



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA**  
**CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA**

**IZABELE VITÓRIA OLIVEIRA LEITE**

**PROCESSO DE PRODUÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DO ÁLCOOL 70**  
**°INPME SUA EFICÁCIA NA DESINFECÇÃO DE SUPERFÍCIES FIXAS COMO**  
**ALTERNATIVA DE COMBATE AO VÍRUS SARS-COV2**

**NATAL, RN**

**2022**

IZABELE VITÓRIA OLIVEIRA LEITE

PROCESSO DE PRODUÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DO ÁLCOOL 70 °INPM E  
SUA EFICÁCIA NA DESINFECÇÃO DE SUPERFÍCIES FIXAS COMO ALTERNATIVA  
DE COMBATE AO VÍRUS SARS-COV2

Monografia apresentada ao curso de graduação em Engenharia Química, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Magna Angélica dos Santos Bezerra Sousa.

NATAL, RN

2022

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN  
Sistema de Bibliotecas - SISBI  
Catalogação de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Central Zila Mamede

Leite, Izabele Vitoria Oliveira.

Processo de produção e controle de qualidade do álcool 70 °inpm e sua eficácia na desinfecção de superfícies fixas como alternativa de combate ao vírus Sars-Cov2 / Izabele Vitoria Oliveira Leite. - 2022.

42f.: il.

Monografia (Graduação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Engenharia Química, Natal, 2022.  
Orientadora: Dra. Magna Angélica dos Santos Bezerra Sousa.

1. Desinfecção - Monografia. 2. Álcool líquido 70 °INPM - Monografia. 3. Teor alcoólico - Monografia. 4. Covid-19 - Monografia. I. Sousa, Magna Angélica dos Santos Bezerra. II. Título.

RN/UF/BCZM

CDU 66.0



## ANEXO II

### FICHA DE AVALIAÇÃO DO TCC

**Aluna:** Izabele Vitória Oliveira Leite

**Orientadora:** Profa. Dra. Magna Angélica dos Santos Bezerra Sousa

**Título:** PROCESSO DE PRODUÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DO ÁLCOOL 70 °INPM E SUA EFICÁCIA NA DESINFECÇÃO DE SUPERFÍCIES FIXAS COMO ALTERNATIVA DE COMBATE AO VÍRUS SARS-COV2

**Tabela 1 - Distribuição de pontos conforme os avaliadores**

ITENS AVALIADOS	NOTAS	
	Orientador(a)	Avaliador 1    Avaliador 2
Trabalho escrito (Nota 1)		
Apresentação Oral (Nota 2)		
Soma		
	<i>Média final</i> = _____	

- ✓ **Trabalho escrito:** o conteúdo, a organização sequencial, a correção gramatical e o atendimento das normas para a confecção do TCC.
- ✓ **Apresentação oral:** domínio do conteúdo, organização da apresentação e uso de recursos audiovisuais, capacidade de comunicar as ideias e capacidade de argumentação e de responder perguntas.

**Observações:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Banca Examinadora (assinaturas):**

Profa. Dra. Magna Angélica dos Santos Bezerra Sousa (Orientadora)  
Prof. Dr. Gilson Gomes de Medeiros (Avaliador 1)  
Profa. Dra. Andrea Oliveira Nunes (Avaliador 2)

Natal, 4 de fevereiro de 2022.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por me dar força e coragem para enfrentar todos os desafios.

Aos meus pais e ao meu irmão por sempre acreditarem em mim, pelo apoio, paciência e amor incondicional que me fortalecem. Obrigada, meus pais, por nunca terem medido esforços para me dar um ensino e educação de qualidade até aqui.

Ao meu namorado pela compreensão e companheirismo durante toda a jornada e também pelo apoio demonstrado ao longo de toda a realização deste trabalho.

Aos colegas da graduação pelas experiências e perrengues compartilhados, principalmente aos do MQB por todo o apoio e por acreditarem sempre que tudo iria dar certo.

À minha orientadora maravilhosa, Magna Angélica dos Santos Bezerra Sousa, pelo auxílio, confiança e dedicação empenhados na construção desse trabalho.

A todos os professores do Departamento de Engenharia Química da UFRN pelos ensinamentos, aulas e lições de vida.

Ao Programa de Educação Tutorial de Engenharia Química (PET-EQ) que contribuiu com a minha permanência na graduação. A todos os colegas do PET-EQ que são inspirações e exemplo de união, colaboração, diversidade, orgulho de ser PETiano e de crescimento contínuo.

A empresa Starlux e a Adonai Nagib de Carvalho França por proporcionarem a realização dos experimentos desse trabalho.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a minha formação acadêmica e pessoal, muito obrigada.

## RESUMO

O SARS-CoV2, vírus causador da Covid-19, tem provocado diversas infecções no aparelho respiratório e prejudicado outros sistemas do corpo humano. Algumas das precauções que devem ser tomadas a fim de evitar ser infectado pelo vírus são: distanciamento social, uso de máscaras adequadas, limpeza e desinfecção constante das mãos e de superfícies. A limpeza refere-se à remoção de microrganismos e sujeiras das superfícies, ou seja, ela não mata os microrganismos, ao passo que a desinfecção se refere ao uso de produtos químicos para matar microrganismos em superfícies após a limpeza desta. Nesse contexto de pandemia da Covid-19, a higienização das mãos com álcool em gel e de superfícies com álcool líquido 70 °INPM vem ganhando destaque devido à eficiência e à praticidade que esses produtos oferecem. O objetivo deste trabalho é apresentar o processo de produção e de controle de qualidade do álcool 70 °INPM e analisar a eficácia deste produto na desinfecção de superfícies fixas como alternativa de combate ao vírus causador da Covid-19. Para isto, foram fabricados e analisados 3 lotes de álcool líquido 70 °INPM. As análises físico-químicas realizadas foram: determinação do pH, teor alcoólico e densidade. Os resultados obtidos estão em conformidade com o teor alcoólico recomendado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária, que é de 68° a 72 °INPM. Portanto, é garantida a qualidade do álcool e a eficácia de sua ação antisséptica para a desinfecção de superfícies fixas inanimadas.

Palavras-chave: Desinfecção. Álcool líquido 70 °INPM. Teor alcoólico. Covid-19.

## ABSTRACT

SARS-CoV2, the virus that causes Covid-19, has caused several infections in the respiratory system and damaged other systems of the human body. Some of the precautions that must be taken in order to avoid being infected by the virus are: social distancing, wearing appropriate masks, constant cleaning and disinfection of hands and surfaces. Cleaning refers to the removal of microorganisms and dirt from surfaces, that is, it does not kill microorganisms, while disinfection refers to the use of chemicals to kill microorganisms on surfaces after cleaning. In this context of the Covid-19 pandemic, hand hygiene with gel alcohol and surfaces with liquid alcohol 70 °INPM has been gaining prominence due to the efficiency and practicality that these products offer. The objective of this work is to present the process of production and quality control of alcohol 70 °INPM and to analyze the effectiveness of this product in the disinfection of fixed surfaces as an alternative to combat the virus that causes Covid-19. For this, 3 batches of liquid alcohol 70 °INPM were manufactured and analyzed. The physical-chemical analyzes performed were: determination of pH, alcohol content and density. The results obtained are in accordance with the alcohol content recommended by the National Health Surveillance Agency, which is 68° to 72 °INPM. Therefore, the quality of the alcohol and the effectiveness of its antiseptic action are guaranteed for the disinfection of inanimate fixed surfaces.

Keywords: Disinfection. 70 °INPM liquid alcohol. Alcohol content. Covid-19.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Fluxograma da produção de etanol.....	14
Figura 2 –	Procedimento para o recebimento do álcool matéria-prima.....	21
Figura 3 –	Fluxograma da produção do álcool etílico 70 °INPM.....	22
Figura 4 –	Sequência das análises realizadas.....	24
Figura 5 –	Resfriamento do álcool e medição da temperatura.....	25
Figura 6 –	Álcool na proveta para a medição do teor alcóolico e densidade e, no béquer, para a aferição do pH.....	26
Figura 7 –	Grau alcóolico (°GL) aparente obtido em um dos lotes analisados.....	27
Figura 8 –	Metodologia de utilização da tábua da força real dos líquidos espirituosos.....	27
Figura 9 –	Conversão de concentração volumétrica (°GL) para mássica (°INPM).....	28



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Graduação alcoólica e indicação de uso para álcoois.....	17
Tabela 2 –	Formulações para diferentes álcoois.....	18
Tabela 3 –	Formulação simples para o álcool líquido a 70 °INPM.....	19
Tabela 4 –	Materiais utilizados nas análises físico-químicas.....	24
Tabela 5 –	Parâmetros analisados e suas respectivas técnicas de medição.....	24
Tabela 6 –	Resultados obtidos para cada amostra, média e desvio padrão.....	30
Tabela 7 –	Estimativa do uso de água para cada tambor de álcool neutro.....	32
Tabela 8 –	Preço da água por metro cúbico para o setor industrial.....	32
Tabela 9 –	Custos totais da produção.....	33
Tabela 10 –	Lucro para vendas no varejo e atacado.....	33

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>12</b>
<b>2.1 Álcoois .....</b>	<b>12</b>
<b>2.2 Etanol .....</b>	<b>13</b>
<b>2.3 Aplicações do etanol .....</b>	<b>14</b>
<b>2.3.1 Combustível.....</b>	<b>14</b>
<b>2.3.2 Bebidas alcóolicas .....</b>	<b>15</b>
<b>2.3.3 Outras aplicações .....</b>	<b>15</b>
<b>2.4 Limpeza e desinfecção .....</b>	<b>15</b>
<b>2.5 Utilização do álcool como saneante .....</b>	<b>16</b>
<b>2.6 Fabricação do álcool 70 °INPM .....</b>	<b>18</b>
<b>2.7 Colaborações no combate a Covid-19 .....</b>	<b>20</b>
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>21</b>
<b>3.1 Revisão bibliográfica .....</b>	<b>21</b>
<b>3.2 Fabricação do álcool 70 °INPM.....</b>	<b>21</b>
<b>3.2 Análises físico-químicas.....</b>	<b>24</b>
<b>3.3 Conversão de °GL para °INPM .....</b>	<b>26</b>
<b>4 RESULTADOS .....</b>	<b>29</b>
<b>4.1 Volume de álcool utilizado .....</b>	<b>29</b>
<b>4.2 Caracterização do produto obtido .....</b>	<b>30</b>
<b>4.3 Análise econômica.....</b>	<b>32</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>36</b>
<b>APÊNDICE A – CERTIFICADO DE ANÁLISE DO ÁLCOOL 96° .....</b>	<b>40</b>
<b>ANEXO A – TÁBUA DA FORÇA REAL DOS LÍQUIDOS ESPIRITUOSOS ...</b>	<b>41</b>
<b>ANEXO B – RECORTE DA TABELA DE ALCOOMETRIA DA FARMACOPEIA BRASILEIRA .....</b>	<b>42</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A pandemia da Covid-19 afetou de maneira desigual as diversas regiões e os setores econômicos. Nesse contexto, as industriais globais tiveram que se reinventar frente às adversidades da crise sanitária. Se, por um lado, a demanda por diversos produtos e serviços caiu consideravelmente durante os primeiros meses de *lockdown*, as buscas por álcool, máscaras e outros itens indispensáveis aumentaram. Diante dessa grande escassez de equipamentos e instrumentos médico-hospitalares em diversos países, houve a necessidade de programas emergenciais de reconversão industrial e esforços colaborativos de órgãos governamentais, universidades, empresas, institutos de pesquisa e outras organizações para o reparo e a produção de dispositivos similares baratos a partir de novos produtos e processos (ARAÚJO; PERES, 2021).

Nesse cenário, o SARS-CoV2, agente causador da Covid-19, tem provocado diversas infecções no trato respiratório e danos aos demais sistemas do corpo humano (SOEIRO; MARTINS, 2020). A Covid-19 se propaga a partir de microgotas de saliva ou secreções nasais advindas de tosse ou espirro de pessoas contaminadas. O vírus se espalha infectando pessoas e as superfícies do ambiente. Como os estudos sobre esse vírus são recentes, ainda há variações sobre o tempo que ele permanece ativo nas superfícies. De acordo com Van Doremalen *et al.* (2020), o vírus permanece vivo por até 72 horas em plásticos e aço inoxidável, 24 horas em papelão e 4 horas em cobre. Já Kampf *et al.* (2020) realizaram experimentos com diversas superfícies e notaram que o vírus pode permanecer ativo por até 9 dias, dependendo do tipo de material e condições climáticas. De toda maneira, são imprescindíveis a limpeza e a desinfecção dos ambientes. As medidas preventivas utilizadas para evitar contaminação são principalmente o distanciamento social, uso de máscaras adequadas, higienização constante das mãos e de superfícies.

A limpeza de objetos e superfícies e a sua posterior desinfecção são medidas recomendadas para a prevenção da Covid-19 e de outras doenças respiratórias virais, como a gripe causada pelo H3N2, variante do Influenza A. No Brasil, a produção de domissaneantes é regulamentada pela RDC 47/2013, que dispõe sobre as Boas Práticas de Fabricação de domissaneantes (ANVISA, 2013). A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) é o órgão fiscalizador, a quem cabe recolher domissaneantes que apresentarem desvios de qualidade ou que tenham o registro cancelado pela ausência de comprovação da segurança e da eficácia.

Apesar da fiscalização, um aumento expressivo no número de produtos irregulares contendo compostos químicos sem eficácia comprovada para inativação do SARS-CoV2 foi observado para as soluções e os géis hidroalcoólicos, o que coincide com a aumento na demanda em função da pandemia no país. Os principais motivos de recolhimento foram a ausência de autorização de funcionamento da empresa e de registro do produto. As ações de fiscalização mais frequentes foram a suspensão do uso e a suspensão da divulgação (COUTO *et al.*, 2020).

O objetivo deste trabalho é apresentar o processo de produção e de controle de qualidade do álcool 70 °INPM e analisar a eficácia deste produto na desinfecção de superfícies fixas como alternativa de combate ao vírus causador da Covid-19. As próximas seções são dedicadas a explorar as especificações do álcool etílico para que ele tenha atividade desinfetante, bem como apresentar as principais análises físico-químicas utilizadas para a especificação do produto.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Nessa seção, são apresentadas as características e as propriedades dos álcoois, dando destaque à importância, à fabricação e às aplicações do etanol. Além disso, são mostrados os requisitos e as especificações para que o álcool etílico possa ser considerado um saneante. Por fim, a fabricação do álcool etílico 70 °INPM é explicada.

### 2.1 Álcoois

Os álcoois são compostos orgânicos que contêm o grupo funcional hidroxila (OH) ligado a carbono saturado, possuindo fórmula geral R-OH, em que R é um radical alquila. Eles podem ainda ser classificados em primários, secundários ou terciários, quando o grupo hidroxila encontra-se ligado a carbonos primários, secundários ou terciários, respectivamente. Os álcoois são utilizados como solventes, na fabricação de combustíveis, bebidas, desinfetantes, antissépticos, dentre outros produtos (VOLLHARDT; SCHORE, 2013).

O oxigênio de um álcool tem a mesma geometria estérica que na água. A partir disso, uma molécula de álcool pode ser considerada como uma molécula de água com um grupo alquila no lugar de um dos hidrogênios. A solubilidade dos álcoois varia conforme o tamanho da cadeia carbônica: com o crescimento dessa cadeia, o composto se torna cada vez menos solúvel em água. Em outras palavras, a molécula se torna cada vez mais semelhante a um alcano. Geralmente, na temperatura ambiente, esse limite é de quatro carbonos. Logo, álcoois com menos de quatro carbonos são solúveis em água, ao passo que aqueles com mais de quatro carbonos são pouco solúveis ou insolúveis. Vale salientar que a solubilidade também depende da estrutura da molécula e de suas ramificações (BRUICE, 2006).

A natureza anfotérica do grupo funcional hidroxila estabelece a reatividade química dos álcoois. Em ácidos fortes, eles existem como íons alquil-oxônio; em meio neutro, como álcoois; e, em bases fortes, como alcóxidos. Ou seja, os álcoois são anfotéricos. Eles são ácidos, devido à eletronegatividade do oxigênio, e convertem-se em alcóxidos por bases fortes. Em solução, o impedimento estérico das ramificações inibe a solvatação do alcóxido e aumenta o pKa do álcool correspondente. Substituintes que retiram elétrons, próximos do grupo funcional, diminuem o pKa por efeito indutivo. Os álcoois também são fracamente básicos e podem ser protonados por ácidos fortes para gerar íons alquil-oxônio (VOLLHARDT; SCHORE, 2013).

## 2.2 Etanol

O álcool etílico não é apenas o produto químico orgânico sintético mais antigo produzido e usado pelo homem, mas também um dos mais importantes. O álcool etílico é amplamente utilizado pela indústria como solvente em vernizes, perfumes e condimentos; como um meio para reações químicas e para recristalizações. Além disso, é uma importante matéria-prima para síntese. Para esses fins industriais, o álcool é preparado por hidratação de etileno (eteno) e por fermentação de açúcar, melação ou, às vezes, de amido. Portanto, suas fontes primárias são o petróleo, a cana-de-açúcar e diversos grãos (MORRISON; BOYD, 1998)

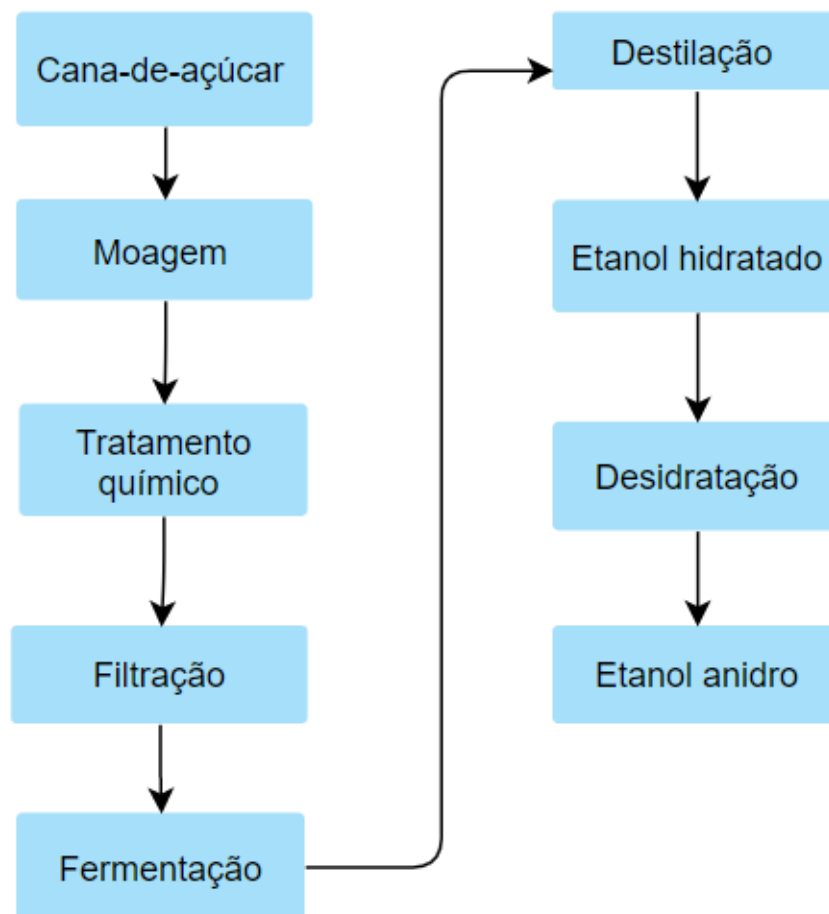
O fluxograma da Figura 1 mostra, de forma simplificada, a produção do etanol. O processo é iniciado com o recebimento da cana-de-açúcar. Logo após, a cana é lavada e moída. Ao passar por rolos trituradores ou difusores, obtém-se o caldo chamado melado. O bagaço é utilizado para a geração de energia que abastece a própria usina, ao passo que o caldo é submetido ao processo de clarificação em decantadores até formar o mosto, que depois segue para a etapa de fermentação.

A fermentação é um processo biológico anaeróbico no qual os açúcares, contidos no melação, são convertidos em álcool utilizando microrganismos, preferencialmente leveduras como a *Saccharomyces Cerevisiae*. Inicialmente, o melação é diluído com água na proporção de 1:5 em volume. A solução resultante é então recebida em um tanque e o fermento é adicionado a ele a 32 °C e incubado por 24 a 36 horas. Na primeira etapa da fermentação, a sacarose presente no melação é hidrolisada em glicose e frutose, enquanto a conversão de glicose e frutose em etanol e dióxido de carbono ocorre na segunda etapa. A concentração de etanol no caldo de fermentação é de cerca de 5 a 12% (v/v). Diversas técnicas como destilação e destilação azeotrópica estão disponíveis para recuperação e concentração adicional de etanol do caldo de fermentação. Tais processos minimizam o teor de água no produto final do etanol (ARSHAD, 2020).

O isolamento do etanol do caldo fermentado requer muitas vezes grande parte de toda a energia necessária em qualquer destilaria. Normalmente, o mosto líquido tem de 10 a 12% de álcool, então cerca de 90% do volume de fluido (água) deve ser removido para se obter etanol combustível. Na pressão atmosférica, a água ferve a 100 °C e etanol a 78,33 °C. O álcool tem uma pressão de vapor maior que a da água, logo, menos energia é necessária para transformá-lo de líquido em gás. Na mistura hidroalcoólica, quanto maior a concentração de etanol, menor o ponto de ebulição. Por outro lado, quanto menos etanol na mistura, maior o ponto de ebulição. O etanol sai no topo da coluna de destilação na forma de vapor e passa por condensadores. Ao

aquecer novamente o líquido condensado, e condensar seus vapores, a concentração de etanol será maior ainda. Este procedimento, chamado de retificação, pode ser repetido até que a maior parte do etanol seja retirada (FREUDENBERGER, 2009). Nesse processo, o etanol hidratado é obtido. Para se obter o etanol anidro, é preciso mais uma etapa de desidratação (ANTERO *et al.*, 2019).

Figura 1 – Fluxograma da produção de etanol



Fonte: Adaptado de ANTERO *et al.*, 2019.

## 2.3 Aplicações do etanol

### 2.3.1 Combustível

Em primeira instância, o etanol ( $C_2H_5OH$ ) é um combustível utilizado para compor a matriz energética brasileira e pode ser utilizado hidratado, com teor alcoólico mínimo de

96 °GL, ou anidro, a um teor alcoólico mínimo de 99,3 °GL, em blendas com gasolina (MARTINS; MONTENEGRO; SUAREZ, 2015). Este álcool etílico é produzido pela fermentação dos açúcares encontrados em produtos vegetais como a cana-de-açúcar. Atualmente, ainda que boa parte do etanol industrial seja fabricada por meio da fermentação, ele também pode ser obtido sinteticamente utilizando-se fontes como o eteno derivado do petróleo (BASTOS, 2007). O etanol tem sido utilizado como combustível desde 1938, quando um decreto presidencial tornou obrigatória a mistura de álcool anidro à gasolina, atualmente estipulada em 20%. Como álcool puro (etanol hidratado), o combustível está no mercado desde 1979, quando foi lançado o primeiro carro a álcool (NOVA CANA, 2021).

### **2.3.2 Bebidas alcólicas**

As bebidas alcólicas, no Brasil, são definidas como um produto refrescante, aperitivo ou estimulante, destinado à ingestão humana no estado líquido, sem finalidade medicamentosa e contendo mais de meio grau Gay-Lussac de álcool etílico. Vale salientar que o álcool das bebidas é obtido a partir da fermentação parcial dos açúcares presentes nas fontes de matéria-prima. Assim, obtêm-se bebidas com um valor agregado maior do que o do etanol puro (AQUARONE *et al.*, 2001).

### **2.3.3 Outras aplicações**

O etanol é uma matéria-prima bastante útil para a fabricação de inúmeras substâncias de interesse econômico em diversos setores da indústria química. Dentre elas, destacam-se etanal, ácido acético, acetato de etila, etileno, dibrometo de etileno, glicóis, éter etílico etc. (SILVA; CAMPOS, 2013).

## **2.4 Limpeza e desinfecção**

A limpeza e a desinfecção das superfícies são processos distintos que se complementam. A limpeza refere-se à remoção de microrganismos e sujeiras das superfícies, ou seja, ela não mata os microrganismos. Já a desinfecção refere-se ao uso de produtos químicos para matar microrganismos em superfícies após a limpeza destas (ANVISA, 2020a). A desinfecção de superfícies é realizada por meio de agentes desinfetantes. Segundo a Farmacopeia Brasileira (2019), os desinfetantes “são produtos destinados a destruir, indiscriminada ou seletivamente,



microrganismos, quando aplicados em objetos inanimados ou ambientes”. Os princípios ativos mais utilizados nos desinfetantes são amônia quaternária, cloreto de benzalcônio, cloro-fenol, hipoclorito de sódio, ácido peracético e álcoois (GODIN *et al.*, 2016; FREITAS *et al.*, 2019; e FERREIRA *et al.*, 2016).

Nesse contexto de pandemia da Covid-19, a desinfecção das mãos com álcool em gel e de superfícies com álcool líquido 70 °INPM vem ganhando destaque. Algumas das vantagens desse agente desinfetante são: ter ação rápida, não deixar resíduos ou manchas, não ser corrosivo, ter baixo custo e ser adequado para desinfetar pequenos equipamentos ou dispositivos que podem ser nele imersos, além das superfícies. Entretanto, vale salientar que a concentração alcoólica deve estar entre 68 e 72 °INPM, pois esta é a faixa em que ele possui ação desinfetante (ANVISA, 2020a).

## **2.5 Utilização do álcool como saneante**

Diante do cenário atual da pandemia do Covid-19, o álcool etílico vem ganhando destaque como saneante para a desinfecção de superfícies inanimadas, como pisos, paredes, mesas, camas, macas etc. (SMS, 2020). Para esse fim, o teor alcoólico recomendado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) é de 68 ° a 72 °INPM, como mostrado na Tabela 1. O teor alcoólico pode ser medido em relação à massa ou ao volume na solução alcoólica. A sigla INPM significa Instituto Nacional de Pesos e Medidas e o °INPM está relacionado a uma concentração percentual mássica. Logo, o °INPM indica a quantidade em gramas de álcool absoluto contida em 100 gramas de mistura hidroalcoólica. Já o °GL (Gay-Lussac) é um percentual de volume. Ele pode ser entendido com a quantidade em mililitros de álcool absoluto contida em 100 mililitros de mistura hidroalcoólica. Ambas as medidas devem ser feitas na temperatura de 20 °C (ABNT, 2008). É imprescindível o controle da concentração mássica do álcool pois, abaixo de 68 ou acima de 72 °INPM, ele não tem efeito desinfetante. Apesar disso, pode ser utilizado para limpeza.

Tabela 1 - Graduação alcoólica e indicação de uso para álcoois.

<b>Graduação alcoólica</b>	<b>Indicação</b>	<b>Forma de Regularização</b>	<b>Apresentação</b>
Entre 68° e 72°	Para desinfecção de superfícies inanimadas (pisos, paredes, mesas, camas, macas etc.)	Registrado como desinfetante	Líquida: destinado exclusivamente a entidades de assistência à saúde (hospitais, por exemplo); Gel: destinado ao usuário comum/ população em geral.
Abaixo de 68° ou acima de 72° Obs.: Não apresenta propriedades antisséptica ou desinfetante.	Para limpeza de superfícies inanimadas (pisos, paredes, mesas, camas, macas etc.)	Notificado com categoria específica: limpador, limpa-vidros, entre outros	Líquido

Fonte: adaptado de SMS (2020).

A explicação mais viável para a ação antimicrobiana do álcool é a desnaturação de proteínas. O álcool 70% (m/m) possui concentração ótima para o efeito bactericida, porque a desnaturação das proteínas do microrganismo faz-se mais eficientemente na presença da água, pois esta facilita a passagem do álcool para dentro da bactéria e também retarda a volatilização do álcool, permitindo maior tempo de contato para que o álcool penetre no interior do microrganismo, resultando na sua destruição. Além disso, é responsável por impedir a desidratação da parede celular externa do microrganismo. Nesta concentração, o etanol destrói bactérias vegetativas, porém, os esporos bacterianos podem ser resistentes. Fungos e vírus (envelopados, como o vírus Influenza H1N1) também são destruídos pelo álcool (RUTALA; WEBER, 2008).

A partir disso, pode-se observar que os álcoois com concentração superior a 70% (m/m), ou seja, com pouca água, apenas desidratam o microrganismo, sem garantir a morte deste. Além disso, há a evaporação acelerada, não permitindo a interação entre o álcool e as estruturas virais. E, por sua vez, os álcoois com concentração inferior a 70% (m/m) também são ineficazes porque não têm o poder de eliminar microrganismos, servindo apenas para limpeza em geral, sem efeito desinfetante, devido ao baixo grau alcóolico (CONSELHO FEDERAL DE QUÍMICA, 2020).

## 2.6 Fabricação do álcool 70 °INPM

Segundo a Resolução-RDC nº 46, de 20 de fevereiro de 2002, devido aos riscos oferecidos à saúde pública relacionados à acidentes por queimadura e ingestão, principalmente em crianças, em virtude da forma física para o álcool etílico, a ANVISA proibiu a comercialização direta do produto ao público. Nesta resolução, ainda foi especificado que o álcool etílico comercializado com graduações acima de 54 °GL (a 20 °C) deverá ser comercializado unicamente em solução coloidal na forma de gel e no volume máximo de 500 g para impedir o uso indiscriminado ou indevido de tal produto (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2002).

Porém, o álcool líquido encontrado no comércio em geral, na graduação de até 54° GL (46,3° INPM) não é indicado para a higienização das mãos e superfícies. Diante disto, em 2020, a ANVISA concedeu a permissão de fabricar e comercializar desinfetantes para superfície fixa à base de álcool etílico na fração ou percentual em massa de 70% (*m/m*) (70°INPM) nos mais diversos tipos de formulação e em qualquer forma física para fabricantes de saneantes (TORRES, 2020).

Em 2020, a ANVISA publicou as “Orientações Gerais para Produção de Formulações Antissépticas Alcoólicas”. Tal documento foi baseado nas recomendações do Formulário Nacional da Farmacopeia Brasileira (ANVISA, 2019) e no Guia da Organização Mundial da Saúde para produção de soluções antissépticas (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2010). Nesse documento, é estabelecidas principalmente a formulação de álcool etílico glicerinado 80% para uma produção de 10 litros, de acordo com a Tabela 2 a seguir:

Tabela 2 – Formulações para diferentes álcoois

<b>Formulação 1</b>	
• Álcool Etílico 96.....	8333 mL
• Peróxido de hidrogênio a 3%.....	417 mL
• Glicerol 98%.....	145 mL
• Água purificada.....	qsp. 10000mL

Fonte: ANVISA, 2020b.

Vale salientar que, nessas formulações, o glicerol, que é um agente hidratante, é utilizado para evitar o ressecamento da pele e a combustão do álcool. Outros umectantes ou emolientes podem ser usados para cuidar da pele, desde que sejam acessíveis, disponíveis localmente, miscíveis (misturáveis) em água e álcool, não tóxicos e hipoalergênicos. O glicerol é geralmente utilizado porque é seguro e relativamente barato. Além disso, nessa formulação

tem-se a presença do peróxido de hidrogênio para inativar os esporos bacterianos (ANVISA, 2020b). Outras formulações também podem ser utilizadas, como para o álcool etílico 70 °INPM conforme mostrado a seguir:

Tabela 3 – Formulação simples para o álcool líquido a 70 °INPM

**ÁLCOOL ETÍLICO 70% (p/p)**

<i>Componentes</i>	<i>Quantidade</i>
álcool etílico 96 °GL	75,73 g
água purificada qsp	100 g

Fonte: ANVISA, 2020b.

As orientações também abordam itens de controle de qualidade do álcool produzido, tais como: (a) se o álcool matéria prima não tiver certificado de análise, é indispensável analisá-lo antes da produção. Deve-se averiguar a concentração de álcool com o alcoômetro e fazer os ajustes necessários em volume na formulação da preparação para atingir a concentração recomendada; (b) as análises físico-químicas da produção final são obrigatórias e deve-se usar o alcoômetro para verificar a concentração de álcool do produto final (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2010).

A principal limitação para a fabricação e o armazenamento do álcool é o seu alto grau de inflamabilidade. Por esse motivo, a avaliação de riscos da produção deve levar em consideração: (a) localização dos dispensadores; (b) o armazenamento de estoque e (c) o descarte de contêineres ou dispensadores usados. Em outras palavras, o armazenamento deve estar longe de altas temperaturas, não devem ser permitidas chamas nuas ou fumar nessas áreas e os recipientes / dispensadores devem ser armazenados em local fresco e deve-se tomar cuidado com a segurança das tampas. Nos casos de derramamentos significativos, eles devem ser tratados imediatamente, removendo todas as fontes de ignição, ventilando a área e diluindo o derramamento com água em pelo menos 10 vezes o volume (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2010).

Apesar das orientações da ANVISA, diversos casos de fraude de álcool gel e líquido têm ocorrido. Com o fito de lucrar de forma indevida, várias empresas fabricaram tais produtos com uma concentração menor de álcool e comercializaram como 70 °INPM, fornecendo produtos enganosos e ineficazes contra os microrganismos como o vírus da Covid-19. Como exemplo desses casos de corrupção, podem-se destacar: os fornecedores de Belo Horizonte e de São José da Lapa que venderam álcool em gel adulterado para a sede da Polícia Federal do Rio Grande do Sul (ESTADO DE MINAS, 2020); e o caso da fábrica clandestina, fechada pela

Polícia Civil, que funcionava em uma casa sem alvará ou licença sanitária e vendia um composto como álcool em gel em Goiânia (G1 GO, 2020). A partir desses casos, é nítida a importância da ANVISA, que vem cumprido com eficiência seu papel na fiscalização de irregularidades na produção e distribuição de domissanecantes durante uma das maiores pandemias de todos os tempos, contribuindo no controle sanitário da Covid-19 no Brasil.

## **2.7 Colaborações no combate a Covid-19**

Durante a pandemia do Covid-19, diversas empresas e instituições se mobilizaram e desenvolveram projetos e ações que auxiliaram na diminuição do impacto da pandemia no país. Foram exemplos grandiosos de reconversão industrial e de esforços colaborativos:

- Grupo Moura, Vila Romana, Lupo e Vicunha contribuíram para o combate ao coronavírus a partir do desenvolvimento de máscaras de proteção para doar à população (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE DISPOSITIVOS MÉDICOS, 2020);
- Votorantim promoveu iniciativas para combate aos efeitos do Covid-19 e anunciou a doação adicional de R\$ 50 milhões para a compra de equipamentos como respiradores e máscaras, além de testes e outros itens de suporte hospitalar para os profissionais e para a população (INSTITUTO VOTORANTIM, 2020).
- Grupo São Martinho e Natura fizeram parceria para processar e envasar 250 mil litros de álcool 70% (SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2020)
- AMEND produziu 32.000 unidades de álcool em gel para doação (REDAÇÃO GQ, 2020).
- Instituto Mauá de Tecnologia trabalhou no desenvolvimento e na produção de máscaras faciais e ventiladores mecânicos (INSTITUTO MAUÁ DE TECNOLOGIA, 2020);
- O Núcleo de Pesquisa em Alimentos e Medicamentos (Nuplam/UFRN) produziu álcool líquido antisséptico 70% para ajudar as unidades de saúde durante a pandemia (AGECOM UFRN, 2020).

Logo, essas e outras iniciativas têm sido essenciais para o enfrentamento do SARS-CoV2.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Essa seção aborda as etapas de revisão bibliográfica, fabricação do álcool 70 °INPM, as análises físico-químicas realizadas para adequar o produto às especificações exigidas e a conversão da concentração alcóolica em volume (°GL) para massa (°INPM).

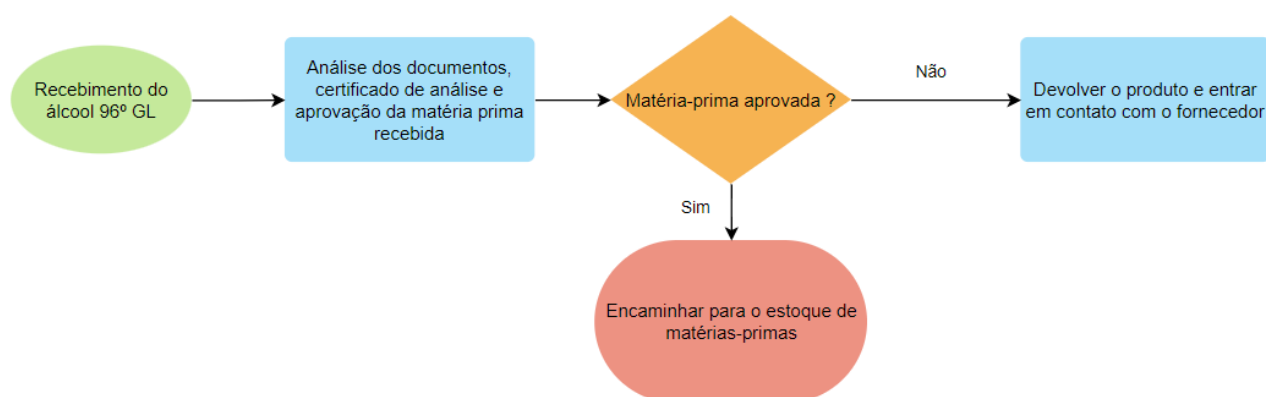
#### 3.1 Revisão bibliográfica

A Revisão Bibliográfica deste trabalho foi realizada majoritariamente a partir da pesquisa em livros, resoluções, normas da ANVISA, artigos científicos nos bancos de dados *Science Direct* e Periódicos Capes.

#### 3.2 Fabricação do álcool 70 °INPM

O processo de fabricação do álcool 70 °INPM começa com o recebimento do álcool hidratado 96 °GL. O álcool etílico 96 °GL é recebido em tambores de 200 L, juntamente com a nota fiscal e o certificado de análise do produto. Este certificado traz informações para a rastreabilidade do produto, como lote, número da nota fiscal e data de recebimento da mercadoria. Além disso, contém a ficha de análise com as especificações do produto a fim de garantir a sua qualidade e padronização. As informações contidas na ficha de análise do álcool 96 °GL são: aspecto, cor, massa específica, teor alcoólico INPM e °GL a 20 °C, potencial hidrogeniônico (pH) e data de validade. Por fim, têm-se as assinaturas do analista e do químico responsável pelo laudo. O certificado de análise do álcool etílico 96 °GL utilizado neste trabalho encontra-se no Apêndice A.

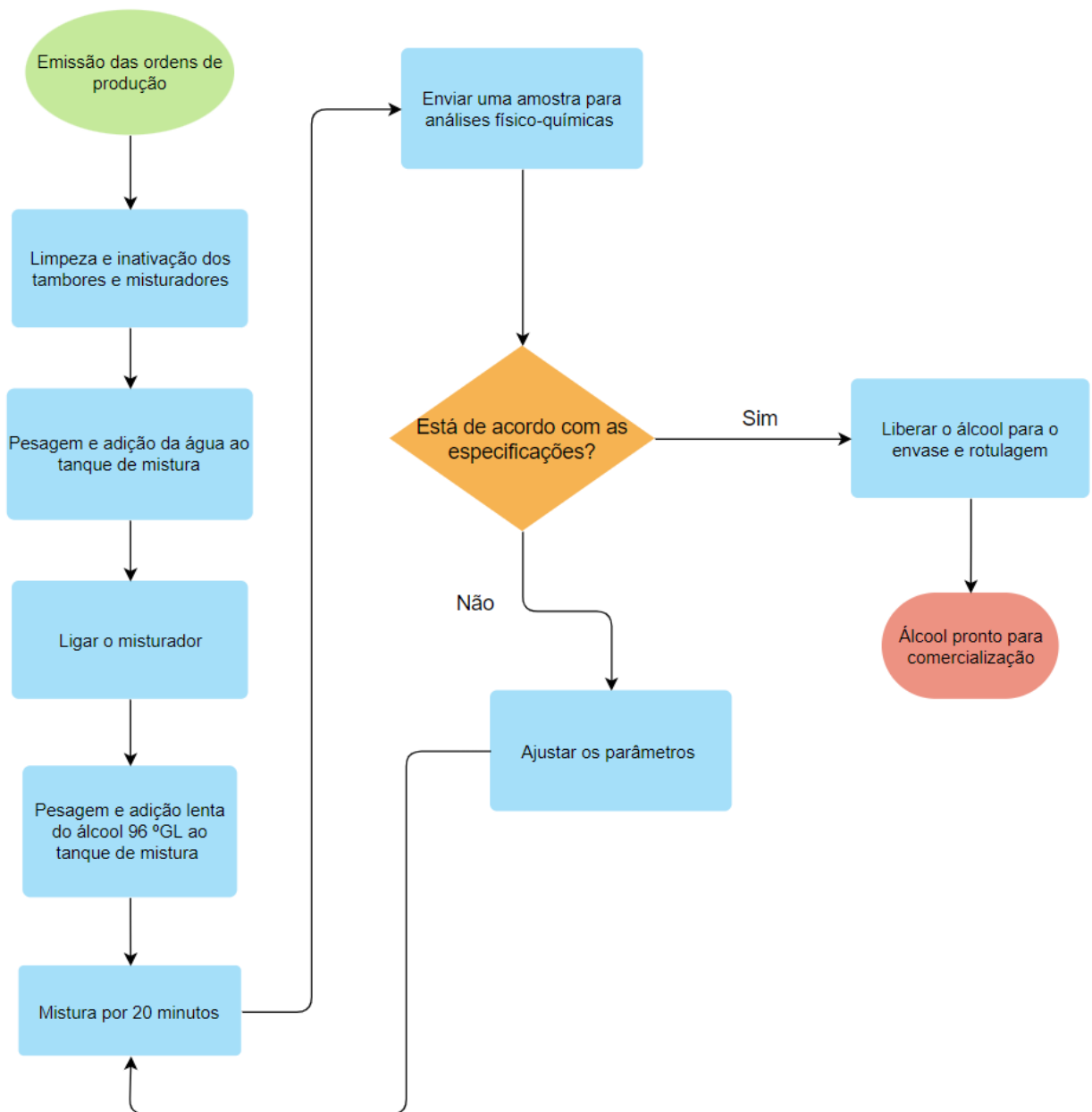
Figura 2 – Procedimento para o recebimento do álcool matéria-prima



Fonte: elaborado pelo autor (2021).

Depois de verificar as informações contidas no certificado de análise, a mercadoria é armazenada no estoque de matérias-primas. As ordens de produção são emitidas de acordo com o volume a ser produzido no turno de trabalho. A produção ocorre em batelada, em tambores de 300 L com agitação, a qual é realizada por motores com redução de frequência de 1500 rpm para 50 rpm através de polias. Antes do processo, os tambores são lavados e inativados com uma solução de cloreto de benzalcônio a 0,5%.

Figura 3 – Fluxograma da produção do álcool etílico 70 °INPM



Fonte: elaborado pelo autor (2021).

Com a posse da ordem de produção, o operador pesa e adiciona ao tanque de mistura a água e liga o misturador. O álcool etílico 96 °GL é pesado em recipiente plástico e adicionado lentamente ao tanque de mistura. O motor é desligado a cada adição do álcool etílico nesse tanque. A mistura é feita durante 20 minutos e, após isto, é realizada, em triplicata, a aferição da densidade e da graduação alcoólica, utilizando-se o densímetro e o alcoômetro de Gay-Lussac, respectivamente. É necessário converter o valor obtido em percentual volumétrico (°GL) para percentual mássico e obter o °INPM. Espera-se que a concentração alcoólica esteja entre 68 e 72° INPM e a densidade esteja entre 0,8 e 0,9 g/cm<sup>3</sup>. Caso o resultado não esteja dentro das faixas esperadas, são feitas as correções adicionando água ou álcool ao tambor. O pH também é avaliado e deve estar entre 6,5 a 7,5. As correções e análises são realizadas até que os valores esperados sejam atingidos, quando isso ocorrer o produto estará liberado para envase.

A partir da concentração alcoólica do álcool neutro, devem-se fazer os ajustes necessários na formulação da preparação para obter a concentração final requerida. Para a produção do álcool 70 °INPM deste trabalho, o álcool utilizado possuía o teor alcoólico de 95,8 °GL, conforme consta na ficha de análise contida no Apêndice A.

De acordo com o Laboratório de Controle de Qualidade e Pesquisa Ltda. (2020), a partir dessa concentração pode-se calcular o volume de álcool a ser utilizado na produção, de acordo com a Equação 1 a seguir:

$$V_{neutro} = V_{final} * \frac{b}{a}$$

Em que:

$V_{neutro}$  = Quantidade de álcool neutro que deve ser medido;

$V_{final}$  = Volume de álcool desinfetante que se deseja preparar;

b = Grau alcoólico que se deseja obter;

a = Grau alcoólico real do álcool neutro;



### 3.2 Análises físico-químicas

Na análise físico-química do álcool etílico, são avaliados temperatura, pH, densidade, °GL e °INPM. Primeiramente, são higienizados todos os materiais a serem utilizados:

Tabela 4 – Materiais utilizados nas análises físico-químicas

<b>Materiais utilizados</b>
Peagômetro digital
Caixa térmica de isopor
Béquer de vidro 600 mL
Béquer de plástico 50 mL
Proveta de plástico 500 mL
Termômetro
Alcoômetro Gay-Lussac
Densímetro

Fonte: elaborado pelo autor (2021).

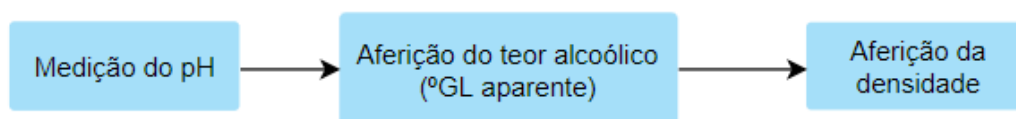
Com exceção da caixa térmica de isopor, os demais materiais, além de serem higienizados com água e detergente, são lavados com a solução alcoólica a ser analisada. As análises físico-químicas a serem realizadas visam medir o pH, o teor alcoólico e a densidade do álcool fabricado. As técnicas de medição são mostradas na Tabela 5, ao passo que a sequência das análises é exibida de acordo com a Figura 4:

Tabela 5 – Parâmetros analisados e suas respectivas técnicas de medição

<b>Parâmetro</b>	<b>Técnica de medição</b>
Densidade	Medição direta com o densímetro
pH	Medição com o peagômetro digital
Teor alcoólico	Medição com o alcoômetro de Gay-Lussac

Fonte: elaborado pelo autor (2021).

Figura 4 – Sequência das análises realizadas



Fonte: elaborado pelo autor (2021).

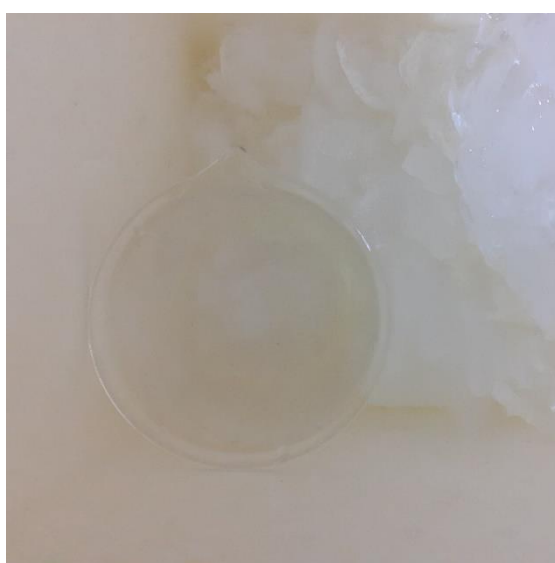
O teor alcoólico deve ser medido a 20 °C, logo, o primeiro passo foi resfriar o álcool (Figura 5(a)). Para um melhor controle de temperatura, o ideal seria a utilização de um banho

termostático que mantivesse a temperatura do álcool estável em 20 °C durante toda a análise. Porém, não foi possível a utilização desse equipamento devido à indisponibilidade. Para isto, o álcool (600 mL) é colocado no béquer de vidro e posto no banho de gelo em uma caixa térmica de isopor. A temperatura é verificada a cada 5 minutos até que chegue aos 19 °C (Figura 5(b)).

Neste momento, 500 mL de álcool são transferidos para a proveta plástica de 500 mL e cerca de 30 mL são postos no béquer plástico para fazer a medida do pH no peagômetro digital (Figura 6). O álcool deve permanecer em repouso por alguns segundos até que haja acomodação das moléculas (eliminação das bolhas). Depois disso, o termômetro é inserido na proveta e, como ela está fora do banho de gelo, a temperatura logo atinge os 20 °C.

Ao atingir essa temperatura, é realizada a medida do teor alcoólico. Para isto, deve-se imergir no líquido o alcoômetro de Gay-Lussac rigorosamente limpo e desengordurado, previamente embebido no álcool em análise e enxugado cuidadosamente. O alcoômetro deve flutuar livremente na proveta, sem tocar no fundo ou aderir às paredes. O alcoômetro atinge a posição de equilíbrio e o grau alcoólico, aparente em °GL, é lido na escala, onde for indicado pela parte inferior do menisco. Para achar o teor alcoólico real em °GL, é utilizada a Tábua da Força Teal dos Líquidos Espirituosos, mostrada no Anexo A. A partir do valor real do °GL, a Tabela de Alcoometria da Farmacopéia Brasileira (Anexo B) é utilizada para a conversão da concentração alcoólica para °INPM. Por fim, a densidade é medida diretamente com o densímetro.

Figura 5 – Resfriamento do álcool e medição da temperatura



(a) Álcool em banho de gelo



(b) Aferição da temperatura

Fonte: elaborado pelo autor (2021).

Figura 6 – Álcool na proveta para a medição do teor alcoólico e densidade e, no béquer, para a aferição do pH



(a) 500 mL de álcool na proveta plástica graduada



(b) Medição do pH

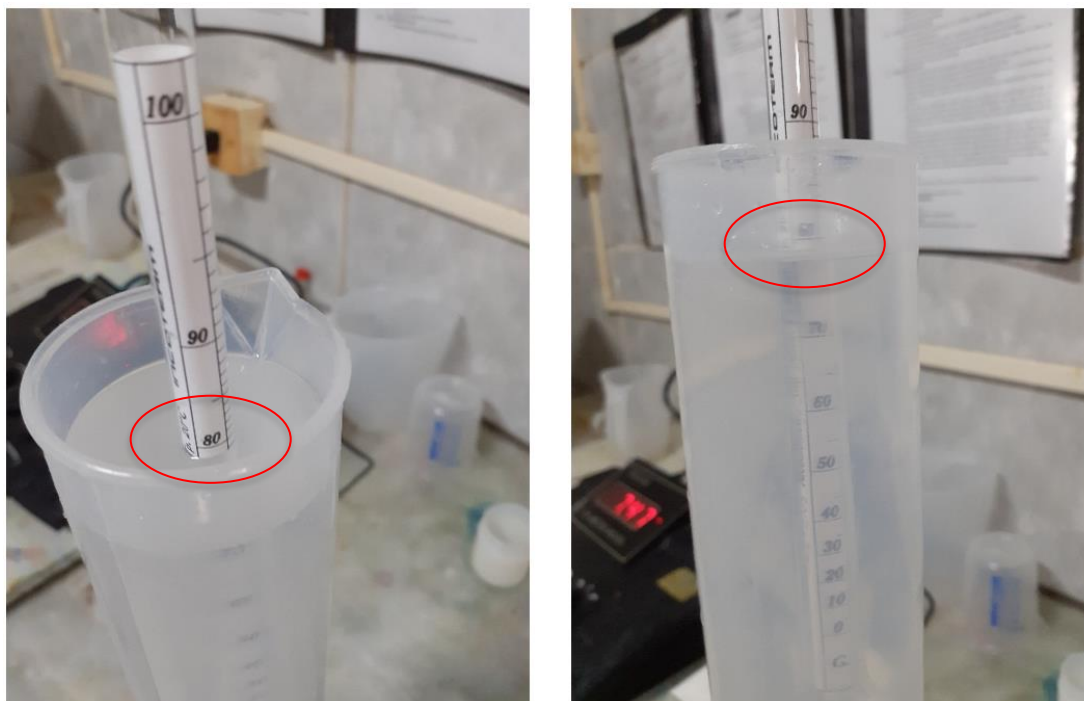
Fonte: elaborado pelo autor (2021).

### 3.3 Conversão de °GL para °INPM

O grau alcoólico de uma solução hidroalcoólica, também conhecido como força real, é o grau indicado pelo alcoômetro centesimal de Gay-Lussac mergulhado nesse álcool à temperatura de 15 °C. Logo, para medições realizadas em outras temperaturas, a força é dita aparente (MACHADO; FERNANDES, 2014). Neste trabalho, as medidas foram feitas a 20 °C devido às calibrações do alcoômetro e do densímetro terem sido realizadas a essa temperatura. Diante disso, para transformar a força aparente em força real, deve-se fazer uso da Tábua da Força Real dos Líquidos Espirituosos, contida no Anexo A.

A primeira linha horizontal da tabela dá a força aparente (°GL) do álcool, indicada pelo alcoômetro à temperatura da experiência. Já a primeira linha vertical da esquerda indica a temperatura aparente, ou seja, a temperatura de análise, compreendida entre 10 e 30 °C. A interseção entre as linhas vertical (temperatura aparente) e horizontal (volume centesimal aparente) fornece a força real ou °GL real do álcool examinado, a 15 °C. No presente trabalho, a força aparente a 20 °C foi 79 °GL, como mostrado na Figura 7 a seguir.

Figura 7 – Grau alcoólico (°GL) aparente obtido em um dos lotes analisados



Fonte: elaborado pelo autor (2021).

Utilizando a tabela do Anexo A, cruza-se a força aparente mostrada nas colunas com a temperatura de análise (linhas). Logo, a força aparente de 79 °GL a 20 °C equivale a 77,5 °GL de força real a 15 °C. Tais valores são mostrados na Figura 8:

Figura 8 – Metodologia de utilização da tábua da força real dos líquidos espirituosos

	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	85.0
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

Fonte: Adaptado de Laboratório de Controle de Qualidade e Pesquisa Ltda (2020).

De posse do valor da força real, deve-se converter o valor para INPM, ou seja, para a concentração em massa (%m/m). De acordo com a Tabela alcoométrica disponibilizada pela Farmacopeia Brasileira (2019), tem-se que 77,5 °GL são equivalentes a 70,62 INPM.

Figura 9 – Conversão de concentração volumétrica (°GL) para mássica (°INPM) a partir da tabela de alcoometria da Farmacopeia Brasileira

*Farmacopeia Brasileira, 6ª edição 868*

% v/v	% p/p	$\rho_{20}$ (Kg/m <sup>3</sup> )	$d$ (g/cm <sup>3</sup> )
77,0	70,06	867,48	0,869041
77,1	70,17	867,21	0,868771
77,2	70,28	866,94	0,868500
77,3	70,39	866,67	0,868230
77,4	70,51	866,40	0,867960
77,5	70,62	866,13	0,867689
77,6	70,73	865,86	0,867419
77,7	70,85	865,59	0,867148
77,8	70,96	865,32	0,866878
77,9	71,07	865,05	0,866607

Fonte: adaptado de ANVISA (2019)

Portanto, é confirmada a qualidade do álcool produzido para a desinfecção de superfícies fixas, pois está dentro da especificação da ANVISA. É importante salientar que, nessa concentração de aproximadamente 70 INPM, o produto tem a quantidade ótima de água para facilitar a entrada do álcool no interior do microrganismo, como o coronavírus.

## 4 RESULTADOS

Nessa seção, os resultados obtidos são apresentados e discutidos.

### 4.1 Volume de álcool utilizado

Cada amostra analisada foi de um lote de álcool distinto, produzido a partir da mesma matéria-prima (álcool 95,8 °GL). Todos os lotes de fabricação seguem os mesmos procedimentos e o álcool é ajustado até que o teor alcoólico seja atingido. Geralmente, é feita no máximo uma correção adicionando álcool neutro ou água, conforme a necessidade. A partir da equação 1, isolando o volume de álcool neutro, vê-se que, para a fabricação de 200 L de álcool 70 °INPM, são utilizados aproximadamente 162 litros de álcool a 95,8 °GL (Apêndice A). A quantidade de água adicionada é um pouco superior a 38 litros devido à contração de volume da mistura hidroalcoólica.

Essa contração de volume da mistura etanol-água ocorre devido às interações intermoleculares. Tais interações, do tipo ligações de hidrogênio, são mais fortes na água do que no etanol (tanto que o ponto de ebulição da água é mais alto). Quando as moléculas do etanol se misturam com as da água, são mais fortemente atraídas do que pelas suas similares. Assim, as distâncias entre as moléculas são reduzidas, causando a contração do volume.

Genericamente, o volume de álcool neutro pode ser obtido da seguinte maneira:

$$V_{neutro} = V_{final} * \frac{77,5}{95,8} \rightarrow V_{neutro} = V_{final} * 0,81$$

Logo, o resultado obtido indica que, para cada 100 mL do volume final, 81 mL são do álcool neutro e o restante é da água. Tais volumes são valores médios, pois dependem do teor alcoólico do álcool neutro.

## 4.2 Caracterização do produto obtido

A Tabela 6 mostra os valores experimentais para as 3 análises realizadas.

Tabela 6 – Resultados obtidos para cada amostra, média e desvio padrão

	<b>pH</b>	<b>° GL (aparente)</b>	<b>°GL (real)</b>	<b>°INPM</b>	<b>Densidade experimental (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Densidade real (kg/m<sup>3</sup>)</b>
Amostra 1	7,34	79,00	77,50	70,62	840,00	866,00
Amostra 2	7,22	80,00	78,50	71,76	830,00	863,00
Amostra 3	7,27	79,00	77,50	70,62	840,00	866,00
Média	7,28	79,33	77,83	71,00	836,67	865,00
Desvio padrão	0,06	0,58	0,58	0,66	5,77	1,73

Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Como pode ser visto na Tabela 6, o pH de todas as amostras está dentro das especificações e próximo da neutralidade, como esperado. Os resultados encontrados neste trabalho estão de acordo com os apresentados por De Sousa, Xavier e Camargo (2019), que encontraram, para amostras de álcool 70 °INPM líquidas, valores de pH iguais a 7,38; 7,64 e 6,20, sendo que, para essa determinação, todos os testes foram realizados em triplicatas. Já para as amostras em géis, os resultados obtidos foram iguais a 7,02 e 7,22.

O grau GL aparente é a medida fornecida diretamente pelo alcoômetro a 20 °C. Já o grau GL real é o valor encontrado a partir do experimental na tábua da força real dos líquidos espirituosos. Depois disso, o grau INPM foi obtido através da tabela de alcoometria da Farmacopeia Brasileira (Anexo B). Os resultados obtidos estão em conformidade com o teor alcoólico recomendado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que é de 68 a 72 °INPM, como mostrado na Tabela 1. Portanto, é garantida a qualidade do álcool e a eficácia de sua ação desinfetante para a desinfecção de superfícies fixas inanimadas (pisos, paredes, mesas, camas, macas etc.), auxiliando no combate a bactérias e vírus como o SARS-CoV2. Além disso, vale salientar que utilizar a solução alcoólica nas mãos é particularmente útil em situações emergenciais de descontaminação rápida, quando se tem pouco tempo, ou deficiência de pias. Por outro lado, embora a fricção com álcool tenha maior aceitabilidade do que a lavagem tradicional das mãos, deve-se evitar a aplicação de álcoois nas mãos sem emoliente, uma vez que os mesmos acarretam o ressecamento da pele e possíveis lesões (ANDRADE *et al.*, 2007).

A graduação alcoólica é o parâmetro mais importante a ser considerado, pois determina a qualidade e a eficácia do produto. Como visto anteriormente neste trabalho, o etanol absoluto, por exemplo, sendo um agente desidratante, tem menos efetividade que soluções hidroalcoólicas. O grau de hidratação do álcool etílico é um fator importante para sua atividade antimicrobiana, que decresce acentuadamente em concentrações inferiores a 50% e superiores a 70% (ANDRADE *et al.*, 2007). A ação dos álcoois está relacionada ao seu papel frente à bicamada fosfolipídica da membrana dos vírus e também pode se dar sobre as biomoléculas que a compõem e, assim, inativar o vírus a partir da desestruturação de sua membrana biológica (LIMA *et al.*, 2020). A composição inadequada do álcool faz com que sua ação seja menos efetiva contra os microrganismos.

A densidade experimental está dentro da faixa esperada, que é de 800 a 900 kg/m<sup>3</sup>. Pode-se notar também que os valores estão relativamente próximos aos encontrados na tabela de alcoometria da Farmacopeia Brasileira (Anexo B). A diferença entre o valor teórico e o experimental pode ser explicado por alguma variação da temperatura do álcool durante o experimento. Isso pode ocorrer porque não há o controle exato da temperatura. Uma solução para este problema seria realizar as devidas medições com a proveta, contendo o álcool, em um banho termostático a 20 °C. Dessa forma, os resultados seriam ainda mais exatos e o tempo das análises seria bastante reduzido. Com isso, o processo de fabricação do álcool 70 °INPM poderia ser facilmente otimizado.

O pequeno desvio padrão obtido para pH e teor alcóolico demonstra a precisão das análises realizadas para tais parâmetros. Portanto, o álcool 70 °INPM está entre os agentes desinfetante mais seguros, pois apresenta uma baixa toxicidade e um efeito microbicida rápido e de fácil aplicação. Uma desvantagem desse desinfetante é a difícil penetração do álcool em alguns materiais e a sua ineficácia contra esporos. Outra desvantagem é que a utilização do álcool durante certo período de tempo em alguns equipamentos provoca ressecamentos nas partes de borracha e possível redução da durabilidade do material. Outros materiais que não devem entrar em contato com o álcool são o acrílico e tubos plásticos, por exemplo. Vale salientar ainda que a principal desvantagem e risco de sua utilização é o seu alto grau de inflamabilidade. Logo, condições adequadas de produção e armazenamento devem ser respeitadas (DOS SANTOS *et al.*, 2002).



### 4.3 Análise econômica

O preço do álcool etílico 96 °GL tem variado bastante no mercado. O litro desse álcool atualmente varia de R\$ 5,20 a R\$ 5,50. Considerando um preço médio de R\$ 5,35, o preço do tambor de 200 litros de álcool 96° GL é de 1070 reais. Partindo da equação 1 e isolando o volume final, pode-se calcular a quantidade de álcool 70 °INPM produzida a partir de cada tambor de álcool neutro. Fazendo as devidas substituições, tem-se:

$$V_{final} = \frac{200 * 95,8}{77,5} \cong 247 \text{ litros de álcool a } 77,5 \text{ °GL (70,62 °INPM)}$$

Também é necessário considerar o custo com água, embalagens, rótulos e custos indiretos. Nesse processo, a água é utilizada para a diluição do álcool, limpeza do tambor e das vidrarias. Valores aproximados do consumo de água são mostrados na Tabela 7 a seguir:

Tabela 7 – Estimativa do uso de água para cada tambor de álcool neutro.

Uso	Volume (L)
Limpeza do tambor	20
Água para diluição	50
Limpeza de vidrarias	10
Total	80

Fonte: elaborado pelo autor (2022).

A Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN), empresa responsável pela concessão dos serviços públicos de saneamento básico, captação, tratamento e distribuição de água no RN, disponibiliza em seu *site* tabelas com as tarifas vigentes. A Tabela 8 mostra os valores para o setor industrial.

Tabela 8 – Preço da água por metro cúbico para o setor industrial.

Faixa de consumo (m <sup>3</sup> /Eco/mês)	Valor para Natal (R\$/m <sup>3</sup> )	Valor para o interior (R\$/m <sup>3</sup> )
até 20 m <sup>3</sup>	140,12	156,75
excedente de 20 m <sup>3</sup>	11,55	12,92

Fonte: Adaptado de CAERN (2022).

Considerando o valor para Natal e o consumo de 80 litros, o custo com água é de 11,21 reais. Além disso, cada embalagem de 1 litro com seu respectivo rótulo custa em média 1,05 real. Por

fim, ainda há despesas que não foram calculadas nesse trabalho, como: energia elétrica, mão de obra, manutenção de equipamentos e outros materiais, como o inativador utilizado nos tanques. Para cobrir esses custos, foram adicionados 5% dos custos calculados anteriormente, conforme a Tabela 9. Dessa maneira, foram gastos 1407,59 reais para a produção de 247 litros de álcool 70 °INPM, o que resulta em um custo de R\$ 5,70 por litro de álcool produzido.

Tabela 9 – Custos totais da produção.

<b>Descrição</b>	<b>Preço (R\$)</b>
Álcool 96 °GL	1070,00
Embalagem	259,35
Água	11,21
Custos não calculados (5%)	67,03
<b>Custo Total</b>	<b>1407,59</b>
<b>Custo unitário (por litro)</b>	<b>5,70</b>

Fonte: elaborado pelo autor (2022).

A Tabela 10 mostra o preço atual de venda do álcool 70 °INPM líquido de 1 L na empresa Starlux, a receita e o lucro obtidos com a venda de 247 unidades do produto. Vale salientar que são fabricados 247 litros de álcool 70 °INPM a partir de 200 litros de álcool neutro, como mostrado no início desta seção.

Tabela 10 – Lucro para vendas no varejo e atacado

	<b>Varejo</b>	<b>Atacado</b>
Preço da caixa (12 unidades) (R\$)	120,00	83,70
Preço unitário (R\$)	10,00	6,98
Receita (R\$)	2470,00	1724,06
Lucro (R\$)	1062,41	316,47

Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Portanto, vê-se que a comercialização do álcool é lucrativa, principalmente para vendas no varejo.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do cenário atual de pandemia causado pelo vírus da Covid-19, a limpeza e desinfecção das mãos e das superfícies tem se tornado, a cada dia, mais importante. Agentes desinfetantes para as mãos, como o álcool gel, e para superfícies fixas, como o álcool líquido, vêm ganhando destaque pela sua eficiência e praticidade. No entanto, é necessário um controle de qualidade efetivo na produção desses álcoois para que estes exerçam a sua função desinfetante e possam contribuir no combate aos microrganismos.

No presente trabalho, foi estudado o processo de produção e de controle de qualidade do álcool 70 °INPM e sua eficácia na desinfecção de superfícies fixas como alternativa de combate ao vírus causador da Covid-19. Para isso, foram analisados 3 lotes de álcool líquido fabricados. Os parâmetros de análise foram: teor alcoólico, pH e densidade. O teor alcoólico em grau GL é medido através do alcoômetro de Gay-Lussac a 20 °C e obtém-se a concentração alcóolica volumétrica aparente. A Tábua de força real dos líquidos espirituosos é utilizada para converter essa concentração aparente em real (% v/v). Depois disso, a tabela de alcoometria da Farmacopeia Brasileira é usada para converter o teor alcóolico volumétrico para concentração em massa (% m/m), ou seja, a medida em °INPM. O pH é determinado com o peagômetro digital e a densidade é aferida diretamente com o densímetro.

Os resultados obtidos evidenciam a qualidade e a confiabilidade do álcool 70 °INPM produzido. O teor alcoólico obtido em todas as análises está dentro da faixa indicada pela ANVISA, que é de 68 a 72 °INPM, portanto, a ação desinfetante do álcool é garantida. O pH está de acordo com o encontrado na literatura e próximo da neutralidade, como esperado em uma solução hidroalcoólica. A densidade também obteve resultados satisfatórios, embora possa conter erros de leitura ou pequenas variações de temperatura que influenciam nesse resultado. Nesse caso, a confiabilidade desse dado aumentaria se o experimento fosse realizado com o auxílio de um banho termostático para controlar a temperatura. Dessa forma, o resultado seria mais exato e o tempo de análise seria otimizado.

Ademais, a análise econômica presente neste trabalho demonstra que a produção de álcool 70° INPM é lucrativa. O cálculo do custo da produção foi baseado no preço do álcool neutro 96 °GL, da água, das embalagens e outros custos não mensurados. Para uma produção de 247 litros de álcool 70 °INPM, o custo total foi de 1407,59 reais, resultando em um gasto de 5,70 reais para cada litro do produto final. As receitas e lucros obtidos para vendas no atacado e no varejo explicitam que a comercialização do álcool líquido 70 °INPM é lucrativa, principalmente para vendas no varejo.

Por fim, vale salientar a importância da fiscalização, realizada pela ANVISA, das produções de álcool líquido e gel para a manutenção da saúde pública brasileira. Tais ações evitam que os consumidores comprem produtos ineficazes e que não os protegem. Além disso, é imprescindível que as empresas e o público geral atentem para as condições de armazenamento, principalmente a baixas temperaturas, desses saneantes para evitar acidentes, devido à alta inflamabilidade do álcool.

## REFERÊNCIAS

- ABNT. **Álcool etílico e suas misturas com água - Determinação da massa específica e do teor alcoólico - Método da densimetria eletrônica**. 2008. Disponível em: <http://www.sindalcool.com.br/qualidade/ABNT%2015639%20NORMA229.pdf>. Acesso em: 27 out. 2021.
- AGECOM UFRN. **Nuplam inicia produção de álcool 70%**. Disponível em: <https://www.ufrn.br/imprensa/noticias/34736/nuplam-inicia-producao-de-alcool-70>>. Acesso em: 21 dez. 2021.
- ANDRADE, D. et al. ATIVIDADE ANTIMICROBIANA IN VITRO DO ÁLCOOL GEL A 70% FRENTE ÀS BACTÉRIAS HOSPITALARES E DA COMUNIDADE. **Medicina (Ribeirão Preto)**, v. 40, n. 2, p. 250–254, 30 jun. 2007.
- ANTERO, R. V. P. et al. Vista do Balanço energético da produção de etanol a partir da cana-de-açúcar e aspectos da produção brasileira atual. 2019.
- ANVISA. **NOTA TÉCNICA Nº 47/2020/SEI/COSAN/GHCOS/DIRE3/ANVISA**. 2020a. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/arquivos-noticias-anvisa/586json-file-1>. Acesso em: 06 nov. 2021.
- ANVISA. **RESOLUÇÃO - RDC Nº 47, DE 25 DE OUTUBRO DE 2013**. 2013. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2013/rdc0047\\_25\\_10\\_2013.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2013/rdc0047_25_10_2013.html)>. Acesso em: 29 dez. 2021.
- ANVISA. **Farmacopeia Brasileira**. 6 ed. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária Sia Trecho 5, 2019. 874 p. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/farmacopeia/farmacopeia-brasileira/arquivos/7985json-file-1>. Acesso em: 10 ago. 2021.
- ANVISA. **Orientações Gerais para Produção de Formulações Antissépticas Alcoólicas**. 2020b. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/arquivos-noticias-anvisa/743json-file-1>. Acesso em: 27 dez. 2021.
- AQUARONE, Eugênio et al. **Biotecnologia industrial: biotecnologia na produção de alimentos**. Edgard Blucher, 2001.
- ARAÚJO, Eliane Cristina de; PERES, Samuel Costa. Capacidades produtivo-tecnológicas, desenvolvimento e soberania nacional Velhos e novos desafios para a economia brasileira. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO. **Impactos da Covid-19 no setor industrial**. Rio de Janeiro: Aaaaa, 2021. p. 7-26. Disponível em: [https://abde.org.br/wp-content/uploads/2021/07/Cadernos-Tem%C3%A1ticos\\_Covid-e-industria.pdf](https://abde.org.br/wp-content/uploads/2021/07/Cadernos-Tem%C3%A1ticos_Covid-e-industria.pdf). Acesso em: 21 dez. 2021.
- ARSHAD, MUHAMMAD (ED.). **ETANOL SUSTENTÁVEL E MUDANÇAS CLIMÁTICAS: AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE PARA DESTILARIAS DE ETANOL**. SPRINGER NATURE, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE DISPOSITIVOS MÉDICOS. **Ações Positivas das Indústrias perante a Covid-19.** Disponível em: <<https://abimo.org.br/clipping/acoes-positivas-das-industrias-perante-a-covid-19/>>. Acesso em: 21 dez. 2021.

BASTOS, V. D. ETANOL, ALCOOLQUÍMICA E BIORREFINARIAS. MAR. 2007.

BRUICE, Paula Yurkanis. **Química orgânica: Paula Yurkanis Bruice. Traduzido por Debora Omena Futuro...[et al.]**. Pearson Prentice Hall, 2006.

CAERN. **CONHEÇA AS NOSSAS TARIFAS.** DISPONÍVEL EM: <HTTPS://CAERN.COM.BR/#/TARIFAS>. ACESSO EM: 26 JAN. 2022.

CONSELHO FEDERAL DE QUÍMICA. **NOTA OFICIAL (atualizada) Esclarecimentos sobre álcool gel caseiro, limpeza de eletrônicos e outros** CFQ - Conselho Federal de Química, 18 mar. 2020. Disponível em: <<http://cfq.org.br/noticia/nota-oficial-esclarecimentos-sobre-alcool-gel-caseiro-higienizacao-de-eletronicos-e-outros/>>. Acesso em: 10 dez. 2021

COUTO, R. O. DO et al. ANVISA em ação: Recolhimento de domissaneantes irregulares durante a pandemia da Covid-19 no Brasil. **Brazilian Journal of Health and Pharmacy**, v. 2, n. 3, p. 54–67, 26 nov. 2020.

DE SOUSA, D. M.; XAVIER, T. T. D.; CAMARGO, E. E. S. **AVALIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO E EFICÁCIA DO ÁLCOOL 70% CONTRA MICRORGANISMOS GRAM NEGATIVO E GRAM POSITIVO.** v. 15, p. 11, 2019.

DOS SANTOS, Adélia Aparecida Marçal et al. IMPORTÂNCIA DO ÁLCOOL NO CONTROLE DE INFECÇÕES EM SERVIÇOS DE SAÚDE. **Rev. adm. saúde**, p. 7-14, 2002. Disponível em: [http://www7.anvisa.gov.br/servicosaude/controlo/controlo\\_alcool.pdf](http://www7.anvisa.gov.br/servicosaude/controlo/controlo_alcool.pdf). Acesso em: 29/12/2021

ESTADO DE MINAS. **PF mira suspeitos de fornecer álcool em gel ineficaz contra o coronavírus.** Disponível em: <[https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2020/12/01/interna\\_gerais,1216225/pf-mira-suspeitos-de-fornecer-alcool-em-gel-ineficaz-contr-o-coronavirus.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2020/12/01/interna_gerais,1216225/pf-mira-suspeitos-de-fornecer-alcool-em-gel-ineficaz-contr-o-coronavirus.shtml)>. Acesso em: 22 dez. 2021.

FERREIRA, R. E. C. ET AL. EFICÁCIA DE TRÊS SUBSTÂNCIAS DESINFETANTES NA PRÁTICA DA RADIOLOGIA ODONTOLÓGICA. **REVISTA BRASILEIRA DE ODONTOLOGIA**, v. 73, n. 1, p. 14, 28 ABR. 2016.

FREITAS, L. A. DE ET AL. <B>EFICÁCIA DO HIPOCLORITO DE SÓDIO E DO ÁLCOOL 70% NA DESINFECÇÃO DE SUPERFÍCIES: REVISÃO INTEGRATIVA/ EFFICACY OF SODIUM HYPOCHLORITE AND 70% ALCOHOL IN SURFACE DISINFECTION: INTEGRATION REVIEW<B>. **CIÊNCIA, CUIDADO E SAÚDE**, v. 18, n. 2, 19 JUN. 2019.

FREUDENBERGER, RICARDO. **ÁLCOOL COMBUSTÍVEL: FABRICAÇÃO E USO DE ETANOL COMO COMBUSTÍVEL RENOVÁVEL** . EDITORA NOVA SOCIEDADE, 2009.

G1 GO. **Polícia fecha fábrica clandestina de composto vendido como álcool em gel em Goiânia.** Disponível em: <<https://g1.globo.com/go/goias/noticia/2020/03/19/policia-fecha->

fabrica-clandestina-de-composto-vendido-como-alcool-em-gel-em-goiania.ghtml>. Acesso em: 22 dez. 2021.

**G1 MINAS. PF realiza ação em Minas Gerais para combater fraude em álcool gel usado para prevenir Covid-19.** Disponível em: <<https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2020/12/01/pf-realiza-acao-em-minas-gerais-para-combater-fraude-em-alcool-gel-usado-para-prevenir-covid-19.ghtml>>. Acesso em: 22 dez. 2021.

GODIN, M. M. R. ET AL. AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA IN VITRO DE TRÊS DESINFETANTES DE UTILIZAÇÃO NA ÁREA VETERINÁRIA. **REVISTA DE CIÊNCIA VETERINÁRIA E SAÚDE PÚBLICA**, v. 3, n. 1, p. 2–7, 1 SET. 2016.

INSTITUTO MAUÁ DE TECNOLOGIA. **Inspirados em projetos do exterior, em breve os produtos poderão estar disponíveis aos hospitais brasileiros.** Disponível em: <<https://maua.br/imprensa/press-releases/instituto-maua-tecnologia-trabalha-desenvolvimento-producao-mascaras-faciais-ventiladores-mecanicos>>. Acesso em: 21 dez. 2021.

INSTITUTO VOTORANTIM. **Votorantim promove iniciativas para combate aos efeitos do covid-19 e anuncia doação de R\$ 50 milhões** Instituto Votorantim, 30 mar. 2020. Disponível em: <<http://www.institutovotorantim.org.br/votorantim-promove-iniciativas-para-combate-aos-efeitos-do-covid-19-e-anuncia-doacao-adicional-de-r-50-milhoes/>>. Acesso em: 21 dez. 2021

KAMPF, G. ET AL. **PERSISTENCE OF CORONAVIRUSES ON INANIMATE SURFACES AND THEIR INACTIVATION WITH BIOCIDAL AGENTS - JOURNAL OF HOSPITAL INFECTION.** DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://WWW.JOURNALOFHOSPITALINFECTION.COM/ARTICLE/S0195-6701\(20\)30046-3/FULLTEXT](https://www.journalofhospitalinfection.com/article/S0195-6701(20)30046-3/fulltext)>. ACESSO EM: 13 JUN. 2021.

LABORATÓRIO DE CONTROLE DE QUALIDADE E PESQUISA LTDA (CURITIBA). **ÁLCOOL DESINFETANTE.** DISPONÍVEL EM: [HTTP://WWW.LCQPQ.COM/DOWNLOADS/ALCOOL-DESINFETANTE.PDF](http://www.lcqpq.com/downloads/alcool-desinfetante.pdf). ACESSO EM: 06 DEZ. 2021.

LIMA, M. L. S. O. et al. A QUÍMICA DOS SANEANTES EM TEMPOS DE COVID-19: VOCÊ SABE COMO ISSO FUNCIONA? **Química Nova**, v. 43, p. 668–678, 29 jun. 2020.

MACHADO, J. M. S.; FERNANDES, S. S. **Alcoometria e Cálculos para o Preparo de Soluções Hidroalcoólicas.** p. 6, 2014.

MARTINS, G. B. C.; MONTENEGRO, M. A.; SUAREZ, P. A. Z. KIT COLORIMÉTRICO PARA DETECÇÃO DE METANOL EM ETANOL COMBUSTÍVEL PARA O MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE COMBUSTÍVEIS. **QUÍMICA NOVA**, v. 38, p. 280–284, FEV. 2015.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **RESOLUÇÃO-RDC Nº 46, DE 20 DE FEVEREIRO DE 2002.** 2002. DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://BVSMS.SAUDE.GOV.BR/BVS/SAUDELEGIS/ANVISA/2002/RDC0046\\_20\\_02\\_2002.HTML](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2002/rdc0046_20_02_2002.html)>. ACESSO EM: 8 AGO. 2021.

MORRISON, Robert Thornton; BOYD, Robert Neilson. **Química orgânica.** Pearson educación, 1998.

NOVA CANA. **Aplicações e usos do etanol.** Disponível em: <<https://www.novacana.com/etanol/aplicacoes>>. Acesso em: 24 dez. 2021.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Guide to Local Production: WHO-recommended Handrub Formulations.** 2010. Disponível em: [https://www.who.int/gpsc/5may/Guide\\_to\\_Local\\_Production.pdf](https://www.who.int/gpsc/5may/Guide_to_Local_Production.pdf). Acesso em: 14 dez. 2021.

REDAÇÃO GQ. **#GQaplaude: Amend produz 32 mil unidades de álcool gel para distribuir em SP.** Disponível em: <<https://gq.globo.com/Corpo/Cuidados/noticia/2020/03/gqaplaude-amend-produz-32000-unidades-de-alcool-gel-para-distribuir-em-sp.html>>. Acesso em: 21 dez. 2021.

RUTALA, W. A.; WEBER, D. J. GUIDELINE FOR DISINFECTION AND STERILIZATION IN HEALTHCARE FACILITIES, 2008. P. 163, 2008.

SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Empresas do agro iniciam produção de álcool para ajudar São Paulo no combate ao Covid-19 - Secretaria de Agricultura e Abastecimento.** Disponível em: <<https://www.agricultura.sp.gov.br/noticias/empresas-do-agro-iniciam-producao-de-alcool-para-ajudar-sao-paulo-no-combate-ao-covid-19/>>. Acesso em: 21 dez. 2021.

SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE DE NATAL. **NOTA TÉCNICA SVS/DVS Nº 009/2020: ORIENTAÇÕES PARA A IDENTIFICAÇÃO E CONSUMO DO ÁLCOOL 70°, NO CONTEXTO DA COVID-19.** Natal, 2020. 5 p. Disponível em: <https://coronavirus.natal.rn.gov.br/index.php/todos-os-servicos>. Acesso em: 06 ago. 2021.

SILVA, W. A. DA; CAMPOS, V. R. Etanol (CAS No 64-17-5). **Revista Virtual de Química**, v. 5, n. 5, p. 1007–1021, 28 set. 2013.

SOEIRO, R.; MARTINS, L. VISTA DO EXERCÍCIO FÍSICO E COVID-19: ASPECTOS DE SAÚDE, PREVENÇÃO E RECUPERAÇÃO: UMA BREVE REVISÃO NARRATIVA | REVISTA DE EDUCAÇÃO FÍSICA / JOURNAL OF PHYSICAL EDUCATION. DEZ. 2020.

TORRES, A. B. **RESOLUÇÃO DE DIRETORIA COLEGIADA - RDC Nº 422, DE 16 DE SETEMBRO DE 2020 - RESOLUÇÃO DE DIRETORIA COLEGIADA - RDC Nº 422, DE 16 DE SETEMBRO DE 2020 - DOU - IMPRENSA NACIONAL.** DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://WWW.IN.GOV.BR/WEB/DOU](https://www.in.gov.br/web/dou)>. ACESSO EM: 7 AGO. 2021.

VAN DOREMALEN, Neeltje et al. Aerosol e estabilidade de superfície do SARS-CoV-2 em comparação com o SARS-CoV-1. **New England Journal of Medicine**, v. 382, n. 16, pág. 1564-1567, 2020.

VOLLHARDT, P.; SCHORE, N. E. **QUÍMICA ORGÂNICA - 6.ED.: ESTRUTURA E FUNÇÃO.** [S.L.] BOOKMAN EDITORA, 2013.



## APÊNDICE A – CERTIFICADO DE ANÁLISE DO ÁLCOOL 96°

### IND E COM DE PROD QUIMICOS LTDA ME

SETOR DE CONTROLE DE QUALIDADE

FICHA DE ANÁLISE-ÁLCOOL 96°

CLIENTE: Starlux Ind E Com De Material De Limpeza Higiene

NOTA FISCAL Nº: 11142 LOTE: 12202 DATA DE RECEBIMENTO: 21/06/2021

ITENS ANALISADOS	VALOR ESPECIFICADO		ENCONTRADO
ASPECTO	LÍMPIDO E ISENTO DE IMPUREZAS		Límpido
COR	INCOLOR A AMARELADA NO TEOR MAX. 20 mg/L		Incolor
MASSA ESPECÍFICA 20°C	807,6 a 811,0		809,19
TEOR ALCOÓLICO INPM	92,6 a 93,8		92,9
TEMPERATURA AMBIENTE °C	23 a 35		28
TEOR ALCOÓLICO °GL A 20° C	<b>96°</b>	<b>70%</b>	95,8°
	95,5 a 98,5	68,0 a 72,0	
POTENCIAL HIDROGENIÔNICO pH	6,0 a 8,0		
VALIDADE (ANOS)	3		
VOLUME DO CARRO TANQUE	*****		
TEMPERATURA DO ÁLCOOL NO TANQUE	*****		

RESULTADO: ( X ) Aprovado ( ) Reprovado

Data: 21/06/2021



Analista

  
 \_\_\_\_\_  
 Sídelea S. de Freitas  
 Responsável Técnico CRQ 19.2.00304-PB

RUA PROJETADA S/N° DISTRITO INDUSTRIAL SANTA RITA – PB  
 CNPJ. 013.247.896/0001-50  
 FONE-FAX: (83) 3229-3814

## ANEXO A – TÁBUA DA FORÇA REAL DOS LÍQUIDOS ESPIRITUOSOS

**TÁBUA DA FORÇA REAL DOS LÍQUIDOS ESPIRITUOSOS**  
*INDICAÇÃO DO ALCÓOMETRO (força aparente)*

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
	<b>71c</b>	<b>72c</b>	<b>73c</b>	<b>74c</b>	<b>75c</b>	<b>76c</b>	<b>77c</b>	<b>78c</b>	<b>79c</b>	<b>80c</b>	<b>81c</b>	<b>82c</b>	<b>83c</b>	<b>84c</b>	<b>85c</b>
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	75.2	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	85.0
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
	<b>86c</b>	<b>87c</b>	<b>88c</b>	<b>89c</b>	<b>90c</b>	<b>91c</b>	<b>92c</b>	<b>93c</b>	<b>94c</b>	<b>95c</b>	<b>96c</b>	<b>97c</b>	<b>98c</b>	<b>99c</b>	<b>100c</b>
30°	81.7	82.7	83.8	84.9	86.0	87.1	88.2	89.3	90.4	91.5	92.7	93.8	95	96.1	97.7
29°	82.0	83.0	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	92.0	93.2	94.3	95.4	96.5	97.7
27°	82.6	83.6	84.7	85.7	86.7	87.9	89.0	90.1	91.1	92.2	93.4	94.5	95.6	96.7	97.9
26°	82.9	83.9	84.9	86.0	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	96.0	97.1	98.2
24°	83.5	84.5	85.5	86.5	87.6	88.7	89.7	90.8	91.9	93.0	94.1	95.2	96.2	97.3	98.4
23°	83.8	84.8	85.8	86.8	87.9	89.0	90.0	91.1	92.1	93.2	94.3	95.4	96.5	97.5	98.6
22°	84.0	85.0	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	99.0
20°	84.6	85.6	86.6	87.7	88.7	89.7	90.8	91.8	92.9	93.9	95.0	96.0	97.1	98.1	99.1
19°	84.9	85.9	86.9	87.9	88.9	90.0	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°	86.0	87.0	88.0	89.0	90.0	91.0	92.0	93.0	94.0	95.0	96.0	97.0	98.0	99.0	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	88.0	89.0	90.0	91.0	92.0	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	95.0	97.0	98.0	98.9	99.9	

## ANEXO B – RECORTE DA TABELA DE ALCOOMETRIA DA FARMACOPEIA BRASILEIRA

*Farmacopeia Brasileira, 6ª edição 868*

% v/v	% p/p	$\rho_{20} \text{ (Kg/m}^3\text{)}$	$d \text{ (g/cm}^3\text{)}$
73,7	66,39	876,18	0,877757
73,8	66,50	875,92	0,877497
73,9	66,61	875,66	0,877236
74,0	66,72	875,40	0,876976
74,1	66,83	875,14	0,876715
74,2	66,94	874,88	0,876455
74,3	67,05	874,62	0,876194
74,4	67,16	874,36	0,875934
74,5	67,27	874,10	0,875673
74,6	67,38	873,84	0,875413
74,7	67,49	873,58	0,875152
74,8	67,60	873,32	0,874892
74,9	67,71	873,06	0,874632
75,0	67,82	872,79	0,874361
75,1	67,93	872,53	0,874101
75,2	68,04	872,27	0,873840
75,3	68,15	872,00	0,873570
75,4	68,26	871,74	0,873309
75,5	68,38	871,48	0,873049
75,6	68,49	871,21	0,872778
75,7	68,60	870,95	0,872518
75,8	68,71	870,68	0,872247
75,9	68,82	870,42	0,871987
76,0	68,93	870,15	0,871716
76,1	69,04	869,89	0,871456
76,2	69,16	869,62	0,871185
76,3	69,27	869,35	0,870915
76,4	69,38	869,09	0,870654
76,5	69,49	868,82	0,870384
76,6	69,61	868,55	0,870113
76,7	69,72	868,28	0,869843
76,8	69,83	868,02	0,869582
76,9	69,94	867,75	0,869312
77,0	70,06	867,48	0,869041
77,1	70,17	867,21	0,868771
77,2	70,28	866,94	0,868500
77,3	70,39	866,67	0,868230
77,4	70,51	866,40	0,867960
77,5	70,62	866,13	0,867689
77,6	70,73	865,86	0,867419
77,7	70,85	865,59	0,867148
77,8	70,96	865,32	0,866878
77,9	71,07	865,05	0,866607
78,0	71,19	864,78	0,866337
78,1	71,30	864,50	0,866056
78,2	71,41	864,23	0,865786
78,3	71,53	863,96	0,865515