

Luis Henrique Almeida Castro  
(Organizador)

# CIÊNCIAS DA SAÚDE:

PLURALIDADE DOS  
ASPECTOS QUE  
INTERFEREM NA  
SAÚDE HUMANA



3

**Atena**  
Editora

Ano 2021

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Assistentes editoriais**

Natalia Oliveira

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

**Revisão**

Os autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial**

**Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

## CARACTERIZAÇÃO DE HIDROGÉIS IRRADIADOS

Data de aceite: 01/09/2021

Data de submissão: 06/07/2021

### Verena Honegger

Centro Universitário Senac - Santo Amaro  
São Paulo – S.P.  
<http://lattes.cnpq.br/4930369789609058>

### Leila Figueiredo de Miranda

Universidade Presbiteriana Mackenzie  
São Paulo – S.P.  
<http://lattes.cnpq.br/0218222413589119>

### Emilia Satoshi Miyamaru Seo

Centro Universitário Senac - Santo Amaro  
São Paulo – S.P.  
<http://lattes.cnpq.br/3991275951629851>

### Leonardo Gondim de Andrade e Silva

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares  
(IPEN/CNEN)  
São Paulo – S.P.  
<http://lattes.cnpq.br/7388174990363675>

### Isabella Tereza Ferro Barbosa

Centro Universitário Senac - Santo Amaro  
São Paulo – S.P.  
<http://lattes.cnpq.br/8053445848637533>

**RESUMO:** Hidrogéis foram preparados contendo diferentes concentrações de PVP - 10%, 7.5% 5% em massa e foram submetidos a radiação de 20 kGy, mantendo concentrações de PEG a 3% em massa e ágar a 1% em massa e foram caracterizados quanto ao pH, densidade e análise visual e sensorial. Não houve

interferência da radiação no pH das amostras e todas elas ficaram entre 2.9 e 3.4. Quanto à densidade, a mesma se manteve na faixa de 1.00 g.com<sup>3</sup>, próxima à densidade da água. Na análise visual, as amostras 3 e 4 foram consideradas inapropriadas para a formulação final, devido a suas consistências. E finalmente, na análise sensorial, as amostras 2 e 4 foram as que obtiveram maior grau de satisfação dos participantes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Hidrogéis, hidrogéis à base de PVP, radiação, pH, densidade.

### CHARACTERIZATION OF IRRADIATED HYDROGELS

**ABSTRACT:** Hydrogels were prepared with different concentrations of PVP - 10%, 7.5% 5% by mass and at radiation doses of 25 and 20 kGy, maintaining PEG concentrations at 3% by mass and agar in 1% by mass and were characterized for pH, density and visual analysis. There was no radiation interference in the pH of the samples and all of them were between 2.9 and 3.4. As for density, all remained in the 1.00 g.com<sup>3</sup> range, close to water density. In the visual analysis, samples 3 and 4 were considered inappropriate for the formulation of the final product, because of their consistency. Finally, in the sensorial analysis, the samples 2 and 4 got a higher satisfaction evaluation.

**KEYWORDS:** Hydrogels, hydrogels PVP based, radiation, ph, density.

## 1 | INTRODUÇÃO

Os hidrogéis são uma classe especial de polissacarídeos - polímeros tridimensionais com ligações cruzadas que absorvem grande quantidade de água. Os géis possuem uma forte interação intermolecular entre suas cadeias que impede que estes se dissolvam na água como as soluções polímeras verdadeiras. Os hidrogéis se expandem quando em contato com a água, dependendo do seu grau de reticulação e entrelaçamento das cadeias poliméricas. (PORTAL EDUCAÇÃO, 2020). Suas características distintas são consideradas ótimas escolhas para formulações contendo ativos hidrofílicos, e alguns possuem características de formação de filme, possibilitando a escolha para formulações tópicas (SANTOS, 2015).

Algumas vantagens dos hidrogéis para aplicações cosméticas são: atoxicidade; capacidade de intumescer em água e fluídos biológicos; consistência elastomérica; alta permeabilidade; facilidade de obtenção em diferentes formas; permite a incorporação e liberação controlada de fármacos de diferentes polaridades (FREITAS *et al.*, 2020).

Os hidrogéis a base de PVP, tendo como precursores poli (n-vinil-2-pirrolidona) (PVP), ágar e agentes plastificantes como o polietilenoglicol conferem uma forma física antes da reticulação, tornando viável o processo de irradiação (MIRANDA *et al.*, 2018).

A radiação ionizante é empregada na preparação do hidrogel com a finalidade de promover a reticulação, além de conferir esterilidade. O hidrogel PVP obtido por radiação ionizante é adequado para uso como matriz polimérica para formar um sistema de liberação controlada de fármacos (BARBOSA *et al.*, 2021).

## 2 | OBJETO DA PESQUISA

A pesquisa tem por objeto contribuir para a área de cosmética apresentando os hidrogéis contendo PVP, submetidos a doses de radiação ionizante para esterilização.

## 3 | METODOLOGIA

Foram preparados diferentes tipos hidrogéis contendo diferentes concentrações de PVP (10%, 7,5%, 5% em massa) e nas doses de radiação de 25 e 20 kGy, mantendo as concentrações de PEG em 3% em massa e ágar em 1% em massa com base em estudos da literatura. A Tabela 1, apresenta as composições dos hidrogéis base. Esses hidrogéis foram produzidos com a finalidade de definir-se a composição mais adequada para um cosmético. As propriedades desejadas em um hidrogel podem ser alcançadas modificando seus polímeros, seja combinando-os para formar blends poliméricas ou variando a proporção dos componentes da formulação (ALCÂNTARA, 2013).

Hidrogel	Radiação (kGy)	PVP	PEG	Ágar
Hidrogel 1	25	10	3%	1%
Hidrogel 2	25	7,5	3%	1%
Hidrogel 3	25	5	3%	1%
Hidrogel 4	20	5	3%	1%

Tabela 1 - Composições dos hidrogéis.

As concentrações foram baseadas em dados da literatura e de estudos preliminares, que foram importantes para a definição da base mais adequada a essa aplicação.

Para a obtenção dos hidrogéis, os reagentes foram previamente dissolvidos em água, e misturados a quente. A concentração dos componentes na solução final foi ajustada por adição de água em quantidade suficiente para alcançar 100% em massa (Fig. 1).

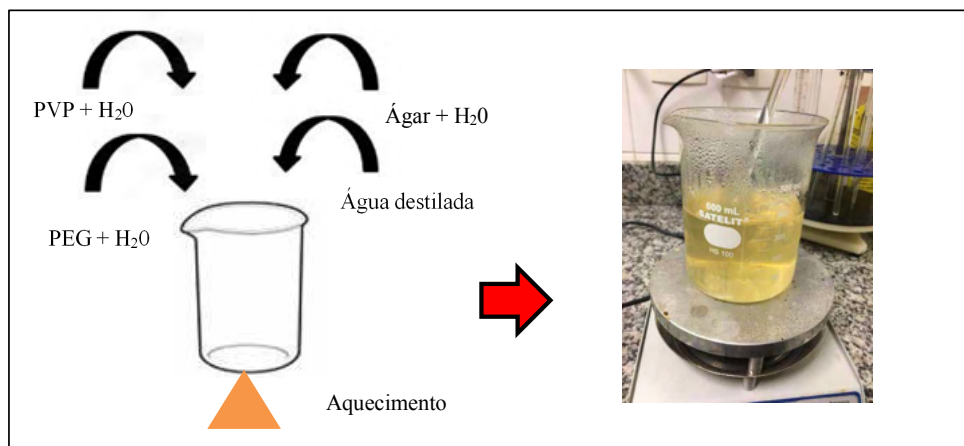


Figura 1: Preparação dos hidrogéis.

Os hidrogéis, com espessura de 3 mm, foram obtidos vertendo-se a solução a quente, em porta-amstras, os quais após resfriamento, foram empacotados e selados com filme de polietileno (espessura de aproximadamente 0,1 mm), para o hidrogel manter-se esterilizado, de acordo com o recomendado para preparações tópicas (GALANTE, 2017).

Após o preparo das amostras, as mesmas irradiadas para a promoção da reticulação entre as cadeias. As amostras foram irradiadas à temperatura ambiente, em um acelerador de elétrons tipo eletrostático, da — “Radiation Dynamics”, modelo “Dynamitron” (Fig. 2) com energia máxima de 1,5 MeV, corrente máxima de 15 mA e taxa de dose de 11,3 kGy/s.

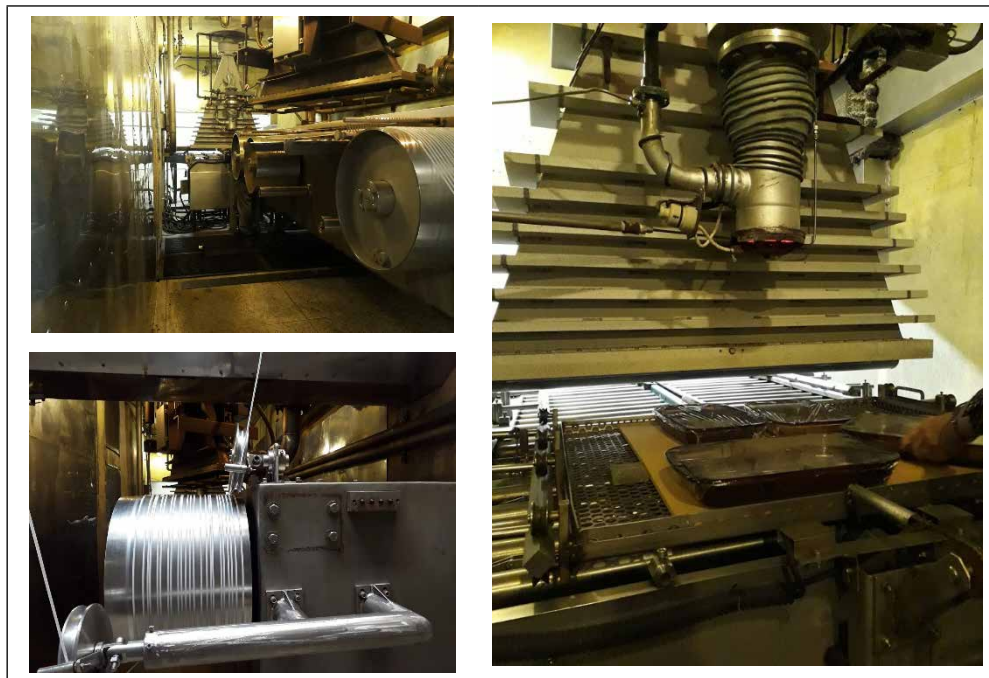


Figura 2: Acelerador de elétrons Radiation Dynamics, modelo Dynamitron.

As doses foram irradiadas em doses de 20 e 25 kGy (Fig. 2).

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Hidrogéis e suas caracterizações

#### 4.1 Quanto ao Ph

As amostras obtidas tiveram o pH determinado pelo peagômetro (marca Hanna, modelo Hi-98128), após o aquecimento (obtenção do gel físico) e na temperatura ambiente. Os resultados estão apresentados na Figura 3.

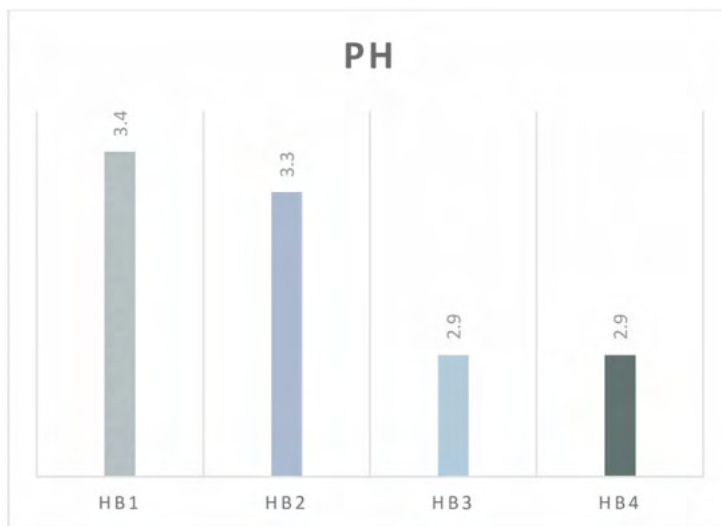


Figura 3 – pH final das amostras.

Pode-se observar que:

- Todos as amostras ficaram dentro da faixa de pH 2,9 a 3,4.
- A radiação não interferiu no pH da amostra, o que se pode concluir a partir da comparação entre o hidrogel 3 e o hidrogel 4: hidrogel 3 – 5% PVP – 25kGy e hidrogel 4 – 5% PVP – 20kGy

O pH de estabilidade da matéria-prima e da formulação devem ser analisados, uma vez que este interfere na penetração e na estabilidade do produto final (CAMPOS e MERCÚRIO, 2021).

#### 4.2 Quanto à densidade

A densidade foi calculada pela massa de cada formulação, em relação ao volume total da solução obtida de 50ml em temperatura ambiente apresentada na Figura 4.

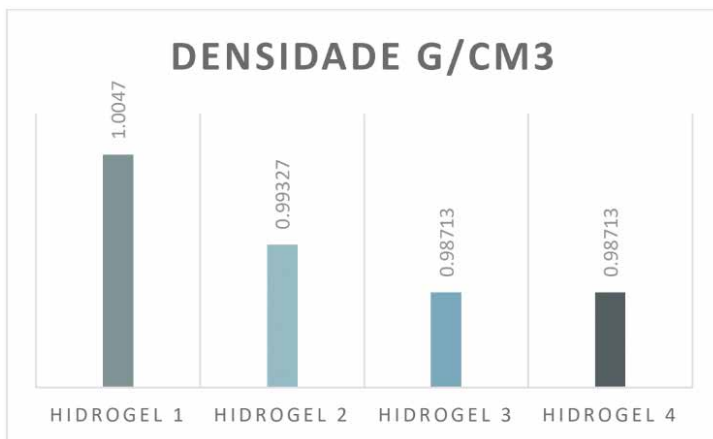


Figura 4: densidade das amostras.

Os valores de densidade foram, em sua maioria levemente inferiores a 1,00 g.com<sup>3</sup> – próximos a densidade da água. A densidade das amostras se manteve estável, bem próxima, mesmo com diferentes doses de radiação (20kGy e 25kGy) e com diferentes concentrações de PVP (5, 7,5 e 10%).

### 4.3 Quanto à visualização

As amostras obtidas podem ser visualizadas na figura seguinte:

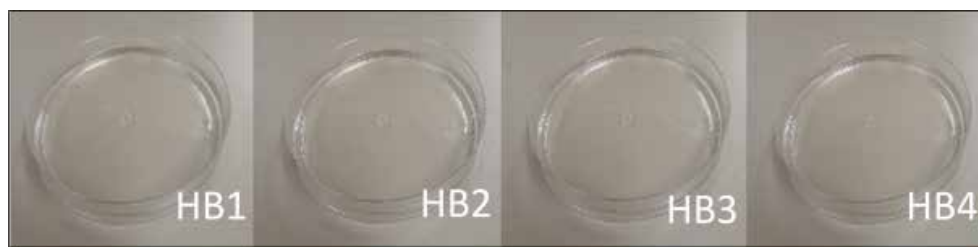


Figura 5: Hidrogéis base obtidos: HB1 – HIDROGGEL 1 (10%PVP-25kGy); HB2 – HIDROGEL 2 (7,5%PVP-25kGy); HB3 - HIDROGEL 3 (5%PVP-25kGy); HB4 – HIDROGEL 4 (5%PVP-20kGy)

Todos os hidrogéis apresentaram aspecto semelhante e viscoso, porém as amostras 3 e 4 não apresentaram consistência adequada para a formulação de um cosmético.

### 4.4 Análise Sensorial

A análise sensorial foi realizada com um grupo de 100 alunos do Curso de Tecnologia de Estética e Cosméticos, do Centro Universitário SENAC por método probabilístico não por conveniência. A pesquisa foi aprovada na Plataforma Brasil e o seu número de CAAE é: 31929619.4.0000.0089, submetido em 28/05/2020.



Foi utilizada a escala Likert para avaliar os seguintes pontos: absorção, deslizamento, aspecto, odor e sensação de conforto. Os participantes preencheram o questionário após 10 minutos em que o produto foi aplicado no dorso da mão.

O número 5 (cinco) representa plena satisfação; e o número 1 (um) representa plena insatisfação.

A escala de Likert permite fácil avaliação pelo participante. Adicionalmente, a confirmação de consistência psicométrica nas métricas que utilizaram esta escala contribuiu positivamente para sua aplicação nas mais diversas pesquisas (COSTA, 2011).

Os resultados foram computados da seguinte maneira:

- Respostas assinaladas como: Satisfeito plenamente e Satisfeito parcialmente, indicam a aprovação quanto ao indicador avaliado;
- Respostas assinaladas como: Insatisfeito plenamente e Insatisfeito parcialmente, indicam reprovação quanto ao indicador avaliado;
- Respostas assinaladas como: Não satisfeito nem insatisfeito, indicam que não há opinião quanto ao indicador avaliado.

Portanto, o grau de satisfação é dado pela soma do satisfeito plenamente e do parcialmente satisfeito. As figuras 6 a 10 demonstram os resultados do grau de satisfação da análise sensorial.

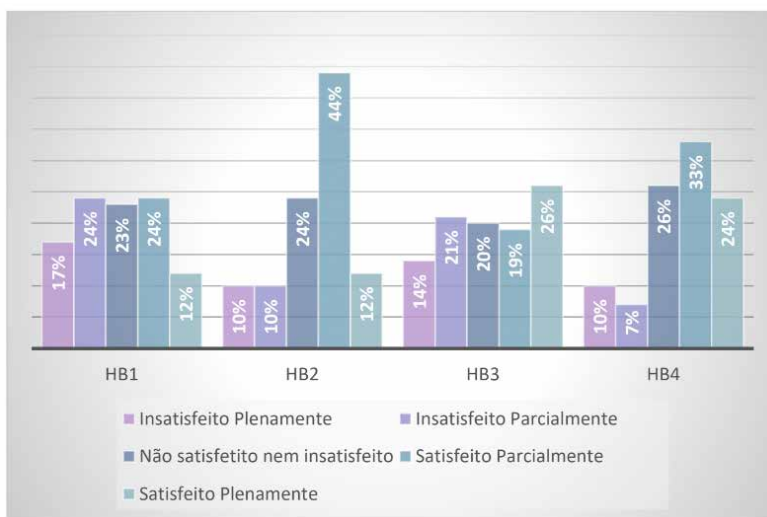


Figura 6 – Satisfação quanto à absorção.

Em relação à absorção dos hidrogéis, pode-se observar:

- O hidrogel HB1 (10%PVP-25kGy) apresentou o menor grau de satisfação com 36% de aprovação;

- O hidrogel HB4 (5%PVP-20kGy) apresentou o maior grau de satisfação com 57%;
- As amostras HB2 (7,5%PVP-25kGy) e HB4 (5%PVP-20kGy) apresentaram os maiores índices de satisfação 56% e 57%, respectivamente.

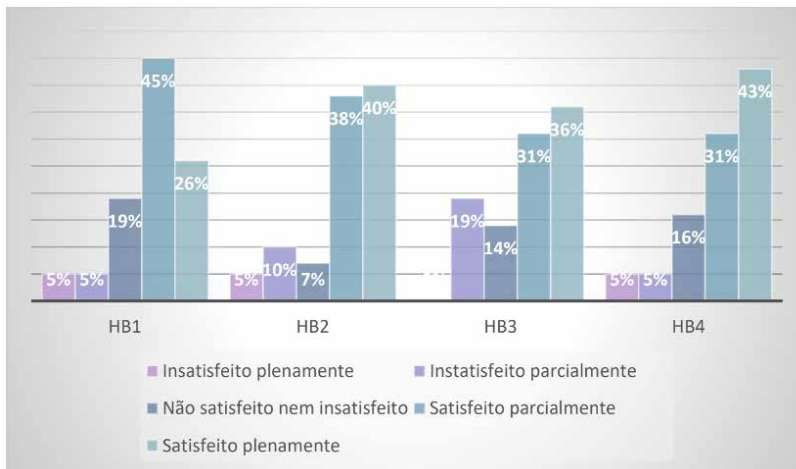


Figura 7 – Satisfação quanto ao deslizamento.

Em relação ao deslizamento, pode-se observar que:

- Todos os hidrogéis apresentaram resultados satisfatórios, sendo que amostra HB1 (10%PVP-25kGy) e HB2 (7,5%PVP-25kGy) apresentaram os maiores graus de satisfação com 71 e 78% de aprovação, respectivamente;
- O hidrogel HB3 (5%PVP-25kGy) apresentou o menor grau de satisfação.

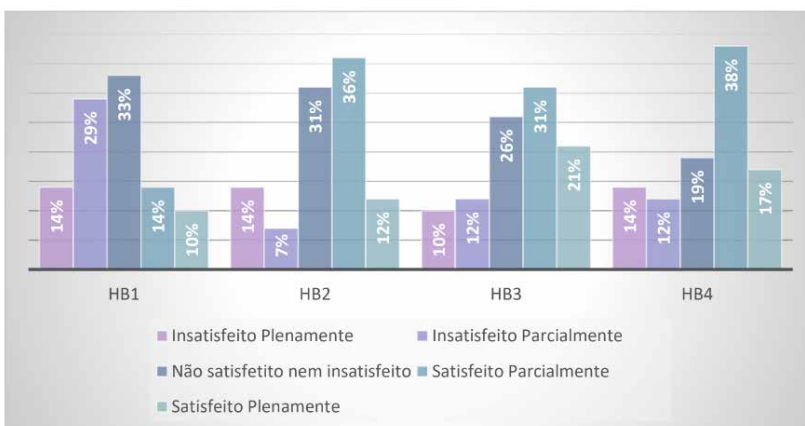


Figura 8 – Satisfação quanto ao aspecto.

Em relação ao aspecto dos hidrogéis, pode-se observar que:

- O hidrogel HB4 (5%PVP-20kGy) apresentou 55% de grau de satisfação;
- O hidrogel HB1 (10%PVP-25kGy) apresentou o menor grau de satisfação com 43% de reprovação.

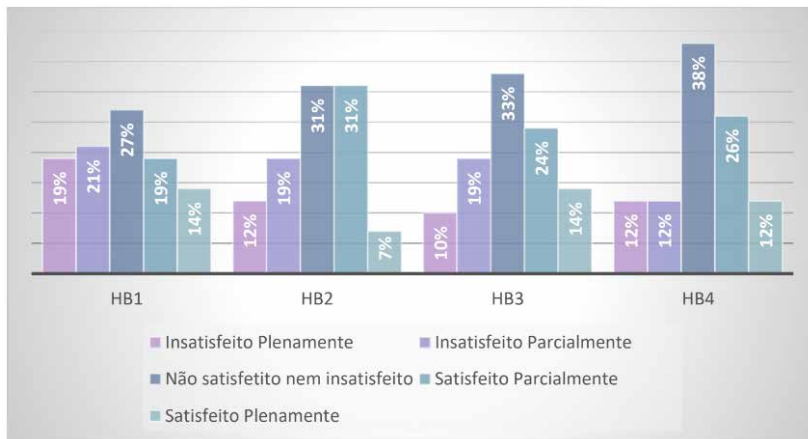


Figura 9 – Satisfação quanto ao odor.

Em relação ao odor, pode-se observar que:

As amostras apresentaram resultados similares, uma vez que o odor que possuíam são característicos do PVP, do ágar e do PEG.

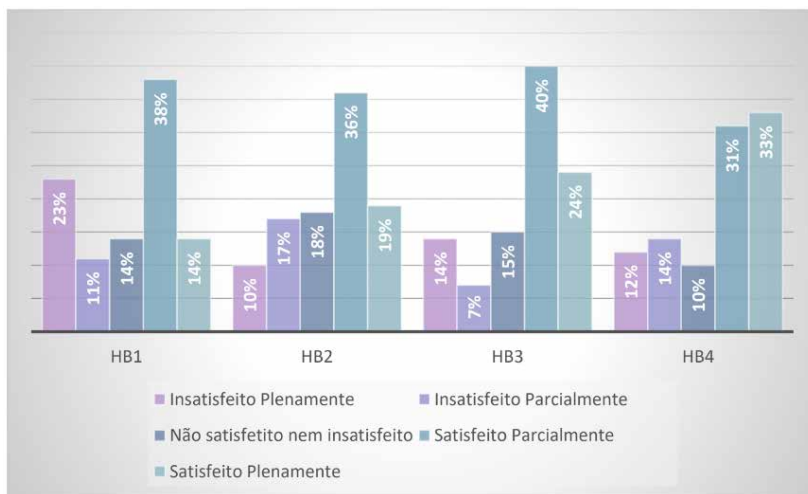


Figura 10 – Satisfação quanto à sensação de conforto.

A sensação de conforto foi alcançada por todas as amostras.

As amostras HB3 e HB4 se mostraram mais adequadas para obtenção do produto cosmético com grau de satisfação de 64%, de acordo com os resultados obtidos.

#### 4.5 Pontuação geral

A pontuação foi atribuída para cada tipo de análise sensorial, conforme o grau de satisfação demonstrado. Para cada tipo de análise sensorial foi atribuída uma pontuação de acordo com os graus de satisfação. A Tabela 2 apresenta as notas atribuídas de cada hidrogel.

Hidrogel	Grau de satisfação dos hidrogéis (%)					
	Absorção	Deslizamento	Aspecto	Odor	Sensação	Total
HB1	36	71	24	33	52	216
HB2	56	78	48	38	55	275
HB3	45	67	52	38	64	266
HB4	57	74	55	38	64	288

Tabela 2 – pontuação geral grau de satisfação.

Conclui-se, pela análise sensorial e a pontuação geral do grau de satisfação, que os hidrogéis HB2 e HB4 são os mais indicados. Em virtude do hidrogel HB2 ter sido obtido com dose de radiação de 25kGy, na qual ocorre uma efetiva esterilização, este é o mais adequado para a obtenção do produto cosmético.

## 5 | CONCLUSÕES

Por meio dos resultados obtidos é possível concluir que:

- Todas as composições obtidas formaram hidrogéis;
- Visualmente, todas as amostras apresentaram um aspecto semelhante;
- A densidade de todas as amostras foi próxima à densidade da água;
- A amostra HB2 se mostrou a mais adequada, devido à análise sensorial e adicionalmente ao fato de que a esterilização efetiva ocorre com a radiação de 25kGy, a qual foi aplicada na mesma.

## REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, M.T.S. – **Hidrogéis poliméricos com nanopartículas de prata para aplicações médicas** – Tese de doutorado – Ciências, Tecnologia Nuclear – Instituto IPEN – São Paulo – 2013.

BARBOSA, I.T.F.; SEO, E.S.M.; SILVA, L.G.A.; MIRANDA, L.F. **Hydrogels applied in cosmetology irradiated by ionizing radiation**. Brazilian Journal Radiations Sciences, v.9, n.01, p.1-15, 2021.

CAMPOS, P. M.B.G. M. e MERCÚRIO, D. G. – **Formas cosméticas (série fundamentos da cosmetologia)** – Cosmetics Online – Disponível em: <https://www.cosmeticsonline.com.br/artigo/54>> Acesso em 03.07.21.

COSTA, F.J. - **Mensuração e desenvolvimento de escalas: aplicações em administração**, Ciência Moderna, Rio de Janeiro (2011).

FREITAS, C.E.P; BRAGA, F.A.G; AMORIM, A.F.V.; MACARIO JUNIOR, A.;SIQUEIRA, S.M.C.; OLIVEIRA, F.V.L; SILVA, A.S.; ALVES, A.M.B. **Obtenção e estudos de estabilidade de Biohidrogéis de galactomanana aditivado com emulsão de óleo de abacate**. Brazilian Journal Development, v. 6, n.7, p. 52280 – 52290, 2020.

GALANTE, Raquel Sofia Cardoso – **Esterilização de hidrogéis para aplicações biomédicas** – São Paulo – Tese de Doutorado – USP – Faculdade de Ciências Farmacêuticas – 2017.

MIRANDA, L.F.; CUNHA, K.L.G.; BARBOSA, I.T.F.; MASSON, T.J.; MUNHOZ JÚNIOR, A.H. **Obtaining Hydrogels based on PVP/PVAL/Chitosan Containing Pseudoboehmite Nanoparticles for Application in Drugs**. In: HAIDER, S.; HAIDER, A. Hydrogels. 1. ed. London: Intechopen, 2018. p.141-158.

PORTAL EDUCAÇÃO – **Materiais poliméricos: Hidrogéis** - Disponível em: <<https://siteantigo.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/farmacia/materiais-polimericos-hidrogéis/31939>> Acesso em 21.07.2020

SANTOS, M.M.S - **Estudo de nanocompósitos poliméricos siloxanopoliéter como dispositivos de liberação modificada de princípios ativos** - Dissertação de Mestrado em Ciências e Tecnologia em Saúde, Universidade de Brasília, Brasília (2015).