



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
QMC 5515 – Estágio Supervisionado

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO DESENVOLVIDO EM SANTA
TEREZINHA IND.E COMÉRCIO LTDA / PALHOÇA / SANTA CATARINA**

LUCAS PALMA DE MATTOS

NITO ANGELO DEBACHER / Julia Pavanelo

Florianópolis

Março/2022

Lucas Palma de Mattos

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO DESENVOLVIDO EM SANTA
TEREZINHA IND.E COMÉRCIO LTDA / PALHOÇA / SANTA CATARINA**

Projeto de Estágio Supervisionado (QMC 5515)
apresentado ao Departamento de Química da
Universidade Federal de Santa Catarina
desenvolvido em Santa Terezinha Ind.e Comércio Ltda - Palhoça - Santa Catarina
Palhoça, Julia Pavanelo

Florianópolis
Março/2022

Lista de equações

Equação 1 - Lei de Stefan-Boltzmann e constante associada **pag 12**

Lista de figuras

- Figura 1** - Espectro de emissão eletromagnético aproximado para a luz solar (1) e o espectro da radiação solar ao nível do mar depois da atenuação atmosférica (2) **pag 11**
- Figura 2** - Fórmula Estrutural da eumelanina (1) e feomelanina (2) **pag 13**
- Figura 3** - Espectro UV apresentando as faixas de comprimentos de onda e sua relação com a permeabilidade e interação com a pele. A radiação UVC não consegue permear a camada de ozônio, a radiação UVB penetra até a epiderme e os raios UVA conseguem alcançar até o nível da derme **pag 14**
- Figura 4** - Espectros coletados na região UV demonstrando o comportamento em relação à eficiência de absorção da radiação para os diferentes filtros solares, conforme legenda **pag 16**
- Figura 5** - Mecanismos de absorção e reflexão oriundos da utilização de filtros químicos e físicos, respectivamente **pag 17**
- Figura 6** - Mecanismo acerca de como os filtros químicos interagem com radiação UV incidente **pag 17**
- Figura 7** - Molécula de Avobenzona apresentando seu equilíbrio ceto-enólico e produtos e subprodutos relacionados aos mesmos **pag 18**
- Figura 8** - Estrutura do complexo formado a partir da combinação de filtros contendo avobenzona e dióxido de titânio **pag 19**
- Figura 9** - Paramentação utilizada durante a rotina laboratorial para o desenvolvimento do produto **pag 28**
- Figura 10** - Design ilustrativo do modelo real da estação de tratamento presente na empresa. (1) Flotador; (2) Estação de Tratamento Biológico; (3) Estação de Tratamento Físico-químico **pag 29**
- Figura 11** - Fotografias feitas a partir de micrografias ópticas realizadas em amostras das formulações de fotoprotetores em processo de otimização, onde: a) e b) Formulações nas quais ocorreram separação das fases; c) Formulação que apresentou-se estável; d) Zoom digital na imagem evidenciando sua regularidade **pag 34**
- Figura 12** - Fotografias de amostras formuladas em bancada que apresentaram-se estáveis após centrifugação. a) vista superior, sem separação de fases visível; b) vista lateral, sem separação de fases visível; c) zoom digital aplicado ao item b); d) e e) apresentam fórmulas instáveis **pag 35**

Lista de fluxogramas

Fluxograma 1 - Fluxograma do processo de tratamento empregado **pag 29**

Lista de tabelas

- Tabela 1** - Definições e exigências no enquadramento das atribuições descritas **pag 20**
- Tabela 2** - Metodologias de avaliação relacionadas à proteção contra raios UVA e UVB obrigatórias e tempos para regularização **pag 22**
- Tabela 3** - Designação de Categoria de Proteção (DCP) relativa à proteção oferecida pelo produto contra radiação UVB e UVA para a rotulagem dos Protetores Solares **pag 23**
- Tabela 4** - Especificação dos equipamentos e sua função na formulação do fotoprotetor FPS 50 corporal **pag 26**
- Tabela 5** - Compilação dos 20 componentes mais recorrentes entre as 37 fórmulas avaliadas e sua respectiva função associada **pag 30**
- Tabela 6** - 6 Grupos de filtros solares criados para o desenvolvimento da fórmula final e alternativa e custo das variações de cada conjunto para produção de 100g **pag 32**
- Tabela 7** - Fórmulas preparadas em bancada e seus respectivos resultados em relação aos aspectos sensoriais, visuais e de estabilidade **pag 33**

SUMÁRIO

1. JUSTIFICATIVA	pag 09
2. APRESENTAÇÃO DO LOCAL DE ESTÁGIO	pag 10
3. REVISÃO DA LITERATURA	pag 11
3.1 Radiação solar e sua influência sobre a “pele humana”	pag 11
3.2 Fotoprotetores	pag 14
3.2.1 Tipos de filtros solares e estudos relacionados	pag 16
3.2.2 Formulações	pag 18
3.2.3 Legislação e regulamentação	pag 21
4. OBJETIVOS	pag 24
4.1 Objetivo geral	pag 24
4.2 Objetivos específicos	pag 24
5. METODOLOGIA DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO ESTÁGIO	pag 25
5.1 Segurança no laboratório e gerenciamento de resíduos	pag 27
6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS NO ESTÁGIO	pag 30
6.1 Preparo das formulações e avaliações visuais e sensoriais	pag 30
6.2 Simulações em softwares para formulação	pag 31
6.3 Formulação do fotoprotetor	pag 32
6.4 Preparo das formulações, avaliações visuais e sensoriais	pag 33
6.5 Refinamento/otimização da fórmula proposta	pag 35
7. CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS	pag 36
8. CONTRIBUIÇÃO DO ESTÁGIO À FORMAÇÃO PROFISSIONAL	pag 37
9. REFERÊNCIAS	pag 38
10. ANEXOS	pag 40

RESUMO

Este trabalho relata as atividades desenvolvidas pelo estagiário na empresa Santa Terezinha Ind. e Comércio Ltda com o intuito de desenvolver um fotoprotetor livre de parabenos, metilisotiazolinona (MIT), óleo mineral e atentando-se à minimização da utilização de compostos nocivos à saúde humana ou causadores de impactos ambientais. Para o desenvolvimento do produto priorizou-se que o aspecto sensorial fosse leve, de secagem rápida, sem “tack”, conferindo boa espalhabilidade e que não deixe a área de aplicação branca. Na etapa de formulação foram utilizados softwares que possibilitaram, de forma aproximada, prever a eficácia do fotoprotetor em relação ao fator de proteção solar (FPS) e demais parâmetros exigidos. Dessa forma, aumenta-se a probabilidade de aprovação do produto nos testes futuros aos quais será submetido. Este processo facilita o estudo e planejamento de custo de forma a proporcionar um produto que chegue ao consumidor final com custo mais acessível. As formulações pré aprovadas foram preparadas em bancada e foram realizadas avaliações quanto aos aspectos sensoriais e testes qualitativos de estabilidade, como o tempo de residência e centrifugações. As formulações que obtiveram aprovação foram arquivadas. A etapa seguinte fica à cargo da empresa, onde segundo cronograma estão previstos os sequenciais testes laboratoriais exigidos pela ANVISA para o adequado registro do produto. Desta forma a partir do estágio obrigatório realizado enfatizou-se a importância da inserção e vivência do estudante do curso de graduação em Química Bacharelado Tecnológico em uma indústria, uma vez que fez com que o estudante adquirisse diferentes perspectivas frente às expostas em sala de aula.

Palavras-chave: fotoprotetor, cosméticos, formulação.

1. JUSTIFICATIVA

A finalidade exclusiva ou principal de um fotoprotetor está associada com a capacidade do mesmo proteger a pele contra os danos associados às radiações UVA e UVB. Para isso empregam-se substâncias classificadas como filtros, os quais são responsáveis por absorver, dispersar ou refletir a radiação incidente que decorre da exposição solar. Sabe-se que esta também é responsável por trazer diferentes benefícios para os organismos vivos, quando o tempo de exposição é adequado, como ações antifúngicas, fototerápicas, síntese de micronutrientes (ex: Vitamina D) e entre outras.

Apesar dos benefícios, alerta-se para a exposição excessiva à luz solar, visto que a mesma é causadora de envelhecimento prematuro, danos ao sistema imunológico, queimaduras e até mesmo mutações celulares (câncer). Dado que o espectro da luz solar compreende determinadas faixas de comprimentos de onda que favorecem tais fenômenos. Diante do exposto, deve-se fazer o uso de fotoprotetores para que sejam minimizados os efeitos adversos.

Um dos grandes desafios na formulação de um protetor solar é conciliar a composição de seus filtros com as exigências de FPS, FPUVA, FPUVB, estabilidade, custos envolvidos e a sustentabilidade, pois existem riscos iminentes quanto a potencialização dos impactos ambientais resultantes da bioacumulação de alguns compostos utilizados.

A partir disso a empresa objetivou desenvolver um fotoprotetor de baixo custo, o qual conciliasse aspectos sensoriais e visuais otimizados, levando em conta a sustentabilidade, da formulação à embalagem do produto. Assim verificou-se a necessidade de um cuidado e atenção especiais na formulação e otimização do produto para que o mesmo atenda aos parâmetros qualidade e credibilidade.

Com isso, as atividades desenvolvidas pelo estagiário foram desde análises das fórmulas da concorrência, simulações em softwares específicos até o preparo e testes preliminares das fórmulas obtidas durante o estudo.

2. APRESENTAÇÃO DO LOCAL DE ESTÁGIO

A empresa Santa Terezinha Ind. e Comércio Ltda, teve seu início em 1990 na cidade de Palhoça, Santa Catarina, Brasil, e é popularmente conhecida por seu nome fantasia, Extratos da Terra. Desde quando deixou de ser um sonho e virou realidade, a empresa vem conquistando o seu espaço no mercado de cosméticos com valores pautados no respeito e no reconhecimento das pessoas.

Sob a liderança de seu fundador, Joel Aterino de Souza, que preside até o dia atual, a empresa desenvolve tanto produtos profissionais como também os Home Care em seu próprio laboratório e compõem as linhas corporal, facial e capilar. Com mais de 150 itens, linhas exclusivas e produtos diferenciados do mercado, a empresa tem se destacado no cenário comercial nacional, ao passo que no Brasil possui mais de 90 canais de distribuição e no exterior conta com distribuidores no Japão, Suíça, Angola, Estados Unidos e Paraguai.

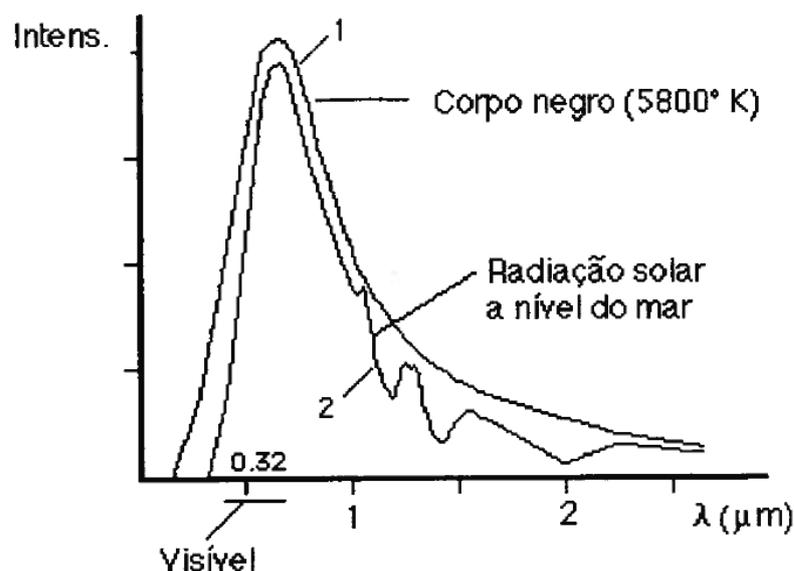
No processo de estágio supervisionado foram realizadas atividades complementares em diferentes setores da empresa, ainda que de forma breve, onde foi possível ter uma visão geral do funcionamento da empresa, bem como a integração com os mais de 30 funcionários.

3. REVISÃO DA LITERATURA REFERENTE AO TRABALHO DESENVOLVIDO

3.1 Radiação solar e sua influência sobre a “pele humana”

Podemos assumir que a radiação solar emitida é em sua totalidade um conjunto de ondas eletromagnéticas cujo espectro eletromagnético é apresentado na **Figura 1**. Tais ondas podem ser classificadas em relação ao seu comprimento de onda ou energia, tendo em vista sua relação inversa, e subdividem-se em regiões¹.

Figura 1 - Espectro de emissão eletromagnético aproximado para a luz solar (1) e o espectro da radiação solar ao nível do mar depois da atenuação atmosférica (2).



Fonte: J.J. PEDROSO DE LIMA (1992)

Sabe-se que a radiação solar é majoritariamente composta por radiações térmicas, ao passo de que 59 % estão na região do infravermelho (I.V.: $730 \text{ nm} < \lambda < 1 \text{ mm}$)², 40 % na região visível (Visível: $400 \text{ nm} < \lambda < 730 \text{ nm}$) e 1 % está associada à região do ultravioleta (U.V.: $1 \text{ nm} < \lambda < 400 \text{ nm}$)¹.

Devido à atmosfera do próprio sol e da Terra ocorrem fenômenos de atenuação das ondas que por elas permeiam, dada que há interação com as moléculas presentes em cada atmosfera. Do contrário, efeitos como espalhamentos de luz ao entardecer e até mesmo a própria cor do céu, não seriam observados. Uma outra curiosidade, deve-se ao fato de o sol possuir um espectro de emissão próximo ao observado na proposta de um corpo negro (6000 K)¹, seguindo assim a Lei de Stefan-Boltzmann, **Equação 1**, a qual mostra que a potência irradiada por unidade de área varia apenas com a temperatura, não dependendo do material, de sua cor, dentre outras características do corpo.

Equação 1 - Lei de Stefan-Boltzmann e constante associada.

$$I = \sigma \cdot T^4 ; \text{ sendo, } \sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot K^4}$$

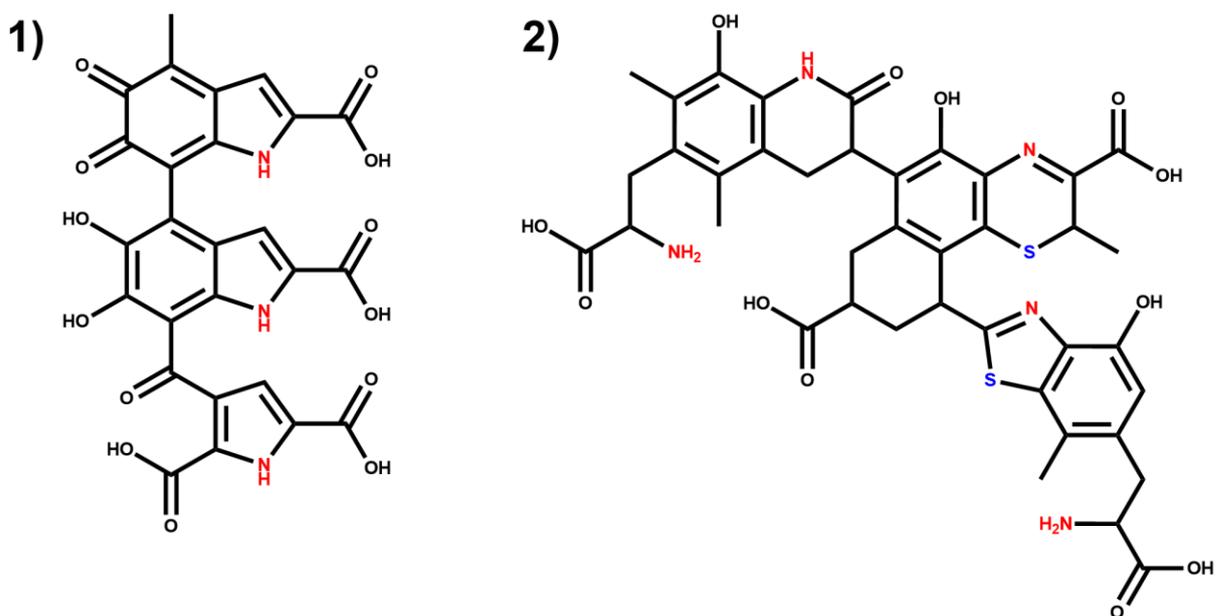
Embora os benefícios advindos da exposição à luz solar, alerta-se para os potenciais riscos resultantes a ela, em especial, interações relacionadas à radiação U.V. para com organismos vivos. Mesmo que sejam minoritárias dentre as demais radiações emitidas pelo sol, estas são as principais causadoras de danos como eritemas, manchas na pele (melanogênese), fotoenvelhecimento, entre outros.

A radiação U.V. é dividida em três faixas típicas de comprimento de onda, sendo elas UVA ($400 \text{ nm} > \lambda > 315 \text{ nm}$), UVB ($315 \text{ nm} > \lambda > 280 \text{ nm}$) e UVC ($280 \text{ nm} > \lambda < 100 \text{ nm}$). No que diz respeito à radiação UVC, atenta-se a interações com a biosfera, contudo estas não acometem a mesma, devido ao fato de serem completamente absorvidas pela camada de ozônio³.

A radiação UVC, devido ao seu alto potencial energético pode ser aplicada em soluções tecnológicas para esterilização de materiais cirúrgicos, alimentos ou em processos de tratamento de água, graças às suas propriedades bactericidas⁴.

Os raios UVB por sua vez permeiam parcialmente a atmosfera com dificuldade, não permeiam através de vidros, mas são capazes de penetrar nas camadas mais externas da pele, isto é, epiderme e derme. Desta forma, queimaduras solares e a pigmentação indireta, são originadas devido a estímulos na reação de melanogênese através da ativação da enzima tirosinase⁵. A melanogênese resulta na síntese da eumelanina, um polímero insolúvel e de coloração marrom escura, e a feomelanina, um polímero avermelhado, mostrados na **Figura 2**. O primeiro sintoma a ser observado no caso da exposição à radiação UVB são os eritemas (queimaduras solares) afetando diretamente o sistema imune cutâneo que é responsável pela defesa primária em nosso corpo contra as infecções e resistência a certos tipos de câncer. Desta forma pode-se desenvolver uma condição de imunossupressão local ou generalizada.

Figura 2 - Fórmula Estrutural da eumelanina (1) e feomelanina (2).



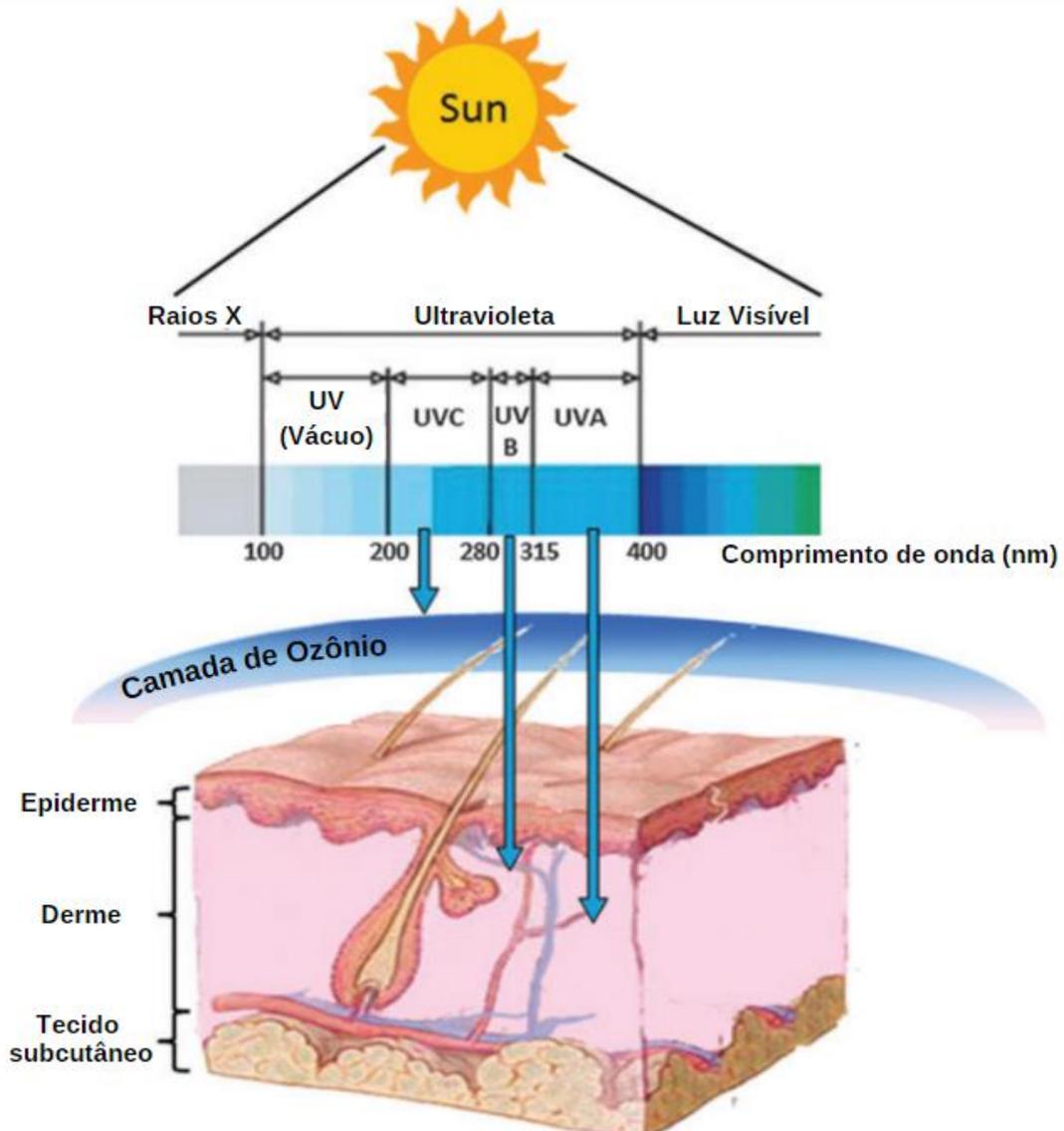
Fonte do próprio autor

Já no que diz respeito à radiação UVA, têm-se a preocupação com a passagem integral pela atmosfera, não importando a sazonalidade ou condições climáticas. Radiações na região do UVA são capazes de penetrar e interagir nas camadas mais internas da pele, causando danos indiretos no DNA, através da geração de espécies oxigenadas reativas (ROS), peróxidos e radicais livres, ocasionando quebras indesejáveis nas ligações moleculares do DNA, que a partir desta mutação pode acometer em casos de carcinoma. Nos Estados Unidos, em 1928, registrou-se a primeira comunicação acerca do uso de filtros solares à nível internacional. Uma vez que os primeiros produtos solares não apresentaram o sucesso comercial esperado, porém, promoveram o interesse pelo assunto em vários países.

Em 1936, foi introduzido na França o primeiro protetor solar comercial. Porém, somente em 1943, o PABA (ácido paraminobenzóico) foi o primeiro filtro solar a ser patenteado abrindo caminho para a incorporação dos seus derivados em formulações de produtos solares. Nos anos subsequentes, uma grande quantidade de filtros ultravioleta foi desenvolvida, incluindo as mais variadas composições químicas. Inicialmente, os filtros solares foram desenvolvidos para prevenção de queimaduras solares, mas hoje são reconhecidos como uma importante estratégia para a prevenção ou minimização de lesões benignas e malignas decorrentes da exposição solar, conforme articulado⁵.

A **Figura 3** resume o conteúdo exposto no decorrer deste tópico acerca das potencialidades de permeação para as radiações relacionadas à região UV⁶.

Figura 3 - Espectro UV apresentando as faixas de comprimentos de onda e sua relação com a permeabilidade e interação com a pele. A radiação UVC não consegue permeiar a camada de ozônio, a radiação UVB penetra até a epiderme e os raios UVA conseguem alcançar até o nível da derme.



Fonte: Gupta et al. (2013)

3.2 Fotoprotetores

Os fotoprotetores são produtos formulados a partir de um conjunto de filtros solares, isto é, compostos responsáveis por absorver, refletir ou dispersar as radiações UV incidentes sobre a superfície de aplicação. No caso da pele humana este produto protege a mesma e seus anexos prevenindo ou retardando os efeitos nocivos do sol.

O “*Food and Drug Administration*” (FDA) é uma agência federal de um dos departamentos executivos de Saúde e Serviços Humanos dos Estados Unidos e considera os filtros solares e outros produtos diários contendo filtros contra radiação UV como medicamentos OTC (*Over-the-counter*), que em português significa “medicamento de venda livre”, devido a prevenirem a queimadura solar e outros efeitos danosos da luz do sol. Por isso, os fabricantes são obrigados a apresentarem os resultados dos testes pré-clínicos e clínicos para a aprovação e posterior comercialização.

Enquanto no Brasil, filtros solares são considerados cosméticos de grau 2, ou seja, segundo a Anvisa são produtos que possuem indicações específicas, cujas características exigem comprovação de segurança e/ou eficácia. A Anvisa, através da resolução RDC Nº 30, de 1º de junho de 2012 também define que os mesmos são: “Qualquer preparação cosmética destinada a entrar em contato com a pele e lábios, com a finalidade exclusiva ou principal de protegê-la contra a radiação UVB e UVA, absorvendo, dispersando ou refletindo a radiação”⁷.

O objetivo primordial de uma formulação de um filtro solar é obter um fator de proteção solar adequado. Um fato importante a ser considerado na escolha de um bom fotoprotetor é que ele tenha algumas particularidades que não só digam respeito ao melhor desempenho, mas também a menor possibilidade de reações de irritação ou sensibilização.

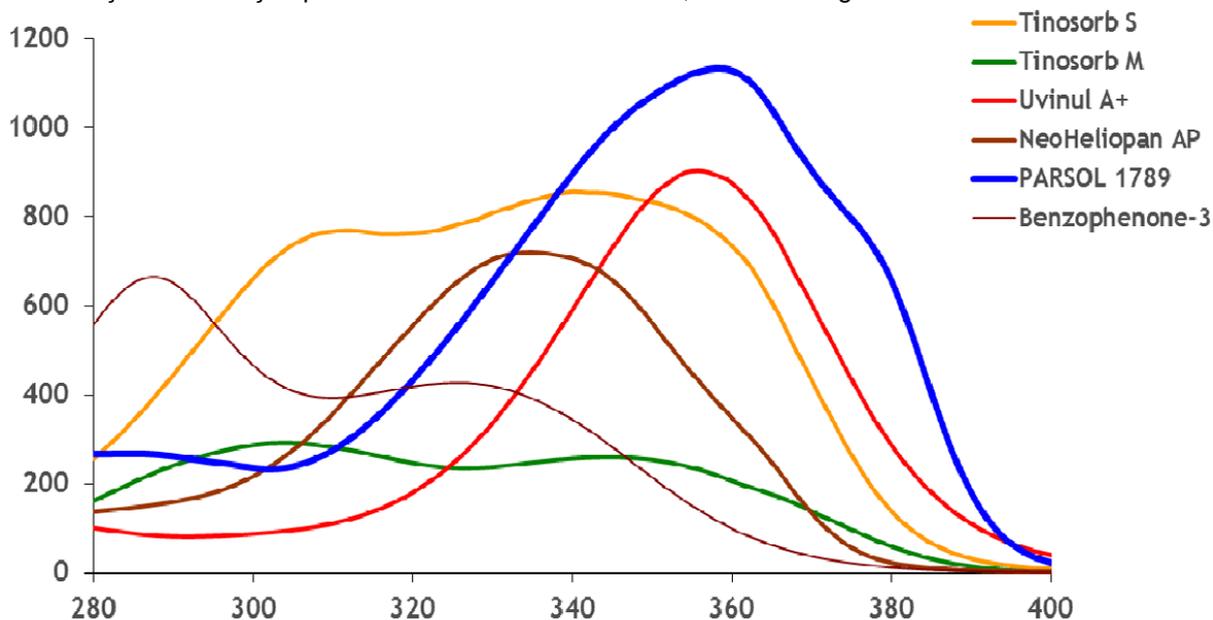
Nesse sentido entra o sistema de regulamentação de FPS, ou, fator de proteção solar, cuja definição deve ser realizada seguindo unicamente métodos in vivo. Aplicando-se estritamente como referências as metodologias oferecidas pelo: FDA - “Sunscreen drug products for over-the counter human use. Final Monograph: Proposed Rule, 21 CFR Part 352 et al, 1999”⁸ ou COLIPA/JCIA/CTFA-SA. International Sun Protection Factor (SPF) Test Method, 2006⁹.

Os filtros solares têm capacidades de evitar o eritema baseado no Fator de Proteção Solar (FPS), porém a eficácia da fotoproteção depende da quantidade de filtro aplicada sobre a pele, de acordo com a metodologia COLIPA, a quantidade efetiva de filtro solar a ser aplicada é 2 mg de preparação por cm² de pele, ou mais precisamente: (2,00 ± 0,04) mg / cm², com reaplicação no período de no máximo 2 horas de exposição solar.

Desta forma os filtros solares por si só, podem apresentar diferentes eficiências em relação às diferentes regiões do espectro de luz ultravioleta, como evidenciado na

Figura 4, ou seja, filtros UVB, UVA e de amplo espectro (UVA+UVB) podem ser classificados de acordo com o tipo de proteção que oferecem¹⁰.

Figura 4 - Espectros coletados na região UV demonstrando o comportamento em relação à eficiência de absorção da radiação para os diferentes filtros solares, conforme legenda.

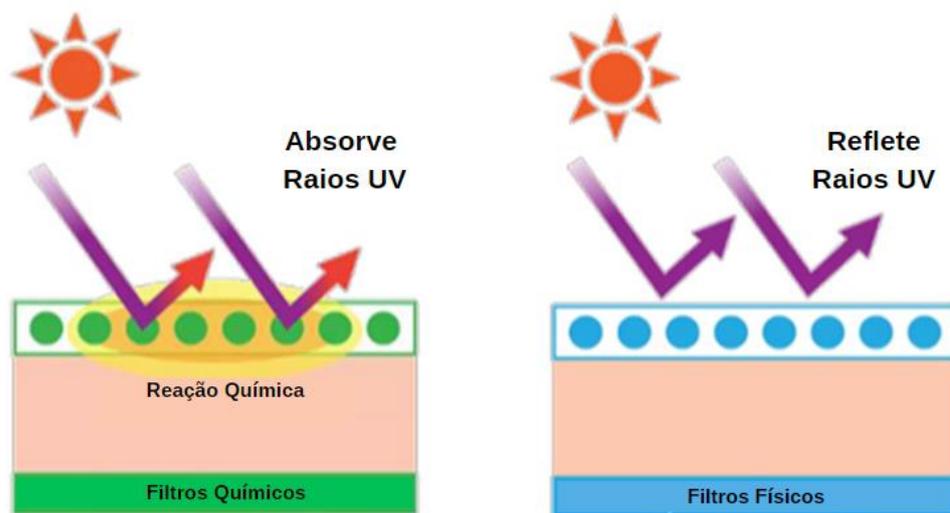


Fonte: DSM - Brighter Science. Brighter Living (2021)

3.2.1 Tipos de filtros solares e estudos relacionados

Os fundamentos da proteção contra a luz solar são embasados no bloqueio físico ou absorção química da radiação ultravioleta, no qual ambos são atenuadores dos efeitos carcinogênicos, por mecanismos de absorção, reflexão ou dispersão da radiação e atuam paralelamente na prevenção do fotoenvelhecimento da pele exposta. A **Figura 5** ilustra mecanismos de absorção por filtros químicos e reflexão por filtros físicos, respectivamente^{8,11}. Um exemplo para filtros químicos é também apresentado na **Figura 6**.

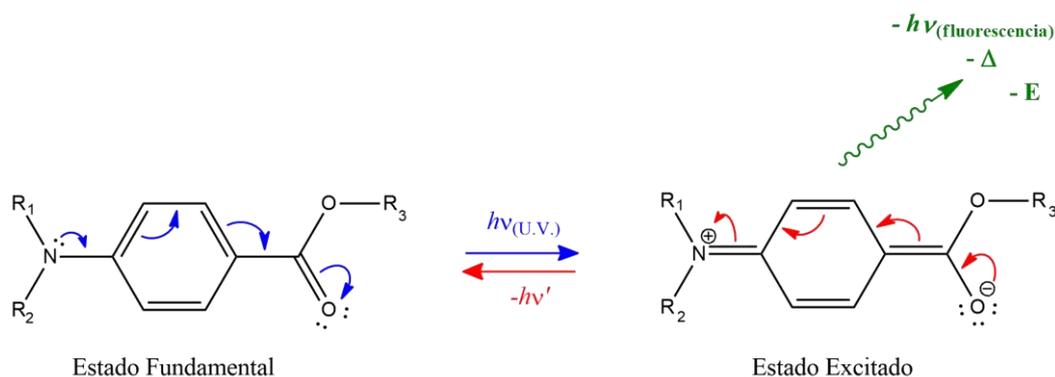
Figura 5 - Mecanismos de absorção e reflexão oriundos da utilização de filtros químicos e físicos, respectivamente.



Fonte: Terramater - Active Minerals (2020)

Enfatiza-se que, na **Figura 6**, ao interagir com a radiação U.V. a molécula considerada como filtro solar pode, a partir de seu estado excitado, dissipar a energia ao transferi-la à outras moléculas (vibração), emissão de calor (radiação na região do infravermelho) ou até apresentar fluorescência. Contudo, ao retornar ao estado fundamental ela sempre deverá emitir radiações cujos comprimentos de onda são maiores que a radiação U.V. e, portanto, menos energéticos, devido aos efeitos de atenuação mencionados^{5,10}.

Figura 6 - Mecanismo acerca de como os filtros químicos interagem com radiação UV incidente.

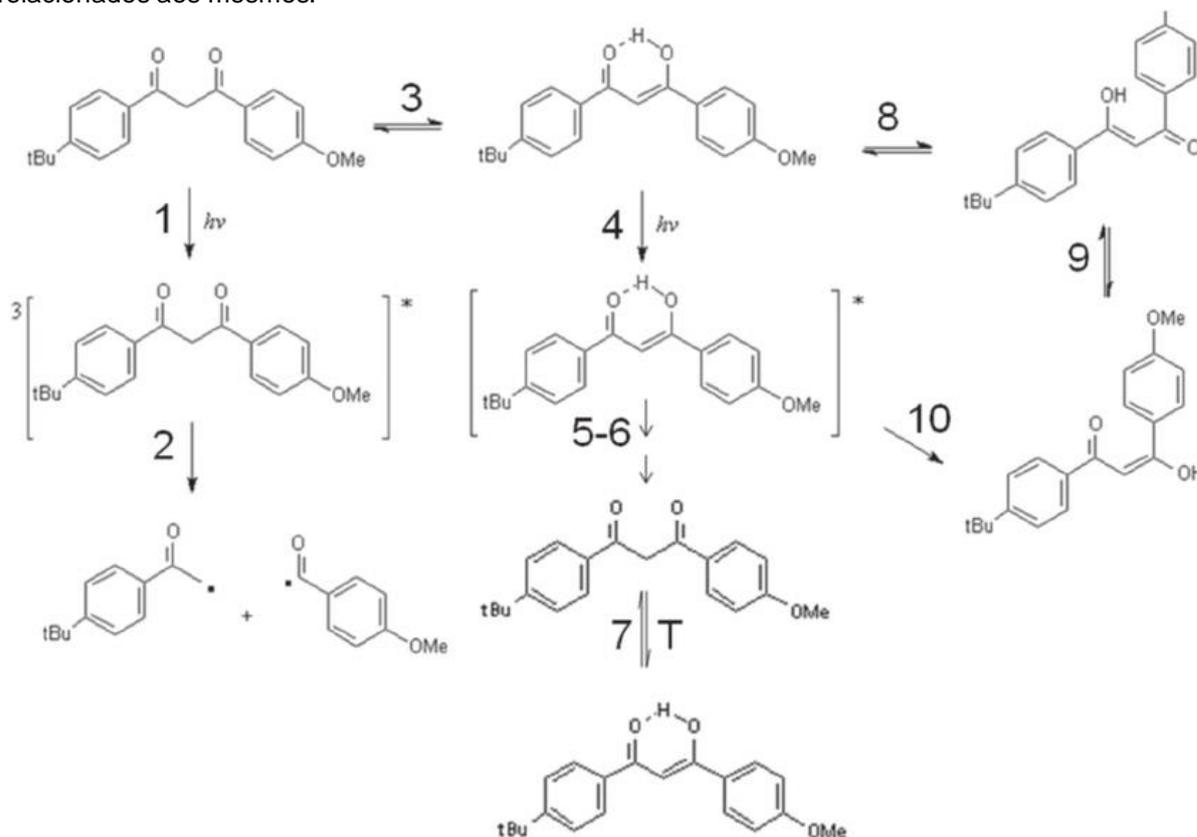


Fonte do próprio autor

Outros estudos também alertam para a fotoestabilidade de cada filtro solar, justificando a reaplicação do mesmo sobre a pele periodicamente, segundo os modos de uso do produto. Isto ocorre devido à possibilidade de a molécula reagir e formar

subprodutos e assim ocasionando sua decomposição irreversível. A **Figura 7** apresenta a estrutura da avobenzona, que ainda é muito utilizada em formulações, além de ser conhecida por sua fotoinstabilidade, onde a partir do tautomerismo cetona-enólico fotoinduzido, levando à formação da dicetona e os subsequentes produtos de decomposição¹².

Figura 7 - Molécula de Avobenzona apresentando seu equilíbrio cetona-enólico e produtos e subprodutos relacionados aos mesmos.



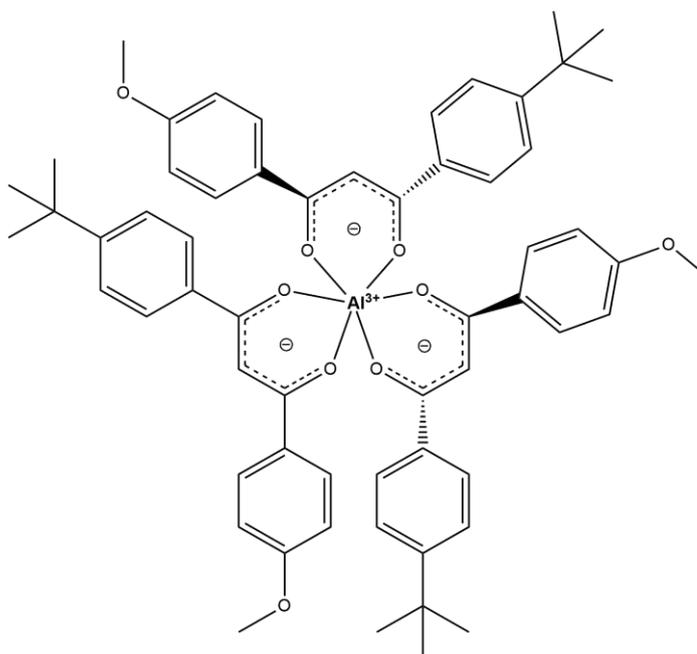
Fonte: VALLEJO, J. (2011)

3.2.2 Formulações

Ao se formular qualquer filtro solar temos que sua principal função é proporcionar os cuidados adequados para possibilitar a exposição solar do indivíduo. Desta forma o produto não poderá apresentar alterações durante o uso previsto, isto é, não apresentar ou minimizar a formação de subprodutos neste período, assegurando assim sua eficácia. Sabe-se que estabilidade dos filtros têm dependência com a formulação e demais conjuntos de filtros empregados, como por exemplo a associação de filtros como óxido de titânio (TiO₂, filtro físico) e avobenzona (filtro químico). Comumente, o TiO₂ apresenta-se recoberto por óxido de alumínio

(Al₂O₃), nesse sentido, alerta-se que quando combinados, em uma mesma formulação, o Al³⁺ é capaz de formar um complexo com três moléculas de Avobenzona, cuja estrutura é apresentada na **Figura 8**¹⁰.

Figura 8 - Estrutura do complexo formado a partir da combinação de filtros contendo avobenzona e dióxido de titânio.



Fonte do próprio autor

Desta forma, uma menor porção de avobenzona fica disponível para interagir com a radiação, comprometendo parcialmente a eficiência em relação ao fator de proteção UVA (FPUVA), dado o espectro de absorção da avobenzona¹⁰. Além disso, um importante fator crítico para essa combinação, é a potencial formação de cristais, devido à baixa solubilidade do complexo.

Um fotoprotetor é concebido a partir de uma emulsão do tipo óleo em água (o/w), desta forma além da preocupação com a sinergia na escolha de filtros, há a necessidade de dimensionar a escolha dos componentes de cada fase, aquosa e oleosa, tanto para com os filtros empregados e entre elas mesmas.

A estabilidade da emulsão sofre influências dos seguintes aspectos durante o seu preparo, estando estes elencados nos tópicos a seguir¹³:

- **Temperatura** ⇒ Há uma faixa de temperatura que deve ser respeitada para que seja favorecida a formação da emulsão;

- **Tempo de agitação** ⇒ Garante que as partículas sejam devidamente homogeneizadas e adquiram conformação adequada na mistura;
- **Intensidade da agitação** ⇒ Quebra das partículas do filtro, homogeneidade da mistura e incorporação de ar na emulsão.

Um dos aspectos relevantes nos dias atuais é a classificação quanto aos apelos oferecidos pelo produto, destacando-se os conceitos bem definidos como produtos: inspirados na natureza; veganos; naturais e orgânicos, os quais são explicados com o auxílio da **Tabela 1**^{13,14}.

Tabela 1 - Definições e exigências no enquadramento das atribuições descritas.

Atribuição	Determinações
Inspirados na Natureza	Utilização de compostos biomiméticos de origem sintética ou artificial
Veganos	Não possuir compostos de origem animal Não executar testes em animais
Naturais	Pode conter produtos não orgânicos; Não exige limite mínimo para compostos orgânicos
Orgânico	20% da composição deve ser orgânico; 95% de agro ingredientes processados fisicamente devem ser produzidos organicamente; Máximo de 2% dos ingredientes podem ser de origem sintética

Fonte: compilado pelo próprio autor

Portanto, a premissa básica para confecção de fórmulas classificadas como naturais e orgânicas está na utilização estrita de filtros físicos, como óxido de zinco e de titânio micronizado. Dispersões podem ser preparadas a partir destas para favorecer uma boa emulsão, porém, a utilização destes filtros, se em concentrações elevadas podem comprometer a “transparência” na área de aplicação, deixando-a branca, além de ter influência nos aspectos sensoriais.

Uma possibilidade de formulação é inverter a fase externa e interna da emulsão, ou seja, realizar uma emulsão w/o. Este procedimento torna a carga oleosa elevada o que possibilita a utilização de grandes quantidades de filtros. Uma contraindicação para esta metodologia é na formulação de produtos faciais, uma vez que há contribuição para o aumento na oleosidade da pele. Nesse sentido, os protetores corporais permitem maior flexibilidade quanto a este aspecto sensorial, o qual pode facilmente ser contornado a partir da utilização de aditivos modificadores do sensorial.

No caso de emulsões O/W, é possível obter melhores aspectos sensoriais e visuais de forma geral, dado que há necessidade de serem utilizados co-emulsionantes para que a estabilidade da mesma seja assegurada. Não obstante, a escolha de um agente de emoliência também melhora as características sensoriais e de espalhabilidade do produto, além de auxiliar na dispersão dos filtros.

Outras matérias primas como: conservantes, melhoradores de FPS, fitoterápicos, modificadores de sensorial ou de reologia, possuem limites de utilização individuais e/ou conjuntos, os quais devem ser consultados previamente segundo a regulamentação vigente.

Por fim, retrata-se o importante papel auxiliar mediante o uso de Softwares e apps destinados à formulação de fotoprotetores, como o Sunscreen Simulator^{TM15} e Sunscreen Optimizer^{TM16}. Estes softwares atuam como simuladores virtuais para obtenção dos parâmetros físico-químicos esperados para formulações desenvolvidas. Sua utilização procede-se de forma intuitiva e democrática, possibilitando inúmeras combinações dos diferentes filtros de suas bibliotecas. Isto facilita a nível diário a rotina de formuladores que os utilizam¹⁷.

3.2.3 Legislação e regulamentação

Conforme comunicado anteriormente, temos que no Brasil os fotoprotetores são classificados como produtos cosméticos de grau 2 e são exigidos, por parte da Anvisa, as devidas comprovações de segurança e/ou eficácia⁷.

A Resolução RDC N^o 30, de 1^o de junho de 2012, aprova o Regulamento Técnico Mercosul sobre Protetores Solares em Cosméticos e dá outras providências acerca dos mesmos. Estão previstos nesta resolução o cumprimento do objetivo primordial de um filtro solar, obter um fator de proteção solar adequado de forma assegurada⁷.

O Adendo I desta resolução infere sobre a revogação de resoluções anteriores sobre os países pertencentes ao Mercosul e suas respectivas agências de fiscalização. Adiante, no Adendo II, são estabelecidos os regulamentos técnicos sobre protetores solares em cosméticos por meio de definições, requisitos técnicos, critérios de rotulagem e os métodos de avaliação de eficácia relacionados. O que torna possível assegurar um elevado nível de proteção para a saúde pública, bem como garantir rotulagens simples e compreensíveis para os consumidores na escolha do produto adequado⁷.

A definição do FPS é estabelecida como a razão entre as doses mínimas eritematosas da pele protegida (DMEp) e desprotegida (DMEp). Estas doses estão relacionadas com a primeira percepção da formação do eritema com forma clara e definida. Outra definição importante para regulamentação do produto consiste no FPUVA, que é calculado de forma análoga ao FPS, mas a partir da dose mínima pigmentária (DMPp e DMPnp) de radiação UVA requerida para produzir um escurecimento pigmentário persistente da pele.

Vimos anteriormente que diferentes filtros apresentam diferentes perfis de absorção ao longo do espectro eletromagnético, da mesma forma que a formulação concebida resultará em um espectro o qual faz-se necessário a definição para comprimento de onda crítico (λ_c). Este conceito define-se em λ_c quando a área sob a curva integrada é igual a 90 % da área integrada total (290 e 400 nanômetros).

No que diz respeito às metodologias empregadas, atenta-se à **Tabela 2** que é apresentada a seguir ^{7-9,18-20}.

Tabela 2 - Metodologias de avaliação relacionadas à proteção contra raios UVA e UVB obrigatórias e tempos para regularização.

Região	Tipo de Método			Regularização
	FPS <i>in vivo</i>	FPUVA <i>in vivo</i>	FPUVA <i>in vitro</i>	
Europa	ISO 24444:2010 ¹⁸	ISO 24442:2011 ¹⁹	ISO 24443:2021 ²⁰	Notificação Online
EUA	FDA 2011 ⁸	<i>Não Necessário</i>	FDA 2011	menos de 1 mês
MERCOSUL	ISO 24444:2010; FDA 2011	ISO 24442:2011	ISO 24443:2021	Registrável em até 4 meses

Fonte: compilado pelo próprio autor

No que diz respeito à rotulagem dos produtos faz-se obrigatório indicar de forma destacada o número inteiro de proteção solar precedido por “FPS”. Deve constar na rotulagem a denominação de categoria de proteção (DCP), apresentado na **Tabela 3**⁷.

Tabela 3 - Designação de Categoria de Proteção (DCP) relativa à proteção oferecida pelo produto contra radiação UVB e UVA para a rotulagem dos Protetores Solares.

Indicações adicionais não obrigatórias na rotulagem	DCP	FPS medido	FPUVA (mínimo)	λ_c (mínimo)
Pele pouco sensível a queimadura solar	BAIXA PROTEÇÃO	6,0 a 14,9	1/3 do FPS Indicado na rotulagem	370 nm
Pele moderadamente sensível a queimadura solar	MÉDIA PROTEÇÃO	15,0 a 29,9		
Pele muito sensível a queimadura solar	ALTA PROTEÇÃO	30,0 a 50,0		
Pele extremamente sensível a queimadura solar	PROTEÇÃO MUITO ALTA	50,0 a 100,0		

Fonte: Ministério da Saúde (2012)

Importante salientarmos que os protetores solares não devem possuir alegações de rotulagem que impliquem as seguintes características: 100 % de proteção contra a radiação UV ou efeito anti solar; A possibilidade de não reaplicar o produto em quaisquer circunstâncias; Denominações que induzam a uma proteção total ou bloqueio da radiação solar. Em contrapartida deverá conter as seguintes advertências e instruções de uso: "É necessária a reaplicação do produto para manter a sua efetividade"; "Ajuda a prevenir as queimaduras solares"; "Para crianças menores de 6 (seis) meses, consultar um médico"; "Este produto não oferece nenhuma proteção contra insolação"; "Evite exposição prolongada das crianças ao sol"; "Aplique abundantemente antes da exposição ao sol", caso haja um tempo determinado pelo fabricante ou período de espera, antes da exposição; "Reaplicar sempre, após sudorese intensa, nadar ou banhar-se, secar-se com toalha e durante a exposição ao sol", caso haja um tempo determinado pelo fabricante para reaplicação. "Se a quantidade aplicada não for adequada, o nível de proteção será significativamente reduzido"⁷.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo geral

Desenvolver uma fórmula para um fotoprotetor FPS 50 corporal com baixo custo final e que atenda as exigências regulamentadas.

4.2 Objetivos específicos

- I. Compilar formulações de concorrentes de forma qualitativa;

- II. Simular em softwares as combinações de filtros solares para o desenvolvimento da formulação;

- III. Desenvolver a formulação principal e alternativas à esta;

- IV. Realizar os testes preliminares de estabilidade;

- V. Preparar e avaliar qualitativamente os aspectos sensoriais e visuais como a leveza, secagem, tack, espalhabilidade e coloração remanescente.

5. METODOLOGIA

Apresentou-se inicialmente o projeto ao estagiário a partir de um escopo o qual contém a proposta para o desenvolvimento de um fotoprotetor FPS 50 corporal segundo os objetivos pautados na seção anterior. A fim de manter sigilo da fórmula e estratégias específicas de produção, algumas informações serão omitidas, conforme a exigência da empresa.

Então, partindo do pressuposto no qual as formulações de filtros solares possuem estruturas semelhantes de formulação, fez-se o levantamento comparativo de diferentes formulações disponíveis no mercado, a fim de averiguar as semelhanças e distinções entre elas a partir da elaboração de uma tabela na qual foram compiladas as fórmulas de cada produto. Os ingredientes foram dispostos em ordem decrescente em relação à sua composição mássica, ainda que de forma qualitativa e individual, devido ao fato de que os valores não estavam disponíveis para que se estabelecesse uma relação de forma direta.

As informações coletadas acerca dos filtros empregados por outros fabricantes serviram de referência para as simulações de fórmulas feitas em aplicativos destinados ao desenvolvimento de fotoprotetores, sendo estes: Sunscreen Simulator™¹⁵ e Sunscreen Optimizer™¹⁶, que são responsáveis por fornecer informações decisivas para a continuidade das formulações subsequentes.

Dentre os parâmetros simulados atentou-se para os limites de utilização dos filtros segundo a legislação europeia, FPS, fator de proteção contra radiação UVB (FPUVB), FPUVA, espectros de absorção, carga oleosa na formulação, impacto ambiental e opções de filtros disponíveis para aquisição em tempo hábil, dada a disponibilidade por parte dos fornecedores.

Os ciclos de simulações foram iniciados para eleger fórmulas básicas que se apresentassem alinhadas com os objetivos, onde cada qual foi separadamente simulada. Os resultados foram selecionados e apenas os conjuntos de filtros passíveis de preparo em bancada foram estudados. Outros critérios preferenciais e excludentes foram, também, as variações de custo e disponibilidade.

Não foram negligenciadas simulações gerais "promissoras", podendo estas serem arquivadas e testadas futuramente, visto sua indisponibilidade momentânea. A continuidade nestes estudos é válida, pois demonstram corroboração com os requisitos mínimos necessários expostos anteriormente.

Após a seleção da configuração de filtros utilizados foi optado pela seleção dos demais componentes da fórmula como os fitoterápicos, conservantes, emolientes, emulsionantes e entre outros aditivos ou compostos que agregassem ao beneficiamento da fórmula.

Para a etapa de preparação das fórmulas propostas do fotoprotetor FPS 50 corporal foram utilizados os equipamentos informados na **Tabela 4** a seguir:

Tabela 4 - Especificação dos equipamentos e sua função na formulação do fotoprotetor FPS 50 corporal.

Equipamento	Especificações Disponíveis	Função
Vidro Relógio	-	Recipiente
Becker	-	Recipiente
Espátulas	-	Coleta e transferência de matérias primas
Colher de inox	-	Coleta e transferência de matérias primas
Termômetro Digital	Marca: Incoterm Modelo: AF 1911	Controle da temperatura
Misturador acoplado com disco dispersor Cowles	Marca: IKA Modelo: RW 20 Material do disco: Aço Inox Ø(disco): 50 mm	Homogeneizar e emulsionar misturas
Fogão elétrico de indução	Marca: Layr Modelo: Topázio 4.0	Controle da temperatura
Balança semi analítica digital	Marca: Gehaka Modelo: BK-5000 Incerteza: 0,01 g	Pesagem
Centrífuga	Marca: Centribio Modelo: 80-2B	Teste de estabilidade
Smartphone	Marca: Samsung Modelo: Note 10+	Registros fotográficos
Microscópio	Sem registro	Visualizar a homogeneidade
pHmetro	Marca: Marte Modelo: MB-10	Controle do pH

Fonte do próprio autor

Desta forma, a partir das fórmulas propostas foram iniciadas suas respectivas preparações dos produtos finais as quais foram divididas em 4 estágios:

Estágio 1: Preparo da mistura referente à fase aquosa (Fase W) em um becker de 250 mL. As matérias primas necessárias nesta etapa foram pesadas em uma balança analítica e separadas em vidros relógio. A adição foi feita com o auxílio de espátulas, colheres e para o controle da temperatura foi utilizado um fogão elétrico e um termômetro digital. As matérias primas como água, sequestrantes, emolientes e

espessante foram homogeneizados, nesta ordem, respeitando-se os critérios que não podem ser especificados neste trabalho como faixas de temperatura, rotação e tempos para adição;

Estágio 2: Neste, preparou-se a mistura que compõe a fase oleosa (Fase O) em um becker de 250 mL, procedendo-se de forma análoga ao estágio anterior. As matérias primas incorporadas nesta fase são os filtros solares físicos e químicos, emolientes, espessantes, emulsionantes e melhorador de FPS, respeitando-se os critérios de sigilo estabelecidos.

Estágio 3: Com as fases W e O preparadas, procedeu-se com a emulsão do tipo óleo em água (O/W) sob agitação com o auxílio do misturador. Após conclusão do preparo da emulsão foram adicionados, ainda sob agitação, os demais ingredientes da fórmula, como: outros filtros solares e/ou melhoradores de FPS, antioxidantes, micronutrientes, conservantes e fitoterápicos.

Estágio 4: Consiste da otimização das fórmulas preparadas a partir dos resultados obtidos nas avaliações dos aspectos sensoriais, citados anteriormente, à cargo do presidente da empresa, responsável técnica e enquetes realizadas com colaboradores voluntários (internos da empresa). As fórmulas pré aprovadas foram eleitas para execução do teste de estabilidade em centrífuga e foram examinadas com auxílio de um microscópio com smartphone acoplado para registros fotográficos.

Um ciclo de variações nas quantidades de matérias primas da fórmula (exceto dos filtros) foi realizado a fim de melhorar os aspectos sensoriais, diminuir o custo produtivo e manter a estabilidade do produto. Ao passo de que a sequência do desenvolvimento depende de testes de residência e análises em entidades externas, ficando assim à cargo da empresa.

5.1 Segurança no laboratório e gerenciamento de resíduos

Sabe-se de antemão que ao manusear reagentes químicos demanda-se uma atenção especial, principalmente em relação às medidas de segurança a serem adotadas, inclusive, aponta-se o fato que acidentes em laboratórios podem vir a acometer sérios danos aos colaboradores envolvidos e conseqüentemente à empresa responsável. Desta forma, são imprescindíveis a organização e a tomada de tais medidas para o adequamento de uma rotina de trabalho segura, sem perder a eficiência produtiva.

Durante as atividades o estagiário foi instruído a proceder com suas atividades sob orientação da empresa, a qual fundamenta-se na RDC 48/2013 e ISO 22716:2007, as quais regulamentam as boas práticas para fabricação de cosméticos.

Ao adentrar no ambiente laboratorial da empresa faz-se necessário a utilização da seguinte paramentação: sapato adequado ou sapatilhas descartáveis (propés), toucas descartáveis, calça e máscara. Ao manusear as matérias-primas é obrigatória a utilização de jaleco, luvas descartáveis e óculos de proteção, uma foto do estagiário, devidamente paramentado, durante a rotina laboratorial é apresentada na **Figura 9**.

Figura 9 - Paramentação utilizada durante a rotina laboratorial para o desenvolvimento do produto.



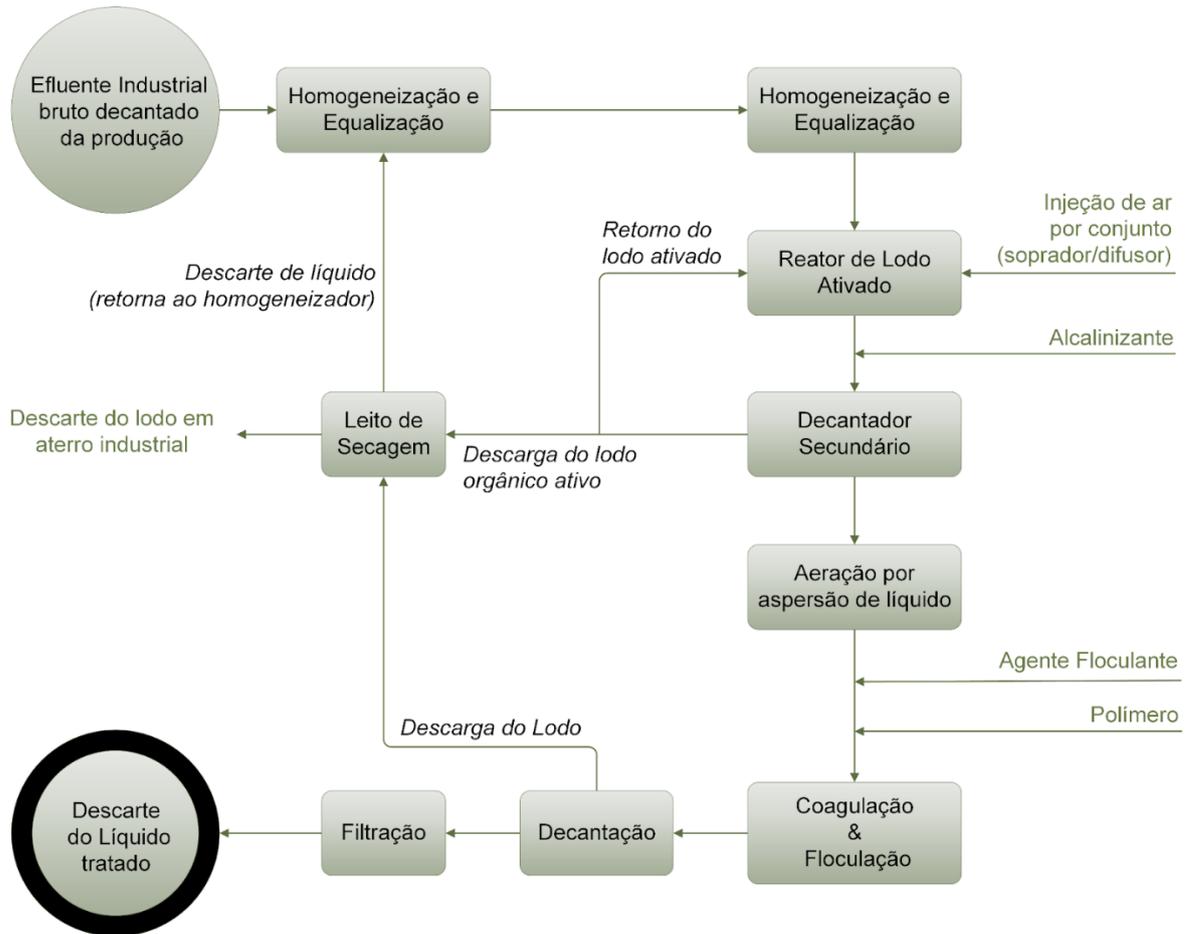
Fonte do Próprio autor

O ambiente laboratorial conta com capela, sistema de climatização e exaustão para o ambiente, extintor de incêndio e uma fácil rota de fuga em casos de incêndio.

Aliado a isto, cuidados foram tomados com relação aos resíduos gerados, ao passo de que foi implementado à cultura interna da empresa os métodos de reciclagem. Os resíduos químicos, tais como descartes de matéria prima e/ou produtos finais, foram acondicionados em barricas para que fossem coletados por uma empresa terceirizada de coleta de resíduos.

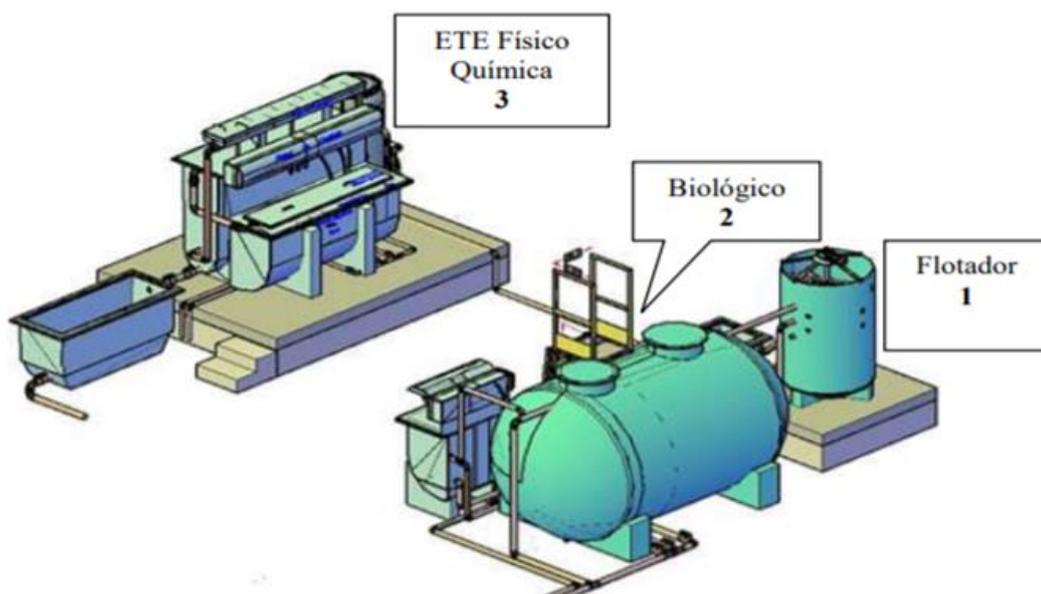
Salienta-se que a própria empresa possui sua estação de tratamento destinada à reutilização da água utilizada, a qual é periodicamente avaliada quanto à sua eficácia. Os laudos obtidos apresentam constantemente resultados acima de 99,6% de efetividade. O projeto simplificado da estação de tratamento foi transcrito e apresentado no **Fluxograma 1** e um esquema ilustrativo da mesma é apresentado na **Figura 10**.

Fluxograma 1 - Fluxograma do processo de tratamento empregado.



Fonte: Compilado a partir de arquivos Extratos da Terra

Figura 10 - Design ilustrativo do modelo real da estação de tratamento presente na empresa. (1) Flotador; (2) Estação de Tratamento Biológico; (3) Estação de Tratamento Físico-químico.



Fonte: Arquivo Extratos da Terra

6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS NO ESTÁGIO

Para uma melhor organização e compreensão, as discussões acerca dos resultados obtidos serão comunicadas em seus respectivos subtópicos e estão elencados na sequência de suas respectivas execuções durante o período do estágio.

6.1 Compilação das fórmulas de concorrentes

Para o desenvolvimento de uma fórmula que fosse coerente para com as demais presentes no mercado, fez-se a compilação de 37 fórmulas de filtros solares FPS 50. Os resultados foram organizados em uma planilha a fim de identificar a recorrência na utilização dos ingredientes, em especial filtros solares empregados. Para um melhor acompanhamento traz-se na **Tabela 5** as informações dos 20 componentes mais comuns entre as fórmulas compiladas, dados os quais foram obtidos a partir de seus respectivos rótulos.

Tabela 5 - Compilação dos 20 componentes mais recorrentes entre as 37 fórmulas avaliadas e sua respectiva função associada.

INCI	Recorrência	Função
Aqua	100,0 %	Fase externa
Glycerin	78,4 %	Emoliente
Butyl Methoxydibenzoylmethane	59,4 %	Filtro UVA
Ethylhexyl Triazone	56,8 %	Filtro UVB
C12-15 Alkyl Benzoate	51,3 %	Emoliente / Antimicrobiano / Condicionante
Octocrylene	48,6 %	Filtro UVB / Estabilizante
Titanium/titanium Dioxide	43,2 %	Filtro UVA/UVB
Butylene Glycol	29,7 %	Solvente / Umectante
Propylene Glycol	29,7 %	Solvente / Umectante
BMDM (Avobenzone)	59,5 %	Filtro UVA/UVB
Tocopherol	45,9 %	Antioxidante
Dimethicone	43,2 %	Sensorial
Ethylhexyl Triazone	40,5 %	Filtro UVB
EDTA	40,5 %	Sequestrante
Phenoxyethanol	35,1 %	Conservante
Alcohol Denat	35,1 %	Solvente / Antiespumante / Adstringente / Regulador de viscosidade
Parfum	32,4 %	Odor
BEMT	32,4 %	Filtro UVA/UVB
Silica	27,0 %	Espessante / Micro encapsulamento

Ethylhexyl Salicylate	27,0 %	Filtro UVB
-----------------------	--------	------------

Fonte: do próprio autor

Esta tabela representa boa parte dos ingredientes recorrentes entre as fórmulas, contudo, serve apenas como um guia para a etapa de formulação, uma vez que existem inúmeras possibilidades de formulações distintas.

Houve então a necessidade de considerar não apenas a **Tabela 5**, mas a compilação como um todo (omitida neste trabalho, devido aos possíveis encargos judiciais), o que possibilitou aplicar melhores filtros relacionados às possibilidades de matérias primas envolvidas. De forma geral, os antioxidantes, boosters de FPS, conservantes, filtros UVA/UVB, fitoterápicos, micronutrientes, reguladores sensoriais, solventes e umectantes fazem-se presentes nas formulações, ainda que em diferentes quantidades.

Apesar de não se ter acesso à quantia exata dos componentes na fórmula, sabe-se que por lei as rotulagens seguem normas nas quais os ingredientes devem ser dispostos em ordem decrescente em relação à sua quantidade. Desta forma algumas das quantidades foram estimadas, obtendo faixas esperadas para alguns compostos, as quais corroboram com dados da legislação que os regulariza.

6.2 Simulações em softwares para formulação

As simulações provenientes dos aplicativos: Sunscreen Simulator^{TM15} e Sunscreen Optimizer^{TM16}, possibilitaram avaliar diferentes combinações de filtros, quanto ao FPS total, FPUVA, FPUVB, comprimento de onda crítico, quantidades de solvente extra a serem incorporados, carga oleosa mínima para que haja estabilidade da emulsão, perfis gráficos de absorbância e transmitância nas regiões de UVA e UVB e parâmetros de sustentabilidade em relação aos filtros empregados.

Foram selecionados apenas filtros que apresentassem classificações acima de C (entre F e A) e estivessem disponíveis em estoque ou para aquisição. Foram concebidos 6 grupos de filtros solares. Cada grupo foi otimizado em relação à diminuição de custo a fim de manter os parâmetros previstos como adequados para sua respectiva regulamentação. A **Tabela 6** apresenta os grupos de filtros, custos associados, matérias-primas utilizadas e as respectivas variações otimizadas para cada grupo.

Tabela 6 - Seis Grupos de filtros solares criados para o desenvolvimento da fórmula final e alternativa e custo das variações de cada conjunto para produção de 100g

Grupo	Matérias Primas	Nº da Fórmula	Custo	Grupo	Matérias Primas	Nº da Fórmula	Custo
1	A, B, C e D	50.1	R\$ 12,36	4	A, B, D, E, F, G, H, I, J e L	53.1	R\$ 3,88
		50.2	R\$ 12,14			53.2	R\$ 7,07
		50.3	R\$ 12,70			53.3	R\$ 6,61
		50.4	R\$ 12,82			53.4	R\$ 6,98
		50.5	R\$ 12,48			53.5	R\$ 7,23
		50.6	R\$ 14,41			53.6	R\$ 5,70
		50.7	R\$ 12,58			53.7	R\$ 6,51
2	B, D, E, F, G, H e I	51.1	R\$ 6,17	5	B, D, E, G, H, I, J e L	53.8	R\$ 6,64
		51.2	R\$ 6,15			54.1	R\$ 3,55
		51.3	R\$ 6,74			54.2	R\$ 3,27
		51.4	R\$ 6,47			54.3	R\$ 3,73
		51.5	R\$ 6,51			54.4	R\$ 5,92
		51.6	R\$ 6,45			54.5	R\$ 8,87
		51.7	R\$ 6,01			54.6	R\$ 3,31
3	E, F, G, H, J, K e L	52.1	R\$ 6,29	6	B, C, D, E, F G, H, J, K e L	54.7	R\$ 3,35
		52.2	R\$ 6,48			55.1	R\$ 6,22
		52.3	R\$ 5,97			55.2	R\$ 6,39
		52.4	R\$ 5,77			55.3	R\$ 6,39
		52.5	R\$ 5,97			55.4	R\$ 6,12
		52.6	R\$ 5,81			55.5	R\$ 6,07
		52.7	R\$ 5,77			55.6	R\$ 6,12
						55.7	R\$ 5,07

Fonte: do próprio autor

Observa-se que a matéria prima “A” eleva muito o custo da formulação, então ela foi utilizada em menor escala (fórmula nº 53.1) ou até mesmo descontinuada. Já formulações contendo a matéria prima “L”, apresentaram menores custos associados, embora haja variações nas composições dos demais componentes.

6.3 Formulação do fotoprotetor

Nesta etapa do desenvolvimento foram refinados os conjuntos de filtros que viriam a ser associados com os demais componentes da fórmula, isto é, antioxidantes, boosters de FPS, conservantes, fitoterápicos, micronutrientes, reguladores sensoriais, solventes e umectantes.

Obtiveram-se formulações com custo de R\$ 9,30 à R\$ 8,82 para produção de 100 g do produto. Quanto ao custo, ele encontra-se dentro do desejado (R\$ 8,00 à R\$ 12,00) e uma vez que os aspectos sensoriais sejam previamente aprovados pode-se otimizar o custo em relação aos demais compostos, mantendo-se a configuração dos filtros.

6.4 Preparo das formulações, avaliações visuais e sensoriais

Dois conjuntos de fórmulas extras foram preparadas 56.“n” e 57.“n” tendo como base as fórmulas 55.“n” e 54.“n”.

A partir do preparo das fórmulas: 53.1; 54.4; 54.5; 56.1; 56.2; 56.3; 57.1, pode-se avaliar os aspectos sensoriais, visuais e de estabilidade. A **Tabela 7** apresenta as respectivas observações em relação ao preparo das fórmulas.

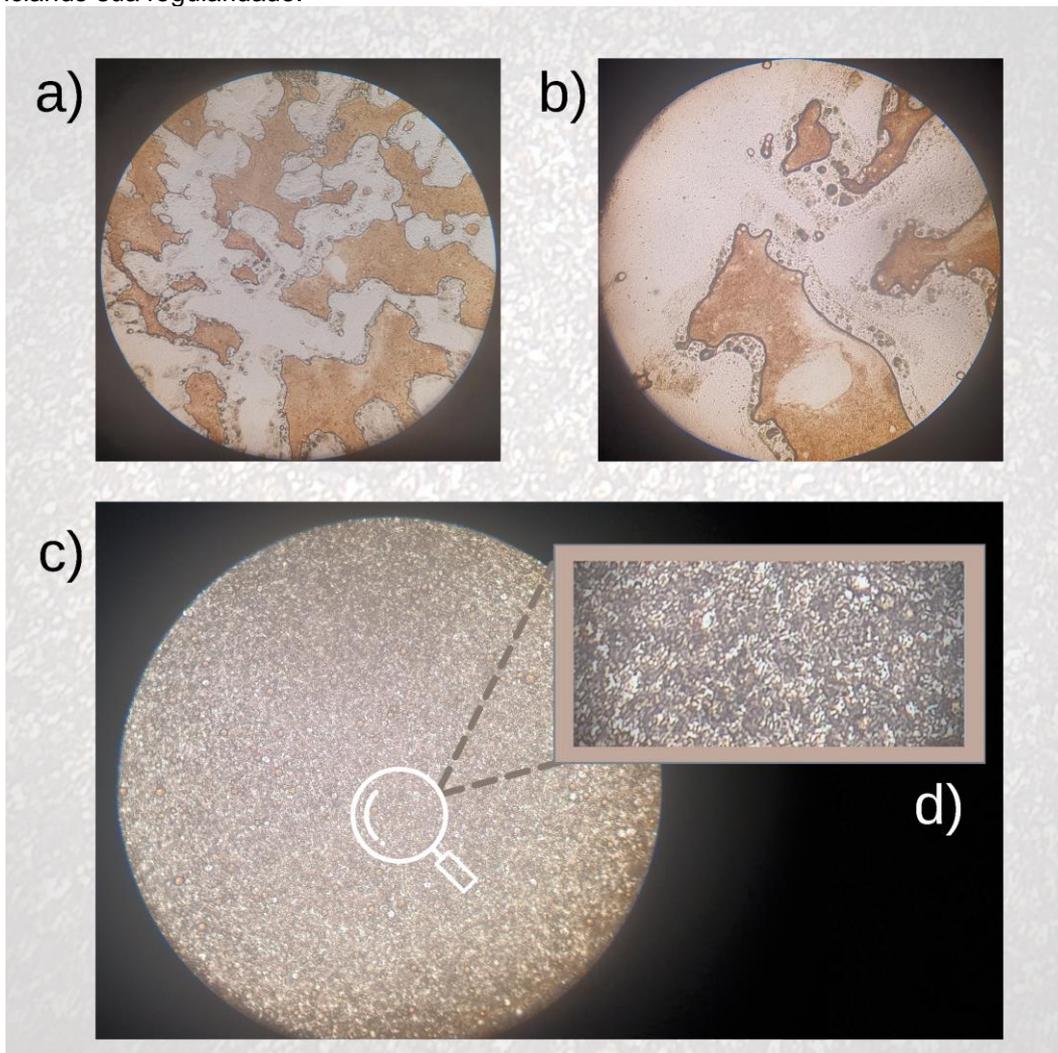
Tabela 7 - Fórmulas preparadas em bancada e seus respectivos resultados em relação aos aspectos sensoriais, visuais e de estabilidade.

Fórmula	Resultados
53.1	Sensorial e visual aprovados, porém não apresentou-se estável (separação de fases).
54.4	Viscosidade muito elevada; Aspecto gorduroso somente na aplicação; Apresentou tack; Não deixou branco.
54.5	Apresentou comportamento tixotrópico; Deixou com “rolling” na pele masculina; Deixou resíduos de cor branca na área aplicada; Toque seco e sedoso, porém precisa de mais emoliência.
56.1	Viscosidade elevada (pomada); Tack foi corrigido, porém continua com aspecto oleoso ao ser aplicado; Não deixou branco.
56.2	Viscosidade consideravelmente reduzida; Tacky e aspecto oleoso foram corrigidos.
56.3	Viscosidade adequada; Boa espalhabilidade; Melhor fórmula.
57.1	Melhor fórmula alternativa.

Fonte: do próprio autor

A **Figura 11** apresenta imagens de micrografia óptica capturadas com auxílio de um smartphone e microscópio acoplados, onde é possível observar e averiguar a estabilidade das formulações.

Figura 11 - Fotografias feitas a partir de micrografias ópticas realizadas em amostras das formulações de fotoprotetores em processo de otimização, onde: a) e b) Formulações nas quais ocorreram separação das fases; c) Formulação que apresentou-se estável; d) Zoom digital na imagem evidenciando sua regularidade.

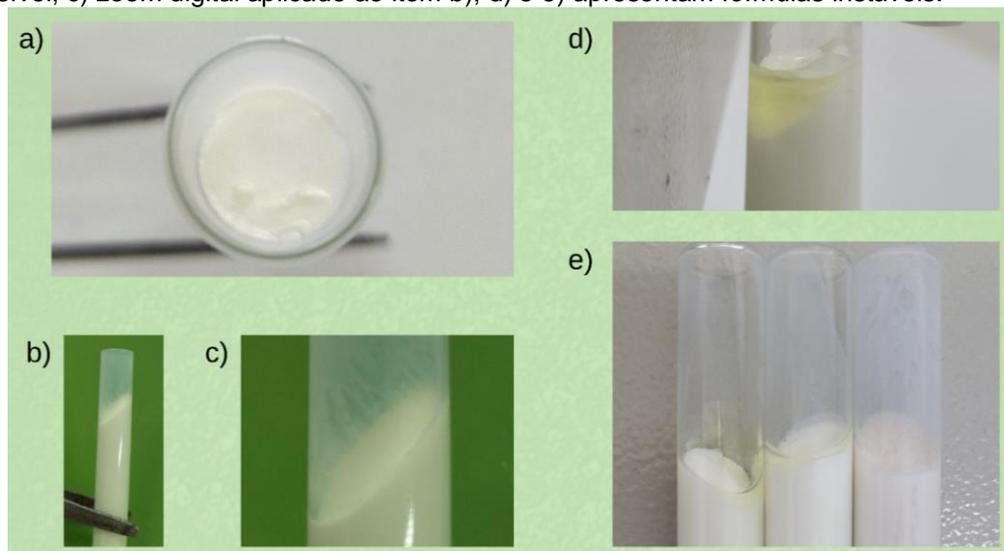


Fonte: do próprio autor

As fórmulas examinadas em microscópio foram submetidas à centrifugação, cujo intuito era forçar a separação de fases. Quando formulações que apresentavam aspectos semelhantes aos examinados nos itens “a” e “b” da **Figura 11** verificava-se que parte do óleo da fórmula separou-se da emulsão, enquanto que para os itens “c” e “d” esperavam-se comportamentos de estabilidade aprovados.

Alguns exemplos dos resultados obtidos para estes ensaios são apresentados na **Figura 12**, confirmando-se assim as conclusões anteriores.

Figura 12 - Fotografias de amostras formuladas em bancada que apresentaram-se estáveis após centrifugação. a) vista superior, sem separação de fases visível; b) vista lateral, sem separação de fases visível; c) zoom digital aplicado ao item b); d) e e) apresentam fórmulas instáveis.



Fonte: do próprio autor

Estas evidências demonstram a qualidade da homogeneidade da emulsão e, portanto, sua estabilidade, uma vez que há ou não a separação de fases. Verificou-se que as condições de preparo, como agitação e temperatura, são determinantes para garantir uma boa emulsão, embora, em alguns casos houvesse separação de fases. Nestes casos, considerou-se como “formulações inadequadas” as formulações cuja justificativa é dada apenas pelo mau dimensionamento entre os filtros empregados e a base que os suporta, de forma que se faz necessário os devidos rebalanceamentos da base e/ou demais ingredientes.

6.5 Refinamento/otimização da fórmula proposta

Neste ponto as fórmulas que alcançaram os melhores resultados nas etapas anteriores foram otimizadas quanto ao seu custo, mediadas principalmente pela redução da carga oleosa. Ao final duas fórmulas foram propostas e apresentaram custos de R\$ 8,58 e R\$ 7,20, sendo estas as fórmulas entregues aos cuidados da supervisora de estágio para que se desse continuidade ao desenvolvimento do produto final.

Aponta-se, por fim, que os aspectos físico-químicos como a viscosidade dinâmica e estabilidade da emulsão foram avaliados ao longo das formulações concebidas, ainda que de forma qualitativa, dadas as teorias e fundamentos acerca destas.

7. CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS

Este relatório teve como objetivo descrever as atividades do estagiário para com o desenvolvimento de um fotoprotetor FPS 50 corporal com custo acessível e que atenda as exigências regulamentadas. Além disso, o estagiário foi capaz de adquirir experiências no desenvolvimento de soluções para formulação de fotoprotetores de forma geral, bem como vivenciar as rotinas de uma fábrica de cosméticos.

Foi possível perceber na fase inicial do desenvolvimento a recorrência da presença de alguns ingredientes na formulação, com relação aos filtros utilizados por parte dos concorrentes, onde a partir destas informações foram embasadas as diferentes variações de fórmulas.

Com o auxílio de simulações em softwares e análises de custos, apenas 6 fórmulas chegaram ao estágio de produção em bancada, possibilitando assim sua otimização do custo produtivo mediante sucessivas avaliações dos aspectos sensoriais visuais e de estabilidade para cada fórmula.

O ciclo de otimização resultou em 2 fórmulas principais, a qual uma delas foi tida como “promissora”, uma vez que ambas tiveram seus custos minimizados e eram “estáveis”. Embora, a considerada “promissora”, não foi completamente finalizada devido à indisponibilidade de matéria prima em tempo hábil. A fórmula remanescente apresentou excelentes resultados quanto à leveza, secagem, tack, espalhabilidade e coloração remanescente.

A empresa poderá dar continuidade nos arquivos de formulações de fotoprotetores que foram concebidos no decorrer deste estágio, tendo como etapa seguinte o encaminhamento das fórmulas para testes de parâmetros físico-químicos e microbiológicos exigidos para o registro do produto.

8. CONTRIBUIÇÃO DO ESTÁGIO À FORMAÇÃO PROFISSIONAL

Inicialmente gostaria de enfatizar a importância da inserção e vivência dos estudantes do curso de graduação em Química Bacharelado Tecnológico em uma indústria, seja qual for seu segmento, pois conhecer de perto a rotina numa empresa na íntegra, ainda que por pequenos períodos, faz com que o estudante adquira diferentes perspectivas frente às expostas em sala de aula.

Ainda que por vezes nós, estudantes, nos deparamos em situações das chamadas “rotinas de fábrica” e isto não necessariamente representa estagnação para nosso aprendizado ou aplicação de conhecimento, mas sim uma oportunidade de aplicação e desenvolvimento de soluções, uma vez que numa empresa buscam-se sempre otimizações sejam em processos produtivos ou até mesmo em questões organizacionais.

Quando iniciei o curso já tinha plena ideia que gostaria de conhecer e viver um pouco do que é uma indústria e neste pequeno período foi possível alcançar meu objetivo desejado. Vi, experimentei e pude desempenhar diferentes funções em diferentes setores ao iniciar o estágio na empresa em questão e gostaria de salientar também que o apoio da empresa e de seus colaboradores foi diferencial, isto desde o acolhimento e recepção.

A partir das experiências vividas durante o período do estágio pude adentrar um pouco mais no “mundo” da cosmetologia, uma vez que a base do conhecimento e métodos de pesquisa me foram apresentados no decorrer da graduação em Química, desta forma foi possível me posicionar e absorver e compreender as novas abordagens das quais me deparei. Não obstante disso é nítida a contribuição do estágio para minha formação profissional, uma vez que diferentes situações e soluções foram desenvolvidas dentro da empresa, tendo em vista meu crescimento profissional e os benefícios adjuntos a isto.

9. REFERÊNCIAS

¹LIMA, J.J. PEDROSO. RADIAÇÃO SOLAR - ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS. **ACTA MÉDICA PORTUGUESA**, [s. l.], v. 5, n. 8, p. 437-442, 1992. Disponível em: <https://actamedicaportuguesa.com/revista/index.php/amp/article/view/4145/3261>. Acesso em: 2 mar. 2022.

²LEITE, Diego de Oliveira; PRADO, Rogério Junqueira Prado. Espectroscopia no infravermelho: uma apresentação para o Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiába, MT, Brasil, ano 2504, v. 34, n. 2, Jun 2012. DOI <https://doi.org/10.1590/S1806-11172012000200015>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/QbZCxCNqrv3B7nYTHzwtrmFm/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 2 mar. 2022.

³COPERNICUS, THE EUROPEAN UNION'S EARTH OBSERVATION PROGRAMME (Europa). Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS). Ozone layer and ultra-violet radiation. *In: Ozone layer and ultra-violet radiation*. [S. l.], January 2018. Disponível em: <https://atmosphere.copernicus.eu/ozone-layer-and-ultra-violet-radiation>. Acesso em: 2 mar. 2022.

⁴MASSCHELEIN, Willy J.; RICE, Rip G. **Ultraviolet light in water and wastewater sanitation**. 1. ed. Boca Raton, Fla: CRC Press, 2002. 193 p. v. 1. ISBN 1566706033. DOI <https://doi.org/10.1201/9781420032178>. Disponível em: <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/9781420032178/ultraviolet-light-water-wastewater-sanitation-willy-masschelein-rip-rice>. Acesso em: 2 mar. 2022.

⁵BIOVITAL - BELEZA, SAÚDE E NUTRIÇÃO (Brasil). VITALGREEN®: FOTOPROTETOR FPS 30. *In: VITALGREEN®: FOTOPROTETOR FPS 30*. [S. l.], 2020. Arquivo fornecido pelo distribuidor.

⁶GUPTA, Asheesh *et al.* Ultraviolet Radiation in Wound Care:: Sterilization and Stimulation. **Adv Wound Care (New Rochelle)**, [s. l.], v. 2, ed. 8, p. 422-437, Oct 2013. DOI [10.1089/wound.2012.0366](https://doi.org/10.1089/wound.2012.0366). Disponível em: <https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/wound.2012.0366>. Acesso em: 2 mar. 2022.

⁷MINISTÉRIO DA SAÚDE (Brasil). Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. RESOLUÇÃO. 1º DE JUNHO DE 2012. **RDC Nº 30, De 1º de Junho de 2012**, [S. l.], 1 jun. 2012. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2012/rdc0030_01_06_2012.html. Acesso em: 2 mar. 2022.

⁸DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES (USA). Food and Drug Administration - FDA. 26/02/2019. **Sunscreen drug products for over-the-counter human use: Final Monograph: Proposed Rule**, 21 CFR Part 352 et al, [S. l.], 1999

⁹COLIPA/JCIA/CTFA-SA. **International Sun Protection Factor (SPF) Test Method**, 2006.

¹⁰DSM - BRIGHTER SCIENCE. BRIGHTER LIVING. *In: TREINAMENTO SARFAM*. [S. l.], 20 out. 2021. 143 Slides Instrucionais.

¹¹TERRAMATER - ACTIVE MINERALS. Nature your in behavior. *In: Nature your in behavior*. [S. l.], 2020. 62 Slides.

¹²VALLEJO, J.; MESA, M. & GALLARDO, C. **Evaluation of the Avobenzone photoestability in solvents used in cosmetic formulations**. Vitae, Revista de La Facultad de Quimica Farmaceutica, 18 (1): 63-71, 2011.

¹³JULIAN, Luis. **FORMULATING SUNSCREENS IN A SMART WAY**: How to formulate High Performance Mass and Premium Sunscreens at the lowest cost. [S. l.], 12 jul. 2019. 34 Slides Instrucionais.

¹⁴¹⁰ CONGRESSO INTERNACIONAL DE PROTEÇÃO SOLAR, 1., 2019, São Paulo. **Como formular fotoprotetores orgânicos e naturais**. São Paulo (SP): [s. n.], 2019. 39 Slides Instrucionais.

¹⁵SUNSCREEN Simulator™. 4.0. [S. l.], 2021. Disponível em: https://sunscreensimulator.basf.com/Sunscreen_Simulator/login. Acesso em: 3 mar. 2022.

¹⁶SUNSCREEN OPTIMIZER™. Kaiseraugst, Switzerland, 2017. Disponível em: <https://www.sunscreen-optimizer.com/user/login.html>. Acesso em: 3 mar. 2022.

¹⁷BIM, Vinicius. **Sunscreen simulator 4.0**: Webinar. [S. l.], 2021. 21 Slides Instrucionais.

¹⁸ISO/TC 217 COSMETICS. ISO 24444:2010. **Cosmetics**: Sun protection test methods — In vivo determination of the sun protection factor (SPF), [S. l.], 2010. Disponível em: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:24444:ed-1:v1:en>. Acesso em: 3 mar. 2022.

¹⁹ISO/TC 217 COSMETICS. ISO 24442:2011. **Cosmetics**: etermination of sunscreen UVA photoprotection in vitro, [S. l.], 2011. Disponível em: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:24442:en>. Acesso em: 3 mar. 2022.

²⁰ISO/TC 217 COSMETICS. ISO 24443:2021. **Cosmetics**: etermination of sunscreen UVA photoprotection in vitro, [S. l.], 2021. Disponível em: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:24443:ed-2:v2:en>. Acesso em: 3 mar. 2022.

10. Anexos

Anexo 1: DECLARAÇÃO DE ESTÁGIO OBRIGATÓRIO



DECLARAÇÃO DE ESTÁGIO OBRIGATÓRIO

A **Empresa Santa Terezinha Ind. e Comércio Ltda** inscrito no CNPJ n. **xxxxxxx**, localizado na Rua **Eugênia Pereira Cardoso**, número **212**, bairro **Aririú**, na cidade de **Palhoça/SC**, declara que o (a) aluno (a) **Lucas Palma de Mattos**, CPF **xxxxx**, número de matrícula da UFSC **xxxxxx**, realizou estágio **OBRIGATÓRIO** referente a disciplina **Estágio Supervisionado (QMC 5515)** no **Laboratório Pesquisa e Desenvolvimento** entre o período de **24/06/2021** a **03/12/2021**, totalizando 450 horas.

A Instituição de Ensino UFSC em que o (a) aluno (a) estuda possui vínculo com esta **empresa ou órgão** e o (a) aluno (a) tem seu projeto de estágio de conclusão de curso supervisionado pela **Engenheira Química Julia Pavanelo**, CRQ/SC **xxxxxx**, CPF **xxxxxxxx**.

Atenciosamente,

Julia Pavanelo

Empresa Santa Terezinha Ind.e Comércio Ltda