



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE CARAÚBAS
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

LAVOISIER MOURA DE SOUSA NETO

**PRODUÇÃO DE ÁLCOOL EM GEL UTILIZANDO HPMC E QUITOSANA COMO
ESPESSANTES: USO DE UM PLANEJAMENTO FATORIAL 2^2 E 2^3 COM
REPETIÇÃO.**

CARAÚBAS/RN

2022

LAVOISIER MOURA DE SOUSA NETO

**PRODUÇÃO DE ÁLCOOL EM GEL UTILIZANDO HPMC E QUITOSANA COMO
ESPESSANTES: USO DE UM PLANEJAMENTO FATORIAL 2² E 2³ COM
REPETIÇÃO.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a
Universidade Federal Rural do Semi-Árido –
UFERSA, Campus Caraúbas para a obtenção
do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Freitas Freire
Martins

CARAÚBAS/RN

2022

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

S725p Sousa Neto, Lavoisier Moura.
PRODUÇÃO DE ÁLCOOL EM GEL UTILIZANDO HPMC E
QUITOSANA COMO ESPESANTES: USO DE UM
PLANEJAMENTO FATORIAL 2^2 E 2^3 COM REPETIÇÃO. /
Lavoisier Moura Sousa Neto. - 2022.
73 f. : il.

Orientador: Daniel Martins.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2022.

1. Coronavírus. 2. Gelificantes. 3.
Higienização. 4. Quimiometria. I. Martins, Daniel,
orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Caraúbas
Bibliotecária: Dalvanira Brito Rodrigues
CRB: 15/700

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

LAVOISIER MOURA DE SOUSA NETO

**PRODUÇÃO DE ÁLCOOL EM GEL UTILIZANDO HPMC E QUITOSANA
COMO ESPESSANTES: USO DE UM PLANEJAMENTO FATORIAL 2^2 E 2^3
COM REPETIÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado a Universidade Federal Rural
do Semi-Árido – UFERSA, Campus
Caraúbas para a obtenção do título de
Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Defendida em: 10 / 06 / 2022.

BANCA EXAMINADORA

DANIEL FREITAS FREIRE Assinado de forma digital por DANIEL
FREITAS FREIRE MARTINS; Dados: 2022.06.15 14:59:22 -03'00'

Prof. Dr. Daniel Freitas Freire Martins (UFERSA)
Presidente

Guymmann Assinado digitalmente por Guymmann Clay da Silva
Clay da Silva DN: OU=UFERSA, CN=Guymmann Clay da Silva,
E=guymmann@ufersa.edu.br
Razão: Eu sou o autor deste documento
Localização: sua localização de assinatura aqui
Data: 2022.06.14 12:42:26-03'00'
Foxit PDF Reader Versão: 11.2.1

Prof^a. Dr^a. Guymmann Clay da Silva (UFERSA)
Membro Examinador

JOE VITOR ALVES Assinado digitalmente por JOE VITOR ALVES DO
DO NASCIMENTO NASCIMENTO: DN: CN=JOE VITOR ALVES DO NASCIMENTO:
OU=UFERSA - Universidade Federal
Rural do Semi-Árido, O=ICPEdu, C=BR
Razão: Eu sou o autor deste documento
Localização: sua localização de assinatura aqui
Data: 2022.06.14 19:19:50-03'00'
Foxit PDF Reader Versão: 11.2.2

Prof. Me. Joe Vitor Alves do Nascimento (UFERSA)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por abençoar minha vida, por estar sempre ao meu lado nessa caminhada árdua, por me conceder saúde todos os dias para enfrentar qualquer empecilho em minha jornada e por não me deixar cair perante os medos e anseios sobre o futuro. A ti, senhor, toda Honra e toda Glória.

Aos meus pais, Lavoisier Moura de Sousa Júnior e Pollyana Dantas Ferreira de Sousa, por sempre me apoiarem de todas as formas nos meus objetivos e acreditarem na minha capacidade de vencer. Eu amo muito vocês!

Ao meu irmão, Kennedy Lamartine Dantas de Sousa, uma pessoa a qual sempre poderei contar na minha vida, seja para me ajudar no dia a dia ou ainda para compartilhar meus melhores momentos.

A minha irmã, Maria Letícia Dantas de Sousa, essa princesa que desde que chegou completou nossas vidas inteiramente de amor.

Aos meus avós, Eliene Pereira Dantas e Tayrone Medeiros, que sempre recebi amor de forma incondicional.

Ao meu tio e tia, Petroliano Dantas e Dandara, que sempre me apoiarão.

A minha avó, Laudiceia Alípio de Araújo, que não está mais entre nós, mas sempre acreditou no meu potencial e sempre disse que eu me formaria.

Aos amigos de longa data, em especial, Gabriel Oliveira, Igor Soares, Junior Costa, João Kléber, Ruan César, Samuel Sousa, Samuel Pereira, por toda amizade e companheirismo, e por nunca estarem longe apesar da distância.

Aos amigos que fiz durante a graduação, em especial, Erivaneide Araújo, Ingrid Miranda, João Ítalo, Jonatan Gomes, Mateus Cavalcante, Saulo Gabryel.

Ao meu orientador, Daniel Freitas Freire Martins, por todo empenho, paciência durante o projeto TCC, pois, além de ser um profissional singular na sua área, se tornou um grande amigo, que me ajudou sempre que precisei.

A professora Guymmann, pelo apoio e grande ajuda em parte dos experimentos.

À Banca Examinadora, por estarem a disposição para a avaliação do meu trabalho e pelos ensinamentos que me passaram.

RESUMO

No decorrer de uma pandemia a higienização das mãos é de extrema importância na prevenção a tais contaminações. Na vigente pandemia do COVID-19 ocorreu um aumento desordenado na procura pelo álcool em gel, causando a sua privação no comércio nacional. Em consequência do aumento da demanda no mercado brasileiro e mundial, o carbopol, que é o principal espessante utilizado na produção de álcool em gel enfrentou escassez especialmente nos primeiros meses da pandemia. Dessa maneira, a substituição do carbopol por outros espessantes alternativos é extremamente necessária. Seguindo nessa busca por um espessante alternativo e com base em alguns estudos iniciais, este projeto teve como objetivo comprovar a utilização do hidroxipropilmetilcelulose – HPMC e da Quitosana como substituintes do carbopol na produção do álcool em gel. Para determinar as condições ideais de produção do álcool em gel utilizando o HPMC como espessante, foi realizado um planejamento fatorial 2^2 com repetição e para determinar as condições ideais de produção do álcool em gel utilizando a mistura de HPMC + quitosana como espessante, foi realizado um planejamento fatorial 2^3 com repetição. Com o auxílio das seguintes caracterizações de cunho quantitativo: teor alcoólico, densidade, turbidez, condutividade, pH e resistência a centrifugação, juntamente com a avaliação organoléptica de caráter qualitativo. Com isso obteve-se que a análise do teor alcoólico dos ensaios foi satisfatória, em relação a densidade, constatou-se que apesar de uma maior quantidade de quitosana adicionada na solução, os valores de densidade obtidos estão próximos uns dos outros, é importante destacar que o percentual de quitosana é aquele que causa a maior modificação da turbidez das amostras. Ao se analisar a cor dos ensaios, é evidente que os que detêm a quitosana sofreram alterações. Em relação ao odor foi constatado bons resultados ao se utilizar o ácido clorídrico. Com base em todos os resultados apresentados anteriormente, pode-se determinar os melhores ensaios, portanto, os ensaios 1 e 2 são os que exibem melhores características para produção do álcool em gel utilizando o HPMC como espessante (amostras com um teor alcoólico de 65 % ou 70 % e percentual de HPMC igual a 0,25 %). Já para os ensaios que utilizam a Quitosana e o HPMC como espessantes, o ensaio 6 é o que exibe melhor característica para produção de álcool em gel, ou seja, a amostra com um teor alcoólico de 70 %, percentual de Quitosana igual a 0,1 % e que utiliza uma solução de ácido clorídrico para regular o pH para aproximadamente 6. Após a finalização dos experimentos utilizando a quitosana, parte dela precipitou, assim, foi realizada a determinação do grau de desacetilação da quitosana no material, obtendo-se um valor médio de 19,33 %. Por essa razão, esse trabalho será dado continuidade e será adquirido uma quitosana de melhor qualidade para a realização de novos testes.

PALAVRAS-CHAVES: Coronavírus, Gelificantes, Higienização, Quimiometria.

ABSTRACT

During a pandemic, hand hygiene is extremely important in preventing such contamination. In the current pandemic of COVID-19 there was an inordinate increase in the demand for gelalcohol, causing its deprivation in the national commerce. As a consequence of the increased demand in the Brazilian and world markets, carbopol, which is the main thickener used in the production of gel alcohol, faced shortages especially in the first months of the pandemic. Therefore, the replacement of carbopol by other alternative thickeners is extremely necessary. Following this search for an alternative thickener and based on some initial studies, this project aimed to prove the use of hydroxypropylmethylcellulose - HPMC and chitosan as carbopol substitutes in the production of alcohol gel. To determine the optimal production conditions of gel alcohol using HPMC as thickener, a factorial design 2^2 with repetition was performed, and to determine the optimal production conditions of gel alcohol using the mixture of HPMC + chitosan as thickener, a factorial design 2^3 with repetition was performed. Using the following quantitative characterizations: alcohol content, density, turbidity, conductivity, pH, and resistance to centrifugation, along with a qualitative organoleptic evaluation. According to this, it was obtained that the analysis of the alcohol content of the tests was satisfactory, in relation to density, it was found that despite a greater amount of chitosan added to the solution, the density values obtained are close to each other, it is important to note that the percentage of chitosan is the one that causes the greatest modification of the turbidity of the samples. When analyzing the color of the tests, it is evident that those with chitosan have undergone changes. Regarding the odor, good results were found when using hydrochloric acid. Based on all the results presented above, the best tests can be determined, therefore, tests 1 and 2 are the ones with the best characteristics for the production of gel alcohol using the HPMC as thickener (samples with an alcohol content of 65% or 70% and percentage of HPMC equal to 0.25%). For the tests using chitosan and HPMC as thickeners, test 6 shows the best characteristics for the production of alcohol gel, i.e., the sample with an alcohol content of 70%, chitosan percentage equal to 0.1% and using a hydrochloric acid solution to adjust the pH to approximately 6. After completion of the experiments using chitosan, part of it precipitated, so the degree of deacetylation of chitosan in the material was determined, obtaining an average value of 19.33%. For this reason, this work will be continued and a better quality chitosan will be acquired for further tests.

KEYWORDS: Coronavirus, Gelling agents, Hygienization, Chemometrics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Situação da covid-19 em cada região.	17
Figura 02 – Estrutura típica de uma HPMC.	26
Figura 03 – Estrutura química da Quitina e da Quitosana.	27
Figura 04 – pHmetro de bancada.....	39
Figura 05 – Centrífuga utilizada nos experimentos.	39
Figura 06 – Turbidímetro de bancada.	40
Figura 07 – Sonda multiparâmetro utilizada nos experimentos.	41
Figura 08 – Densímetro automático utilizado nos experimentos.	41
Figura 09 – Ensaios 1 e 2 que apresentaram o melhor resultado.	50
Figura 10 – Ensaio 6 que apresentou o melhor resultado.....	59
Figura 11 – Condutividade vs volume de NaOH.	60
Figura 12 – Planejamento fatorial 2^2 referente ao teor alcoólico.	68
Figura 13 – Planejamento fatorial 2^2 referente a densidade.	68
Figura 14 – Planejamento fatorial 2^2 referente a turbidez.	69
Figura 15 – Planejamento fatorial 2^2 referente a condutividade.	69
Figura 16 – Planejamento fatorial 2^2 referente ao pH.	70
Figura 17 – Planejamento fatorial 2^2 referentes a resistência a centrifugação.	70
Figura 18 – Planejamento fatorial 2^3 referentes ao teor alcoólico.	71
Figura 19 – Planejamento fatorial 2^3 referentes a densidade.	71
Figura 20 – Planejamento fatorial 2^3 referentes a turbidez.	72
Figura 21 – Planejamento fatorial 2^3 referentes a condutividade.	72
Figura 22 – Planejamento fatorial 2^3 referente a resistência ao pH.....	73
Figura 23 – Planejamento fatorial 2^3 referente a resistência a centrifugação.....	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Fatores e níveis utilizados no experimento.....	33
Tabela 02 – Coeficientes de contraste para um planejamento fatorial 2^2	33
Tabela 03 – Condições de produção do álcool em gel utilizadas em cada ensaio.....	34
Tabela 04 – Composição das amostras produzidas de álcool em gel utilizando HPMC como espessante.....	35
Tabela 05 – Fatores e níveis utilizados no experimento.....	35
Tabela 06 – Coeficientes de contraste para um planejamento fatorial 2^3	36
Tabela 07 – Condições de produção do álcool em gel utilizadas em cada ensaio.....	36
Tabela 08 – Composição das amostras produzidas de álcool em gel utilizando HPMC e Quitosana como espessante.....	37
Tabela 09 – Fatores e níveis utilizados no experimento.....	44
Tabela 10 – Respostas e médias para o planejamento fatorial 2^2 em relação ao teor alcoólico.....	45
Tabela 11 – Efeitos de primeira ordem, segunda ordem, valores do erro e do produto do erro pelo t de student em relação ao teor alcoólico.....	45
Tabela 12 – Respostas e médias para o planejamento fatorial 2^2 em relação a densidade.....	46
Tabela 13 – Efeitos de primeira ordem, segunda ordem, valores do erro e do produto do erro pelo t de student em relação a densidade.....	46
Tabela 14 – Respostas e médias para o planejamento fatorial 2^2 em relação a turbidez.....	47
Tabela 15 – Efeitos de primeira ordem, segunda ordem, valores do erro e do produto do erro pelo t de student em relação a turbidez.....	47
Tabela 16 – Respostas e médias para o planejamento fatorial 2^2 em relação a condutividade.....	48
Tabela 17 – Efeitos de primeira ordem, segunda ordem, valores do erro e do produto do erro pelo t de student em relação a condutividade.....	48
Tabela 18 – Respostas e médias para o planejamento fatorial 2^2 em relação ao pH.....	48
Tabela 19 – Efeitos de primeira ordem, segunda ordem, valores do erro e do produto do erro pelo t de student em relação ao pH.....	49
Tabela 20 – Respostas e médias para o planejamento fatorial 2^2 em relação a resistência a centrifugação.....	49
Tabela 21 – Efeitos de primeira ordem, segunda ordem, valores do erro e do produto do erro pelo t de student em relação a resistência a centrifugação.....	49

Tabela 22 – Aspecto, cor e odor dos ensaios referentes ao planejamento 2 ²	50
Tabela 23 – Fatores e níveis utilizados no experimento.....	51
Tabela 24 – Respostas e médias para o planejamento fatorial 2 ³ em relação ao teor alcoólico.....	52
Tabela 25 – Efeitos de primeira ordem, segunda ordem, terceira ordem e os valores do erro e do produto do erro pelo t de student em relação ao teor alcoólico.....	52
Tabela 26 – Respostas e médias para o planejamento fatorial 2 ³ em relação a densidade.....	53
Tabela 27 – Efeitos de primeira ordem, segunda ordem, terceira ordem e os valores do erro e do produto do erro pelo t de student em relação a densidade.....	53
Tabela 28 – Respostas e médias para o planejamento fatorial 2 ³ em relação a turbidez.....	54
Tabela 29 – Efeitos de primeira ordem, segunda ordem, terceira ordem e os valores do erro e do produto do erro pelo t de student em relação a turbidez.....	54
Tabela 30 – Respostas e médias para o planejamento fatorial 2 ³ em relação a condutividade.....	56
Tabela 31 – Efeitos de primeira ordem, segunda ordem, terceira ordem e os valores do erro e do produto do erro pelo t de student em relação a condutividade.....	56
Tabela 32 – Respostas e médias para o planejamento fatorial 2 ³ em relação ao pH.....	57
Tabela 33 – Efeitos de primeira ordem, segunda ordem, terceira ordem e os valores do erro e do produto do erro pelo t de student em relação ao pH.....	57
Tabela 34 – Respostas e médias para o planejamento fatorial 2 ³ em relação a resistência a centrifugação.....	58
Tabela 35 – Efeitos de primeira ordem, segunda ordem, terceira ordem e os valores do erro e do produto do erro pelo t de student em relação a resistência a centrifugação.....	58
Tabela 36 – Aspecto, cor e odor dos ensaios referentes ao planejamento 2 ³	59

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Reagentes utilizados no decorrer do estudo para produção de álcool em gel.....	31
Quadro 02 – Equipamentos utilizados durante o estudo para produção de álcool em gel.....	32
Quadro 03 – Valores do grau do alcoômetro centesimal de 100 a 2, em volume (°GL), a respectiva densidade da mistura alcoólica a 15 °C e o título ponderal.....	74
Quadro 04 – Força Real dos Líquidos Espirituosos.....	75

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GERAL:	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	15
3. REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1 LEVANTAMENTO HISTÓRICO SOBRE DOENÇAS, EPIDEMIAS E PANDEMIAS A NÍVEL MUNDIAL E NO BRASIL.	16
3.2 CENÁRIO ATUAL DA COVID-19 MUNDIALMENTE E NO BRASIL.	17
3.3 FORMAS DE COMBATER A COVID-19.....	18
3.4 HIGIENIZAÇÃO DAS MÃOS.	19
3.5 ANTIMICROBIANOS.	20
3.6 PERFORMANCE DOS ANTIMICROBIANOS.	21
3.7 LEGISLAÇÃO SOBRE OS ANTIMICROBIANOS (ANTISSÉPTICOS, DESINFETANTES).	21
3.8 ÁLCOOL EM GEL 70° INPM COMO ARMA NO COMBATE AO VÍRUS.....	22
3.9 LEGISLAÇÃO DO ÁLCOOL EM GEL 70° IMPM.	23
3.10 MÉTODOS DE CARACTERIZAÇÃO DO ÁLCOOL EM GEL.....	23
3.11 ESPESSANTES.....	24
3.12 HPMC COMO ESPESSANTE.....	25
3.13 QUITOSANA COMO ESPESSANTE.....	26
3.14 PRINCIPAIS APLICAÇÕES.	28
3.15 PLANEJAMENTO FATORIAL.	28
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	31
4.1 VIDRARIAS, REAGENTES E EQUIPAMENTOS.....	31
4.2 DETERMINAÇÃO DO TEOR ALCOÓLICO DO ALCOÓL LÍQUIDO.....	32
4.2.1 Amostra de referência.	33
4.3PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS DE ALCOÓL EM GEL COM DIFERENTES ESPESSANTES E SUAS MISTURAS.....	33
4.3.1 Planejamento fatorial 2² com repetição.	33
4.3.2 Amostras de álcool em gel produzidas utilizando hidroxipropilmetilcelulose – HPMC.....	34
4.3.3 Planejamento fatorial 2³ com repetição.	35
4.3.4 Amostras de álcool em gel produzidas utilizando Quitosana e hidroxipropilmetilcelulose – HPMC.....	36
4.4 AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO.....	38

4.4.1 Avaliação organoléptica.....	38
4.4.2 Análise do pH.....	39
4.4.3 Resistência à centrifugação	39
4.4.4 Análise da densidade.....	40
4.4.5 Análise da turbidez.....	40
4.4.6 Condutividade elétrica.....	41
4.4.7 Teor alcoólico.....	41
4.5 ANÁLISE DE DADOS	42
4.6 DETERMINAÇÃO DO GRAU DE DESACETILAÇÃO	42
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
5.1 PLANEJAMENTO FATORIAL 2 ²	44
5.1.1 Teor Alcoólico	45
5.1.2 Densidade	46
5.1.3 Turbidez	47
5.1.4 Condutividade	47
5.1.5 pH.....	48
5.1.6 Resistência a Centrifugação	49
5.1.7 Avaliação Organoléptica.....	49
5.2 PLANEJAMENTO FATORIAL 2 ³	50
5.2.1 Teor Alcoólico	51
5.2.2 Densidade	52
5.2.3 Turbidez.....	54
5.2.4 Condutividade	55
5.2.5 pH.....	56
5.2.6 Resistência a Centrifugação	57
5.2.7 Avaliação Organoléptica.....	58
5.3 GRAU DE DESACETILAÇÃO DA QUITOSANA.....	60
6. CONCLUSÕES	61
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
APÊNDICE.....	68

1. INTRODUÇÃO

Não é de hoje que o homem conhece e tem que conviver com uma pandemia. Na história da humanidade várias foram as ocasiões que elas aconteceram e assim surgiram uma série de problemas e o principal deles é como controlar e combater tais doenças. Depois de vários estudos para cada caso e muitos infortúnios, conseguiu-se desenvolver métodos de prevenção como as vacinas.

Atualmente, a pandemia de Covid-19 vem gerando consequências epidemiológicas em níveis nacionais e internacionais. Não sendo suficiente essas repercussões, os setores sociais, econômicos, políticos, históricos e culturais também estão sofrendo com esse vírus avassalador.

Com o objetivo de ratificar a estratégia e as indicações necessárias à higienização das mãos, o Centro de Controle e Prevenção de Doenças (CDC, Centers for Disease Control and Prevention), a partir de 1975, regularizou guias e diretrizes a respeito da prática de higiene das mãos, de forma a aconselhar as situações em que se é fundamental seu emprego (COELHO et al., 2011).

Desse modo, foram divulgados novos procedimentos de lavagem e antissepsia com o objetivo de proporcionar inovações e qualificações sobre o assunto. O mais atual, remonta do ano de 2002, provocou grande reverberação nesta área, sucedendo a substituição da expressão lavagem das mãos por higienização das mãos, deixando evidente a dimensão desta prática (COELHO et al., 2011).

De acordo com o Art.196 da Constituição Federal do Brasil, “a saúde é direito de todos e dever do estado, garantido mediante políticas sociais e econômicas que visem a redução do risco de doenças e de outros agravos e ao acesso universal e igualitário às ações e serviços para a sua promoção, proteção e recuperação” (BRASIL, 2016).

A fabricação e venda de álcool é um componente vital no plano que a sociedade idealizou para enfrentar o novo coronavírus, desse modo é justo e necessário a criação de novos meios e elaboradas alternativas com a finalidade de maximizar a produção deste item.

O álcool em gel vem se tornando um dos mais adequados artigos de proteção dentre as normas de segurança na batalha contra a COVID-19. Desse modo, é necessário gerenciamento nos processos de fabricação, processo este que é regido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária-ANVISA, onde ela tornou mais versátil várias normas e regras, beneficiando e tornando mais ágil a produção do composto, inclusive consentindo a utilização de outros

espassantes que anteriormente não eram utilizados nos métodos de fabricação (ANVISA, 2020).

De acordo com Santos (2002), é notório que a implementação do álcool em forma de gel no comércio veio de maneira significativa, onde se foi capaz de notar, a diminuição no número de ocorrências de queimaduras em casa ou no trabalho, provocado pelo álcool líquido em diferentes momentos.

Consequentemente, depois que o vírus se disseminou por todo o mundo e em circunstância da escassez de outros sanitizantes que se desencadeou, em sobretudo de álcool em gel, aconteceu um aumento desgovernado da sua cotação no comércio, assim como de todas as matérias-primas que eram indispensáveis para a produção. O estudo e conhecimento por novas formas de pesquisa foram cruciais, todavia, um dos produtos que, em seu primeiro ano de pandemia, apresentou grande escassez, foi o carbopol, substância que é responsável pelo acréscimo da viscosidade do álcool líquido para obtenção do gel (BITTENCOURT, 2020).

Considerando a gigantesca busca por espessantes, onde possam se equiparar as propriedades do carbopol, este trabalho tem como objetivo geral verificar a viabilidade de utilização da Quitosana e do Hidroxipropilmetilcelulose (HPMC) como espessantes para a produção do álcool gel.

A quitosana é um polissacarídeo que pode ser adquirido através do processamento de resíduos de frutos do mar. É atóxica, biocompatível, biodegradável, antifúngica, antimicrobiana e com excelentes propriedades, não deixando, especialmente, resíduos que possam ser prejudiciais ao meio ambiente (XAVIER et al., 2020).

A hidroxipropilmetilcelulose (HPMC), é um éter de celulose e tem instigado considerável atenção devido a probabilidade em formar gel em meio aquoso, por não ser tóxico e pela habilidade em comportar elevadas quantidades de fármacos (ROTTA, 2009).

Assim, por meio de experimentos, irão ser testadas as propriedades da quitosana e do HPMC e desta maneira adquirir provas de sua eficiência para substituição do carbopol, originando um leque maior de alternativas no combate a Covid-19.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL:

Determinar as condições ideais de produção do álcool em gel utilizando o HPMC e a Quitosana como espessantes.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- a) Realizar um planejamento fatorial 2^2 com repetição.
- b) Realizar um planejamento fatorial 2^3 com repetição.
- c) Produzir o álcool em gel considerando os planejamentos propostos.
- d) Caracterizar as amostras obtidas através do planejamento fatorial 2^2 e 2^3 considerando os seguintes parâmetros: aspecto, cor, odor, pH, resistência a centrifugação, densidade, turbidez, condutividade e teor alcoólico.
- e) Determinar o grau de desacetilação da quitosana.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 LEVANTAMENTO HISTÓRICO SOBRE DOENÇAS, EPIDEMIAS E PANDEMIAS A NÍVEL MUNDIAL E NO BRASIL.

À medida que os seres humanos se espalharam pelo globo, as doenças transmissíveis também os acompanham. Mesmo com os avanços da medicina, os males são contínuos, contudo, nem todos alcançam níveis pandêmicos, como foi o caso do novo coronavírus (COVID-19).

Tendo em consideração às pandemias e epidemias, é plausível observar que essas concepções vêm passando por constantes evoluções no decurso dos anos, com relação a práticas de enfrentamento e gestão desses acontecimentos, assim como uma contínua manifestação de novas situações que aparecem com o passar dos tempos (BARATA, 1987).

Conforme a Organização Mundial de Saúde, pandemia é uma expressão usada para uma determinada doença que se propaga rapidamente por várias partes de inúmeras regiões mundialmente por meio de uma transmissão confirmada. Assim, a magnitude da doença não é o fator determinante, mas sim o poder de contágio e seu alastramento geográfico.

De acordo com a Organização Mundial de Saúde pandemia tem significado diferente de endemia e epidemia. Com relação as endemias, categorizam-se doenças que são encontradas em certas zonas de modo contínuo no decorrer de anos. A respeito das epidemias, são classificadas como doenças as quais ocorre o aumento de casos até um máximo de infecções e logo em seguida uma diminuição deles.

Grandes epidemias marcaram a história da humanidade, se destacam entre elas a peste negra, os surtos de cólera, a tuberculose e a febre amarela. Atualmente, mesmo com o aprimoramento das condições socioeconômicas da população e a chegada das vacinas e medicamentos antimicrobianos durante o século XX, as enfermidades infecciosas são causadoras de 10 milhões de óbitos no mundo a cada ano (OMS, 2008).

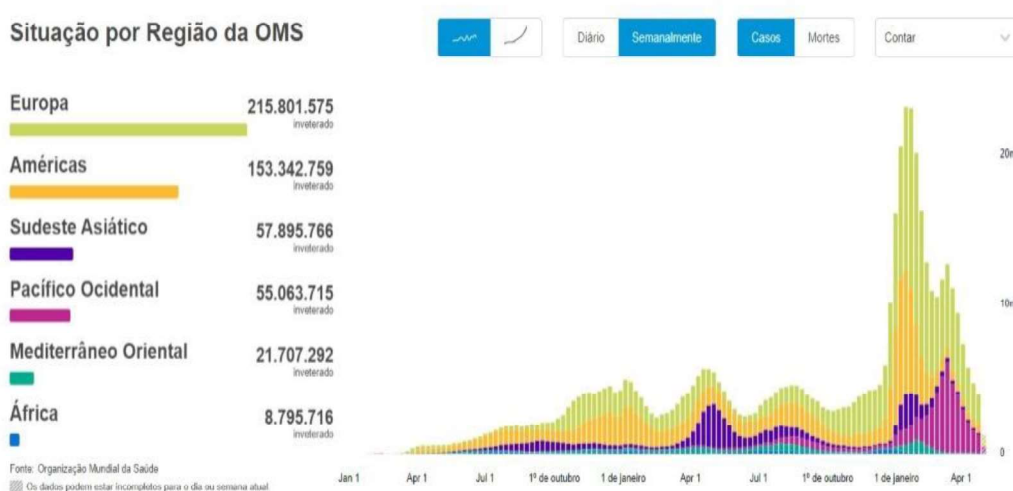
Foi ajustado no Brasil denominar certas doenças, em sua grande maioria parasitárias ou disseminadas por vetor, como “endemias”, “grandes endemias” ou “endemias rurais”. Essas doenças foram e são, a malária, a febre amarela, a esquistossomose, as leishmanioses, as filariose, a peste, a doenças de Chagas, além do tracoma, da boubá, do bócio endêmico e de algumas helmintíases intestinais, em especial a ancilostomíase. Tais doenças, que prevalecem

na zona rural, constituíram o temor central da saúde pública brasileira por quase um século, com a chegada da urbanização, os meios de combate a essas doenças evoluíram (SILVA, 2003).

3.2 CENÁRIO ATUAL DA COVID-19 MUNDIALMENTE E NO BRASIL.

De acordo com o site Coronavírus Brasil (2022) é evidente o grande número de casos no Brasil e ao longo do mundo. Dessa maneira, uma vez que, o número de casos pelo mundo já chega a 512.607.587, com 566.814 novos casos nas últimas 24 horas, e 6.243.038 mortes cumulativas. Todavia a partir de 5 de maio de 2022, um total de 11.562.157.794 doses de vacinas foram administradas.

Figura 1 - Situação da covid-19 em cada região



Fonte: World Health Organization. WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard. 2022. Disponível em: <https://covid19.who.int/>. Acesso em: 25 abr. 2022

Segundo CoronaVírus Brasil, podemos ver que no Brasil há uma grande ocorrência de casos da COVID-19, acessado no dia 05 de maio de 2022, é registrado um total de casos acumulados de 30.524.183 desse total 29.609.094 se recuperaram, com 21.682 novos casos nas últimas 24 horas e 663.896 óbitos acumulados.

Todavia, conforme Diaz (2020), o Brasil está em uma posição otimista na corrida pela imunização contra a Covid-19, pois realizou acordos com Oxford/AstraZeneca/Fiocruz e Sinovac/Butantan para obtenção de vacinas, além de possuir um dos melhores programas de vacinação pública do mundo, com meios de transportar os imunizantes para todo o país, referência internacional em vacinação em massa através do SUS.

Perante o novo panorama que o mundo atravessa, nota-se um decréscimo no que se refere ao número de casos de Covid-19, por consequência de algumas medidas de segurança que foram adotadas pelos países, sejam elas restrições sociais, vacinas, dependendo do modo que cada governo lida com a pandemia.

3.3 FORMAS DE COMBATER A COVID-19.

Governos e organizações de todo o globo solicitam que os habitantes realizem distanciamento social para colaborar com a redução das taxas de infecção, o mundo eletrônico está concedendo que os indivíduos preservem relações e negociações de uma forma que antes seria impensável.

Desde que surgiu a pandemia da covid-19, a OMS vem pesquisando e buscando métodos eficazes para a redução de casos dela. Entre eles, estão as vacinas que foram desenvolvidas, e que se mostraram eficazes. Dentre várias marcas, métodos de estocagem e metodologia de dosagem, é possível reduzir o número de casos graves e sintomas, internações hospitalares, e principalmente a redução de número de óbitos, que em alguns momentos foram bem altos (FIOCRUZ, 2021).

Conforme a OMS (2020), para enfrentamento do Covid-19 são necessários alguns métodos preventivos básicos para evitar a infecção do vírus, como a higienização correta das mãos antes e depois de tirar a máscara, que é de uso obrigatório, uso de antisséptico e principalmente o distanciamento social.

Kampf et al. (2020) reforça que o distanciamento social assim como a limpeza correta dos ambientes que se faz uso cotidianamente com destaque para a água com sabão e o álcool para tal higienização, bem como o manuseio adequado de máscaras apropriadas, são as medidas mais eficazes para a prevenção do SARS - CoV - 2, e reprimir a reprodução do vírus.

Dentre as medidas de prevenção apontadas pelo Ministério da Saúde, encontra-se as não farmacológicas, que são o uso de máscaras, limpeza e assepsia de ambientes, distanciamento social, etiqueta respiratória e de higienização das mãos, isolamentos de casos suspeitos e os casos que já estejam confirmados, além disso, a quarentena dos pacientes portadores de covid-19, de acordo com orientações médicas.

A OMS sugere a vacinação em combate a covid-19 dos grupos preferenciais segundo o Plano Nacional de Operacionalização da Vacinação contra a Covid-19. Essas ações precisam ser operadas de forma integrada, com o intuito de reprimir a transmissão do SARS-CoV-2,

proporcionando a reintegração gradativa das atividades feitas pelos diversos âmbitos e o regresso em segurança da convivência social.

Assegurar uma boa ventilação em locais fechados em paralelo com as outras medidas, também é relevante para precaver a disseminação em ambientes compartilhados. Em conformidade com CDC19 e a OMS20, conglomerados simbolizam um risco alto para propagação do SARSCoV-2. Deve-se manter no mínimo um metro de distância entre cada pessoa nesses locais.

3.4 HIGIENIZAÇÃO DAS MÃOS.

Segundo Rossato (2018), a higienização simples das mãos é a retirada mecânica de sujidade e microrganismos, com a ajuda de água e sabonete não medicado; já a higienização antisséptica é a extração mecânica de sujidade e microrganismos, utilizando água e sabonete medicado, com atividade microbicida adicional; a fricção antisséptica é a fricção de uma substância antisséptica em toda área das mãos e a antisepsia cirúrgica das mãos é a limpeza antisséptica das mãos e dos ante braços com o uso de escovas macias ou não.

A aplicação de água e sabão pode diminuir a população microbiana existente nas mãos e cessar a cadeia de contágio de doenças. A utilização de produtos antissépticos, principalmente agentes com base alcoólica, pode limitar ainda mais os riscos de transmissão, pela otimização da redução microbiana ou por propiciar um aumento na frequência de higienização das mãos (DOS SANTOS, 2002).

A ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) é a agência reguladora que age nacionalmente para os serviços de saúde sejam eles públicos, privados, filantrópicos, civis ou militares, abrangendo aqueles que fazem ações de ensino e pesquisa. Esta agência estabelece que o serviço de saúde deve definir estratégias e ações com o objetivo de garantir a segurança do paciente, tais como: diretrizes para higienização das mãos e que para saúde do trabalhador o Serviço de Saúde precisa manter disponível a todos os trabalhadores: normas e condutas de segurança biológica, química, física, ocupacional e ambiental.

Em específico a lavagem das mãos a ANVISA dispõe, na Portaria Nº 2.616, de 12 de maio de 1998, anexo IV, a concepção, sobre a importância e obrigatoriedade do ato, quando e como deve ser feita, que não apenas a realização, porém medidas devem ser aplicadas para que a prática seja inserida em todos os níveis de assistência hospitalar e que a divisão e a localização de unidades ou pias para higienização das mãos, de maneira que atenda à demanda nas diversas

áreas hospitalares, além da presença dos produtos, que são essenciais para a obrigatoriedade da prática.

“A estratégia de maior importância ainda é a higienização das mãos por parte dos profissionais de saúde sempre antes e após examinar o paciente ou prestar algum tipo de cuidado”, afirmou Ícaro Boszczowski, coordenador do Serviço de Controle de Infecção Hospitalar do Hospital Alemão Oswaldo Cruz (HAOC) ao site do Proqualis (HAOC, 2020).

Mais de 50 % das infecções no corte cirúrgico são capazes de ser evitados se o cirurgião adotar adequadamente as precauções, melhor dizendo, fazendo uma eficiente assepsia e antisepsia (HAOC, 2020).

3.5 ANTIMICROBIANOS.

No cotidiano, os termos antissépticos, desinfetantes e germicidas são usados como sinônimos, fazendo com que não ocorra distinções absolutas entre desinfetantes e antissépticos. Todavia, definimos como antisséptico quando o aplicamos em tecidos vivo e desinfetante quando o utilizamos em objetos inanimados (MORIYA; MÓDENA, 2008).

De acordo com a ANVISA (2007), essas substâncias ao longo dos anos se tornaram fundamentais em vários ramos da sociedade, como em clínicas, consultórios e hospitais, e que elas, constituem uma diversidade de substâncias químicas, em concordância com as suas composições, assim sendo hábeis na prevenção ou na redução da concentração de microrganismos existentes.

Compostos de iodo, iodóforos, cloro-hexedina ou clorhexedina, álcool, sabões e detergentes, cloro e derivados clorados, compostos de prata, desinfetantes oxidantes, derivados fenólicos, aldeídos, derivados furânicos, são os tipos de antissépticos mais conhecidos e utilizados atualmente (MORIYA; MÓDENA, 2008).

O álcool etílico é bactericida, atua coagulando a proteína das bactérias, fungicida e virucida para certos vírus, explicando assim porque ele é usado na composição de outros antissépticos. A ação bactericida dos álcoois primários está relacionada com o seu peso molecular, e pode ser ampliada por meio da lavagem das mãos com água e sabão. Em suma: O álcool etílico é bactericida, fungicida e virucida seletivo, sem ação residual (MORIYA; MÓDENA, 2008).

Com a propagação do novo coronavírus, a procura por antissépticos cresceu de forma acelerada. O álcool etílico 70 % (p/p), em gel ou no formato líquido, é um antisséptico imensamente vantajoso para a desinfecção das mãos, sobretudo quando não se pode lavá-las com água e sabão (MAGALHÃES, 2020).

3.6 PERFORMANCE DOS ANTIMICROBIANOS.

Em concordância com o ministério da saúde em sua Instrução Normativa nº 03, de 28 de abril de 2009, os antissépticos são formulações que tem como objetivo fundamental a anulação ou inibição do desenvolvimento de microrganismos quando utilizados sobre a pele, pode-se observar que esses itens podem ter suas apropriadas classificações como agentes bactericidas, quando exibem total aptidão de destruição de bactérias em sua forma vegetativa ou como agentes bacteriostáticos, quando reduzem o crescimento microbiano.

Mesmo com o crescente número de microrganismos multirresistentes em hospitais e em outros setores da saúde, os antissépticos e desinfetantes permanecem realizando um trabalho significativo no controle das infecções hospitalares, agindo de maneira a diminuir a disseminação de microrganismos (REIS et al., 2011).

3.7 LEGISLAÇÃO SOBRE OS ANTIMICROBIANOS (ANTISSEPTICOS, DESINFETANTES).

Em conformidade com a ANVISA em seu decreto de nº 79044/77, podemos observar que: os produtos de higiene sendo os de uso externo, antissépticos ou não, tem por objetivo a desinfecção corporal, abrangendo os sabonetes, xampus, dentifrícios, enxaguatórios bucais, antiperspirantes, desodorantes, produtos para barbear e pós-barba. Os produtos antissépticos, em sua grande maioria, são controlados pela unidade de cosméticos da ANVISA seguindo os requisitos da resolução 79 de 28 de agosto de 2000 para fins de registro. Não há definido no Brasil uma metodologia específica para avaliação da eficácia de antissépticos. Testes como diluição de uso, empregados na avaliação de desinfetantes não são indicados para antissépticos. Para avaliar a eficácia de sabonetes antissépticos o FDA tem como referência o método Tentative final monograph for Healthcare antiseptics drug products; proposed rule 1994; 59: 31441-52 (ANVISA, Decreto nº 79044, de 5 de janeiro de 1977).

Segundo a Resolução RDC nº 347/2020 e Resolução RDC nº 350/2020 alterada pela RDC nº 422/2020, em caráter provisório e emergencial, fica lícita a formulação de preparações antissépticas e desinfetantes, por farmácias de manipulação e empresas produtoras de

medicamentos, saneantes e cosméticos sem autorização previamente da Anvisa. As instituições fabricantes devem possuir Autorização de Funcionamento (AFE) e alvará ou licença sanitária e as demais permissões de outros órgãos, incluindo, para fabricação e armazenamento de substância inflamável.

O período de validade dos produtos, dentro da excepcionalidade da RDC n.º 422/2020, não pode ser maior do que 180 dias com início da data de fabricação do produto, contudo as empresas que atingirem a regularização no decorrer do prazo de vigência desta norma, podem empregar novo prazo de validade às unidades armazenadas, mediante retrabalho, com a condição de que seja aprovado pela Anvisa.

Após a duração desta resolução as firmas que possuem interesse em continuar a fabricação dos produtos, precisarão regularizá-los na Anvisa, recorrendo aos processos de registro ou notificação, seguindo os requisitos regulatórios de cada grupo específico.

3.8 ÁLCOOL EM GEL 70° INPM COMO ARMA NO COMBATE AO VÍRUS.

O álcool 70 % tem ação concreta na eliminação de vírus e opera de forma muito rápida, o que o torna um instrumento muito benéfico no controle da propagação do novo coronavírus e na contenção do contágio das pessoas por ele. A maior eficiência do álcool 70 %, em analogia a apresentações com maior concentração alcoólica (92 %, 99 % ou anidro) acontece devido à maior parcela de água, o que reduz a velocidade de evaporação do álcool. Essa menor velocidade de evaporação, como resultado, faz com que o álcool se mantenha mais tempo sobre a pele, aumentando de forma expressiva seu tempo de ação (MAGALHÃES, 2020).

O álcool em gel (gel alcoólico) é uma das formas mais rápidas e empregadas para higienização das mãos e superfícies. As definições deste composto normalmente utilizam para sua elaboração etanol 96 % (v/v), solução de trietanolamina a 5 % (p/v) como neutralizante, glicerol como umectante, água purificada e um gelificante. O gelificante tem como responsabilidade a alteração da reologia da mistura e sua estabilização. Estes compostos apresentam em suas estruturas grupamentos -OH ou -COOH, tais como a carboximetilcelulose (CMC) ou um carbômero hidrossolúvel como o carbopol (SEQUINEL et al., 2020).

A partir de 2002, é observado no Brasil a venda de algumas formulações alcoólicas com percentual acima de 54° GL, em temperaturas acima de 20°C, com um único objetivo, que é para produção em forma de gel, sendo que esse percentual foi aprovado por seus órgãos de manipulação (SEQUINEL et al., 2020).

Dessa maneira, Turpin (2017) afirma, que, quando os álcoois em gel detêm concentração, na faixa de 70 %, para limpeza e desinfecção da pele, tal método, pratica a retirada dos microrganismos e impede o ressecamento da pele, graças a substâncias incluídas no procedimento de fabricação do álcool em gel.

3.9 LEGISLAÇÃO DO ÁLCOOL EM GEL 70° IMPM.

Segundo a RDC nº 46, de 20 de fevereiro de 2002, publicada no Diário Oficial da União nº 35, dia 21 de fevereiro de 2002, Seção 1, pág. 107, passa a prevalecer as seguintes mudanças:

A industrialização, exposição à venda ou entrega ao consumo, em todas as suas fases, do álcool etílico hidratado em todas as graduações e do álcool etílico anidro, como produto destinado a limpeza de superfície, desinfecção e antisepsia da pele ou substância, estão sujeitas às seguintes condições:

- O álcool etílico com graduações acima de 54° GL (cinquenta e quatro graus Gay Lussac) à temperatura de 20° C, deverá ser comercializado unicamente em solução coloidal na forma de gel desnaturados e no volume máximo de 500 g (quinhentos gramas) em embalagens resistentes ao impacto.
- O álcool etílico industrial e o álcool destinado a testes laboratoriais e a investigação científica, hidratado ou anidro, quando comercializado em volume menor ou igual a 200L (duzentos litros) deverá conter tampa com lacre de inviolabilidade e, no rótulo, além das frases constantes do Anexo I deverão constar nas advertências gerais a seguinte instrução: “Perigo: Produto exclusivamente de uso institucional, proibida a venda direta ao público”
- O álcool puro ou diluído somente poderá ser comercializado nos locais de dispensação, nos termos da Lei 5991 de 17 de dezembro de 1973, quando a finalidade de uso não se enquadrar nas condições técnicas de desnaturamento ou forma de gel, nos termos desta Resolução, até o volume máximo de 50 ml (cinquenta mililitros).

3.10 MÉTODOS DE CARACTERIZAÇÃO DO ÁLCOOL EM GEL.

Avaliações físico-química são essenciais para investigar modificações na estrutura da formulação que em sua maioria não são perceptíveis visualmente. Estas análises podem apontar problemas de estabilidade entre os componentes no processo de produção das amostras. As

análises físico-químicas sugeridas são: valor de pH, centrifugação, densidade, condutividade elétrica, turbidez, teor alcoólico (ANVISA, 2004).

A ANVISA (2004), comunica que uma forma de avaliação de grande importância dos cosméticos é a medição do pH, este procedimento será responsável por calcular o potencial hidrogeniônico da amostra.

Outros procedimentos de grande relevância para caracterização das soluções, que se pode mencionar, é a determinação da resistência à centrifugação, procedimento que faz uso de uma centrífuga para a execução. Desta maneira, outros procedimentos, que também podem ser apresentados, seguindo o mesmo manual citado anteriormente, é a avaliação da densidade da amostra, a turbidez e a condutividade das amostras confeccionadas, esses testes são de grande importância para se obter dados e resultados no que diz respeito a determinada pesquisa.

A medição do teor alcoólico, para isso se faz uso do densímetro automático, portando amostras de soluções como o álcool como produto base do processo é de suma importância essa análise (ANVISA, 2004).

Segundo a ANVISA (2004), a análise dos dados adquiridos durante o Estudo da Estabilidade necessita de critérios determinados, conforme a experiência do formulador. As amostras são avaliadas em comparação à amostra-padrão, sujeitos às mesmas condições do teste. Normalmente definem-se limites de aceitação para os parâmetros avaliados, e a amostra-padrão deverá continuar inalterada durante toda a vida útil do produto. Em geral, consideram-se os seguintes critérios:

- Aspecto: o produto deve permanecer íntegro durante todo o teste mantendo seu aspecto inicial em todas as situações, exceto em temperaturas elevadas, freezer ou ciclos em que pequenas mudanças são admissíveis.
- Cor e odor: devem permanecer estáveis por, no mínimo, 15 dias à luz solar. Pequenas alterações são possíveis em temperaturas elevadas.

3.11 ESPESSANTES.

Partindo da concepção do ministério da saúde (BRASIL, 1997), e como resultado de sua portaria de N° 540 de 27 de outubro de 1997, informa que espessantes é toda ou qualquer substância que amplia a viscosidade de um determinado alimento, assim como a sua funcionalidade acerca de sua viscosidade em se tratando de um líquido quaisquer.

De acordo com Linhares (2020), os espessantes não influenciam diretamente nas propriedades, para isso, existem fórmulas espessantes singularmente elaboradas para cada caso, certificando a estabilização e a normalização dos procedimentos de fabricação para emulsificantes, espessantes e estabilizadores.

Carbopol é um nome comercial de um tipo de carbômero, família de polímeros hidrossolúveis aplicados para estabilizar emulsões e dar viscosidade a soluções. É usado como matéria-prima na indústria de cosméticos para fabricação de produtos em gel. Quando inserido ao peróxido de carbamida, em produtos para clareamento dental, tem como intuito prolongar a liberação de oxigênio. É um polímero acrílico empregue como formador de gel e com ação espessante (LINHARES, 2020).

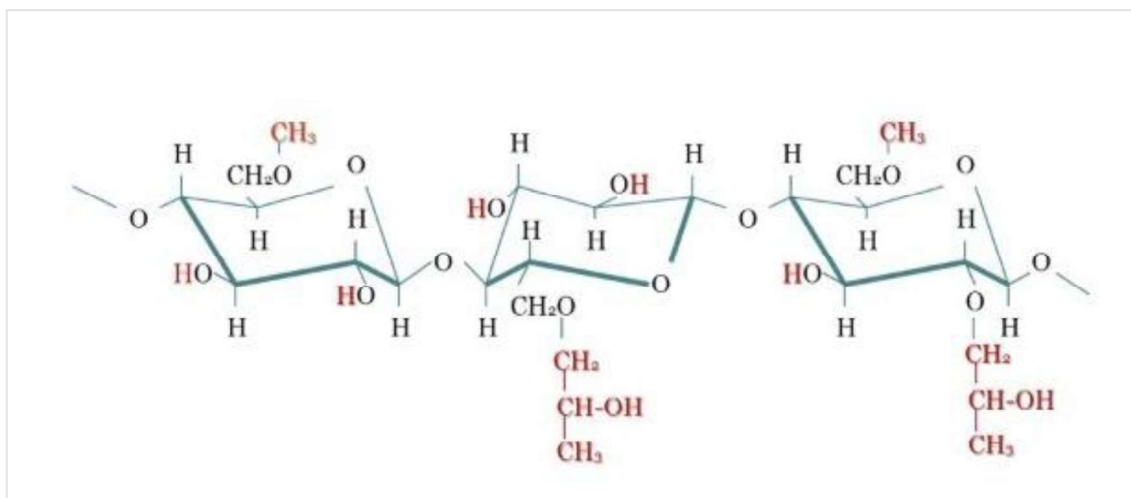
Em virtude da busca ininterrupta pelas matérias-primas essenciais para produzir álcool em gel, causada pela grande escassez do carbopol, destacamos os indispensáveis agentes de viscosidade e espessantes comumente utilizados para o aumento da consistência, provedores de gelificação e propulsores de viscosidade às formulações de sanitizantes em géis, como: Carboximetilcelulose (CMC), Hidroxietilcelulose (HEC), Hidroxipropilmetilcelulose (HPMC), ACUSOL, Goma Arábica, Goma Xantana e Goma Guar (LINHARES, 2020). Que surgiram como possibilidades no mercado como resultante de vários estudos, com isso é plausível observar que alguns ganharam evidência, vale salientar que cada um tem sua identidade e especificidade única, além da capacidade própria de adaptação às formulações alcoólicas.

3.12 HPMC COMO ESPESSANTE.

A HPMC é obtida a partir da derivatização da celulose manuseando cloreto de metila (MeCl) e óxido de propileno (OP) como reagentes (MARANI, 2015).

A HPMC detém ao mesmo tempo características hidrofílicas, formadas principalmente pelos grupos hidroxipropoxila, e hidrofóbicas, geradas majoritariamente pelos grupos metila. Essa notável qualidade anfifílica faz com que seu emprego seja estimado em várias aplicações tecnológicas (MARANI, 2015).

A Hidroxipropilmetilcelulose - HPMC, é uma matéria-prima com extenso conjunto de aplicações graças à substituição simultânea com grupos metila, de caráter apolar, e hidroxipropoxila, HP, de caráter polar, concedendo um caráter anfifílico à molécula polimérica. A Figura 2 apresenta a estrutura típica de uma HPMC (MARANI, 2015).

Figura 2 - Estrutura típica de uma HPMC

Fonte: MARANI (2015)

De acordo com Marani (2015) o HPMC é um éter de celulose que tem estrutura variável que depende da quantidade de grupos metila, apolares, hidroxipropoxila e polares, unidos na cadeia polimérica celulósica. Apresenta coloração branca, grande capacidade de absorção de líquidos como a água e o álcool líquido, odor natural para esse tipo de reagente, e sua forma é dada em pó, detendo faixa de pH entre 4-8.

3.13 QUITOSANA COMO ESPESSANTE.

A quitosana é um polissacarídeo derivado da quitina através da desacetilação com álcalis, sendo capaz de estar naturalmente presente em alguns fungos, como aqueles pertencentes aos gêneros *Mucor* e *Zygomycetes*, ela também exibe uma coloração amarela, odor normal, dificuldade de solubilização com reagentes no meio básico e pH na faixa de 6 (PETER, 1995).

Diante do problema que surgiu durante a pandemia, pela falta de espessantes para produção de álcool gel, a quitosana pode ser um possível substituinte de baixo custo, pois é de fácil aquisição. A quitosana é um polissacarídeo que pode ser alcançado através do processamento de resíduos de frutos do mar. É atóxica, biocompatível, biodegradável, antifúngica, antimicrobiana e com excelentes propriedades, não deixando, especialmente, resíduos que possam ser prejudiciais ao meio ambiente (XAVIER et al., 2020, p. 02).

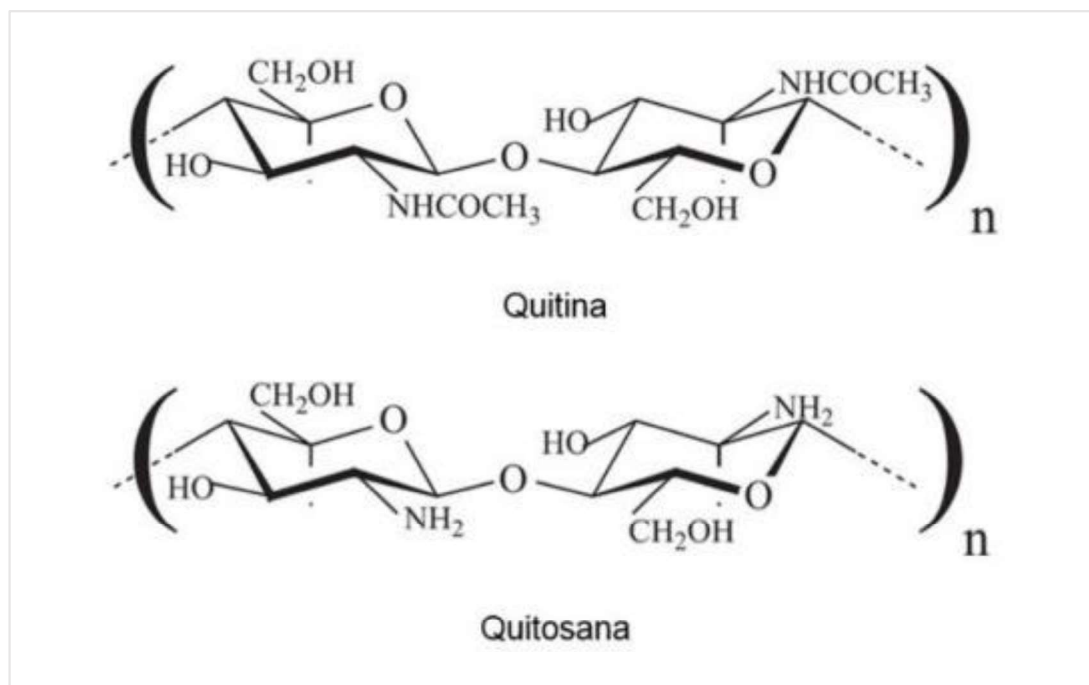
A quitosana está se tornando o produto de investimentos de inúmeras áreas industriais, podem ser destacadas as indústrias farmacêuticas e biomédicas, consistindo entre essas as

maiores áreas de uso da mesma, em função de sua ação farmacológica, que promove a utilização da quitosana como agente cicatrizante, aditivo de medicamentos, liberação controlada de fármacos, biomembranas artificiais, dentre outras (AZEVEDO et al., 2007).

Em relação à sua estrutura química a quitosana pode ser estabelecida como um copolímero de 2- amino-2-desoxi-Dglicopirranose e 2-acetamida-2-desoxi-D-glicopirranose, nessa ordem, Dglicosamina e N-acetil-D-glicosamina (CARONI, 2009), de composição versátil em função do grau residual de acetilação, cujas unidades também são unidas por ligações glicosídicas β - (1,4) (ANTONINO, 2007).

Apesar que a quitina e a quitosana exibam algumas semelhanças estruturais, como apresentado na Figura 3 a seguir, a distinção no grau de desacetilação modifica as suas propriedades físicas-químicas, biológicas e biomédicas. Uma mudança de fácil observação é na solubilidade de ambas, visto que a quitina é insolúvel em água, tal como na maioria dos solventes orgânicos, ao passo que a quitosana apresenta alta solubilidade em ácidos fracos (TAVARES, 2011).

Figura 3 - Estrutura química da Quitina e da Quitosana



Fonte: Adaptado de LIMA (2013)

3.14 PRINCIPAIS APLICAÇÕES.

Conforme a ANVISA (2004), no meio de algumas serventias e aplicações atribuídas a utilização do álcool em gel antisséptico, somos capazes de citar a desinfecção de lugares com grande fluxo de pessoas, assepsia das mãos e eliminação de microrganismos.

No momento em que é comparada a lavagens simples com água e sabão, a utilização de soluções alcóolicas para assepsia das mãos proporciona benefícios como: agilidade de aplicação; maior efeito microbicida; é menos incômodo para a pele, quando afiliado a emolientes; maior aceitabilidade pelos profissionais (SANTOS, 2002).

Aplicações de álcool durante 15 segundos são eficientes na prevenção da contaminação de bactérias gram negativas presentes nas mãos dos agentes de saúde e o seu método de utilização simples diminui o tempo de higienização das mãos em até quatro vezes (SANTOS, 2002).

O álcool é classificado como desinfetante de nível intermediário; graças á praticidade de uso, é estimulada a sua aplicação na assepsia de superfícies de mobiliários e equipamentos, termômetros, diafragmas e olivas de estetoscópios, bandejas de medicação, ampolas e frascos de medicamentos, fibra óptica de endoscópios. O emprego do álcool na desinfecção de mesas cirúrgicas e outros equipamentos pode abreviar o tempo de espera entre um procedimento e outro (SANTOS, 2002).

3.15 PLANEJAMENTO FATORIAL.

Em virtude da demanda da sociedade por novos conhecimentos, a pesquisa científica tem proporcionado progressos de suma importância em todos os ramos da ciência, alcançando um acervo crescente de informações em que a utilização de ferramentas estatísticas se torna imperativo. A quimiometria, que é a aplicação de métodos estatísticos e/ou matemáticos em dificuldades de origem química, tem permitido a interpretação de dados que envolvem vários parâmetros de forma acelerada e eficiente (MARTINS, 2014).

A quimiometria iniciou na primeira metade da década de 70, no entanto só se estabeleceu quando o computador adentrou no laboratório de química. Outros autores afirmam que a combinação de química com estatística ocorreu antes, com os trabalhos do químico cervejeiro que se intitulava Student, o do famoso teste t (BARROS NETO et al., 2006).

Segundo Barros Neto et al. (1996), os trabalhos em quimiometria no Brasil podem ser classificados em três áreas centrais: planejamento e otimização de experimentos, reconhecimento de padrões (métodos de análise exploratória e classificação) e calibração multivariada.

O planejamento fatorial é um dos métodos mais usados, em que se estuda duas ou mais variáveis independentes, indicando que em cada réplica todas as variáveis são examinadas (BARROS NETO et al., 1996).

De acordo com Costa e Almeida (2011) o uso de Planejamento Fatorial propicia certas utilidades:

- Diminui o número de experiências ou repetições e aperfeiçoa a qualidade da informação conquistada por meio resultados. Assim, proporcionando uma redução de trabalho, de modo a otimizar o tempo gasto, resultando a melhorar o custo final.
- Os fatores são analisados ao mesmo tempo. Desse modo, pode-se apurar e quantificar efeitos sinérgicos e antagônicos entre os fatores de relevância, é capaz de otimizar mais de uma resposta ao mesmo tempo.
- Facilita o cálculo e a avaliação do erro experimental. Isso é essencial para determinar o nível de confiança estatística com o qual pode-se estimar a reprodutibilidade do resultado desejado. Em suma o profissional que utiliza tal procedimento só necessita de uma base mínima de estatística, um pesquisador cuidadoso será capaz de desenvolver seus planejamentos com êxito.

É necessário enfatizar que em um planejamento fatorial, as repetições são de vital importância para a definição do erro experimental. Desse modo, os ensaios devem ser realizados de forma aleatória, com o intuito de impedir distorções estatísticas que prejudiquem a qualidade dos resultados obtidos (GALDÁMEZ, 2002).

Segundo Neto, Scarminio e Bruns (2007), um dos problemas mais comuns, para quem faz experimentos, é determinar a influência de uma ou mais variáveis sobre uma outra variável de interesse. No planejamento de qualquer experimento, a primeira coisa que deve ser feita é decidir quais são os fatores e as respostas de interesse. Os fatores, em geral, são as variáveis que o experimentador tem condições de controlar, podendo ser qualitativas e quantitativas.

As respostas são as variáveis de saída do sistema, nas quais se tem interesse, e que serão ou não afetadas por modificações provocadas nos fatores, também podem ser qualitativas e quantitativas. Dependendo do problema, pode-se ter várias respostas de interesse, que talvez precisem ser consideradas simultaneamente (NETO; SCARMINIO; BRUNS, 2007).

Conforme Neto, Scarminio e Bruns (2007), para estudar o efeito de qualquer fator sobre uma determinada resposta, é necessário que ocorra uma variação de nível, e observar o resultado que essa variação produz sobre a resposta. Para isso, deve-se ter o fator em pelo menos dois níveis diferentes. No planejamento de dois níveis é comumente identificar os níveis superior e inferior com os sinais (+) e (-).

Para realizar planejamentos fatoriais, deve-se realizar ensaios e registrar as respostas observadas, em todas as possíveis combinações dos níveis escolhidos, dando origem a matriz de planejamento. Os ensaios são feitos em duplicata para que seja possível estimar o erro experimental de uma resposta individual. É importante destacar ainda que quando o efeito de uma variável depende do nível de outra, pode-se dizer que as variáveis interagem, permitindo calcular o efeito de interação entre elas (NETO; SCARMINIO; BRUNS, 2007).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Em busca de novas formulações que possam substituir o carbopol no processo de fabricação do álcool em gel, incitado pela pandemia do novo coronavírus, esse capítulo apresenta todos os materiais e métodos utilizados neste trabalho. Todos os processos foram realizados tomando como fundamento o Formulário Nacional da Farmacopeia Brasileira (2012) e o Manual de Cosméticos da ANVISA (2004), e foram realizados no Laboratório de Química Geral e Química Aplicada à Engenharia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Campus Caraúbas.

4.1 VIDRARIAS, REAGENTES E EQUIPAMENTOS.

Para a realização dos procedimentos experimentais, fez-se uso de algumas vidrarias básicas de laboratório como, por exemplo, béqueres, bastão de vidro, bureta, balões volumétricos, pipetas graduadas, proveta, picnômetro, pipetas volumétricas e a pera de sucção.

No quadro 1, encontra-se todos os reagentes utilizados nesse estudo, que foram essenciais para a produção e caracterização de todas as amostras de álcool gel.

Quadro 1- Reagentes utilizados no decorrer do estudo para produção de álcool em gel.

ITEM	REAGENTES	FABRICANTE
1	ALCOOL LIQUIDO 92,8 ° INPM	ITAJÁ
2	ÁCIDO ACÉTICO GLACIAL P.A.	ALPHATEC
3	ÁCIDO CLORIDRÍCO P.A.	QHEMIS
4	HIDROXIPROPILMETILCELULOSE (HPMC)	SE*
5	QUITOSANA	DIETEZ PREMIUM
6	GLICERINA	SE*

Fonte: o autor

SE*: Produto doado sem especificação do fabricante.

Foram usados ainda alguns equipamentos normalmente encontrados em laboratórios de química, que são apresentados no Quadro 2 simultaneamente com sua marca/modelo:

Quadro 2- Equipamentos utilizados durante o estudo para produção de álcool em gel.

ITEM	EQUIPAMENTOS	MARCA/MODELO
1	AGITADOR MECANICO	Edutec / EEQ-9034
2	BALANÇA ANALÍTICA	Shimadzu / AUY220
3	CENTRIFUGA	Quimis / Q222T216
4	CONDUTIVIMETRO	Akso / AK88
5	pHMETRO	Quimis / Q400AS
6	DENSÍMETRO AUTOMÁTICO	RUDOLPH RESEARCH ANALYTICAL/DDM 2911 PLUS
7	TURBIDIMETRO	Del Lab / DLT-WV

Fonte: o autor.

4.2 DETERMINAÇÃO DO TEOR ALCOÓLICO DO ÁLCOOL LÍQUIDO.

A determinação do teor alcoólico do álcool líquido concentrado (92,8° INPM) foi a primeira etapa experimental a ser realizada. Tem como finalidade determinar a concentração real do álcool etílico (considerando que a temperatura influencia na sua graduação alcoólica) para que, a partir de então, seja possível realizar os cálculos necessários para a produção do álcool em gel para as diferentes formulações. Para isso, a análise foi realizada utilizando um alcoômetro de Gay-Lussac conforme descrito a seguir:

- (a) Preencheu-se uma proveta de 500 mL com o álcool líquido concentrado;
- (b) Inseriu-se o alcoômetro de Gay-Lussac dentro da proveta contendo o álcool de forma que nenhuma bolha de ar fique presa às suas paredes;
- (c) Enquanto o alcoômetro estabilizava, verificou-se a temperatura do álcool utilizando um termômetro;
- (d) Após completa estabilização do alcoômetro, verificou-se o teor alcoólico da amostra em °GL a partir da escala graduada do próprio alcoômetro;
- (e) Utilizando-se os quadros 3 e 4 (ver anexo) e fundamentado nos resultados de teor alcoólico em °GL e temperatura da amostra, converteu-se o teor alcoólico da amostra para °INPM.

4.2.1 Amostra de referência.

Foi adquirido no comércio local um frasco de álcool em gel a 70° INPM com a finalidade de ser utilizado como amostra de referência. Essa amostra terá suas propriedades físicas e químicas determinadas da mesma maneira que as amostras de álcool em gel produzidas nesse trabalho e será usada para fins de comparação e verificação de alguns parâmetros.

4.3 PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS DE ALCOÓL EM GEL COM DIFERENTES ESPESSANTES E SUAS MISTURAS.

Nessa fase foram efetuados inúmeros experimentos com o objetivo de atingir a melhor ou melhores formulações para cada espessante exposto. Foi decidido utilizar o HPMC e a Quitosana como espessantes alternativos ao carbopol.

É importante destacar que a produção do álcool em gel utilizando esses espessantes seguiu os planejamentos fatoriais que serão apresentados a seguir.

4.3.1 Planejamento fatorial 2² com repetição.

Para determinar as condições ideais de produção do álcool em gel utilizando o HPMC como espessante, foi realizado um planejamento fatorial 2² completo com repetição, utilizando-se 2 fatores e 2 níveis, conforme Tabela 1. Para facilitar os cálculos foi utilizada uma planilha do Excel desenvolvida especificamente para esse fim.

Tabela 1 - Fatores e níveis utilizados no experimento.

FATORES	NÍVEL (-)	NÍVEL (+)
Teor alcóolico (1)	65%	70%
% HPMC (2)	0,25%	0,5%

Para o planejamento, construiu-se uma tabela de coeficientes de contraste (Tabela 2):

Tabela 2 - Coeficientes de contraste para um planejamento fatorial 2²

1	2	12
-1	-1	1
1	-1	-1
-1	1	-1
1	1	1

Onde, a partir da tabela de coeficientes, é possível obter as combinações necessárias para as análises dos ensaios (Tabela 3):

Tabela 3 – Condições de produção do álcool em gel utilizadas em cada ensaio.

Ensaio	Fator 1	Fator 2
1	65%	0,25%
2	70%	0,25%
3	65%	0,5%
4	70%	0,5%

4.3.2 Amostras de álcool em gel produzidas utilizando hidroxipropilmetilcelulose – HPMC.

A metodologia geral para a fabricação do álcool em gel utilizando HPMC como espessante pode ser contemplado a seguir:

- (a) Primeiramente, calculou-se as quantidades de cada componente necessárias para a preparação de 500 g de álcool em gel nas concentrações desejadas, conforme Tabela 4;
- (b) Com a utilização de uma balança analítica foram pesados o HPMC, a glicerina, a água destilada e o álcool líquido concentrado;
- (c) A seguir, misturou-se a água com a glicerina;
- (d) Foi adicionado em seguida o HPMC lentamente até completa dispersão;
- (e) Manteve-se a mistura sob agitação com a ajuda de um agitador mecânico para promover a solubilização do espessante;
- (f) Com a realização das devidas etapas preliminares, foi adicionado o álcool líquido concentrado no processo, lentamente, para uma melhor incorporação do álcool ao gel formado.

Dessa maneira, pode-se observar na Tabela 4 as quantidades de cada reagente utilizados em cada ensaio para a produção do álcool em gel utilizando como espessante a hidroxipropilmetilcelulose – HPMC.

Tabela 4 - Composição das amostras produzidas de álcool em gel utilizando HPMC como espessante.

REAGENTES	COMPOSIÇÃO (p/ 500 g)			
	ENSAIO 1	ENSAIO 2	ENSAIO 3	ENSAIO 4
TEOR ALCÓOLICO	65%	70%	65%	70%
HPMC	1,25g	1,25g	2,5g	2,5g
GLICERINA	1,25g	1,25g	1,25g	1,25g
ÁLCCOL 92,8 ° INPM	357,006g	384,468g	357,006g	384,468g
ÁGUA DESTILADA	140,494g	113,032g	139,244g	111,782g

Para calcular a quantidade de álcool que foi utilizado para preparar cada um dos ensaios, utilizou-se a equação do título em massa, disposta a seguir:

$$T_m = \frac{m_1}{m_T} \quad \text{Eq.1}$$

Onde: T_m = título em massa do soluto.

m_1 = massa do soluto.

m_T = massa da solução.

4.3.3 Planejamento fatorial 2^3 com repetição.

Para determinar as condições ideais de produção do álcool em gel utilizando a quitosana como espessante, foi realizado um planejamento fatorial 2^3 completo com repetição, utilizando-se 3 fatores e 2 níveis, conforme Tabela 5. Para facilitar os cálculos foi utilizada uma planilha do Excel desenvolvida especificamente para esse fim.

Tabela 5 - Fatores e níveis utilizados no experimento.

Fatores	Nível (-)	Nível (+)
Teor alcóolico (1)	65%	70%
% Quitosana (2)	0,1%	0,5%
Tipo de ácido (3)	Ácido acético	Ácido clorídrico

Para o planejamento, construiu-se uma tabela de coeficientes de contraste (Tabela 6):

Tabela 6 - Coeficientes de contraste para um planejamento fatorial 2³.

1	2	3	12	13	23	123
-1	-1	-1	1	1	1	-1
1	-1	-1	-1	-1	1	1
-1	1	-1	-1	1	-1	1
1	1	-1	1	-1	-1	-1
-1	-1	1	1	-1	-1	1
1	-1	1	-1	1	-1	-1
-1	1	1	-1	-1	1	-1
1	1	1	1	1	1	1

Onde, a partir da tabela de coeficientes, é possível obter as combinações necessárias para as análises dos ensaios (Tabela 7):

Tabela 7 – Condições de produção do álcool em gel utilizadas em cada ensaio.

Ensaio	Fator 1	Fator 2	Fator 3
1	65%	0,1%	Ácido acético
2	70%	0,1%	Ácido acético
3	65%	0,5%	Ácido acético
4	70%	0,5%	Ácido acético
5	65%	0,1%	Ácido clorídrico
6	70%	0,1%	Ácido clorídrico
7	65%	0,5%	Ácido clorídrico
8	70%	0,5%	Ácido clorídrico

4.3.4 Amostras de álcool em gel produzidas utilizando Quitosana e hidroxipropilmetilcelulose – HPMC.

Logo após essa fase, foi possível produzir o álcool em gel utilizando HPMC e quitosana como espessante conforme os procedimentos descritos a seguir:

- (a) Em primeiro lugar, calculou-se as quantidades de cada componente que seria necessário para a preparação de 500 g de álcool em gel nas concentrações pretendidas, utilizando a equação 1, conforme Tabela 8;
- (b) Com a utilização de uma balança analítica foram pesadas as massas de Quitosana, HPMC, glicerina, água destilada e álcool líquido concentrado;

- (c) A seguir, misturou-se a água com a glicerina;
- (d) Foi adicionado em seguida o HPMC lentamente;

Obs.: A quantidade de HPMC utilizada nesse planejamento foi previamente determinada na etapa anterior, utilizando um planejamento fatorial 2^2 com repetição.

- (e) Manteve-se a mistura sob agitação com a ajuda de um agitador mecânico para promover a solubilização do espessante;
- (f) Posteriormente, adicionou-se o pó da quitosana lentamente e homogeneizou-se com a água, glicerina e HPMC até completa dispersão da quitosana com o auxílio de um agitador mecânico;
- (g) Adicionou-se o álcool etílico concentrado e homogeneizou-se até a obtenção do gel.
- (h) Consecutivo as etapas anteriores, foi acrescentado uma quantidade de ácido acético ou ácido clorídrico (dependendo do planejamento fatorial) necessários para regular o pH para aproximadamente 6 (pH em que a quitosana é solubilizada);

Desse modo, pode-se observar na Tabela 8 as quantidades de cada reagente utilizados em cada ensaio para a produção do álcool em gel utilizando como espessante a hidroxipropilmetilcelulose – HPMC e a Quitosana.

Tabela 8 - Composição das amostras produzidas de álcool em gel utilizando HPMC e Quitosana como espessante.

REAGENTES	COMPOSIÇÃO (p/ 500g)							
	Ensaio 1	Ensaio 2	Ensaio 3	Ensaio 4	Ensaio 5	Ensaio 6	Ensaio 7	Ensaio 8
TEOR								
ALCÓOLICO	65%	70%	65%	70%	65%	70%	65%	70%
HPMC	1,25g	1,25g	1,25g	1,25g	1,25g	1,25g	1,25g	1,25g
GLICERINA	1,25g	1,25g	1,25g	1,25g	1,25g	1,25g	1,25g	1,25g
ÁLCOOL 92,8 ° INPM	357,005g	384,467g	357,005g	384,467g	357,005g	384,467g	357,005g	384,467g
ÁGUA DESTILADA	139,995g	112,533g	137,995g	110,533g	139,995g	112,533g	137,995g	110,533g
QUITOSANA	0,5g	0,5g	2,5g	2,5g	0,5g	0,5g	2,5g	2,5g

4.4 AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO.

Algumas caracterizações físico-químicas foram efetuadas com o objetivo de analisar a qualidade do álcool em gel produzido, sendo elas a avaliação organoléptica, pH, determinação a resistência a centrifugação, densidade, turbidez, condutividade elétrica e teor alcóolico.

4.4.1 Avaliação organoléptica.

A avaliação organoléptica refere-se ao parâmetro da aprovação do consumidor em relação a determinados produtos inclusive do álcool em gel (ANVISA, 2004).

Esta avaliação se dá por meio das amostras feitas para produção do álcool em gel em paralelo a uma amostra de referência, levando em conta o seu aspecto, cor e odor. Nesse estudo serão comparados os resultados obtidos nas amostras do álcool em gel produzidos considerando o planejamento fatorial com uma amostra de referência obtida no mercado.

Com relação à análise de aspecto, a amostra foi classificada segundo os seguintes critérios:

- Normal, sem alteração;
- Levemente separado, levemente precipitado ou levemente turvo;
- Separado, precipitado ou turvo.

Para a análise visual da cor, a amostra foi classificada segundo os seguintes critérios:

- Normal, sem alteração;
- Levemente modificada;
- Modificada;
- Intensamente modificada.

Em relação à análise de odor, compara-se o odor da amostra com o padrão estabelecido, diretamente através do olfato. Dessa forma, a amostra foi classificada de acordo com os seguintes critérios:

- Normal, sem alteração;
- Levemente modificada;
- Modificada;
- Intensamente modificada.

4.4.2 Análise do pH.

A determinação do pH das amostras foi realizada utilizando um pHmetro de bancada (Figura 4).

Figura 4 - pHmetro de bancada.



Fonte: o autor.

4.4.3 Resistência à centrifugação

Esse procedimento vai originar um estresse na amostra e replicar um aumento na força da gravidade e desse modo vai ser gerado uma maior mobilidade das partículas e prever possíveis instabilidades (ANVISA, 2004).

O procedimento em questão foi uma adaptação do método utilizado por Gisch et al. (2017) onde 10 mL de amostra é mantida em uma centrífuga (Figura 5) durante 30 min a 3000 rpm.

Figura 5 - Centrífuga utilizada nos experimentos.



Fonte: o autor.

4.4.4 Análise da densidade.

Esta análise foi realizada por picnometria. Para isso, foi necessária a utilização de um picnômetro de 50 mL. Tal procedimento se deu inicialmente pela calibração do picnômetro, encontrando-se assim o seu volume real. Em seguida, o picnômetro foi preenchido com a amostra de álcool em gel e pesado. Através da diferença de massa do picnômetro cheio e vazio, obteve-se a massa do álcool em gel. Relacionando essa massa com o volume do picnômetro determinado previamente no processo de calibração, encontrou-se a densidade do álcool em gel através da equação 2.

$$densidade = \frac{massa}{volume} \quad \text{Eq: 2}$$

4.4.5 Análise da turbidez.

A análise da turbidez foi realizada utilizando-se um turbidímetro de bancada (Figura 6) previamente calibrado conforme orientações do fabricante. Após a calibração, as amostras foram inseridas individualmente no compartimento específico para realização da leitura, obtendo-se os valores em unidades nefelométricas de turbidez (NTU).

Figura 6 - Turbidímetro de bancada.



Fonte: o autor.

4.4.6 Condutividade elétrica.

Essa análise foi realizada utilizando-se uma sonda multiparâmetro (Figura 7), fazendo uso especificamente do eletrodo de condutividade. Após imersão completa do eletrodo na amostra e posterior estabilização, os resultados foram obtidos em $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Figura 7 - Sonda multiparâmetro utilizada nos experimentos.



Fonte: o autor.

4.4.7 Teor alcoólico.

O teor alcoólico em °INPM foi determinado utilizando um densímetro automático (Figura 8).

Figura 8 - Densímetro automático utilizado nos experimentos.



Fonte: o autor.

4.5 ANÁLISE DE DADOS

Após a obtenção dos dados quantitativos, os mesmos foram inseridos em uma planilha do excel desenvolvida para o tratamento estatístico a fim de se obter os valores do produto do erro pelo t de student para cada parâmetro analisado. Com isso, foi possível identificar quais os fatores apresentam influência significativa nas respostas obtidas e, finalmente, identificar quais as condições ideais de produção do álcool em gel utilizando o HPMC e a quitosana como espessantes.

4.6 DETERMINAÇÃO DO GRAU DE DESACETILAÇÃO

Após a finalização dos experimentos utilizando a quitosana, percebeu-se que uma parte dela precipitou. Com isso suspeitou-se do teor de quitosana no material e decidiu-se determinar o grau de desacetilação para tentar identificar o motivo do fato observado.

- Primeiramente, foi preparado 200 mL de uma solução de HCl (ácido clorídrico) de 0,05 mol/L e 500 mL de uma solução de NaOH (hidróxido de sódio) a 0,146 mol/L previamente padronizada.
- Em seguida, foi pesado em triplicata amostras de aproximadamente 0,2 g de quitosana, dissolvidos em 40 ml de solução de HCl 0,05 mol/L e colocadas em agitação por 18 horas.
- Após o tempo de agitação, foi realizada a titulação delas utilizando a solução NaOH 0,146 mol/L.
- Para cada 0,5 ml de solução titulados, foram observados o comportamento e as respectivas variações na condutividade de cada amostra.
- Com a obtenção dos dados, foi gerado o gráfico da condutividade em função do volume de NaOH, e o grau de desacetilação foi determinado utilizando as equações 2, 3 e 4.

$$V_{NaOH_i} = \frac{A_{H^+} - A_{NH_2^+}}{B_{NH_2^+} - B_{H^+}} \quad \text{Eq: 3}$$

$$V_{NaOH_f} = \frac{A_{NH_2^+} - A_{OH^-}}{B_{OH^-} - B_{NH_2^+}} \quad \text{Eq: 4}$$

$$\% \text{ GD} = \frac{16,1 \cdot [\text{NaOH}] \cdot (V_f - V_i)}{m}$$

Eq: 5

Onde: %GD = Grau de desacetilação.

[base] = concentração da base.

($V_f - V_i$) = Volume de base utilizado para neutralizar os grupos ácidos da quitosana.

m = Massa da quitosana.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para uma melhor compreensão do trabalho, este item foi dividido em três seções:

- I-** Obtenção e caracterização das amostras de álcool em gel utilizando o HPMC como espessante, com o auxílio de um planejamento fatorial 2^2 com repetição.
- II-** Obtenção e caracterização das amostras de álcool em gel utilizando a Quitosana como espessante, com o auxílio de um planejamento fatorial 2^3 com repetição.
- III-** Determinação do Grau de Desacetilação da quitosana.

5.1 PLANEJAMENTO FATORIAL 2^2

Para determinar as condições ideais de produção do álcool em gel utilizando o HPMC como espessante, foi realizado um planejamento fatorial 2^2 com repetição, utilizando-se 2 fatores e 2 níveis, conforme tabela 9. Para facilitar os cálculos foi utilizada uma planilha do Excel desenvolvida especificamente para esse fim (Ver Apêndice 1).

Tabela 9 - Fatores e níveis utilizados no experimento.

FATORES	NÍVEL (-)	NÍVEL (+)
Teor alcóolico (1)	65 %	70 %
% HPMC (2)	0,25 %	0,5 %

Após a obtenção das amostras conforme o planejamento fatorial, algumas caracterizações físico-químicas foram realizadas com o propósito de analisar a qualidade do álcool em gel produzido, sendo elas o teor alcóolico, a densidade, a turbidez, a condutividade elétrica, o pH, a determinação a resistência a centrifugação e a avaliação organoléptica.

Com base nos resultados obtidos para os parâmetros com viés quantitativo, foram calculadas as respostas, médias, efeitos, erro e o produto do erro pelo t de student, os quais podem ser analisados a seguir.

5.1.1 Teor Alcoólico

Na Tabela 10 pode-se observar os valores obtidos para o teor alcoólico de cada ensaio e a sua respectiva média. Comparando os valores obtidos com os calculados (Ver Tabela 4) percebe-se que eles foram bem próximos, mostrando que todos os procedimentos de obtenção das amostras de álcool em gel foram realizados de forma correta.

Para um melhor entendimento sobre quais fatores e níveis foram mais significativos, compararam-se os valores dos efeitos de primeira e segunda ordem pelo produto de erro pelo t de student conforme tabela 11. Depois disso, é possível observar que o fator 1 foi significativo por apresentar um valor em módulo superior ao produto do erro pelo t de student, enquanto que o fator 2 e o efeito de interação 12 podem ser desconsiderados, pois os valores se revelaram inferiores perante o produto do erro pelo t de student. Assim, estes efeitos não exibem influências relevantes nas respostas dos ensaios.

Tabela 10: Respostas e médias para o planejamento fatorial 2² em relação ao teor alcoólico.

Ensaio	Resposta 1	Resposta 2	Média (INPM)
1	65,1	65,28	65,190
2	70,32	71,11	70,715
3	66,15	64,8	65,475
4	70,72	71,55	71,135

Tabela 11: Efeitos de primeira ordem, segunda ordem, valores do erro e do produto do erro pelo t de student em relação ao teor alcoólico.

Efeito 1	Efeito 2	Efeito 12	Erro	Erro*t de student
5,5925	0,3525	0,0675	0,445	1,2357

Estabelecendo uma análise particular para o fator 2, que não exibiu influência significativa, pode-se optar por uma menor porcentagem de HPMC. Isso se torna ainda mais relevante ao se considerar produções em larga escala, o que origina um melhor custo-benefício.

Analisando-se o fator 1, nota-se que o seu efeito afeta positivamente a resposta (já que ele apresenta um valor positivo), ou seja, quando o mesmo sai do nível menos para o nível mais, há um aumento do teor alcoólico, o que já era esperado tendo em vista os percentuais alcoólicos utilizados no planejamento.

Dessa forma, examinando os resultados obtidos de maneira geral, eles possibilitaram estabelecer as condições ideais para produção de álcool em gel com base apenas no teor

alcoólico. Portanto, o ensaio com a melhor condição de síntese foi o ensaio 2, ou seja, utilizando 70 % de teor alcoólico e 0,25 % de HPMC.

5.1.2 Densidade

A partir dos resultados de densidade obtidos para cada ensaio (Ver tabela 12), pôde-se calcular os efeitos de primeira ordem, os efeitos de interação, o erro e o produto do erro pelo t de student (Ver tabela 13). Com a análise feita pode-se observar que o fator 1 foi significativo, ao passo que o fator 2 e o efeito de interação 12 se mostraram irrelevantes diante do produto do erro pelo t de student. Desse modo, estes efeitos não representam influência considerável nas respostas dos ensaios.

Tabela 12: Respostas e médias para o planejamento fatorial 2² em relação a densidade.

Ensaio	Resposta 1	Resposta 2	Média (g/mL)
1	0,878	0,877	0,878
2	0,864	0,861	0,863
3	0,875	0,878	0,877
4	0,863	0,861	0,862

Tabela 13: Efeitos de primeira ordem, segunda ordem, valores do erro e do produto do erro pelo t de student em relação a densidade.

Efeito 1	Efeito 2	Efeito 12	Erro	Erro*t de student
-0,01475	-0,00075	0,00025	0,0012	0,0033

Elaborando uma análise individual para o fator 2 que não apresentou uma influência significativa, constata-se que é possível optar pela menor porcentagem de HPMC ao se tratar de uma fabricação de álcool em gel em maior escala, proporcionando economia de material.

Analisando-se o fator 1 que se destacou, observa-se que o seu efeito afeta negativamente a resposta (já que ele apresenta um valor negativo), isto é, quando ele sai do nível menos para o nível mais, há uma diminuição da densidade, o que já era aguardado considerando que quando ocorre um acréscimo de álcool etílico na mistura, a sua densidade tende a diminuir.

Considerando os resultados conquistados, eles proporcionaram determinar as condições ideais para produção de álcool em gel com base apenas na densidade. Logo, é possível definir os ensaios 1 e 2 como aqueles que apresentaram as melhores condições de síntese. É importante destacar que apesar do fator 1 ter se apresentado significativo, ambos os percentuais alcoólicos estão dentro do intervalo permitido pela legislação RDC n.º 422/2020), tornando possível a utilização de um álcool em gel a 65 % ou 70 % de teor alcoólico.

5.1.3 Turbidez

Considerando os resultados de turbidez obtidos para cada ensaio (Ver tabela 14), calculou-se os efeitos de primeira ordem, os efeitos de interação, o erro e o produto do erro pelo t de student (Ver tabela 15). Comparando-se cada efeito com o produto do erro pelo t de student, pode-se observar que o fator 1 e o fator 2 são significativos e, em contrapartida, o efeito de interação 12 é da mesma ordem de grandeza do produto do erro pelo t de student podendo, assim, ser desconsiderado.

Tabela 14: Respostas e médias para o planejamento fatorial 2² em relação a turbidez.

Ensaio	Resposta 1	Resposta 2	Média (NTU)
1	5,73	5,81	5,77
2	6,01	6,38	6,20
3	9,55	9,76	9,66
4	11,20	11,90	11,55

Tabela 15: Efeitos de primeira ordem, segunda ordem, valores do erro e do produto do erro pelo t de student em relação a turbidez.

Efeito 1	Efeito 2	Efeito 12	Erro	Erro*t de student
1,16	4,62	0,735	0,2058	0,5714

Analisando o fator 1 (teor alcoólico) de forma particular, observa-se que o seu efeito afeta positivamente a resposta, ou seja, quando ele sai do nível menos para o nível mais, há um aumento na turbidez. Com relação ao fator 2 (% de HPMC), constata-se que o seu efeito afeta positivamente a resposta de forma ainda mais significativa que o fator 1, causando também um aumento na turbidez, o que não é interessante para o consumidor, tendo em vista que produtos mais cristalinos (de menor turbidez) tendem a ter uma maior aceitação no mercado.

Assim, de acordo com os resultados adquiridos, as condições ideais para a fabricação de álcool em gel com base apenas na turbidez são aquelas apresentadas nos ensaios 1 e 2.

5.1.4 Condutividade

Considerando as Tabelas 16 e 17, pode-se observar que o fator 2 é significativo, enquanto que o fator 1 e o efeito de interação 12 são irrelevantes ao serem comparados com o produto do erro pelo t de student. Assim sendo, estes efeitos não representam influência relevante nas respostas dos ensaios.

Tabela 16: Respostas e médias para o planejamento fatorial 2² em relação a condutividade.

Ensaio	Resposta 1	Resposta 2	Média (μS/cm)
1	72,6	72,9	72,75
2	67,6	67,7	67,65
3	111,8	137,6	124,7
4	111,4	89,7	100,55

Tabela 17: Efeitos de primeira ordem, segunda ordem, valores do erro e do produto do erro pelo t de student em relação a condutividade.

Efeito 1	Efeito 2	Efeito 12	Erro	Erro*t de student
-14,625	42,425	-9,525	8,4285	23,4059

Analisando o fator 2, observa-se que o seu efeito afeta positivamente a resposta, isto é, quando ele sai do nível menos para o nível mais, há um aumento significativo na condutividade. Sendo assim, quando se aumenta a porcentagem de HPMC, ocorre o crescimento da condutividade na amostra indicando, provavelmente, uma maior solubilização do polímero.

Portanto, diante dos resultados que foram expostos, as condições ideais para fabricação de álcool em gel com base apenas na condutividade são as encontradas nos ensaios 3 e 4, os quais utilizam um maior percentual de HPMC.

5.1.5 pH

Em relação ao pH, percebe-se ao analisar a tabela 18 que todos os resultados se apresentaram próximo da neutralidade, o que é bastante positivo considerando a sua aplicabilidade da desinfecção de mãos.

Tabela 18: Respostas e médias para o planejamento fatorial 2² em relação ao pH.

Ensaio	Resposta 1	Resposta 2	Média
1	7,41	7,36	7,39
2	7,37	8,29	7,83
3	7,30	7,28	7,29
4	7,30	6,95	7,13

Ao analisar a Tabela 19, pode-se observar que nenhum efeito se apresentou significativo, portanto, pode-se optar pelas condições de síntese que apresentem o menor custo de produção ou que apresentem os melhores resultados referentes aos demais parâmetros analisados.

Tabela 19: Efeitos de primeira ordem, segunda ordem, valores do erro e do produto do erro pelo t de student em relação ao pH.

Efeito 1	Efeito 2	Efeito 12	Erro	Erro*t de student
0,14	-0,4	-0,305	0,2465	0,6844

5.1.6 Resistência a Centrifugação

A análise dos dados contidos na Tabelas 20 sugere uma boa estabilidade do produto obtido frente a uma perturbação ocasionada pelo processo de centrifugação. Ao se observar a tabela 21, constata-se também que nenhum fator se apresentou significativo permitindo, portanto, se optar pelas condições de síntese que apresentem o menor custo de produção ou que apresentem os melhores resultados referentes aos demais parâmetros analisados.

Tabela 20: Respostas e médias para o planejamento fatorial 2² em relação a resistência a centrifugação.

Ensaio	Resposta 1	Resposta 2	Média (mL)
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0,1	1,5	0,8
4	1	0,5	0,75

Tabela 21: Efeitos de primeira ordem, segunda ordem, valores do erro e do produto do erro pelo t de student em relação a resistência a centrifugação.

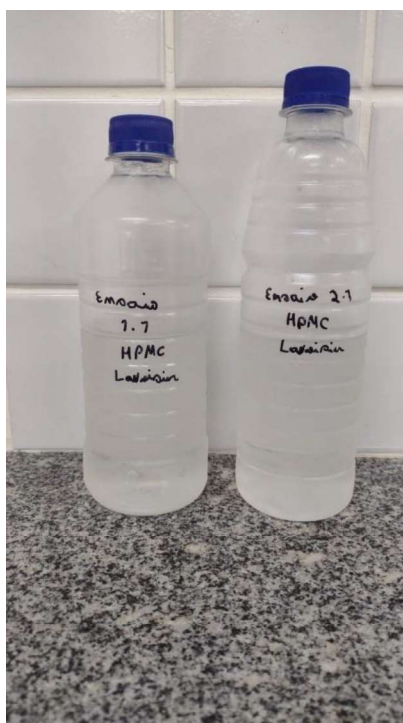
Efeito 1	Efeito 2	Efeito 12	Erro	Erro*t de student
-0,025	0,775	-0,025	0,3716	1,0321

5.1.7 Avaliação Organoléptica

A avaliação organoléptica é um tipo de análise que se baseia em parâmetros avaliados qualitativamente em relação a uma amostra de referência. Assim, interpretando os dados contidos na Tabela 22, pode-se observar que as amostras referentes aos ensaios 1 e 2 (Figura 9) são os melhores em relação aos fatores analisados: aspecto, cor e odor.

Tabela 22: Aspecto, cor e odor dos ensaios referentes ao planejamento 2².

Ensaio	Aspecto	Cor	Odor
1	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração
2	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração
3	Levemente separado	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração
4	Levemente separado	Normal, sem alteração	Normal, sem alteração

Figura 9 - Ensaio 1 e 2 que apresentaram o melhor resultado.

Fonte: o autor.

5.2 PLANEJAMENTO FATORIAL 2³

Finalizado o planejamento fatorial 2², constatou-se que o melhor percentual de HPMC para a produção de álcool em gel sob as condições pré-estabelecidas foi de 0,25 %. Dessa forma, decidiu-se por utilizar este percentual como base para obtenção da mistura a ser realizada com diferentes percentuais de quitosana no planejamento fatorial 2³.

Assim, para determinar as condições ideais de produção do álcool em gel utilizando a mistura de HPMC + quitosana como espessante, foi realizado um planejamento fatorial 2³ com

repetição, utilizando-se 3 fatores e 2 níveis, conforme tabela 23. Para facilitar os cálculos foi utilizada uma planilha do Excel desenvolvida especificamente para esse fim (Ver Apêndice 7).

Tabela 23 – Fatores e níveis utilizados no experimento.

Fatores	Nível (-)	Nível (+)
Teor alcoólico (1)	65 %	70 %
% Quitosana (2)	0,1 %	0,5 %
Tipo de ácido (3)	Ácido acético	Ácido clorídrico

Após a obtenção das amostras conforme o planejamento fatorial 2^3 , algumas caracterizações físico-químicas foram realizadas com o propósito de analisar a qualidade do álcool em gel produzido, sendo elas o teor alcoólico, a densidade, a turbidez, a condutividade elétrica, o pH, a determinação a resistência a centrifugação e a avaliação organoléptica.

Com base nos resultados obtidos para os parâmetros com viés quantitativo, foram calculadas as respostas, médias, efeitos, erro e o produto do erro pelo t de student, os quais serão apresentados a seguir.

5.2.1 Teor Alcoólico

Na tabela 24 pode-se observar os valores obtidos para o teor alcoólico de cada ensaio e a sua respectiva média. Comparando os valores obtidos com os calculados (Ver tabela 8) percebe-se que eles foram bem próximos, revelando que todos os procedimentos de obtenção das amostras de álcool em gel foram realizados de forma correta. No entanto, apesar de próximos, percebe-se que todos eles foram menores que o valor calculado, fato que não foi observado para o planejamento fatorial 2^2 , o qual utilizou apenas o HPMC como espessante. No planejamento atual, a adição de quitosana pode ter influenciado negativamente na fixação do álcool, permitindo que ele volatilizasse com maior facilidade, contribuindo para um menor teor alcoólico em todas as amostras.

Para um melhor entendimento sobre quais fatores e níveis foram mais significativos, compararam-se os valores dos efeitos de primeira ordem, segunda ordem e de terceira ordem pelo produto do erro pelo t de student (Ver tabela 25). A partir daí, pode-se constatar que o fator 1 foi significativo por apresentar um valor em módulo superior ao produto do erro pelo t de student e o fator 2 foi significativo com nível de intensidade menor que o fator 1, enquanto que o fator 3 e os fatores de interação não são significativos.

Tabela 24: Respostas e médias para o planejamento fatorial 2^3 em relação ao teor alcoólico.

Ensaio	Resposta 1	Resposta 2	Média (INPM)
1	63,96	64,9	64,43
2	69,6	69,7	69,65
3	64,03	63,91	63,97
4	68,62	68,49	68,555
5	64,14	64,54	64,34
6	69,66	69,57	69,615
7	63,73	63,25	63,49
8	68,7	68,94	68,82

Tabela 25: Efeitos de primeira ordem, segunda ordem, terceira ordem e os valores do erro e do produto do erro pelo t de student em relação ao teor alcoólico.

Efeito 1	Efeito 2	Efeito 3	Efeito 12	Efeito 13	Efeito 23	Efeito 123	Erro	Erro* t de student
5,1025	-0,8	-0,085	-0,145	0,2	-0,022	0,1725	0,1469	0,3379

Fazendo uma análise individual sobre o fator 1, percebe-se que ele afeta positivamente a resposta, pois quando ele saiu do nível menos para o nível mais, há um aumento do teor alcoólico, o que já era esperado considerando os percentuais alcoólicos utilizados no planejamento.

Sobre o fator 2 que afeta negativamente a resposta, quando o mesmo sai do nível menos para o nível mais, a maior porcentagem de quitosana adicionada no processo faz com que o teor alcoólico diminua na solução, muito provavelmente em função de uma menor fixação do álcool na amostra conforme mencionado anteriormente.

Em relação ao fator 3, por ele não ser significativo na resposta, é preferível que se opte pelo ácido clorídrico em função do odor apresentado pelo ácido acético.

Diante dos resultados expostos, é possível determinar as condições ideais para fabricação de álcool em gel com base apenas no teor alcoólico. Portanto, o ensaio com a melhor condição de síntese foi o ensaio 6, que utiliza 65 % de teor alcoólico, 0,1 % de quitosana e solução de HCl para acidificar o meio.

5.2.2 Densidade

A partir dos resultados de densidade obtidos para cada ensaio (Ver tabela 26), pôde-se calcular os efeitos de primeira ordem, os efeitos de interação, o erro e o produto do erro pelo t de student (Ver tabela 27). Ao analisar as Tabelas 26 e 27, pode-se observar que o fator 1 foi

significativo por apresentar um valor em módulo superior ao produto do erro pelo t de student, assim como os fatores 2 e 3. Já os efeitos de interação por se apresentarem bem próximos do produto do erro pelo t de student, podem ser desconsiderados.

Tabela 26: Respostas e médias para o planejamento fatorial 2^3 em relação a densidade.

Ensaios	Resposta 1	Resposta 2	Média (g/mL)
1	0,8848	0,8826	0,8837
2	0,8665	0,8665	0,8665
3	0,8809	0,8809	0,8809
4	0,8693	0,8691	0,8692
5	0,8791	0,877	0,87805
6	0,8649	0,8646	0,86475
7	0,8807	0,8815	0,8811
8	0,8675	0,8669	0,8672

Tabela 27: Efeitos de primeira ordem, segunda ordem, terceira ordem e os valores do erro e do produto do erro pelo t de student em relação a densidade.

Efeito 1	Efeito 2	Efeito 3	Efeito 12	Efeito 13	Efeito 23	Efeito 123	Erro	Erro*t de student
-0,01403	0,00135	-0,0023	0,00122	0,00043	0,0014	-0,00153	0,0004	0,00092

Analisando individualmente o fator 1 que afeta negativamente a resposta, pode-se observar que quando o mesmo sai do nível menos para o nível mais, há uma diminuição na densidade, o que já era previsto levando em conta que quando ocorre um acréscimo de um solvente alcoólico em uma solução, a sua densidade tende a diminuir.

Em relação ao fator 2 que afeta positivamente a resposta, quando o mesmo sai do nível menos para o mais, o aumento da quitosana faz com que a densidade aumente de valor, ou seja, a quitosana ao se solubilizar torna a solução mais densa. No entanto, percebe-se que apesar de se mostrar significativo, os valores de densidade obtidos estão muito próximos uns dos outros, independente do percentual de quitosana utilizado.

Sobre o fator 3 que afeta negativamente a resposta, quando o mesmo sai do nível menos para o nível mais, a substituição de ácido acético por ácido clorídrico resulta na diminuição da densidade, tornando a solução menos densa. Da mesma forma que o fator 2, apesar de se apresentar como um fator significativo, os valores estão muito próximos uns dos outros, permitindo se optar pelo ácido que for mais conveniente.

Portanto, mediante todos os pontos abordados, pode-se optar pelo ensaio 6 como sendo aquele que apresenta as melhores condições para produção de álcool em gel.

5.2.3 Turbidez

Considerando os resultados de turbidez obtidos para cada ensaio (Ver tabela 28), calculou-se os efeitos de primeira ordem, os efeitos de interação, o erro e o produto do erro pelo t de student (Ver tabela 29). Comparando-se cada efeito com o produto do erro pelo t de student, pode-se observar que todos os fatores juntamente com os efeitos de interação são significativos.

Tabela 28: Respostas e médias para o planejamento fatorial 2^3 em relação a turbidez.

Ensaio	Resposta 1	Resposta 2	Média (NTU)
1	349	342	345,5
2	267	258	262,5
3	>1000*	>1000	>1000
4	>1000	>1000	>1000
5	286	261	273,5
6	284	269	276,5
7	>1000	>1000	>1000
8	>1000	>1000	>1000

*O valor obtido para turbidez ultrapassou o limite de quantificação do equipamento (1000 NTU). Dessa forma o cálculo no planejamento fatorial, utilizou-se o valor de 1000 NTU.

Tabela 29: Efeitos de primeira ordem, segunda ordem, terceira ordem e os valores do erro e do produto do erro pelo t de student em relação a turbidez.

Efeito 1	Efeito 2	Efeito 3	Efeito 12	Efeito 13	Efeito 23	Efeito 123	Erro	Erro*t de student
-20	710,5	-14,5	20	21,5	14,5	-21,5	3,9131	9,0002

Analisando o fator 1 que afeta negativamente a resposta, repara-se que quando o mesmo saí do nível menos para o nível mais, há uma diminuição na turbidez, ou seja, tornando o material mais lúcido, o que é um ponto positivo para a comercialização do produto.

Sobre o fator 2 que afeta positivamente a resposta, nota-se que quando o mesmo saí do nível menos para o nível mais, há um aumento expressivo na turbidez, isto é, o produto se torna mais turvo, ponto desfavorável para o consumidor, pois causa alteração nas propriedades organolépticas (aspecto e cor). É importante destacar que dentre todos os fatores e efeitos de interação, o percentual de quitosana é aquele que causa a maior modificação da turbidez das

amostras. Isso é facilmente constatado pelo elevado valor do efeito 2 quando comparado aos demais.

Em relação ao fator 3 que afeta negativamente a resposta, observa-se que quando o mesmo sai do nível menos para o nível mais, há uma diminuição na turbidez, ao substituir ácido acético por ácido clorídrico torna a solução mais lúcida, ponto positivo para o consumidor em função do odor apresentado pelo ácido acético.

O efeito de interação 12 afeta positivamente a resposta, assim verifica-se que quando o mesmo sai do nível menos para o nível mais, ou seja, a interação do aumento da concentração do álcool com o aumento da concentração de quitosana faz a turbidez aumentar.

O efeito de interação 13 afeta positivamente a resposta, quando o mesmo sai do nível menos para o nível mais, melhor dizendo, quando há um aumento na concentração de álcool juntamente com a substituição do ácido acético pelo ácido clorídrico, ocasiona no aumento da turbidez.

O efeito de interação 23 afeta positivamente a resposta, quando o mesmo sai do nível menos para o nível mais, isto significa que ao aumentar a concentração de quitosana simultaneamente com a substituição do ácido acético pelo ácido clorídrico, acarreta na elevação da turbidez.

O efeito de interação 123 afeta negativamente a resposta, quando o mesmo sai do nível menos para o nível mais, em outras palavras, ao se aumentar a concentração de álcool, aumentar a concentração de quitosana e substituir o ácido acético pelo ácido clorídrico, promove a diminuição da turbidez, um ponto positivo para a comercialização do produto.

Diante de todos os resultados expostos, pode-se comprovar as condições ideais para produção de álcool em gel com base apenas na turbidez. Dessa maneira, os ensaios com a melhor condição de síntese foram os ensaios 2, 5 e 6.

5.2.4 Condutividade

Considerando as Tabelas 30 e 31, nota-se que o fator 1 e o fator 2 são significativos, enquanto que o fator 3 e os efeitos de interação não demonstraram relevância na resposta.

Tabela 30: Respostas e médias para o planejamento fatorial 2³ em relação a condutividade.

Ensaio	Resposta 1	Resposta 2	Média (μS/cm)
1	93,4	79,2	86,3
2	75,2	73,2	74,2
3	99,7	117,3	108,5
4	76,2	82,2	79,2
5	85,2	76,1	80,65
6	70,1	71,8	70,95
7	97,9	105,6	101,75
8	90,2	81,9	86,05

Tabela 31: Efeitos de primeira ordem, segunda ordem, terceira ordem e os valores do erro e do produto do erro pelo t de student em relação a condutividade.

Efeito 1	Efeito 2	Efeito 3	Efeito 12	Efeito 13	Efeito 23	Efeito 123	Erro	Erro*t de student
-16,7	15,85	-2,2	-5,8	4	2,25	2,8	3,458	7,9533

Analisando o fator 1 que afeta negativamente a resposta, quando o mesmo sai do nível menos para o nível mais, há uma diminuição na condutividade, ou seja, com o aumento da concentração alcoólica na solução, ocasiona no aumento na resistividade elétrica no produto.

Sobre o fator 2 que afeta positivamente a resposta, quando o mesmo sai do nível menos para o nível mais, há um aumento na condutividade, isto é, ao aumentar a concentração de quitosana na solução o produto se torna mais condutor.

Como o fator 3 não foi significativo é mais favorável que se opte pelo ácido clorídrico em função do odor apresentado pelo ácido acético.

Com base nos dados obtidos, pode-se demonstrar as condições ideais para produção de álcool em gel com base apenas na condutividade. Desse modo, o ensaio com a melhor condição de síntese foi o ensaio 3.

5.2.5 pH

Ao analisar as Tabelas 32 e 33, pode-se observar que o fator 1 e o fator 3 são significativos, enquanto que o fator 2 e os fatores de interação 12, 13, 23 e 123 não demonstraram significância.

Tabela 32: Respostas e médias para o planejamento fatorial 2³ em relação ao pH.

Ensaios	Resposta 1	Resposta 2	Média
1	6,37	6,7	6,535
2	8,04	7,71	7,875
3	7,38	6,8	7,09
4	8,5	8,06	8,28
5	8,48	8,66	8,57
6	8,73	8,9	8,815
7	7,94	8,21	8,075
8	8,13	8,67	8,4

Tabela 33: Efeitos de primeira ordem, segunda ordem, terceira ordem e os valores do erro e do produto do erro pelo t de student em relação ao pH.

Efeito 1	Efeito 2	Efeito 3	Efeito 12	Efeito 13	Efeito 23	Efeito 123	Erro	Erro*t de student
0,775	0,0125	1,02	-0,0175	-0,49	-0,4675	0,0575	0,1354	0,3115

Em relação ao fator 1 que afeta positivamente a resposta, quando o mesmo sai do nível menos para o nível mais, melhor dizendo, com o aumento da concentração de álcool na solução, o pH tende a aumentar.

Analisando o fator 3 que afeta positivamente a resposta, ao sair do nível menos para o nível mais, ou seja, ao substituir o ácido acético pelo ácido clorídrico acarreta no aumento do pH.

Baseado nos resultados obtidos, todos os valores de pH obtidos são aceitáveis e normalmente encontrados em produtos de limpeza e desinfecção utilizados no dia a dia. Assim, pode-se determinar as condições ideais para fabricação de álcool em gel com base apenas no pH. Portanto, o ensaio com a melhor condição de síntese foi o ensaio 6.

5.2.6 Resistência a Centrifugação

Interpretando os dados contidos nas Tabelas 34 e 35, pode-se observar que o fator 2 foi o único significativo, todos os demais não foram significativos para a resposta.

Tabela 34: Respostas e médias para o planejamento fatorial 2^3 em relação a resistência a centrifugação.

Ensaios	Resposta 1	Resposta 2	Média (mL)
1	0,1	0,1	0,1
2	0,3	0,2	0,25
3	0,2	0,3	0,25
4	0,3	0,3	0,3
5	0,2	0,1	0,15
6	0,2	0,2	0,2
7	0,3	0,3	0,3
8	0,3	0,5	0,4

Tabela 35: Efeitos de primeira ordem, segunda ordem, terceira ordem e os valores do erro e do produto do erro pelo t de student em relação a resistência a centrifugação.

Efeito 1	Efeito 2	Efeito 3	Efeito 12	Efeito 13	Efeito 23	Efeito 123	Erro	Erro*t de student
0,0875	0,1375	0,0375	-0,0125	-0,0125	0,0375	0,0375	0,0331	0,0761

Em relação ao fator 2 que afeta positivamente a resposta, quando o mesmo sai do nível menos para o nível mais, isto é, quando se aumenta o percentual de quitosana na amostra, vai formar mais precipitações no fundo do recipiente. Portanto, isso não é interessante para a produção de álcool em gel.

Em relação ao fator 3 que não é significativo, se pode optar pelo ácido clorídrico ao invés do ácido acético, pela questão do odor.

Conforme os dados apresentados, pode-se definir as condições ideais para fabricação de álcool em gel com base apenas na resistência a centrifugação. Assim, os ensaios com as melhores condições de síntese foram os ensaios 1,2,5 e 6.

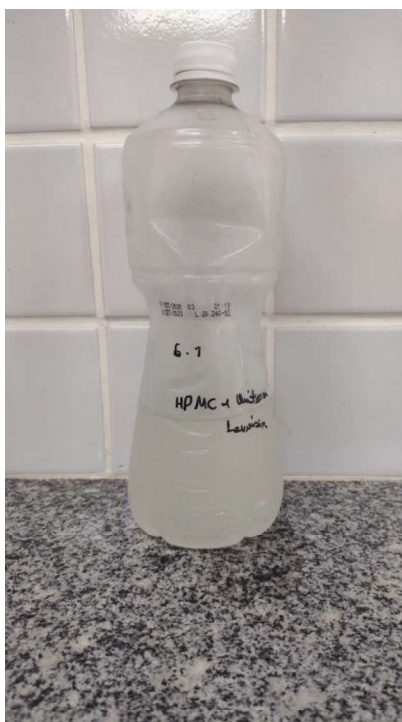
Dentre eles, o ensaio 6 seria o mais adequado, visando o custo benefício e a utilização de ácido clorídrico na solução, para evitar o odor ocasionado pelo ácido acético.

5.2.7 Avaliação Organoléptica

Ao analisar todos os dados expressos na Tabela 36, pode-se concluir que a amostra referente ao ensaio 6 (Figura 10) é o que apresenta o melhor resultado em relação aos fatores analisados: aspecto, cor e odor.

Tabela 36: Aspecto, cor e odor dos ensaios referentes ao planejamento 2³.

Ensaio	Aspecto	Cor	Odor
1	Levemente turvo	Levemente modificado	Levemente modificado
2	Levemente turvo	Levemente modificado	Levemente modificado
3	Turvo	Modificado	Levemente modificado
4	Turvo	Modificado	Levemente modificado
5	Levemente turvo	Levemente modificado	Normal, sem alteração
6	Levemente turvo	Levemente modificado	Normal, sem alteração
7	Turvo	Modificado	Normal, sem alteração
8	Turvo	Modificado	Normal, sem alteração

Figura 10 - Ensaio 6 que apresentou o melhor resultado.

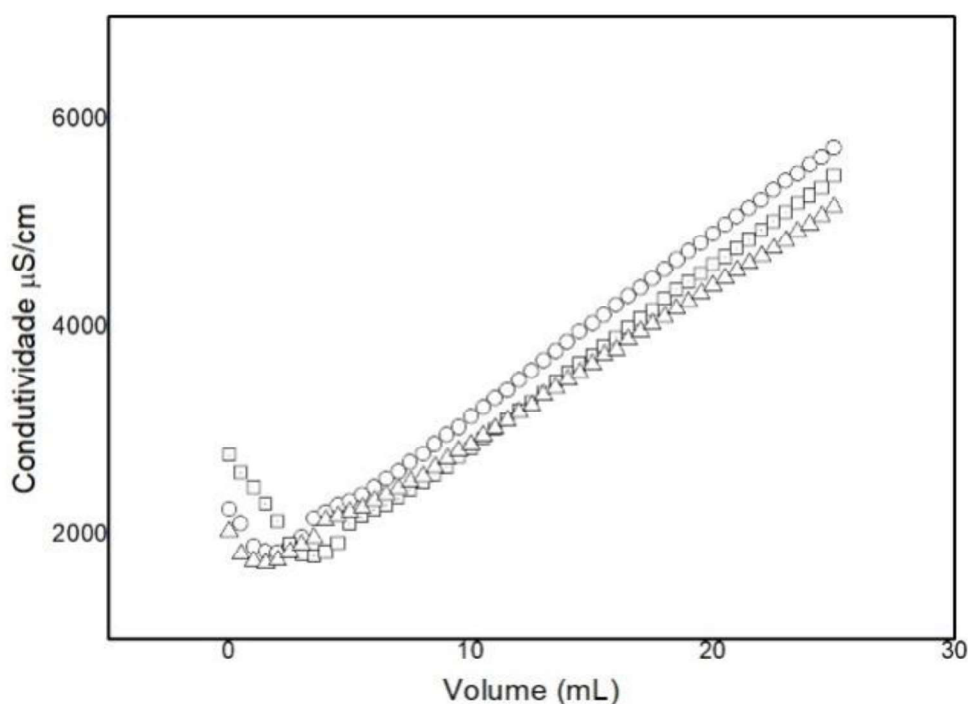
Fonte: o autor.

5.3 GRAU DE DESACETILAÇÃO DA QUITOSANA.

Após a finalização dos experimentos utilizando a quitosana, percebeu-se que uma parte dela precipitou. Com isso, suspeitou-se do grau de pureza e decidiu-se determinar o grau de desacetilação para tentar identificar o motivo do fato observado.

Com a obtenção dos dados, foi gerado o gráfico da condutividade vs volume de NaOH conforme a Figura 11:

Figura 11 - Condutividade vs volume de NaOH.



Fonte: o autor.

Fazendo uso dos parâmetros obtidos a partir do gráfico e das equações apresentadas na metodologia, foi calculado o grau de desacetilação, obtendo-se o valor médio de 19,33%, o que indica que não é quitosana. Dessa forma, este, provavelmente, foi o motivo da precipitação de parte do espessante utilizado em cada ensaio.

6. CONCLUSÕES

Considerando o trabalho realizado, pôde-se determinar as condições ideais de produção de álcool em gel utilizando o HPMC e a Quitosana como espessantes, com o auxílio das seguintes caracterizações de cunho quantitativo: teor alcoólico, densidade, turbidez, condutividade, pH e resistência a centrifugação, juntamente com a avaliação organoléptica de caráter qualitativo.

Com a efetuação dos planejamentos fatoriais propostos, podemos observar que as caracterizações demonstraram pontos a serem abordados:

- A análise do teor alcoólico dos ensaios foi satisfatória, pois se fez possível determinar as condições ideais de produção para os dois espessantes, atendendo as normas que regulam a concentração ideal.
- Em relação a densidade, constatou-se que apesar de uma maior quantidade de quitosana adicionada na solução, os valores de densidade obtidos estão muito próximos uns dos outros, independente do percentual de quitosana utilizado. Com relação ao outro espessante, é possível optar pela menor porcentagem de HPMC ao se tratar de uma fabricação de álcool em gel em maior escala, proporcionando economia de material.
- No que se refere a turbidez, foram alcançados resultados consideravelmente altos. Com relação ao HPMC constata-se que ele causa um aumento na turbidez, o que não é interessante para o consumidor, tendo em vista que produtos mais cristalinos (de menor turbidez) tendem a ter uma maior aceitação no mercado. É importante destacar que o percentual de quitosana é aquele que causa a maior modificação da turbidez das amostras. Ao substituir ácido acético por ácido clorídrico torna a solução mais lúcida, ponto positivo para o consumidor em função do odor apresentado pelo ácido acético.
- Analisando a condutividade das amostras mostra-se que com o aumento da concentração alcoólica na solução, ocasiona no aumento na resistividade elétrica no produto. Com o aumento dos espessantes na amostra aumenta-se a condutividade do produto.
- De maneira geral, o pH que foi obtido nas amostras é aceitável e próximo ao que normalmente é encontrado em produtos de limpeza e desinfecção utilizados no dia a dia.
- Na avaliação da resistência por centrifugação, o HPMC sugere uma boa estabilidade do produto obtido frente a uma perturbação ocasionada pelo processo de centrifugação, ao

passo que quando se aumenta o percentual de quitosana na amostra, vai formar mais precipitações no fundo do recipiente. Portanto, isso não é interessante para a produção de álcool em gel.

- Com relação a avaliação organolética do HPMC ele se mostrou normal, sem alteração em todas as amostras, já com a adição de quitosana ao processo, as amostras se tornaram levemente turvas (1, 2, 5 e 6) e turvas (3, 4, 7 e 8). Ao se analisar a cor e o odor dos ensaios, é evidente que os que detêm a quitosana como um dos espessantes sofreram alterações em sua cor e alterações no odor devido ao ácido acético adicionado. Em relação ao odor foi constatado bons resultados ao se utilizar o ácido clorídrico.

Com base em todos os resultados apresentados anteriormente, pode-se determinar os melhores ensaios levando em consideração todas as caracterizações discutidas. Portanto, os ensaios 1 e 2 são os que exibem melhores características para produção de álcool utilizando o HPMC como espessante, ou seja, amostras com um teor alcoólico de 65 % ou 70 % e percentual de HPMC igual a 0,25 %. Já para a produção de álcool em gel utilizando Quitosana e HPMC como espessantes, o ensaio 6 é o que exhibe melhores características.

Em relação ao grau de desacetilação, obteve-se um valor médio de 19,33%, o que indica que o material tem um baixo teor de quitosana, não favorecendo a obtenção de um produto final conforme esperado. Por este motivo, esse trabalho será dado continuidade e será adquirido uma quitosana com grau de pureza mais elevado, com o objetivo de repetir todos os experimentos e verificar se será obtido um álcool em gel de melhor qualidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANVISA. Agência nacional de vigilância sanitária. **Decreto nº 79044, de 5 de janeiro de 1977.** Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1970-1979/decreto-79094-5-janeiro-1977-428252-publicacaooriginal-1-pe.html>. acesso em: 14 de fevereiro de 2022.

ANVISA. Agência nacional de vigilância sanitária. **Normativa nº3.** 28 de abril de 2009. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=77990>. acesso em: 29 de abril de 2022

ANVISA. Agência nacional de vigilância sanitária. **RDC Nº 422, 2020.** 16 de setembro de 2020. 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: 14 de maio de 2022.

ANVISA. Agência nacional de vigilância sanitária. **Resolução Nº 46, 2002.** 20 de fevereiro de 2002. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2002/rdc0046_20_02_2002.html. Acesso em: 30 de abril de 2022.

ANVISA. Agência nacional de vigilância sanitária. **Segurança do paciente, higienização das mãos.** 15 de junho de 2007. Disponível em: https://www.anvisa.gov.br/servicos/saude/manuais/paciente_hig_maos.pdf. acesso em: 24 de abril de 2022.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Nota Técnica Nº 04/2020. **Orientações para serviços de saúde: medidas de prevenção e controle que devem ser adotadas durante a assistência aos casos suspeitos ou confirmados de infecção pelo novo coronavírus (COVID-19).** Brasília, 2020.

ANTONINO, N. A. **Otimização do processo de obtenção de quitina e quitosana de exoesqueletos de camarões oriundo da indústria pesqueira paraibana.** 2007. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2007.

AZEVEDO, V. V. C. et al. **Quitina e Quitosana:** aplicações como biomateriais. Revista Eletrônica de Materiais e Processos. Campina Grande, v. 2. 3, 27-34 f, nov./dez. 2007.

BARATA, Rita de Cássia Barradas. **Epidemias.** Cad. Saúde Pública [online]. 1987, vol.3, n.1, pp.9-15. ISSN 1678-4464.

BARROS, B. et. Al. **Planejamento e otimização de experimentos**. 2ª Ed. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 1996, 299p.

BARROS NETO, Benício de; SCARMINIO, Ieda S.; BRUNS, Roy E. 25 anos de quimiometria no Brasil. *Química Nova*, v. 29, n. 6, p. 1401-1406, 2006.

BITTENCOURT, Renato Nunes. Pandemia, isolamento social e colapso global. **Espaço Acadêmico**, S/L, v. 19, n. 221, p. 168-178, mar. 2020. Bimestral.

BRASIL. **CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**: texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988, com as alterações determinadas pelas Emendas Constitucionais de Revisão nos 1 a 6/94, pelas Emendas Constitucionais nos 1/92 a 91/2016 e pelo Decreto Legislativo no 186/2008. – Brasília: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2016. 496 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia para Investigações de Surtos ou Epidemias**. Brasília: [Ministério da saúde], 2018.

CARONI, Ana Luiza Porpino Fernandes. **Estudos de adsorção de tetraciclina em partículas de quitosana**. 2009. 145 f. Tese (Doutorado em Físico-Química; Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009

COELHO, MS *et al.* Higienização das mãos como estratégia fundamental no controle de infecção hospitalar: um estudo quantitativo. **Enfermería Global**, S/L, v. 10, n. 21, p. 1-12, jan, 2011. Disponível em: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1695-61412011000100003&lng=pt&tlng=es. Acesso em: 04 de setembro de 2021.

COSTA, Maria Carolina Burgos; ALMEIDA, Cláudio Romero Rodrigues de. A importância do ensino da ferramenta de planejamento fatorial para estudantes de engenharia. In: XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em engenharia-COBENGE, Blumenau-SC. 2011.

CORONAVÍRUS BRASIL. Painel Coronavírus. 2022. Disponível em: <https://covid.saude.gov.br/>. Acesso em: 25 abr. 2022.

DIAZ, Luiz Carlos. Especial Vacinas Covid-19: Cenário atual. *Jornal da UNICAMP*, Campinas, 26 de fevereiro de 2021. Disponível em: <https://www.unicamp.br/unicamp/ju/artigos/luiz-carlos-dias/especial-vacinas-covid19-cenario-atual>. Acesso em: 20 de abril de 2022.

DOS SANTOS, Adélia Aparecida Marçal. HIGIENIZAÇÃO DAS MÃOS NO CONTROLE DAS INFECÇÕES EM SERVIÇOS DE SAÚDE. RAS, v. 4, n. 15, p. 10-14, 2002.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ (Fiocruz), **Ministério da Saúde, Brasil. AstraZeneca e Pfizer têm efetividade confirmada na redução de hospitalizações.** Brasília: Fiocruz, 2021.

FORMULÁRIO NACIONAL DA FARMACOPEIA BRASILEIRA / BRASIL. **Ministério da Saúde.** Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 2.ed. Brasília: Anvisa, 2012.

FURTADO, L. M. **Influência do glicerol em membranas de quitosana.** Monografia (Graduação) – Bacharel em Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

GALDÁMEZ, Edwin Vlademir Cardoza. **Aplicação das técnicas de planejamento e análise de experimentos na melhoria de qualidade de um processo de fabricação de produtos plásticos.** 2002. 133 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.

GARCIA, Telma Ribeiro. **A terminologia CIPE e a participação do centro CIPE Brasileiro em seu desenvolvimento e disseminação.** João Pessoa, 2013.

Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos / Agência Nacional de Vigilância Sanitária. -- 1. ed. -- Brasília: ANVISA, 2004.

HOSPITAL ALEMÃO OSWALDO CRUZ (HAOC). **Assepsia e antissepsia, entenda a diferença e boas práticas.** Hospital Oswaldo Cruz. 2020. Disponível em: <https://www.hospitaloswaldocruz.org.br/imprensa/noticias/assepsia-e-antissepsia-entenda-a-diferenca-e-boas-praticas/> acesso em: 29 de abril de 2022.

KAMPF G, Todt T, Pfaender S, Steinmann E. Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents. **J Hosp Infect**, Bochum, acesso em: 29 de abril de 2022.

LIMA, C. R. M. **Estudos de adsorção de tetraciclina e cromoglicato em partículas de quitosana.** Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013.

LINHARES, Henrique. Principais agentes de viscosidade e espessantes para álcool gel. 2020. Disponível em: <http://sohelices.com.br/principais-agentes-de-viscosidade-e-espessantes-para-alcool-gel>. Acessado em: 15 de março de 2022.

MAGALHAES, Lana. **Característica do álcool**. Amazonas, 2010.

MAGALHÃES, Washington Luiz Esteves; DEGENHARDT, Juliana. Nova formulação de álcool gel (MicroCelol) com celulose microfibrilada (MFC): avaliação em *Escherichia coli*. **Embrapa**, Colombo, PR, n. 444, p. 1-9, abr. 2020. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1121779/1/CT-444-1798-final-corrigido-1.pdf>. Acesso em: 24 setembro de 2021.

MARANI, Pedro Lazzarin. **Estudo da influência das características estruturais da hidroxipropil-metil-celulose (HPMC) nas propriedades de superfície de filmes poliméricos, na incorporação e liberação de nicotina**. São Paulo, 2015.

MARTINS, D. F. F. et al. **Temporal and physiological influence of the absorption of nutrients and toxic elements by *Eichhornia crassipes***. *Journal of Environmental Monitoring*, v. 13, n. 2, p.274-279, fev. 2011.

MORIYA T, Módena JLP. **Assepsia e antisepsia: técnicas de esterilização**. Ribeirão Preto. 30 de setembro de 2008. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rmrp/article/view/272>. Acessado em: 24 de março de 2021.

NETO, Benício de Barros; SCARMINIO, Ieda Spacino; BRUNS, Roy Edward. **Como fazer experimentos**. 3ªed. Campinas, SP: UNICAMP, 2007.

NEVES, C. F. C. et.al. **Variables search technique applied to gas separation**. *Química Nova*. v.25, n 2, p.327-329, 2002.

OMS. Organização Mundial de Saúde. **Manual de condutas para enfrentamento da covid-19**. Genebra: OMS, 2020.

PETER, M. G. **Applications and environmental aspects of chitin and chitosan**. *Pure Appl. Chem.*, v. 32, p. 629- 640, 1995.

REIS, Lúcia Margarete, et al. **Avaliação da atividade antibacteriana de antissépticos e desinfetantes utilizados em serviços públicos de saúde**. Londrina, 2011.

ROSSATO, Ana Laura et al. **Higienização das mãos**. 2018.

ROTTA, Jefferson et al. Parameters of color, transparency, water solubility, wettability and surface free energy of chitosan/hydroxypropylmethylcellulose (HPMC) films plasticized with sorbitol. *Materials Science and Engineering: C*, v. 29, n. 2, p. 619-623, 2009.

SANTOS, Adélia Aparecida Marçal dos Santos. **Importância do álcool no controle de infecções em serviços de saúde**. São Paulo, 2002.

SEQUINEL, Rodrigo. **Soluções a base de álcool para higienização das mãos e superfície na prevenção da covid-19: compêndio informativo sob o ponto de vista da química envolvida**. Palotina, 2020.

SILVA, Luiz Jacintho da. O controle das endemias no Brasil e sua história. *Ciência e Cultura*, v. 55, n. 1, p. 44-47, 2003.

SILVEIRA, M. M. **Síntese e caracterização de membranas de quitosana para uso em osmose direta**. 2013. 327 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

TAVARES, I. S. **Obtenção e caracterização de nanopartículas de quitosana**. 2011. 54 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

TURPIN, K. **Etanol vs. álcool isopropílico para desinfetar. e-HOW Brasil**. Disponível em: http://www.ehow.com.br/etanol-vs-alcool-isopropilico-desinfetarsobre_6433. acesso em: 28 de abril de 2022.

World Health Organization. WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard. 2021. Disponível em: <https://covid19.who.int/>. Acesso em: 25 abr. 2021.

XAVIER, Tálisson Davi Noberto *et al.* Filmes biopoliméricos baseados em fécula, quitosana e cera de carnaúba e suas propriedades. **Matéria (Rio de Janeiro)**, [S.L.], v. 25, n. 4, 2020. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1517-707620200004.1166>. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/rm/article/view/40262/0>. Acesso em: 04 de setembro de 2021.

APÊNDICE

Figura 12: Planejamento fatorial 2^2 referentes ao teor alcoólico.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Média	1	2	12	R1	R2	Média		
2	1	-1	-1	1	65,1	65,28	65,190		
3	1	1	-1	-1	70,32	71,11	70,715		
4	1	-1	1	-1	66,15	64,8	65,475		
5	1	1	1	1	70,72	71,55	71,135		
6									
7						Quadrado dos desvios			
8	Média	1	2	12		0,0324			
9	65,19	-65,19	-65,19	65,19		0,6241			
10	70,715	70,715	-70,715	-70,715		1,8225			
11	65,475	-65,475	65,475	-65,475		0,6889			
12	71,135	71,135	71,135	71,135					
13	Média	1	2	12		0,39599	Variância conjunta		
14	68,1288	5,5925	0,3525	0,0675					
15						0,19799	variância do efeito		
16						0,44496	Erro		
17						1,23567	Produto do erro* t de student		
18									

Fonte: o autor.

Figura 13: Planejamento fatorial 2^2 referentes a densidade.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Média	1	2	12	R1	R2	Média		
2	1	-1	-1	1	0,878	0,877	0,878		
3	1	1	-1	-1	0,864	0,861	0,863		
4	1	-1	1	-1	0,875	0,878	0,877		
5	1	1	1	1	0,863	0,861	0,862		
6									
7						Quadrado dos desvios			
8	Média	1	2	12		1E-06			
9	0,8775	-0,8775	-0,8775	0,8775		9E-06			
10	0,8625	0,8625	-0,8625	-0,8625		9E-06			
11	0,8765	-0,8765	0,8765	-0,8765		4E-06			
12	0,862	0,862	0,862	0,862					
13	Média	1	2	12		2,9E-06	Variância conjunta		
14	0,86963	-0,01475	-0,00075	0,00025					
15						1,4E-06	variância do efeito		
16						0,0012	Erro		
17						0,00333	Produto do erro* t de student		
18									

Fonte: o autor.

Figura 14: Planejamento fatorial 2² referentes a turbidez.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Média	1	2	12	R1	R2	Média		
2	1	-1	-1	1	5,73	5,81	5,77		
3	1	1	-1	-1	6,01	6,38	6,20		
4	1	-1	1	-1	9,55	9,76	9,66		
5	1	1	1	1	11,20	11,90	11,55		
6									
7									
8	Média	1	2	12		0,0064			
9	5,77	-5,77	-5,77	5,77		0,1369			
10	6,195	6,195	-6,195	-6,195		0,0441			
11	9,655	-9,655	9,655	-9,655		0,49			
12	11,55	11,55	11,55	11,55					
13	Média	1	2	12		0,08468	Variância conjunta		
14	8,2925	1,16	4,62	0,735					
15						0,04234	variância do efeito		
16						0,20576	Erro		
17						0,5714	Produto do erro* t de student		
18									

Fonte: o autor.

Figura 15: Planejamento fatorial 2² referentes a condutividade.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Média	1	2	12	R1	R2	Média		
2	1	-1	-1	1	72,6	72,9	72,75		
3	1	1	-1	-1	67,6	67,7	67,65		
4	1	-1	1	-1	111,8	137,6	124,7		
5	1	1	1	1	111,4	89,7	100,55		
6									
7									
8	Média	1	2	12		0,09			
9	72,75	-72,75	-72,75	72,75		0,01			
10	67,65	67,65	-67,65	-67,65		665,64			
11	124,7	-124,7	124,7	-124,7		470,89			
12	100,55	100,55	100,55	100,55					
13	Média	1	2	12		142,079	Variância conjunta		
14	91,4125	-14,625	42,425	-9,525					
15						71,0394	variância do efeito		
16						8,42849	Erro		
17						23,4059	Produto do erro* t de student		
18									
19									

Fonte: o autor.

Figura 16: Planejamento fatorial 2² referentes ao pH.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Média	1	2	12	R1	R2	Média		
2	1	-1	-1	1	7,41	7,36	7,39		
3	1	1	-1	-1	7,37	8,29	7,83		
4	1	-1	1	-1	7,30	7,28	7,29		
5	1	1	1	1	7,30	6,95	7,13		
6									
7						Quadrado dos desvios			
8	Média	1	2	12		0,0025			
9	7,385	-7,385	-7,385	7,385		0,8464			
10	7,83	7,83	-7,83	-7,83		0,0004			
11	7,29	-7,29	7,29	-7,29		0,1225			
12	7,125	7,125	7,125	7,125					
13	Média	1	2	12		0,12148	Variância conjunta		
14	7,4075	0,14	-0,4	-0,305					
15						0,06074	variância do efeito		
16						0,24645	Erro		
17						0,68439	Produto do erro* t de student		
18									

Fonte: o autor.

Figura 17: Planejamento fatorial 2² referentes a resistência a centrifugação.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Média	1	2	12	R1	R2	Média		
2	1	-1	-1	1	0	0	0		
3	1	1	-1	-1	0	0	0		
4	1	-1	1	-1	0,1	1,5	0,8		
5	1	1	1	1	1	0,5	0,75		
6									
7						Quadrado dos desvios			
8	Média	1	2	12		0			
9	0	0	0	0		0			
10	0	0	0	0		1,96			
11	0,8	-0,8	0,8	-0,8		0,25			
12	0,75	0,75	0,75	0,75					
13	Média	1	2	12		0,27625	Variância conjunta		
14	0,3875	-0,025	0,775	-0,025					
15						0,13813	variância do efeito		
16						0,37165	Erro		
17						1,03208	Produto do erro* t de student		
18									

Fonte: o autor.

Figura 18: Planejamento fatorial 2^3 referentes ao teor alcoólico.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	1	2	3	12	13	23	123	R1	R2	Média	Desvio			
2	-1	-1	-1	1	1	1	-1	63,96	64,9	64,43	-0,94			
3	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	69,6	69,7	69,65	-0,1			
4	-1	1	-1	-1	1	-1	1	64,03	63,91	63,97	0,12			
5	1	1	-1	1	-1	-1	-1	68,62	68,49	68,555	0,13			
6	-1	-1	1	1	-1	-1	1	64,14	64,54	64,34	-0,4			
7	1	-1	1	-1	1	-1	-1	69,66	69,57	69,615	0,09			
8	-1	1	1	-1	-1	1	-1	63,73	63,25	63,49	0,48			
9	1	1	1	1	1	1	1	68,7	68,94	68,82	-0,24			
10														
11														
12	-64,43	-64,43	-64,43	64,43	64,43	64,43	-64,43				0,8836			
13	69,65	-69,65	-69,65	-69,65	-69,65	69,65	69,65				0,01			
14	-63,97	63,97	-63,97	-63,97	63,97	-63,97	63,97				0,0144			
15	68,555	68,555	-68,555	68,555	-68,555	-68,555	-68,555				0,0169			
16	-64,34	-64,34	64,34	64,34	-64,34	-64,34	64,34				0,16			
17	69,615	-69,615	69,615	-69,615	69,615	-69,615	-69,615				0,0081			
18	-63,49	63,49	63,49	-63,49	-63,49	63,49	-63,49				0,2304			
19	68,82	68,82	68,82	68,82	68,82	68,82	68,82				0,0576			
20														
21	5,1025	-0,8	-0,085	-0,145	0,2	-0,0225	0,1725	Efeitos			0,086313	var conj		
22														
23											0,021578	variancia do ensaio		
24											0,146895	Erro		
25											0,337858	Produto do erro* t de student		
26														

Fonte: o autor.

Figura 19: Planejamento fatorial 2^3 referentes a densidade.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	1	2	3	12	13	23	123	R1	R2	Média	Desvio			
2	-1	-1	-1	1	1	1	-1	0,8848	0,8826	0,8837	0,0022			
3	1	-1	-1	-1	-1	1	1	0,8665	0,8665	0,8665	0			
4	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	0,8809	0,8809	0,8809	0			
5	1	1	-1	1	-1	-1	-1	0,8693	0,8691	0,8692	0,0002			
6	-1	-1	1	1	-1	-1	1	0,8791	0,877	0,87805	0,0021			
7	1	-1	1	-1	1	-1	-1	0,8649	0,8646	0,86475	0,0003			
8	-1	1	1	-1	-1	1	-1	0,8807	0,8815	0,8811	-0,0008			
9	1	1	1	1	1	1	1	0,8675	0,8669	0,8672	0,0006			
10														
11														
12	-0,8837	-0,8837	-0,8837	0,8837	0,8837	0,8837	-0,8837				4,84E-06			
13	0,8665	-0,8665	-0,8665	-0,8665	-0,8665	0,8665	0,8665				0			
14	-0,8809	0,8809	-0,8809	-0,8809	0,8809	-0,8809	0,8809				0			
15	0,8692	0,8692	-0,8692	0,8692	-0,8692	-0,8692	-0,8692				4E-08			
16	-0,87805	-0,87805	0,87805	0,87805	-0,87805	-0,87805	0,87805				4,41E-06			
17	0,86475	-0,86475	0,86475	-0,86475	0,86475	-0,86475	-0,86475				9E-08			
18	-0,8811	0,8811	0,8811	-0,8811	-0,8811	0,8811	-0,8811				6,4E-07			
19	0,8672	0,8672	0,8672	0,8672	0,8672	0,8672	0,8672				3,6E-07			
20														
21	-0,01403	0,00135	-0,0023	0,001225	0,000425	0,0014	-0,00153	Efeitos			6,49E-07	var conj		
22														
23											1,62E-07	variancia do ensaio		
24											0,000403	Erro		
25											0,000926	Produto do erro* t de student		
26														

Fonte: o autor.

Figura 20: Planejamento fatorial 2^3 referentes a turbidez.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	1	2	3	12	13	23	123	R1	R2	Média	Desvio			
2	-1	-1	-1	1	1	1	-1	349	342	345,5	7			
3	1	-1	-1	-1	-1	1	1	267	258	262,5	9			
4	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1000	1000	1000	0			
5	1	1	-1	1	-1	-1	-1	1000	1000	1000	0			
6	-1	-1	1	1	-1	-1	1	286	261	273,5	25			
7	1	-1	1	-1	1	-1	-1	284	269	276,5	15			
8	-1	1	1	-1	-1	1	-1	1000	1000	1000	0			
9	1	1	1	1	1	1	1	1000	1000	1000	0			
10														
11														
12	-345,5	-345,5	-345,5	345,5	345,5	345,5	-345,5				49			
13	262,5	-262,5	-262,5	-262,5	-262,5	262,5	262,5				81			
14	-1000	1000	-1000	-1000	1000	-1000	1000				0			
15	1000	1000	-1000	1000	-1000	-1000	-1000				0			
16	-273,5	-273,5	273,5	273,5	-273,5	-273,5	273,5				625			
17	276,5	-276,5	276,5	-276,5	276,5	-276,5	-276,5				225			
18	-1000	1000	1000	-1000	-1000	1000	-1000				0			
19	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000				0			
20														
21	-20	710,5	-14,5	20	21,5	14,5	-21,5	Efeitos			61,25	var conj		
22														
23											15,3125	variancia do ensaio		
24											3,913119	Erro		
25											9,000174	Produto do erro* t de student		
26														

Fonte: o autor.

Figura 21: Planejamento fatorial 2^3 referentes a condutividade.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	1	2	3	12	13	23	123	R1	R2	Média	Desvio			
2	-1	-1	-1	1	1	1	-1	93,4	79,2	86,3	14,2			
3	1	-1	-1	-1	-1	1	1	75,2	73,2	74,2	2			
4	-1	1	-1	-1	1	-1	1	99,7	117,3	108,5	-17,6			
5	1	1	-1	1	-1	-1	-1	76,2	82,2	79,2	-6			
6	-1	-1	1	1	-1	-1	1	85,2	76,1	80,65	9,1			
7	1	-1	1	-1	1	-1	-1	70,1	71,8	70,95	-1,7			
8	-1	1	1	-1	-1	1	-1	97,9	105,6	101,75	-7,7			
9	1	1	1	1	1	1	1	90,2	81,9	86,05	8,3			
10														
11														
12	-86,3	-86,3	-86,3	86,3	86,3	86,3	-86,3				201,64			
13	74,2	-74,2	-74,2	-74,2	-74,2	74,2	74,2				4			
14	-108,5	108,5	-108,5	-108,5	108,5	-108,5	108,5				309,76			
15	79,2	79,2	-79,2	79,2	-79,2	-79,2	-79,2				36			
16	-80,65	-80,65	80,65	80,65	-80,65	-80,65	80,65				82,81			
17	70,95	-70,95	70,95	-70,95	70,95	-70,95	-70,95				2,89			
18	-101,75	101,75	101,75	-101,75	-101,75	101,75	-101,75				59,29			
19	86,05	86,05	86,05	86,05	86,05	86,05	86,05				68,89			
20														
21	-16,7	15,85	-2,2	-5,8	4	2,25	2,8	Efeitos			47,83	var conj		
22														
23											11,9575	variancia do ensaio		
24											3,457962	Erro		
25											7,953312	Produto do erro* t de student		
26														

Fonte: o autor.

Figura 22: Planejamento fatorial 2^3 referentes ao pH.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	1	2	3	12	13	23	123	R1	R2	Média	Desvio			
2	-1	-1	-1	1	1	1	-1	6,37	6,7	6,535	-0,33			
3	1	-1	-1	-1	-1	1	1	8,04	7,71	7,875	0,33			
4	-1	1	-1	-1	1	-1	1	7,38	6,8	7,09	0,58			
5	1	1	-1	1	-1	-1	-1	8,5	8,06	8,28	0,44			
6	-1	-1	1	1	-1	-1	1	8,48	8,66	8,57	-0,18			
7	1	-1	1	-1	1	-1	-1	8,73	8,9	8,815	-0,17			
8	-1	1	1	-1	-1	1	-1	7,94	8,21	8,075	-0,27			
9	1	1	1	1	1	1	1	8,13	8,67	8,4	-0,54			
10														
11														
12	-6,535	-6,535	-6,535	6,535	6,535	6,535	-6,535				0,1089			
13	7,875	-7,875	-7,875	-7,875	-7,875	7,875	7,875				0,1089			
14	-7,09	7,09	-7,09	-7,09	7,09	-7,09	-7,09				0,3364			
15	8,28	8,28	-8,28	8,28	-8,28	-8,28	-8,28				0,1936			
16	-8,57	-8,57	8,57	8,57	-8,57	-8,57	8,57				0,0324			
17	8,815	-8,815	8,815	-8,815	8,815	-8,815	-8,815				0,0289			
18	-8,075	8,075	8,075	-8,075	-8,075	8,075	-8,075				0,0729			
19	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4				0,2916			
20														
21	0,775	0,0125	1,02	-0,0175	-0,49	-0,4675	0,0575	Efeitos			0,07335	var conj		
22														
23											0,018338	variância do ensaio		
24											0,135416	Erro		
25											0,311457	Produto do erro* t student		
26														

Fonte: o autor.

Figura 23: Planejamento fatorial 2^3 referentes a resistência a centrifugação.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	1	2	3	12	13	23	123	R1	R2	Média	Desvio			
2	-1	-1	-1	1	1	1	-1	0,1	0,1	0,1	0			
3	1	-1	-1	-1	-1	1	1	0,3	0,2	0,25	0,1			
4	-1	1	-1	-1	1	-1	1	0,2	0,3	0,25	-0,1			
5	1	1	-1	1	-1	-1	-1	0,3	0,3	0,3	0			
6	-1	-1	1	1	-1	-1	1	0,2	0,1	0,15	0,1			
7	1	-1	1	-1	1	-1	-1	0,2	0,2	0,2	0			
8	-1	1	1	-1	-1	1	-1	0,3	0,3	0,3	0			
9	1	1	1	1	1	1	1	0,3	0,5	0,4	-0,2			
10														
11														
12	-0,1	-0,1	-0,1	0,1	0,1	0,1	-0,1				0			
13	0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	0,25	0,25				0,01			
14	-0,25	0,25	-0,25	-0,25	0,25	-0,25	0,25				0,01			
15	0,3	0,3	-0,3	0,3	-0,3	-0,3	-0,3				0			
16	-0,15	-0,15	0,15	0,15	-0,15	-0,15	0,15				0,01			
17	0,2	-0,2	0,2	-0,2	0,2	-0,2	-0,2				0			
18	-0,3	0,3	0,3	-0,3	-0,3	0,3	-0,3				0			
19	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4				0,04			
20														
21	0,0875	0,1375	0,0375	-0,0125	-0,0125	0,0375	0,0375	Efeitos			0,004375	var conj		
22														
23											0,001094	variância do ensaio		
24											0,033072	Erro		
25											0,076065	Produto do erro* t de student		
26														

Fonte: o autor.

ANEXO

Quadro 3: Valores do grau do alcoômetro centesimal de 100 a 2, em volume (°GL), a respectiva densidade da mistura alcoólica a 15 °C e o título ponderal.

Grau centesimal, ou centésimos de álcool absoluto em volume	Densidade a 15 °C da mistura de água e álcool absoluto	Título ponderal ou centésimos de álcool absoluto em peso	Grau centesimal, ou centésimos de álcool absoluto em volume	Densidade a 15 °C da mistura de água e álcool absoluto	Título ponderal ou centésimos de álcool absoluto em peso
100 C	0,79 433	100,000	50 C	0,93 437	42,506
99 C	0,79 926	98,389	49 C	0,93 629	41,571
98 C	0,80 390	96,833	48 C	0,93 817	40,641
97 C	0,80 829	95,324	47 C	0,94 002	39,716
96 C	0,81 246	93,859	46 C	0,94 183	38,796
95 C	0,81 641	92,430	45 C	0,94 361	37,881
94 C	0,82 020	91,035	44 C	0,94 535	36,905
93 C	0,82 385	89,666	43 C	0,94 705	36,066
92 C	0,82 738	88,325	42 C	0,94 872	35,165
91 C	0,83 081	87,004	41 C	0,95 036	34,269
90 C	0,83 415	85,703	40 C	0,95 196	33,377
89 C	0,83 741	84,421	39 C	0,95 350	32,490
88 C	0,84 060	83,156	38 C	0,95 499	31,607
87 C	0,84 372	81,907	37 C	0,95 645	30,728
86 C	0,84 678	80,673	36 C	0,95 786	29,854
85 C	0,84 979	79,452	35 C	0,95 923	28,983
84 C	0,85 275	78,245	34 C	0,95 055	28,116
83 C	0,85 567	77,050	33 C	0,96 183	27,253
82 C	0,85 854	75,867	32 C	0,96 307	26,393
81 C	0,86 137	74,696	31 C	0,96 428	25,536
80 C	0,86 416	73,535	30 C	0,96 545	24,683
79 C	0,86 692	72,385	29 C	0,96 659	23,832
78 C	0,86 965	71,244	28 C	0,96 769	22,984
77 C	0,87 234	70,114	27 C	0,96 876	22,138
76 C	0,87 500	68,993	26 C	0,96 981	21,295
75 C	0,87 763	67,881	25 C	0,97 084	20,455
74 C	0,88 022	66,779	24 C	0,97 185	19,616
73 C	0,88 278	65,686	23 C	0,97 286	18,779
72 C	0,88 531	64,601	22 C	0,97 387	17,944
71 C	0,88 781	63,524	21 C	0,97 487	17,111
70 C	0,89 029	62,455	20 C	0,97 587	16,279
69 C	0,89 274	61,394	19 C	0,97 688	15,449
68 C	0,89 516	60,340	18 C	0,97 790	14,621
67 C	0,89 755	59,295	17 C	0,97 892	13,794
66 C	0,89 991	58,257	16 C	0,97 995	12,969
65 C	0,90 224	57,226	15 C	0,98 100	12,145
64 C	0,90 454	56,202	14 C	0,98 206	11,324
63 C	0,90 682	55,185	13 C	0,98 314	10,503
62 C	0,90 907	54,174	12 C	0,98 424	9,684
61 C	0,91 130	53,170	11 C	0,98 537	8,867
60 C	0,91 351	52,172	10 C	0,98 652	8,042
59 C	0,91 569	51,180	9 C	0,98 770	7,237
58 C	0,91 784	50,313	8 C	0,98 891	6,426
57 C	0,91 997	49,215	7 C	0,99 016	5,615
56 C	0,92 209	48,241	6 C	0,99 145	4,813
55 C	0,92 420	47,271	5 C	0,99 277	4,000
54 C	0,92 630	46,307	4 C	0,99 413	3,196
53 C	0,92 837	45,348	3 C	0,99 552	2,394
52 C	0,93 042	44,394	2 C	0,99 695	1,593

Quadro 4: Força Real dos Líquidos Espirituosos.

Temp. °C	56c	57c	58c	59c	60c	61c	62c	63c	64c	65c	66c	67c	68c	69c	70c
30°	50,6	51,6	52,6	53,6	54,7	55,7	56,7	57,8	58,8	59,9	60,9	61,9	63,0	64,0	65,0
29°	51,0	52,0	53,0	54,0	55,0	56,0	57,1	58,1	59,2	60,2	61,2	62,3	63,3	64,3	65,4
28°	51,3	52,3	53,3	54,4	55,4	56,4	57,5	58,5	59,5	60,6	61,6	62,6	63,7	64,7	65,7
27°	51,7	52,7	53,7	54,8	55,8	56,8	57,8	58,9	59,9	60,9	61,9	63,0	64,0	65,0	66,0
26°	52,0	53,0	54,0	55,1	56,1	57,1	58,1	59,2	60,2	61,3	62,3	63,3	64,3	65,3	66,4
25°	52,4	53,4	54,4	55,5	56,5	57,5	58,5	59,5	60,6	61,6	62,6	63,7	64,7	65,7	66,7
24°	52,8	53,8	54,8	55,8	56,8	57,8	58,9	59,9	61,0	62,0	63,0	64,0	65,0	66,0	67,1
23°	53,1	54,1	55,1	56,1	57,1	58,1	59,2	60,2	61,3	62,3	63,3	64,3	65,4	66,4	67,4
22°	53,5	54,5	55,5	56,5	57,5	58,5	59,5	60,6	61,6	62,7	63,7	64,7	65,7	66,7	67,8
21°	53,9	54,9	55,9	56,9	57,9	58,9	59,9	61,0	62,0	63,0	64,0	65,0	66,0	67,0	68,1
20°	54,2	55,2	56,2	57,2	58,2	59,2	60,3	61,3	62,3	63,3	64,3	65,4	66,4	67,4	68,4
19°	54,6	55,6	56,6	57,6	58,6	59,6	60,6	61,6	62,7	63,7	64,7	65,7	66,7	67,7	68,7
18°	54,9	55,9	56,9	57,9	58,9	59,9	61,0	62,0	63,0	64,0	65,0	66,0	67,0	68,0	69,0
17°	55,3	56,3	57,3	58,3	59,3	60,3	61,3	62,2	63,3	64,3	65,3	66,3	67,3	68,3	69,3
16°	55,6	56,6	57,6	58,6	59,6	60,6	61,7	62,7	63,7	64,7	65,7	66,7	67,7	68,7	69,7
15°	56,0	57,0	58,0	59,0	60,0	61,0	62,0	63,0	64,0	65,0	66,0	67,0	68,0	69,0	70,0
14°	56,3	57,3	58,3	59,3	60,3	61,3	62,3	63,3	64,3	65,3	66,3	67,3	68,3	69,3	70,3
13°	56,7	57,7	58,7	59,7	60,7	61,7	62,7	63,7	64,7	65,7	66,7	67,7	68,7	69,6	70,6
12°	57,0	58,0	59,0	60,0	61,0	62,0	63,0	64,0	65,0	66,0	67,0	68,0	69,0	70,0	71,0
11°	57,4	58,4	59,4	60,4	61,4	62,4	63,4	64,4	65,4	66,4	67,3	68,3	69,3	70,3	71,3
10°	57,8	58,8	59,7	60,7	61,7	62,7	63,7	64,7	65,7	66,7	67,6	68,6	69,6	70,6	71,6
	71c	72c	73c	74c	75c	76c	77c	78c	79c	80c	81c	82c	83c	84c	85c
30°	66,1	67,1	68,2	69,2	70,3	71,3	72,3	73,3	74,4	75,4	76,4	77,5	78,6	79,6	80,6
29°	66,4	67,4	68,5	69,5	70,6	71,6	72,6	73,7	74,7	75,7	76,7	77,8	78,9	79,9	80,9
28°	66,8	67,8	68,8	69,9	70,9	71,9	73,0	74,0	75,0	76,0	77,1	78,1	79,2	80,2	81,2
27°	67,1	68,1	69,2	70,2	71,2	72,2	73,3	74,3	75,3	76,3	77,4	78,4	79,5	80,5	81,5
26°	67,4	68,4	69,5	70,5	71,5	72,5	73,6	74,6	75,6	76,7	77,7	78,7	79,8	80,8	81,8
25°	67,8	68,8	69,8	70,8	71,8	72,8	73,9	74,9	76,0	77,0	78,0	79,0	80,1	81,1	82,1
24°	68,1	69,1	70,1	71,2	72,2	73,2	74,2	75,5	76,6	77,6	78,6	79,6	80,7	81,7	82,7
23°	68,4	69,4	70,5	71,5	72,5	73,5	74,5	75,2	76,3	77,3	78,3	79,3	80,4	81,4	82,4
22°	68,8	69,8	70,8	71,8	72,8	73,8	74,8	75,9	76,9	77,9	78,9	79,9	81,0	82,0	83,0
21°	69,1	70,1	71,1	72,1	73,1	74,1	75,2	76,2	77,2	78,2	79,2	80,2	81,3	82,3	83,3
20°	69,4	70,4	71,4	72,4	73,4	74,4	75,5	76,5	77,5	78,5	79,5	80,5	81,6	82,6	83,6
19°	69,7	70,7	71,7	72,7	73,7	74,7	75,8	76,8	77,8	78,8	79,8	80,8	81,9	82,9	83,9
18°	70,0	71,0	72,0	73,0	74,0	75,1	76,1	77,1	78,1	79,1	80,1	81,1	82,1	83,1	84,1
17°	70,3	71,3	72,3	73,3	74,3	75,4	76,4	77,4	78,4	79,4	80,4	81,4	82,4	83,4	84,4
16°	70,7	71,7	72,7	73,7	74,7	75,7	76,7	77,7	78,7	79,7	80,7	81,7	82,7	83,7	84,7
15°	71,0	72,0	73,0	74,0	75,0	76,0	77,0	78,0	79,0	80,0	81,0	82,0	83,0	84,0	85
14°	71,3	72,3	73,3	74,3	75,3	76,3	77,3	78,3	79,3	80,3	81,3	82,3	83,3	84,3	85,3
13°	71,6	72,6	73,6	74,6	75,6	76,6	77,6	78,6	79,6	80,6	81,6	82,6	83,6	84,6	85,5
12°	72,0	72,9	73,9	74,9	75,9	76,9	77,9	78,9	79,9	80,9	81,9	82,9	83,9	84,8	85,8
11°	72,3	73,2	74,2	75,2	76,2	77,2	78,2	79,2	80,2	81,2	82,2	83,1	84,1	85,1	86,1
10°	72,6	73,5	74,5	75,5	76,5	77,5	78,5	79,5	80,5	81,5	82,4	83,4	84,4	85,4	86,4
	86c	87c	88c	89c	90c	91c	92c	93c	94c	95c	96c	97c	98c	99c	100c
30°	81,7	82,7	83,8	84,9	86	87,1	88,2	89,3	90,4	91,5	92,7	93,8	95	96,1	97,7
29°	82	83	84,1	85,1	86,2	87,3	88,4	89,5	90,6	91,7	92,9	94,1	95,2	96,3	97,5
28°	82,3	83,3	84,4	85,4	86,5	87,6	88,7	89,8	90,9	92	93,2	94,3	95,4	96,5	97,7
27°	82,6	83,6	84,7	85,7	86,7	87,9	89	90,1	91,1	92,2	93,4	94,5	95,6	96,7	97,9
26°	82,9	83,9	84,9	86	87,1	88,2	89,2	90,3	91,4	92,5	93,6	94,7	95,8	96,9	98,1
25°	83,2	84,3	85,2	86,3	87,4	88,4	89,5	90,6	91,6	92,7	93,8	94,9	96	97,1	98,2
24°	83,5	84,5	85,5	86,5	87,6	88,7	89,7	90,8	91,9	93	94,1	95,2	96,2	97,3	98,4
23°	83,8	84,8	85,8	86,8	87,9	89	90	91,1	92,1	93,2	94,3	95,4	96,5	97,5	98,6
22°	84	85	86,1	87,1	88,2	89,2	90,2	91,3	92,4	93,4	94,5	95,6	96,7	97,7	98,8
21°	84,3	85,3	86,4	87,4	88,4	89,5	90,5	91,6	92,6	93,7	94,7	95,8	96,9	97,9	99
20°	84,6	85,6	86,6	87,7	88,7	89,7	90,8	91,8	92,9	93,9	95	96	97,1	98,1	99,1
19°	84,9	85,9	86,9	87,9	88,9	90	91,1	92,1	93,1	94,1	95,2	96,2	97,3	98,3	99,3
18°	85,2	86,2	87,2	88,2	89,2	90,2	91,3	92,3	93,3	94,3	95,4	96,4	97,4	98,5	99,5
17°	85,4	86,4	87,4	88,4	89,5	90,5	91,5	92,6	93,6	94,6	95,6	96,6	97,6	98,7	99,7
16°	85,7	86,7	87,7	88,7	89,7	90,8	91,8	92,8	93,8	94,8	95,8	96,7	97,8	98,8	99,8
15°	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
14°	86,3	87,3	88,2	89,2	90,2	91,2	92,2	93,2	94,2	95,2	96,2	97,2	98,2	99,2	
13°	86,5	87,5	88,5	89,5	90,5	91,5	92,5	93,5	94,4	95,4	96,4	97,4	98,4	99,3	
12°	86,8	87,8	88,7	89,7	90,7	91,7	92,7	93,7	94,7	95,6	96,6	97,6	98,5	99,5	
11°	87,1	88	89	90	91	92	92,9	93,9	94,9	95,8	96,8	97,8	98,7	99,7	
10°	87,4	88,3	89,3	90,2	91,2	92,2	93,2	94,2	95,1	95	97	98	98,9	99,9	