

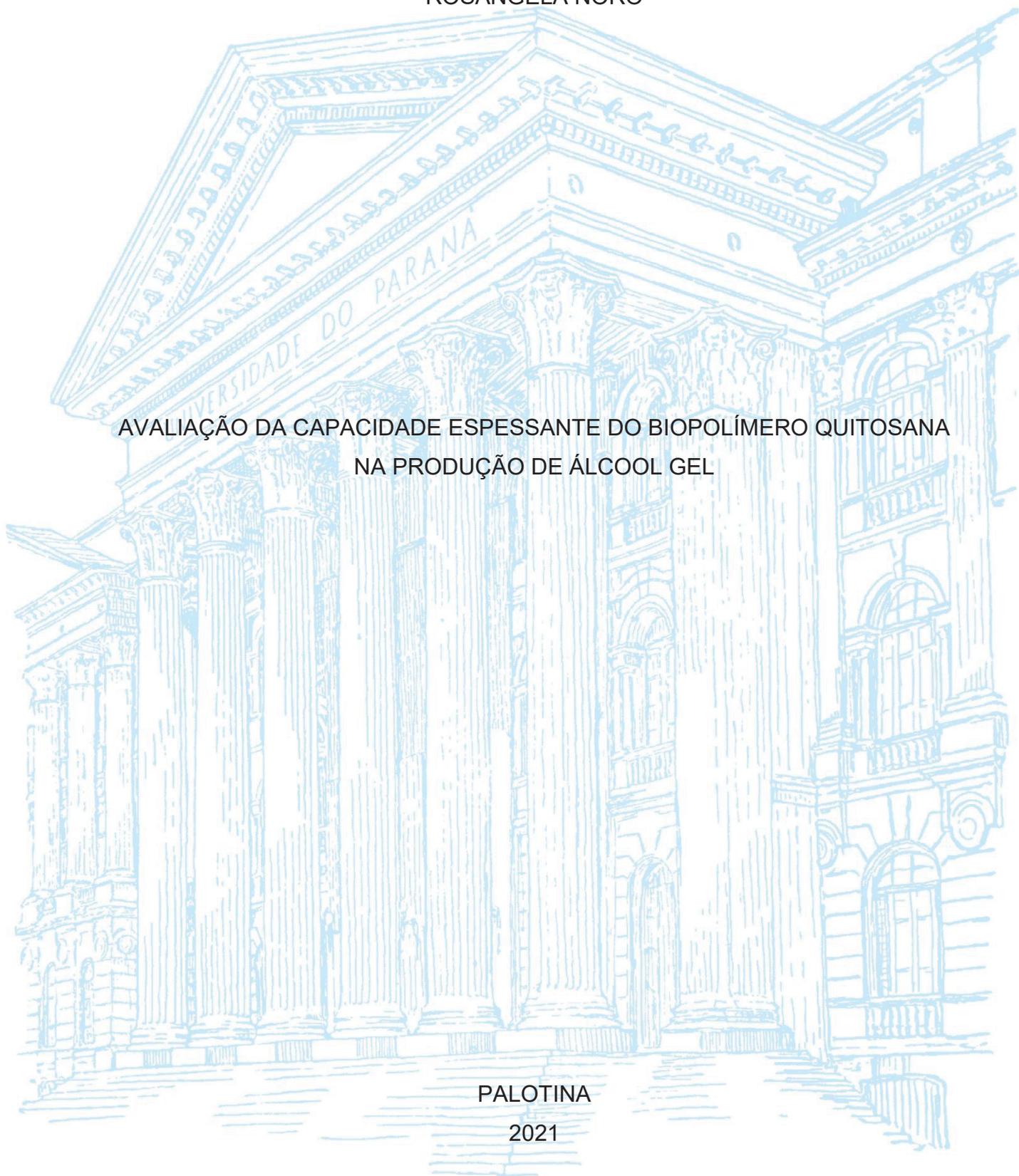
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ROSANGELA NORO

AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE ESPESSANTE DO BIOPOLÍMERO QUITOSANA
NA PRODUÇÃO DE ÁLCOOL GEL

PALOTINA

2021



ROSANGELA NORO

AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE ESPESSANTE DO BIOPOLÍMERO QUITOSANA
NA PRODUÇÃO DE ÁLCOOL GEL

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção de grau de mestre em Biotecnologia, no curso de Pós-Graduação em Biotecnologia, Setor Palotina, na Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Profa. Dra. Ivonete Rossi Bautitz
Coorientador: Prof. Dr. Helton José Alves

PALOTINA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Noro, Rosangela
N852 Avaliação da capacidade espessante do biopolímero quitosana
na produção de álcool gel / Rosangela Noro – Palotina, 2021.
61f.

Orientadora: Ivonete Rossi Bautitz
Coorientador: Helton José Alves
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Paraná,
Setor Palotina, Programa de Pós-graduação em Biotecnologia.

1. Etanol. 2. Espessante. 3. Carbômero. 4. Polímero. 5. Viscosidade. I. Bautitz, Ivonete Rossi. II. Alves, Helton José. III. Universidade Federal do Paraná. IV. Título.

CDU 636.08



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR PALOTINA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO BIOTECNOLOGIA -
40001016083P6

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação BIOTECNOLOGIA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de ROSANGELA NORO intitulada: AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE ESPESANTE DO BIOPOLÍMERO QUITOSANA NA PRODUÇÃO DE ÁLCOOL GEL, sob orientação da Profa. Dra. IVONETE ROSSI BAUTITZ, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestra está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

PALOTINA, 10 de Dezembro de 2021.

Assinatura Eletrônica

13/12/2021 07:58:28.0

IVONETE ROSSI BAUTITZ

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

10/12/2021 17:08:10.0

RILTON ALVES DE FREITAS

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

10/12/2021 17:26:37.0

ADRIANA FERLA DE OLIVEIRA

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

RUA PIONEIRO, 2153 - PALOTINA - Paraná - Brasil

CEP 85950-000 - Tel: (44) 3211-8500 - E-mail: mestradiotecufpr@gmail.com

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.

Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte Identificação Única: 134115

Para autenticar este documento/assinatura, acesse <https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp> e insira o código 134115

AGRADECIMENTOS

A Deus que sempre me protege e me ilumina! Tudo o que sou e tudo o que tenho fazem parte do amor infinito de Deus. Obrigada por me fazer seguir em frente.

À Profa. Dra. Ivonete Rossi Bautitz por acreditar no meu potencial até mais do que eu mesma, por me dar coragem, segurança e me mostrar que sou capaz. Muito obrigada pelos conhecimentos transmitidos, a paciência, dedicação, auxílio nos momentos mais difíceis e principalmente pela amizade.

Ao Prof. Dr. Helton José Alves pela coorientação do trabalho e pelas contribuições na discussão dos resultados, bem como pela disponibilização das amostras de quitosana.

Ao Prof. Dr. Rodrigo Sequinel, e a Prof. Dra. Eliane Hermes pelas ideias transmitidas, por toda ajuda prestada.

Aos professores do Mestrado em Biotecnologia, pelos conhecimentos transmitidos durante o curso.

Meus pais Candido (*in memoriam*) e Gertrudes, sempre foram o meu suporte, me dando coragem para enfrentar os desafios! Obrigada pelo amor e por me ajudarem na formação da minha vida. Aos meus irmãos, perto ou distantes, sempre me fortalecem com seu amor e apoio.

As minhas amadas filhas Daniele e Mariana por entenderem minha ausência, pelo apoio e incentivo e por trazerem mais leveza, cor e alegria aos meus dias.

A toda equipe de pesquisa, Hanna, Ana, Aline e Angela mesmo com tantos compromissos, se dedicaram ao meu trabalho como se fosse de vocês e não mediram esforços para poderem me ajudar. Muito obrigada pelas sugestões, atenção e principalmente pela amizade dispensada.

Aos Técnicos de Laboratório Guilherme e Lázaro, por todo auxílio e atenção prestados, durante a fase experimental desta pesquisa.

Ao Laboratório de Materiais e Energias Renováveis e o Núcleo de Pesquisa em Desenvolvimento em Aquicultura Sustentável pela caracterização e disponibilização das amostras de quitosana.

Ao Laboratório de Biopolímeros - Biopol da Universidade Federal do Paraná pelas análises de viscosidade Brookfield.

À Universidade Federal do Paraná, Setor Palotina e ao Programa de Pós Graduação pela oportunidade de aprender cada vez mais.

Aos meus colegas de trabalho, principalmente a secretária Andreia e a Coordenadora Hosana que me auxiliaram nesse período, me apoiando, incentivando e durante minha ausência, em tempos tão difíceis, conduziram a escola com muita determinação e responsabilidade.

“ Na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”

(Antoine Lavoisier)

RESUMO

A pandemia do coronavírus trouxe diversos desafios e muitas ações foram necessárias para o seu enfrentamento. A higienização das mãos com água e sabão ou com formulações alcoólicas, a fim de evitar a propagação do vírus foi a principal recomendação feita pela Organização Mundial de Saúde. Diante disso, a procura pelo álcool gel foi grande, ocasionando inclusive a falta do produto, devido à escassez do polímero utilizado como matéria prima para dar viscosidade ao álcool e assim buscou-se por alternativas de substituição desse espessante. Nesse sentido, o objetivo desse estudo foi avaliar a capacidade espessante do biopolímero quitosana na produção de álcool gel. Para tanto, foram feitos experimentos utilizando diferentes tipos e proporções de quitosana: a quitosana UFPR, obtida a partir de resíduos da carcinocultura, com grau de desacetilação 94% e massa molecular 170 kg/mol e a quitosana comercial (SIGMA) com grau de desacetilação entre 75 a 85% e massa molecular na faixa 190-310 kg/mol. Para avaliar a solubilização dos polímeros, foram testados os ácidos cítrico, propiônico, fosfórico, clorídrico e acético em diferentes proporções. As proporções de quitosana UFPR testadas nos experimentos de solubilização foram 1,0, 2,0, 3,0, 4,0 e 5,0% e para a quitosana comercial SIGMA 3,5, 4,0 e 4,5. A caracterização físico-química do álcool gel foi feita pela determinação do teor alcoólico, densidade, pH, temperatura e viscosidade, além de análise sensorial e teste de estabilidade após 7 dias de produção. Os resultados demonstraram que dentre os ácidos testados, o ácido acético a 2,0% promoveu a solubilização adequada da quitosana. Além disso, todas as proporções de quitosana UFPR utilizadas (0,5; 0,75; 1,0; 1,15; 1,30 e 1,40%) conferiram viscosidade ao álcool gel. Entretanto, a proporção 1,15% foi a que promoveu uma formulação livre de grumos e com viscosidade superior às menores proporções. Para efeito de comparação, o álcool gel produzido com a quitosana comercial apresentou resultados similares nos parâmetros viscosidade, teor alcoólico, pH e densidade a quitosana proveniente do resíduo e, embora a viscosidade alcançada foi bem maior no álcool gel produzido com o carbômero, nos outros aspectos avaliados como transparência, cor, facilidade de espalhar e residual após a fricção as três formulações apresentaram resultados semelhantes. Sendo assim, pode-se concluir que a quitosana é um material alternativo e ambientalmente viável para substituição do carbômero na produção de álcool gel.

Palavras-chave: Etanol. Espessante. Carbômero. Polímero. Viscosidade.

ABSTRACT

The coronavirus pandemic brought several challenges and many actions were needed to face it. Hand hygiene with soap and water or alcoholic formulations in order to prevent the spread of the virus was the main recommendation made by the World Health Organization. Due to the scarcity of the raw material, a polymer used to give viscosity to alcohol, and therefore, alternatives to replace these thickeners were sought. In this sense, the aim of this study was to evaluate the thickening capacity of the biopolymer chitosan in the production of alcohol gel. For this purpose, experiments were carried out using different types and proportions of chitosan: UFPR chitosan, obtained from shrimp farm waste, with 94% deacetylation degree and molecular mass 170 kg/mol, and commercial chitosan (SIGMA) with deacetylation degree between 75 at 85% and molecular mass in the range 190-310 kg/mol. To evaluate the solubilization of polymers, citric, propionic, phosphoric, hydrochloric and acetic acids were tested in different proportions. The proportions of UFPR chitosan tested in the solubilization experiments were 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 and 5.0% and for commercial chitosan SIGMA 3.5, 4.0 and 4.5%. The physicochemical characterization of the alcohol gel was carried out by determining the alcohol content, density, pH, temperature and viscosity, in addition to sensory analysis and stability testing after 7 days of production. The results showed that among the acids tested, 2.0% acetic acid promoted the adequate solubilization of chitosan. In addition, all proportions of UFPR chitosan used (0.5, 0.75, 1.0, 1.15, 1.30 and 1.40%) gave viscosity to the alcohol gel. However, the 1.15% proportion was the one that promoted a lump-free formulation and with a higher viscosity than the smaller proportions. For comparison purposes, the alcohol gel produced with commercial chitosan showed similar results in the parameters viscosity, alcohol content, pH and density to the chitosan from the residue and, although the viscosity achieved was much higher in the alcohol gel produced with carbomer, in the other aspects evaluated, such as transparency, color, spreadability and residual after rubbing the three formulations showed similar results, emphasizing here the sensory evaluation. Therefore, it can be concluded that chitosan is an alternative material and environmentally viable to replace the carbomer in the production of alcohol gel.

Keywords: Ethanol. Thickening. Carbomer. Polymer. Viscosity.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - REPRESENTAÇÃO DE INTERAÇÕES INTERMOLECULARES DE UMA PROTEÍNA ANTES E DEPOIS DA AÇÃO DO ETANOL.....	20
FIGURA 2 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DE UM MONÔMERO DE CARBÔMERO.....	23
FIGURA 3 - REPRESENTAÇÃO DO PROCESSO DE HIDRATAÇÃO E NEUTRALIZAÇÃO DO CARBÔMERO.....	23
FIGURA 4 - CONSUMO DE CARNES E PESCADOS NO BRASIL.....	26
FIGURA 5 - ESTRUTURAS MOLECULARES DA CELULOSE, QUITINA E QUITOSANA.....	28
FIGURA 6 - FLUXOGRAMA SOBRE O PREPARO DO ÁLCOOL GEL A PARTIR DE QUITOSANA.....	33
FIGURA 7 - FLUXOGRAMA SOBRE O PREPARO DO ÁLCOOL GEL A PARTIR DE CARBÔMERO.....	33
FIGURA 8 - FOTOGRAFIA REFERENTE A SOLUBILIZAÇÃO DA QUITOSANA UFPR (A) E SIGMA (B) EM ÁCIDO ACÉTICO 2,0%	38
FIGURA 9 - FOTOGRAFIA DE ÁLCOOL GEL PRODUZIDO COM AS DIFERENTES PROPORÇÕES DE QUITOSANA UFPR	41
FIGURA 10 - FOTOGRAFIA DE ÁLCOOL GEL PRODUZIDO A PARTIR DOS TRÊS POLÍMEROS AVALIADOS.....	48
FIGURA 11 - AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DE 7 DIAS DAS FORMULAÇÕES PRODUZIDAS COM DIFERENTES POLÍMEROS.....	49
FIGURA 12 - ANÁLISE SENSORIAL REFERENTE AOS PARÂMETROS AVALIADOS COM AS TRÊS FORMULAÇÕES DE ÁLCOOL GEL	51
FIGURA 13 - SOMATÓRIA DOS PARÂMETROS AVALIADOS POR VOLUNTÁRIOS NA ANÁLISE SENSORIAL COM AS TRÊS FORMULAÇÕES DE ÁLCOOL GEL.....	52

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - AVALIAÇÃO QUALITATIVA DA SOLUBILIZAÇÃO DE QUITOSANA COM DIFERENTES ÁCIDOS E PROPORÇÕES.....	37
TABELA 2 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) PARA A VISCOSIDADE NOS DIFERENTES TRATAMENTOS APLICADOS.....	40
TABELA 3 - TESTE DE TUKEY PARA COMPARAÇÃO DAS MÉDIAS DA VISCOSIDADE NOS DIFERENTES TRATAMENTOS APLICADOS.....	40
TABELA 4 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) PARA O TEOR ALCOÓLICO NOS DIFERENTES TRATAMENTOS APLICADOS.....	42
TABELA 5 - TESTE DE TUKEY PARA COMPARAÇÃO DAS MÉDIAS DO TEOR ALCOÓLICO NOS DIFERENTES TRATAMENTOS APLICADOS.....	42
TABELA 6 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) PARA pH NOS DIFERENTES TRATAMENTOS APLICADOS.....	43
TABELA 7 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) PARA DENSIDADE NOS DIFERENTES TRATAMENTOS APLICADOS.....	44
TABELA 8 - TESTE DE TUKEY PARA COMPARAÇÃO DAS MÉDIAS DA DENSIDADE NOS DIFERENTES TRATAMENTOS APLICADOS.....	44
TABELA 9 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) DO PARÂMETRO VISCOSIDADE PARA OS DIFERENTES POLÍMEROS UTILIZADOS.....	45
TABELA 10- TESTE DE TUKEY DO PARÂMETRO VISCOSIDADE PARA OS DIFERENTES POLÍMEROS UTILIZADOS.....	45
TABELA 11- ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) PARA TEOR ALCÓOLICO NOS DIFERENTES TRATAMENTOS APLICADOS.....	46
TABELA 12- ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) DO PARÂMETRO pH PARA OS DIFERENTES POLÍMEROS UTILIZADOS.....	46

TABELA 13-	TESTE DE TUKEY PARA COMPARAÇÃO DE MÉDIAS DO PARÂMETRO pH PARA OS DIFERENTES POLÍMEROS UTILIZADOS.....	47
TABELA 14-	ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) DO PARÂMETRO DENSIDADE PARA OS DIFERENTES POLÍMEROS UTILIZADOS.....	47
TABELA 15-	COMPARAÇÃO ENTRE AS ANÁLISES DE VISCOSIDADE APÓS 7 DIAS FEITAS EM DIFERENTES EQUIPAMENTOS....	50

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	15
2.1	OBJETIVO GERAL.....	15
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
3.1	A PANDEMIA DO NOVO CORONAVÍRUS.....	16
3.1.1	Novo coronavírus – SARS-COV-2.....	17
3.1.2	A doença causada pelo novo coronavírus e sua prevenção.....	18
3.2	FORMULAÇÕES ALCOÓLICAS USADAS NA HIGIENIZAÇÃO DAS MÃOS.....	19
3.2.1	Álcool gel	21
3.3	BIOPOLÍMERO ALTERNATIVO PARA PRODUÇÃO DE ÁLCOOL GEL: QUITOSANA.....	25
3.3.1	Produção de camarão.....	25
3.3.2	Processo de obtenção da quitina e quitosana.....	27
4	MATERIAL E MÉTODOS	31
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA QUITOSANA.....	31
4.2	SOLUBILIZAÇÃO DA QUITOSANA.....	31
4.3	PREPARO DO ÁLCOOL GEL.....	32
4.4	CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO ÁLCOOL GEL.....	34
4.4.1	Determinação do teor alcoólico.....	34
4.4.2	Determinação da densidade.....	35
4.4.3	Determinação do pH.....	35
4.4.4	Determinação da temperatura.....	35
4.4.5	Determinação da viscosidade.....	35
4.4.6	Análise Sensorial.....	36
4.4.7	Análises Estatísticas.....	36
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
5.1	AVALIAÇÃO QUALITATIVA DA SOLUBILIZAÇÃO DA QUITOSANA.....	37

5.2	AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QÍMICAS DE ÁLCOOL GEL PRODUZIDO A PARTIR DE DIFERENTES PROPORÇÕES DE QUITOSANA UFPR.....	40
5.3	COMPARAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE ÁLCOOL GEL PRODUZIDO A PARTIR DE DIFERENTES PROPORÇÕES DE QUITOSANA UFPR.....	45
5.4	AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DO ÁLCOOL GEL APÓS 7 DIAS DE PRODUÇÃO E ANÁLISE SENSORIAL.....	48
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	55
	REFERÊNCIAS	56
	ANEXO 1	61

1 INTRODUÇÃO

O novo coronavírus, causador da doença COVID-19, foi detectado no final do ano de 2019, em Wuhan na China. Em janeiro de 2020, com a rapidez da disseminação do vírus, a Organização Mundial da Saúde declarou a epidemia uma emergência internacional pandêmica e assim os países precisaram se mobilizar para enfrentar as implicações dessa situação tanto na saúde como na economia.

No Brasil, assim como nos outros países, diversas ações foram feitas como recomendações, orientações e instituição de protocolos de segurança buscando assim medidas de prevenção e controle da COVID-19. Nesse contexto, a criação de um ambiente seguro exigiu a adoção de medidas como o uso de máscaras, o respeito ao distanciamento social, a higienização das mãos com sabão e água e também com álcool 70%, evitando desse modo, o contágio pelas mãos. Quanto ao álcool gel 70%, logo que a doença chegou ao Brasil o produto se esgotou, devido à escassez do espessante do tipo carbômero, matéria-prima utilizada na fabricação do produto. Em função disso, alguns países autorizaram a utilização de formulações alternativas que mantivessem a ação bactericida e fungicida para suprir a demanda desse produto de forma emergencial. Dentre as perspectivas da utilização de um polímero com capacidade de viscosidade, destaca-se o biopolímero quitosana devido às suas características físico-químicas que resultam em propriedades como fácil formação de géis, capacidade filmogênica e resistência mecânica.

A quitosana é originada a partir da desacetilação da quitina, o segundo polímero mais abundante na natureza depois da celulose, e constitui a maior parte dos exoesqueletos de crustáceos, insetos e parede celular de fungos. A carapaça de camarão é um resíduo da carcinocultura normalmente descartado em lixões, aterros e/ou águas superficiais. Por outro lado, é também utilizada como co-produto na indústria de proteína de peixe, produção de cosméticos e fármacos, entre outros. No entanto, ao passar por tratamento adequado, obtém-se a quitosana, que além da destinação adequada para esse resíduo permite agregar valor à essa cadeia. Ademais, é um subproduto natural, de baixo custo, renovável e biodegradável que apresenta uma grande versatilidade em suas aplicações, que vão desde o uso em alimentos, como biofilmes para frutas, sistemas de liberação controlada de fármacos, preparação de membranas para diferentes usos, incluindo nanopartículas e remoção de contaminantes, sendo assim de grande importância econômica e ambiental.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a capacidade espessante do biopolímero quitosana na produção de álcool gel.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Testar a solubilização da quitosana em diferentes ácidos e proporções;
- Verificar o efeito de diferentes proporções de quitosana na capacidade espessante do álcool gel;
- Analisar as características físico-químicas do álcool gel produzido: viscosidade, pH, densidade e teor alcoólico;
- Comparar as características do álcool gel produzido a partir de diferentes quitosanas com produto comercial;
- Verificar a estabilidade das formulações após 7 dias de armazenamento quanto aos parâmetros pH, teor alcoólico, viscosidade e densidade;
- Realizar análise sensorial quanto aos aspectos referentes a cor, transparência, facilidade de espalhar, sensação após espalhar e residual após fricção das formulações.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 A PANDEMIA DO NOVO CORONAVÍRUS

No final do ano de 2019, a Organização Mundial da Saúde (OMS) foi alertada que na província de Hubei em Wuhan na China foram detectados vários casos de pneumonia. O patógeno causador foi identificado como um novo tipo de Coronavírus, da mesma família dos vírus que causam infecções respiratórias como o coronavírus da síndrome respiratória do Oriente Médio (Middle East Respiratory Syndrome - MERS-CoV) e a síndrome respiratória aguda grave (Severe Acute Respiratory Syndrome-SARS-CoV). Em 30 de janeiro de 2020, a OMS declarou que o surto do novo coronavírus constituía uma Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional, a qual corresponde a “um evento extraordinário que pode constituir um risco de saúde pública para outros países devido à disseminação internacional de doenças; e potencialmente requer uma resposta internacional coordenada e imediata”. Essa designação está contemplada no Regulamento Sanitário Internacional sendo o mais alto nível de alerta da Organização. O Regulamento Sanitário Internacional tem o objetivo de apoiar a comunidade internacional a prevenir e responder a graves riscos de saúde pública que têm o potencial de atravessar fronteiras e ameaçar pessoas em todo o mundo. Em 11 de março de 2020, a COVID-19, denominação da doença causada pelo novo coronavírus, foi considerada uma pandemia pela OMS (OPAS, 2021).

Em março de 2020, a COVID-19 já havia se disseminado amplamente em todo o mundo, caracterizando uma pandemia. No Brasil, também em março de 2020, o Ministério da Saúde declarou que a COVID-19 passou a ser considerada de transmissão comunitária em todo o território nacional. A transmissão comunitária ocorre quando os casos novos deixam de ter ligação direta com casos importados (BRASIL, 2020a).

O surgimento de doenças infecciosas emergentes e reemergentes constituem-se como grande desafio para a saúde pública mundial, causando grande preocupação e a necessidade de adoção de medidas por parte dos representantes políticos e dos profissionais que atuam na área da saúde (BELASCO; FONSECA, 2020).

3.1.1 Novo coronavírus - SARS-CoV-2

Dados históricos demonstram que o coronavírus foi isolado pela primeira vez em 1937, mas sua descrição ocorreu somente em 1965, considerando seu perfil na microscopia, semelhante a uma coroa. O coronavírus compõe uma família de vírus comuns em muitas espécies de animais e incluem-se nesse grupo os vírus da SARS-CoV, MERS-CoV e SARS-CoV-2, que infectam somente mamíferos e são extremamente patogênicos (ORTIZ-PRADO et al., 2020).

Alguns animais silvestres como morcegos, pangolins, roedores e outros são hospedeiros do coronavírus, causador da COVID-19, sendo a cepa causadora da SARS-CoV-2, provavelmente originária de morcegos do gênero *Rhinolophus*, o qual é similar à origem de outras cepas de Coronavírus que também causam doenças humanas como a SARS-CoV-1 e MERS-CoV. Pesquisas mostram que uma das cepas de coronavírus encontrada nesses morcegos contém uma sequência genômica (RaTG13), que é similar em torno de 90% a mesma que foi encontrada no SARS-CoV-2. Desse modo, esses estudos apontam que apesar da similaridade ser muito alta, o agente SARS-CoV-2 surgiu a partir de mutações de cepa originadas desses morcegos. Cepas de coronavírus já foram identificadas em diversas espécies de animais, mas em morcegos, o coronavírus foi encontrado em diferentes gêneros (*Hipposideros*; *Taphozous*; *Mystacina*; *Rousettus*), mas especialmente em morcegos do gênero *Rhinolophus* (BENVENUTO et al., 2020).

Conforme Acosta et al. (2020), a família *Coronaviridae* possui quatro gêneros (α , β , γ e δ -coronavírus), mas apenas o alfa e o betacoronavírus causam doenças humanas por meio de sete cepas virais, das quais quatro causam doenças há muito tempo na humanidade, mas atualmente resultam em apenas sintomas leves. Entretanto, três cepas mais recentes causam doenças graves e alta mortalidade: a MERS-CoV; a SARS-CoV-1; e, agora, a SARS-CoV-2.

Segundo Belasco e Fonseca (2020), além das espécies SARS-CoV e MERS-CoV provocarem síndrome respiratória aguda grave com taxas elevadas de mortalidade é alta a probabilidade de que outros coronavírus afetem periodicamente os humanos, principalmente devido à recombinação frequente desses vírus, a prevalência das infecções, a diversidade genética, a ampla distribuição dos vírus e o aumento da interface homem-animal.

3.1.2 A doença causada pelo novo coronavírus e sua prevenção

A doença causada pelo novo coronavírus foi assim denominada porque o seu nome é a junção de letras que se referem a (CO)rona (VI)rus (D)isease, o que na tradução para o português seria "doença do coronavírus". Já o número 19 está ligado ao ano de 2019, quando os primeiros casos foram publicamente divulgados (FIOCRUZ, 2021). De acordo com informações disponibilizadas pelos órgãos representativos de saúde, como a Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS) e OMS, dentre os sintomas mais comuns da COVID-19 em seres humanos está a febre, o cansaço e também a tosse seca. No entanto, algumas pessoas infectadas podem apresentar dores no corpo, na garganta e na cabeça, congestão nasal, conjuntivite, diarreia, perda de paladar e olfato, erupção cutânea na pele ou descoloração dos dedos das mãos ou dos pés. Esses sintomas podem ocorrer de forma leve e gradativa, mas podem, em alguns casos, em grupos de risco, idosos e crianças, evoluir e ocorrer complicações como infecções mais graves, podendo levar o paciente à morte (OPAS, 2021).

O Ministério da Saúde orienta à população quanto à prevenção de contaminação pelo novo coronavírus com as medidas sanitárias que vão desde lavar as mãos com água e sabão frequentemente e usar álcool gel quando isso não for possível. Agentes que dissolvem gorduras, como o álcool, são úteis contra partículas virais envelopadas, como é o caso do novo coronavírus. Além disso, recomenda-se adotar cuidados ao tossir ou espirrar e também alerta sobre a importância de manter o distanciamento social entre as pessoas, além do uso de máscara facial (BRASIL, 2020).

Dentre as medidas citadas, uma das mais importantes é a higienização das mãos, que se aplica a pacientes com qualquer infecção respiratória, incluindo a COVID-19. Essa higienização pode ser feita usando álcool gel ou lavando as mãos com água e sabão por no mínimo 20 segundos. O álcool gel 70° INPM (Instituto Nacional de Pesos e Medidas) é indicado para a higienização das mãos, pois é menos agressivo à pele do que o álcool líquido (ANVISA, 2020a). Além disso, apresenta maior eficácia devido a menor volatilização do álcool, possibilitando assim uma ação residual maior.

A prevenção da transmissão de microrganismos pelas mãos ocorre mediante a presença de um agente tóxico com eficácia antimicrobiana e através da técnica adequada em sua utilização, além do seu uso regular nas situações indicadas. Pode-se dizer que são inúmeras as vantagens da prática do uso de preparações alcoólicas apropriadas principalmente em ambiente hospitalar, tanto para a redução da morbidade e da mortalidade dos pacientes até a redução de custos do tratamento dos quadros infecciosos. As vantagens também se concretizam na esfera individual das pessoas, pois seu efeito contribui na prevenção de contaminação por agentes patógenos, dentre eles o coronavírus (ANVISA, 2020b).

3.2 FORMULAÇÕES ALCOÓLICAS USADAS NA HIGIENIZAÇÃO DAS MÃOS

O uso de preparações alcoólicas para higienização das mãos é antigo e o responsável pela descoberta do seu uso até hoje ainda gera dúvidas. Entretanto, em 1846 o médico Ignaz Philip Semmelweis comprovou a íntima relação da febre puerperal com os cuidados médicos após insistir para que os médicos lavassem suas mãos com solução clorada após as autópsias e antes de examinar as pacientes da clínica obstétrica, diminuindo a taxa de mortalidade de 12,2 para 1,2% (ANVISA, 2020a).

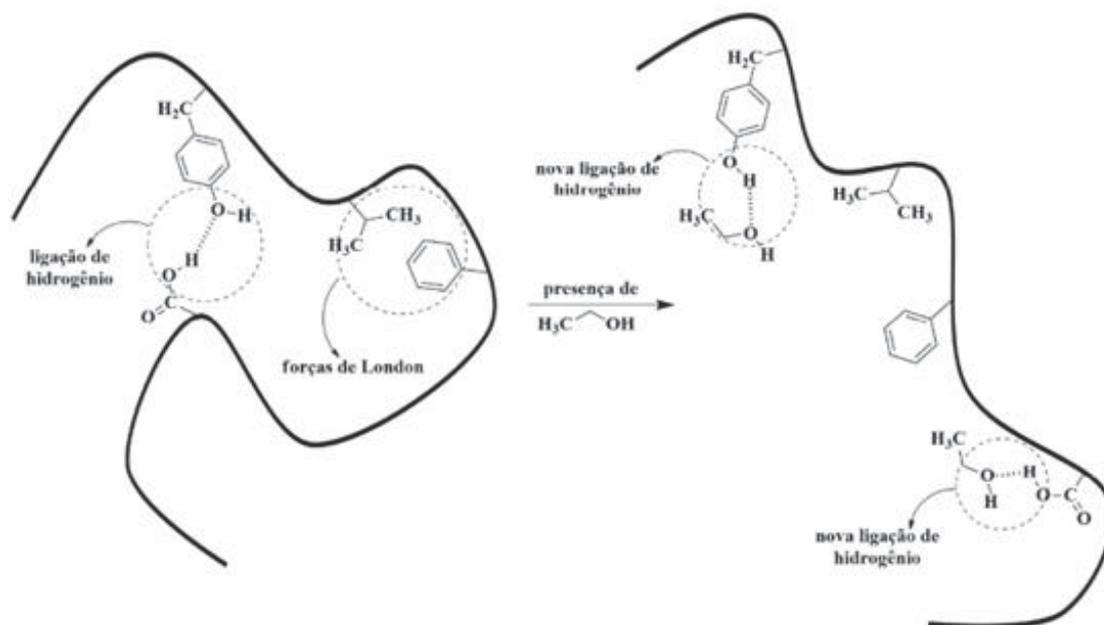
A higienização das mãos é reconhecida mundialmente como uma medida primária, mas muito importante no controle de infecções relacionadas à assistência à saúde e pode ser feita por meio da lavagem constante e de maneira correta com água e sabão e/ou a utilização de desinfetantes a base de álcool, principalmente soluções etanólicas ou isopropílicas. A falta de acesso fácil à água descontaminada e sabão, como ruas, mercados, locais de trabalho, estações de trens e ônibus, caracterizam as situações onde a população opta por utilizar desinfetantes alcoólicos (SEQUINEL et al., 2020).

Todavia a eficácia dessas formulações alcoólicas vai depender do tipo de álcool utilizado, da concentração, do volume aplicado e o tempo de contato. A maioria das soluções para a higienização de mãos à base de álcool contém álcool etílico ou álcool isopropílico. O modo de ação predominante dos álcoois consiste na desnaturação e a coagulação das proteínas a qual ocorre na parede celular, na membrana citoplasmática e entre várias proteínas plasmáticas. De modo geral, os

álcoois apresentam rápida ação e excelente atividade bactericida e fungicida entre todos agentes utilizados na higienização das mãos. Soluções alcoólicas entre 60 a 80% são mais efetivas e concentrações mais altas são menos potentes, pois as proteínas não se desnaturam com facilidade na ausência de água (ANVISA, 2020a).

O teor alcoólico é o responsável pelo efeito sanitizante, uma vez que os álcoois se apresentam como agentes de ação biológica de largo espectro, podendo agir sobre bactérias, fungos e vírus. As proteínas presentes nestes microorganismos apresentam suas seqüências de aminoácidos unidas por forças intermoleculares. Essas interações moldam as proteínas, de modo a formarem estruturas tridimensionais funcionais e ativas na espécie biológica a qual pertencem. O rompimento dessas ligações de hidrogênio, promovido pelo contato com o álcool, promove um desarranjo estrutural das proteínas afetadas com conseqüente perda de suas atividades, o que pode deixar o patógeno inativo (FIGURA 1). Outro mecanismo de ação dos álcoois está relacionado ao seu papel frente à membrana do vírus, uma vez que pode inativá-lo a partir da desestruturação de sua membrana biológica (LIMA et al., 2020).

FIGURA 1 - REPRESENTAÇÃO DE INTERAÇÕES INTERMOLECULARES DE UMA PROTEÍNA ANTES E DEPOIS DA AÇÃO DO ETANOL.



Fonte: LIMA et al., 2020.

3.2.1 Álcool gel

Entretanto, faz-se necessário a distinção quanto ao tipo de formulação alcoólica a ser utilizada na higienização das mãos, uma vez que além de diferentes teores do álcool há também diferentes classificações e indicações de uso. Além da diferença na forma física que pode ser líquida, gel ou espuma, existem ainda três tipos de produto comercializáveis: o saneante, o qual quando com a indicação de desinfetante de uso geral não deve ser utilizado nas mãos porque pode causar alergias. O cosmético, que é o produto antisséptico destinado apenas à higienização da pele e das mãos, e o medicamento, que no caso do álcool gel, possui a mesma finalidade do cosmético. A diferença entre os dois está apenas nas características e exigências para produção e registro (FIOCRUZ, 2020). Ressalta-se aqui que de modo geral, a recomendação é usar líquido ou gel com concentrações de etanol de 77% (v/v) ou 77 °GL (o símbolo °GL é a sigla de “Gay-Lussac”, corresponde à porcentagem em volume (v/v)) ou 70% (m/m) ou °INPM.

Quanto à forma de apresentação do álcool para higienização das mãos, por questões de segurança, desde 2002 é recomendada a comercialização de formulações alcoólicas acima de 54 °GL (20° C) unicamente na forma de gel. Isso se deve ao fato do etanol a partir de 12,8 °C, já ser capaz de vaporizar-se e, em caso de contato com alguma fonte de calor, entrar em combustão devido ao ponto de ebulição de 78,3 °C e baixo ponto de fulgor, (12,8 °C). A formulação em gel possui uma propriedade física denominada de viscosidade que proporciona uma maior resistência ao escoamento, reduzindo assim o seu espalhamento sobre a superfície quando comparada à uma formulação líquida de igual concentração. Como consequência, isso diminui o risco de incêndios, principalmente no âmbito doméstico (SEQUINEL et al., 2020; LIMA et al., 2020).

A Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) 422 de 16 de setembro de 2020, que altera a RDC nº 350, de 19 de março de 2020, define os critérios e os procedimentos extraordinários e temporários para as empresas fabricantes de cosméticos e saneantes, as normas para a fabricação e comercialização de preparações antissépticas ou desinfetantes em virtude da pandemia. Nessa RDC estão apresentadas as especificações das preparações antissépticas à base álcool etílico na fração ou percentual em massa de 70% (p/p) (70 °INPM) nos mais diversos

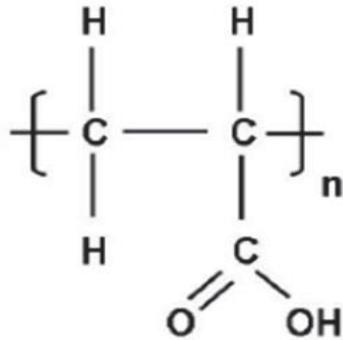
tipos de formulação e em qualquer forma física. Além disso, o artigo 4º dessa mesma resolução preconiza em seus dois primeiros parágrafos: “§1º A concentração de álcool no produto cosmético não poderá ter valor que represente variação superior a 10% (dez por cento) em relação à concentração do álcool declarada na rotulagem do produto em °INPM (%m/m). §2º Os cosméticos indicados para serviços de saúde, exceto na forma líquida, também devem respeitar o teor mínimo de 68,25%(m/m) (BRASIL, 2020c).

O preparo das formulações alcoólicas no Brasil é preconizado pelo Formulário Nacional da Farmacopeia Brasileira da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) o qual apresenta informações sobre a produção de formulações higienizantes de álcool etílico 70% (p/p, equivalente à relação ponderal em massa) e 77% (v/v), álcool etílico glicerinado 80 % (v/v), álcool isopropílico glicerinado 75% (v/v) e álcool etílico em gel (ANVISA, 2012). O Formulário estipula também o pH das formulações o qual deve estar entre os valores de 5 a 7.

Além disso, a RDC nº 490, de 8 de abril de 2021 que altera a RDC nº 46, de 20 de fevereiro de 2002, aprova o Regulamento Técnico para o álcool etílico hidratado em todas as graduações e álcool etílico anidro, comercializado por atacadistas e varejistas. Nesta resolução, o artigo 2º preconiza que a industrialização, exposição à venda ou entrega ao consumo de álcool, como produto destinado a limpeza de superfície, desinfecção e antissepsia da pele, estão sujeitas às seguintes condições: “o álcool etílico com graduações acima de 54° GL à temperatura de 20 °C deverá ser comercializado unicamente na forma de solução coloidal na forma de gel desnaturado respeitando a faixa de viscosidade dinâmica na temperatura de 25 °C maior ou igual a 8000 cP (oito mil centipoise) para formulações que apresentem superiores ou igual a 68% p/p (BRASIL, 2021).

As formulações em gel, conforme mencionado, apresentam a propriedade de viscosidade a qual é conferida por um agente gelificante, o qual possui como função principal a alteração da reologia da mistura e sua estabilização. O Formulário Nacional da Farmacopeia Brasileira (ANVISA, 2012), recomenda o uso do polímero acrílico carbômero 980 como agente espessante na fabricação de álcool gel (FIGURA 2), na proporção de 0,5%, além do álcool etílico 96 °GL, solução de trietanolamina a 50% (p/v) e água purificada, quantidade suficiente para (qsp).

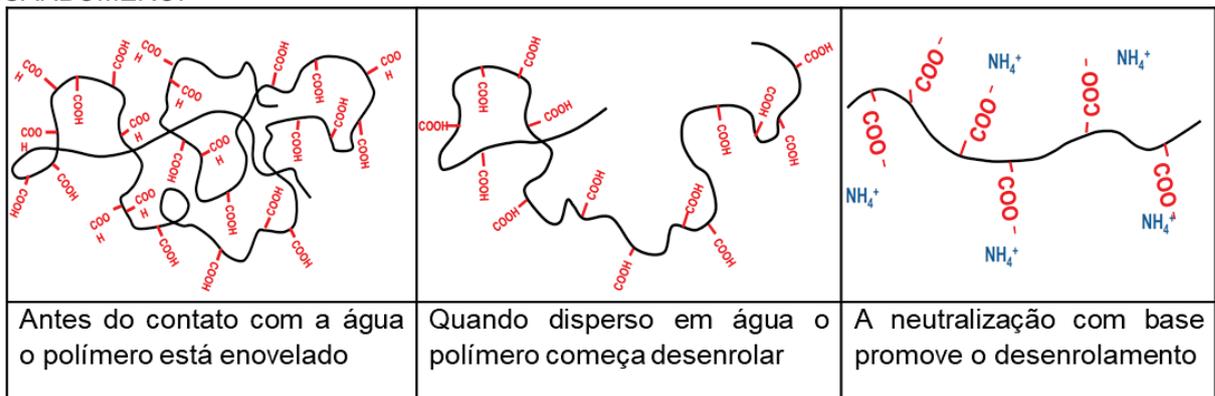
FIGURA 2 – REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DE UM MONÔMERO DE CARBÔMERO



Fonte: Lubrizol Advanced Materials, 2008.

Carbômeros são polímeros de ácido poliacrílico de alta massa molar, hidrofílicos e reticulados. Apresentam uma rede de polímero tridimensional que é dilatada pela água, e têm várias aplicações em produtos cosméticos, farmacêuticos, tintas e alimentos além de outros atuando como um agente de espessamento, suspensão, dispersão e estabilização. Quando neutralizado, com trietanolamina ou hidróxido de sódio, o polímero apresenta a capacidade de absorver e reter água. As cadeias dos polímeros que são interconectadas por ligações cruzadas começam a hidratar e desenovelar parcialmente devido à repulsão eletrostática para formar aglomerados irreversíveis (FIGURA 3) (LUBRIZOL, 2008).

FIGURA 3 - REPRESENTAÇÃO DO PROCESSO DE HIDRATAÇÃO E NEUTRALIZAÇÃO DO CARBÔMERO.



Fonte: Adaptado de Lubrizol, 2008.

Entretanto, o inchamento do carbômero é um processo demorado, pois o polímero tende a formar aglomerados de partículas quando dispersos em água. Isso acontece porque a dissolução da superfície dos agregados forma uma camada que impede a difusão da água para o interior do aglomerado (ESTEVÃO et al., 2021). Além disso, o carbômero é derivado de petróleo e dessa forma, não é renovável, nem

biodegradável e segundo dados do próprio fabricante possui resíduos de benzeno, que é o solvente utilizado na fabricação de alguns tipos de carbômeros (LUBRIZOL, 2021).

No início da pandemia os agentes espessantes tornaram-se escassos no mercado devido à alta demanda e a situação desafiou a busca por novos compostos que proporcionam viscosidade ao álcool. Assim, outros polímeros derivados de celulose, como a hidroxietilcelulose (HEC) e, mais recentemente, a hidroxipropilmetilcelulose (HPMC) também estão sendo utilizados, normalmente em concentrações de 0,5 a 1% (m/m).

Diante desse cenário, pesquisas estão sendo desenvolvidas na busca por espessantes que pudessem substituir os carbômeros. Um estudo conduzido com 12 diferentes compostos formadores de géis revelou que o composto Luviset 360, espessante criado pela empresa BASF, proporcionou a produção de um álcool gel dentro das especificações exigidas pela legislação (CRUZ, 2021). Biopolímeros derivados de celulose como a hidroxietilcelulose (HEC) e hidroxipropilmetilcelulose (HPMC) também foram avaliados na produção de álcool gel e os autores obtiveram formulações comparáveis aos carbômeros (ESTEVÃO et al., 2021). Em outro estudo, pesquisadores homologaram um pedido de patente para o uso de celulose microfibrilada extraída da madeira como agente espessante em substituição ao carbômero (EMBRAPA, 2020).

3.3. BIOPOLÍMERO ALTERNATIVO PARA PRODUÇÃO DE ÁLCOOL GEL: QUITOSANA

Na busca pela substituição dos carbômeros na produção de álcool gel substâncias que apresentassem característica espessante foram elencadas como possíveis substitutas. Nesse sentido, a quitosana, um biopolímero obtido como resíduo da atividade de carcinocultura pode apresentar-se como uma alternativa interessante.

3.3.1. Produção de camarão

A carcinocultura é o nome técnico dado a criação de camarões, produção esta que faz parte da aquicultura, ciência que abrange técnicas de reprodução e também de cultivo de diversos organismos que vivem em ambiente aquático, tais como moluscos, peixes, anfíbios, plantas aquáticas, répteis e crustáceos, como o camarão, sejam os de água salgada ou doce. A produção de espécie marinha predomina no nordeste brasileiro, já o de água doce, produzido em pequena escala, é cultivado principalmente no Sudeste. Dentre essas espécies, as principais são os *Litopenaeus Vannamei*, conhecido comumente como camarão cinza, encontrado em água salgada, e o *Macrobrachium Rosenbergii*, popularmente chamado de camarão da Malásia, espécie de água doce (SEBRAE, 2018).

Segundo informações da Food and Agriculture Organization (FAO), a produção mundial de camarão apresentou um significativo crescimento entre os anos de 2003 a 2013 de cerca de 80%, passando de 39 milhões de toneladas para quase 70 milhões de toneladas. Porém, o Brasil neste cenário contribuiu com uma pequena parcela, ou seja, 0,67% dessa produção. Já a China liderava com 62% (FAO, 2014).

De acordo com a Associação Brasileira de Criadores de Camarão (ABCC, 2020), os produtores de camarão vêm encontrando sérios desafios, como por exemplo, o baixo desempenho do setor nas exportações contrastando com o crescimento da produção no país em 2020 de cerca de 120.000 toneladas. Ainda segundo dados da ABCC, em 2019, o consumo per capita do camarão marinho foi de 570 gramas/ano, incluindo a produção extrativa, enquanto que, levando em conta somente a espécie cultivada, esse consumo caiu para 430 gramas/ano. Em

contrapartida, o consumo de aves, no ano de 2014, foi de 45 kg por habitante/ano extremamente maior comparada ao consumo de camarão nesse mesmo ano (FIGURA 4) (SEBRAE, 2018).



Fonte: Associação Brasileira de Criadores de Camarão (SEBRAE, 2018).

Um aspecto importante a ser destacado é o fato de que a produção de camarão traz consequências socioeconômicas, políticas, tecnológicas e ambientais, por isso precisam ser acompanhadas pelo campo da pesquisa agropecuária, buscando a sustentabilidade a médio e longo prazos. No entanto, segundo Figueirêdo et al. (2006), o cultivo do camarão marinho em água de baixa salinidade vem ocorrendo espontaneamente sem uma política orientativa e disciplinadora dessa nova atividade no semiárido nordestino.

Ademais, as atividades de carcinocultura são causadoras de impactos ambientais, haja vista que o processamento do camarão gera uma grande quantidade de rejeitos de difícil decomposição, pois durante o seu beneficiamento as cascas e cabeça são retiradas e descartadas, tornando-se resíduo orgânico e se o descarte feito pelas indústrias não for feito de forma correta, pode acarretar sérios problemas ambientais (FIGUEIRÊDO et. al., 2006; ROCHA; RODRIGUES, 2014).

Todavia, estudos vêm sendo feitos acerca da bioconversão desses resíduos em quitina e posteriormente quitosana, pois além de ser um procedimento ecologicamente correto também é um negócio muito rentável, pois esses componentes podem ser transformados em produtos de alto valor comercial. Dentre

os setores que estão se beneficiando com esse reaproveitamento estão a indústria química, farmacêutica, alimentar, de materiais e nanomateriais e no tratamento de águas residuais (SILVA; SANTOS; FERREIRA, 2006; AZEVEDO et al., 2007; CRAVEIRO et al., 1999; SCHAFFER et al., 2018; LUPATINI et al., 2018; ALVES et al., 2021; KOSTAG; SEOUD, 2021).

3.3.2. Processo de obtenção da quitina e quitosana

A denominação quitina derivada palavra grega *chiton*, significando túnica ou cobertura, fazendo referência à sua dureza por funcionar como uma capa protetora dos invertebrados (SAHIDI et al., 1999) oferecendo proteção, suporte e sustentação ao corpo de insetos, através do exoesqueleto, além de fazer parte da parede celular dos fungos, proporcionando rigidez às células e evitando perda de água (AZEVEDO et al., 2007; SILVA; SANTOS; FERREIRA, 2006).

A quitina é o segundo biopolímero que ocorre abundantemente na natureza, depois da celulose. É um polímero natural, insolúvel em meio aquoso e na maioria dos solventes orgânicos, resistente, flexível, biodegradável e atóxico, representado pela fórmula química $(C_8H_{13}O_5N)_n$ (BEZERRA, 2011). O polímero quitina é constituído pela cadeia linear formado por unidades N-acetil-2-deoxi-D-glucopiranosose que são interligadas por ligações glicosídicas β -(1,4), que se arranjam em alfa hélice estabilizadas por ligações de hidrogênio intramoleculares (SINGLA; CHAWLA, 2001). Possui semelhança funcional com a celulose (FIGURA 5), a diferença estrutural se deve aos grupos hidroxila localizados na posição 2, que na quitina foram substituídos por grupos acetoamino ($NHCOCH_3$). A grande quantidade de ligações de hidrogênio entre as cadeias de alfa quitina formadas é responsável por sua insolubilidade em solventes aquosos e na maioria dos solventes orgânicos (RAMIREZ et al, 2010).

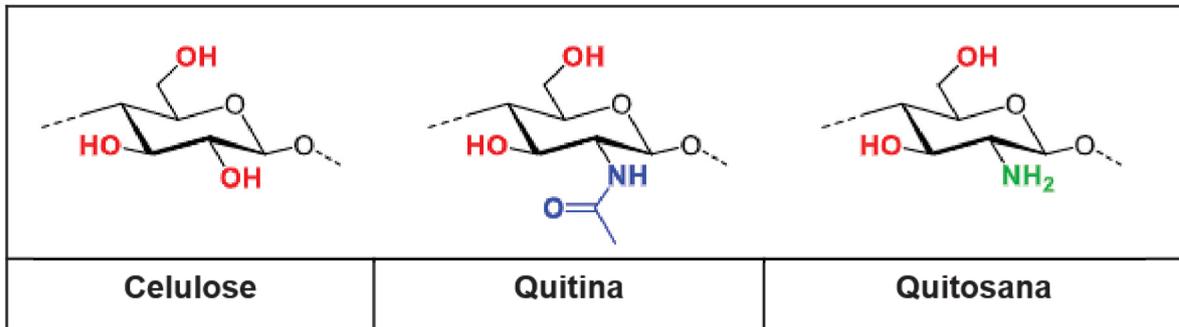
As principais fontes comerciais da quitina são os resíduos de camarão, siri e lagosta. O camarão apresenta na sua composição cerca de 5 a 7% de quitina, e o siri, de 15 a 20%. Nestes materiais a quitina está associada com proteínas, materiais inorgânicos, lipídeos e pigmentados (MATHUR; NARANG, 2000).

O método químico é o mais utilizado para extrair a quitina da carapaça do camarão, dentre os métodos citados na literatura. Neste método as carapaças passam por 3 etapas de tratamento químico para separá-la de outros componentes, sendo elas: pré-tratamento, desmineralização, desproteínização, desodorização e secagem

(MOURA, et al., 2006; CAMPANA-FILHO et al., 2007). O produto resultante destes tratamentos químicos consiste no biopolímero quitina, com baixíssimo conteúdo mineral e proteico e bastante despigmentado (NEVES, et al, 2013).

Por outro lado, a quitosana (FIGURA 5) é obtida a partir da desacetilação alcalina da quitina. O processo de desacetilação envolve a retirada de grupos acetil ($-\text{COCH}_3$) da cadeia molecular da quitina, das funções acetamida ($-\text{NHCOCH}_3$) presentes no biopolímero quitina, com a conseqüente formação de grupos amina livres ($-\text{NH}_2$). Portanto, a quitosana é constituída, predominantemente, por várias unidades D-glicosamina e por unidades N-acetil-D- glucosamina (CRAVEIRO et al., 1999).

FIGURA 5 - ESTRUTURAS MOLECULARES DA CELULOSE, QUITINA E QUITOSANA.



Adaptado de: Kostag e Seoud, 2021.

A reação de desacetilação pode ser feita por dois mecanismos diferentes: ação enzimática (quitinases) e pela hidrólise alcalina, sendo este último o mais utilizado. Na reação de desacetilação em soluções de hidróxido de sódio ou potássio concentrado, aliado a altas temperaturas por longos períodos, os grupamentos acetamido ($-\text{NHCOCH}_3$) da quitina são convertidos em grupamentos amina ($-\text{NH}_2$) dando origem à quitosana. As condições reacionais de obtenção da quitosana refletem na cristalinidade, grau de desacetilação (GD) e massa molar (Mv), possibilitando a obtenção de um polímero com diferentes propriedades e diversas aplicações (CAMPANA-FILHO, et al., 2007).

Assim, o grau de desacetilação (GD) representa a percentagem de grupos NH_2 livres sendo, provavelmente, a sua característica mais importante, pois a maioria de suas propriedades é dependente desse fator, como densidade de carga e solubilidade (KUMAR, 2000).

Em diferentes graus de desacetilação modificam-se as propriedades da quitosana, como por exemplo a característica de viscosidade. Isso se deve ao fato que com alto GD a cadeia fica mais expandida, pois ocorre repulsão entre as cargas das moléculas, aumentando a viscosidade. O contrário acontece quando o GD é baixo, pois a densidade das cargas é menor e o polímero torna-se enovelado (GIRALDO; RIVAS, 2021). Sendo assim, a qualidade e as propriedades da quitosana, como viscosidade, pKa, massa molecular média, solubilidade, densidade e tamanhos de partículas variam, dependendo de fatores como as fontes de matéria-prima e métodos de fabricação (CRAVEIRO et al, 1999).

Não existe um consenso de qual porcentagem de desacetilação já pode ser considerada quitosana, mas um conjunto de copolímeros que contém ao menos 50-60% de unidades 2-amino-2-desoxi-Dglucopiranosose é proposto por alguns autores como sendo aceitável (RINAUDO, 2006; CAMPANA-FILHO, et al., 2007).

O grau de desacetilação pode ser determinado através de diferentes métodos, como espectroscopia na região infravermelho, cromatografia gás-líquido, espectroscopia no ultravioleta, titulometria e espectroscopia de ressonância magnética de hidrogênio (CRAVEIRO et al, 1999; SANTOS et al., 2003). Em grande parte dos trabalhos publicados a técnica de espectroscopia na região de infravermelho é a mais utilizada (MONTEIRO, 2000).

A solubilização da quitosana em meio aquoso, depende de alguns parâmetros como a massa molar e o grau de solubilização. Enquanto a quitina apresenta baixa reatividade química e é insolúvel a quitosana é insolúvel em água, em solventes orgânicos e em bases, mas é solúvel na maioria das soluções de ácidos orgânicos com pH inferior a 6. O ácido acético e o fórmico são os mais utilizados para a solubilização da quitosana. O ácido nítrico, clorídrico, perclórico e fosfórico, ácidos inorgânicos diluídos, também podem ser usados para preparar uma dispersão da quitosana, mas somente após agitação prolongada e aquecimento. A solubilidade da quitosana está relacionada com a quantidade de grupos amino protonados (NH_3^+) na cadeia polimérica. Quanto maior a quantidade destes grupos, maior a repulsão eletrostática entre as cadeias, causando um aumento no volume hidrodinâmico do polímero e na viscosidade da solução (SANTOS, et al, 2003; CAMPANA-FILHO, et al., 2007).

Outra propriedade importante da quitosana é sua massa molar, a qual varia entre 100.000 a 1.200.000 g/mol. Porém, durante a fase de produção, condições como

altas temperaturas, oxigênio dissolvido e pressão, podem ocasionar à degradação da quitosana, desconfigurando assim a estrutura molecular e, conseqüentemente, a massa molar. Valores grandes de massa molar e a estrutura linear da quitosana conferem viscosidade às soluções em meio ácido em pequenas concentrações (2-3%) e um comportamento pseudoplástico, exibindo uma diminuição de viscosidade à medida que aumenta a tensão de cisalhamento. A viscosidade de soluções de quitosana sofre aumento à medida que se aumenta a concentração da amostra, ou seja, diminui-se a temperatura e aumenta-se o grau de desacetilação (ALVES et al., 2017; KUBOTA,1993; KUMAR, 2000). Além disso, a massa molar relacionada ao tamanho da cadeia polimérica interfere também na solubilização da quitosana.

Entretanto, a massa molar desse polímero pode variar muito dependendo de sua procedência, principalmente por ser um polímero natural. Dessa forma, existe uma classificação normalmente utilizada para diferenciar as quitosanas em baixo, médio e alta massa molar. As quitosanas consideradas de baixa massa molar apresentam menos de 150 kg/mol, as de médio entre 150 e 700 kg/mol e as de alta massa molar de 700 até 1000 kg/mol (WONG, 2009).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA QUITOSANA

Nesse trabalho foi utilizada a quitosana preparada pelo Laboratório de Materiais e Energias Renováveis em parceria com o Núcleo de Pesquisa em Desenvolvimento em Aquicultura Sustentável, denominada nesse estudo de “quitosana UFPR”. Essa quitosana foi preparada a partir de carapaças de camarão, resíduo da atividade de carcinocultura desenvolvida na região oeste do Paraná, por meio da metodologia descrita por Alves et al. (2018).

A caracterização da quitosana UFPR foi produzida no Laboratório de Materiais e Energias Renováveis, de acordo com Gasparrini (2018). O grau de desacetilação da quitosana foi avaliado por meio de titulação condutimétrica e o resultado obtido foi de 94%, já a massa molar foi verificada por meio da viscosidade intrínseca de soluções de quitosana e encontrou-se o valor de 170 kg/mol.

Por outro lado, a quitosana comercial, denominada “quitosana SIGMA”, foi adquirida da empresa SIGMA-ALDRICH e segundo informações do fabricante possui massa molar na faixa de 190-310 kg/mol e grau de desacetilação entre 75 e 85% (SIGMA-ALDRICH, 2021).

4.2 SOLUBILIZAÇÃO DA QUITOSANA

As amostras de quitosana UFPR foram testadas quanto à solubilidade em diferentes ácidos e concentrações. Foram avaliados os ácidos cítrico, propiônico, fosfórico, clorídrico e acético. As concentrações testadas foram: ácido acético 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 3,0 e 5,0%; ácido clorídrico: 0,5; 1,0 e 2,0%; ácido propiônico: 0,5; 1,0; 2,0 e 5,0%; ácido cítrico: 2,5; 5,0; 10; 15% e ácido fosfórico: 1,0; 2,0 e 5,0%.

Também foram avaliadas diferentes proporções de quitosana. Com o ácido acético foram avaliadas as proporções 2,0, 3,0, 4,0 e 5,0 %, já com o ácido clorídrico foram feitos experimentos com 1,0, 2,0 e 4,0% de quitosana. Por outro lado, com o ácido fosfórico, e o ácido propiônico apenas a proporção 2,0% foi avaliada. A quitosana SIGMA foi avaliada nas proporções 3,5; 4,5% somente com ácido acético 2%. A definição das proporções tanto dos ácidos como da quitosana foram baseadas em disponibilidade de material e testes preliminares.

Os experimentos de solubilização foram feitos por meio da pesagem (balança Shimadzu, modelo BL 3200H) da quitosana nas proporções citadas, seguida da adição de 100 mL dos ácidos anteriormente mencionados em erlenmeyer posteriormente vedado com papel pardo. As suspensões foram colocadas na incubadora Shaker (Limatec - LT 600/1) para agitação a 125 rpm e 30 °C durante 12 horas.

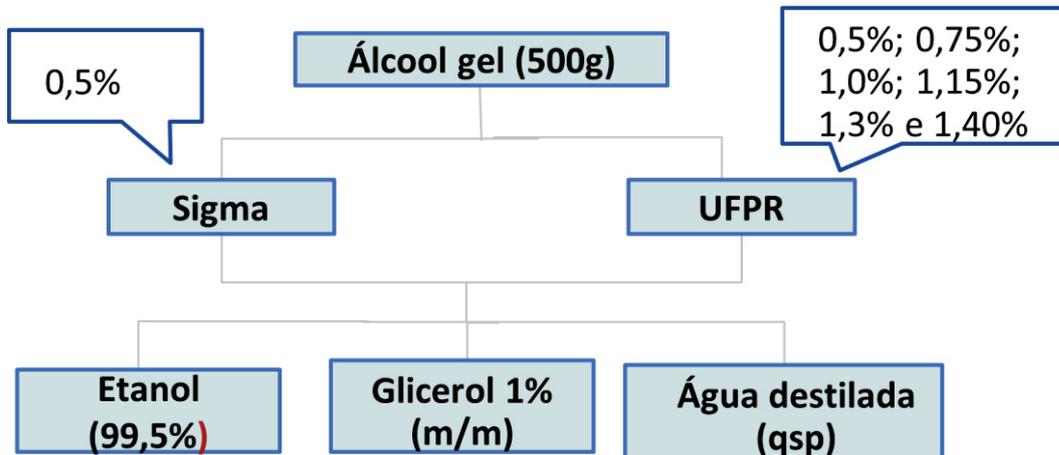
A avaliação qualitativa e comparativa da solubilização da quitosana foi feita verificando-se o aspecto visual quanto a existência de partículas no gel formado. Para isso as amostras foram colocadas em frente à luz de lâmpadas fluorescentes possibilitando assim, a visualização da homogeneização total ou parcial da mesma.

4.3 PREPARO DO ÁLCOOL GEL

Nesse trabalho foi avaliado a produção de álcool gel a partir do biopolímero quitosana e a partir do carbômero referência preconizado na Farmacopeia, denominado nesse estudo apenas de carbômero (o qual foi obtido por doação).

O preparo de álcool gel (500g) com a quitosana SIGMA na proporção de 0,5% ou com quitosana UFPR nas proporções de 0,5%; 0,75%; 1,0%; 1,15%; 1,3% e 1,40% consistiu na pesagem de etanol (99,5%), necessário para proporção final de 70%, glicerol 1% (m/m) e água destilada (qsp) (FIGURA 6). Após pesada a quantidade necessária de quitosana solubilizada, adicionou-se metade da solução de álcool etílico previamente pesado com o glicerol, sob agitação de 500 rpm por 5 minutos. O restante dos reagentes foi adicionado após 5 minutos, com agitação de 1000 rpm, até totalizar 15 minutos no agitador mecânico digital (Tecnal-039/1).

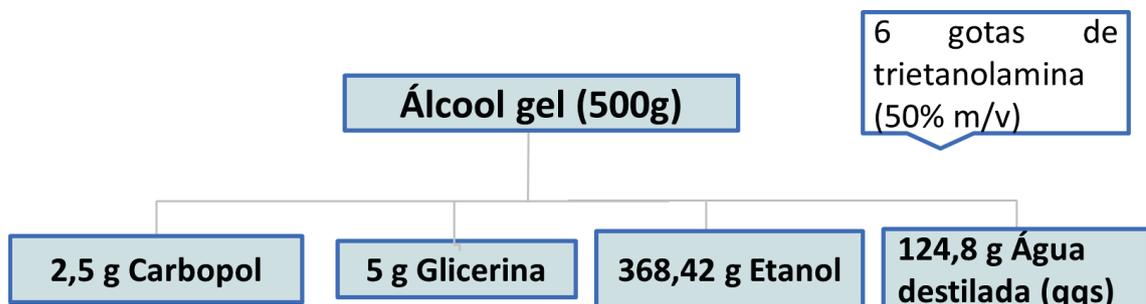
FIGURA 6 – FLUXOGRAMA SOBRE O PREPARO DO ÁLCOOL GEL A PARTIR DE QUITOSANA



Fonte: A autora, 2021.

As formulações de álcool gel (500g) com o carbômero foram feitas de acordo com o Formulário da Farmacopeia (ANVISA, 2012). Os experimentos foram realizados inicialmente com a diluição do polímero 0,5% (2,5 g) em água destilada (124,08 g) sob agitação vigorosa até a solubilização. Após a solubilização em água adicionou-se metade da quantidade total de álcool (368,42 gramas) e glicerol (5 gramas) sob agitação a 500 rpm (agitador Tecnal-039/1) por 5 minutos. Na sequência adicionou-se o restante do álcool e foi feita a aferição do pH por meio de tiras de papel indicadoras de pH seguida da adição de 6 gotas de trietanolamina (50% m/v) (FIGURA 7). A formulação permaneceu em agitação por mais 10 minutos a 1000 rpm.

FIGURA 7 – FLUXOGRAMA SOBRE O PREPARO DO ÁLCOOL GEL A PARTIR DE CARBÔMERO



Fonte: A autora, 2021.

Os experimentos de produção de álcool gel com a quitosana UFPR foram feitos em triplicata e os experimentos com quitosana SIGMA e com carbômero foram feitos em quintuplicata.

4.4 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO ÁLCOOL GEL

A caracterização físico-química do álcool gel foi feita por meio da determinação do teor de álcool, densidade, pH, temperatura e viscosidade.

4.4.1 Determinação do teor alcoólico

O teor alcoólico foi verificado por meio da inserção direta do alcoômetro na solução em gel, sendo utilizado o alcoômetro de vidro escala 0 a 100 GL (Rivaterm lote 14071-13), com escala graduada. O procedimento de análise foi realizado por meio da adição da amostra em proveta e da inserção do instrumento na mesma. Assim, para uma medição precisa o instrumento não deve recostar na parede interna da proveta, mas flutuar na solução. A leitura deve ser realizada na base do menisco, onde o líquido demarque a escala graduada. O teor alcoólico foi convertido de °GL para °INPM, que representa a quantidade em gramas de álcool etílico contida em 100 gramas de uma mistura hidro-alcoólica por meio da fórmula (SEQUINEL et al., 2020):

$$INPM = \frac{ABV \times Me}{Mm}$$

Onde:

INPM = teor de etanol em % m/m (ABW);

ABV = teor de etanol em % volume;

Me = densidade do etanol absoluto (puro) na temperatura de referência;

Mm = densidade da mistura etanol/água na temperatura de referência.

No entanto, as formulações que utilizam carbômero como polímero precisam passar por um processo de acidificação do gel anteriormente a essa análise devido às suas características reológicas. Para cada 200 g de álcool gel foi adicionado 1,0 mL de HCl 1,0 mol L⁻¹ antes da análise (ESTEVÃO et al., 2021).

4.4.2 Determinação da densidade

A densidade das formulações foi determinada com densímetro de vidro escala 0 a 100 GL (Rivaterm lote 5833-19), com escala graduada. Esse parâmetro foi avaliado, pois permite a correção do teor alcoólico em função da temperatura, com auxílio de tabelas de conversão, visto que a densidade de um líquido varia significativamente com a temperatura. A análise consistiu na adição da amostra em uma proveta e a inserção do densímetro no líquido, logo para a obtenção de resultados precisos o aparelho deve flutuar na solução. Sendo assim, a leitura foi efetuada no ponto em que a superfície do líquido alcança a escala graduada. As soluções contendo o polímero carbômero, conforme já mencionado, passaram por um processo de acidificação antes da análise, na qual para cada 200 g de gel 1,0 mL de HCl 1,00 mol/L foi adicionado.

4.4.3 Determinação do pH

A medida de pH das formulações foi realizada empregando o pHmetro digital (MS Tecnopon, modelo mPA210) e eletrodo específico para álcool (Digimed, modelo DMECV6), sendo o eletrodo imerso diretamente na amostra.

4.4.4 Determinação da temperatura

A temperatura foi aferida com a utilização de termômetro digital (B-Max, modelo TP101), sendo o instrumento inserido diretamente na amostra após o preparo. A temperatura foi verificada pois é um fator importante para os parâmetros avaliados.

4.4.5 Determinação da viscosidade

A viscosidade das amostras foi determinada utilizando o viscosímetro (IKA da série ROTAVISC me-vi). O equipamento possui cilindros de diferentes diâmetros (fusos), na qual a escolha do fuso depende da viscosidade do fluido, assim as amostras utilizadas neste trabalho foram analisadas com fuso nº 7, na velocidade de rotação de 20 rpm (Quitosana UFPR e Sigma) e 15 rpm (Carbômero). As amostras foram mantidas em banho termostatizado (Tecnal - 2005) na temperatura a 25 °C até

a análise. A viscosidade Brookfield, citada na normativa, foi feita em equipamento Brookfield RTV com Spindle número 4 em 20 rpm na temperatura de 25 °C, pelo Laboratório de Biopolímeros - Biopol da Universidade Federal do Paraná.

4.4.6 Análise Sensorial

A análise sensorial foi feita com 13 voluntários, acima de 18 anos, de ambos os sexos, escolhidos aleatoriamente entre alunos e funcionários da UFPR Setor Palotina. As variáveis de análise foram relacionadas aos aspectos subjetivos observados pelos voluntários ao aplicarem o produto sem identificação nas mãos. Dessa forma, foi requerida por meio de um formulário impresso (ANEXO 1) a opinião dos participantes quanto a transparência do gel, a cor, a facilidade de espalhamento, a sensação após espalhamento e o residual após fricção para as três formulações avaliadas (álcool gel com quitosana UFPR, com quitosana SIGMA e carbômero).

4.4.7 Análises Estatísticas

Os resultados obtidos durante a caracterização físico-química do álcool gel foram submetidos à análise de variância (ANOVA), com nível de significância de 0,05. Constatada a diferença estatística aplicou-se o Teste de Tukey a 5% de significância para determinar o efeito de cada parâmetro. As análises estatísticas foram realizadas no software Sisvar versão 5.6.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 AVALIAÇÃO QUALITATIVA DA SOLUBILIZAÇÃO DA QUITOSANA

Embora a literatura apresente que a solubilização da quitosana normalmente é feita em soluções aquosas de ácido acético (RINAUDO; PAVLOV; DESBRIÉRES; 1999; RINAUDO, 2006; CAMPANA-FILHO et al., 2007; GIRALDO; RIVAS, 2021), nesse trabalho avaliou-se a solubilização com outros ácidos devido a questão relacionada com o odor residual, proveniente do ácido acético, no álcool gel. Para isso, foram avaliados os ácidos cítrico, fosfórico, propiônico e clorídrico, além do ácido acético, em diferentes proporções e os resultados qualitativos são apresentados na TABELA 1.

TABELA 1 - AVALIAÇÃO QUALITATIVA DA SOLUBILIZAÇÃO DE QUITOSANA COM DIFERENTES ÁCIDOS E PROPORÇÕES.

Ácido	Ácido (%)	Quitosana (%)			
		2,0	3,0	4,0	5,0
Acético	0,5	P	N	N	-
	1,0	S	P	N	-
	2,0	S	S	S	S
	3,0	-	-	S	S
	5,0	S	-	-	S
	Cítrico	2,5	N	-	-
5,0		N	-	-	-
10,0		S	-	-	-
15,0		S	-	-	-
Fosfórico	1,0	N	-	-	-
	2,0	N	-	-	-
	5,0	N	-	-	-
Propiônico	0,5	N	-	-	-
	1,0	S	-	-	-
	2,0	S	-	-	-
	5,0	S	-	-	-
Clorídrico	0,5	P	-	P	-
	1,0	P	-	P	-
	2,0	N	-	P	-

Legenda: S - Sim (visualmente solubilizada); N - Não (visualmente não solubilizado); P - Parcialmente solubilizado (apresentação de material sólido). Fonte: A autora, 2021.

O ácido cítrico, nas proporções de 10 e 15%, promoveu a solubilização da quitosana, entretanto, esse ácido apresenta baixa solubilidade em etanol, o que levou a precipitação na formulação de álcool gel. Em contrapartida, o ácido fosfórico e o

clorídrico, não promoveram solubilização considerada total da quitosana em nenhuma das condições avaliadas. Já o ácido propiônico nas maiores proporções avaliadas (1,0 e 2,0%), promoveu a solubilização de 2% de quitosana.

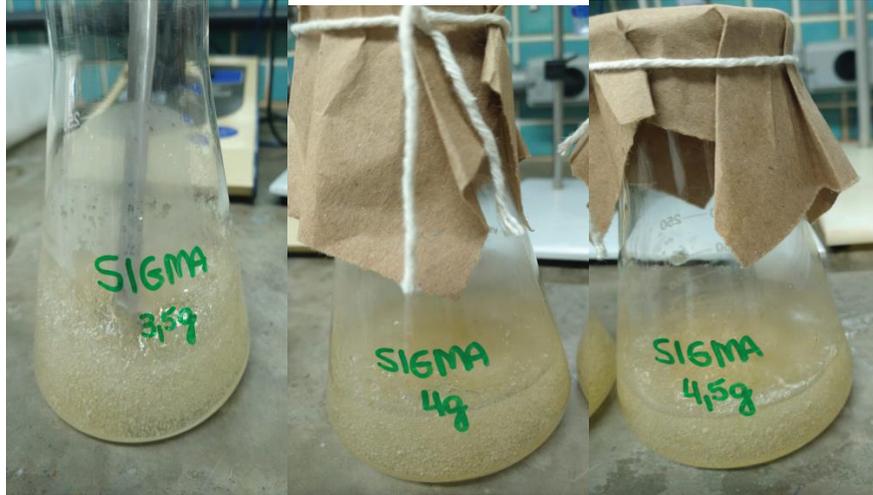
Por outro lado, o ácido acético 2% promoveu solubilização considerada total de todas as proporções de quitosana avaliadas e embora 3% deste ácido tenha solubilizado as maiores proporções de quitosana, o odor residual foi mais expressivo nessas amostras. Portanto, a condição ácido acético 2,0% foi a que promoveu visualmente a melhor solubilização das proporções de quitosana avaliadas com o menor odor característico (FIGURA 8A) e assim foi escolhida para os testes com a quitosana SIGMA (FIGURA 8B).

FIGURA 8 - FOTOGRAFIA REFERENTE A SOLUBILIZAÇÃO DA QUITOSANA UFPR (A) E SIGMA (B) EM ÁCIDO ACÉTICO 2,0%.

A)



B)



Condições experimentais: Agitação: 125 rpm em incubadora Shaker; Temperatura: 30 °C; Tempo: 12 horas. Fonte: A autora, 2021.

As amostras contendo quitosana SIGMA apresentaram um aspecto mais aerado, no entanto foram consideradas solubilizadas em comparação com o parâmetro visual utilizado para a quitosana UFPR. Desta forma, a condição de solubilização com ácido acético 2,0% foi mantida para os demais experimentos também com a quitosana SIGMA.

O resultado dos testes de solubilidade mostrou-se coerente com o que está descrito na literatura, sendo a quitosana solúvel em soluções ácidas com $\text{pH} < 5,5$, pois os grupamentos amino livres são protonados e a molécula se torna solúvel em meio ácido, e insolúvel em meio básico e neutro. Esses grupos amino livres facilitam a solubilização das cadeias de quitosana através de sua ionização em meio ácido (SANTOS et al., 2003). A solubilidade da quitosana está relacionada com a quantidade de grupos amino protonados ($-\text{NH}_3^+$) na cadeia polimérica. Quanto maior a quantidade destes grupos, maior a repulsão eletrostática entre as cadeias e também maior a solvatação em água. O grau de protonação pode ser determinado pela variação da concentração de quitosana. Para uma dada concentração de ácido, o grau de protonação depende do pK_a do ácido usado para solubilizar a quitosana (RINAUDO; PAVLOV; DESBRIÉRES, 1999; RINAUDO, 2006; GIRALDO; RIVAS, 2021).

5.2 AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE ÁLCOOL GEL PRODUZIDO A PARTIR DE DIFERENTES PROPORÇÕES DE QUITOSANA UFPR.

A viscosidade é uma característica extremamente importante do álcool gel, e conforme já mencionado é conferida por polímeros quando dispersos em um meio aquoso. Assim, os resultados dos experimentos feitos para avaliação da viscosidade do álcool gel feito com quitosana UFPR, nas proporções 0,5; 0,75; 1,0; 1,15; 1,30 e 1,40%, foram submetidos ao teste de variância (ANOVA) para verificar a ocorrência de diferenças estatísticas (Tabela 2).

TABELA 2 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) PARA A VISCOSIDADE NOS DIFERENTES TRATAMENTOS APLICADOS.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F _{calc}	Prob.
Tratamento	5	4963866	992773	100,65	0,000
Erro	12	118360	9863		
Total Corrigido	17	5082226			

GL: Graus de liberdade; SQ: Soma quadrática; QM: Média quadrática; F_{calc}: F calculado; Prob: Probabilidade. Fonte: A autora (2021).

Considerando que foi observada diferença estatística entre os resultados de viscosidade dos experimentos mencionados, visto que a probabilidade foi menor que 0,05, foi então aplicado o teste de Tukey para comparação de médias (TABELA 3).

TABELA 3 – TESTE DE TUKEY PARA COMPARAÇÃO DAS MÉDIAS DA VISCOSIDADE NOS DIFERENTES TRATAMENTOS APLICADOS.

Tratamento	Média ± Desvio-padrão
Quitosana UFPR 0,50%	55 ± 3e
Quitosana UFPR 0,75%	173 ± 43de
Quitosana UFPR 1,00%	377 ± 27cd
Quitosana UFPR 1,15%	523 ± 78c
Quitosana UFPR 1,30%	899 ± 144b
Quitosana UFPR 1,40 %	1615 ± 172a

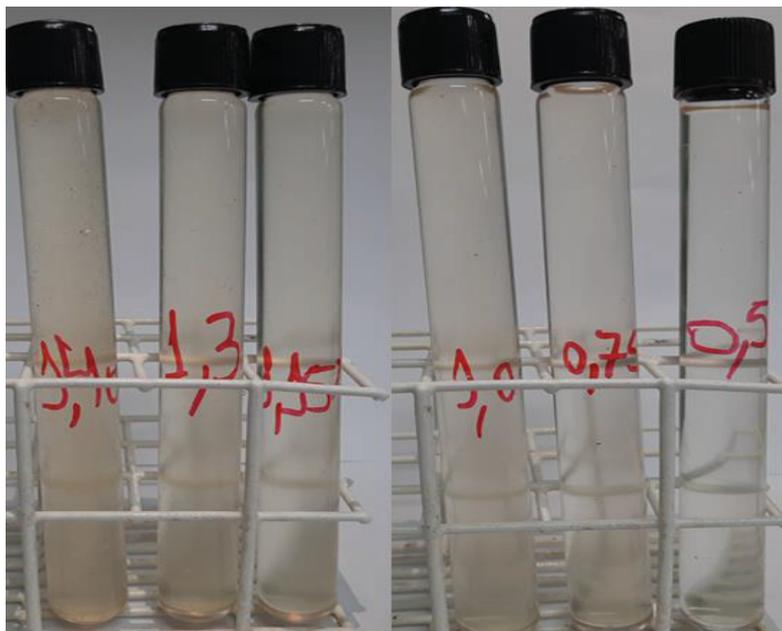
Letras iguais indicam médias iguais para o parâmetro avaliado (p-valor > 0,05). Fonte: A autora (2021).

O tratamento UFPR 1,40% diferiu dos demais apresentando o maior valor médio (1615). O tratamento 0,75% é estatisticamente igual ao 0,50% e 1,00%. O tratamento 1,00% é estatisticamente igual aos tratamentos 0,75% e 1,15%.

Nesses ensaios foi possível observar uma variação muito grande de viscosidade, tanto pelo aspecto visual (FIGURA 9), como por meio da análise de viscosidade. Como já era esperado menores percentuais de quitosana produziram álcool gel com as menores viscosidades. A maior proporção utilizada produziu um álcool gel mais viscoso, entretanto, com característica grumosa, como Giraldo e Rivas (2021) reportam a viscosidade aumenta com o aumento da proporção do polímero, portanto essa característica pode ser atribuída a um excesso do polímero.

Para a quitosana a característica de viscosidade está atrelada ao grau de desacetilação, uma vez que esse parâmetro influencia na conformação da molécula em solução aquosa. Altos valores de GD, como é o caso da quitosana UFPR (94%), proporcionam maior viscosidade visto que as moléculas ficam mais expandidas devido a repulsão entre as cargas. Em contrapartida, em baixos valores de GD a densidade de cargas é menor e a molécula fica mais enovelada (TOILAMATE et al., 2000).

FIGURA 9 – FOTOGRAFIA DE ÁLCOOL GEL PRODUZIDO COM AS DIFERENTES PROPORÇÕES DE QUITOSANA UFPR.



Fonte: A autora, 2021.

Os resultados dos experimentos com diferentes proporções de quitosana UFPR também foram submetidos à análise de variância para avaliar o parâmetro de teor alcóolico (Tabela 4).

TABELA 4 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) PARA O TEOR ALCOÓLICO NOS DIFERENTES TRATAMENTOS APLICADOS.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F _{calc}	Prob.
Tratamento	5	109,86	21,973	11,89	0,000
Erro	12	22,18	1,849		
Total Corrigido	17	132,05			

GL: Graus de liberdade; SQ: Soma quadrática; QM: Média quadrática; F_{calc}: F calculado; Prob: Probabilidade. Fonte: A autora (2021).

Após verificada diferença estatística entre os resultados mencionados, seguiu-se para o teste de Tukey para a comparação das médias (Tabela 5). Dessa forma, foi possível verificar que as menores proporções de quitosana utilizadas (0,50; 0,75 e 1,00%) são estatisticamente iguais com valores muito próximos a 70% de teor alcóolico e que as maiores proporções (1,15; 1,30 e 1,40%) são iguais entre si e estatisticamente diferente das menores concentrações, pois apresentaram teores menores que 70%, ficando entre 63,3 e 66,8%. Além disso, a proporção intermediária de 1,15% foi a condição que se apresentou igual estatisticamente a todos os experimentos realizados.

TABELA 5 – TESTE DE TUKEY PARA COMPARAÇÃO DAS MÉDIAS DO TEOR ALCOÓLICO NOS DIFERENTES TRATAMENTOS APLICADOS.

Tratamento	Média ± Desvio-padrão
Quitosana UFPR 0,50%	69,9 ± 0,4a
Quitosana UFPR 0,75%	69,8 ± 1,3a
Quitosana UFPR 1,00%	68,6 ± 2,1a
Quitosana UFPR 1,15%	66,8 ± 1,3ab
Quitosana UFPR 1,30%	64,8 ± 1,2b
Quitosana UFPR 1,40%	63,3 ± 1,3b

Letras iguais indicam médias iguais para o parâmetro avaliado (p-valor > 0,05). Fonte: A autora (2021).

Considerando que a RDC 422 de setembro de 2020 preconiza que formulações alcoólicas usadas no âmbito referente a saúde devem conter no mínimo 68,25% (m/m), as formulações com as três maiores proporções de quitosana apresentaram valores menores que os requeridos e necessitam, portanto, de ajuste quanto ao teor de álcool legislado. Entretanto, nessas formulações com quitosana sempre deve existir um compromisso entre a proporção de quitosana, que vai promover maiores viscosidade, e o teor alcoólico o qual segue uma normativa.

Outro parâmetro bastante importante a ser considerado é o pH do álcool gel. Assim, foi feita a análise de variância (Tabela 6) e observou-se por meio do valor da probabilidade de 0,620 que não existe diferença estatística entre os resultados do ensaio de pH, uma vez que os valores médios de pH foram de 5,08; 5,09; 5,08; 5,05; 5,08 e 5,12 para as proporções 0,50; 0,75 e 1,00; 1,15; 1,30 e 1,40%, respectivamente.

TABELA 6 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) PARA pH NOS DIFERENTES TRATAMENTOS APLICADOS.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F _{calc}	Prob.
Tratamento	5	0,007028	0,001406	0,72	0,620
Erro	12	0,023400	0,001950		
Total Corrigido	17	0,030428			

GL: Graus de liberdade; SQ: Soma quadrática; QM: Média quadrática; F_{calc}: F calculado; Prob: Probabilidade. Fonte: A autora (2021).

De uma forma geral, os cosméticos, classificação que se enquadra também o álcool gel, apresentam formulações acidificadas pois assim favorecem a integridade cutânea, evitando a instalação de organismos patogênicos que são mais comuns em meios mais alcalinos. Além de favorecer a integridade cutânea, o pH ligeiramente ácido pode contribuir para melhorar a estabilidade química e microbiológica do produto cosmético, assim como para aumentar a sua eficácia. Ademais, o Formulário Nacional da Farmacopeia Brasileira da ANVISA indica que a formulação de álcool gel deve apresentar pH entre 5 e 7 (ANVISA, 2012). Sendo assim, todas as formulações de quitosana UFPR apresentaram pH dentro do intervalo recomendado.

A análise de variância apresentou probabilidade menor que 0,05 foi a densidade, conforme observa-se na Tabela 7.

TABELA 7 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) PARA DENSIDADE NOS DIFERENTES TRATAMENTOS APLICADOS.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F _{calc}	Prob.
Tratamento	5	0,001974	0,000395	4,37	0,017
Erro	12	0,001083	0,000090		
Total Corrigido	17	0,003057			

GL: Graus de liberdade; SQ: Soma quadrática; QM: Média quadrática; F_{calc}: F calculado; Prob: Probabilidade. Fonte: A autora (2021).

Na Tabela 8 observa-se o resultado do teste de Tukey para comparação das médias referentes ao fator densidade. Foi observado uma pequena variação de valores nessa análise, com 0,867 como valor mínimo e 0,898 como valor máximo.

TABELA 8 – TESTE DE TUKEY PARA COMPARAÇÃO DAS MÉDIAS DA DENSIDADE NOS DIFERENTES TRATAMENTOS APLICADOS.

Tratamento	Média ± Desvio-padrão
Quitosana UFPR 0,50%	0,867 ± 0,003b
Quitosana UFPR 0,75%	0,878 ± 0,003ab
Quitosana UFPR 1,00%	0,868 ± 0,008b
Quitosana UFPR 1,15%	0,875 ± 0,000ab
Quitosana UFPR 1,30%	0,882 ± 0,010ab
Quitosana UFPR 1,40%	0,898 ± 0,003a

Letras iguais indicam médias iguais para o parâmetro avaliado (p -valor > 0,05). Fonte: A autora (2021).

Dentre as condições avaliadas, nenhum dos tratamentos formou estruturas semelhantes a um gel, todas apresentaram um comportamento de uma solução polimérica viscosa. Entretanto, o tratamento 1,15% foi a que apresentou a melhor viscosidade sem grumos aparentes, os quais foram percebidos tanto no tratamento 1,30% quanto no 1,40%.

5.3 COMPARAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO ÁLCOOL GEL PRODUZIDO A PARTIR DE DIFERENTES POLÍMEROS

A capacidade espessante da quitosana UFPR para produção de álcool gel foi comparada com dois polímeros considerados neste trabalho como referências: a quitosana comercial (SIGMA) e o carbômero. Esses experimentos foram feitos a partir da proporção 0,50%, para permitir a comparação entre os diferentes polímeros. A análise de variância (ANOVA) demonstrou diferença significativa entre a capacidade espessante desses polímeros (Tabela 9).

TABELA 9 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) DO PARÂMETRO VISCOSIDADE PARA OS DIFERENTES POLÍMEROS UTILIZADOS.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F _{calc}	Prob.
Tratamento	2	9582885	4791442	47,05	0,000
Erro	12	1222061	101838		
Total Corrigido	14	10804946			

GL: Graus de liberdade; SQ: Soma quadrática; QM: Média quadrática; F_{calc}: F calculado; Prob: Probabilidade. Fonte: A autora (2021).

Os resultados do teste de Tukey demonstraram (Tabela 10) que não existe diferença estatística de viscosidade para o álcool gel produzido com a quitosana UFPR e com a quitosana SIGMA. Esse resultado é muito importante pois indica que a quitosana proveniente de um resíduo, como é o caso da quitosana UFPR, apresenta potencial para ser reciclada por meio da reutilização como polímero espessante. Em contrapartida, o polímero carbômero proporcionou viscosidade ao álcool gel superior às quitosanas utilizadas.

TABELA 10 – TESTE DE TUKEY DO PARÂMETRO VISCOSIDADE PARA OS DIFERENTES POLÍMEROS UTILIZADOS.

Tratamento	Média ± Desvio-padrão
Quitosana UFPR 0,50%	148 ± 89b
Quitosana SIGMA 0,50%	565 ± 127b
Carbômero* 0,50%	2013 ± 531a

*Ensaio realizado a 15 rpm. Letras iguais indicam médias iguais para o parâmetro avaliado (p-valor > 0,05). Fonte: A autora (2021).

Por outro lado, não houve diferença estatística para o parâmetro teor alcoólico nos ensaios com os diferentes polímeros (Tabela 11). Os valores médios foram 68,2; 67,5 e 67,2% para os polímeros quitosana UFPR, quitosana SIGMA e carbômero, respectivamente. Ressalta-se aqui, que essas formulações alcoólicas devem conter no mínimo 68,25% (m/m), e que precisam, portanto, adequar-se quanto a esse quesito, para atender a legislação.

TABELA 11 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) PARA TEOR ALCÓOLICO NOS DIFERENTES TRATAMENTOS APLICADOS.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F _{calc}	Prob.
Tratamento	2	2,873	1,436	0,63	0,550
Erro	12	27,398	2,283		
Total Corrigido	14	30,270			

GL: Graus de liberdade; SQ: Soma quadrática; QM: Média quadrática; F_{calc}: F calculado; Prob: Probabilidade. Fonte: A autora (2021).

Conforme análise de variância apresentada na Tabela 12, houve diferença estatística entre os valores de pH na comparação entre os três espessantes utilizados na produção de álcool gel.

TABELA 12 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) DO PARÂMETRO pH PARA OS DIFERENTES POLÍMEROS UTILIZADOS.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F _{calc}	Prob.
Tratamento	2	0,1538	0,07691	4,33	0,038
Erro	12	0,2132	0,01776		
Total Corrigido	14	0,3670			

GL: Graus de liberdade; SQ: Soma quadrática; QM: Média quadrática; F_{calc}: F calculado; Prob: Probabilidade. Fonte: A autora (2021).

O teste de comparação de médias (Tabela 13) demonstrou que os valores de pH dos ensaios da quitosana UFPR e do carbômero diferiram estatisticamente, já a quitosana SIGMA não diferiu dos outros polímeros avaliados.

TABELA 13 – TESTE DE TUKEY PARA COMPARAÇÃO DE MÉDIAS DO PARÂMETRO pH PARA OS DIFERENTES POLÍMEROS UTILIZADOS.

Tratamento	Média ± Desvio-padrão
Quitosana UFPR 0,50%	5,11 ± 0,05a
Quitosana SIGMA 0,50%	5,07 ± 0,05ab
Carbômero 0,50%	4,88 ± 0,22b

Letras iguais indicam médias iguais para o parâmetro avaliado (p-valor > 0,05). Fonte: A autora (2021).

Com relação ao parâmetro pH apenas o álcool gel produzido com o espessante carbômero apresenta valor de pH abaixo do preconizado pela legislação que é entre 5 e 7 (ANVISA, 2012). Entretanto, esse é um ajuste que pode ser feito na etapa produtiva, uma vez que a indicação é usar trietanolamina para ajuste do pH na formulação com o carbômero.

Os valores obtidos para o parâmetro densidade não demonstraram ser diferentes entre os ensaios realizados, apresentando na análise de variância valor de probabilidade de 0,421 (Tabela 14), e médias de 0,874; 0,871 e 0,876 para os polímeros quitosana UFPR, quitosana SIGMA e carbômero, respectivamente.

TABELA 14 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) DO PARÂMETRO DENSIDADE PARA OS DIFERENTES POLÍMEROS UTILIZADOS.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F _{calc}	Prob.
Tratamento	2	0,000068	0,000034	0,93	0,421
Erro	12	0,000436	0,000036		
Total Corrigido	14	0,000504			

GL: Graus de liberdade; SQ: Soma quadrática; QM: Média quadrática; F_{calc}: F calculado; Prob: Probabilidade. Fonte: A autora (2021).

Nesse sentido, os experimentos comparativos de produção de álcool gel a partir da quitosana UFPR e a quitosana SIGMA demonstraram que não houve diferença significativa entre o biopolímero comercial e o obtido a partir de resíduos da carcinocultura o que indica que esse biopolímero reciclável pode ser utilizado como uma alternativa na produção de álcool gel.

Em contrapartida, o álcool gel produzido com o carbômero apresentou-se mais viscoso que os produzidos com os biopolímeros, embora essa seja a característica mais importante, não houve diferença significativa nas demais

características avaliadas. Ademais, embora a característica visual também acentua a maior viscosidade do carbômero, no geral, as formulações estão visualmente bem parecidas (FIGURA 10).

FIGURA 10 - FOTOGRAFIA DE ÁLCOOL GEL PRODUZIDO A PARTIR DOS TRÊS POLÍMEROS AVALIADOS.



Fonte: A autora, 2021.

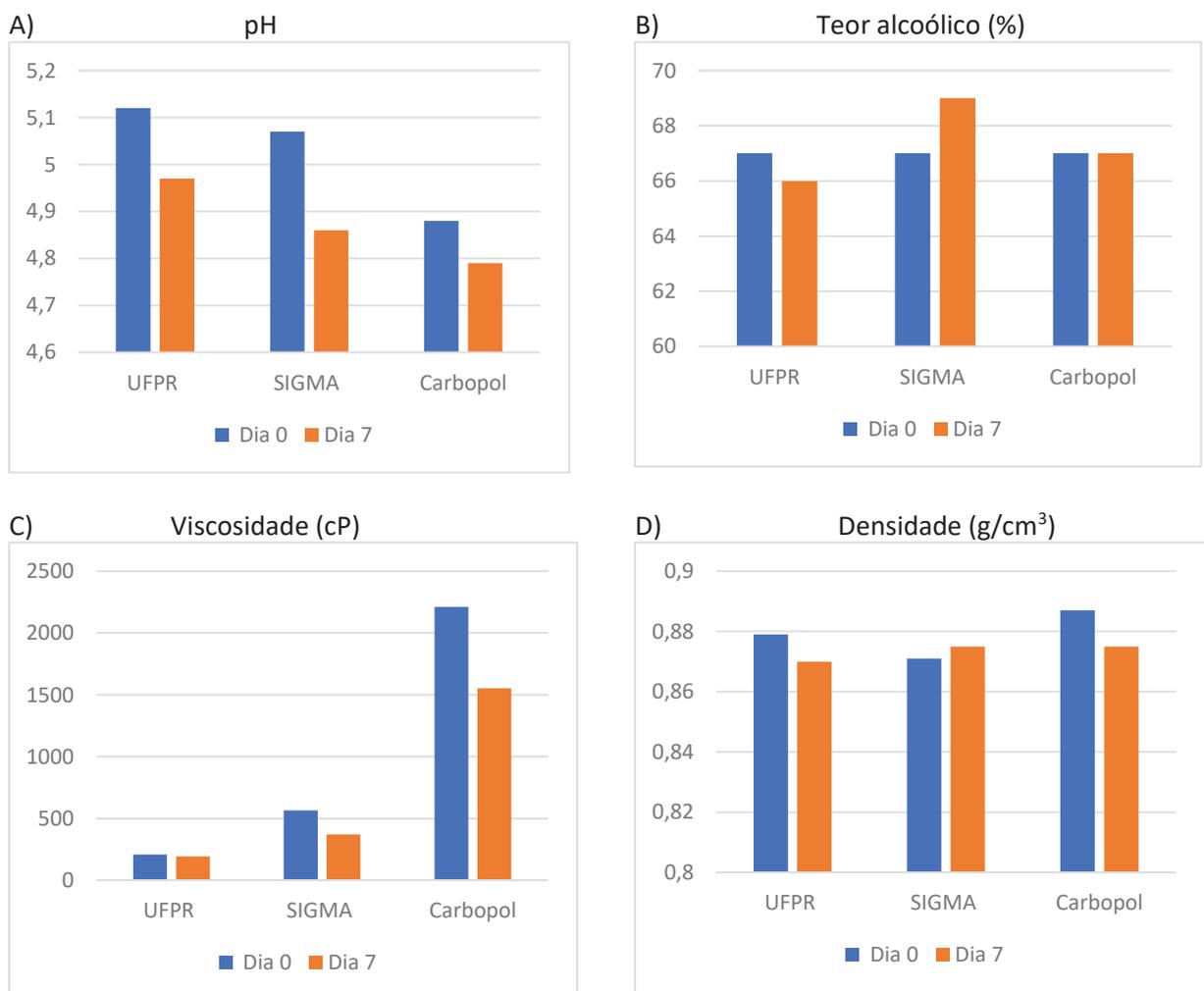
5.4 AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DO ÁLCOOL GEL APÓS 7 DIAS DE PRODUÇÃO E ANÁLISE SENSORIAL.

Normalmente, a avaliação da estabilidade de produtos fornece indicações sobre o comportamento do mesmo, em determinado intervalo de tempo, frente às condições ambientais a que possa ser submetido, desde a fabricação até o término da validade. Assim, devem ser avaliados fatores intrínsecos, como interações entre componentes, precipitação e pH, além de outras características químicas e fatores extrínsecos, como umidade, temperatura e tempo (ANVISA, 2004). Entretanto, nesse

estudo, apenas os parâmetros físico-químicos avaliados no dia da produção de álcool gel foram repetidos após 7 dias em condições normais de armazenagem.

Na Figura 11 podemos observar que o valor de pH diminuiu ligeiramente após 7 dias de produção nas amostras dos três polímeros avaliados (FIGURA 11A). Por outro lado, quanto ao teor alcoólico, cada amostra demonstrou um padrão peculiar (FIGURA 11B), visto que o álcool gel produzido a partir do carbômero manteve seu teor alcoólico inalterado após 7 dias, já o álcool produzido com a quitosana UFPR teve uma ligeira diminuição no teor alcoólico. Em contrapartida, o álcool produzido com quitosana SIGMA teve um ligeiro aumento no teor alcoólico. Essas variações podem ser atribuídas a algum erro aleatório na medida.

FIGURA 11 - AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DE 7 DIAS DAS FORMULAÇÕES PRODUZIDAS COM DIFERENTES POLÍMEROS.



Fonte: A autora, 2021.

A diminuição da viscosidade após 7 dias foi o padrão verificado para as amostras analisadas (FIGURA 11C). O álcool gel produzido a partir da quitosana SIGMA apresentou uma diminuição de 34% de viscosidade, seguido pelo carbômero com 30% e do álcool produzido a partir de quitosana UFPR com 7%. Pequenas alterações de densidade foram observadas após 7 dias de produção do álcool gel a partir dos três diferentes polímeros (FIGURA 11D).

Quanto ao parâmetro viscosidade após 7 dias de produção cabe aqui uma ressalva importante. Segundo a RDC nº 46 de fevereiro de 2002, a viscosidade deve ser analisada em equipamento Brookfield RTV com Spindle número 4 para 20 rpm na temperatura de 25 °C, e o resultado deve ser maior ou igual a 8000 cP (oito mil centipoise) para formulações que apresentem valores superiores ou igual a 68% p/p de etanol. Entretanto, esse modelo de equipamento é antigo e pouco disponível, o que dificulta a análise sob essas condições. Nesse sentido, o Laboratório de Biopolímeros da UFPR possui esse equipamento e fez as análises de viscosidade de algumas amostras para efeito de comparação (TABELA 15).

TABELA 15 - COMPARAÇÃO ENTRE AS ANÁLISES DE VISCOSIDADE APÓS 7 DIAS FEITAS EM DIFERENTES EQUIPAMENTOS.

Polímero	Proporção	Viscosímetro	
		IKA	Brookfield
Carbômero	0,50%	1554	1920
Sigma	0,50%	193	300
UFPR	1,00%	392	550
UFPR	1,40%	1452	1900

Fonte: A autora, 2021.

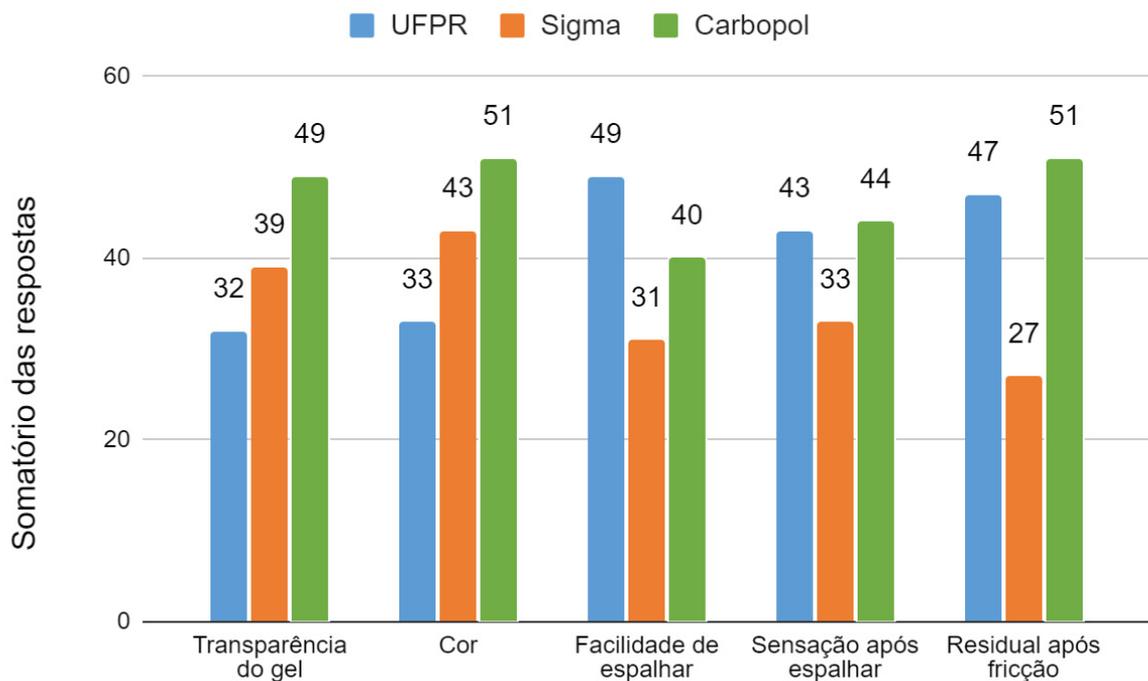
O resultado que mais chama atenção é que mesmo a formulação referência recomendada pela Farmacopeia utilizando carbômero como polímero, não atingiu o valor de viscosidade preconizado na legislação. Além disso, pela comparação dos resultados o equipamento IKA pode ser utilizado, com a metodologia descrita nesse trabalho, para avaliar a viscosidade do álcool gel produzido, sendo provável que assim que reconhecida a compatibilidade das análises outras metodologias podem ser incorporadas ou recomendadas pela legislação.

Considerando-se que a viscosidade Brookfield da formulação de álcool gel produzida a partir da quitosana UFPR (1,40%) praticamente se equiparou a

viscosidade do carbômero, afirma-se que a quitosana UFPR apresenta elevado potencial como alternativa de espessante para o álcool gel, principalmente sob os aspectos econômicos e ambiental, visto que esse biopolímero é proveniente de um resíduo e certamente mais barato que o espessante referência (carbômero).

Além disso, a avaliação sensorial feita com voluntários demonstrou que em relação aos parâmetros questionados (transparência, cor, facilidade de espalhamento, sensação após espalhamento e residual após fricção) (ANEXO 1), o álcool gel produzido com a quitosana UFPR obteve maior pontuação no parâmetro facilidade de espalhar e a pontuação foi semelhante ao espessante referência, o carbômero, nos itens sensação após espalhar e residual após fricção. Apenas nos parâmetros cor e transparência o álcool gel com quitosana UFPR recebeu a menor pontuação dentre os polímeros avaliados (FIGURA 12).

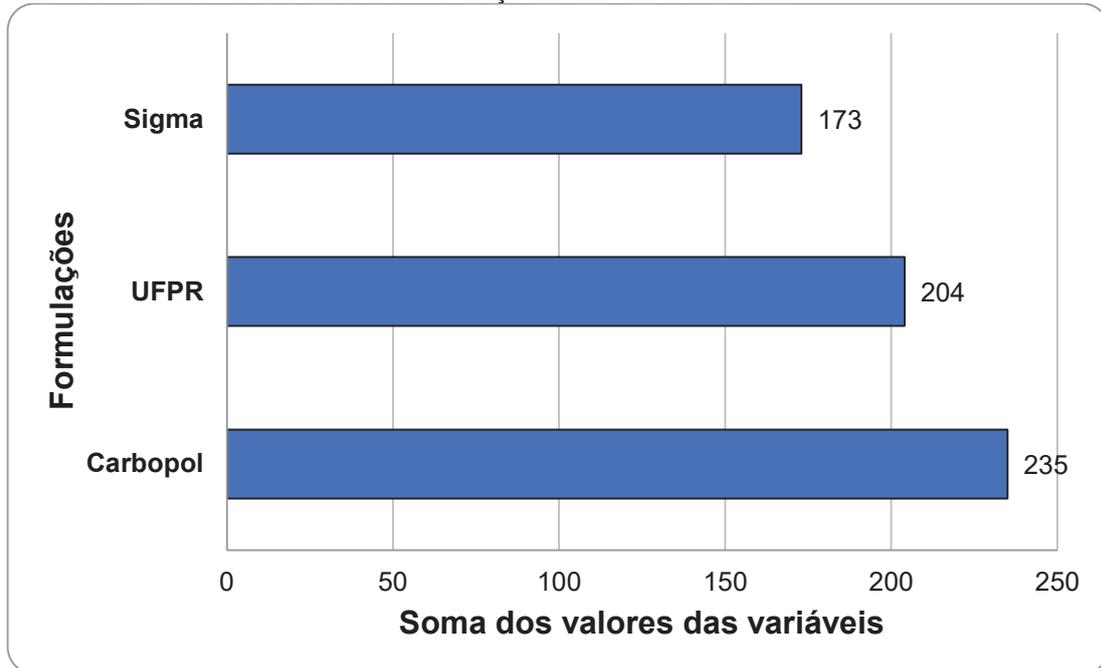
FIGURA 12 - ANÁLISE SENSORIAL REFERENTE AOS PARÂMETROS AVALIADOS COM AS TRÊS FORMULAÇÕES DE ÁLCOOL GEL



Fonte: A autora, 2021.

Considerando a somatória total dos parâmetros, observou-se que o álcool gel produzido com a quitosana UFPR apresentou pontuação 15% maior do que o produzido com a quitosana comercial e pontuação somente 13% menor que álcool gel produzido com o carbômero (FIGURA 13).

FIGURA 13 - SOMATÓRIA DOS PARÂMETROS AVALIADOS POR VOLUNTÁRIOS NA ANÁLISE SENSORIAL COM AS TRÊS FORMULAÇÕES DE ÁLCOOL GEL



Fonte: A autora, 2021.

Esse resultado é muito importante, pois conforme já mencionado, a quitosana UFPR pode ser considerada uma alternativa como espessante na produção de álcool gel, uma vez que a análise sensorial, mesmo que preliminar, indica comparabilidade com as demais formulações e principalmente uma boa aceitação por parte dos consumidores. Além disso, na literatura recente não foi encontrado estudo com a quitosana utilizada como espessante na produção de álcool gel.

Ademais, a utilização de um polímero renovável e biodegradável corrobora com a preocupação de muitos pesquisadores acerca da contaminação ambiental resultante da pandemia devido ao uso intensivo de materiais plásticos e não biodegradáveis (VANAPALLI et al., 2021).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos nesse trabalho demonstraram que tanto a quitosana proveniente de resíduos da carcinocultura, como a quitosana comercial promoveram viscosidade no álcool gel em todas as proporções avaliadas.

O ácido acético a 2,0%, dentre os ácidos avaliados, promoveu satisfatoriamente a solubilização da quitosana. Já na produção do álcool gel, observou-se que todas as proporções de quitosana UFPR avaliadas (0,5; 0,75; 1,0; 1,15; 1,30 e 1,40%) conferiram viscosidade ao álcool. No entanto, a proporção 1,15% foi a que apresentou a melhor relação entre a viscosidade e uma formulação sem grumos aparentes.

Quanto ao teor alcoólico, o álcool gel produzido com as menores proporções de quitosana apresentaram teor alcoólico compatível com o preconizado na legislação, de no mínimo 68,25% (m/m). Por outro lado, nas amostras produzidas com maiores proporções de quitosana (1,15, 1,30 e 1,40%), o valor obtido foi menor ao que é recomendado, necessitando assim de ajustes na produção.

Todas as formulações desenvolvidas apresentaram pH entre 5,08 a 5,12 o que atesta que as formulações estão com pH biocompatíveis com o pH fisiológico da pele (5,5 e 7,2) e que, portanto, podem ser seguramente usadas para assepsia das mãos.

Os experimentos comparativos de produção de álcool em gel a partir da quitosana UFPR, quitosana SIGMA e carbômero, mostraram que não houve diferença significativa entre eles, para os parâmetros teor alcoólico e densidade. Já considerando o pH do álcool gel não houve diferença estatística entre os polímeros quitosana UFPR e SIGMA, mas sim em relação ao pH do álcool gel com carbômero.

Entretanto, quanto a viscosidade do álcool gel, as amostras com quitosana UFPR e SIGMA conferiram valores semelhantes, mas significativamente diferente do carbômero, o qual possui uma capacidade espessante maior.

Considerando a avaliação de estabilidade após 07 dias do álcool gel produzido com quitosana UFPR e SIGMA e com carbômero, observou-se que ocorreram pequenas variações dos valores em todos os itens avaliados.

A análise sensorial revelou que quanto aos aspectos relacionados a sensação na pele o álcool gel produzido com a quitosana UFPR foi similar ao álcool gel

produzido com o carbômero e superior ao produzido com a quitosana comercial, demonstrando assim o potencial desse biopolímero.

Conclui-se que a quitosana é um biopolímero promissor e pode ser considerado uma alternativa como espessante na produção de álcool gel, por se tratar de um composto amplamente encontrado no meio ambiente, ser acessível do ponto de vista econômico visto que pode ser obtido dos resíduos da carcinocultura e ainda possuir características físico-químicas que favorecem sua atividade gelificante.

RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Otimização dos parâmetros de produção do álcool gel com a quitosana UFPR;
- Avaliação de amostras de quitosana com características diferentes, como GD e massa molar;
- Verificação da estabilidade por um período maior;
- Avaliação da mistura de polímeros na fabricação de álcool gel;
- Verificação de processos para melhorar os aspectos relacionados a cor e transparência do álcool gel produzido com quitosana.
- Avaliação dos aspectos econômicos relacionados aos polímeros.

REFERÊNCIAS

- ABCC. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE CAMARÃO. Camarão Marinho Cultivado. 2020. Disponível em: <<https://abccam.com.br/>>. Acesso em: 18 out. 2021.
- ACOSTA, A. L.; XAVIER, F.; CHAVES, L. S. M.; SABINO, E. C.; SARAIVA, A. M.; SALLUM, M. A. M. Interfaces à transmissão e *spillover* do coronavírus entre florestas e cidades. **Estudos Avançados**, v. 34, p. 191-207, 2020.
- ALVES, H. J.; FURMAN, M.; KUGELMEIER, C. L.; OLIVEIRA, C. R.; BACH, V. R.; LUPATINI, K. N. NEVES, A. C.; ARANTES, M. K. Effect of shrimp shells milling on the molar mass of chitosan. **Polímeros**, v. 27, p. 41-47, 2017.
- ALVES, H. J.; VIECELI, M.; ALVES, C.; MUNIZ, G. I. B.; OLIVEIRA, C. L. P.; FEROLDI, M.; ARANTES, M. K. Chitosan Depolymerization and Nanochitosan Production Using a Single Physical Procedure. **Journal of Polymers and the Environment**, v. 26, p. 3913-3923, 2018.
- ALVES, H. J.; GASPARRINI, L. J.; SILVA, F. E. B.; CACIANO, L.; MUNIZ, G. I. B.; BALLESTER, E. L. C.; CREMONEZ, P. A.; ARANTES, M. K. Alternative methods for the pilot-scale production and characterization of chitosan nanoparticles. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 28, p. 10977-10987, 2021.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Guia de estabilidade de produtos cosméticos**, Brasília: Anvisa, 2004.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Formulário nacional da farmacopeia brasileira**, 2.ed., Brasília: Anvisa, 2012.
- ANVISA. Agência de Vigilância Sanitária. **Segurança do paciente. Higienização das mãos**. Disponível em: <https://www.anvisa.gov.br/servicosaude/manuais/paciente_hig_maos.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2020a.
- ANVISA. Agência de Vigilância Sanitária. **Nota técnica GVIMS/GGTES/ANVISA nº 04/2020**. Disponível em: <https://portaldeboaspraticas.iff.fiocruz.br/wp-content/uploads/2021/09/nota-tecnica-gvims_ggtes_anvisa-04-2020-09-09-2021.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2020b.
- AZEVEDO V. V. C.; CHAVES, S. A.; BEZERRA, D. C.; FOOK, M. V. L.; COSTA, A. C. F. M. Quitina e Quitosana: aplicações como biomateriais. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, v. 2, p.27-34, 2007.
- BELASCO A. G. S.; FONSECA, C. D. Coronavírus 2020. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 73, p. 1-2, 2020.

BENVENUTO, D.; GIOVANETTI, M.; CICCOCCHI, A.; SPOTO, S.; ANGELETTI, S.; CICCOCCHI, M. The 2019 new Coronavirus Epidemic: Evidence for Virus Evolution. *Journal of Medical Virology*, v. 92, p. 1-5, 2020.

BEZERRA, A. M. **Síntese e Avaliações físico-químicas e Biológicas de derivados de quitosana de alta e baixa massa molecular.** (Dissertação de mestrado). 72 p. Universidade de São Paulo, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Coronavírus.** Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/coronavirus>>. Acesso em: 10 dez. 2020a.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Como se proteger?** Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/coronavirus/como-se-proteger>>. Acesso em: 15 nov. 2020b.

BRASIL. **Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº 422, de 16 de setembro de 2020.** Altera a Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº 350, de 19 de março de 2020, que define os critérios e os procedimentos extraordinários e temporários para a fabricação e comercialização de preparações antissépticas ou desinfetantes sem prévia autorização da Anvisa e dá outras providências, em virtude da emergência de saúde pública internacional relacionada ao SARS-CoV-2. *Diário Oficial da União*. Brasília, DF, 179, 22 nov. Seção 1, p. 133. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-de-diretoria-colegiada-rdc-n-422-de-16-de-setembro-de-2020-277906952>>. Acesso em: 25 nov. 2020.

BRASIL. **Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº 490, de 8 de abril de 2021.** Altera a Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº 46, de 20 de fevereiro de 2002, que aprova o Regulamento Técnico para o álcool etílico hidratado em todas as graduações e álcool etílico anidro, comercializado por atacadistas e varejistas. *Diário Oficial da União*. Brasília, DF, 69,14 abril. Seção 1, p. 204. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-490-de-8-de-abril-de-2021-314037800>>. Acesso em: 25 set. 2021.

CAMPANA - FILHO, S. P.; BRITTO, D.; CURTI, E.; ABREU, F. R.; CARDOSO, M. B.; BATTISTI, M. V.; SIM, P. C.; GOY, R. C.; SIGNINI, R.; LAVALL, R. L. Extração, estruturas e propriedades de α e β quitina. *Química Nova*, v. 30, p. 644-650, 2007.

CRAVEIRO, A. A.; CRAVEIRO, C. A.; QUEIROZ, C. D. **Quitosana a Fibra do Futuro.** Padetec, Fortaleza, Ceará, Brasil, p. 16-17, 1999.

CRUZ, C. V. M. N. **Alternativas ao carbopol 940 na fabricação de álcool em gel.** 46 p. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2021.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de pesquisa agropecuária. **Cientistas usam nanocelulose de pinus e de eucalipto como espessante para fabricação de álcool em gel.** Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/51565414/cientistas-usam-nanocelulose-de-pinus-e-de-eucalipto-como-espessante-para-fabricacao-de-alcool-em-gel?link=agencia>>. Acesso em: 05 nov. 2020.

ESTEVIÃO, P. L. S.; COLODI, F. G.; CARMO, L. C. L.; SANTOS, M. F. C.; BARISON, A.; D'OCA, C. R. M.; NAGATA, M.; FREITAS, R. A. Alcoholmeter as a Simple and Accessible Way for Ethanol Determination in Alcohol-Based Hand Sanitizers.. **Journal of. Brazilian Chemical Society**, v. 32, p. 1239-1248, 2021.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **The state of world fisheries and aquaculture:opportunities and challenges**. Rome: FAO, 243 p., 2014.

FIGUEIRÊDO, M. B.; ARAÚJO, L. F. P.; ROSA, M. F.; MORAIS, L. F. S.; PAULINO, W. D.; GOMES, R. B. Impactos ambientais da carcinocultura de águas interiores. 2006. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/esa/a/h7zjctGqPY9k4BsgxqZf83q/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 03 nov. 2021.

FIOCRUZ. FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. **Informações sobre o uso de álcool em gel**. Disponível em: <https://www.incqs.fiocruz.br/index.php?option=com_content&view=article&id=2219:atencao-informacoes-sobre-o-uso-de-alcool-em-gel&catid=42&Itemid=132>. Acesso em: 10 nov. 2020.

FIOCRUZ. FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. **Por que a doença causada pelo novo coronavírus recebeu o nome de Covid-19?** Disponível em: <<https://portal.fiocruz.br/pergunta/por-que-doenca-causada-pelo-novo-coronavirus-recebeu-o-nome-de-covid-19>>. Acesso em: 10 jul. 2021.

GASPARRINI, L. J. **Efeito da massa molar da quitosana em membranas utilizadas em células a combustível**. 83 p. (Dissertação de mestrado). Universidade Federal do Paraná, Palotina, 2018.

GIRALDO, J. D.; RIVAS, B. L. Direct ionization and solubility of chitosan in aqueous solutions with acetic acid. **Polymer Bulletin**, v. 78, p. 1465-1488, 2021.

KOSTAG, M.; SEOUD, O. A. E. Sustainable biomaterials based on cellulose, chitin and chitosan composites - A review. **Carbohydrate Polymer Technologies and Applications** v. 2, 100079, 2021.

KUBOTA, N. Molecular weight dependence of the properties of chitosan and chitosan hydrogel for use in sustained-release drug. **Bulletin of the Chemical Society of Japan**, v. 66, p. 1807-1812, 1993.

KUMAR, M. N. V. R. A review of chitin and chitosan applications. **Reactive and functional Polymers**, v. 46, pg 1-27, 2000.

LIMA, M. L. S. O.; ALMEIDA, R. K. S.; FONSECA, F. S. A.; GONÇALES, C. C. S. A química dos saneantes em tempos de COVID-19: Você sabe como funciona? **Química Nova**, v. 43, p. 668-678, 2020.

LUBRIZOL ADVANCED MATERIALS (2008). **Carbopol polymers Overview**. Disponível em: <<https://vdocuments.net/carbopol-polymer-powder.html> >. Acesso em: 22 out. 2021.

LUBRIZOL ADVANCED MATERIALS (2021). **Carbopol® 940 NF Polymer**. Disponível

em: <<https://www.lubrizol.com/Health/Pharmaceuticals/Excipients/Carbopol-Polymer-Products/Carbopol-940-NF-Polymer>>. Acesso em: 23 nov. 2021.

LUPATINI, K. N.; SCHAFFER, J. V.; MACHADO, B.; SILVA, E. S.; ELLENDERSEN, L. S. N.; MUNIZ, G. I. B.; FERRACINI, R. J.; ALVES, H. J. Development of Chitosan Membranes as a Potential PEMFC Electrolyte. **Journal of Polymers and the Environment**, v. 26, p. 2964-2972, 2018.

MATHUR, N. K.; NARANG, C. K. Chitin and chitosan, versatile polysaccharides from marine animals. **Journal of Chemical Education**, v. 67, n. 11, p. 938, 2000.

MONTEIRO, J. O. A. **Preparação, modificação química e calorimetria do biopolímero quitosana**. 113 p. (Dissertação de mestrado). Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

MOURA, C.; MUSZINSKI, P.; SCHIMIDT, C.; ALMEIDA, J.; PINTO, L. Quitina e Quitosana produzidas a partir de resíduos de camarão e siri: avaliação do processo em escala piloto. **Vetor**, v. 16, p. 37-45, 2006.

NEVES, A. C.; SCHAFFNER, R. de A.; KUGELMEIER, C. L.; WIEST, A. M.; ARANTES, M. K. Otimização de processos de obtenção de quitosana a partir de resíduo da carcinocultura para aplicações ambientais. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 2, p. 34-47, 2013.

OPAS. Organização Pan Americana de Saúde. **Folha informativa COVID-19 - Escritório da OPAS e da OMS no Brasil**. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/covid19>. Acesso em: 02 out. 2021.

ORTIZ-PRADO et al. Clinical, molecular, and epidemiological characterization of the SARS-CoV-2 virus and the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), a comprehensive literature review. **Diagnostic Microbiology and Infectious Disease**, v. 98, 115094, 2020.

RAMÍREZ, M. Á.; RODRÍGUEZ, A. T.; ALFONSO, L. PENICHE, C. **La quitina y sus derivados, biopolímeros con potencialidades de aplicación agrícola**. Ciudad de La Habana, Cuba. 2010.

RINAUDO, M.; PAVLOV, G.; DESBRIÈRES, J. Influence of acetic acid concentration on the solubilization of chitosan. **Polymer**, v. 40, p. 7029-7032, 1999.

RINAUDO, M. Chitin and chitosan: Properties and applications. **Progress in Polymer Science**. v. 31, p. 603-632, 2006.

ROCHA, I. D. P.; RODRIGUES, J. A. A carcinocultura brasileira em 2003. **Revista da Associação Brasileira de Criadores de Camarão**, n. 12, p. 1, 2014.

SAHIDI, F.; ARACHCHI, J. K. V.; JEON, Y. J. Food applications of chitin chitosans. **Trends and Food Science & Technology**, v. 10, n. 2, p. 37-51, 1999.

SANTOS, J. E.; SOARES, J. P.; DOCKAL, E. R.; CAMPANA FILHO, S. P.; CAVALHEIRO, E. T. G. Caracterização de quitosanas comerciais de diferentes Origens. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 13, p. 242-249, 2003.

SCHAFFER, J. V.; LUPATINI, K. N.; MACHADO, B.; SILVA, E. S.; FERRACIN, R. J.; ALVES, H. J. Parameters effect on proton conductivity to obtain chitosan membranes for use as electrolytes in PEMFC. **International Journal of Energy Research**. v. 42, p. 1381-1385, 2018.

SEBRAE. CARTILHA BÁSICA. **Criação de Camarão**. Sergipe, 2018. Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/RN/Anexos/Aquicultura-Criacao-de-Camaracao-Cartilha-Basica.pdf>>. Acesso em: 18 out. 2021.

SEQUINEL, R.; LENZ, G. F.; SILVA, F. J. L. B.; SILVA, F. R. Soluções a base de álcool para higienização das mãos e superfícies na prevenção da Covid-19: compêndio informativo sob o ponto de vista da química envolvida. **Química Nova**, v. 43, p. 679-684, 2020.

SIGMA-ALDRICH. **Chitosan: medium molecular weight**. Disponível em: <<https://www.sigmaaldrich.com/BR/pt/product/aldrich/448877?context=product>>. Acesso em: 23 agos. 2021.

SILVA, H. S. R. C.; SANTOS, K. S. C. R. dos; FERREIRA, E. I. Quitosana: derivados hidrossolúveis, aplicações farmacêuticas e avanços. **Química Nova**, v. 29, p. 776-78, 2006.

SINGLA, A. K.; CHAWLA, M. Chitosan: some pharmaceutical and biological aspects - an update. **Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 53, p. 1047-1067, 2001.

TOILAMATE, A.; DESBRIÉRES, J.; RHAZIA, M.; ALAGUIC, A.; VINCENDOND, M.; VOTTERO, P. On the influence of deacetylation process on the physicochemical characteristics of chitosan from squid chitin. **Polymer**, v.41, p. 2463-246, 2000.

VANAPALLI, K. R.; SHARMA, H.B; RANJAN, V. P.; SAMAL, B.; BHATTACHARYA, J.; DUBEY, B. K.; GOEL, S. Challenges and strategies for effective plastic waste management during and post COVID-19 pandemic. **Science of the Total Environment**, v. 750,141514, 2021.

WONG, T.W. Chitosan and its uses in design of insulin delivery system. **Recents Patents on drug delivery & formulation**, v. 3, p. 8-25, 2009.

ANEXO 1

Ministério da Educação
Universidade Federal do Paraná
Setor Palotina

Rua Pioneiro, 2153, Jardim Dallas, CEP 85950-000, Palotina – Paraná, Tel.: (44) 3211.8529

ANÁLISE SENSORIAL ÁLCOOL GEL

Avalie o álcool gel produzido em relação aos fatores sensoriais:

1- Com relação a transparência do gel:

← Menos transparente () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 Mais transparente→

2- Com relação a cor :

← Opaco () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 Transparente→

3- Com relação a facilidade de espalhar:

← Pegajoso () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 não pegajoso→

4- Com relação a sensação após espalhar:

← Úmida () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 Seca→

5- Com relação ao residual após fricção:

← Presente () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 Ausente→