



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE BACHARELADO EM QUÍMICA**

MILENA FÉLIX DA SILVA

**AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE DE ÁLCOOL ETÍLICO ANTISSEPTICO E
HIGIENIZANTE DURANTE A FLEXIBILIZAÇÃO DE COMERCIALIZAÇÃO PELA
ANVISA**

**AREIA
2021**

MILENA FÉLIX DA SILVA

**AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE DE ÁLCOOL ETÍLICO ANTISSEPTICO E
HIGIENIZANTE DURANTE A FLEXIBILIZAÇÃO DE COMERCIALIZAÇÃO PELA
ANVISA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Bacharelado em Química da Universidade
Federal da Paraíba como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharela em Química.

Orientadora: Profa. Dra. Edilene Dantas Teles Moreira.

AREIA

2021

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S586a Silva, Milena Felix da.

Avaliação da conformidade de álcool etílico
antisséptico e higienizante durante a flexibilização de
comercialização pela anvisa / Milena Felix da Silva. -
Areia, 2021.
49 f. : il.

Orientação: Edilene Dantas Teles Moreira.
TCC (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Química. 2. Etanol. 3. Teor. 4. Refratometria. 5.
Picnometria. 6. Alcoometria. I. Moreira, Edilene Dantas
Teles. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 54(02)

MILENA FÉLIX DA SILVA

AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE DE ÁLCOOL ETÍLICO ANTISSEPTICO E
HIGIENIZANTE DURANTE A FLEXIBILIZAÇÃO DE COMERCIALIZAÇÃO PELA
ANVISA

Aprovado: 13/12/2021

BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Edilene Dantas Teles Moreira (Orientadora)
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA (UFPB)



Prof. Dr. Pablo Nogueira Teles Moreira
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA (UFPB)



Profa. Dra. Elizabeth Almeida Lafayette
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA (UFPB)

Dedico este trabalho aos meus pais que sempre se
esforçaram para garantir meu conforto e
oportunidade de estudos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que fez com que meus objetivos fossem alcançados, durante todos os meus anos de estudos. Aos meus pais por me ensinarem sobre força e determinação, por todo esforço investido na minha educação, minha mãe que sempre me oferecia colo nos dias mais difíceis, ao meu pai que nunca me deixava voltar para casa sozinha após o término das aulas, o cuidado, amor e a dedicação de vocês me fortaleceu muito durante esses anos.

Ao meu noivo, Rayandson, que sempre me apoiou, incentivou e compreendeu os momentos de tensão, obrigada por todo cuidado, zelo e paciência. Obrigada pelo empenho em ouvir sobre tudo com atenção. A sua ajuda, proteção e acolhimento foram essenciais durante essa etapa.

Aos meus avós, minhas irmãs e tias que nunca esperaram menos de mim. Reservo esse trecho especial para Elivania Ramalho, que durante todo trabalho cuidou e ajudou de todas as formas possíveis, você sempre será sinônimo de acolhimento pra mim.

Agradeço aos meus amigos, Juciara, Jonatas, Thaís, Thamara, Mirela, Raissa, Jefferson e Rafael pela companhia, as trocas sinceras e duradouras durante todo o curso, o caminho se tornou mais leve com a presença de vocês. Jonatas, obrigada por sempre ser sinônimo de paz e conforto para mim, você me ensinou a viver com mais leveza, as gêmeas, Thaís e Thamara, meu trio de laboratório, obrigada por dividirem as madrugadas, os conhecimentos e os anseios comigo, nossa amizade sempre foi uma via de mão dupla, ou melhor, tripla. A Mirela, Raissa, Jefferson e Rafael, obrigada pelos ensinamentos, o incentivo e pelo riso fácil quando estávamos juntos, vocês fizeram toda a diferença.

Reservo esse trecho especial para Juciara, que foi essencial para a realização desse trabalho, me acompanhou durante as análises, leu meus parágrafos, comentou, contribuiu e incentivou muito. Obrigada por sempre abrir um espaço nos últimos meses para vir a PB concretizar os projetos que trabalhamos juntas. Nossa amizade é o verdadeiro clichê “da universidade para a vida”.

Agradeço a orientação da professora Dr^a Edilene, pelos ensinamentos, conselhos, paciência, acolhimento, disponibilidade e dedicação, ter uma orientadora como a senhora foi um privilégio, obrigada pela grande contribuição acadêmica e pessoal, sobre comprometimento, persistência e confiança.

“Nada na vida deve ser temido, somente compreendido. Agora é hora de compreender mais para temer menos.”

Marie Curie

RESUMO

O controle de qualidade é uma etapa muito importante na produção de sanitizantes, uma vez que essas formulações diminuem as estatísticas de contaminação e transmissão de patógenos. Com o surto da COVID-19, os antissépticos à base de álcool se transformaram na melhor e mais comum alternativa para a limpeza de mãos convencional em serviços de saúde, atividades comerciais e domésticas como uma ferramenta de prevenção, causando um aumento na demanda de álcool, a ANVISA como uma agência reguladora de saúde nacional, tomou uma ação emergencial para fazer frente à crescente demanda por álcool e propôs através da RDC nº 422 de 16 de setembro de 2020 a possibilidade de fabricação e comercialização de sanitizantes à base de etanol por pequenas empresas sem prévia autorização do órgão regulador, como consequência da ação de flexibilização e também devido à exigência de controle de qualidade dos sanitizantes, métodos analíticos rápidos, ecológicos e de baixo custo tornam-se muito necessários para determinar a concentração de etanol em produtos comercializados. A etapa mais importante realizada durante o controle de qualidade das formulações etanólicas é a quantificação do teor de etanol que segundo a ANVISA não deve ter variação superior a 10% do teor de etanol para que seu objetivo seja alcançado e para os cosméticos indicados para serviços de saúde, exceto na forma líquida, devem respeitar o teor mínimo de 68,25%. Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo determinar o teor alcóolico de 20 amostras comerciais de álcool sanitizante a fim de comparar os teores encontrados com aqueles informados nos rótulos, indicando quais amostras estavam dentro do limite de variação estabelecido pela ANVISA. Foram adquiridas 20 amostras comerciais diferentes em supermercados e farmácias dos municípios de João Pessoa e Remígio (PB), em julho e setembro de 2021. Os álcoois foram nomeados de AG (1-10) para as amostras em gel e AL (1-10) para as amostras líquidas, ocultando as marcas e fabricantes. As amostras foram submetidas às análises através das técnicas de refratometria, picnometria e alcoometria para determinação do teor de etanol e foram aplicadas a essas técnicas discussões e comparações.

Palavras-chave: etanol; teor; refratometria; picnometria; alcoometria.

ABSTRACT

Quality control is a very important step in the production of sanitizers, since these formulations reduce the contamination and transmission statistics of pathogens. With the outbreak of COVID-19, alcohol-based antiseptics became the best and most common alternative to conventional hand cleaning in healthcare, commercial and domestic activities as a prevention tool, causing an increase in the demand for alcohol, ANVISA as a national health regulatory agency, took an emergency action to face the growing demand for alcohol and proposed through RDC No. 422 of September 16, 2020 the possibility of manufacturing and marketing ethanol-based sanitizers for small companies without prior authorization from the regulatory agency, as a result of the flexibilization action and also due to the demand for quality control of sanitizers, fast, ecological and low-cost analytical methods become very necessary to determine the concentration of ethanol in marketed products. The most important step performed during the quality control of ethanolic formulations is the quantification of the ethanol content which, according to ANVISA, should not vary by more than 10% of the ethanol content in order to achieve its objective and for cosmetics indicated for services of health, except in liquid form, must respect the minimum content of 68.25%. Given the above, this study aimed to determine the alcohol content of 20 commercial samples of sanitizing alcohol in order to compare the levels found with those reported on the labels, indicating which samples were within the variation limit established by ANVISA. Twenty different commercial samples were acquired in supermarkets and pharmacies in the cities of João Pessoa and Remígio (PB), in July and September 2021. The alcohols were named AG (1-10) for the gel and AL samples (1-10) for liquid samples, hiding the brands and manufacturers. The samples were subjected to analysis using refractometry, pycnometry and alcohol analysis to determine the ethanol content, and discussions and comparisons were applied to these techniques.

Keywords: ethanol; content; refractometry; pycnometry; alcoholmetry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fórmula Estrutural do etanol.

Figura 2. Picnômetro de 50mL.

Figura 3. Alcoômetro segundo Gay Lussac.

Figura 4. Medida realizada no refratômetro

Figura 5. Refratômetro de Abbe.

Figura 6. Espectro Eletromagnético

Figura 7. Análise da amostra AG₁ no Refratômetro de Abbe

Figura 8. Alcoômetro imerso em uma amostra de álcool em gel

Figura 9. Dificuldade encontrada na análise de picnometria para géis.

.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Propriedades do Etanol

Tabela 2. Índice de refração das soluções padrão 0 a 100%

Tabela 3. Índice de refração das amostras líquidas

Tabela 4. Índice de refração das amostras em gel

Tabela 5. Teor das amostras líquidas

Tabela 6. Teor das amostras em gel

Tabela 7. Massa dos Picnômetros

Tabela 8. Massas dos picnômetro com as soluções de 9,95 a 99,5%

Tabela 9. Massa das soluções.

Tabela 10. Massa do picnômetro com água a 20°C

Tabela 11: Massa de água

Tabela 12: Volume dos Picnômetros.

Tabela 13. Densidade das soluções.

Tabela 14: Cálculo de densidade para amostras líquidas

Tabela 15. Cálculo da densidade para as amostras em gel

Tabela 16. Teor alcoólico das amostras líquidas

Tabela 17. Teor alcoólico das amostras em gel

Tabela 18. Teor alcoólico das amostras líquidas através da alcoometria

Tabela 19. Comparação das técnicas para amostras líquidas

Tabela 20. Comparação das técnicas para amostras em gel

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

(p/p) – peso/peso

(v/v) – volume/volume

ABHS – Desinfetantes para as mãos a base de álcool

ABV – Frações de Volume

AFE - Autorização de funcionamento da Empresa

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

AOC - Association of Official Analytical Chemists

CDC - Centro para Controle e Prevenção de Doenças

COVID – Coronavirus 19

GL° - Grau Gay Lussac

INPM - Porcentagem de álcool em peso ou grau alcoólico

IUPAC - Seção de Indústrias de Fermentação da União Internacional de Química Pura e Aplicada

IV – Infravermelho

NIR – Espectroscopia do Infravermelho

OMS – Organização Mundial da Saúde

RDC – Resolução da ANVISA

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	16
3 REFERENCIAL TEÓRICO	17
3.1 Etanol	17
3.2 Preparações alcoólicas higienizantes	18
3.3 Formulações alcoólicas.....	20
3.4 Importância do uso de preparações alcólicas	21
3.5 Determinação do teor alcoólico em formulações hidroalcoólicas	22
3.6 Métodos para determinação da concentração de etanol em formulações hidroalcoólicas.....	22
3.6.1 Picnometria	23
3.6.2 Alcoometria	25
3.6.3 Refratometria	26
4 MATERIAIS E MÉTODOS	30
4.1 Amostras e reagentes.....	30
4.2 Avaliação dos Rótulos	30
4.3 Controle de Temperatura	30
4.4 Preparação das soluções padrão	30
4.5 Picnometria	31
4.6 Alcoometria	31
4.7 Refratometria.....	32
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
5.1 Avaliação dos Rótulos	33
5.2 Construção da Curva Analítica para refratometria	33
5.3 Determinação do teor de alcoólico através da picnometria.....	33
5.4 Determinação do teor de etanol através da refratometria.....	35
5.5 Determinação de grau alcoólico – Alcoômetro de Gay Lussac	38
5.6 Determinação do grau alcoólico - Alcoômetro de Gay Lussac	43
5.7 Comparação dos métodos	46
6 CONCLUSÕES E PROPOSTAS FUTURAS.....	48
7 REFERÊNCIAS	49

1 INTRODUÇÃO

Formulações a base de álcool são amplamente recomendadas para auxiliar na prevenção de contaminação humana por microrganismos, como vírus e bactérias. (ANDRADE et al, 2007). A densidade e as espécies de bactérias que colonizam nosso corpo são altamente variáveis e podem ser influenciadas por fatores como temperatura, humidade. (ARAÚJO et al, 2019; TORTORA et al, 2017). A escolha de um produto químico antisséptico eficaz para diminuir estatísticas de contaminação e transmissão há muitos anos tem sido uma preocupação dos profissionais de saúde, considerando a diversidade de produtos, a crescente e expansiva oferta do mercado, a variabilidade das indicações e termos de uso. (ANDRADE et al, 2007; BERNADI et al, 2017; LIMA et al, 2020).

Um dos patógenos perigosos contraídos através do contato é a síndrome aguda grave do coronavírus-2 (SARS-CoV-2), conhecida por causar uma doença (COVID-19), que foi declarada uma pandemia Global pela Organização Mundial de Saúde (OMS) no início de 2020. ^[32] Sua descoberta aconteceu em Wuhan em dezembro de 2019, milhões de casos foram confirmados ao redor do mundo. (PASQUINI et al, 2020). Os protocolos preventivos para lidar com a transmissão da COVID-19 serviram apenas de suporte a fim de minimizar a propagação desta doença com as melhores abordagens. A lavagem frequente e confiável das mãos é uma das muitas abordagens adotadas para prevenir esse vírus. (PASQUINI, 2018).

Diante dos perigos impostos por esta doença, o Centro para Controle e Prevenção de Doenças (CDC), dos Estados Unidos, promove e incentiva a higiene das mãos por meio da lavagem das mãos ou do uso de produtos antissépticos. (BERARDI et al, 2020; KALIL et al, 1994). Os antissépticos e higienizantes estão comercialmente disponíveis em vários tipos e formas, como sabonetes antissépticos, géis para as mãos à base de água ou álcool, desinfetante líquido, toalhas umedecidas, entre outros. (OLIVEIRA et al, 2016; BRASIL, 2020).

Com o surto da COVID-19, os antissépticos para as mãos à base de álcool se transformaram na melhor e mais comum alternativa para a limpeza de mãos convencional em serviços de saúde e prevenção, causando um aumento na demanda de álcool. (PASQUINI, 2020). Muitos antissépticos para as mãos com diferentes composições estão disponíveis no mercado, devendo-se considerar os que funcionam de forma eficaz contra esses patógenos, aqueles recomendados pela ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) que são

compostos principalmente de etanol, álcoois isopropílicos ou peróxidos de hidrogênio. (ANDRADE et al, 2007; BRASIL, 2012; KOTZ et al, 2014).

De acordo com a RDC nº 422 de 16 de setembro de 2020, desinfetantes para superfície fixa à base de álcool etílico devem estar na fração ou percentual em massa de 70% (p/p) (70°INPM) nos mais diversos tipos de formulação e em qualquer forma física, contemplando as preparações oficinais e não oficinais para fabricantes de saneantes, a concentração de álcool no produto cosmético não poderá ter valor que represente variação superior a 10% (dez por cento) em relação à concentração do álcool declarada na rotulagem do produto em °INPM (%m/m). Os cosméticos indicados para serviços de saúde, exceto na forma líquida, também devem respeitar o teor mínimo de 68,25% (m/m)" (NR). (ANVISA, 2020).

A demanda por álcool nesse período aumentou devido à fabricação de antissépticos a base de álcool, que reduziu absurdamente a cadeia global de abastecimento do álcool. (PASQUINI et al, 2020). A ANVISA como uma agência reguladora de saúde nacional, tomou uma ação emergencial para fazer frente à crescente demanda por desinfetantes propôs a possibilidade de fabricação e comercialização de sanitizantes à base de etanol por pequenas empresas sem prévia autorização do órgão regulador, com isso, o número de empresas fabricantes aumentou substancialmente, e a probabilidade de fraudes e não conformidade aumentou igualmente. (PARANÁ, 2009; GRAZIANO et al, 2013; HIRAI FARMA, 2012).

A agência descreveu procedimentos de fabricação de três formulações para produção de menor volume de ABHS devido à demanda pandêmica de COVID-19 por álcool, a (F1) é apenas uma mistura de etanol / água contendo 70% (m/m) de etanol. Outra formulação (F2) contém etanol a 80% (v/v) e uma pequena quantidade de peróxido de hidrogênio e glicerol atuando como emoliente, chamado de álcool glicerinado. A formulação mais comercializada (F3) também é baseada em etanol/água numa solução contendo 70% (m/m) do etanol, usando um formador de gel polímero solúvel em água, como carbômero, após um ajuste de pH entre 5,0 e 7,0, usando tampões, como por exemplo a trietanolamina, essa última formulação é comumente chamada de álcool em gel. (ANVISA, 2010; ANDRADE et al, 2002).

Como consequência da ação de flexibilização da ANVISA e também devido à exigência do controle de qualidade dos higienizantes à base de álcool, métodos analíticos rápidos, que seguem o princípio da Química Verde e de baixo custo tornam-se muito necessários para auxiliar no controle de qualidade de produtos comercializados, como no caso dos higienizantes à base de álcool determinar a concentração de etanol. (PASQUINI et al, 2020; BRASIL, 2020).

As principais técnicas mais comumente utilizadas para determinar o teor alcoólico em soluções são: refratometria, picnometria, método do densímetro de vidro, alcoometria, espectroscopia do Infravermelho, entre outros. (ATKINS e JONES, 2006; PASQUINI et al, 2020).

A refratometria trata-se de uma técnica no qual a propriedade a ser medida, índice de refração, depende da temperatura, pressão, natureza e comprimento de onda da luz a ser observada. (PARANÁ, 2009). Neste sentido, a técnica de refração também é usada para identificar substâncias e para determinar a concentração de misturas binárias, sendo eficiente para avaliar a variação do índice de refração com a concentração de uma solução hidroalcoólica e determinar o teor alcoólico de uma solução. (MATOSO, 2013).

A densidade em relação à água pura é uma ferramenta utilizada para determinar a porcentagem de álcool em soluções hidroalcoólicas, a uma dada temperatura. (HIRAIFARMA, 2012). Um dos aparelhos mais usados é o picnômetro que consiste na medida da massa de volume conhecido de líquido num recipiente, o mesmo é calibrado em relação à massa da água pura a 20°C. Da relação destas massas e volumes resulta a densidade relativa da água. (PARANÁ, 2009).

A alcoometria também é habitualmente utilizada para determinar a concentração de etanol em misturas de água e etanol é realizada através da medida da densidade (alcoometria). (ARAÚJO, 2019). O título alcoométrico volumétrico de uma mistura de água e álcool é expresso pelo número de volume de etanol, à temperatura de 20°C, contido em 100 volumes desta mistura à mesma temperatura. É expresso em % (v/v), cuja unidade é o °INPM título alcoométrico ponderal é expresso pela relação entre a massa de etanol contida em uma mistura de água e etanol e a massa total desta, sendo expresso em % (p/p), cuja unidade é o °GL (grau Gay Lussac). (GENZ et al, 2017; ANDRADE et al, 2002; ANVISA, 2020).

A espectroscopia no infravermelho próximo (NIRS) é um tipo de vibração de alta energia, realizada na faixa de comprimento de onda de 750 a 2500 nm (13.333 a 4000 cm⁻¹). A região do NIR apresenta como vantagem a análise quantitativa para constituintes em maior quantidade. Devido ao baixo sinal das bandas e harmônicas na região do NIR, amostras sólidas não necessitam ser diluídas. (CASTRIANINI, 2009; CIRINO L, 2015).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo analisar vinte amostras de antissépticos e higienizantes à base de etanol 70° INPM do comércio varejista, verificando a concentração de etanol das mesmas através das técnicas de refratometria, picnometria e alcoometria e comparar à nominal indicada em cada rótulo, estabelecendo análises rápidas,

limpas, sem destruição de amostras, o que as tornam atrativa do ponto de vista de custos e que tem potencial para implementação no controle de qualidade.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral:

Analisar amostras comerciais de produtos à base de etanol (géis e líquidos) utilizando técnicas simples, rápidas e de baixo custo para verificar o teor de etanol obtido, comparando com os teores indicados nos rótulos, confirmando a capacidade das técnicas serem utilizadas no auxílio do controle de qualidade desses produtos.

2.2 Objetivos Específicos:

- Utilizar as técnicas de refratometria, picnometria e alcoolmetria, para determinar o teor alcoólico presente em amostras comerciais;
- Analisar 20 amostras comerciais de produtos à base de etanol (géis e líquidos);
- Construir modelos de curva de calibração para prever o teor de etanol utilizando soluções puras de etanol e água;
- Controlar rigorosamente a temperatura nos ensaios realizados;
- Comparar as concentrações obtidas com aquelas exibidas nos rótulos e se a variação está dentro do valor exigido pela RDC n° 422 da ANVISA;
- Equiparar os teores obtidos com os parâmetros exigidos pela OMS.

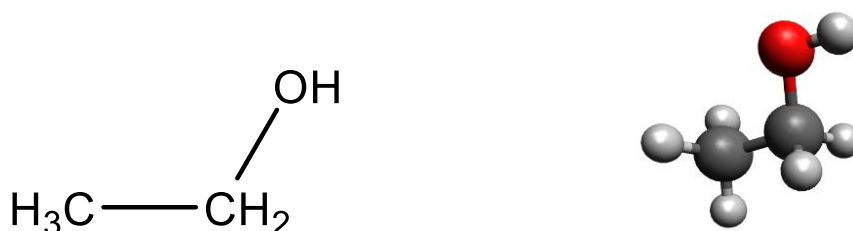
3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Etanol

Etanol ou álcool etílico é um composto orgânico que faz parte da família dos álcoois, possui fórmula molecular $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH}$. (ATKNIS e JONES, 2006). O etanol é formado por dois átomos de carbono ligados a cinco átomos de hidrogênio, apresenta um átomo de oxigênio ligado a um hidrogênio, seu carbono realiza apenas ligações simples, por esse motivo ele é saturado. (HIRAIFARMA, 2012).

Sua fórmula estrutural apresentada na figura 1, desenhada através dos softwares Avogrado e Chemdraw:

Figura 1: Fórmula Estrutural do etanol.



Fonte: Própria, 2021.

O etanol é um composto líquido e incolor, dissolve-se facilmente em água por ser uma molécula polar, em temperatura ambiente é encontrado na fase líquida, seu ponto de ebulição é atingido aos $78,4^{\circ}\text{C}$, já o seu ponto de solidificação é de $-114,3^{\circ}\text{C}$. Esses são valores médios válidos para a pressão de 1 atm, ou seja, em nível do mar. (ATKNIS e JONES, 2006; BERARDI et al, 2020).

Molécula de baixo peso molecular ($46,07\text{g/mol}$). Dentre os álcoois, é o mais comum de ser obtido. A composição em massa de sua molécula é de 52,24% de carbono, 13,13% de hidrogênio e 34,73% de oxigênio, altamente inflamável, podendo entrar em combustão, se submetido a uma fonte de calor, a partir de 13°C . Em estado puro apresenta-se como altamente tóxico, já diante de misturas com baixo teor pode ser ingerido de forma moderada. (NOVA CANA, 2020; ATKNIS, 2006).

Quando encontrado puro e em temperatura próxima a 25°C o etanol possui densidade menor que a água (789 kg/m^3), seu pH varia entre 6 e 8 quando misturado à água, o que indica que a solução é neutra. (NOVA CANA, 2020).

Água e etanol são miscíveis em todas as proporções, com a energia de formação deste sistema sendo favorecida pelo estabelecimento de efetivas forças intermoleculares do tipo ligação de hidrogênio entre os grupos - OH de ambas as moléculas. O principal fator que acelera o processo de dissolução destas substâncias trata-se da entropia do sistema, uma vez que o desordenamento originado na solução é maior do que aquele observado quando as moléculas estão separadas. (ATKNIS E JONES, 2006; ARAÚJO et al, 2019).

As soluções hidroalcoólicas em concentrações a 70% de etanol possuem ótimo efeito bactericida, porque desnaturam as proteínas de microrganismos, a água facilita a entrada do álcool para dentro da bactéria ou microorganismo e também retarda a volatilização dele, permitindo maior tempo de contato, agindo como um envelope que circunda o agente infeccioso, propiciando a desnaturação de proteínas e estruturas lipídicas nesta região. (GRAZIANO et al, 2017; (ANDRADE et al, 2002). Ocorrendo a chamada lise celular, o processo de rompimento da membrana plasmática e, conseqüentemente, a morte do vírus. O etanol destrói bactérias vegetativas, porém esporos bacterianos podem ser resistentes, fungos e vírus (envelopados, como o vírus Influenza H1N1) também são destruídos pelo álcool. (GENZ et al, 2017).

As principais propriedades do etanol estão descritas na tabela 1 a seguir:

Tabela 1: Propriedades do Etanol.

Peso Molecular	46,07g/mol
Densidade	789kg/m³
pH	6 – 8
Ponto de Ebulição	78,4 °C
Ponto de Fusão	-114,3°C

Fonte: Própria, 2020.

3.2 Preparações alcoólicas higienizante.

A desinfecção é uma estratégia muito utilizada há anos na eliminação de microrganismos patógenos na forma vegetativa, durante processos de higienização e limpeza de superfícies. (ARAÚJO, 2019). Podem ser usados métodos físicos ou químicos no processo, sendo atribuído o termo desinfetante a alguns agentes químicos líquidos que podem ser

classificados com a eficiência e conformidade que erradicam os microrganismos. (BERARDI et al, 2020; BERNARDI et al, 2017).

Os álcoois são produtos amplamente utilizados para eliminar microrganismos patológicos. (GENZ et al, 2017). Esses produtos possibilitam a desinfecção de superfícies, possuem propriedades microbidas reconhecidamente eficazes, sendo imprescindível na realização de ações simples de prevenção como a antissepsia de ambientes e artigos médico-hospitalares além de ser adquirido com baixo custo e possuir fácil aplicabilidade, além da toxicidade reduzida. (BERNARDI et al, 2017; PARANÀ, 2009).

A limpeza e desinfecção são elementos que convergem para a sensação de bem-estar, segurança e conforto, além de serem estratégias primordiais no controle de infecções também é o “start” para a quebra da cadeia de contaminação cruzada. (SEQUINEL et al, 2020; WEBER et al, 2013). Corroborar também para o controle das infecções, por garantir um ambiente com superfícies limpas, com redução do número de microrganismos, e apropriadas para a realização das atividades desenvolvidas naquele ambiente. (GENZ et al, 2017; RUTALA et al, 2008).

O processo de desinfecção é capaz de eliminar muitos ou todos os microrganismos de uma superfície, exceto esporos bacterianos. Para esse tipo de processo utilizam-se os produtos denominados desinfetantes. (OLIVEIRA et al, 2016).

Entre os produtos mais utilizados no processo de desinfecção, o mais comum é o álcool. Um dos álcoois mais utilizados é o etanol (etílico). (RUTALA et al, 2008). A concentração ótima recomendada é de 70%, porém concentrações entre 72% a 80% também destroem microrganismos. (BRASIL, 2010). O etanol puro é menos efetivo que soluções aquosas (etanol misturado com água), pois a desnaturação requer água para facilitar a entrada do álcool no microrganismo. (TYHIO et al, 2020).

Álcoois são compostos químicos, orgânicos, amplamente utilizados nas instituições de saúde, em procedimentos de antissepsia e desinfecção de artigos ou superfícies, sendo reconhecidos como um importante agente químico antimicrobiano. (ANDRADE et al, 2002).

De forma geral, a utilização dos antissépticos, como os álcoois, nas formulações gel ou líquido, adquiridos em estabelecimentos comerciais comuns, tornou-se um procedimento trivial nas práticas de antissepsia das mãos e desinfecção de superfícies, como balcões, mesas, bancadas, etc. (PARANÀ, 2009). Para limpeza de superfícies é recomendado que se utilizasse o álcool líquido. O produto em gel é mais destinado para uso na pele porque sua textura diminui o risco de incêndios e não desidrata a pele. (ARAÚJO, 2019; TYHIO et al, 2017).

Muitos autores apontam para relevância do uso de técnicas antissépticas e desinfetantes no combate a microrganismos indesejáveis, e evidenciando a importância de conhecer os tipos de produtos, sua composição e o uso das técnicas adequadas para atingir todo o potencial antimicrobiano dos mesmos. (SEQUINEL et al, 2017; WEBER et al, 2013).

3.3 Formulações alcoólicas

As preparações alcólicas mais comuns comercialmente podem ser encontradas em forma líquida, gel ou espuma, podendo apresentar diversificações dependendo do país. (PASQUINI, 2020). No Brasil, como a produção de etanol é ampla e de primeira geração com cana-de-açúcar por processos fermentativos, torna-se mais disponível e economicamente viável para utilização como insumo no preparo de soluções. (GRAZIANO et al, 2013; ANDRADE et al, 2002).

No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) publicou a 2ª Edição - Revisão 02 de 2002 do Formulário Nacional da Farmacopeia Brasileira, determinando procedimentos sucintos de produção para formulações higienizantes de álcool etílico 70% (p/p), equivalente à relação ponderal em massa e 77% (v/v), álcool etílico glicerinado 80 % (v/v), álcool isopropílico glicerinado 75% (v/v) e álcool etílico em gel 70% (v/v). (BRASIL, 2010; PASQUINI et al, 2020).

Desde 2002, a ANVISA instruiu a comercialização de formulações etanólicas acima de 54°GL (em temperatura de 20°C) no Brasil, deve ser produzida exclusivamente na forma de gel, por questões de segurança e principalmente pela facilidade na sua manipulação. (SEQUINEL et al, 2020). Mas, em consequência da pandemia causada pelo SARS-CoV-2, observou-se um grande desequilíbrio na oferta momentânea de álcool gel, com a demanda aumentando mais de dez vezes em relação ao consumo registrado no mesmo período de ano passado. (PASQUINI, et al 2020). Desta maneira, foi decretado em caráter excepcional, por meio das Agências oficiais de vigilância sanitária ou órgão correspondente, a fabricação de formulações alternativas, sendo uma dessas a forma líquida recomendada pela OMS. (BRASIL, 2020; TYHIO et al, 2020).

A eficácia dos produtos etanólicos dependerá principalmente do tipo de álcool que será utilizado, da concentração, volume aplicado e o tempo de contato com o microrganismo. (SEQUINEL et al, 2020). O guia contém dados científicos relacionados ao tema, informações técnicas de suporte, modelos de transmissão de patógenos, além das principais barreiras e estratégias para a implementação de programas que incentivam a higienização das mãos.

Dentre várias preparações que podem ser utilizadas, a OMS recomenda duas formulações alcoólicas de simples preparação e fácil uso, sendo uma a base de etanol 80% (v/v) e a outra de isopropanol 75% (v/v). (BRASIL, 2020).

O álcool em gel trata-se de uma das formas mais eficazes para higienização das mãos e superfícies. Os reagentes presentes nesse composto geralmente utilizam em sua elaboração etanol 96% (v/v), solução de trietanolamina a 5% (p/v) como neutralizante, glicerol como umectante, água destilada e um gelificante, este tem como função alterar a viscosidade da mistura e aprimorar a estabilização. (PASQUINI et al, 2020; ANVISA, 2020).

Os gelificantes possuem em suas estruturas grupamentos -OH ou -COOH, tais como a carboximetil celulose (CMC) ou um carbômero hidrossolúvel como o mais comumente utilizado carbopol, descrito no Formulário Nacional da Farmacopeia Brasileira como carbômero 980. (PASQUINI et al, 2020). A escassez e o aumento exacerbado do custo do carbopol pela grande demanda em virtude da pandemia tiveram alternativas para sua substituição, como celulose microfibrilada, polímeros sintéticos e naturais, etc. (KALIL e COSTA, 1994; LIMA et al, 2020).

Os álcoois têm excelente atividade bactericida, rápida ação na temperatura ambiente e pH ideal em torno de 5,5- 5,9, sendo capaz de reduzir rapidamente a carga microbiana quando aplicado em tecidos vivos. (GRAZIANO et al, 2013; ANDRADE et al, 2017).

3.4 Importância do uso de preparações alcóolicas

Em março de 2020 a Organização Mundial de Saúde (OMS) qualificou a doença infecciosa COVID-19 como pandemia pelo nível alarmante de disseminação, severidade e ao estado de inação para o combate. A COVID-19 se espalha a partir de micro gotas de saliva ou secreções nasais emitidas quando uma pessoa contaminada tosse ou espirra. (ANVISA, 2020; PASQUINI et al, 2020).

O aerossol contendo o vírus se espalha de forma instantânea no ambiente, atingindo diretamente pessoas e superfícies, onde pode permanecer ativo por dias, dependendo do clima e tipo de material em que foi depositado. (SEQUINEL et al, 2020; TYHIO et al, 2020). Inevitavelmente as mãos apresentam-se como uma das principais vias de contágio, tocar em superfícies e pessoas contaminadas, o vírus pode ser contraído facilmente, dessa forma devem ser higienizadas frequentemente para evitar a disseminação do vírus. (ARAÚJO, 2019).

A orientação para que essa higienização seja eficaz deve ser por meio da lavagem com água e sabão e/ou a utilização de higienizantes a base de álcool, principalmente soluções etanólicas ou isopropílicas, são os métodos mais recomendados pela OMS. (ANVISA, 2010a).

As preparações alcóolicas inativam rapidamente um amplo espectro de patógenos, são úteis em locais com ausência de pias e outras facilidades com água limpa, utilizadas em locais de atendimento a saúde para descontaminação rápida e eficaz além da distribuição para pacientes podem causar menor irritação e sensação de pele seca do que alguns sabões e detergentes antimicrobianos. (SEQUINEL et al, 2020; TYHIO et al, 2020).

3.5 Determinação do teor alcoólico de formulações hidroalcoólicas

O embasamento para a determinação do teor alcoólico de misturas de álcool e água foi proposto entre os séculos XVII e XVIII, o governo britânico propôs taxas para diferentes bebidas com base no teor de etanol. (ANDRADE et al, 2002). O sistema de medidas era rústico e grosseiro visto que eram avaliados a partir da queima direta das bebidas em combinação com materiais explosivos. Ao final da queima da mistura, observava-se uma pequena explosão, por fim, a bebida era classificada como “acima da prova” (*over proof*) relacionado a um teor alcoólico mais elevado, caso fosse observado o contrário, sem explosão no final da queima, a bebida era classificada como “abaixo da prova” (*under proof*). (PEREIRA et al, 2018).

Na França, em 1824, Joseph Louis Gay-Lussac contribuiu com a invenção e aperfeiçoamento do alcoômetro centesimal volumétrico, instrumento de medida que serve para determinar o teor de etanol em soluções hidroalcoólicas, no qual o zero representava a água sem álcool e o máximo da escala somente álcool puro. As medições foram realizadas a 15 °C (59 °F) e, neste caso, um resultado de 80 °GL correspondia à presença de 80 frações em volume de etanol a cada 100 frações em volume da mistura total, a 15 °C. (ANDRADE et al, 2007; HIRAI FARMA, 2012).

De acordo com os sistemas inglês e francês ainda vigentes, as medidas são realizadas em frações de volume (ABV), posteriormente passam pela correção do teor alcoólico em função da temperatura, com auxílio de tabelas de conversão, visto que a densidade de um líquido varia significativamente com a temperatura. (ANDRADE et al, 2007). Devido à existência de vários sistemas, a partir de 1966 a Seção de Indústrias de Fermentação da União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC), propôs a adoção de uma forma padronizada de modo que as medições pudessem ser comparadas a 20 °C. Entre os vários

métodos oficiais de medida, foram todos inicialmente desenvolvidos, à época, sob-regulações e padrões vigentes em cada um dos países. (HIRAIFARMA, 2012; GRAZIANO et al 2013).

3.6 Métodos para determinação da concentração de etanol em soluções hidroalcoólicas

3.6.1 Picnometria

Conforme a Association of Official Analytical Chemists (AOC), e Instituto Adolfo Lutz (IAL), a picnometria é classificada como um dos métodos mais comumente usados para determinação do teor alcoólico. Juntamente ao densímetro, é o instrumento mais utilizado na determinação da densidade. (ARAÚJO, 2019). Dessa forma, com as diferenças de massas, é possível determinar, através de uma combinação de fórmulas, a densidade relativa de uma solução em picnômetros previamente calibrados em relação à massa de água pura a 20°C. (RUTALA, 2008).

Os estados da matéria podem, resumidamente, ser agrupados em sólido, líquido e gasoso. Uma das propriedades macroscópicas que geralmente distingue esses três estados da matéria é a densidade específica (massa/volume), pois para materiais comuns do dia a dia, a densidade de gases é menor do que a de líquidos, e a dos líquidos menores ainda do que a dos sólidos, embora neste último caso haja muitas exceções. (TYHIO et al, 2020).

A densidade é uma grandeza intensiva, ou seja, não depende da quantidade de matéria. Assim, a densidade da água pura contida em um litro ou numa colher de 5mL é a mesma. De forma geral, se a substância é homogênea, então a sua densidade é a mesma em todos os pontos do volume que ocupa. A densidade depende do tipo de substância, mas é em geral influenciada pela temperatura e pela pressão. (ATKNIS e JONES, 2006).

A densidade depende das massas dos átomos, ou moléculas, individuais e do volume efetivo que ocupam em diferentes estados de agregação. Quando uma quantidade fixa de matéria se expande, verifica-se uma diminuição na sua massa volumétrica. Essa contração leva ao aumento da sua densidade. (PARANÀ, 2009; ATKNIS e JONES, 2006).

A massa (M) e o volume (V) são propriedades gerais de um corpo material. Densidade absoluta (ou simplesmente densidade, d), ou massa específica (ρ) de um corpo homogêneo é a razão entre sua massa M e seu volume V . Como pode ser observado na equação 1, ela pode ser expressa em quilograma por metro cúbico (kg/m^3) ou grama por centímetro cúbico (g/cm^3). O termo corpo homogêneo se refere aos materiais que têm composição uniforme ao longo de toda sua extensão. (ATKNIS e JONES, 2006).

$$d \text{ ou } \rho = \frac{M}{V} = \rho V \text{ e } V = \frac{M}{\rho} \quad (\text{Equação 1})$$

Geralmente, como padrão de referência, emprega-se água destilada à temperatura de 4°C cuja densidade é 1g/cm³ (ou, mais rigorosamente, 0,999973 g/cm³ a 3,98 °C). De acordo com a definição expressa pela Eq. (1), para obter a densidade de um corpo sólido ou líquido de faz necessário determinar a massa M em gramas do corpo cuja densidade se deseja, por meio de uma balança; estabelecer uma medida precisa do volume ocupado por essa massa. No caso específico de líquidos, cilindros graduados, balões volumétricos e, particularmente, picnômetros são os mais usados para essa finalidade. (ANDRADE et al, 2002; STANGHERLIN, 2010).

Para a realização do ensaio de picnometria, requer-se uma balança analítica de boa qualidade, colocada em um lugar livre de vibrações e correntes de ar. A picnometria apresenta como uma de suas vantagens à boa precisão das medidas e a eliminação de padrão para comparação. Entretanto, esse procedimento é trabalhoso, requer muito tempo para execução e muita atenção do analista para sua execução. Cabe ressaltar que a temperatura deve ser cuidadosamente controlada nesse método, pois qualquer variação desta pode afetar diretamente a medida de densidade, que pode variar cerca de 0,03% com a flutuação de apenas 1°C. (OLIVEIRA, 2016).

O picnômetro consiste de um pequeno frasco de vidro construído cuidadosamente de forma que o volume do fluido que contenha seja invariável. Ele possui uma abertura, relativamente larga para facilitar a sua utilização, possui tampa de vidro esmerilhada com uma perfurada na forma de um fino tubo longitudinal. (OLIVEIRA, 2016). Os volumes dos picnômetros variam geralmente de 5 a 250mL ou mais (ATKNIS e JONES, 2006), dependendo da sua aplicação. A figura 2 ilustra um picnômetro de 50mL:

Figura 2: Picnômetro de 50mL.



Fonte: <https://www.google.com/search?q=picnometro&sxsrf=AOaemvIMfV>

Os dados alcançados com picnômetros demonstram resultados bem precisos e são montados e graduados de forma a propiciar a pesagem de volumes exatamente iguais de líquidos, a uma dada temperatura. Da relação destes pesos e volumes resulta a densidade dos mesmos à temperatura da determinação. Com uso de uma tabela de densidade da água pura, em função da temperatura, é possível determinar a densidade e a concentração comum da solução problema. (RUTALA et al, 2008; SANTOS et al, 2002).

3.6.2 Alcoometria

Alcoometria trata-se da determinação do grau alcoólico ou título etanólico das misturas de água e álcool etílico. O título alcoométrico volumétrico de água e álcool é expresso pelo número de volumes de etanol a 20°C contido em 100 volumes dessa mistura em mesma temperatura expresso em % (v/v). (BRASIL, 2010; ATKINIS e JONES, 2006).

O título alcoométrico ponderal é expresso pela relação entre a massa de etanol contida em uma mistura de água e etanol e a massa total dessa. É expresso em % (m/m). O álcool etílico absoluto contém, no mínimo, 99,5% (v/v) correspondendo a 99,18% (m/m) de C_2H_6O a 20 °C. Para o caso de amostras comerciais que indicam 70% esta deverá conter 70% (v/v). (BRASIL, 2010).

O alcoômetro centesimal é um instrumento que se destina à determinação do grau alcoólico das misturas de água e álcool indicando somente a concentração do álcool em volume e expresso pela sua unidade de medida, grau Gay Lussac (°GL). (BRASIL, 2010).

Figura 3. Alcoômetro segundo Gay Lussac.



Fonte: <https://www.google.com/search?q=alcoometro+gay+lussac>

As determinações do alcoômetro são exatas somente para a mistura de água e álcool a 20°C, na qual o instrumento foi graduado. Se a temperatura durante o ensaio for inferior ou superior a 20 °C torna-se necessário corrigir a temperatura do álcool para 20 °C com auxílio de tabelas de conversão existentes na literatura. (ARAÚJO, 2019; BRASIL, 2010).

3.6.3 Refratometria

Quando um raio de luz monocromático passa de um meio transparente para outro ele é refratado. (BRITANNICA, 2020). A razão, n_D , dos senos dos ângulos de incidência, i , e de refração, r , é constante, sob um dado conjunto de condições, e é igual à razão das velocidades da luz nesses dois meios:

$$n_D = \frac{\text{seno } i}{\text{seno } r} = \frac{v_1}{v_2} \quad (\text{Equação 2})$$

Essa é a lei de Snell e n_D é o índice de refração de um meio em relação ao outro. O ângulo r aumenta com o ângulo i , e atinge o seu valor máximo (ângulo crítico) quando o raio de luz incidente é horizontal ($i=90^\circ$). De modo a tornar n_D uma constante característica de cada substância, v_1 é referida à velocidade da luz no vácuo e, como essa velocidade é máxima, o índice de refração é sempre maior do que 1. (BRITANNICA, 2020).

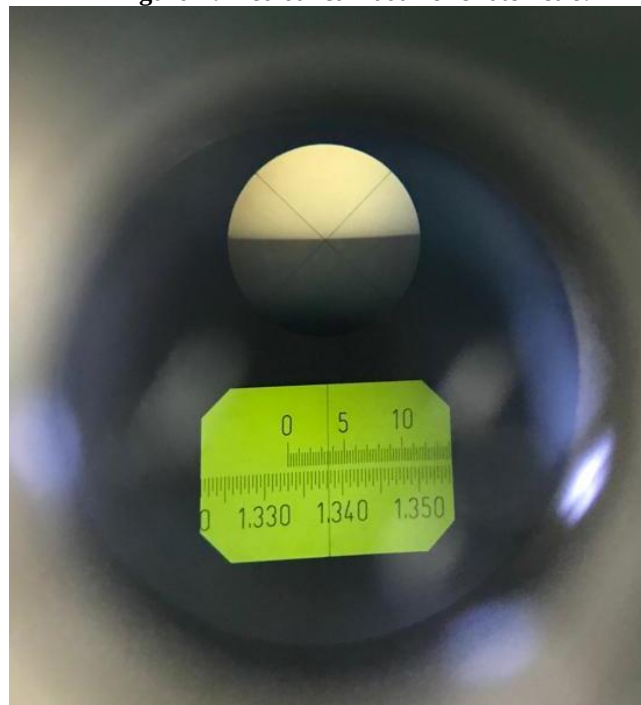
Usualmente, o ar é escolhido como meio de referência, e para obter-se o valor real do índice de refração da substância, deve-se multiplicar o seu índice de refração em relação ao ar, por 1,0003, que é a relação v_1/v_2 para $\lambda = 589 \text{ nm}$ (luz amarela do sódio, linha D) a 1 atm e 20 °C. Usa-se essa correção apenas em trabalhos de grande precisão. (ANSELMO, 2018).

Vários fatores podem influenciar o índice de refração: temperatura, pressão, natureza físico-química da substância, comprimento de onda da luz incidente e concentração (no caso de soluções). Dessa forma, medidas de índice de refração podem ser utilizadas para identificar substâncias puras e para determinar a composição de misturas binárias. (BRITANNICA, 2020; ANSELMO, 2018).

Para medição do índice de refração, utilizam-se refratômetros. Eles são baseados na determinação do ângulo limite, que é o ângulo de incidência além do qual a luz sofre reflexão total. Antes do ângulo limite, a luz incidente se refrata e se reflete. Esse instrumento foi idealizado no final do século 18 por Ernst Abbe, composto por dois prismas de vidro, capaz de medir o índice de refração de duas maneiras, que foi aperfeiçoado e é usado até hoje tendo derivado diversos modelos de refratômetros. (ANSELMO, 2018).

Ao observarmos o refratômetro ele nos mostra uma parte clara e uma escura. A parte escura é aquela iluminada por raios que sofrem refração e reflexão e, assim, diminuem de intensidade. A parte clara é aquela iluminada por raios luminosos que sofrem reflexão total e, desta forma, não diminuem de intensidade. A linha de separação claro/escuro corresponde à região do ângulo limite. Sabe-se que o índice de separação pode ser medido pelo inverso do seno do ângulo limite. Esta é a base da refratometria, idealizada por Abbe, a qual é empregada no refratômetro. A figura 4 ilustra uma medida sendo realizada no refratômetro. (BRITANNICA, 2020; ANSELMO, 2018).

Figura 4. Medida realizada no refratômetro.



Fonte: Própria, 2021.

As análises refratométricas são simples, pois exigem uma pequena quantidade de amostra do fluido em exame, cerca de 10µl a 50µl. Com a refratometria é possível utilizar essa

técnica para determinar densidade e concentração de soluções baseadas no índice de refração. (ANSELMO, 2018).

Com um leve espalhamento de um pouco da solução sobre a lente do instrumento, seguido da sobreposição do aparelho à luz, é possível observar uma sombra, em um visor graduado em uma escala numérica de refração ‘Brix’, que significa o percentual (%) de soluto existente em uma solução quimicamente pura. (BEJAMIN e ALMEIDA, 2019).

O refratômetro de Abbe é muito usado para determinação de índices de refração de soluções e substâncias voláteis. Neste aparelho, o índice de refração, para a luz amarela do sódio, é lido diretamente usando luz branca e apenas algumas gotas do líquido em estudo. (ANSELMO, 2018). A luz branca é passada, com o ângulo crítico de incidência, do meio cujo índice de refração se deseja medir para um prisma de vidro de índice de refração elevado e conhecido. A luz emergente passa por um conjunto de prismas especiais, prismas de Amici, que separam, da luz branca, a correspondente à linha D do sódio. (BENJAMIM e ALMEIDA, 2018). Esta luz, assim selecionada, é dirigida através de uma luneta até uma ocular onde existe um retículo. A incidência de 90° é obtida quando o campo de observação da ocular se apresenta dividido em duas partes, clara e escura, cuja separação coincide exatamente com a interseção das linhas do retículo. Atingida esta condição, o índice de refração entre 1,300 e 1,700 é lido na escala do aparelho. (BENJAMIN, 2019; ANSELMO, 2018).

A seguir, a figura 5 representa o refratômetro de Abbe:

Figura 5. Refratômetro de Abbe.



Fonte: <https://www.google.com/search?q=refratometro+de+Abbe&sxsrf=AOaemvJ7->

Matematicamente, o índice de refração significa a relação entre a velocidade da luz no vácuo e a velocidade da luz através do meio em questão. O índice de refração está relacionado com a estrutura física do meio através do qual a luz passa. Por esta razão, o índice de refração é

uma característica de substâncias que podem ser utilizadas na identificação de amostras desconhecidas. (ANSELMO, 2018).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Amostras e Reagentes

Os álcoois géis (500mL e 1L) de dez diferentes marcas foram adquiridos em supermercados e farmácias do município de João Pessoa (PB), em junho de 2021. Foram nomeados de AG₁ a AG₁₀ ocultando marcas e fabricantes.

Os álcoois líquidos (1L) de dez diferentes marcas foram adquiridos em supermercados e farmácias do município de João Pessoa (PB) e Remígio (PB), em Setembro de 2021. Foram nomeados de AL₁ a AL₁₀ ocultando marcas e fabricantes.

Para preparação de soluções padrão utilizou-se Álcool Anidro Absoluto UV/HPLC PM: 46,08 e água deionizada Mili-Q.

Na análise de picnometria utilizou-se água destilada e álcool etílico absoluto 99,8% P.M: 46,07 para lavagem dos picnômetros.

4.2 Avaliação dos Rótulos

De acordo com a ANVISA, existem informações obrigatórias que devem estar contidas nos rótulos de álcoois 70% comerciais. São elas: nome, categoria do produto, informações tecnológicas, modo de usar, primeiros socorros, data e lote de fabricação, prazo de validade, técnico responsável, fabricante, AFE (autorização de funcionamento de empresa) e o número de registro. Foram verificadas se todas estas informações estavam descritas nos rótulos dos produtos analisados. (ARAÚJO, 2019).

As composições de cada amostra foram avaliadas através das informações contidas nos rótulos.

4.3 Controle de Temperatura

As análises de refratometria, picnometria e alcoometria ocorreram em constante aferição e controle de temperatura das amostras. Realizadas em sala climatizada a 20°C e com ajuda de um termômetro de mercúrio.

4.4 Preparação das Soluções padrão

Para a construção da curva analítica, foram utilizados soluções-padrão preparadas a partir de diluições do Álcool Anidro Absoluto variando o teor alcoólico de 0% a 99,5%, as

soluções foram preparadas em balões volumétricos de 50mL por diluição direta de álcool em água deionizada Mili-Q. Posteriormente, foram submetidas às análises de refratometria, picnometria e Espectroscopia do infravermelho (NIR).

a) Preparo de Soluções hidroalcoólicas

As soluções foram preparadas em balões volumétricos de 50mL previamente lavados e higienizados, e com o auxílio de uma micropipeta, adicionaram-se os respectivos volumes para obter o teor alcoólico desejado.

4.5 Picnometria

Para a realização deste ensaio, utilizou-se uma balança analítica (Marte modelo AW-220), e picnômetros de 5mL. Os devidos cuidados preliminares para as boas práticas de laboratório foram tomados: a utilização de luvas para que os dedos não tocassem o picnômetro, eliminação de bolhas de ar que aderem à superfície do picnômetro, lavagem cuidadosa durante a troca de líquidos e aferição constante de temperatura. Todas as medidas foram realizadas em triplicata.

a) Massa do Picnômetro

Inicialmente, pesou-se o picnômetro vazio, previamente lavado e seco naturalmente.

b) Massa do picnômetro com água destilada

A água é utilizada como líquido padrão de referência na determinação de densidade relativa de líquidos. Desta forma, pesou-se o picnômetro repleto de água destilada.

c) Massa do picnômetro com amostras

Pesaram-se os picnômetros repletos com soluções hidroalcoólicas e as amostras líquidas nomeadas de AL₁ a AL₁₀.

4.6 Alcoometria

A determinação da graduação alcoólica foi realizada utilizando alcoômetro Gay Lussac, aparelho que mede a concentração alcoólica em uma mistura de álcool e água. (BRASIL, 2012). As amostras AL₁ a AL₁₀ foram medidas em provetas de 100mL de vidro transparente. As medidas foram realizadas em triplicata.

4.7 Refratometria

Foram medidos os índices de refração dos padrões e das amostras em um refratômetro Abbe de bancada (modelo RTA-100). Padrões hidroalcoólicos de 20% a 90% e as amostras AG₁ a AG₁₀ e AL₁ a AL₁₀ foram espalhadas diretamente na superfície no prisma com o auxílio de um conta-gotas, verificando a homogeneidade das amostras para que não houvesse formação de bolhas e ajustando a ocular para limpar a imagem das linhas cruzadas. A partir do índice de refração dos padrões foi possível construir uma curva de calibração relacionando o índice de refração com o teor alcoólico dos álcoois e posteriormente utiliza-se a equação obtida para estimar o teor das amostras de acordo com seu respectivo índice de refração. (ANSELMO, 2018).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Avaliação dos rótulos

Segundo a RDC N° 46/2002 na rotulagem do álcool etílico 70% deve estar contido: nome comercial completo, finalidade uso; graduação alcoólica em graus INPM; advertências toxicológicas: frases obrigatórias, recomendação de segurança, modo de usar, primeiros socorros, lote e data de fabricação, prazo de validade, nome do responsável técnico com o número do registro no órgão competente; razão social, endereço do fabricante e CNPJ. ^[9]

As amostras analisadas AG₁ a AG₁₀ e AL₁ a AL₁₀ demonstraram resultados satisfatórios nas análises dos rótulos, todas possuíam as especificações exigidas pela ANVISA. As amostras líquidas (AL₁ a AL₁₀) apresentaram unanimidade na composição: Álcool Etílico Hidratado 70° INPM.

Algumas amostras em géis apresentaram variações nas suas composições, além de álcool etílico, umectante, espessante, desnaturante e veículo, as amostras AG₁, AG₆ e AG₁₀ continham no rótulo extrato de plantas, como a calêndula, juazeiro e aloe vera, respectivamente, esses extratos conferem a essas formulações mais viscosidade e principalmente, uma textura mais grosseira.

5.2 Controle de Temperatura

As análises foram realizadas em sala climatizada, por este motivo, a aferição de temperatura das amostras variou menos que -2°C a 1°C. Dessa forma, ficaram entre 18°C a 21°C.

5.3 Construção da Curva Analítica para refratometria

As soluções foram preparadas de forma a manter os teores de 0% a 99,5% de álcool absoluto puro. Para o cálculo dos teores propostos foi utilizado à fórmula 1 abaixo, de acordo com o desvio padrão. Onde t representa a concentração desejada para a diluição e a 99,5 a concentração inicial.

$$Teor (\%) = 99,5 \times \frac{t}{10} \quad (Equação 3)$$

Posteriormente, as soluções foram submetidas às análises no refratômetro, os valores apresentados na tabela 2 abaixo correspondem aos valores médios obtidos a partir das médias realizadas em triplicata.

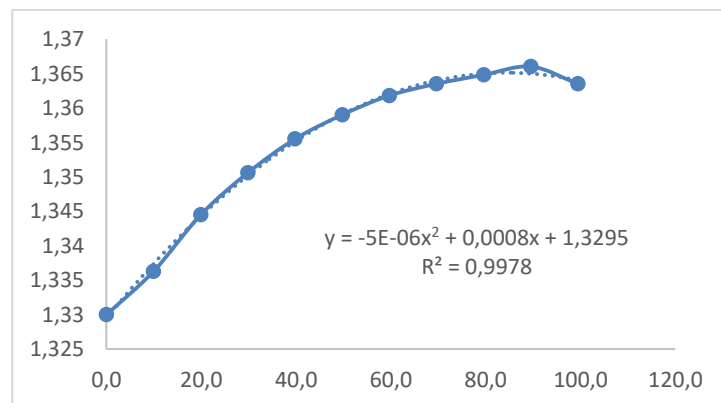
Tabela 2: Índice de refração das soluções padrão 0% a 100

Teor (%)	Índice de Refração
0	1,3300
9,95	1,3363
19,90	1,3445
29,90	1,3506
39,80	1,3555
49,80	1,3590
59,70	1,3618
69,70	1,3635
79,60	1,3648
89,60	1,3668
99,50	1,3635

Fonte: Própria, 2021.

Com os valores obtidos construiu-se a curva de calibração em função do teor alcoólico das soluções e da análise de refratometria. O gráfico 1 obtido está representado abaixo:

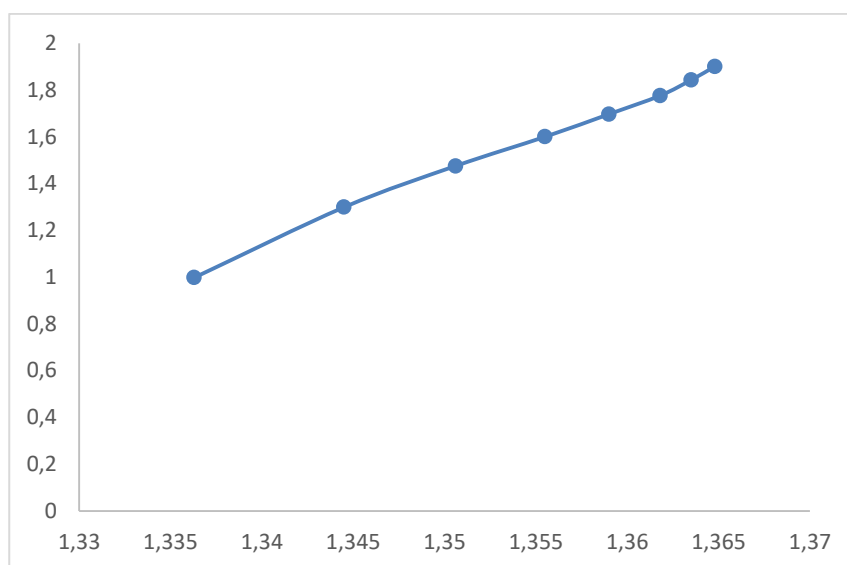
Gráfico 1: Equação polinomial de segunda ordem obtida através do Índice de refração x concentração de etanol das soluções.



Fonte: Própria, 2021.

Posteriormente, para facilitar o cálculo dos teores de álcool nas amostras, relacionou o índice de refração com a função logarítmica dos teores alcoólicos das soluções padrão. Obtendo-se dessa forma uma equação linear. A equação obtida é representada no gráfico 2 abaixo:

Gráfico 2: Equação linear obtida do índice de refração e o teor alcoólico das amostras.



Fonte: Própria, 2021.

5.4 Determinação do teor de etanol através da Refratometria

Depois de construída a curva de calibração para esta técnica, foi possível, realizar as análises nas amostras líquidas e géis, os quais os resultados estão apresentados na tabela 3 e 4. As medidas das amostras também foram realizadas em triplicata e os valores apresentados correspondem ao valor médio. A figura 7 a seguir mostra a amostra AG₁ sendo analisada.

Figura 7. Análise da amostra AG₁ no Refratômetro de Abbe.

Fonte: Própria, 2021.

Tabela 3: Índice de refratometria das amostras líquidas.

Amostra Líquida	Índice de Refração
AL ₁	1,3638
AL ₂	1,3633
AL ₃	1,3633
AL ₄	1,3644
AL ₅	1,3626
AL ₆	1,3633
AL ₇	1,3628
AL ₈	1,3646
AL ₉	1,3645
AL ₁₀	1,3632

Fonte: Própria, 2021.

Tabela 4: Índice de refratometria das amostras em gel.

Amostra em gel	Índice de Refração
AG ₁	1,3633
AG ₂	1,364
AG ₃	1,3645
AG ₄	1,3641
AG ₅	1,3631

AG₆	1,3648
AG₇	1,3640
AG₈	1,3638
AG₉	1,3650
AG₁₀	1,3644

Fonte: Própria, 2021.

Através da equação obtida com a curva analítica apresentada no gráfico 2, é possível encontrar os valores de teor alcoólico para estas amostras.

$$y = 30,314x - 39,486$$

Sendo o x, os valores do índice de refração das amostras e Y o valor a ser encontrado (teor alcoólico). Os resultados para os respectivos valores estão nas tabelas 5 e 6, abaixo:

Tabela 5: Teor das amostras líquidas.

Amostra Líquida	Teor Alcoólico (%)
AL₁	71,82
AL₂	72,83
AL₃	69,35
AL₄	74,89
AL₅	66,05
AL₆	69,35
AL₇	66,98
AL₈	66,88
AL₉	75,94
AL₁₀	68,87

Fonte: Própria, 2021.

Tabela 6: Teor das amostras em gel.

Amostra em gel	Teor Alcoólico (%)
AG₁	69,35
AG₂	72,83
AG₃	75,41
AG₄	73,34

AG₅	68,39
AG₆	77,01
AG₇	72,83
AG₈	71,82
AG₉	78,09
AG₁₀	74,89

Fonte: Própria, 2021.

Os resultados obtidos demonstraram que as amostras AL₁, AL₂, AL₄ e AL₉ apresentaram valores de graduação alcoólica acima do que estavam descritos em seus rótulos. Já as amostras AL₃, AL₅, AL₆, AL₇, AL₈ e AL₁₀ apresentaram valores abaixo do informado na embalagem. Sendo, AL₁, AL₂, AL₃ as amostras que chegaram mais próximo dos valores rotulados em sua embalagem. Além disso, as amostras líquidas analisadas apresentaram variação de graduação alcoólica dentro do limite estabelecido pela ANVISA de inferior a 10%.

Para as amostras em gel, os resultados obtidos mostraram que as amostras AG₁ e AG₅ estavam abaixo do valor apresentado no rótulo, já as amostras AG₂, AG₃, AG₄, AG₆, AG₇, AG₈, AG₉ e AG₁₀ apresentaram valores acima do demonstrado em suas embalagens, nenhuma amostra em gel apresentou-se com variação do teor de etanol superior a 10%, e todas estavam acima do teor mínimo exigido pela ANVISA de 68,25%.

5.5 Determinação do teor alcoólico através da picnometria

Inicialmente, pesaram-se dois picnômetros de 5mL, lavados e secos naturalmente, os valores obtidos estão expressos na tabela 7.

Tabela 7: Massa dos Picnômetros

Picnômetro	Massa (g)
1	17,9018
2	15,5504

Fonte: Própria, 2021.

Posteriormente, as soluções de concentrações 0 a 99,5% de álcool absoluto puro, foram pesadas nos picnômetros anteriores, os respectivos valores estão na tabela 8:

Tabela 8: Massa do picnômetro com as soluções de 9,95 a 99,5%

Teor (%)	Massa (g)
9,95	25,0092
19,9	22,1908
29,9	24,8430
39,8	21,9910
49,8	24,6308
59,7	21,7665
69,7	24,2999
79,6	21,4160
89,6	23,9059
99,5%	20,9425

Fonte: Própria, 2021.

Posteriormente, diminui-se a massa encontrada com as dos respectivos picnômetros em que as amostras foram, pesadas, através de a subtração a seguir:

$$\text{massa do picnômetro com amostra} - \text{massa do picnômetro}$$

Os resultados obtidos estão na tabela 9 abaixo:

Tabela 9: Massa das soluções.

Teor (%)	Peso(g)
9,95	7,1074
19,9	6,6404
29,9	6,9412
39,8	6,4406
49,8	6,729
59,7	6,2161
69,7	6,3981
79,6	5,8656
89,6	6,0041
99,5	5,3921

Fonte: Própria, 2021.

Logo depois, determinou-se o peso dos picnômetros repletos de água a 20°C. Os valores estão na tabela 10 abaixo:

Tabela 10. Massa do picnômetro mais água a 20°C.

Picnômetro + Água	Massa (g)
1	25,1453
2	22,3695

Fonte: Própria, 2021.

Através da seguinte subtração, foi possível determinar o volume dos picnômetros, sabendo que a densidade da água a 20°C é aproximadamente 1g/cm³.

massa do picnômetro com água – massa do picnômetro

A massa de água determinada para cada picnômetro estão expressas na tabela 11 abaixo:

Tabela 11: Massa de água.

Picnômetro	Massa (g)
1	7,2253
2	6,7838

Fonte: Própria, 2021.

Com a massa de água, foi possível calcular os respectivos volumes dos picnômetros, através da equação 1, obtendo os valores da tabela 12 a seguir:

Tabela 12: Volume dos Picnômetros.

Picnômetro	Volume (cm³)
1	7,2253
2	6,7838

Fonte: Própria, 2021.

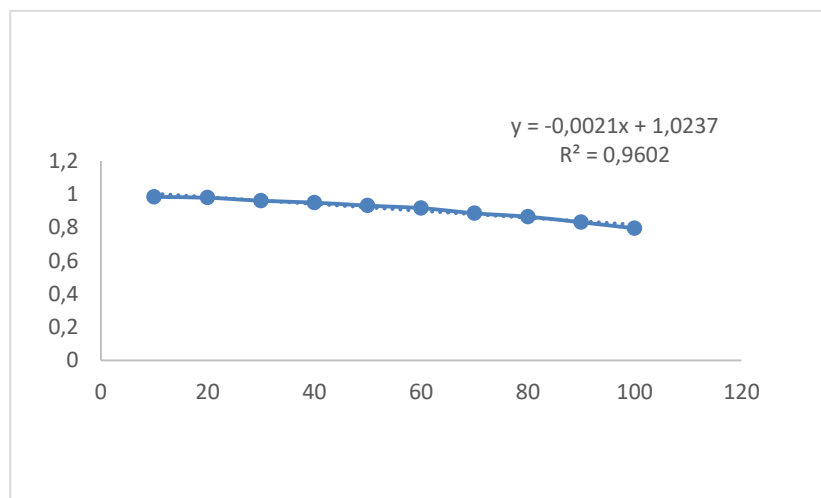
Posteriormente, com os valores dos volumes dos picnômetros definidos, pode-se calcular a densidade das soluções através da fórmula 1. Os resultados obtidos estão na tabela 13:

Tabela 13. Densidade das soluções.

Teor (%)	Densidade (g/mL)
9,95	0,9836
19,9	0,9788
29,9	0,9606
39,8	0,9494
49,8	0,9313
59,7	0,9163
69,7	0,8855
79,6	0,8646
89,6	0,8309
99,5	0,7948

Fonte: Própria, 2021.

Com o valor da densidade obtido, pode-se construir a curva de calibração das soluções, em função do teor e das densidades obtidas.

Gráfico 3: Gráfico obtido em função dos teores e das densidades das soluções.

Fonte: Própria, 2021.

Com os respectivos valores de R^2 e a equação Y obtida na reta, iniciaram-se as análises das amostras. Pesaram-se os picnômetros com as amostras líquidas e amostra em gel posteriormente calculou-se as massas das amostras separadamente diminuindo o valor do respectivo picnomêtro em que foi pesada, e por fim, calculou-se suas densidades. Os respectivos resultados estão expressos nas tabelas 14 e 15.

Tabela 14: Cálculo de densidade para amostras líquidas.

Amostras Líquida	Pic +Amostra (g)	Massa da Amostra (g)	Densidade (g/mL)
AL ₁	21,4941	5,9437	0,8761
AL ₂	21,4978	5,9474	0,8767
AL ₃	21,5219	5,9076	0,8802
AL ₄	21,4580	5,9076	0,8708
AL ₅	24,2591	6,3573	0,8798
AL ₆	24,2354	6,3336	0,8765
AL ₇	24,3056	6,4038	0,8863
AL ₈	21,4254	5,8750	0,8660
AL ₉	24,1891	6,2873	0,8701
AL ₁₀	24,2730	6,3712	0,8817

Fonte: Própria, 2021.

Tabela 15. Cálculo da densidade para as amostras em gel.

Amostra Líquida	Pic +Amostra (g)	Massa da Amostra (g)	Densidade (g/mL)
AG₁	21,6304	6,08	0,8962
AG₂	24,3426	6,4408	0,8914
AG₃	24,1140	6,2122	0,8597
AG₄	21,6191	6,0687	0,8946
AG₅	24,4615	6,5597	0,9078
AG₆	21,4845	5,9341	0,8747
AG₇	24,2509	6,3491	0,8787
AG₈	24,3784	6,4766	0,8963
AG₉	21,5615	6,0111	0,8861
AG₁₀	21,5545	6,0041	0,8850

Fonte: Própria, 2021.

Por fim, após todos os cálculos previstos anteriormente, foi possível calcular o teor alcoólico das amostras com a equação y dada pela reta obtida:

$$y = -0,0021x + 1,0237 \quad x = \text{valores das densidades obtidas}$$

Os teores alcoólicos das amostras estão expressos nas tabelas 16 e 17 a seguir:

Tabela 16. Teor alcoólico das amostras líquidas.

Amostra Líquida	Teor Alcoólico (%)
AL₁	70,24
AL₂	69,98
AL₃	68,29
AL₄	72,77
AL₅	68,49
AL₆	70,05
AL₇	65,42
AL₈	75,06
AL₉	73,10
AL₁₀	67,57

Fonte: Própria, 2021.

Tabela 17. Teor das amostras em gel.

Amostra em gel	Teor Alcoólico (%)
AG₁	60,67
AG₂	62,98
AG₃	78,05
AG₄	61,46
AG₅	55,15
AG₆	70,91
AG₇	69,03
AG₈	60,62
AG₉	65,51
AG₁₀	66,00

Fonte: Própria, 2021.

Os resultados obtidos na análise de picnometria realizada nas amostras líquidas, as amostras AL₁ e AL₆ apresentaram teores quase exatos aos que estavam descritos nas suas embalagens, ficando na faixa de 70%. As amostras AL₂, AL₃, AL₇ e AL₁₀ apresentaram teores menores do que o que estava rotulado, as amostras AL₄, AL₅, AL₈ e AL₉ apresentaram teores maiores àqueles avaliados na embalagem. Para as amostras líquidas, nenhuma apresentou variação do teor de etanol superior a 10%.

Para as amostras em gel, a maioria das amostras AG₁, AG₂, AG₄, AG₅, AG₇, AG₈, AG₉ e AG₁₀ apresentaram valores abaixo do valor especificado no rótulo, apenas a amostra AG₃ apresentou valor acima do rotulado.

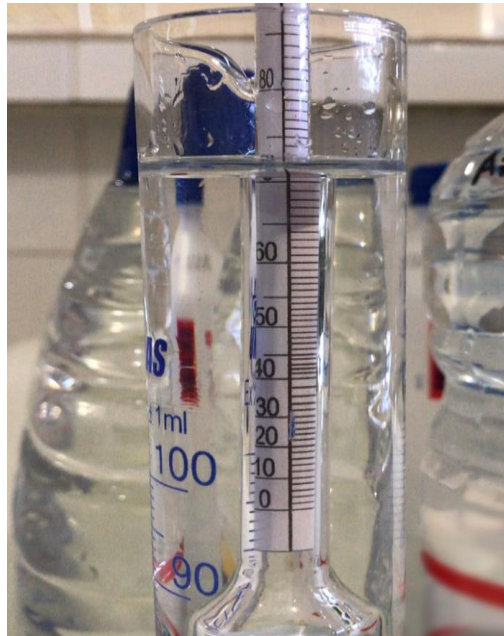
Dentre as análises de picnometria, as amostras para os géis as amostras AG₁, AG₂, AG₄, AG₅, AG₈, AG₉ e AG₁₀ apresentaram limite abaixo do estabelecido pela ANVISA de teor mínimo de etanol de 68,25%.

5.6 Determinação do grau alcoólico - Alcoômetro de Gay Lussac

As análises realizadas no alcoômetro foram de medidas diretas, em triplica. As amostras líquidas foram colocadas em provetas de 100mL, e o alcoômetro após ser imerso na amostra,

efetuou-se um leve movimento giratório, para que entrasse em equilíbrio, flutuando livremente na amostra sem tocar as paredes da proveta. Como mostra a figura 8 abaixo:

Figura 8. Leitura do alcoômetro em amostras.



Fonte: Própria, 2021.

A média das análises realizadas em triplicata estão expostas na tabela 18 a seguir:

Tabela 18: Teor alcoólico das amostras líquidas através da alcoometria.

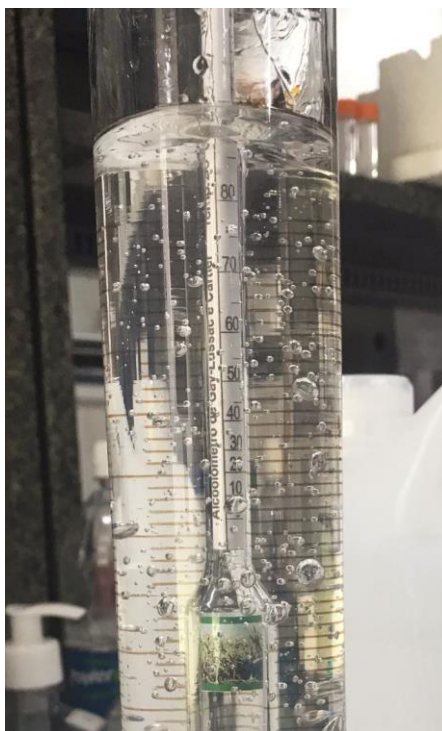
Amostra Líquida	Teor (°GL)
AL₁	76
AL₂	77
AL₃	70
AL₄	79
AL₅	67
AL₆	69
AL₇	66
AL₈	79
AL₉	76
AL₁₀	68

Fonte: Própria, 2021.

A única amostra que apresentou o valor igual ao rotulado foi à amostra AL₆, teor alcoólico de 70%, as demais amostras AL₁, AL₂, AL₄, AL₈ e AL₉ apresentaram teores acima do rotulado, e as amostras AL₃, AL₅, AL₆, AL₇ e AL₁₀ apresentaram teor maior do que o que estava rotulado. As amostras apresentaram-se dentro do limite estabelecido pela ANVISA de variação até 10% no teor de etanol.

Não foi possível realizar a análise de alcoometria nas amostras em gel, pois a textura grosseira devido aos gelificantes utilizados nas composições, viscosidade e as bolhas formadas no gel não permitem ao alcoômetro flutuar na amostra, nem fazer o giro apropriado ao iniciar às análises, na figura 9 a seguir esta representada uma amostra em gel sendo analisada através do alcoômetro. Dessa forma, as análises com o alcoômetro de Gay-Lussac foram realizadas apenas nas amostras líquidas.

Figura 9: Alcoômetro imerso em uma amostra de álcool em gel.



Fonte: Própria, 2021.

5.7 Comparações dos métodos

Os métodos utilizados neste trabalho, para fim da determinação do teor de etanol em amostras de álcoois comerciais, demonstraram grande eficiência. Os teores provenientes das análises de refratometria e picnometria foram os que mais se aproximaram um do outro.

Notavelmente, na análise de picnometria para as amostras em gel pode-se perceber que houve dificuldade na eliminação de bolhas de ar, além de a sua textura atrapalhar na aferição da vidraria, como mostra a figura 10 abaixo:

Figura 10: Dificuldade encontrada na análise de picnometria para géis.



Fonte: Própria, 2021.

Acredita-se que por este motivo, os teores dos géis não se apresentaram tão próximo das outras análises para a técnica de picnometria.

Para fim de comparação entre os métodos, considerando os teores obtidos em cada método, apresentados nas tabelas 19 e 20 abaixo, pode-se observar que as medidas de alcoometria não se aproximaram as demais na análise dos líquidos, isso pode ser atribuído a sua análise ser realizada diretamente, consequentemente há falta de precisão, outro fator que também pode ser atribuído, é a difícil leitura na visualização do menisco do alcoômetro, pois sua visualização acontece em apenas uma casa decimal o que dificulta ainda mais a proximidade dos resultados.

Tabela 19: Comparação das técnicas para amostras líquidas.

Amostra	Refratometria (%)	Picnometria (%)	Alcoometria (%)
AL₁	71,82	70,24	76
AL₂	72,83	69,98	77
AL₃	69,35	68,29	70
AL₄	74,89	72,77	79
AL₅	66,05	68,49	67
AL₆	69,35	70,05	69
AL₇	66,98	65,42	66
AL₈	66,88	75,06	79
AL₉	75,94	73,10	76
AL₁₀	68,87	67,57	68

Fonte: Própria, 2021.

Tabela 20: Comparação das técnicas para amostras em gel.

Amostra	Refratometria (%)	Picnometria (%)
AG₁	69,35	60,67
AG₂	72,83	62,98
AG₃	75,41	78,05
AG₄	73,34	61,46
AG₅	68,39	55,15
AG₆	77,01	70,91
AG₇	72,83	69,03
AG₈	71,82	60,62
AG₉	78,09	65,51
AG₁₀	74,89	66,00

Fonte: Própria, 2021.

Diante dos resultados obtidos, pode-se observar que a técnica de refratometria seria a mais indicada para o estudo da determinação do teor de etanol em amostras líquidas e em géis.

6 CONCLUSÕES E PROPOSTAS FUTURAS

Diante dos resultados obtidos, concluímos que os métodos utilizados nesse trabalho se apresentam como uma alternativa viável para quantificação do teor de etanol em amostras comerciais, além de serem análises limpas, sem destruição da amostra, rápidas e de fácil acesso.

As Agências de Saúde em todo o mundo recomendam o uso de álcool 70% para desinfetar superfícies, mãos, objetos compartilhados, tudo que possa estar contaminadas por vírus, com a pandemia (COVID-19) esse produto ganhou ainda mais força no mercado, e por isso, é necessário que no processo de produção e controle de qualidade, as formulações hidroalcoólicas passem por supervisões e metodologias que determinem seu teor e consequentemente comprovem sua eficácia, para que não desviem completamente daquelas observadas em seus rótulos.

A não conformidade de algumas amostras em relação às divergências dos teores encontrados e rotulados observada neste estudo pode estar relacionada ao não cumprimento das técnicas de diluição, embalagem imprópria, ou ao não cumprimento das boas práticas de fabricação, além de matéria-prima de qualidade inadequada, estocagem com temperaturas incorretas, uso de água não purificada, entre outros.

Com o objetivo de estender os conceitos abordados neste trabalho, pretende-se realizar as análises referentes à Espectroscopia do Infravermelho NIRS, utilizando conceitos quimiométricos para a construção de um modelo de calibração com soluções padrões e posteriormente realizar a análise nas amostras. Este ensaio enriquecerá na discussão e comparação das técnicas utilizadas.

7 REFERÊNCIAS

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Segurança do Paciente em Serviços de Saúde: Limpeza e Desinfecção de Superfícies**. Brasília, [s.n.]. 2010a. 116 p.

ANVISA, RDC N° 350. Agência Nacional de Vigilância Sanitária; Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) N° 350 define os critérios e os procedimentos extraordinários e temporários para a fabricação e comercialização de preparações antissépticas ou sanitizantes oficinais sem prévia autorização da ANVISA e dá outras providências, em virtude da emergência de saúde pública internacional relacionada ao sars-cov-2; diário oficial da união (dou), Brasília, no. 55, de 20/03/2020, p. 154. 2.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em <http://www.anvisa.gov.br/hotsite/farmacopeiabrasileira/arquivos/cp38_2010_anexos/alcoometria.pdf> Acesso em ago. de 2021.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_46_2002_COMP.pdf/172719b> Acesso em ago. de 2021.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/consultaspublicas#/visualizar/313560>>. Acesso em Nov. de 2021.

ANDRADE, D.; BERALDO, C. C.; WATANABE, E.; OLIVEIRA, B. A.; ITO, I. Y. 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, 2007.

ANDRADE, D.; SANTOS, L. S.; OLIVEIRA, B. A.; BERALDO, C. C. Alcoóis: a produção do conhecimento com ênfase na sua atividade antimicrobiana. Medicina Ribeirão Preto. v. 35, n. 1, p. 7-13, 2002.

ANVISA: Brasília, 2012. 4. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA); Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) N° 42 Dispõe sobre a Obrigatoriedade de Disponibilização de Preparação Alcoólica para Fricção Antisséptica das Mãos, pelos Serviços de Saúde do País, e Dá outras Providências; Diário Oficial da União (DOU), Brasília, de 25/10/2010, p. 27.

ARAÚJO, Larissa Ferreira; MELO, TNL; FORTUNA, Jorge Luiz. Avaliação da eficácia do álcool comercial para desinfecção de superfícies. **Revista Científica do ITPAC**, v. 12, n. 2, p. 66-71, 2019.

ATKINS, P.; JONES, L.; Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente, 3.ed., Bookman: Porto Alegre, 2006.

BENJAMIN, G. O.; ALMEIDA, M. M. B.; **Análises Físico-químicas de soluções aquosas para o Ensino Médio**. Fortaleza, 2019.

BERARDI A., PERINELLI D.R, MERCHANT H.A, BISHARAT, L., BASHETI I.A., BONACUCINA G., CESPI M., PALMIERI G.F., **Hand desinfetantes amid CoViD-19: Uma revisão crítica de produtos à base de álcool no mercado e abordagens de formulação para responder à crescente demanda.** *Int. J. Pharm.* 2020.

BERNARDI, G. A.; COSTA, T. C. M. **Avaliação da atividade antimicrobiana do álcool 70% em superfícies contaminadas.** *Journal of Infection Control.* v. 6, n. 4, p. 1-11, 2017. BRASIL.

BRASIL. Farmacopeia Brasileira, vol 2. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Brasília. 2010. p. 546. Disponível em: <<https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/farmacopeia/farmacopeia-brasileira/arquivos/8000json-file-1>> Acesso em 05 de Dez. de 2021.

BRITANNICA, Snell1s law, **The Editors of Encyclopaedia Britannica.** Disponível em: <<https://www.britannica.com/science/wave-physics>> Acesso em 12 de nov de 2021

CIRINO, L. **Uso da espectroscopia do infravermelho próximo (nir) como método não destrutivo para a discriminação de aguardentes de cana-de-açúcar produzidas no estado de São Paulo e Minas Gerais, e predição do teor de etanol.** Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Alimentos e Nutrição na área de concentração de Ciências dos Alimentos. Araraquara.129.2015.

GENZ, T. B.; CALLAI, T. SCHLESNER, V. R. F.; OLIVEIRRA, C. F.; RENNER, J. D. P. **Eficácia antibacteriana de agentes de limpeza na desinfecção de superfícies de consultórios odontológicos.** *Revista da Faculdade de Odontologia.* v. 22, p. 162-166, 2017.

GRAZIANO, M. U.; GRAZIANO, K. U.; PINTO, F. M. G.; BRUNA, C. Q. M.; SOUZA, R. Q.; LASCALA, C. A. **Eficácia da desinfecção com álcool 70% (p/v) de superfícies contaminadas sem limpeza prévia.** *Revista Latino-Americana de Enfermagem.* v. 21, n. 2., p. 1-6, 2013.

HENRIQUE, P. **Determinação do teor de NaCl, KCl e Glicose em Medicamentos Injetáveis por fotometria usando Exploração do efeito de Schliren em sistemas FIA e PLS1.** Dissertação apresentada para grau de Mestre em Química, UFPB. João Pessoa. 107. 2010.

HIRAIFARMA. **Determinação do álcool 70% utilizado para antissepsia em drogarias e farmácias de Maringá- Paraná.** Rio de Janeiro, 2012.

ANSELMO, E. O. **Refratometria.** Instituto de Química. UFG. Goiânia, 2018. Disponível em: <<https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/56/o/refratometria.pdf>> Acesso em 10 de novembro de 2021.

JING, Jane Lee Jia et al. Hand sanitizers: a review on formulation aspects, adverse effects, and regulations. **International journal of environmental research and public health**, v. 17, n. 9, p. 3326, 2020.

KALIL, E. M.; COSTA, A. J. F. Desinfecção e esterilização. *Acta Ortopédica Brasileira*, v. 2, n. 4, p.1-4, 1994. KONKEWICZ, L. R. **Controle de infecção em odontologia: antissépticos e desinfetantes**.

KOTZ, J. C.; TREICHEL, P. M.; WEAVER, G. C.; **Química Geral e Reações Químicas**, 6.ed., Cengage Learning: São Paulo, 2014.

LIMA, Alexandre; BAKKER, Jan. Espectroscopia no infravermelho próximo para a monitorização da perfusão tecidual. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v. 23, p. 341-351, 2011.

LIMA, L. S. O.; ALMEIDA, R. K. S.; FRANCINE S. A. DA FONSECA, F. S. A.; [30] Ministério da Saúde - MS Agência Nacional de Vigilância Sanitária – **ANVISA Resolução de diretoria colegiada – RDC Nº 350**. Acesso em 20 de nov. de 2020.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Agência Nacional de Vigilância Sanitária; **Formulário nacional da farmacopeia brasileira**, 2.ed., Brasília: Anvisa, 2012.

LIVEIRA, A. D. N.; ANDRADE, K.; MENDES, L. G.; KOHLER, L. M. **Análise da ação antibacteriana de desinfetantes de uso doméstico e desafios no uso correto: uma revisão**. *Revista Educação, Meio Ambiente e Saúde*. v. 6, n. 1, p. 22-31, 2016.

OLIVEIRA, A. S.; Determinação de etanol em bebidas alcoólicas empregando entalpiometria no infravermelho. Santa Maria. 2016.

Orientações Gerais para Produção de Formulações Antissépticas Alcoólicas. <<http://portal.anvisa.gov.br/documents/219201/4340788/Orienta%C3%A7%C3%B5es+para+produzir+%C3%A1lcool+gel/32afa23c-8d7b-4615-9f74-d1dc407b1aa3>> Acesso em 20 de nov. de 2021.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação do Paraná (SEEP). **Álcool gel deve ter registro e não é indicado para a limpeza de superfícies**. Redescola. Curitiba-PR. 24 de agosto de 2009.

PASQUINI, C. **Espectroscopia de infravermelho próximo: Uma técnica analítica madura com novas perspectivas: Uma revisão**. *Anal. Chim. Acta*. 2018; 1026 : 8–36. doi: 10.1016 / j.aca.2018.04.004.

PASQUINI, Celio et al. **Monitoramento da qualidade de desinfetantes para as mãos à base de etanol por espectroscopia de infravermelho próximo de baixo custo**. *Microchemical Journal* , v. 159, pág. 105421, 2020.

PEREIRA, Danilo; PAES, André; PACHECO, Marcos; SILVEIRA, Landulfo. **Análise da concentração de etanol em amostras de álcool comerciais por espectroscopia Raman**. *Anais do Encontro Nacional de Pós-Graduação – VII ENPG Vol.2* (2018) Santos-SP.

RUTALA, William Anthony; WEBER, David Jay. **Diretriz para desinfecção e esterilização em instalações de saúde**. 2008.

SANTOS, A. A M.; VEROTTI, M. P.; SANMARTIM, E. R. A. B. M. **Importância do álcool no controle de infecções em serviços de saúde.** *Revista de Administração em Saúde.* v. 4, n. 16, p. 7-14, 2002.

SEQUINEL, Rodrigo; LENZA, Guilherme; SILVA, Francis; ROSA, Fabiano. **Soluções a base de álcool para higienização das mãos e superfícies na prevenção da covid-19: compêndio informativo sob o ponto de vista da química envolvida.** *Revista Química Nova*, Palotina-PR, Vol. 43, No. 5, 679-684, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/qn/v43n5/0100-4042-qn-43-05-0679.pdf> Acesso em Agosto de 2021.

STANGHERLIN, **Determinação de etanol em bebidas alcoólicas empregando entalpimetria no infravermelho.** Pós Graduação em Ciência e tecnologia. Santa Maria. 81. 2010.

TORTORA, J.; CASE, ; FUNKE, R. **Microbiologia.** 12. ed. Porto Alegre: Artmed. 2017. 2016.

TYHIO, Rogério; TORQUATO, Alex; JACQUES, Fernanda; COLOMBO, Tatiana. **Determinação do álcool 70% utilizado para antissepsia em drogarias e farmácias de Maringá-Paraná.** *Revista Brasileira de Farmácia.* Disponível em: http://www.rbfarma.org.br/files/pag_231a235_determinacao_alcool_245.pdf. Acesso em agosto de 2020.

WEBER, David J; ANDERSON, Deverick; RUTALA, William A. O papel do ambiente de superfície nas infecções associadas à saúde. **Opinião atual em doenças infecciosas** , v. 26, n. 4, pág. 338-344, 2013.