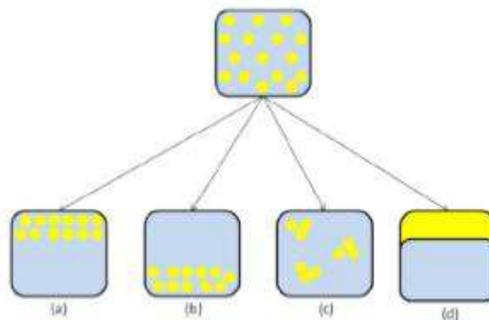
2.4.4 Fatores que Influenciam a Estabilidade

Cada componente, ativo ou não, pode afetar a estabilidade de um produto. Variáveis relacionadas à formulação, ao processo de fabricação, ao material de acondicionamento e às condições ambientais e de transporte podem influenciar. Conforme a origem, as alterações podem ser classificadas como extrínsecas, quando determinadas por fatores externos; ou intrínsecas, quando determinadas por fatores inerentes à formulação (BRASIL, 2004).

Como fatores extrínsecos à formulação tem-se o tempo (envelhecimento produto), temperatura (elevadas ou não), luz e oxigênio (desencadeando reações), umidade (alterações físicas), material de acondicionamento, microrganismos (contaminação) e vibração (BRASIL, 2004). Já os fatores intrínsecos à formulação são caracterizados por incompatibilidade física (alterações no aspecto físico) e incompatibilidade química (pH, reações de óxido-redução e hidrólise, interação entre componentes da formulação e com o material de acondicionamento).

As propriedades físico-químicas dos constituintes de uma formulação influenciam no processo de estabilidade, tipo e obtenção do sistema, podendo ser identificados fenômenos de instabilidade. Topan (2012) cita como principais formas de desestabilizar uma emulsão (gel-creme) a cremação ou sedimentação, sendo estas causadas pela variação da gravidade, a floculação, promovida pelas forças de atração de Van der Waals de forma reversível, e a coalescência, motivada pela diminuição e ruptura do filme entre as gotículas, não podendo ser revertido este processo, a formulação apresentará duas fases distintas neste caso. A figura 3 ilustra a ocorrência destes fenômenos supracitados.

Figura 3 - Representação dos fenômenos de instabilidade física de emulsões.



Legenda: (a) cremação; (b) sedimentação; (c) floculação e (d) coalescência (separação de fases).
Fonte: TOPAN, 2012.

De forma mais abrangente, a cremação é uma instabilidade física que promoverá a divisão de fases, podendo formar “nata da emulsão”, causada pela diferença de densidades entre as duas fases, sendo que a direção da instabilidade dependerá da direção em que a densidade é maior, fase interna ou externa. Este efeito pode não ser considerado como uma instabilidade pois a reversão do caso pode ocorrer com uma simples agitação (LACHMAN; LIEBERMAN; KANIG, 2001; THOMPSON, 2006; SINKO, 2008; ALLEN JR., 2012).

A sedimentação é alcançada por uma diferença de densidade entre a fase contínua e a dispersa, promovendo a migração de uma das fases para o topo da emulsão (PRISTA, 1995; JATO, 1997). Já a floculação está relacionada com o acúmulo de gotículas dispersas em aglomerados frouxos dentro da emulsão, mas com agitação podem ser redispersados (AULTON, 2005).

Quando a instabilidade é irreversível recebe a titulação de coalescência, onde as gotículas menores fundem em maiores até total separação das fases, com rompimento do filme surfactante, não sendo possível reestabelecer a emulsão com uma simples agitação (THOMPSON, 2006; ALLEN JR.; ANSEL; POPOVICH, 2007; SINKO, 2008).

Para garantir a estabilidade de emulsões é necessário que o sistema emulsionado seja compatível quimicamente e fisicamente com todos os constituintes da formulação e principalmente com o ativo, além de proteger a emulsão contra extremos de temperatura (ZANON, 2010).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a estabilidade preliminar, acelerada e de longa duração, avaliando o potencial de modelagem capilar de géis-creme contendo concentrações diferentes de Carbopol, associado ou não ao poliquaternium-55.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Formular um gel-creme modelador capilar contendo Carbopol e/ou poliquaternium-55.
- Analisar a estabilidade preliminar, acelerada e de longa duração das formulações desenvolvidas;
- Avaliar as propriedades organolépticas, microscópicas e físico-químicas de géis-creme contendo Carbopol e/ou poliquaternium-55.
- Avaliar o potencial de modelagem capilar e resistência à água.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 MATERIAL

4.1.1 Substâncias e Reagentes

- Água deionizada;
- Álcool cetílico (Isifar[®]);
- Álcool cetosteárico etoxilado 20 OE (Codossal Química LTDA[®]);
- Álcool cetosteárico (Codossal Química LTDA[®]);
- Carbopol 940[®] (Codossal Química LTDA[®]);
- Carboximetilcelulose Sódica (CMC) (Codossal Química LTDA[®]);
- Dimeticone (DMN) (Codossal Química LTDA[®]);
- Glicerina (Isifar[®]);
- Metilparabeno (ProQuímica[®]);
- Pantenol 5% (Bepantol[®]) (Bepantol[®]);
- Polietilenoglicol (NEON[®]);
- Poliquaternium-55 (Stylize w-20[®]) (ISP[®]);
- Propilenoglicol (Codossal Química LTDA[®]);
- Sepigel[®] (Chemunion[®]);
- Trietanolamina (Codossal Química LTDA[®]).

4.1.2 Equipamentos

- Agitador mecânico (Fisaton[®] 713 e 715);
- Balança Analítica (Bioprecisa[®] FA-2104N);
- Centrífuga (CentriBio[®]);
- Chapa aquecedora (Thelga[®]);
- Estufa (SX-DTME[®]);
- Máquina Fotográfica (Sony[®] DSC-WX60);
- Microscópio ótico (Physis[®]);
- pHmetro (QUIMIS[®] Q400MT);

- Refrigerador (Electrolux[®]);
- Viscosímetro Rotativo Analógico (QUIMIS[®] Q-860A21).

4.1.3 Vidrarias e Utensílios

- Bastões de vidro;
- Béqueres de 50, 250, 600 mL;
- Borrifador;
- Cálice graduado;
- Espátula pão duro;
- Espátulas de alumínio;
- Lâminas;
- Lamínulas;
- Papel alumínio (Royalpacte[®]);
- Placas de vidro (20cm x 20cm);
- Provetas de 50, 100 e 500 mL;
- Régua graduada (WaiEu[®]);
- Seringas de 20 mL;
- Tubos para centrífuga;
- Vidro relógio.

4.2 METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido na Farmácia Escola Manoel Casado de Almeida da Universidade Federal de Campina Grande, campus Cuité-PB.

4.2.1 Formulação Teste

Tendo como produto de referência o gel-creme modelador Bozzano Fixação 2[®], foram selecionadas as matérias-primas que correspondiam ao rótulo do produto. A partir desta formulação, foram desenvolvidas 23 formulações piloto, avaliando-se a obtenção do gel-

creme mais estável macroscopicamente, com valores de viscosidade (15000 – 35000 cP) e pH (5 - 6) desejáveis.

Os componentes incorporados ou não à formulação e as respectivas porcentagens caracterizaram as variáveis do processo de desenvolvimento das formulações-teste. A tabela 1 descreve a função, composição e concentração dos reagentes utilizados no gel-creme modelador Bozzano fixação 2 e na produção dos pilotos 1 à 23.

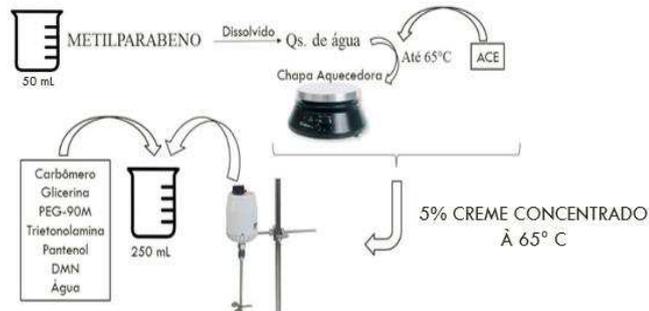
Tabela 1 - Função, composição e concentração dos reagentes utilizados no gel-creme modelador Bozzano fixação 2 e na produção dos pilotos 1 à 23.

FUNÇÃO	REAGENTES	CONCENTRAÇÃO (%)																							
		BOZZANO	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23
POLÍMEROS	SEPIGEL	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	5 gts	3 gts	2 gts	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	POLIVINILPIRROLIDONA	✓	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	CARBÔMERO	✓	0,5	1	2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	X	X	X	0,5	0,3	0,3	0,3	0,15	0,15	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	POLIIMIDA-1	✓	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	CARBOXIMETILCELULOSE COPOLÍMERO DE ESTIRENO/VP	X ✓	X X	1 X	2 X	1,5 X	X X																		
PROMOTOR DE MODELAGEM	POLIQUATERNIUM-55	✓	2	2	2	1	1	1	0,5	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
ESPESSANTE	PEG-400	✓	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	5	2	2	2	5	
UMECTANTE	PANTENOL	✓	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	GLICERINA	✓	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
SILICONE	DIMETICONE	✓	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
NEUTRALIZANTE	TRITANOLAMINA	✓	QS	QS	QS	QS	QS	QS	QS	QS	QS	QS	QS												
CONSERVANTE	HIDROXIMETILGLICOLATO DE SÓDIO	✓	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	METIL PARABENO	X	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	
CERAS	ÁLCOOL BEENÍLICO	✓	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	ÁLCOOL CETOESTEARÍLICO	✓	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	3	3	3	X	X	X	
	ÁLCOOL CETOESTEARÍLICO ETOXILADO	✓	2	2	2	2	X	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	X	X	X	3	6	6	
	CLORETO DE HIDROXIETIL CETEARAMIDOPROPILDIMÔNIO	✓	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	ÁLCOOL CETÍLICO	X	X	X	X	X	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	3	3	3	6	6	
FRAGRÂNCIA	BUTILFENIL PROPIONAL	✓	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	FRAGRÂNCIA	✓	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	LINALOL	✓	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	D-LIMONENO	✓	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
VEÍCULOS	CICLOPENTASSILOXANO	✓	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	ÁGUA	✓	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

Fonte: Autoria própria.

A metodologia utilizada para os Pilotos 1 ao 6 (tabela 1) foi a seguinte: Inicialmente o Metilparabeno foi dissolvido em quantidade suficiente (qs) de água à 65°C. Ainda sob aquecimento foi vertido o ACE 20 OE (álcool cetoestearílico etoxilado 20 OE) (e/ou álcool cetílico para os pilotos 5 e 6) e agitado com o auxílio de bastão de vidro. O conteúdo obtido foi vertido em um béquer com capacidade de 250 mL contendo os demais componentes da formulação sob agitação (carbopol®, PEG, dimeticone, glicerina, D-pantenol, água, trietanolamina). O poliquartenium-55 foi incorporado à formulação após a obtenção do gel-creme sob agitação manual. O esquema da técnica de preparação 1 pode ser visualizado na figura 4.

Figura 4 - Técnica de preparação 1 aplicada na produção do gel-creme.



Fonte: Autoria própria.

A técnica de emulsificação de baixa energia (EBE), desenvolvido por Joseph Lin em 2001 foi utilizada para preparo dos pilotos 7 à 11 e 16 à 19 (tabela 1) foi realizada utilizando. Em uma primeira etapa foi misturada à alta temperatura (75°C) e sob agitação mecânica 40% da fase aquosa e 100% da fase oleosa. A fase aquosa foi composta pelo gel base (Carbopol ou CMC, nipagin, dimeticone, glicerina, polietilenoglicol, pantenol, trietanolamina e água) preparado previamente (ACOFARMA, 2016). A fase oleosa foi composta por ceras autoemulsionáveis (álcool cetoestearílico etoxilado 20 OE, álcool cetílico e álcool cetoestearílico). Em seguida, ao gel-creme concentrado obtido, foi vertido à temperatura ambiente e sob agitação manual, os 60 % restante da fase aquosa. O poliquartenium-55 foi adicionado no final do processo à temperatura ambiente, como pode ser visto na figura 5. Os pilotos 12, 13, 14 e 15 (tabela 1) também foram produzidos através desta metodologia, mas com adição do sepigel® após incorporação do poliquartenium-55.

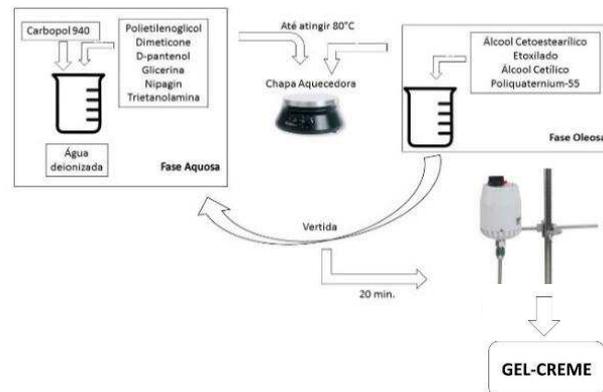
Figura 5 - Técnica de preparação 2 aplicada na produção do gel-creme.



Fonte: Autoria própria.

A preparação dos pilotos 20 à 23 (tabela 1) ocorreu seguindo o processo convencional de emulsificação, desenvolvido por Griffin em 1940, como exposto na figura 6.

Figura 6 - Técnica de preparação 3 aplicada na produção do Gel-creme.



Fonte: Autoria própria.

- Fase A (aquosa) - Em um béquer contendo a água deionizada, foi incorporado o carbopol 940[®] previamente pulverizado. Quando totalmente solubilizado, foi acrescido o polietilenoglicol, dimeticone, D-pantenol, glicerina, metilparabeno e trietanolamina até ocorrer a transformação do gel com pH desejado.
- Fase B (oleosa) - Foi pesado e calculado a quantidade equivalente de ceras e polímero – poli-quaternium-55. Todos os componentes da fase B foram misturados em um béquer com capacidade 100mL.

A fase A e a fase B foram submetidos ao aquecimento separadamente e ao atingirem a temperatura de 80°C, a fase B foi vertida na fase A sob agitação constante por 20 min, dando origem ao gel-creme.

4.2.2 Formulação do Gel-Creme Placebo

A preparação do gel-creme placebo foi realizada utilizando a mesma formulação do piloto escolhido, mas com exclusão do poliquaternium-55, buscando avaliar a capacidade do Carbopol 940[®] em modelar o cabelo. A metodologia aplicada foi a técnica de preparo 3, baseada nos princípios de Griffin (1940).

4.2.3 Ensaios de Estabilidade Preliminar (EP), Acelerada (EA) e de Longa Duração (ELD)

No estudo de estabilidade preliminar, amostras do produto de referência (gel-creme Modelador Bozzano[®] Fixação 2), gel-creme preparado (piloto 22) e placebo foram submetidas a condições de estresse, visando acelerar o surgimento de possíveis sinais de instabilidade. Uma quantidade de 150 mL de cada preparação foi acondicionada em triplicata em embalagens plásticas com tampa, envoltas por papel alumínio, contendo 50 mL cada. Durante 12 dias, as formulações foram submetidas a aquecimento em estufa à temperatura de $45^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ e resfriamento em freezer à temperatura de $-5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, completando assim, os ciclos de 24 horas alternados de aquecimento e resfriamento, provocando um choque térmico na preparação (BRASIL, 2004). Avaliação organoléptica, microscópica, físico-química, fixação capilar e resistência à água foram realizadas no tempo 0 e 12 de estudo.

Para os ensaios de estabilidade acelerada, as amostras (triplicata) foram submetidas ao armazenamento em temperatura de estufa $45^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 60 dias (BRASIL, 2004). Avaliação organoléptica, microscópica, físico-química, fixação capilar e resistência à água foram realizadas nos tempos 0, 15, 30 e 60 de estudo.

Os testes de estabilidade de longa duração (avaliação organoléptica, microscópica, físico-química, fixação capilar e resistência à água) foram realizados nos tempos 0, 15, 30 e 60 dias, onde as amostras em triplicata, foram armazenadas em temperatura ambiente ($25 \pm 2^{\circ}\text{C}$) durante todo o tempo de estudo (BRASIL, 2004).

4.2.3.1 Avaliação Visual e Características Organolépticas

As amostras foram analisadas visualmente quanto à cor e aspecto nos intervalos estabelecidos para os estudos de estabilidade com avaliação em triplicata (BRASIL, 2004), utilizando os critérios de avaliação a seguir para cada parâmetro:

- Aspecto: (N) Normal, sem alterações; (LS) Levemente separado ou precipitado; (S) Separado, turvo ou precipitado; e (IS) Intensamente separado, turvo ou precipitado;
- Cor: (N) Normal, sem alterações; (LM) Levemente modificada; (M) Modificado; e (IM) Intensamente Modificado;

4.2.3.2 Avaliação Microscópica

Uma gota, das amostras diluídas foi colocada em lâminas de vidro e sobre elas uma lamínula. As amostras foram submetidas à análise microscópica em microscópio óptico Physis®, visando observar características da formulação, como gotículas e homogeneidade (FERRARI, 2002). As formulações foram diluídas da seguinte forma: 0,5 g de formulação para 5 mL de água e 5 mL de propilenoglicol (LEVIUS; DROMMOND, 1953). Todas as análises foram feitas em um aumento de 40x e com o auxílio de uma câmera fotográfica foram capturadas as imagens obtidas.

4.2.3.3 Teste De Centrifugação

Amostras de 5 g foram centrifugadas à 3.500 rpm durante 15 minutos (MARQUES; AZEVEDO; FALCÃO, 2015). Foi classificado da mesma forma que o aspecto citado na avaliação organoléptica. As análises foram realizadas em triplicata.

4.2.3.4 Determinação da Viscosidade

A viscosidade foi determinada utilizando-se um viscosímetro rotativo analógico, no qual foi escolhido o spindle 4 e a velocidade de 6 rpm, por estes serem os mais apropriados para formulações do tipo gel-creme com alta viscosidade (BRASIL, 2004). Sendo a leitura realizada após verificação da ausência de bolhas e em triplicata.

Os valores em cP obtidos na leitura foram aplicados na equação 1 de viscosidade absoluta (n) a seguir:

$$n = K \times \alpha \quad (1)$$

Onde:

n = Viscosidade Absoluta; K = Coeficiente (para o spindle 4 com velocidade 6 rpm o coeficiente é de 1000); α = Valor lido no aparelho (ângulo de deflexão).

4.2.3.5 Espalhabilidade

A verificação da espalhabilidade foi realizada utilizando duas placas de vidro (20 cm x 20 cm). Um 1 mL (determinado por meio de uma seringa) de cada formulação foi colocada sobre uma placa de vidro, sendo colocado sobre a amostra a segunda placa de vidro com 200 g. Após 1 minuto, foi aferido a superfície abrangida utilizando uma régua graduada, medindo o diâmetro em duas posições opostas, e esses valores foram calculados utilizando a fórmula do diâmetro médio (BORGHETTI; KNORST, 2006; MARQUES; AZEVEDO; FALCÃO, 2015).

A espalhabilidade (E_i), determinada a 25°C, foi calculada por meio da equação 2:

$$E_i = d^2 \times \pi \quad (2)$$

Onde:

E_i = espalhabilidade da amostra para massa i (mm); d = diâmetro médio (mm); $\pi = 3,14$

4.2.3.6 Determinação do pH

A determinação do pH foi efetuada em pHmetro, calibrado com soluções tampão pH 4,0 e 7,0, inserindo o eletrodo diretamente nas amostras (BRASIL, 2004). As análises foram feitas em triplicata.

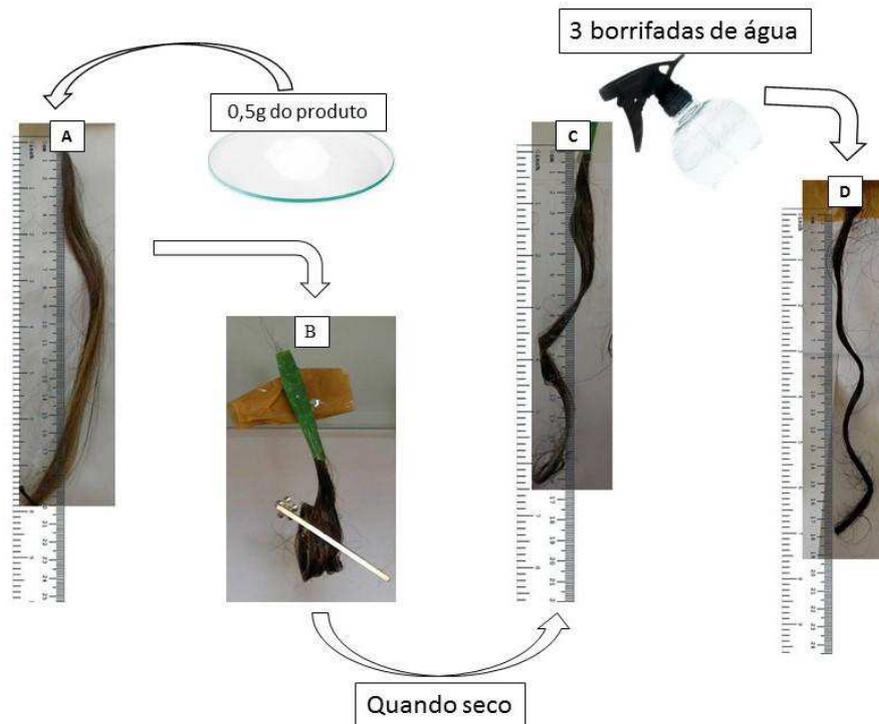
4.2.3.7 Avaliação do Poder de Modelagem e Resistência à Água

A técnica empregada para avaliação do poder de modelagem foi utilizada para avaliar a eficácia do produto de referência, como também para determinar a escolha do melhor produto manipulado. Sendo assim, em todos os tempos de estudo de estabilidade preliminar, acelerada e de longa duração foram aplicadas as técnicas de avaliação de poder de modelagem e resistência à água.

Seguiu-se a metodologia de Zhou e colaboradores (2011), com modificações (figura 7), onde foram usadas mechas de cabelo padronizadas, com peso médio de 0,886 g e comprimento de 20 cm, onde foi aplicada uma quantidade padronizada das amostras (0,5 g). A quantidade de gel-creme foi distribuída sobre o cabelo, usando movimentos lineares, de cima para baixo, depois foram feitos cachos e presos com presilhas, após secar a mecha de

cabelo, a presilha foi retirada e o comprimento do cacho foi aferido com uma régua graduada. Para avaliar a resistência à água, foi umedecido cada cacho com três borrifadas de água, sendo o comprimento do cacho aferido novamente. As análises foram realizadas em triplicata. Os resultados serão apresentados em porcentagem de caimento do cacho, tanto para o poder de fixação como para resistência, sendo os resultados da resistência capilar correlacionado com o poder de fixação.

Figura 7 – Esquema de avaliação do poder de modelagem e resistência à água.



Legenda: (A) Mecha de cabelo sem produto; (B) Mecha de cabelo com produto presa com presilha; (C) Mecha de cabelo com produto sem presilha; (D) Mecha de cabelo com produto e umedecida.

Fonte: Autoria própria.

4.2.4 Análise estatística

Os dados obtidos nos estudos de EP, EA e ELD tiveram sua variância avaliada através do teste t de Student, de maneira pareada e não pareada. Utilizou-se do software GraphPad Prism 7[®] para avaliar os resultados, tendo um intervalo de confiança de 95%. Valores de $p < 0,05$ foram considerados significativos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 FORMULAÇÕES TESTE

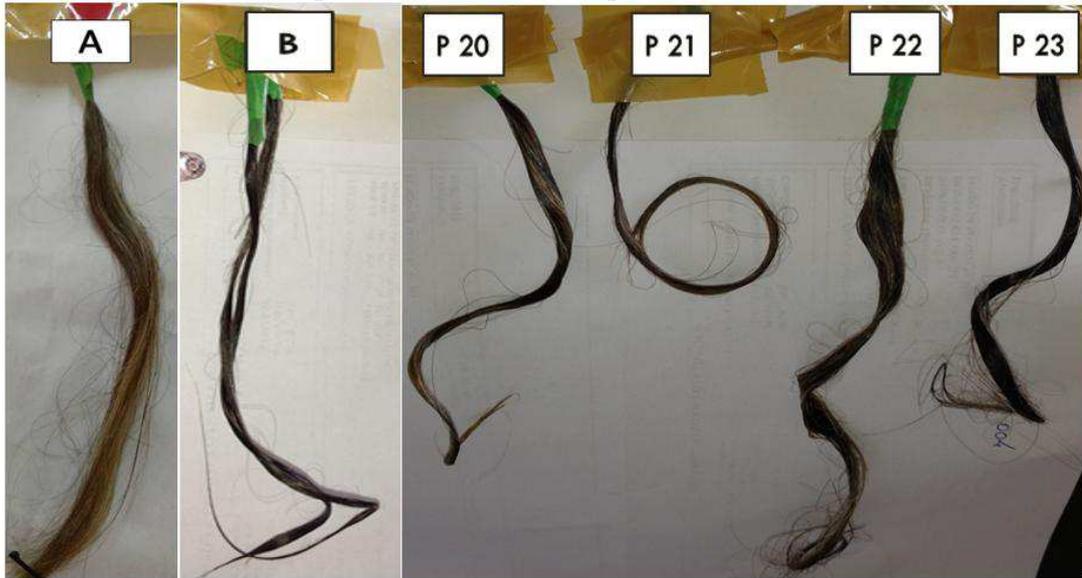
No presente estudo, foi utilizado o gel-creme modelador Bozzano[®] fixação 2 como produto de referência para a formulação do gel-creme modelador capilar. Como ponto de partida, alguns dos componentes do produto de referência foram utilizados conforme descrito na tabela 1 e três técnicas de preparo foram avaliadas. Para os pilotos 1 ao 6 (técnica de preparo 1) tornou-se inviável sua produção, pois percebeu-se uma coalescência da formulação com separação de fases ao final da agitação manual, processo em que duas ou mais gotículas da fase dispersa aproximam-se uma da outra com energia suficiente para fundirem-se e formarem uma gotícula maior, deixando a formulação com uma instabilidade física irreversível (TOPAN, 2012).

Este fenômeno pode estar atrelado primeiramente a incompatibilidade entre a concentração dos polímeros presentes na composição da formulação e a inviabilidade da metodologia utilizada, pois segundo Lin e colaboradores (1980) seria necessário no máximo 60% de fase aquosa fria a ser incorporado no gel-creme concentrado, pois com adição de grande quantidade de fase fria pode ocorrer choque térmico e mudança significativa nas propriedades reológicas da formulação. Assim sendo, foi preconizada a utilização da metodologia descrita por Lin (2001).

Na continuidade do estudo, o método de Lin, Emulsificação de Baixa Energia (EBE) (técnica de preparo 2) foi aplicado para os pilotos 7 à 19, não sendo observado nenhuma separação de fases após centrifugação. No caso dos pilotos 7 à 11 e 16 e 17 pequenos grumos não solúveis foram visualizados na análise macroscópica e uma baixa viscosidade foi caracterizada comparada com a viscosidade do produto de referência, estando inclusive inferior a esperada (15000 – 35000 cP). Os pilotos 12 ao 15 apresentaram-se extremamente pegajosos, devido a incorporação do sepigel[®]. Apesar do 18 e 19 terem apresentado a viscosidade ideal, seu poder de fixação foi nulo.

Os pilotos 20 à 23 foram manipulados seguindo a técnica de preparo 3, em que os resultados encontrados foram géis-cremes estáveis, esbranquiçados e com ausência de grumos, muito semelhantes com o gel-creme modelador Bozzano[®] fixação 2 (produto de referência). Em continuidade, os 4 pilotos supracitados foram submetidos à avaliação do poder de fixação, conforme exposto na figura 8.

Figura 8 - Mechas de cabelo sem produto (A), com o produto de referência (B) e com a formulação piloto 20, 21, 22 e 23 respectivamente.



Fonte: Autoria própria.

A figura 8 mostra 6 amostras de fio capilar medindo 20 cm de comprimento, onde A é o fio capilar sem produto, B é a mecha com o produto de referência e as 4 seguintes amostras capilares, contendo 0,5g dos pilotos 20 à 23, respectivamente. A amostra de fio capilar A, apresenta-se liso e sem formação de cacho, diferente da amostra B que pode-se identificar a modelagem de cacho com caimento desejável. Entre as amostras de fio capilar contendo os pilotos 20 à 23, a formação de cacho definido com caimento modelado foi constatada na amostra capilar contendo o piloto 22.

O piloto 22 foi o escolhido para dar continuidade aos estudos de estabilidade preliminar, acelerada e de longa duração, por apresentar características organolépticas, físico-químicas e de fixação compatíveis com o produto de referência.

5.2 PREPARO DO GEL-CREME PLACEBO

O gel-creme placebo foi produzido utilizando a mesma metodologia aplicada para o piloto 22 apresentando-se ideal para continuidade dos estudos, pois não foi identificada nenhuma instabilidade imediata (GRIFFIN, 1940).

5.3 TESTES DE ESTABILIDADE PRELIMINAR (EP), ESTABILIDADE ACELERADA (EA) E ESTABILIDADE DE LONGA DURAÇÃO (ELD)

5.3.1 Avaliação visual e características organolépticas

Comparando as características organolépticas do gel-creme modelador Bozzano® fixação 2 com o géis-creme manipulados (piloto 22 e placebo), foi observado no estudo de estabilidade preliminar, acelerada e de longa duração que as amostras se mantiveram estáveis quanto ao aspecto e cor, estando os resultados expressos no quadro 1.

Quadro 1 - Características organolépticas do produto de referência, piloto 22 e placebo em estudo no ensaio de Estabilidade Preliminar (EP), Estabilidade Acelerada (EA) e Estabilidade de Longa Duração (ELD).

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS							
ENSAIO	TEMPO	ASPECTO			COR		
		REFERÊNCIA	PILOTO 22	PLACEBO	REFERÊNCIA	PILOTO 22	PLACEBO
EP	T ₀	N	N	N	N	N	N
	T ₁₂	N	N	N	N	N	N
EA	T ₀	N	N	N	N	N	N
	T ₁₅	N	N	N	N	N	N
	T ₃₀	N	N	N	N	N	N
	T ₆₀	N	N	N	N	N	N
ELD	T ₀	N	N	N	N	N	N
	T ₁₅	N	N	N	N	N	N
	T ₃₀	N	N	N	N	N	N
	T ₆₀	N	N	N	N	N	N

Legenda: (N) Normal, sem alteração; (LS) Levemente Separado, turvo ou precipitado; (S) Separado, turvo ou precipitado; (LM) Levemente Modificado; (LR) Levemente Reduzido.

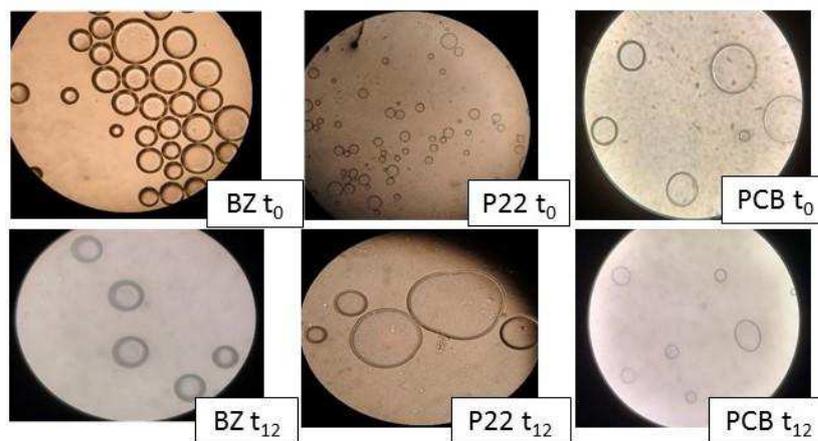
Fonte: Autoria própria.

As propriedades sensoriais dos produtos cosméticos influenciam o consumidor de forma psicológica e fisiológica, produzindo impressões e sensações (MORAES, 2007). Os parâmetros de qualidade a serem verificados nos géis-creme incluem a análise de características organolépticas, pois mudanças de cor e odor podem indicar alterações químicas ou contaminação microbiológica (FERREIRA, 2008). Por meio das análises de dados obtidos na tabela 2, verificou-se que nenhuma formulação avaliada, durante o período de EP, EA ou ELD apresentou sinal macroscópico de instabilidade.

5.3.2 Avaliação Microscópica

Na avaliação microscópica, todas as amostras apresentaram gotículas de tamanho não uniforme com filme surfactante definido, durante todo o período de estudo quando submetidas a condições variáveis de temperatura de armazenamento, indicando uma provável estabilidade na avaliação microscópica (CUNHA; SILVA; CHORILLI, 2009). A estabilidade dos géis-cremes é indicada, por não ter ocorrido mudanças grosseiras, não sendo identificada em um determinado intervalo de tempo, teoria descrita por Morais e colaboradores (2006). As imagens obtidas na análise microscópica com os estudos de EP, EA e ELD estão expostas nas figuras 9, 10 e 11, respectivamente.

Figura 9 - Imagens microscópicas do produto de referência (BZ), piloto 22 e placebo (PCB) em estudo de Estabilidade Preliminar (EP).



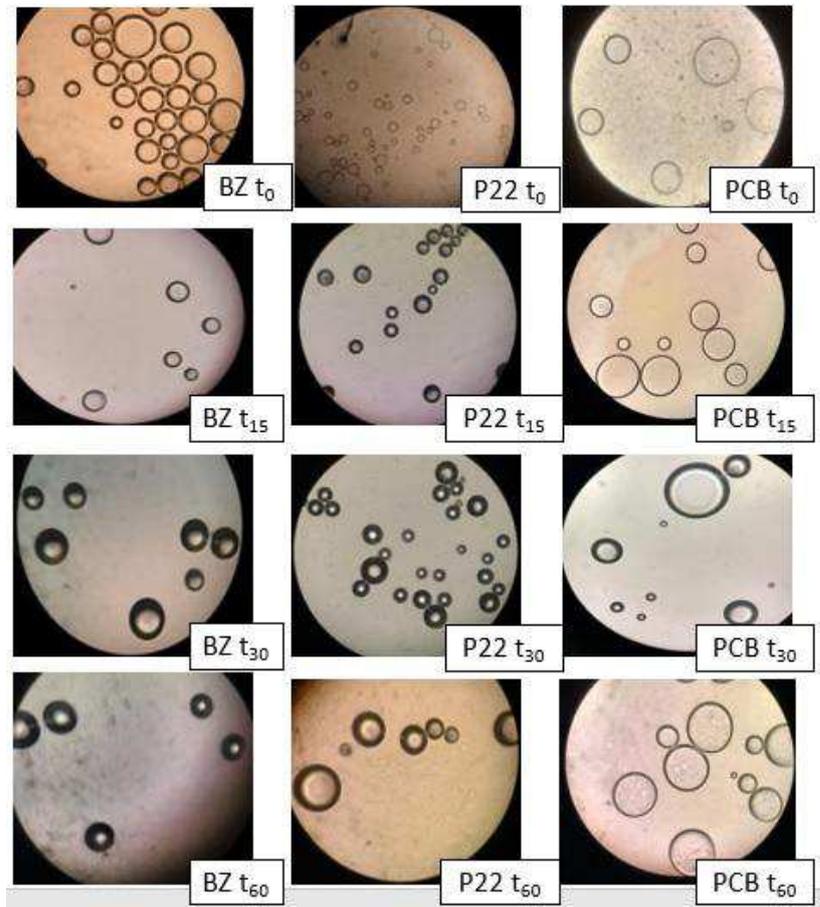
Legenda: Gel-creme modelador Bozzano fixação 2 tempo 0 (BZ t_0); Gel-creme modelador Bozzano fixação 2 tempo 12 (BZ t_{12}); Piloto 22 tempo 0 (P22 t_0); Piloto 22 tempo 12 (P22 t_{12}); Gel-creme placebo tempo 0 (PCB t_0); Gel-creme placebo tempo 12 (PCB t_{12}).

Fonte: Autoria própria.

Na figura 9, observa-se as amostras no t_0 e após submetidas a ciclos gelo-degelo em condições extremas de temperatura (estufa à temperatura de $45^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ e resfriamento em freezer à temperatura de $-5^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$), acelerando os efeitos de possíveis instabilidades extrínsecas, promovidas pelo tempo, causando envelhecimento da formulação, e pela temperatura, acelerando processos distintos como turvação, viscosidade, aspecto, cor, precipitação e cristalização do produto (BRASIL, 2004). Verifica-se que após 6 ciclos gelo-degelo as amostras P22 e placebo apresentaram uma leve perda da definição do filme interfacial, comparado ao tempo zero dos respectivos produtos. Esta observação pode ser justificada pelo fato de alterações térmicas causarem maior degradação dos polímeros (REIS,

2016). No caso do produto de referência, não foi observado nenhuma variação nos aspectos morfológicos da gotícula. No entanto, essa variação não determina a reprovação do produto, isto porque é necessário a avaliação de um conjunto de parâmetros físico-químicos.

Figura 10 - Imagens microscópicas do produto de referência, piloto 22 e placebo em estudo de Estabilidade Acelerada (EA).

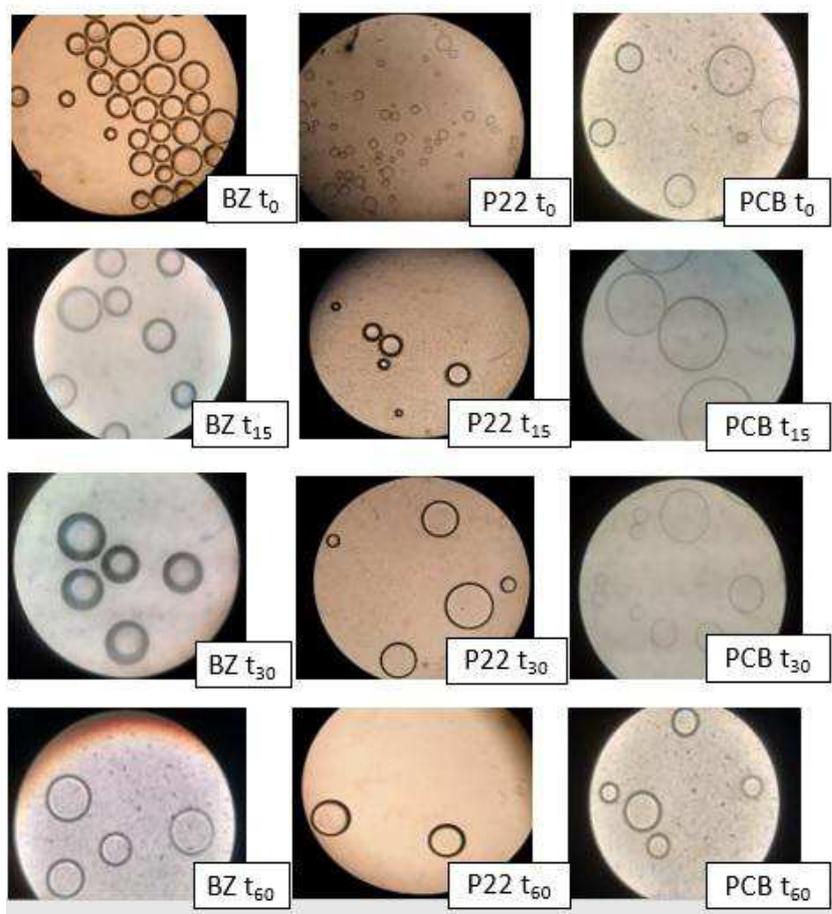


Legenda: Gel-creme modelador Bozzano fixação 2 tempo 0 (BZ t_0); Gel-creme modelador Bozzano fixação 2 tempo 15 (BZ t_{15}); Gel-creme modelador Bozzano fixação 2 tempo 30 (BZ t_{30}); Gel-creme modelador Bozzano fixação 2 tempo 60 (BZ t_{60}); Piloto 22 tempo 0 (P22 t_0); Piloto 22 tempo 15 (P22 t_{15}); Piloto 22 tempo 30 (P22 t_{30}); Piloto 22 tempo 60 (P22 t_{60}); Gel-creme placebo tempo 0 (PCB t_0); Gel-creme placebo tempo 15 (PCB t_{15}); Gel-creme placebo tempo 30 (PCB t_{30}); Gel-creme placebo tempo 60 (PCB t_{60}).

Fonte: Autoria própria.

No estudo de estabilidade acelerado (figura 10), as mesmas amostras utilizadas no estudo anterior, foram submetidas a condições amenas de temperatura, no entanto, com tempo de estudo mais prolongado. Verificou-se que a temperatura é um fator preponderante para determinação da estabilidade dos produtos, pois de acordo com os resultados elencados na figura 10 visualiza-se gotículas definidas, com variação mínima de tamanho, do tempo zero até o tempo sessenta, quando submetido à uma temperatura constante de $45^\circ \text{C} \pm 2^\circ \text{C}$.

Figura 11 - Imagens microscópicas do produto de referência, piloto 22 e placebo em estudo de Estabilidade Longa Duração (ELD).



Legenda: Gel-creme modelador Bozzano fixação 2 tempo 0 (BZ t_0); Gel-creme modelador Bozzano fixação 2 tempo 15 (BZ t_{15}); Gel-creme modelador Bozzano fixação 2 tempo 30 (BZ t_{30}); Gel-creme modelador Bozzano fixação 2 tempo 60 (BZ t_{60}); Piloto 22 tempo 0 (P22 t_0); Piloto 22 tempo 15 (P22 t_{15}); Piloto 22 tempo 30 (P22 t_{30}); Piloto 22 tempo 60 (P22 t_{60}); Gel-creme placebo tempo 0 (PCB t_0); Gel-creme placebo tempo 15 (PCB t_{15}); Gel-creme placebo tempo 30 (PCB t_{30}); Gel-creme placebo tempo 60 (PCB t_{60}).

Fonte: Autoria própria.

Na figura 10 e 11 verifica-se que a morfologia da gotícula do P22 encontra-se mais definida do que as imagens mostradas para o placebo em todos os tempos, indicando a influência do poliquaternium-55 na estabilidade dos produtos formulados.

5.3.3 Teste de centrifugação

Os resultados obtidos no teste de centrifugação estão demonstrados na quadro 2 para os ensaios de EP, EA e ELD.

Quadro 2 - Resultados do teste de centrifugação nas amostras do produto de referência, piloto 22 e placebo em estudo no ensaio de Estabilidade Preliminar (EP), Estabilidade Acelerada (EA) e Estabilidade de Longa Duração (ELD).

CENTRIFUGAÇÃO				
ENSAIO	TEMPO	REFERÊNCIA	PILOTO 22	PLACEBO
EP	T ₀	N	N	N
	T ₁₂	N	N	N
EA	T ₀	N	N	N
	T ₁₅	N	N	N
	T ₃₀	N	N	N
	T ₆₀	N	N	N
ELD	T ₀	N	N	N
	T ₁₅	N	N	N
	T ₃₀	N	N	N
	T ₆₀	N	N	N

Legenda: (N) Normal, sem alteração; (S) Separado, turvo ou precipitado; (LS) Levemente separado, turvo ou precipitado; (IS) Intensamente Separado, turvo ou precipitado.

Fonte: Autoria própria.

O ensaio de centrifugação fornece informações antecipadas de instabilidade do sistema tais como a floculação e a cremação, que podem progredir para a coalescência, sendo possível determinar o comportamento apresentado pela base no término das condições de estocagem (FRIEDRICH et al., 2007). É uma análise realizada através da provocação de estresse, causando o aumento da força da gravidade (BRASIL, 2004). Não foi observada, com as amostras em estudo descritas na tabela 3, nenhum sinal de separação de fases ou indícios de instabilidade, podendo ser justificado pela utilização de tensoativos na formulação.

O tensoativo é um fator responsável pela estabilidade das emulsões por esses compostos anfifílicos posicionarem-se entre as duas fases da emulsão (aquosa e oleosa), originando uma película interfacial que estabiliza o sistema (FERNANDEZ et al., 2004). Para obtenção deste equilíbrio foi utilizado ceras que promoveram a formação de uma base autoemulsionante, álcool cetosteárfílico etoxilado 20 OE e álcool cetílico, o primeiro promoveu a formação de uma emulsão O/A com alta estabilidade e o segundo agiu como emoliente, ambos sendo tensoativos não-iônicos, assegurando a viscosidade das formulações em questão (FARMACAM, 2016; MAPRIC, 2016). Quando associados a maior número e concentração de polímeros, esta estabilidade aumenta, por apresentarem características de estabilizantes de emulsões como visto no produto de referência e piloto.

5.3.4 Avaliação da viscosidade

A viscosidade de um fluido pode ser descrita de maneira simplificada como sua resistência ao fluxo ou movimento. As medidas reológicas provêm de informações sobre a estabilidade física e a consistência do produto, indicando se os produtos mantêm suas propriedades intrínsecas e de escoamento durante o tempo que permanecem em prateleira (TADROS, 2004). Na Tabela 2 estão representados os valores de viscosidade dos géis-creme em estudo durante os tempos de ensaios.

Tabela 2 - Análise da viscosidade (cP) dos géis-creme em estudo durante o ensaio de Estabilidade Preliminar (EP), Estabilidade Acelerada (EA) e Estabilidade de longa duração (ELD). N=3. $p < 0,05$.

		VISCOSIDADE					
ENSAIO	TEMPO	REFERÊNCIA	<i>p</i>	PILOTO 22	<i>p</i>	PLACEBO	<i>p</i>
EP	T ₀	93500 ± 500	×	16333 ± 2309,4	0,05	66500 ± 9734	0,006
	T ₁₂	>100000		26000 ± 2000		36667 ± 1527,5	
EA	T ₀	93500 ± 500	×	16333 ± 2309,4	0,0001	66500 ± 9734	0,39
	T ₁₅	>100000		33333 ± 577,35		67000 ± 2291,3	
	T ₃₀	>100000		59167 ± 1607,3		41667 ± 3253,2	
	T ₆₀	>100000		58167 ± 4252,5		61167 ± 1258,3	
ELD	T ₀	93500 ± 500	×	16333 ± 2309,4	0,01	66500 ± 9734	0,12
	T ₁₅	>100000		18833 ± 1527,5		61333 ± 907,38	
	T ₃₀	>100000		23333 ± 3403,4		52667 ± 8578,1	
	T ₆₀	>100000		25833 ± 3214,6		51333 ± 9073,8	

Fonte: Autoria própria.

A viscosidade do produto de referência foi descrita como maior que 1000000 cP na tabela 2, pois o equipamento que estava disponível para realização deste ensaio não é capaz de aferir viscosidades superiores a este valor. No entanto, pode-se identificar que o produto tem alto grau de viscosidade e que com o tempo de estudo este não apresentou decaimento, mas como não foi possível quantificar esta viscosidade, não se pôde determinar a significância dos resultados. Para o piloto 22, a viscosidade foi aproximadamente 5 vezes menor que o gel-creme modelador Bozzano fixação 2[®], mas com o passar do tempo de estudo, esta foi elevando-se gradativamente, sendo identificado este aumento pela diferença significativa apresentada pelo $p < 0,05$.

Comparando a formulação placebo com o piloto 22, observou-se uma diminuição da viscosidade significativa ($p = 0,001$) no tempo 0. Essa alteração da viscosidade foi determinante após incorporação do poliquaternium-55, devido o grupamento catiônico

presente na estrutura molecular, levando a uma desestabilização da organização da malha polimérica formada no gel iônico de carbopol (ISP, 2001). Géis-cremes que tem em sua formulação agentes tensoativos não-iônicos tem sua viscosidade aumentada de forma gradativa durante o período de estocagem (LEONARDI, 2005). Estudos demonstram que formulações que contenham poliquaternium como agente viscosificante, mantêm constante a viscosidade mesmo com variações bruscas de temperatura, ou seja, estes promovem maior estabilidade a formulação por causa da sua cadeia de formação da malha polimérica, não permitindo decaimento da viscosidade (INA; MARTIN, 2016).

A viscosidade é influenciada diretamente pela evaporação da água. Com o tempo de estudo pode-se identificar a presença de gotículas de água na tampa do recipiente, provocando assim o aumento da viscosidade do produto quando comparada com o t_0 , pelo fato do acúmulo de constituintes menos voláteis e geralmente mais consistentes (LEONARDI et al., 2000; GUARATINI; GIANETE; CAMPOS, 2006). Não foi possível a identificação do aumento de viscosidade na amostra placebo, seja durante o período de estudo de estabilidade preliminar ou de estabilidade acelerada, apenas decaimento, significativo no EP ($p = 0,006$), mas na avaliação da estabilidade de longa duração ocorre uma variância nos valores do tempo 15 e tempo 30. Esse resultado não é identificado como fator preponderante para caracterizar a formulação como instável, pelo fato que não foi evidenciado nenhum tipo de separação no processo de centrifuga, como já visto, mas demonstra que o poliquaternium-55 está atuando também como agente de manutenção de viscosidade no piloto 22, mesmo que em primeira análise este tenha causado queda brusca na viscosidade.

A lei de Stokes evidencia que a velocidade de sedimentação depende diretamente da resistência promovida pelo meio em que a partícula está incorporada, e como foram formulados produtos com viscosidade dentro dos valores esperados (mínimo de 15000 cP) e não ocorreu separação destes, a viscosidade foi suficiente, em todas as formulações, para promover à partícula o alcance da sua velocidade terminal de sedimentação, não promovendo assim, instabilidade aos produtos (LIMA; LUZ, 2001).

5.3.5 Determinação da Espalhabilidade

As emulsões devem ter uma viscosidade aceitável pelos consumidores, porém a fácil espalhabilidade não deve ser afetada no decorrer da aplicação (MILAN et al., 2007). Espalhabilidade é uma medida essencial para produtos semissólidos, pois esta quantificação faz um acompanhamento das modificações na capacidade que a formulação tem de espalhar

ou abranger determinada área (BUGNOTTO et al., 2006). Para avaliação da espalhabilidade os valores coletados estão descritos na tabela 3.

Tabela 3 - Análise da espalhabilidade dos Géis-creme em estudo durante o ensaio de Estabilidade Preliminar (EP), Estabilidade Acelerada (EA) e Estabilidade de longa duração (ELD). N=3. $p > 0,05$.

ESPALHABILIDADE							
ENSAIO	TEMPO	REFERÊNCIA	<i>p</i>	PILOTO 22	<i>p</i>	PLACEBO	<i>p</i>
EP	T ₀	17,17 ± 4,6	0,356	48,57 ± 0,36	0,0009	32,33 ± 2,57	0,1139
	T ₁₂	14,39 ± 0,19		39,21 ± 1,79		28,44 ± 2,14	
EA	T ₀	17,17 ± 4,16	0,0265	48,57 ± 0,36	0,0024	32,33 ± 2,57	0,0097
	T ₁₅	12,97 ± 0,18		37,01 ± 1,12		32,15 ± 0	
	T ₃₀	11,89 ± 2,15		32,65 ± 0,005		32,26 ± 0,34	
	T ₆₀	8,03 ± 0		35,11 ± 3,37		24,91 ± 1,01	
ELD	T ₀	17,17 ± 4,6	0,163	48,57 ± 0,36	0,0008	32,33 ± 2,57	0,0069
	T ₁₅	15,27 ± 0,23		37,74 ± 1,67		27,8 ± 1,84	
	T ₃₀	14,73 ± 0,52		42,41 ± 1,73		26,4 ± 0,78	
	T ₆₀	12,94 ± 0,14		44,54 ± 0,69		22,5 ± 2,1	

Fonte: Autoria própria.

Para o produto de referência e o placebo identifica-se, na tabela 3, um decaimento gradativo na espalhabilidade em todos os tempos de estudo e em todos os ensaios, o que não ocorreu para o piloto 22 no ensaio de estabilidade de Longa duração. No tempo 15 da ELD, o piloto 22 apresentou um decaimento de 22,34% em relação ao t₀, com posterior aumento de 12,37% em relação ao t₁₅, não representando instabilidade na formulação, pois sua viscosidade não decaiu durante esse período, como visto anteriormente, esta aumentou, estando em consonância com o resultado encontrado por Cordeiro e colaboradores (2013), no qual a formulação fugiu da faixa de valores no tempo 15 de estudo, mas posteriormente voltou a faixa esperada. Cordeiro e colaboradores (2013) descrevem que por não apresentar escorrimento no momento da aplicação essa alteração nos valores de espalhabilidade não remete a instabilidade da formulação.

Os valores do estudo apresentaram-se, na maioria das formulações, inversamente proporcionais aos valores de viscosidade, isso garante maior conforto de aplicação e uniformidade do produto sobre o fio capilar.

Quando correlaciona-se a significância dos resultados obtidos, o piloto 22 foi o único que apresentou diferença em todos os tempos de estudo (EP $p = 0,0009$; EA $p = 0,0024$ e ELD $p = 0,0008$). Ao confrontá-lo com a viscosidade, observa-se diferenças significativas como já demonstrado. Esta mesma comparação não é possível de ser realizada como o gel-

creme Bozzano[®] por não ter um valor de significância para ser comparado (viscosidade versus espalhabilidade). Em contrapartida, o placebo não apresentou resultados que condizem com esta comparação, estabelecendo uma não conformidade com a relação viscosidade e espalhabilidade. No entanto, essas alterações na viscosidade, em todos os tempos e ensaios do estudo tanto para o produto de referência, piloto 22 e placebo, não foram suficientes para a separação das fases no teste de centrifugação, sugerindo que a carga de tensoativos das emulsões foi suficiente para manter a estabilidade física das três formulações avaliadas (MILAN et al., 2007).

5.3.6 Determinação do pH

O cabelo possui pH ligeiramente ácido, em torno de 4,5 e 6,5, quando não danificado ou quimicamente tratado (BEDIN, 2008). Esta acidez deve-se à produção de ácidos graxos pelas glândulas sebáceas. Segundo Bedin (2008) neste pH, as cutículas do cabelo encontram-se fechadas, mas o fio de cabelo é sensível as alterações de pH. O contato com soluções alcalinas causa a abertura das cutículas do cabelo, resultando na quebra da estrutura da queratina (DIAS et al, 2007). Para isso os produtos cosméticos direcionados ao uso capilar apresentam pH ácido, mantendo assim, as cutículas dos cabelos fechadas e o fio hidratado (KÖHLER, 2011). As amostras dos géis-creme avaliadas mantiveram uma média de pH levemente ácida, diferenciando o produto de referência, que se apresentou acima do esperado. A tabela 4 mostra os valores obtidos nos testes de EP, EA e ELD.

Tabela 4 - Resultados do teste de pH nas amostras do produto de referência, piloto 22 e placebo em estudo no ensaio de Estabilidade Preliminar (EP), Estabilidade Acelerada (EA) e Estabilidade de Longa Duração (ELD). N=3. $p < 0,05$.

ENSAIO	TEMPO	REFERÊNCIA	pH					
			<i>p</i>	PILOTO 22	<i>p</i>	PLACEBO	<i>p</i>	
EP	T ₀	6,93 ± 0,205	0,396	5,57 ± 0,25	0,65	6,05 ± 0	0,001	
	T ₁₂	7,05 ± 0,02		5,64 ± 0,03		6,12 ± 0		
EA	T ₀	6,93 ± 0,205	0,01	5,7 ± 0,25	0,71	6,05 ± 0	<	
	T ₁₅	6,95 ± 0,05		5,37 ± 0,03		5,5 ± 0		
	T ₃₀	6,71 ± 0,16		5,69 ± 0,05		5,07 ± 0		0,0001
	T ₆₀	6,4 ± 0,1		5,63 ± 0		4,89 ± 0,06		
ELD	T ₀	6,93 ± 0,205	0,792	5,57 ± 0,25	0,111	6,05 ± 0	0,81	
	T ₁₅	6,96 ± 0,02		5,78 ± 0,07		6,15 ± 0		
	T ₃₀	6,99 ± 0,04		5,7 ± 0,05		5,72 ± 0,22		
	T ₆₀	6,97 ± 0,005		5,9 ± 0,12		6,06 ± 0,11		

Fonte: Autoria própria.

Géis produzidos a partir de Carbopol 940[®] são iônicos, apresentando-se na forma semissólida e sem alteração quando a preparação se encontra com um pH próximo da neutralidade (ANSEL; POPOVICH; ALLEN JR., 2007). Ao incorporar o Poliquaternium-55 na formulação, foi identificado que o pH diminuiu e permaneceu constante durante todo o período de estudo, quando comparado com o placebo.

A determinação do pH é muito importante no estudo de estabilidade, tendo em vista que alterações nesses valores podem ocorrer em função de impurezas, hidrólise, decomposição e erro no processo. Esta instabilidade pode ocorrer também devido ao tempo de estocagem e/ou condições inadequadas de transporte e armazenamento (CUNHA; SILVA; CHORILLI, 2009). De acordo com os valores de pH apresentados, na tabela 4, pelo produto de referência e placebo, não é possível o fechamento da cutícula capilar, pois apresentam-se com pH quase neutro.

Identificou-se uma diferença significativa no estudo de EA do produto de referência ($p = 0,01$) e no estudo de EP e EA para o placebo ($p = 0,001$ e $p < 0,0001$). O Piloto 22 contudo teve como resultado o pH levemente ácido, em todos os tempos de análise, não apresentando diferença significativa ($p > 0,05$), representando o melhor produto para este fim.

5.3.7 Determinação do poder de Fixação e Resistência à Água

Utilizando mechas de cabelo não virgens de 20 centímetros de comprimento equivalendo 0,886 g e a aplicação de 0,5 g dos produtos analisados realizada no sentido

vertical da mecha, pôde-se identificar cachos modelados e com caimento em todos os casos, fácil remoção dos produtos do cabelo com xampu e ausência de danos capilares (rompimento do fio ou ressecamento). Este resultado pode ser justificado por Zhou e colaboradores (2011), que relatam que a ação antirruptura do poliquaternium, associado a outros polímeros mantem uma alta viscosidade do sistema, promovem fios imóveis conforme a forma aplicada fisicamente, não modificando a estrutura química do cabelo (ligações de hidrogênio) (OLIVEIRA, 2013). Prevaleceu também a melhora na hidratação e brilho do fio, já que o poliquaternium-55 também tem a capacidade de aumentar a retenção de água ao fio no período de secagem e o pH dos produtos ficou no limite desejado para a manutenção das cutículas fechadas (ZHOU et al., 2011).

Para os cachos formados através da aplicação do produto de referência percebeu-se pegajosidade no fio, não identificada no caso do piloto 22 e placebo. Isso se justifica pela diferença dos constituintes das formulações, já que o produto de referência tem em sua composição maior quantidade de ceras e polímeros, trazendo ao fio maior acúmulo residual. A tabela 5 mostra os resultados, em porcentagem, obtidos na análise do poder de fixação dos géis-creme em estudo.

Tabela 5 - Análise do poder de fixação (cm) dos géis-creme em estudo durante o ensaio de Estabilidade Preliminar (EP), Estabilidade Acelerada (EA) e Estabilidade de longa duração (ELD), com valores expressos em porcentagem. N=3. $p < 0,05$.

ENSAIO	TEMPO	PRODUTO DE REFERÊNCIA	<i>P</i>	FIXAÇÃO			
				PILOTO 22	<i>p</i>	PLACEBO	<i>p</i>
EP	T0	60 ± 1	0,00012	33,3 ± 1,04	0,39	40,8 ± 0,28	0,52
	T12	29,65 ± 0,8		38 ± 0,1		841,65 ± 0,28	
EA	T0	60 ± 1	0,0006	33,3 ± 1,04	0,76	40,8 ± 0,28	0,024
	T15	32,5 ± 0		42,15 ± 0,51		38,5 ± 0,6	
	T30	26 ± 0		37,8 ± 0,51		45 ± 0,1	
	T60	28,8 ± 0,46		34,8 ± 0,15		34,65 ± 0,11	
ELD	T0	60 ± 1	0,0012	33,3 ± 1,04	0,034	40,8 ± 0,28	0,235
	T15	33 ± 0,36		35,8 ± 0,28		40,65 ± 0,32	
	T30	31,65 ± 0,15		43,65 ± 0,6		44,65 ± 0,40	
	T60	29,5 ± 0,8		44 ± 0,53		42,8 ± 0,40	

Fonte: Autoria própria.

Para o cabelo permanecer com sua conformação natural, sem modelagem, é necessário que as ligações químicas sejam mantidas (pontes de hidrogênio, ligações dissulfeto e ligações

iônicas). As pontes de hidrogênio são aquelas mais sensíveis, alteradas apenas pela presença de água, aumentando a elasticidade capilar, sendo essenciais para estabilização da proteína queratina (MELLO, 2010). Quando na formulação não existe um agente promotor de fixação como o poliquaternium-55, pode ocorrer a formação do cacho promovida por algum outro polímero, mas pela presença das ceras em abundância, a formação não é tão eficaz, como pode ser identificado nos resultados obtidos com o gel-creme placebo (tabela 5).

Os quaternários em formulações aquosas têm seus sais de amônio dissociados. O cátion ligado à cadeia hidrocarbônica é atraído pelas cargas aniônicas presentes nas estruturas proteicas do cabelo, neutralizando as cargas estáticas pelos grupamentos catiônicos, reduzindo a repulsão entre os fios e tornando mais simples o ato de modelar, justificando melhor modelagem do produto de referência e piloto 22 (SCHUELLER; ROMANOWISK, 2000).

As mechas de cabelo analisadas, antes da aplicação do produto apresentavam 20 cm de comprimento, e após a aplicação o caimento descrito na tabela 5. Dentre os produtos analisados, o que exibiu diferença significativa em todos os tempos de estudo foi o gel-creme modelador Bozzano fixação 2[®] (EP e ELD, $p = 0,0012$ e EA, $p = 0,0006$), por ter apresentado maior fixação desde o tempo zero, podendo estar relacionado com a viscosidade, que também aumentou em relação ao t_0 . Já para o piloto 22, a diferença do caimento do cacho não foi significativa nos estudos de EP e EA ($p > 0,05$), mostrando a permanência do poder de modelagem até o fim dos estudos. Em contrapeso, no estudo de ELD o resultado foi significativo ($p = 0,034$), com diminuição do poder de fixação, este podendo ser ocasionado por uma queda da efetividade do poliquaternium-55 na formulação, tendo sua propriedade modeladora comprometida. Para o placebo, a diferença também não foi significativa para o estudo de EP e ELD ($p > 0,05$), mas para a EA ocorreu diferenças significativas ($p = 0,024$), com fixações que aumentavam e diminuíam entre os tempos de estudo, não demonstrando estabilidade da propriedade fixadora que por ventura outros constituintes, que não o poliquaternium-55, promoveram.

O poliquaternium-55 é caracterizado por apresentar uma cadeia lauril, que faz com que o produto seja hidrofóbico, aumentando as propriedades modeladoras, resistência a umidade, resistência à água e melhor flexibilidade (ISP, 2001). A tabela 6 demonstra os resultados obtidos na avaliação da resistência à água dos produtos analisados.

Tabela 6 - Análise da resistência à água (cm) dos géis-creme em estudo durante o ensaio de Estabilidade Preliminar (EP), Estabilidade Acelerada (EA) e Estabilidade de longa duração (ELD).
N=3. $p < 0,05$.

RESISTÊNCIA À ÁGUA							
ENSAIO	TEMPO	PRODUTO DE REFERÊNCIA	p	PILOTO 22	p	PLACEBO	p
EP	T ₀	76,65 ± 0,57	0,0016	60 ± 1	0,39	70 ± 1	0,158
	T ₁₂	59,9 ± 0,49		64,15 ± 1,1		65 ± 1	
EA	T ₀	76,65 ± 0,57	0,0012	60 ± 1	0,93	70 ± 1	0,057
	T ₁₅	61,5 ± 0		55,3 ± 0,6		55,8 ± 0,15	
	T ₃₀	55,5 ± 0		57 ± 0,36		58,12 ± 1,04	
ELD	T ₆₀	57,5 ± 0,57	0,0032	60,3 ± 0,75	0,64	59 ± 1,03	0,039
	T ₀	76,65 ± 0,57		60 ± 1		70 ± 1	
	T ₁₅	63,8 ± 0,25		62,3 ± 0,83		63 ± 0,53	
	T ₃₀	60,5 ± 0,36		64,15 ± 0,76		60,8 ± 0,28	
	T ₆₀	59,15 ± 0,76		58,25 ± 0,57		56,65 ± 1,15	

Fonte: Autoria própria.

Todos as análises realizadas apresentaram resultados semelhantes (tabela 6), onde pode ser identificado uma leve atividade de resistência à água, mesmo a formulação placebo não tendo em sua composição o poliquaternium-55. Este dado evidencia que o poliquaternium-55 esteja agindo nas formulações em estudo apenas como agente para diminuição de tensão superficial, modelador e condicionador.

Para o piloto 22 os resultados não demonstraram-se diferentes entre si ($p > 0,05$), traçando uma faixa de resistência contínua, diferente do produto de referência, que entre todos os períodos de análise o p foi menor que 0,05, com aumento da resistência com o passar do tempo. O placebo, em contraposição apresentou resultado não significativo nos estudos de EP e EA ($p < 0,05$), mas significativo na ELD ($p = 0,039$), mas com resultados semelhantes às outras formulações que continham o poliquaternium-55.

6 CONCLUSÃO

Dentre os fatores avaliados neste trabalho, pode-se concluir que a manipulação do gel-creme modelador contendo carbopol e/ou poliquaternium-55 foi alcançada com êxito, apresentando formulações estáveis e com características organolépticas semelhantes ao produto de referência Gel-creme modelador Bozzano fixação 2[®].

Em todas as etapas do estudo de estabilidade (EA, EP e ELD), os produtos analisados apresentaram-se estáveis macroscopicamente, microscopicamente e físico-quimicamente. O piloto 22 mostrou comportamento semelhante ao Gel-creme Bozzano fixação 2[®], apresentando melhores características de pH e de espalhabilidade, pois permaneceu constante durante o tempo de análise e no intervalo esperado de pH (5 - 6) com facilidade de aplicação no fio capilar. A viscosidade é menor, mas não se identifica como desvantagem, pois não promoveu nenhum tipo de instabilidade organoléptica ou físico-química na formulação e também não afetou sua capacidade modeladora.

Para a comparação placebo/piloto22, o primeiro apresentou pH no limite esperado, ultrapassando inclusive este limite em alguns tempos de estudo, não sendo o melhor para as necessidades a serem aplicadas ao produto.

A capacidade modeladora do Gel-creme modelador Bozzano fixação 2[®] e piloto 22 foi semelhante, levando em consideração a diferença entre suas formulações, onde o primeiro possui quantidade de associações de ceras e polímeros maior que o segundo. Demonstrando que a composição do piloto 22 é efetiva para a necessidade, impedindo até o acúmulo residual causado pela carga de ceras presente no produto de referência. No entanto, para melhor obtenção da propriedade fixadora, sugere-se a encapsulação do poliquaternium-55, aumentando sua concentração para um melhor desempenho de todas as suas funções.

A resistência à água não foi satisfatória em nenhuma das formulações avaliadas, identificando-se a necessidade de obter blends com associação de poliquaternium-55, um agente filmógeno e um agente de resistência à água.

Existe grande precariedade de estudos na área de cosmetologia capilar e estudos de estabilidade, demonstrando o quanto foi importante a realização deste trabalho, e o quanto é necessário o incentivo para que cresça estes tipos de pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRUYN, E. S. **Polímeros em produtos de cuidado pessoal**. Cosmetics e Toiletries, Vol. 23, p. 42 – 46. 2011.
- ACOFARMA, **Ficha de informação técnica – Carbopol e gel carbômero**. Disponível em < http://www.acofarma.com/admin/uploads/download/6388-3018c63998ab26fcf2dc76e5944cb58881e223d1/main/files/Carbopol%20y%20Gel%20carb%C3%B3mero_022302a_PT.pdf > Acesso em 14 de maio de 2016.
- ALLEN JR., L. V. **The Art, Science, and Technology of Pharmaceutical Compounding, Fourth Edition**. Ed. 4. American Pharmacists Association. Washington, 2012.
- ALLEN JR., L. V.; ANSEL, H. C.; POPOVICH, N. G. **Formas farmacêuticas e formas de liberação**. 8 ed., Porto Alegre, ARTMED, 2007.
- ANCONI, G. L. **Aplicação de peptídeos em cosméticos: Desenvolvimento de formulações, eficácia e segurança**. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) -Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto/USP, 22 p., São Paulo, 2008.
- ANSEL, H. C.; POPOVICH, N. G.; ALLEN JR.; L. V. **Farmacotécnica: formas farmacêuticas e sistemas de liberação de fármacos**. 8 ed., p. 307 – 447. São Paulo: Premier, 2007.
- AULTON, M. E. **Delineamento de Formas Farmacêuticas**. 2. ed. 667 p. Porto Alegre: Artmed, 2005.
- BALOGH, T. S. PEDRIALI, C. A.; LA GAMA, R. M.; KANEKO, T. M.; BABY, A. R.; VELASCO, M. V. R. **Fotoprotección Capilar: Efectos de la Radiación em las Fibras**. Cosméticos & Tecnología Latinoamérica. Vol. 2. p. 24 – 29, 2011.
- BARATA, E. **Cosméticos - Arte e Ciência**. Lisboa, Lidel, 2002.
- BARMANN, L. **Cosmetic dermatology**. McGraw-Hill, Hong Kong, 2002.
- BEDIN, V. **Escova progressiva e alisamentos**. Cosmetic & Toiletries (Edição em Português) Vol. 20, n.2, p. 36, 2008.
- BHUSHAN, B. **Biophysics of Human Hair: Structural, Nanomechanical, and Nanotribological Studies** 1st ed. Berlin, Springer, p. 1-19, 2010.
- BORGHETTI, G. S; KNORST, M. T. **Desenvolvimento e avaliação da estabilidade física de loções O/A contendo filtros solares**. Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas, Vol. 42, n. 4. 2006.
- BOUILLON, C.; WILKINSON, J. **The Science of hair care**. Taylor & Francis Group, Estados Unidos. 2 ed. p. 1 – 76 e 201 – 227. 2005.

BUGNOTTO, C.; SOARES, G.; LAPORTA, L. V.; ALVES, M. P.; SCHMIDT, C. A.; LIMBERGER, J. B. **Estudo de Estabilidade de Formulações Tópicas Contendo Própolis**. Disc. Scientia. Série: Ciências da Saúde, Santa Maria, Vol. 7, n.1, p. 1 – 12. 2006.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos**. 1 ed., 52 p. Brasília: ANVISA, 2004.

CHAPTER 3. **The Study of Hair**. Disponível em < http://ngl.cengage.com/assets/downloads/forsci_pro0000000541/4827_fun_ch3.pdf > Acesso em 14 de maio de 2016.

COLGATE-PALMOLIVE COMPANY. **Patente US 20040235698 A1 Bathroom cleaning composition**. Disponível em < <http://google.com/patents/us20040235698#forward-citations> > Acesso dia 14 de maio de 2016.

CORAZZA, S. **Mais jovem a cada dia**. São Paulo: Prestígio. p. 62. 2005.

CORDEIRO, M. S. F.; COSTA, J. K. B.; LIMA, C. G.; CAMPELO JÚNIOR, J. D.; MELO, A. F. M. **Desenvolvimento Tecnológico e Avaliação de Estabilidade de Gel Dermatológico a partir de Óleo Essencial de Gengibre (Zingiber officinale Roscoe)**. Revista Brasileira de Farmácia, Vol. 94, n. 2, p. 148 – 153. 2013.

CUNHA, A. R.; SILVA, R. S.; CHORILLI, M. **Desenvolvimento e avaliação da estabilidade física de formulações de xampu anticaspa acrescidas ou não de extratos aquosos de hipérico, funcho e gengibre**. Rev. Bras. Farm, Vol. 90, n. 3, p. 190 - 195, 2009.

D'LEON, L. F. P. **Estudo de estabilidade de produtos cosméticos**. Revs. Cosmetics & Toiletries. Ed. português. São Paulo, v. 13, n. 4, p. 54 – 64. 2001

DANIELS, C. A. **Polymers – Structure and Properties**. Technomic Pub Co., 1989.

DIAS, T.C.; BABY, A.; KANEKO, T. M.; VELASCO, M. V. **Relaxing/ straightening of Afro-ethnic hair: historical overview**. Journal of Cosmetic Dermatology, Vol. 6. p. 2 – 5, 2007.

DRAELOS, D. Z. **The biology of hair care, Dermatologic clinics**. Vol. 18, n.4, p. 651 – 658, 2000.

DUARTE, C. M. G. **Caracterização químico-física de novos polímeros estabilizantes para formulações da indústria de cosméticos**. Dissertação de mestrado, Universidade de Coimbra, 124 p. 2011.

EWG's Skin Deep[®]. **Polyquaternium 55**. Disponível em < <http://www.ewg.org/skindeep/ingredient/705121/POLYQUATERNIUM-55/> > Acesso em 14 de maio de 2016.

FARMACAM – Farmácia de Manipulação e Homeopatia. **Plurigel**. Disponível em < <http://www.farmacam.net.br/Literatura%20Alopatia%20FARMACAM/monografias%20FARMACAM/plurigefarmacam.pdf> > Acesso dia 15 de maio de 2016.

FERNANDEZ, E. A. M. **Técnicas y procedimientos em formulación magistral dermatológica**. Madrid: Ed. E. Aliá, p. 85 – 87. 2005.

FERNANDEZ, P.; ANDRÉ, V.; RIEGER, J.; KÜHNLE, A. **Nano-emulsion formation by emulsion phase inversion**. *Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects* 251 p. 53–58. 2004.

FERRARI, M. **Desenvolvimento e avaliação da eficácia fotoprotetora de emulsões múltiplas contendo metoxinamato de etilexila e óleo de andiroba (*Carapa guyanensis*)**. 142p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto. 2002.

FERREIRA, A. **Guia Prático da Farmácia Magistral**. 3. ed., Vol. 1 São Paulo: Pharmabooks, 2008.

FLORENCE A. T; ATTWOOD D. **Princípios Físico Químicos em Farmácia**. Editora da Universidade de São Paulo - USP, p. 345 - 375; 413 - 455. São Paulo, 2003.

FRIEDRICH M.; PRIMO F. T.; FUNCK J. A. B.; LAPORTA L.V.; ALVES M. P., BITTENCOURT C. F.; ESCARRONE A. L. V. **Avaliação de Estabilidade Físico-Química de Creme Não Iônico Inscrito no Formulário Nacional**. 5 p. *Latin American Journal of Pharmacy*, 26 ed. n. 4. 2007.

GUARATINI, T.; GIANETE, M. D.; CAMPOS, P. M. B. G. M. **Stability of cosmetic formulations containing esters of Vitamins E and A: Chemical and physical aspects**. *International Journal of Pharmaceutics*. Vol. 327, p. 12 – 16. 2006.

GRIFFIN, W. C. **Classification of surface active agents by EHL**. *Journal of the society of cosmetic chemists*. Vol. 1. p. 311 - 326, 1940.

HALAL, J. **O crescimento e a estrutura do cabelo. Tricologia e a química cosmética capilar**. 5. ed. São Paulo, Cengage Learning, 2011.

HEEMANN, A. C. W.; GUARDA, C. C.; PAULA, D.; SIEBENROK, E. N.; BARETA, G. M. S.; JUSTI, J. S.; CHOCIAL, J. G.; SEMES, S.; REPLE, S. I. F. **Guia da Profissão Farmacêutica Indústria de Produtos de Higiene Pessoal, Cosméticos e Perfumes**. 24 p. 2010.

HERNANDEZ, M.; FRESNEL, M. **Manual de cosmetologia**. 3 ed. Revinter, Rio de Janeiro, 1999.

INA, B.; MARTIN, H. **EP 1479368 A1 Hair conditioning composition**. Disponível em: <<http://www.google.ch/patents/EP1479368A1?cl=en>> 19 de agosto de 2016.

ISP, International Specialty Products. **Specialty products for personal care: Stylize W-20**. 7 p. Brasil. 2001.

JATO, J. **Aspectos fundamentales de los sistemas farmacéuticos y operaciones básicas**. Vol. 1 624 p. Madrid, Editorial Sintesis. 1997.

KHURY, E. **Estudo de estabilidade de produtos cosméticos.** Congresso Brasileiro de Cosmetologia, São Paulo: Associação brasileira de cosmetologia. p. 191 – 192. 2001.

KÖHLER, R. C. O. **A química da estética capilar como temática no ensino da Química e na capacitação dos profissionais da beleza.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria. 113 p. Rio Grande do Sul, 2011.

LACHMAN, L., LIEBERMAN, H. A., KANIG, J. L. **Teoria e prática na indústria farmacêutica.** Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, Vol. 1, p. 211-252, 2001.

LARENTES, I. A. **Avaliação Preliminar da Estabilidade de Cremes Fotoprotetores de Farmácias Magistrais.** Faculdade Integrada da Grande Fortaleza – FGF. 36 p. Maringá – PR. 2009.

LEONARDI G. R., BERARDI P., FREITAS P. C. D., CAMPOS P. M. M. **Produto de uso tópico com Aloe vera.** Revista Cosmetics & Toiletries, Vol. 5, n. 12 p. 44 - 53. 2000.

LEONARDI, G. R. **Cosmetologia aplicada.** 5 ed. São Paulo, Medfarma. 244 p. 2005

LEVIUS, H. P.; DROMMOND, F. G. **Elevated temperature as artificial breakdown stress in the evaluation of emulsion stability.** Journal Pharm: Pharmacol. Vol. 5, n. 743. 1953.

LIMA, R. M. F.; LUZ, J. A. M. **Análise granulométrica por técnicas que se baseiam na sedimentação gravitacional: Lei de Stokes.** Revista Escola de Minas Vol. 54, n. 2, Ouro Preto. 2001.

LIN, J. T. **Emulsificação com Economia de Energia.** Cosmetics & Toiletries, p. 36 – 41. 2001.

LIN, J. T.; AKABORI, T.; TANAKA, S.; ARIMINO, S. K. **Low-Energy Emulsification III: Emulsification in High and Range.** Cosmetics & Toiletries, p. 95, 1980.

LYRIO, E. S.; FERREIRA, G. G.; ZUQUI, S. N.; SILVA, A. G. **Recursos vegetais em biocosméticos: conceito inovador de beleza, saúde e sustentabilidade.** Natureza online, Vol. 9, n.1, p. 47 - 51, 2011.

MAPRIC. **Álcool Cetoestearílico Etoxilado 20EO. Parecer técnico.** Disponível em < http://www.mapric.com.br/anexos/boletim642_06032009_094335.pdf > Acesso em 07 de maio de 2016.

MARQUES, A. D. A.; AZEVEDO, M. G. B.; FALCÃO, J. S. A. **Doseamento de formaldeído e parâmetros físico-químicos de esmaltes de unha.** Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande. Cosmetics & Toiletries, p. 60 – 65. 2015.

MARTINI, M. C. **Introducion a la dermofarmácia y a la cosmetologia.** Zaragoza: Ed. Acribia, 329 p. 2005.

MELLO, M. S. **A evolução dos tratamentos capilares para ondulações e alisamentos permanentes.** 38p. Trabalho de conclusão de curso da disciplina de estágio curricular do curso de Farmácia – Universidade Federal do Rio grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

MORAES, L. **Sabonetes: inovando no desenvolvimento com tecnologia.** Cosmetics & Toiletries: Brasil, Vol. 19, n. 6, p. 62 - 71. São Paulo, 2007.

MILAN, A. L. K.; MILÃO, D.; SOUTO, A. A.; CORTE, T. W. F. **Estudo de Hidratação da pele por emulsões cosméticas para xerose e sua estabilidade por reologia.** 9 p. Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas, Vol. 43, n. 4. 2007.

MORAIS, J. M.; SANTOS, O. D.H.; DELICATO, T.; GONÇALVES, R. A.; ROCHAFILHO, P. A. **Physicochemical characterization of Canola oil/water nano-emulsion obtained by HLB number and Emulsion Phase Inversion Methods.** Journal of Dispersion Science and Technology, Vol. 27, n. 1, p. 109 - 115, 2006.

NICOLETTI, M. A.; COSTA, E. P.; COSME, K. Z. **Alteração de coloração de formulações contendo hidroquinona em presença de estabilizante, como parâmetro indicativo de instabilidade em emulsões.** Rev. Saúde, Vol. 3, n. 1, p. 16 - 22, 2009.

NOGUEIRA, A. C. S. **Efeito da radiação ultravioleta na cor, na perda protéica e nas propriedades mecânicas do cabelo.** Dissertação de mestrado – Instituto de Química da Universidade de Campinas. 70 p., 2003.

OLIVEIRA, V. G. **Cabelos: Uma contextualização no Ensino da Química.** 11 p. PIBID UNICAMP – Programa institucional de bolsas de incentivo à docência subprojeto química – 2013.

PRISTA, L. N. **Formas farmacêuticas obtidas por operações complexas ou múltiplas.** Técnica farmacêutica e Farmácia galênica. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, Vol. 2, 1995.

REIS, A. **Polímeros.** Rumo ao ITA. Disponível em <
http://projetomedicina.com.br/site/attachments/article/276/polimeros_teorias_exercicios_arthur.pdf> Acesso em 02 de agosto de 2016.

RODRIGUEZ, M. N. P. **Cosmética capilar II.** Caracas. 1994.

SAAPEDIA. **Polyquaternium-55.** 2012. Disponível em <
<http://www.saapedia.org/en/saa/?type=detail&id=3771> > Acesso em 14 de maio de 2016.

SCHMIDTS, T.; DOBLER, D.; NISSING, C.; RUNKEL, F. **Influence of hydrophilic surfactants on the properties of multiple W/O/W emulsions.** Journal of Colloid and Interface Science, Vol. 338, p. 184 – 192. 2009

SCHWARZWALDER, C.; VERLINDEN, J.; AIGNER, E. C.; ROSWIT, L. **New hybrid polymer for hair spray formulations.** Cosmetics & Toiletries. Vol. 122. p. 53 – 60. 2007.

SCHUELLER, R.; ROMANOWSKI, P. **Emulsões.** Cosmetics & Toiletries. Vol.12, n.3, p. 71 – 74. 2000.

SINKO, P. J. **Martin: físico-farmácia e ciências farmacêuticas.** Ed. 5. Porto Alegre, ARTMED, 2008.

TADROS, T. **Application of rheology for assessment and prediction of the long-term physical stability of emulsions.** *Advances in Colloid and Interface Science*, p. 108 – 109, 2004.

THOMPSON, E. D., **A prática farmacêutica na manipulação de medicamentos.** Porto alegre, 2006.

TOPAN, J. F. **Emulsões à base de óleo de girassol (*Helianthus annus L.*) com cristal líquido: avaliação das propriedades físico-químicas e atividade cosmética.** Ribeirão Preto, 2012.

VELASCO, R. S. R.; BABY, R. A.; INOUE, N. S. N.; AKTAGAWA, D.; DARIO, F. M. **Formulações de Fixadores/Estilizantes capilares.** *Cosmetics e Toiletries*. Vol. 26. p. 38 - 43. 2014.

VILLANOVA, J. C. O.; ORÉFICE, R.; CUNHA, A. S. **Aplicações farmacêuticas de polímeros.** *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, Vol. 20, nº 1, p. 51-64, Belo Horizonte, 2010.

ZANON, A. B. **Aspectos teóricos e práticas sobre a avaliação da estabilidade de emulsões manipuladas em farmácia.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 52 p. Porto Alegre, 2010.

ZHOU, Y.; RIGOLETTO, R.; KOELMEL, D.; ZHANG, G.; GILLECE, T. W.; FOLTIS, L.; MOORE, D. J.; QU, X.; SUN, C. **The effect of various cosmetic pretreatments on protecting hair from thermal damage by hot fl at ironing.** *Journal of Cosmetics Science*, Vol. 62. p. 265 – 282. 2011.